

Relatório DivMV 05/2017

Tornados reportados em Portugal

2001 a 2010

compilação de dados

Setembro 2017

Paula Leitão

I	Introdução.....	3
II	O tornado e os seus efeitos.....	4
III	Intensidade do tornado – escalas Fujita e Torro.....	8
IV	Método de trabalho.....	12
V	Tornados ocorridos.....	16
VI	Conclusões	20
VII	Agradecimentos.....	22
VIII	Bibliografia.....	23
IX	Anexo <u>-</u> Registo sistemático da informação recolhida para cada tornado ocorrido entre 1 de Janeiro de 2001 e 31 de Dezembro de 2010.....	25

I Introdução

O tornado é um fenómeno meteorológico de características únicas que tem vindo a ser estudado e caracterizado pela comunidade científica nacional e internacional. O impacto que têm na população e no território e consequente interesse dos agentes de ordenamento do território e de proteção civil justifica o presente trabalho de compilação da informação recolhida sobre tornados reportados em Portugal na década 2001 a 2010.

Este período de tempo corresponde a uma época em que o fenómeno é conhecido da comunidade científica nacional (Coelho e Leitão, 2000; Leitão, 2001; Leitão, 2003) e os dados reportados ao ex-Instituto de Meteorologia, I.P. (IM), o serviço meteorológico nacional à época, são arquivados. O interesse crescente de um público conhecedor, a popularização das máquinas fotográficas e de filmar digitais, cada vez mais acessíveis ao serem incorporadas nos telemóveis, a maior circulação de pessoas pelo território, o interesse da comunicação social nos efeitos mediáticos do fenómeno, resultou na divulgação de muitos dos tornados que ocorreram e na deslocação ao local de técnicos do IM para levantamento e estudo dos efeitos de alguns casos com maior impacto na população.

Com a entrada em operação do radar de Coruche em 1998 e posteriormente o radar de Loulé em 2005, houve uma notável evolução dos conhecimentos em meteorologia radar (Pinto, 2001; Pinto, 2005; Pinto, 2011; Pinto, 2014; Belo-Pereira et al., 2016), que permitiu a observação e interpretação de estruturas presentes na formação de alguns destes fenómenos.

Considerando que a rede nacional de estações meteorológicas de observação à superfície está desenhada para detetar fenómenos de escala sinóptica, o tornado, mesmo que seja observado numa estação meteorológica, só pode ser identificado a partir da interpretação dos seus efeitos. Assim sendo, só o estudo sistemático dos pormenores de cada ocorrência e a sua comparação com outros casos conduz a uma contínua aprendizagem das características que permitem a sua identificação e classificação.

Neste trabalho registam-se as características dos fenómenos confirmados de tornado reportado no território nacional do Continente, Açores e Madeira, assim com no mar junto à costa, produzindo uma ficha para cada ocorrência após pesquisa exaustiva dos dados disponíveis. No entanto, as reduzidas escalas espaciais e temporais associadas ao fenómeno determinam óbvias dificuldades na sua identificação, pelo que muitas das ocorrências reportadas foram excluídas desta compilação por falta de informação que permita a sua classificação, sendo mais que provável que também haja outros tornados que não foram observados e/ou reportados, resultando necessariamente numa subestima dos tornados ocorridos na década.

II O tornado e os seus efeitos

O tornado é definido nos glossários de meteorologia, e de acordo com a Organização Meteorológica Mundial (OMM), por “uma coluna de ar em rotação, em contacto com a superfície, pendendo de uma nuvem cumuliforme, e geralmente visível como uma nuvem em forma de funil ou tromba e/ou pela circulação de detritos/ poeiras junto ao solo” (American Meteorological Society, 2015).

A tromba de água, “*waterspout*”, define-se como “qualquer tornado que ocorre sobre a superfície de um corpo de água” (American Meteorological Society, 2015).

Um estudo mais detalhado, em grande parte baseado em observação radar, mostra que o fenómeno pode ter diferentes mecanismos de formação e características, o que origina um amplo léxico para a caracterização fenomenológica, que em muitos casos não é possível especificar por não existirem dados suficientes.

Independentemente da sua génese, o tornado pode ser identificado e caracterizado pelos seus efeitos únicos que se devem à particularidade deste fenómeno e não apenas à intensidade do vento.

A tromba estende-se da nuvem-mãe até ao solo podendo tomar diferentes aspetos (figura 1), inclusivamente podendo formar e dissipar várias trombas no mesmo tornado, cada uma associada a um vórtice de sucção. Por vezes a tromba não é visível ou está oculta por detritos que se levantam do solo ou por nuvens baixas, poeiras, precipitação forte, edifícios ou árvores.

Deslocando-se ao longo de uma trajetória deixa um rasto longo e estreito com características que dependem do tipo de terreno afetado e da intensidade do fenómeno. A trajetória nem sempre é retilínea e o contacto com o solo pode ser temporariamente interrompido, o que justifica a presença intermitente de danos ao longo da trajetória. Quando o tornado atravessa um território em que não existem obstáculos onde os efeitos sejam visíveis, como nas situações sobre água ou sobre vegetação rasteira, a trajetória pode não ser identificável.

O forte movimento ascendente em espiral levanta detritos que são incorporados na circulação do vórtice e projetados a elevada velocidade para o seu exterior, como mostra a figura 2. Estes detritos, por exemplo água, areia, telhas, ramos de árvores, etc., podem causar danos vários, como ferimentos em pessoas e animais, deixar marcas nas paredes e nos carros, partir os estores das janelas fechadas ou ficar cravados noutros objetos.

O forte gradiente de pressão entre o centro do vórtice e o ambiente exterior tem um efeito explosivo e de sucção que pode partir vidros; projetar portas, janelas e telhados, ou mesmo paredes, para fora dos edifícios; mover os objetos que estão dentro de edifícios e que podem sair pelas janelas, chaminés ou outras aberturas. A figura 3 mostra alguns exemplos.

O efeito de “*shear*” (forte rotação do vento, em espiral) aliado ao efeito de sucção, de que se mostra alguns exemplos na figura 4, pode resultar no torcer e/ou partir de troncos e ramos de

árvores, e de outras estruturas, mesmo aquelas que naturalmente oferecem pouca resistência ao vento, que podem ser arrancados do solo. Por vezes, este efeito é visível na vegetação baixa, que fica tombada ou “remexida”, podendo arrancar erva, por exemplo.

Os objetos levantados podem ser transportados e depositados a longa distância, como se mostra na figura 5.

O ruído muito intenso e característico que acompanha a sua passagem é muitas vezes descrito como "um cento de tratores", "um estrondo" ou " primeiro um zunido que depois passou a um violento ruído".



Figura 1: Diferentes aspetos qua a tromba do tornado pode ter.

O tornado é um fenómeno de muito pequena escala com duração que varia desde o toque no solo apenas por alguns segundos, causando efeitos confinados a um local, ao contacto com o solo por muitos minutos e causando efeitos ao longo de um rasto de dezenas de quilómetros. Os efeitos descritos acontecem em simultâneo e dependem da intensidade do tornado, mas só

são visíveis pelo resultado da interação com os obstáculos que encontra, pelo que por vezes são difíceis de identificar no terreno e podem ser confundidos com outros fenómenos.

A velocidade do vento no tornado, que raramente pode ser medida com instrumentos, é calculada a partir dos seus efeitos e classifica a intensidade do fenómeno, desde o tornado fraco com efeitos quase impercetíveis ao tornado devastador.



Figura 2: Detritos projetados pelo tornado.



Figura 3: Efeito explosivo e de sucção do tornado



Figura 4: Efeito de torção devido a *shear* e efeito de sucção



Figura 5: Transporte a longas distâncias de objetos levantados pelo tornado.

III Intensidade do tornado – escalas Fujita e Torro

Uma vez que os efeitos do tornado dependem do tipo de obstáculos que encontra ao longo do seu trajeto, a classificação da intensidade é uma estimativa difícil e subjetiva. Muitas vezes a intensidade do tornado é subestimada por falta de obstáculos que permitam observar efeitos correspondentes a intensidade superior. Numa situação limite, em que ocorre sobre água ou sobre um terreno apenas com vegetação rasteira, não é possível estimar a intensidade do tornado. Os efeitos sobre árvores dependem muito da espécie, do tamanho, da presença de uma copa pesada com folhas, do estado do solo e das raízes, etc.. Os efeitos produzidos em edifícios dependem do tipo de construção, da distância a que passa o centro do vórtice e do ângulo entre a trajetória e a fachada atingida. Há ainda a considerar que a velocidade a que o tornado se desloca determina o tempo que fica a afetar cada local.

Existem várias escalas de classificação da intensidade de tornados, todas baseadas em estimativa por observação dos efeitos. Neste trabalho são usadas as de Fujita (Fujita 1981) e a TORRO (Meaden, 1985) que se apresentam nas tabelas I e II, em que se indica: o nível da classe, gama de intensidade do vento admissível correspondendo à rajada (vento máximo em 3 segundos) e respetiva descrição verbal dos danos associados.

A escala de Fujita (F) tem sido utilizada desde 1971 para qualificar a intensidade de tornados, compreendendo 6 níveis na sua primeira versão (F0 a F5, sendo F5 a intensidade máxima) e 7 na sua versão modificada (F0 a F6). Embora se trate de uma escala desenvolvida nos EUA, tem vindo a ser largamente utilizada, incluindo em Portugal.

A escala de TORRO (TORnado and storm Research Organisation), mais utilizada na Europa, é uma escala aberta, em que os níveis T0 a T10 correspondem a uma sub-divisão da escala F, (o nível F0 inclui T0 e T1 e assim sucessivamente) no sentido de procurar uma categorização mais gradativa da intensidade do tornado e efeitos mais característicos no território europeu, podendo ser ampliada para além de T10 recorrendo a formulação adequada.

