



*à frente do nosso tempo*

# **RELATÓRIO TÉCNICO**

TORNADO DE TOMAR

7 Dezembro 2010

Paulo Pinto/DORE

Paula Leitão/DVIP

Dez/2010



## Índice

<b>Introdução</b> .....	3
<b>Relatos</b> .....	4
<b>Trajecto do tornado</b> .....	4
<b>Análise da natureza e intensidade dos danos produzidos – breve discussão.</b>	7
<b>Intensidade do tornado de Tomar</b> .....	8
<b>Aplicação da escala <i>EF</i></b> .....	8
<b>Qualificação do tornado</b> .....	10
<b>Análise das observações radar</b> .....	12
<b>Conclusões</b> .....	13
<b>Agradecimentos</b> .....	13
<b>Bibliografia</b> .....	13
<b>Anexo (Figuras A a N)</b> .....	14 - 20



## Introdução

No dia 7 de Dezembro de 2010 um tornado afectou uma região abrangendo os concelhos de Torres Novas, Tomar, Ferreira do Zêzere (todos do distrito de Santarém) e da Sertã (distrito de Castelo Branco), aproximadamente entre as 14:15 e as 15:00 UTC (a mesma hora local), tendo causado mais de 40 feridos e avultados prejuízos materiais, estimados preliminarmente em cerca de 18 milhões de euros (fonte: TVI24.iol). Os danos materiais deveram-se, essencialmente, a destruição de habitações, viaturas, estruturas de tipo fabril, armazéns e árvores.

Naquele dia, o estado do tempo no território do continente foi condicionado por uma depressão complexa, cujo núcleo principal se centrava a oeste de Lisboa. De acordo com a análise das 12 UTC do ECMWF (*European Center for Medium range Weather Forecasts*), encontrava-se estabelecido um fluxo de sul à superfície, relativamente intenso e um fluxo de sudoeste, quer aos 850 hPa, quer aos 500 hPa, extremamente intenso. Sobre o território era advectada uma massa de ar com  $\theta_{sw}$  superior a 14°C relativamente quente e húmida, de tipo tropical marítimo. O campo dos movimentos verticais revelava movimentos ascendentes quer aos 850hPa, quer aos 500hPa, sendo os valores da humidade relativa do ar aos 850 hPa, da ordem de 75%, consistente com uma massa de ar daquele tipo, caracterizada por elevado conteúdo em água líquida.

A radiossondagem de Lisboa/Gago Coutinho (12 UTC) revelava que, entre a superfície e o nível de 700hPa (aprox. 3000m de altitude) se verificava uma situação de *shearing*, com escoamento de rumo 200° e intensidade de 17kt aos 100m de altitude e de aproximadamente 220° e intensidade de 56kt aos 3000m de altitude.

O denominado **tornado de Tomar** teve origem numa célula convectiva embebida numa linha de instabilidade que se organizou no referido ar quente, ainda sobre o Atlântico, de acordo com as observações do campo da reflectividade efectuadas pelo radar de Loulé/Cavalos do Caldeirão (L/CC). Esta estrutura convectiva começou a ser visível em imagens de MAXZ pelas 10:30 UTC, cerca de 180 km a sudoeste de Lisboa, embora só pelas 12:50 - 13 UTC tenha sido possível, ainda que com ambiguidade, diagnosticá-la subjectivamente como supercélula (SC); esta caracterização, dificultada pela distância à estação de radar, foi efectuada com base na longevidade que estava a exhibir e nos elevados valores de reflectividade que apresentava. Pelas 13 UTC a SC iniciou a propagação sobre terra, ligeiramente a norte do Cabo da Roca, tendo evoluído posteriormente para nordeste e passado sobre a região de Torres Vedras pelas 13:20 UTC, sobre a cidade de Tomar pelas 14:30 UTC (hora a que o tornado já se encontrava no solo, de acordo com os relatos coligidos) e sobre a região da Sertã pelas 14:50 UTC. Às 15:10 UTC a SC saiu da área de cobertura do radar de L/CC, numa região situada um pouco a nordeste daquela em que, de acordo com os relatos existentes, se presume que o tornado tenha subido à nuvem-mãe e deixado de produzir danos no solo (freguesia do Troviscal).