Considerando o reduzido número de indicadores de danos produzidos por tornado proporcionados pelas escalas já referidas e o facto adicional de estas não apresentarem uma correlação definida entre os danos produzidos e a intensidade do vento, no estudo dos tornados de Alcanena (Pinto e Viegas, 2008) e Tomar (Pinto e Leitão, 2010) optou-se por utilizar a escala de Fujita melhorada, EF, na sua versão revista (Wind Science and Engineering Research Center, Texas Tech University, 2004) que tem vindo a recomendada pelo Serviço Meteorológico dos EUA a partir de 2007. A escala EF, concebida por uma equipa mista de meteorologistas e engenheiros da área da resistência de materiais, inclui 28 indicadores de danos relativos a diversos tipos de edifícios, estruturas diversas e árvores. De acordo com os procedimentos técnicos recomendados para a sua aplicação pressupõe-se que a cada um dos indicadores de danos identificado no terreno, seja possível aplicar uma gradação do grau de dano observado, resultando em maior rigor na estimativa da intensidade do tornado. Frequentemente os danos observados em Portugal ocorreram em edifícios e estruturas que claramente se encontram fora da natureza daqueles que a escala EF contempla,

o que impede a sua utilização (Pinto e Leitão, 2012), problema que tem aliás sido sentido em diversos países europeus.

A partir da intensidade do vento estimada, é possível fazer a correspondência entre as diferentes escalas (Feuerstein et al. 2009). A sua utilização conjunta, de acordo com os dados disponíveis em cada ponto, permite tirar o máximo partido da descrição dos efeitos e minimizar as incertezas que decorrem, necessariamente, da sua aplicação.

Tabela I: Escala de Fujita (tirado de NOAA – National Weather Service, USA)

SCALE	WIND ESTIMATE *** (MPH)	TYPICAL DAMAGE
F0	< 73	Light damage. Some damage to chimneys; branches broken off trees; shallow-rooted trees pushed over; sign boards damaged.
F1	73-112	Moderate damage. Peels surface off roofs; mobile homes pushed off foundations or overturned; moving autos blown off roads.
F2	113-157	Considerable damage. Roofs torn off frame houses; mobile homes demolished; boxcars overturned; large trees snapped or uprooted; light-object missiles generated; cars lifted off ground.
F3	158-206	Severe damage. Roofs and some walls torn off well-constructed houses; trains overturned; most trees in forest uprooted; heavy cars lifted off the ground and thrown.
F4	207-260	Devastating damage. Well-constructed houses leveled; structures with weak foundations blown away some distance; cars thrown and large missiles generated.
F5	261-318	Incredible damage. Strong frame houses leveled off foundations and swept away; automobile-sized missiles fly through the air in excess of 100 meters (109 yds); trees debarked; incredible phenomena will occur.

Tabela II: Escala de TORRO (tirado de The TORnado and storm Rresearch Organisation)

Tornado Intensity	Description Of Tornado & Windspeeds	Description Of Damage (for guidance only)
T0	Light Tornado 17 - 24 m s ⁻¹	Loose light litter raised from ground level in spirals. Tents, marquees, awnings seriously disturbed. Some exposed tiles, slates on roofs dislodged. Twigs snapped; trail visible through crops. Wheelie bins tipped and rolled. Garden furniture & pots disturbed.
T1	Mild Tornado 25 - 32 m s ⁻¹	Deck chairs, small plants, heavy litter becomes airborne. Minor damage to sheds. More serious dislodging of tiles, slates. Chimney pots dislodged. Wooden fences flattened. Slight damage to hedges and trees. Some windows already ajar blown open breaking latches.
T2	Moderate Tornado 33 - 41 m s ⁻¹	Heavy mobile homes displaced. Light caravans blown over. Garden sheds destroyed. Garage roofs torn away and doors imploded. Much damage to tiled roofs and chimneys. Ridge tiles missing. General damage to trees, some big branches twisted or snapped off, small trees uprooted. Bonnets blown open on cars. Weak or old brick walls toppled. Windows blown open or glazing sucked out of frames.
T3	Strong Tornado 42 - 51 m s ⁻¹	Mobile homes overturned / badly damaged. Light caravans destroyed. Garages and weak outbuildings destroyed. House roof timbers considerably exposed. Some of the bigger trees snapped or uprooted. Some heavier debris becomes airborne causing secondary damage breaking windows and impaling softer objects. Debris carried considerable distances. Garden walls blown over. Eyewitness reports of buildings physically shaking. Mud sprayed up the side of buildings
T4	Severe Tornado 52 - 61 m s ⁻¹	Motorcars levitated. Mobile homes airborne / destroyed. Sheds airborne for considerable distances. Entire roofs removed from some houses. Roof timbers of stronger brick or stone houses completely exposed. Gable ends torn away. Numerous trees uprooted or snapped. Traffic Signs folded or twisted. Some large trees uprooted and carried several yards. Debris carried up to 2km leaving an obvious trail.
T5	Intense Tornado 62 - 72 m s ⁻¹	Heavier motor vehicles (4x4, 4 Tonne Trucks) levitated. Wall plates, entire roofs and several rows of bricks on top floors removed. Items sucked out from inside house including partition walls and furniture. Older, weaker buildings collapse completely. Utility poles snapped.

Tornado Intensity	Description Of Tornado & Windspeeds	Description Of Damage (for guidance only)
T6	Moderately-Devastating Tornado 73 - 83 m s-1	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 84 - 95 m s-1	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 96 - 107 m s-1	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 108 - 120 m s-1	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 121 - 134 m s-1	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.

IV Método de trabalho

De acordo com publicações recentes sobre a ocorrência de tornados na Europa (Antonescu et al, 2016) designa-se “tornado” todo o fenómeno em que uma tromba associada a nuvem mãe toque a superfície, independentemente da sua génese e incluindo os casos que ocorrem sobre água, assim como aqueles que se iniciam sobre água se deslocam para terra. Neste trabalho faz-se a compilação da informação disponível, produzindo uma ficha para cada ocorrência reportada no território nacional e no mar junto à costa do continente, Açores e Madeira.

São excluídos fenómenos de tromba em que não se encontrem evidências de ter atingido o solo, de *gustnado*, de remoinho de vento (*dust devil*), de *downburst*, e de todas as situações de danos causados por vento em que os dados disponíveis não permitam a classificação inequívoca da ocorrência com base nas características e nos efeitos descritos em II.

Para cada ocorrência reportada faz-se uma recolha sistemática de informação, incluindo relatos de testemunhas, contacto por telefone ou por e-mail para quem reportou a ocorrência, contactos por telefone para outras testemunhas no local e para autoridades locais (Serviço Municipal de Proteção Civil, Bombeiros, Presidente da Junta de Freguesia, por exemplo) pesquisa de publicações em órgãos de comunicação social e na internet, estudo de fotografias e vídeos dos fenómenos e dos seus efeitos.

Alguns casos justificaram trabalho de campo com visita ao local, quer por iniciativa da autora com trabalhos que não foram publicados, quer por iniciativa do IM (Leitão e Duarte, 2003; Pinto e Leitão, 2006; Leitão e Pinto, 2008; Pinto e Viegas, 2008; Pinto e Leitão, 2010) em que se seguiu o método de trabalho proposto por Bunting e Smith (1993), sendo o relatório técnico resultante a referência usada para o presente trabalho.

Em Novembro de 2002 foi criado o arquivo do Instituto de Meteorologia, I. P. “Eventos meteorológicos raros e/ou severos relatados pela população”, não publicado, em que constam os relatos do público (por comunicação ao telefone) ao Meteorologista de Serviço de fenómenos não registados pela rede de observação de superfície. Para alguns casos a classificação do fenómeno é inequívoca, sendo usada como referência suficiente para este trabalho, mas a informação disponível é muito reduzida, não permitindo classificar corretamente a intensidade e avaliar a trajetória.

A base de dados internacional “European Severe Weather Database” (<http://www.eswd.eu/>) é consultada, sendo cada ocorrência sujeita a investigação e confirmação com base noutras fontes.

A utilização crescente do GPS, assim como disponibilização da aplicação GOOGLE EARTH, facilitando a localização e cartografia das ocorrências altera gradualmente os meios disponíveis durante a década em estudo, resultando em alguma dificuldade em uniformizar a apresentação dos dados. A precisão da localização de cada ocorrência reflete-se no número de

casas decimais usadas para descrever a latitude e longitude, considerando que 1 grau de longitude corresponde a cerca de 80 km, enquanto 1 grau de latitude a cerca de 100 km.

Para as ocorrências em que há disponibilidade de observação radar (Larry, 2001; Theodore et al., 2003) usa-se o estudo feito pelo meteorologista Paulo Pinto para a caracterização com base fenomenológica. De notar que os arquipélagos dos Açores e da Madeira não tem cobertura radar. No Continente existe observação do radar de Coruche, em operação desde 1998 e do radar de Loulé, em operação a partir de 2005, encontrando-se a região norte fora do alcance da observação.

Na confrontação de informação recolhida pelos diversos meios disponíveis verifica-se com frequência dados contraditórios resultantes de relatos de testemunhas pouco precisos ou notícias escritas numa perspetiva social e mediática. Por exemplo, i) é frequente a hora da ocorrência ser mal definida ou ser indicada a hora a que foram notificados os agentes de socorro; ii) haver diferentes testemunhos quanto à duração do fenómeno, confundindo o tempo em que o fenómeno foi visto durante o seu trajeto com o tempo em que se sentiram os efeitos num local; iii) referir-se o local da ocorrência pelo nome da freguesia ou povoação mais próxima; iv) o tornado ocorrer durante situações de vento e chuva forte, confundindo-se com efeitos a uma escala maior; v) as testemunhas no local terem uma perspetiva limitada da ocorrência. A experiência adquirida com o estudo continuado dos tornados que ocorrem no território nacional e a comparação com informação recolhida em casos mais recentes (Leitão, 2013), alguns dos quais podem ser consultados em <http://meteoglobal.ipma.pt/eventos>, permite uma análise crítica no estudo detalhado de todas as fontes disponíveis, por vezes incluindo a observação radar. Neste trabalho apresentam-se os dados considerados credíveis, com o melhor detalhe possível, que permitam no futuro fazer novos estudos e uma melhor interpretação do fenómeno.

Usando dados recolhidos para cada tornado reportado preenche-se uma ficha, como se mostra na figura 6, em que se sistematiza a seguinte informação:

1. Número de ordem decadal, no formato OOO, atribuído por ordem cronológica de início do fenómeno variando entre 1 (primeiro tornado ocorrido reportado na década) e o número do último tornado reportado na mesma década.
2. Referência da ocorrência, no formato AAAAMMMDD em que AAAA é o ano, MMM a abreviatura do mês, DD o dia.
3. Concelho em que os efeitos foram mais relevantes.
4. Tipo de superfície em que o tornado se forma: sobre “terra”, “água”, ou “superfície indeterminada”;
5. Intensidade do fenómeno, correspondendo ao valor máximo que foi possível apurar no trajeto do tornado e exprime-se na escala de Fujita (F).
6. Qualificação da intensidade, em que “0” refere que a intensidade se considera bem estimada de acordo com a metodologia aplicada; e “?” refere que há indícios de que a intensidade possa ter sido superior à que a natureza/intensidade dos danos permitiu estimar ou se a estimativa não puder ter sido efetuada.

7. Classificação da ocorrência quanto ao processo de formação, recorrendo ao estudo da observação radar, distinguindo se o tornado tem origem “mesociclónica” ou “não mesociclónica”, e atribuindo a classificação “indeterminada” nas restantes situações.
8. Ano da ocorrência.
9. Mês da ocorrência.
10. Dia da ocorrência.
11. Hora (UTC) corresponde ao instante ou instantes em que o fenómeno foi observado, por ordem cronológica. A experiência mostra que os relatos das testemunhas são imprecisos ou pouco fidedignos na referência à hora de ocorrência, pelo que se referencia a hora da ocorrência em cada ponto ao longo do rasto com base na observação com radar, sempre que esta se encontra disponível. No caso de se desconhecer o instante de ocorrência, classifica-se como “indeterminado” ou apresenta-se uma descrição qualitativa do tipo “madrugada, manhã...”
12. Local de referência do fenómeno e locais em que, pelos seus efeitos, foi observado, anotando a latitude e longitude com a precisão possível em cada local, podendo ser utilizada a observação radar.
13. Intensidade estimada nas escalas de Fujita (F) e Torro (T) para cada local e hora em são observados e registados efeitos do fenómeno ao longo do seu trajeto. Quando os danos presentes não permitem estimar a intensidade (por exemplo, quando se encontra sobre água) é atribuído o grau F0/ T0.
14. Extensão total da trajetória em quilómetros, estimada com recurso aos relatos, avaliação no terreno e observação com radar. Compreende a propagação sobre água, se existir e for possível estimar. No caso de haver indícios que o trajeto se prolongue para além do que os dados existentes permitem avaliar, tal será indicado acrescentando o símbolo “<”.
15. Largura máxima do trajeto, em metros, avaliada com base em relatos ou observação do terreno.
16. Orientação da propagação, determinada com base em relatos, avaliação no terreno ou observação com radar, no sentido do ponto cardeal de onde vem para aquele para onde vai.
17. Duração do contacto mantido com o solo, determinada com base no trajeto de destruição. Nos casos em que a trajetória evidencia descontinuidades superiores a 3 km ou 3 minutos, considera-se a ocorrência de diferentes tornados. A duração inclui o período de propagação sobre água, se existir e for possível estimar.
18. Número de feridos em consequência direta da ocorrência.
19. Número de mortes em consequência direta da ocorrência.
20. Estimativa de quantificação, em euros, dos prejuízos materiais quando disponível, ou descrição dos mais relevantes.
21. Descrição do fenómeno, referindo se a tromba foi avistada e descrição sumária do início, trajetória e dissipação do tornado.
22. Descrição dos efeitos produzidos ao longo do trajeto.
23. Comentário à observação radar.
24. Descrição da situação meteorológica.
25. Referência a outros fenómenos meteorológicos associados à ocorrência (por exemplo: chuva forte, granizo, trovoadas).

26. Referência à origem da informação utilizada no preenchimento dos campos anteriores, referindo os *links*. No caso de haver um relatório de trabalho de campo publicado, será utilizado como principal ou única referência. No caso de constar do arquivo do Instituto de Meteorologia, I. P, “Eventos meteorológicos raros e/ou severos relatados pela população” é referido “arquivo IM” com o número do relato.
27. Mapa do local da ocorrência e mapa da trajetória do tornado, em que se marca a vermelho a localização observada com precisão superior a 500 m, a amarelo a estimativa da localização com precisão inferior, e a branco locais de referência.
28. Fotografias do fenómeno e/ou dos efeitos mais gravosos. Os autores são identificados, sempre que forem conhecidos.

0		AAAAAMMDD					concelho								
tornado sobre		F 9					[] origem								
ano	mês	dia	hora UTC	local	lat °N	long °W	F	T	trajetória			duração (min)	feridos	mortos	prejuízos (€)
									comp (Km)	largura (m)	orientação				
aaaa	mm	dd	hh	aaaaa	99,99	9,99	9	9	999	999	AA - BB	999	999	999	9999999
hh			hh	bbbbb	99,99	9,99	9	9							
hh			hh	cccccc	99,99	9,99	9	9							
descrição do fenómeno															
descrição dos efeitos															
informação de meteorologia radar															
situação meteorológica															
outros fenómenos meteorológicos															
origem da informação															
local da ocorrência															
 															
fotografias															
1- Junto a Peniche (autor: Carlos Reis Silva)															
															
2- Em Peniche (autor desconhecido)															
															

Figura 6: Exemplo da ficha criada para cada tornado

V Tornados ocorridos

No anexo I apresenta-se as fichas das ocorrências reportadas entre o dia 1 de Janeiro de 2001 e o dia 31 de Dezembro de 2010, que se resumem na figura 7, onde se apresenta a sua localização em mapa e na tabela III, onde se indica, para os casos em que se dispõe de informação, a data, hora e local da ocorrência, intensidade, características da trajetória, duração do contacto com o solo, quantidade de feridos e prejuízos mais relevantes. As coordenadas geográficas da localização refletem nas casas decimais apresentadas a precisão que os dados disponíveis permitem. Assinala-se com “*” quando, por falta de informação, se estima que a intensidade seja superior à indicada e com “<” quando não se conhece a extensão total da trajetória. Nesta década não houve registo de óbitos em consequência de tornados.



Figura 7: Localização dos tornados reportados entre 2001 e 2010.

Tabela III: Características dos tornados reportados entre 1 de Janeiro de 2001 e 31 de Dezembro de 2010

ano	mês	dia	hora UTC	local	lat °N	long °W	F	T	*	trajetória			dura (min)	feridos	prejuízos	
										comp (Km)	larg (m)	orientação				
2001	7	30	18:00	Praia da Nazaré	39.598	9.074	0	1	*	0,4	<		SE - NW		1	barracas da praia
2001	7	30	18:20	S. Martinho do Porto	39.483	9.100	1	3	*	6	<		SE - NW		0	culturas, árvores, telhados
2002	9	21	03:00	Paialvo, Tomar	39.53	8.43	1	2		1		70	SE - NW		0	culturas, telhados
2002	10	20	09:30	Ferreira do Alentejo	38.048	8.295	2	4	*	22		300	SW - NE		0	incalculáveis, em sobreiros
2002	11	13	11:15	Murtosa	40.78	8.63	1	3	*	15	<		SW - NE		0	telhados e árvores
2002	11	13	13:10	Quinta da Aroeira, Almada	38.56	9.17	2	4		16	<		W - E		0	arvores, telhados, casas
2002	11	15	12:45	Entroncamento	39.45	8.48	1	3		2,5	<		W - E		0	oficina, telhados, árvores
2002	11	15	13:00	Rio Tejo, Barquinha	39.45	8.42	0	0	*	2,5	<		E - W		0	0
2002	11	15	16:00	Mar, Foz do Douro	41.1	8.7	0	0	*		<				0	0
2002	11	21	20:30	Vieira do Minho	41.58	8.09	1	3	*		<				0	20 telhados, árvores, rede elétrica
2002	12	10	12:30	Mira	40.4	8.7	2	4	*		<				0	telhados
2002	12	27	03:30	Fânzeres	41.1	8.5	2	4	*		<				1	desalojados, casas, árvores, rede elétrica
2003	1	6	08:15	Mar, Espinho	41.0	8.6	0	0	*		<				0	0
2003	8	28	09:30	Vagos	40.540	8.720	1	3	*	2	<		W - E		1	pavilhão industrial, árvores
2003	10	2	madru	Barrancos	38.1	7.0	1	3	*	1	<	100			0	azinheiras
2003	10	19	10:00	Monsanto da Beira Baixa	40.0	7.1	2	4	*	5	<	20	SW - NE	15	0	árvores, telhados
2004	2	21	17:40	Mar, Carcavelos	38.6	9.3	0	0	*		<		W - E	5	0	0
2004	8	16	15:00	Mar, Figueira da Foz	40.1	8.8	0	0	*		<	200		3	0	0
2004	10	20	10:00	Abrantes	39.469	8.204	1	2		6			SW - NE		0	muito avultados em casas e fábricas