De acordo com as observações radar, a estrutura convectiva advectou, sobre terra, segundo um rumo com orientação sudoeste-nordeste (227°-47°) e uma velocidade aproximada de 78 km/h.



## Relatos

Os autores do relatório recolheram, de inúmeras testemunhas, diversos elementos de interesse à caracterização do fenómeno. De particular importância se revelou um testemunho relativo ao instante aproximado em que a tromba ou funil correspondente ao vórtice dinâmico do tornado terá entrado em contacto com o solo, iniciando o seu trajecto de destruição. Referiu a testemunha que “... a formação do tornado iniciou-se ... entre a freguesia de Olaia e freguesia de Paialvo e Paço, ou melhor, num vale que divide estas três freguesias e os dois concelhos (Tomar/Torres Novas), mais concretamente na ribeira de Pé de Cão ... O tornado seguiu em direcção a Soudos começando por arrancar árvores de grande porte e em seguida arrancando telhados .... levando vigas em I com o tamanho de 8 metros, por 22 cm .... para uma distância de mais de 100 metros. .. Esta catástrofe natural teve início às 14h15.”

Ao longo da prospecção efectuada no terreno, seguindo o trajecto de destruição, várias testemunhas mencionaram ter avistado claramente uma tromba ou funil. Quase todas foram unânimes ao referirem uma clara percepção de escurecimento à aproximação e passagem do fenómeno, tendo algumas mencionado “uma nuvem escura” compatível, aliás, com o elevado conteúdo em água líquida da massa nebulosa associada à perturbação convectiva, que as observações com radar confirmam. Várias testemunhas referiram, igualmente, que mesmo a uma razoável distância da tromba, o vento era já “muito intenso”. A menção a chuva a ocorrer na ocasião anterior ao tornado foi comum às diversas testemunhas, embora a referência à queda de pedras de granizo e respectiva dimensão tenha variado, consoante o ponto do trajecto de destruição do tornado em que se encontravam. Assim, a queda de granizo foi referida, com mais ênfase, após o tornado ter passado por Tomar, havendo relatos de pedras do tamanho de “ovos de galinha” na área de Venda Nova; no entanto, diversas testemunhas da região de Ferreira do Zêzere referiram a queda de pedras de granizo com diâmetro máximo ligeiramente superior ao de bolas de ténis. Algumas testemunhas referiram ainda a existência de trovoadas e relâmpagos, embora não tenham conseguido situar com exactidão estes fenómenos relativamente à hora da ocorrência do tornado. Em Venda Nova (concelho de Tomar) foi possível contactar testemunhas que referiram que o ruído era assustador “ ... como se se tratasse de muitos helicópteros ao mesmo tempo ...”. Ao contrário do que tem sido habitual na verificação de fenómenos deste tipo no nosso território, algumas das testemunhas referiram que o período de tempo do vento máximo terá sido superior a 1 minuto e não de poucos segundos.

## Trajecto do tornado

A identificação do trajecto de destruição do tornado, efectuada neste relatório, resultou de observação local efectuada pelos autores, relatos testemunhais e, de modo complementar, das observações efectuadas com radar. Corresponde ao trajecto em que foram observados e/ou reportados danos, ainda que em alguns dos pontos, a natureza dos estragos produzidos não tenha sido adequada à sua categorização. Isto não significa que o tornado tenha, nesses locais, tido menor intensidade do que em locais adjacentes. Por outro lado, faz-se notar que os locais seguidamente referidos não devem ser entendidos como os únicos onde foram produzidos e/ou reportados estragos importantes, mas antes aqueles que os autores puderam visitar. Esclarece-se, igualmente, que locais que se encontrem nas imediações do trajecto poderão ter sido fortemente afectados pelo mesmo tornado.



O trajecto de destruição iniciou-se num ponto em que a tromba tocou o solo, pela primeira vez, entre as localidades de Pé de Cão e Soudos, ainda no concelho de Torres Novas (ponto “Origem Tornado”, Fig. 1), pelas 14:15 UTC, de acordo com a descrição detalhada e circunstanciada de testemunha ocular, presente no próprio local, como referido em “Relatos”. De seguida, o tornado afectou, sucessivamente, a localidade de Soudos (ponto “Soudos”, Fig. 1), passou nas imediações de Paialvo (já no concelho de Tomar, ponto “Paialvo”, Fig. 1) e de Cem Soldos, tendo afectado seguidamente a localidade de Murteira (ponto “Murteira”, Fig. 1) e, já em Tomar, o Casal do Láparo (ponto “Casal do Láparo”, Fig. 1), a estrada de Leiria (ponto “Jardim Escola S. João de Deus”, Fig. 1) e a estrada do Prado (ponto “Estrada do Prado”, Fig. 1). Seguidamente, foram afectadas as localidades de Venda Nova (pontos “Venda Nova 1” e “Venda Nova 2”, Fig. 1) e Olas, tendo o trajecto de destruição afectado muitas outras pequenas localidades situadas entre esta última e Ferreira do Zêzere (sede do mesmo concelho). Após ter afectado Ferreira do Zêzere (ponto “Ferreira”, Fig. 1), o tornado afectou a área de Trízio (ponto “Trízio”, Fig. 1) e a zona industrial da Sertã, sede de concelho (ponto “Sertã”, Fig. 1), tendo posteriormente atravessado o local de Vale do Porco (ponto “Vale do Porco”, Fig. 1) e afectado áreas vizinhas a Vilar da Carga e Maxial. Admite-se, pela ausência de relatos, que a tromba tenha ascendido à nuvem-mãe entre as localidades de Troviscal e Macieira (ponto “Dissipação tornado”, Fig. 1), pelas 15:00 UTC.

O trajecto de destruição do tornado, seguindo a direcção e sentido de deslocação da nuvem-mãe, compreendeu uma extensão total de, pelo menos, 54 km. As dificuldades de acesso, a natureza da cobertura do terreno e a manifesta impossibilidade em visitar toda a extensão referida, inviabilizaram uma avaliação sistemática da respectiva largura. Em algumas áreas, no entanto, foi possível identificar a passagem do tornado em áreas com largura de danos estimada entre cerca de 100m e 350m.



Fig. 1 – Trajecto de destruição do tornado de Tomar: segmento de recta a vermelho une pontos, assinalados, onde algum tipo de destruição verificada pelos autores e associável ao tornado foi verificada, ainda que nem sempre tenha permitido a sua categorização.



## **Análise da natureza e intensidade dos danos produzidos – breve discussão**

Como já se referiu, os autores identificaram e documentaram danos de diversa natureza, por observação local. A escala utilizada para qualificar o tornado, bem como alguns detalhes da respectiva aplicação, são discutidos no ponto seguinte.

De entre os diversos locais visitados em que foi efectuada uma catalogação de danos, foram seleccionadas algumas das fotografias, a título ilustrativo, e que se apresentam em Anexo. Faz-se notar que a descrição seguinte não pretende constituir uma inventariação exaustiva, nem sequer representativa, de todos os danos avaliados no sentido de categorizar o tornado de Tomar. Pretende, apenas, oferecer uma panorâmica geral dos danos causados ao longo do trajecto de destruição do tornado, no sentido de progressão deste, pelo que é sempre feita uma referência a alguns dos pontos representados na Fig 1.