ano	mês	dia	hora UTC	local	lat °N	long °W	F	T	*	trajetória			dura (min)	feridos	prejuízos	
										comp (Km)	larg (m)	orientação				
2005	5	13	17:00	Mar, Viana Castelo	41.7	8.8	0	0	*	<		N - S		0	0	
2006	2	25	17:45	Porto Covo	37.826	8.744	2	4		10	50	W - E		0	telhados, casas, árvores	
2006	3	4	07:40	Torreira	40.763	8.703	2	4		0,7	<	SW - NE		0	telhados, roulottes campismo, árvores	
2006	3	4	08:00	Aroeira, Leiria	39.89	8.849	1	3	*	0,5	<			2	muito avultados em vacaria e agricultura	
2006	4	4	16:20	Peniche	39,36	9,38	1	3		2	<	SW-NE		4	viaturas, telhados	
2006	10	17	22:00	Porto de Mós	39.59	8.86	2	4	*	2	<	200		0	avultados na agricultura, dezenas de casas	
2006	10	18	07:20	Mar, Vila Chã	41.3	8.7	0	0	*	1	<	S - N		0	0	
2006	10	18	09:30	V. N. Barquinha	39.463	8.443	2	4		54	<	100	SW - NE		2	200 habitações, pavilhões, árvores
2006	10	18	10:50	Oliveira de Azeméis	40.812	8.532	2	5	*	5	<		SW - NE		1	casas destruídas, árvores, rede elétrica
2006	10	25	01:30	Mexilhoeira Grande	37.14	8.63	2	4		3	<		SW - NE		0	aquacultura, casas e árvores
2006	10	30	07:44	Mar, Funchal	32.6	16.9	0	0	*	<					0	0
2006	11	15	15:00	Apelação, Loures	38.815	9.130	0	1		<					0	vidros, antenas, telhados, automóveis
2006	12	18	13:00	Mar, Lagoa, Açores	37.7	25.5	0	0	*	<					0	0
2007	5	24	14:30	A-dos-cunhados	39.15	9.29	1	2	*	<					0	árvores, telhados
2007	8	25	16:30	Valpaços	41.574	7.469	1	2	*	5	<		W - E		0	avultados em castanheiros, telhados
2007	9	30	07:30	Foros de Salvaterra	39.0	8.7	1	2		1	<			5	0	40 casas, armazéns, arvores e postes
2008	3	19	14:45	Mar, Sesimbra	38.4	9.1	0	0	*	<			SW - NE	5	0	0

ano	mês	dia	hora UTC	local	lat °N	long °W	F	T	*	trajetória			dura (min)	feridos	prejuízos	
										comp (Km)	larg (m)	orientação				
2008	4	9	08:00	Alcanena	39.444	8.716	3	7		19,5	100	SW - NE	20	7	2 industrias destruídas, viaturas, armazéns, casas, árvores	
2008	4	9	20:05	Póvoa e Meadas	39.496	7.554	2	4	*	8,6	200	SW - NE	6	0	árvores, vedações	
2008	4	9	23:00	Portagem	39.382	7.382	1	3	*	2,5		SW - NE		0	árvores, telhado	
2008	4	13	11:00	Mar, Porto Covo	37.8	8.8	0	0	*	7	<	NW - SE	15	0	0	
2008	11	21	14:00	Mar, Madeira	32.8	16.8	0	0	*		<			0	0	
2009	1	25	05:50	Batalha	39.54	9.04	1	3		0,8	<	W - E		0	30 a 40 telhados, postes telefone	
2009	5	30	17:45	Segura	39.83	6.98	1	3	*		<			0	árvores arrancadas e telhados	
2009	8	9	16:30	Alandroal	38.63	7.35	0	0	*		<			0	0	
2009	10	7	02:50	Ferreira do Zêzere	39.771	8.312	2	5	*	8	100	SW - NE		0	4 desalojados; 60 habitações; arvores; painéis solares	
2009	10	20	07:30	Mar, Fuseta	37.0	7.7	0	0	*		<			0	0	
2009	10	22	00:00	Maia	41.233	8.668	1	2		0,5	<	250	W - E		0	2 armazéns industriais
2009	11	14	00:10	Santa Comba	40.40	8.13	1	3	*	2	<	SW - NE		0	dezenas de casas, culturas, árvores, rede elétrica.	
2009	12	21	09:00	Base aérea de Beja	38.091	7.924	1	2	*	2,3	<	500	W - E		0	automóveis, árvores, telheiros, vedações
2009	12	30	08:40	Vila Nova de Gaia	41.139	8.646	1	2		1	<	SW - NE		0	20 telhados, viaturas	
2010	1	4	12:30	Vila Viçosa	38.780	7.424	0	1	*	0,3	<	SW - NE		0	coberturas metálicas	
2010	1	23	03:00	Lagos	37.112	8.680	1	2		0,2		SW - NE		0	0	
2010	2	5	17:10	Sesimbra	38.436	9.108	1	3	*	1	<	S - N	6	0	telhados dos apoios de praia	
2010	2	22	03:00	Póvoa Paço, Aveiro	40.67	8.62	1	2	*	0,8	<	200	W - E		0	40 telhados, árvores, rede elétrica

ano	mês	dia	hora UTC	local	lat °N	long °W	F	T	*	trajetória			dura (min)	feridos	prejuízos	
										comp (Km)	larg (m)	orientação				
2010	2	22	15:30	Guilhovai, Ovar	40.85	8.59	2	4		9				1	30 telhados, árvores, rede elétrica	
2010	2	22	tarde	Gáfete, Nisa	39.4	7.7	2	4	*	1	<			0	árvores, estruturas e máquinas agrícolas	
2010	2	23	22:44	Praia Vau, Portimão	37.120	8.558	2	5		4	<		W - E	0	lojas, restaurantes, telhados, árvores	
2010	4	14	15:20	Lisboa	38.722	9.118	1	2		4	<		S - N	0	telhados, vidros partidos	
2010	4	16	07:40	Tavira	37.116	7.630	1	3	*	4	<		SW - NE	5	0	barcos, telhados
2010	4	16	08:15	Mar, Cascais	38.6	9.4	0	0	*		<		S - N	0	0	
2010	12	7	14:15	Tomar	39,81	8,09	3	7		54	350		SW - NE	45	43	18 milhões € habitações, indústria arrasada
2010	12	7	16:15	Belmonte	40,31	7,32	2	5		4	<		SW - NE		0	telhados, postes, uma empresa destruída.
2010	12	7	17:00	Arronches	39,17	7,25	1	2	*	25	<		SW - NE		0	casas, árvores, rede elétrica e de telefone
2010	12	8	05:00	Gala, Figueira da Foz	40.119	8.853	2	5	*	1	<		SW - NE		0	telhados, postes, várias indústrias
2010	12	30	17:15	Brotas, Mora	38.8	8.1	1	2	*	2,5	40		SW - NE	5	0	telhado, árvores, vedações, painéis solares

VI Conclusões

Na década 2001 – 2010 foram reportados 65 tornados, incluindo 2 casos sobre o mar junto à Ilha da Madeira e 1 caso sobre o mar junto à Ilha de S. Miguel, Açores, 9 casos sobre o mar ao longo da costa ocidental do continente, 1 caso junto à costa sul do continente e 1 caso sobre o Rio Tejo, em Vila Nova da Barquinha, que não atingiu a margem. Dos 51 relatos de tornados no território do Continente houve maior incidência no litoral, tendo-se confirmado a ocorrência de pelo menos 5 casos em que o tornado se forma sobre o mar e move-se até

atingir a costa, e mais 1 caso em que o tornado se forma sobre o rio Tejo e desloca-se para Lisboa. Trás-os-Montes e Beira Alta são as regiões em que houve menos relatos.

O número de casos registados é uma subestima dos tornados ocorridos na década porque as reduzidas escalas espaciais e temporais associadas ao fenómeno determinam dificuldades na sua identificação, em particular dos casos em que os efeitos são menos mediáticos, sendo provável ter havido outros tornados que não foram observados e/ou reportados. Algumas ocorrências reportadas foram excluídas desta compilação por falta de informação que permita a sua correta identificação e classificação.

Durante o período de estudo o conhecimento do fenómeno foi melhorando progressivamente e os meios disponíveis também se alteraram, o que dá origem ao aumento significativo do número de casos reportados cada ano. A dificuldade em fazer a recolha sistemática dos dados de cada ocorrência, em particular com visita ao local, imediatamente após o relato, contribui numa grande variação na qualidade e quantidade da informação obtida.

A classificação da intensidade do tornado, baseada nos efeitos, é uma estimativa difícil e subjetiva que depende das características do território atingido. A intensidade do tornado é frequentemente subestimada por falta de informação ou por o tornado não encontrar no seu trajeto obstáculos que permitam observar efeitos correspondentes a intensidade superior. Nesta década ocorreram 2 tornados com intensidade F3 /T7, Alcanena, em 9 de Abril de 2008 e Tomar em 7 de Dezembro de 2010, e 18 tornados de intensidade F2.

As trajetórias observadas em regra seguiam o sentido do vento sinóptico, sendo predominantemente do quadrante sudoeste para o quadrante nordeste, com extensão que variou entre uma centena de metros a mais de 50 km e uma largura que não excedeu poucas centenas de metros. No dia 15 de Novembro de 2002 foram observados dois tornados quase em simultâneo, cerca das 12:45 UTC ou 13 UTC, um no Entroncamento e outro a menos de 5 Km de distância, sobre o Tejo em Vila Nova da Barquinha, que se deslocavam em sentidos opostos. Frequentemente a trajetória encontra-se interrompida e/ou o seu comprimento total é subestimado por dificuldade na recolha de informação ou por o tornado não encontrar no seu trajeto obstáculos que permitam observar efeitos. Há registo de trajetórias que não seguiram em linha reta e de tornados que subiam e voltavam a descer, deixando temporariamente de tocar o solo.

Ocorreram 5 tornados em que se formou mais do que um vórtice em simultâneo, segundo a descrição de testemunhas nos casos de 13 e 15 de Novembro de 2002 e de 5 de Março de 2010 e comprovado por fotografias nos casos de 19 de Março de 2008 e de 30 de Dezembro de 2010.

Apesar de ser um fenómeno de pequena escala, os tornados que ocorrem em Portugal têm impacto no território, na população e na economia local. Os prejuízos mais frequentes são em telhados, chaminés, destruição de árvores e de postes da rede de distribuição de energia elétrica e de telecomunicações. As placas de cobertura de pavilhões industriais, com grande superfície exposta ao vento, são frequentemente levantadas e por vezes completamente removidas, deixando o interior das instalações a descoberto. Muitas vezes há danos em

automóveis, quer devido à queda de árvores, quer por serem atingidos por detritos projetados, quer por se partirem os vidros, ou mesmo por serem arrastados e virados.