Deste modo, sem prejuízo de inúmeros danos terem sido observados e catalogados a montante, foi nas proximidades do Casal do Láparo (Fig A, Anexo) que se identificou pela primeira vez - porque o terreno o permitiu - um razoável rasto de destruição em floresta de pinheiro, com largura aproximada de 200m. No terreno, foi claramente visível que a maioria das árvores se encontrava arrancada pela raiz ou decepada. Pouco adiante, nas proximidades do Convento de Tomar (junto ao referido Casal do Láparo) foi possível identificar inúmeras árvores arrancadas pela raiz e decepadas, sendo particularmente notórios os danos causados em árvores como pinheiros e cedros de diâmetro de grande dimensão (Fig B, Anexo), para além de danos importantes em muros centenários, habitações e viaturas. Mais próximo do centro de Tomar, na chamada estrada de Leiria, foram verificados danos em habitações, árvores e viaturas. Pelo mediatismo e intensidade dos danos, destaca-se o edifício Jardim Escola São João de Deus, cujo telhado e estrutura de suporte foram arrancados, tendo colapsado totalmente. A própria fixação do telhado à estrutura de alvenaria foi completamente arrancada em largos troços, o que atesta a violência da circulação (Figs C e D, Anexo). Ainda em Tomar, junto à denominada Estrada do Prado, repetiram-se os danos em habitações, viaturas e árvores. Em particular, foi possível observar uma árvore de madeira dura, com diâmetro superior a 1m, completamente decepada (Fig E, Anexo). Na localidade de Venda Nova, situada um pouco a nordeste de Tomar, foram identificados vestígios de grande destruição em habitações, armazéns (Figs F e G, Anexo), postes /torres de alta e média tensão (Fig H, Anexo), viaturas e árvores. Mais a nordeste e já após Ferreira do Zêzere, na localidade de Trízio, concretamente na área do parque de campismo e centro náutico, junto à albufeira da barragem do Castelo de Bode, foram identificados vestígios de destruição importante. Tratou-se de árvores de grande porte arrancadas ou partidas e danos no parque de campismo. Embora a visita a este local já tenha sido efectuada de noite, foi possível identificar, por exemplo, uma roulotte deslocada do parque de campismo (Fig I, Anexo). Finalmente, entre outros, foi possível visitar um local com danos muito importantes: na zona industrial da Sertã, um pouco a norte do centro desta localidade, o tornado destruiu completamente um edifício metálico, de grandes dimensões (cerca de 3000m<sup>2</sup> de área coberta), tendo partido vigas de betão e dobrado/partido vigas metálicas em H, conhecidas pela sua resistência (Figs J, L, M e N, Anexo).



## Intensidade do tornado de Tomar

### Aplicação da escala *EF*

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, correspondendo F5 à 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 para efectuar a classificação deste tipo de fenómeno noutras áreas geográficas, incluindo Portugal. Baseia-se na natureza dos danos produzidos para classificar o tornado quanto à sua intensidade.

Entretanto, há cerca de 12 anos, verificou-se que diversos tipos de limitação inerentes à aplicação desta escala deveriam levar ao desenvolvimento de uma nova abordagem. De facto, a escala F apresentava poucos indicadores de danos produzidos pelos tornados, não tinha em atenção a qualidade de construção e a respectiva variabilidade e não apresentava uma correlação definida entre os danos produzidos e a intensidade do vento. Estes problemas reflectiram-se, historicamente, em alguma inconsistência na classificação de tornados e, por vezes, em razoáveis erros nas estimativas da intensidade do vento, resultando na categorização deficiente de alguns tornados.

Para obviar a este problema, um grupo de meteorologistas e de engenheiros norte americanos da área da resistência de materiais - com vasta experiência na investigação de danos produzidos por este tipo de fenómeno - efectuou um estudo aprofundado cujo corolário foi a proposta de uma nova escala, designada por escala de Fujita melhorada, *EF* (*Enhanced Fujita*, 2004), a qual tem vindo a ser aplicada nos EUA desde Fevereiro de 2007.

A escala *EF* inclui 28 indicadores de danos (*Damage Indicators*, *DI*) relativos a edifícios de diversos tipos, estruturas e árvores, sendo que a cada *DI* se aplica um conjunto variável de graus de dano (*Degree of Damage*, *DOD*), seriados desde o equivalente a “limiar de danos visíveis” no *DI* até à “destruição total” do correspondente *DI*.

É importante notar que para cada *DI* e cada *DOD* considerados, a calibração efectuada pela equipa técnica que concebeu a escala *EF*, pressupõe que a intensidade do vento associada se possa situar num valor esperado *EXP* (*Expected*), situado entre um valor mínimo *LB* (*Lower Bound*) e um valor máximo *UB* (*Upper Bound*); esta gama de valores foi determinada por forma a considerar circunstâncias em que o vento real, causador do dano *DOD*, se possa efectivamente ter desviado do valor esperado, uma vez que este foi determinado para um conjunto de condições ditas “normais”, que podem não se verificar em cada caso (qualidade de construção de acordo com as boas regras da engenharia, utilização de materiais de construção adequados, manutenção regular, etc).

Os autores deste relatório seguiram os procedimentos técnicos recomendados para a aplicação da escala *EF* (Texas Tech University, 2004), de acordo com os quais:

- para a qualificação *EF* de um edifício, estrutura ou árvore, deve ser considerado sempre como representativo o valor *EXP* para o *DI* e *DOD* máximo que for possível atribuir, de acordo com os danos verificados;



- o procedimento anterior deve ser seguido para todos os *DI* observados em cada ponto em análise e o valor *EXP* máximo encontrado no total dos *DI/DOD* analisados, deve ser utilizado para categorizar o tornado à passagem pelo referido ponto.

A intensidade do tornado corresponderá ao valor mais elevado da categoria que tiver sido atribuída em um ou diversos dos pontos analisados ao longo do trajecto de destruição.

A escala *EF* foi recomendada, originalmente, com a seguinte gama de valores

Classe <i>EF</i>	Intensidade do vento (rajada 3s, mph)
EF0	65-85
EF1	86-110
EF2	111-135
EF3	136-165
EF4	166-200
EF5	> 200

ou, em unidades SI,

Classe <i>EF</i>	Intensidade do vento (rajada 3s, km/h)
EF0	105-137
EF1	138-177
EF2	178-217
EF3	218-266
EF4	267-322
EF5	>322

No presente documento, os autores utilizaram a escala *EF* para categorizar o tornado de Tomar quanto à sua intensidade, prática que tem vindo a ser recomendada pelo Serviço Meteorológico dos EUA, desde Fevereiro de 2007. Aliás, a mesma escala havia já sido utilizada no IM para categorizar tornados ocorridos em Portugal, designadamente no caso do tornado de Alcanena (Abril, 2008). Conforme atrás referido neste relatório, a aplicação dos procedimentos exigiu uma criteriosa catalogação dos danos produzidos, tendo em vista uma correcta interpretação e estimativa dos efeitos causados já que a escala *EF* se fundamenta na inferência da intensidade do vento (rajada, 3 s) a partir da natureza e intensidade dos danos verificados. Os autores documentaram danos de diversa natureza e intensidade, por observação local. De entre as fotos correspondentes a danos observados em diversos locais (nalguns dos quais foi efectuada a referida categorização), foram seleccionadas e apresentadas em Anexo algumas, a título ilustrativo. Faz-se notar que este conjunto de fotos não pretende constituir uma amostra representativa dos procedimentos de classificação seguidos pelos autores, segundo as recomendações da escala *EF*.



## Qualificação do tornado

De acordo com a aplicação dos procedimentos técnicos recomendados aos elementos recolhidos pelos autores, foi possível qualificar o tornado à passagem pelos pontos referenciados na Fig. 1 como “Soudos”, “Murteira”, “Casal do Láparo”, “Jardim Escola S. João de Deus”, “Estrada do Prado”, “Venda Nova 1”, “Venda Nova 2”, “Trízio” e “Sertã”, tendo sido obtidos os valores constantes da tabela seguinte:

Ponto do trajecto	EXP(km/h)	EF
Soudos	193	2
Murteira	167	1
Casal do Láparo	193	2
Jardim Escola S. J. Deus	222	3
Estrada do Prado	209	2
Venda Nova 1	254	3
Venda Nova 2	222	3
Trízio	193	2
Sertã	249	3

os quais se encontram marcados sobre o traçado do trajecto de destruição, na Fig 1.