Algumas ocorrências desta década deram origem a prejuízos muitíssimo elevados. Registaram-se danos profundos nos telhados, janelas e fachadas de habitações, o que obrigou a realojar muitas famílias, por exemplo, apenas um tornado afetou cerca de 200 habitações. Muitos espaços comerciais e mais de duas dezenas de pavilhões industriais foram atingidos, dos quais pelo menos 4 foram total ou parcialmente arrasados. Houve fortes prejuízos na floresta e em explorações agrícolas e pecuárias, incluindo a perda de animais e destruição de armazéns e estufas. Uma instalação de produção de energia solar foi destruída. Admite-se que pelo menos uma empresa, com 29 trabalhadores, entrou em falência, uma vez que se sabe que um ano depois do tornado a ter atingido ainda não tinha reconstruído as instalações e se debatia com graves problemas financeiros.

A maioria das vezes os danos afetam famílias e empresas privadas, não sendo divulgada a estimativa dos prejuízos que só são contabilizados muito mais tarde.

No período em estudo poucas vezes houve de vítimas na sequência de tornados. No total houve 63 feridos, dos quais 43 resultaram da mesma ocorrência, e não houve registo de óbitos.

VII Agradecimentos

Agradece-se o apoio do meteorologista Paulo Pinto na identificação e estudo de tornados, em particular na caracterização fenomenológica de tornados com base na observação radar.

Agradece-se a todas as pessoas, instituições e órgãos de comunicação que deram informação sobre a ocorrência de tornados - sem os seus relatos, fotografias e vídeos este trabalho não seria possível.

Agradece-se em particular aos técnicos dos Serviços Municipais de Proteção Civil e aos Bombeiros (sempre disponíveis para esclarecer as nossas dúvidas, enviar fotografias e orientar o nosso trabalho no campo) aos jornalistas, aos membros do fórum METEOPT.COM. A Hélder Silvano pelo trabalho de campo no Tramagal, a João Nunes da Silva pelo trabalho de campo na Maia, Filipe Banha pelo trabalho de campo em Brotas, a Emílio Moita pelo trabalho de campo em Arronches, a Ludgero Brioia pelo trabalho de campo no Alandroal, aos colegas João Ferreira e Luís Pinto Coelho, pelos relatos de Paialvo e da Figueira da Foz, e a todos os que disponibilizaram, enviaram ou publicaram na internet fotografias e vídeos de tornados e dos seus efeitos.

VIII Bibliografia

American Meteorological Society (2015) “Glossary of Meteorology”, <http://glossary.ametsoc.org>

Antonescu B., Schultz D. M, Lomas F. e Kühne T. (2016) “Review Tornadoes in Europe: synthesis of the observational datasets” Monthly Weather Review, volume 144, julho 2016

Belo-Pereira M., Andrade C. e Pinto P. (2016): “A long-lived tornado on 7 December 2010 in mainland Portugal” Atmospheric Research, 185, 202-215

Bunting, W. F. e Smith, B. E. (1993): “A guide for conducting convective windstorms surveys”, NOAA Technical Memorandum NWS SR-146

Coelho L. P. e Leitão P. (2000): “Apontamento sobre o tornado ocorrido em Vila do Conde no dia 21 de Abril de 1999” Departamento de Vigilância Meteorológica, Instituto de Meteorologia I. P.

Têso J. (2009): “Considerações sobre o *possível* landspout ocorrido em Alandroal em 2009, agosto 09 - Modelos conceptuais sistemas convectivos de mesoescala (MCS)”, Instituto de Meteorologia I. P.

Feuerstein B., Dirksen E., Dotzek N., Groenemeijer P., Holzer A., Hubrig M., Rauch E.: (2009) “An illustrated verbal description of the TORRO-and Fujita-Scales adapted for central Europe considering building structure and vegetation characteristics”, 5th European Conference on Severe Storms, October 2009, Germany

Fujita, T. T. (1981): “Tornadoes and downbursts in the context of generalised planetary scales”, Journal of the Atmospheric Sciences, vol. 38 nr. 8, Agosto 1981

Instituto de Meteorologia, I. P.: “Eventos meteorológicos raros e/ou severos relatados pela população”, arquivo não publicado.

Meaden, G. T. (1985): “The classification of whirlwind types and a discussion of their physical origins”, The Journal of Meteorology, vol. 10, nº 100.

Leitão P. (2001): “Ocorrência de tornados em Portugal”, 2º Simpósio de Meteorologia e Geofísica da A. P. M. G. /3º Encontro Luso-Espanhol de Meteorologia, Évora, Portugal, 12 a 15 de Fevereiro, 2001

Leitão P. (2003): “Tornadoes in Portugal” Atmospheric Research – vol 67-68, Special Issue: European Conference on Severe Storms 2002, July- September 2003

Leitão P. e Duarte J. E. (2003): “Recolha de dados de campo do tornado ocorrido a 20 de Outubro de 2002 em Ferreira do Alentejo”, relatório VAP 06/2003, Instituto de Meteorologia I. P.

Leitão P. e Pinto P (2008): “Tornado de Póvoa e Meadas, Portalegre 9 Abril de 2008”, Relatório da missão, DVM/DOR, Instituto de Meteorologia I. P.

Leitão P. (2013): “Tornados ocorridos no Algarve no dia 16 novembro 2012”, Relatório DivMV 02/ 2013, Instituto Português do Mar e da Atmosfera

Larry J. Tanner, P. E. (2001): “Tornado damage in Tuscaloosa, Alabama”, December 16, 2000, Wind Science and Engineering Research Center, Texas Tech University Lubbock, Texas

Pinto P. (2001): “Avaliação de Modelo Conceptual de linha de borrasca com recurso ao campo da reflectividade-radar: um estudo diagnóstico”, "Proceedings" do 2º Simpósio de Meteorologia e Geofísica da APMG, 3º Encontro Luso Espanhol de Meteorologia, Évora

Pinto, P. (2005): “Episódios de vento forte sub sinóptico em Portugal continental: caracterização com observações radar“, "Proceedings" do 4º Simpósio de Meteorologia e Geofísica da APMG, 6º Encontro Luso-Espanhol de Meteorologia, Sesimbra

Pinto, P. e Leitão, P. (2006): “Tornado de Porto Covo, Cercal 25 de Fevereiro”, Relatório da missão, DVM/DOR, Instituto de Meteorologia I. P.

Pinto P. e Viegas T. (2008): “Tornado de Alcanena, Santarém, 9 de Abril de 2008”, Relatório da Missão, DOR, Instituto de Meteorologia I. P.

Pinto, P. e Leitão, P. (2010): “Tornado de Tomar, 7 Dezembro 2010”, Relatório técnico, DORE /DVIP, Instituto de Meteorologia I. P.

Pinto P. (2011): “Estado da arte relativa à previsão de tornados. Perspectivas futuras para Portugal”, Memorando N° 1 – DMC/DORE 1004 de 2011/ 01/ 06, IM, I.P.

Pinto P. (2011): “Perfil vertical do vento em níveis baixos e formas de tempo severo (vento) à escala local”, DORE, IM, I.P.

Pinto P. (2011): “Produto de aviso para identificação de mesovórtices (“ROT”)”, Nota técnica, Instituto de Meteorologia I. P.

Pinto, P. e Leitão, P. (2012): “Relatório técnico - Tornado de Silves, 16 Novembro 2012”, DORE /DVIP, Instituto Português do Mar e da Atmosfera, I.P.

Pinto P. (2014): “Vórtices turbulentos de mesoescala baixa: génese, aspetos visuais. Terminologia”, Nota Técnica DivMV 03/2014DivMV, IPMA, 26 pp

Theodore B. Schlaepfer, John P. Monteverdi (2003): “Radar Documentation of a Cyclic Supercell in the San Joaquin Valley, California”, San Francisco State University

Wind Science and Engineering Research Center (2004): “A Recommendation for an Enhanced Fujita-Scale (EF-Scale)”, Texas Tech University

IX Anexo

Registo sistemático da informação recolhida para cada tornado ocorrido entre 1 de Janeiro de 2001 e 31 de Dezembro de 2010

1	2001JUL30	Nazaré
fotografias		
1-	Praia da Nazaré (autor: Diário de Coimbra)	
		

3		2002SET21					Tomar								
tornado sobre terra		F 1			[0]		origem indeterminada								
ano	mês	dia					trajetória			duração (min)	feridos	mortos	prejuízos (€)		
			hora UTC	local Paialvo	lat °N	long °W	F	T	comp (Km)					largura (m)	orientação
2002	9	21	03:00	Paialvo	39.53	8.43	1	2	1	70	SE-NW		0	0	culturas, telhados de 2 casas

descrição do fenómeno Não é referido o remoinho. Referem o ruído característico. Entre Curvaceiras e Delongo, na freguesia de Paialvo, deixa rasto de 1 km, não se conhece o sentido. Hora aproximada.

descrição dos efeitos Destruíu milheiral, partiu uma figueira pelo tronco e ramos de outras. Destelhou 2 casas, mas as estruturas ficaram intactas.

informação de meteorologia radar

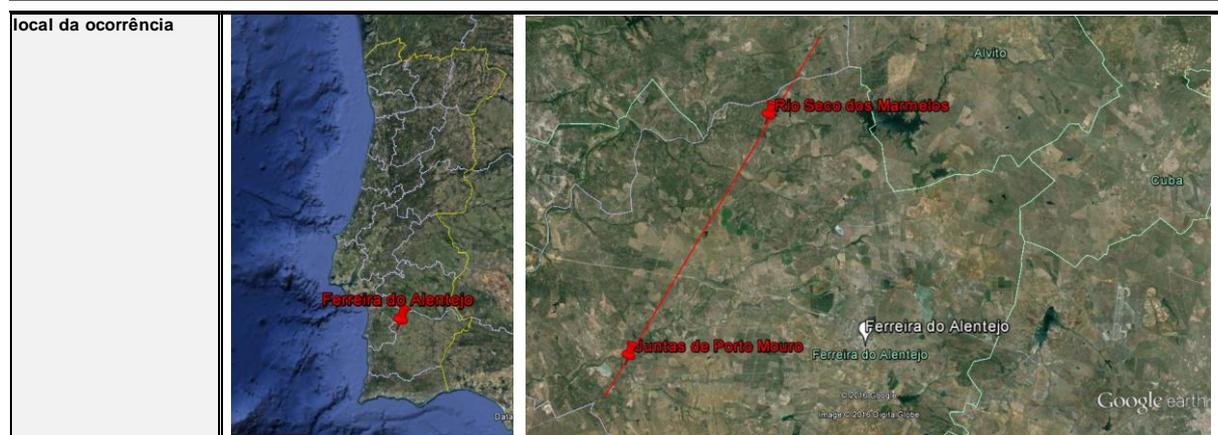
situação meteorológica

outros fenómenos meteorológicos Não ocorreu precipitação

origem da informação Comunicação de João Ferreira (meteorologista IM).