Este tornado obteve a categorização correspondente à intensidade EF3 em 3 pontos: “Jardim Escola S. João de Deus”, “Venda Nova” (1 e 2 podem ser tomados como um único ponto, dada a proximidade entre si e o mesmo nível de categorização) e “Sertã” (zona industrial), o que é digno de registo. Nos locais onde a categorização foi máxima, correspondente a EF3, o valor mais elevado estimado para a intensidade do vento associada (rajada, 3s) situou-se próximo dos 250 km/h.

Ressalva-se que a categorização é sempre susceptível de subestimar a intensidade real do fenómeno, designadamente se, numa determinada área afectada, as estruturas existentes apresentarem uma resistência a esforços que não permita uma categorização correspondente à real intensidade. A categorização, em função da trajectória, obtida para este tornado é apresentada na Fig 2.

Tendo em atenção o que precede, os autores são de parecer que **o tornado de Tomar deve ter a qualificação de EF3.**

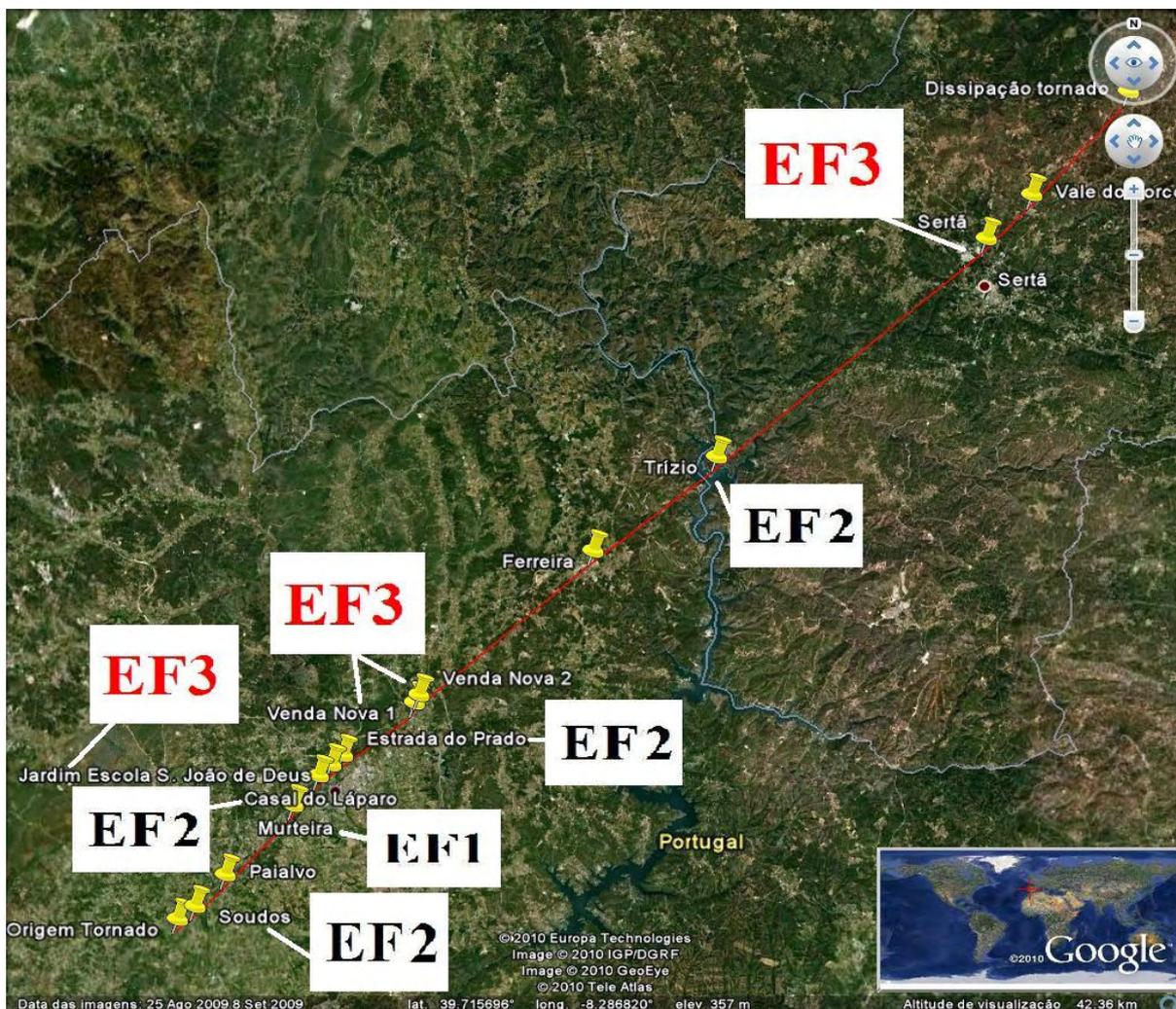


Fig 2 – Qualificação do tornado de Tomar ao longo do traçado do trajecto de destruição: a intensidade máxima atribuída foi de EF3, nos pontos onde assinalado.



## Análise das observações radar

O tornado de Tomar foi originário de uma estrutura de tipo supercelular, a que os autores já se referiram em “Introdução”, neste documento. Infelizmente, dada a distância entre os pontos da trajectória da referida SC e a estação de radar mais próxima em exploração operacional na ocasião, L/CC (cerca de 210 km ou superior), não foi possível retirar conclusões tão significativas quanto o desejado quanto à estrutura daquele aglomerado convectivo. A referida distância à estação de L/CC impediu a observação da estrutura abaixo de 3000m de altitude, o que constitui um factor muito limitativo a considerar, para além dos problemas que a resolução àquela distância coloca. Observações Doppler, muito valiosas do ponto