4		2002OUT20				Ferreira do Alentejo									
tornado sobre terra		F 2				[?]		origem indeterminada							
ano	mês	dia	trajetória				duração (min)	feridos	mortos	prejuízos (€)					
			hora UTC	local	lat °N	long °W					comp (Km)	largura (m)	orientação		
2002	10	20	09:30	Juntas de Porto Mouro	38.048	8.295	2	4	22	300	SW-NE		0	0	incalculáveis, em sobreiros arrancados e danificados;
Herdade do Rio Seco			38.190	8.191	2	4									
descrição do fenómeno		Testemunhas descrevem "um remoinho que nem sempre chegava ao chão: quando levantava partia as árvores por cima, quando baixava levantava-as pela raiz."; "Vi os sobreiros a partir e a ser arrancados à frente do vento. Foi muito rápido, poucos segundos. O remoinho tinha levantado um pouco quando passou pelos anexos e levou as telhas de lusalide." Começou entre Canhestres e a autoestrada, passou em Juntas de Porto Mouro, onde foi visto por um grupo de caçadores, em Monte Branco, na Herdade das Caneiras do Roxo, na Herdade do Rio Seco dos Marmelos, terminando perto do local onde o limite do Distrito cruza a estrada E 52. As testemunhas referem não haver ruído associado. Atravessou uma zona de floresta de sobreiro.													
descrição dos efeitos		Rasto claramente visível pedos danos causados em árvores, embora estes tenham intensidade variável ao longo da trajetória. Todos os ramos tombados ficaram na direção 360°, exceto no fim do trajeto onde se encontraram azinheiras e sobreiros partidos e ramos tombados na direção 330°. As copas das arvores ficaram muito danificadas, com muitos ramos a raminhos partidos. Um ramo de Pinheiro Manso com diâmetro de 55cm estava partido, Um cedro de cerca de 60 cm de diâmetro estava desenraizado. Árvores de 20 a 30 cm de diâmetro cortadas a meio do tronco, sobreiros de 50 cm de diâmetro desenraizados e árvores com todos os ramos do topo da copa arrancados. Alguns choupos (com diâmetro estimado do tronco 20 a 30 cm) junto de uma linha de água, tinham sido cortados pela base e tinham tombado para norte. Em Porto Mouro levantou as telhas do anexo da casa, que ficou com as vigas a descoberto; a casa ficou intacta. A vegetação arbustiva estava toda tombada. Os prejuízos nas árvores são incalculáveis porque não é possível contabilizar as árvores que não vão sobreviver aos estragos na copa nem o atraso no desenvolvimento das outras.													
informação de meteorologia radar		Não há observação													
situação meteorológica															
outros fenómenos meteorológicos		Estava a ocorrer chuva forte e tinha havido trovoada antes. Não ocorreu granizo.													
origem da informação		RELATÓRIO (VAP 06/2003) "Investigação do tomado ocorrido em Ferreira do Alentejo Outubro 2002", Paula Leitão e José Eduardo Duarte, IM, Lisboa Maio 2003													



4		2002OUT20		Ferreira do Alentejo	
fotografias					
1-	Sobreiros partidos, com a copa arrancada (autor: Paula Leitão)	2-	Sobreiros arrancados e arrastados (autor: Paula Leitão)		
					
3-	Sobreiro desenraizado (autor: José Duarte)				
					

6		2002NOV 13		Almada, Barreiro	
fotografias					
1-	Pinheiros partidos a meio do tronco, com a copa arrancada (autor: Paula Leitão)		2-	Pinheiro desenraizado - a raiz principal está mais de 1 metro fora do solo (autor: Paula Leitão)	
3-	Detrito (chapa) depositado no cimo do pinheiro (autor: Paula Leitão)				

7		2002NOV15		Entroncamento	
fotografias					
1-	Oficina Catenária (autor: Eng. Arménio, REFER)		2-	Placas de cobertura enroladas (autor: Eng. Arménio, REFER)	
3-	Oficina Catenária - estrutura torcida (autor: Eng. Arménio, REFER)		4-	Oficina Catenária (autor: Eng. Arménio, REFER)	

9	2002NOV15	Porto
fotografias		
1-	<p>No mar, junto a Matosinhos (publicado por Jornal de Notícias)</p>  <p>JN - edição 16/11/2002</p>	

10	2002NOV21	Vieira do Minho
tornado sobre terra		F 1 [?]
		origem indeterminada

ano	mês	dia	hora UTC	local Vieira do Minho	lat °N	long °W	F	T	trajetória			duração (min)	feridos	mortos	prejuízos (€)
									comp (Km)	largura (m)	orientação				
2002	11	21	20:30	Rossas	41.58	8.09	1	3	<				0	0	20 telhados, árvores, rede elétrica

descrição do fenómeno	Na freguesia de Rossas, Vieira do Minho. Viram o remoinho de vento. Houve ruído associado, "tremeu tudo".
------------------------------	---

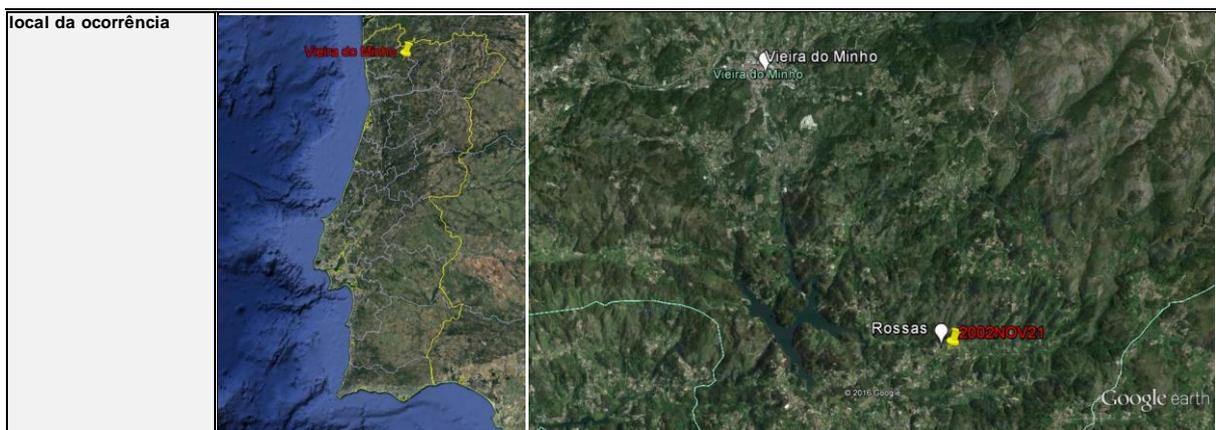
descrição dos efeitos	Por onde passou o remoinho partiu árvores grossas a 2 metros de altura (cerca de 6 árvores). Passou por cerca de 20 casas onde houve estragos nos telhados, com telhas levantadas, uma chaminé caída. Houve postes de eletricidade e cabos da rede elétrica caídos, um castanheiro e um eucalipto partidos.
------------------------------	---

informação de meteorologia radar	Não há observação
---	-------------------

situação meteorológica	Massa de ar instável associada a depressão a oeste da Irlanda
-------------------------------	---

outros fenómenos meteorológicos	granizo
--	---------

origem da informação	Arquivo IM - relato1/2002 telefonema para testemunhas, por Paula Leitão
-----------------------------	--



15		2003OUT02				Barrancos									
tornado sobre		terra		F 1		[?]		origem		indeterminada					
ano	mês	dia	hora		lat	long	trajetória			duração	feridos	mortos	prejuizos		
			UTC	Barrancos			°N	°W	comp (Km)					largura (m)	orientação
2003	10	2	madrugada	Barrancos	38.1	7.0	1	3	1	<	100		0	0	azinheiras
descrição do fenómeno		Não foi visto o remoinho. Durante a madrugada, perto do Monte da Lanchita, estrada de Beja, cerca de 10 km antes de Barrancos. Rasto com 1 a 2 km de comprimento e largura de 50 a 100 metros													
descrição dos efeitos		Mais de uma centena de azinheiras arrancadas e quebradas. Azinheiras viradas ao contrário. Ocorreram mais danos nas zonas baixas. "Por onde passou partiu e arrancou tudo"													
informação de meteorologia radar															
situação meteorológica		Massa de ar quente e instável. Depressão complexa a oeste da península Ibérica, com linhas de instabilidade associadas.													
outros fenómenos meteorológicos		noite com pouco vento.													
origem da informação		Arquivo IM - relato 13/2003 Jornal "Público", 4 de outubro de 2003													
local da ocorrência															

1- Em frente a Carcavelos (autor desconhecido)



1- Praia da Figueira da Foz (autor: Luis Pinto Coelho)