de vista de análise em *post mortem* também não estão, infelizmente, disponíveis. Não obstante as referidas dificuldades, foi possível verificar que os valores máximos de reflectividade do volume da estrutura que o radar pôde observar, foram da ordem de 61 dBZ, valor consistente com o granizo de grande dimensão reportado (referido por testemunhas como apresentando pedras com diâmetro superior ao de “bolas de ténis”, na zona de Ferreira do Zêzere).

O produto TOPS permitiu, entretanto, verificar que a altitude do topo das nuvens correspondente à estrutura convectiva teve um comportamento consistente com a queda de saraiva na região de Ferreira do Zêzere. Com efeito, enquanto a SC não havia ainda produzido o tornado, o respectivo topo situou-se em torno dos 13 km, tendo começado a aumentar até atingir mais de 15 km, no instante em que a estrutura se situava ligeiramente a norte daquela localidade e, depois, decrescido para 12 km. O aumento transiente e significativo, do topo é consistente com a produção de *overshooting*.

Os valores do conteúdo em água líquida calculados a partir de observações radar, por intermédio do produto VIL, não puderam ser avaliados, pelos problemas colocados pela altitude mínima de observação (que impede uma estimativa fiável da grandeza).

Quanto ao produto do perfil vertical do vento, obtido com o radar de L/CC, mostra intenso *shearing* na camada 600-1100m de altitude; as observações nos instantes 13:16 e 13:36 UTC mostram ventos de 35kt no nível de 800m e de 50kt no de 1800m, ou seja, *shear* vertical da ordem de 8 m/s/km. Também neste episódio não há qualquer evidência de variação do rumo do vento numa camada baixa, apenas variação na respectiva intensidade. Nestas condições, admite-se terem estado presentes mecanismos de conversão de vorticidade de eixo horizontal, em vorticidade de eixo vertical, que terão servido de suporte à geração das supercélulas.