20	2005MAI13	Viana do Castelo
tornado sobre água		F 0 [?]
		origem indeterminada

ano	mês	dia	hora UTC	local Mar, Viana Castelo	lat °N	long °W	F	T	trajetória			duração (min)	feridos	mortos	prejuízos (€)
									comp (Km)	largura (m)	orientação				
2005	5	13	17:00	no Mar, junto a Carreço	41.7	8.8	0	0	0	<	N - S		0	0	0

descrição do fenómeno	"A poente havia nuvens muito escuras. Das nuvens parecia sair um tubo um pouco inclinado que tocava no mar. Deslocava-se lentamente para sul e ia diminuindo de tamanho. No sítio em que o "tubo" tocava no mar a água parecia que estava a saltar, a ferver. Aquilo pareceu-nos que tinha movimento, como se alguma coisa aspirasse a água. O tubo era escuro, da cor da nuvem." Avistado da EN13, por testemunha que habita em Carreço, Viana do Castelo.
------------------------------	--

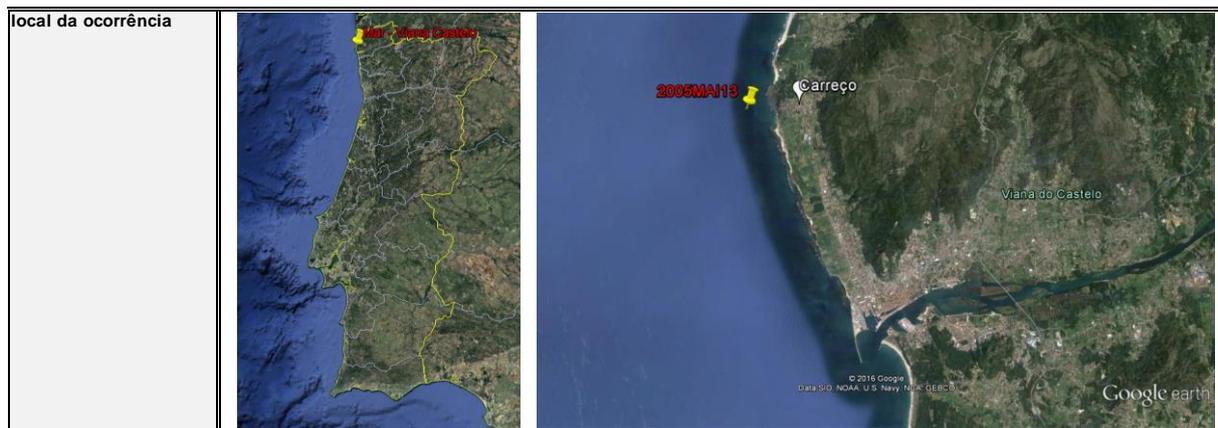
descrição dos efeitos	Não se encontraram efeitos associados.
------------------------------	--

informação de meteorologia radar	
---	--

situação meteorológica	Vale em altitude associado a depressão complexa a norte da Península Ibérica.
-------------------------------	---

outros fenómenos meteorológicos	Não chovia no momento da ocorrência.
--	--------------------------------------

origem da informação	Arquivo IM - relato 3/2005 testemunho enviado por mail, é o único testemunho conhecido da ocorrência.
-----------------------------	--



fotografias

1- Tornado - imagem retirada de vídeo (autor: desconhecido)



2- Herdade da Casa Velha - armazém com telhado e fachada danificados e portões de ferro arrancados (autor: Paulo Pinto)



3- Herdade da Casa Velha - poste de cimento armado dobrado pela base (autor: Paulo Pinto)



4- Herdade da Cabeça da Cabra - pinheiro manso arrancado pela raiz (autor: Paulo Pinto)



fotografias

1- Junto a Peniche (autor: Carlos Reis Silva)



2- Em Peniche (autor desconhecido)



3- Em Peniche (autor desconhecido)



4- Em Peniche (autor desconhecido)



5- Em Peniche - vidros dos automóveis partidos (autor desconhecido)



6- Em Peniche - autocarro virado (autor desconhecido)



1- Fotografia do tornado, tirada da A28 (autor: Armando Cunha)



27 2006OUT18 Santarém, V. N. Barquinha, Tomar
tornado sobre terra F 2 [0] origem indeterminada

ano	mês	dia	local				trajetória			duração (min)	feridos	mortos	prejuízos (€)			
			hora UTC	V. N. Barquinha	lat °N	long °W	F	T	comp (Km)					largura (m)	orientação	
2006	10	18	09:30	Almajões	39.36	8.65	1	3	54	<	100	SW - NE		2	0	muito elevados: 200 habitações, pavilhões industriais, árvores
				GNR - V. N. Barquinha	39.463	8.443	2	4								
				Roda Grande	39.489	8.389										
				Tojeira	39.59	8.12	1	3								

descrição do fenómeno "a nuvem negra vinha até ao solo várias vezes"; telhas e pedras em volta no funil". Testemunha em Roda Grande "viu como que uma «língua de fogo» caída do céu, fenómeno acompanhado por um estrondo intenso. A «língua de fogo» como que sugava telhas e árvores, derrubando tudo por onde passava". Afectou as localidades de: Almajões (Pernes), Vila Nova da Barquinha, Atalaia, Roda Grande, Roda Pequena, Martinchel, Canhal, São Domingos, Magos, Aldeia do Mato, Venda, Tojeira (Sardoal).

descrição dos efeitos Em Almajões 5 pavilhões ficaram parcialmente sem telhado e houve danos nos portões. Em Vila Nova da Barquinha telhados, chaminés, estores arrancados e dezenas de antenas de televisão destruídos. Estrada coberta por centenas de pedaços de telhas. Árvores arrancadas. No quartel da GNR um telhado ficou danificado e no parque de estacionamento uma autocaravana foi levantada e tombou depois sobre outra viatura, vários automóveis com prejuízos consideráveis, placas de sinalização arrancadas e semáforo deslocado. Junto à Fonte da Moita Norte uma grua caiu sobre uma vivenda. Na quinta da Torrinhã vivendas completamente destelhadas, muitos automóveis atingidos pelas telhas projetadas, contentores do lixo voaram. Ao longo do trajeto dezenas de oliveiras e pinheiros com mais de 25 anos foram arrancados. Na Tojeira 300 pinheiros de médio porte partidos ou arrancado pela raiz; no Sardoal 30 pinheiros de grande porte partidos ao meio. Foram afetadas 200 habitações, das quais 23 com danos profundos. Houve danos em portões e pavilhões industriais. Um cão foi levado pelo tornado.

informação de meteorologia radar não foi estudada

situação meteorológica depressão centrada a noroeste da Península Ibérica com linhas de instabilidade associadas.

outros fenómenos meteorológicos No mesmo dia tornado sobre o mar em Vila do Conde e tornado em Oliveira de Azemeis. No dia anterior à noite tomado em Porto de Mós.

origem da informação Arquivo IM - relato 21/2006
 jornal Público, 19 Outubro 2006, e outros.
 Reportagem no canal de televisão SIC NOTÍCIAS www.youtube.com/watch?v=gppQAueb81A
 Reportagem no canal de televisão RTP www.youtube.com/watch?v=gaAEE-0fh-U



27		2006OUT18		Santarém, V. N. Barquinha, Tomar	
fotografias					
1-	No Entroncamento (autor desconhecido, notícias SIC) https://www.youtube.com/watch?v=gppQAueb81A			2-	Em Vila Nova da Barquinha www.youtube.com/watch?v=gaAEE-0fh-U (autor desconhecido, notícias SIC)
					
3-	Em Vila Nova da Barquinha www.youtube.com/watch?v=gaAEE-0fh-U (autor desconhecido, notícias SIC)				

fotografias

1- Foros de Salvaterra (autor: O Mirante TV)



fotografias

1- A segunda tromba, vista de Sesimbra, (autor: Eloisa Silva / Sofia Mendes - Rádio Sesimbra FM)



2- Junto ao cabo Espichel (autor: Saul Monteiro) www.youtube.com/watch?v=h5TqHsBd1yI



3- Visto do Barreiro (autor Humberto Estaca) www.youtube.com/watch?v=CAdbbuJ5YF0



4- enviado por :Carlos Justino / Jorge Nuno Oliveira, TVI



37

2008ABR09

Alcanena

fotografias

5- Na localidade de Amiais de Baixo, míssil cravado no pneu. (autor: Paulo Pinto)

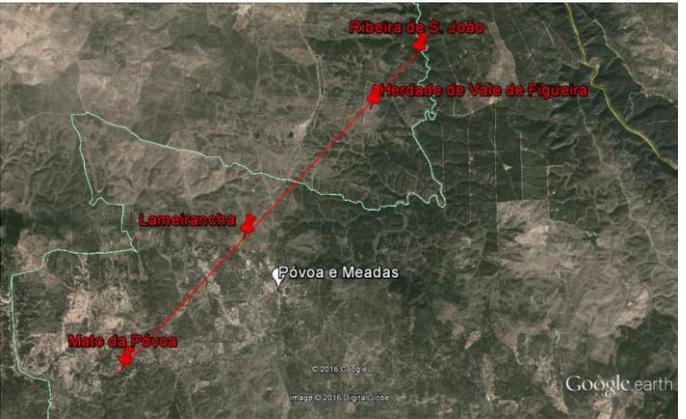


6- Viga em I partida na localidade de S. Pedro. (autor: Paulo Pinto)



38	2008ABR09	Nisa
outros fenómenos meteorológicos	A aldeia de Póvoa e Meadas começou a ser afetada por trovoada e granizo cerca das 19:40UTC. No mesmo dia, às 08UTC tomando de Alcanena; cerca das 23UTC, relato na província de Cáceres, Espanha, com gênese associada à referida linha de instabilidade organizada em sector quente.	

origem da informação	"RELATÓRIO DA MISSÃO, Tornado de Póvoa e Meadas, Portalegre - 9 Abril de 2008", Paula Leitão, Paulo Pinto, DMC/DO RE-DVIP, IM, I. P., Maio de 2008	
	Arquivo IM - relato 21/2008	

local da ocorrência	 	
----------------------------	--	--

fotografias	
<p>1- Choupos desenraizados na área onde o vórtice contactou o solo pela primeira vez, em Mato de Póvoa, 400m a NE da ribeira de Nisa. (autores: Paula Leitão / Paulo Pinto)</p> 	<p>2- Celeiro completamente destelhado, com vigas de cimento da cobertura projetadas para o exterior em Lameirancha. (autores: Paula Leitão / Paulo Pinto)</p> 

38		2008ABR09		Nisa	
3-	Muros artesanais destruídos em Lameirancha. (autores: Paula Leitão / Paulo Pinto)		4-	Postes de cimento partidos em vedação de rede perto de Lameirancha. (autores: Paula Leitão / Paulo Pinto)	
5-	Azinheira torcida e quebrada pela base, deixando as raízes e o cepo no solo e transportada a mais de 10 metros, depositada em posição invertida na Herdade de Vale de Figueira. (autores: Paula Leitão / Paulo Pinto)		6-	Azinheira a que foram arrancados quase todos os ramos, na Herdade de Vale de Figueira. (autores: Paula Leitão / Paulo Pinto)	

fotografias

1- Porto Covo (fotografia Diário de Notícias - autor desconhecido)



1- Visto de S. Jorge - Santana, na Ilha da Madeira (autor: Rogério Pacheco)



fotografias

1- <http://videos.sapo.pt/GkqOHCc9B65hJozABrZa>



2- <http://videos.sapo.pt/GkqOHCc9B65hJozABrZa>

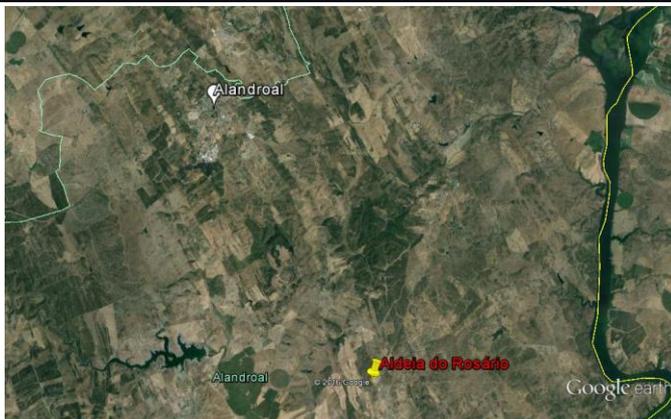


44

2009AGO09

Alandroal

local da ocorrência



fotografias

1- autor : Ludgero Brioa



2- autor : Ludgero Brioa (<http://www.youtube.com/watch?v=RfxjpvENeR0>)



45	2009OUT07	Ferreira do Zêzere	
fotografias			
<p>1- Parque de produção de energia fotovoltaica (autor: Eduardo Duarte)</p> 	<p>2- Parque de produção de energia fotovoltaica (autor: Eduardo Duarte)</p> 		
<p>3- Parque de produção de energia fotovoltaica (autor: Eduardo Duarte)</p> 	<p>4- Efeitos em casas (autor: Eduardo Duarte)</p> 		
<p>5- Efeitos em casas (autor: Eduardo Duarte)</p> 	<p>6- Pinheiro muito grande desenraizado e outros partidos (autor: Eduardo Duarte)</p> 		

fotografias

1- Armazem F (autor: João Nunes de Silva)



2- Armazem F (autor: João Nunes de Silva)



3- Armazem G (autor: João Nunes de Silva)



4- Armazem G (autor: João Nunes de Silva)



5- Parque de contentores (autor: João Nunes de Silva)



fotografias

1- Árvores danificadas (autor: J. Feliz)



2- Vedação arrancada (autor: J. Feliz)



3- Vedação arrancada (autor: J. Feliz)



4- Viaturas danificadas por detritos projetados (autor: J. Feliz)



1- Canelo, casa destelhada. (autor: Correio da Manhã)



fotografias

1- Em Guilhovai, viga transportada. (autor: SIC)



2- Em Guilhovai, viga transportada para cima de telhado. (auto: SIC)



fotografias

1- Danos em telhados (autor: videos.sapo.pt)



2- Danos em restaurante de praia (autor: videos.sapo.pt)



3- Danos em restaurante de praia (autor: videos.sapo.pt)



4- Paia do Vau, candeeiro de rua derrubado (autor: videos.sapo.pt)



57	2010FEV05	Sesimbra
fotografias		
1- Sesimbra (autor: desconhecido, fonte: videos.sapo.pt)		
		

58	2010ABR14	Lisboa
fotografias		
1- Rio Tejo, Lisboa (autor: Gonsalves).	2- Visto do restaurante Casanova (autor: Pedro Alves Fernandes).	
		
3- Rio Tejo, Lisboa (autor desconhecido).	4- Rio Tejo, Lisboa (autor desconhecido).	
		
5- Rio Tejo, Lisboa (autor desconhecido).	6-	
		

fotografias

1- No mar (vídeo de autor desconhecido; fonte RTP).



2- Sobre a ria (vídeo de autor desconhecido; fonte RTP).



3- Tavira - Ria de Faro (vídeo de autor desconhecido; fonte RTP).



4- Barcos danificados no Clube Nautico (autor: almareado.blogspot.pt)



5- Clube Nautico (fonte: noticiário RTP)



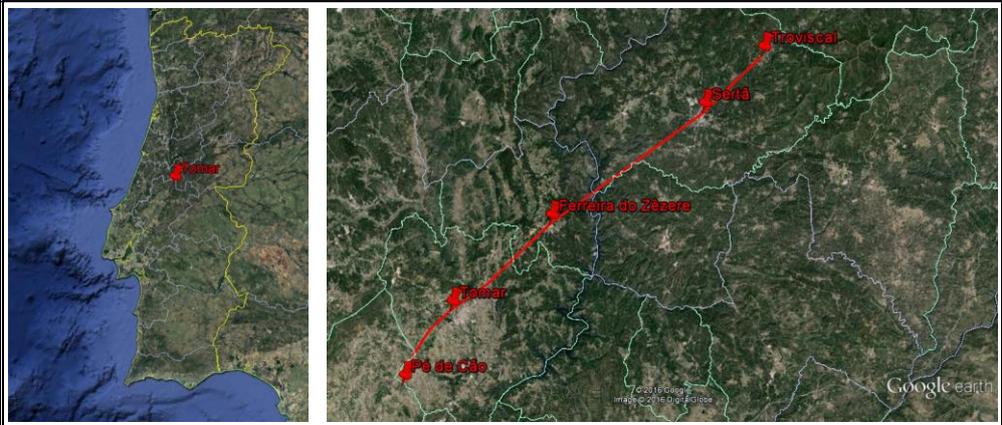
6- Clube Nautico (fonte: noticiário RTP)



60	2010ABR16	Cascais
fotografias		
1- No mar, junto a Cascais (autor desconhecido; fonte TVI 24).		
		

61 **2010DEZ07** **Tomar, Ferreira do Zêzere, Sertã**

local da ocorrência



fotografias

1- Em Tomar (autor: Sofia Cartaxo)
www.youtube.com/watch?v=guOqFie8yZo



2- Jardim Escola S. João de Deus, Tomar (autor: Paulo Pinto, relat. IM)

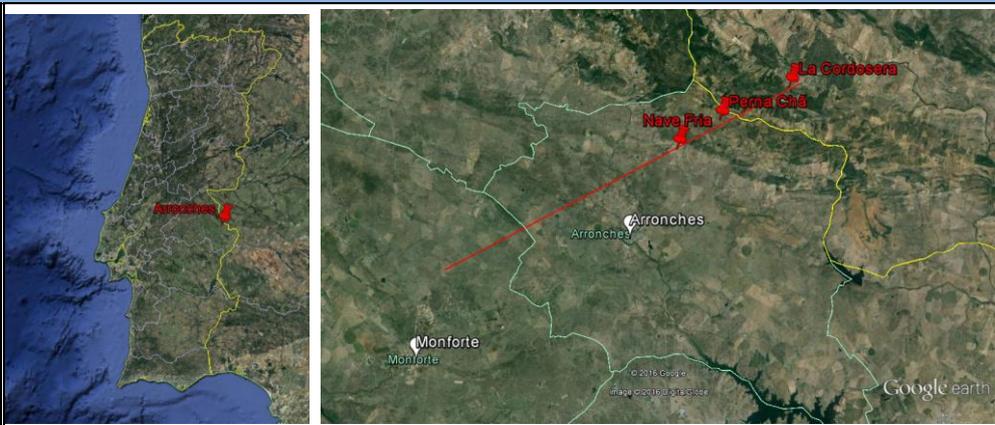


61		2010DEZ07		Tomar, Ferreira do Zêzere, Sertã	
3-	Estrutura metálica, Venda Nova (autor: Paulo Pinto, relat. IM)	4-	Edifício em alvenaria, Venda Nova (autor: Paulo Pinto, relat. IM)		
					
5-	Pavilhão industrial arrasado, Sertã (autor: Paulo Pinto, relat. IM)	6-	Roulotte transportada, Trizão (autor: Paulo Pinto, relat. IM)		
					

62	2010DEZ07	Belmonte	
fotografias			
<p>1- Em Carvalho Formoso, CARJOL, Lda (autor: Catarina Pinto in "O Interior").</p> 	<p>2- Em Carvalho Formoso, CARJOL, Lda (autor: RTP). http://www.rtp.pt/noticias/pais/empresa-de-belmonte-funciona-de-forma-precaria-um-ano-depois-do-tornado_v607205</p> 		
<p>3- Em Carvalho Formoso, CARJOL, Lda (autor: RTP).</p> 			

63 **2010DEZ07** **Monforte, Arronches**

local da ocorrência



fotografias



fotografias

1- Na zona industrial de Gala, FAIAMOVEL (autor: desconhecido).



2- Na zona industrial de Gala, MOVEIS SILVERIO (autor: outramargem-fotos.blogspot.com).



3- Na zona industrial de Gala, MOVEIS SILVERIO (autor: outramargem-fotos.blogspot.com).



65	2010DEZ30	Mora	
fotografias			
1- Em Brotas (autor: Filipe Banha).		2- Em Brotas (autor: Filipe Banha).	
3- Em Brotas (autor: Filipe Banha).		4- Em Brotas, casa destelhada (autor: Filipe Banha).	