Para além do tornado que constitui tema do presente relatório, dois outros tornados foram reportados, neste mesmo dia, na região centro-sul do território continental. Um dos tornados foi reportado na zona de Belmonte, ao final da tarde, sendo as fotografias a que os autores tiveram acesso, consistentes com um fenómeno daquele tipo. Atendendo à hora aproximada do relato, à localização desta localidade face à trajectória que a SC já referida neste relatório vinha a seguir e à sua velocidade, presume-se que este segundo tornado terá sido originário da mesma estrutura ou de uma outra que se tenha formado posteriormente à inicial. Do outro tornado chegaram relatos da zona de Arronches (Alto Alentejo), sendo as fotografias de estragos igualmente consistentes com um fenómeno deste tipo. O facto – ocorrência de mais do que um tornado no mesmo dia, em área relativamente limitada – só vem confirmar o papel importante que o ambiente sinóptico desempenha na génese de fenómenos deste tipo, ainda que os mesmos resultem da interacção entre a escala sinóptica e escalas subsinópticas.



## Conclusões

Em 7 de Dezembro de 2010 um tornado, qualificado como EF3 (intensidade do vento, rajada de 3s, com valor compreendido no intervalo 218-266 km/h), atingiu uma região compreendida entre Soudos, concelho de Torres Novas, distrito de Santarém e as imediações do Troviscal, concelho da Sertã, distrito de Castelo Branco, tendo afectado igualmente os concelhos de Tomar e de Ferreira do Zêzere. O fenómeno ocorreu entre as 14:15 UTC e, aproximadamente, as 15:00 UTC. O trajecto de destruição do tornado compreendeu uma extensão total de cerca de 54 Km e uma largura estimada em cerca de 100 m a 350 m.

O ambiente sinóptico em que o fenómeno se desenvolveu – linha de instabilidade a propagar-se em ar quente e húmido, organizado na circulação de uma depressão complexa com o núcleo principal centrado a oeste de Lisboa – é semelhante ao que tem sido associado a alguns dos fenómenos deste tipo reportados/estudados no passado. No entanto, as observações radar mostraram a inexistência de *veering* e, pelo contrário, evidenciaram a presença de *shearing* numa camada baixa. Este facto, nem sempre reflectido nos ambientes sinópticos que têm sido descritos como favoráveis à ocorrência deste tipo de fenómeno vem, uma vez mais, reforçar a ideia de que é necessário estudar detalhadamente um maior número de casos, com disponibilidade de imagens de radar Doppler e outras ferramentas, como modelos numéricos, no sentido de procurar estabelecer modelos conceptuais susceptíveis de fornecer *guidelines* para fins de previsão. A sugestão anterior, entretanto, apresenta reconhecidas dificuldades inerentes, designadamente, à baixa frequência de casos na área do nosso território.

## Agradecimentos

O volume de trabalho de campo essencial para a elaboração do presente relatório, não teria sido possível sem a colaboração de inúmeras pessoas, entre habitantes locais e jornalistas.

## Bibliografia

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

Relatório da Missão “Tornado de Alcanena, Santarém, 9 de Abril de 2008”, Paulo Pinto, Tânia Viegas, DMC/DORE, IM, I.P., 7 Maio 2008



## ANEXO



Fig A – Rasto de destruição visível na floresta, a sul do Casal do Láparo, foto tirada na direcção sudoeste. Largura de destruição estimada em cerca de 200 m.



Fig B – Detalhe de cedro com tronco de diâmetro superior a 50cm, desenraizado, zona de Casal do Láparo, junto ao Convento de Tomar.



Fig C – Colapso total do telhado do Jardim Escola S. João de Deus, Tomar. A própria estrutura de suporte (ver setas) foi arrancada (seta à direita).



Fig D – Pormenor do colapso da estrutura de suporte do telhado referido na fig C: a seta maior assinala uma pequena zona que se manteve como originalmente; as restantes evidenciam parte da zona em que a estrutura foi, literalmente, arrancada.

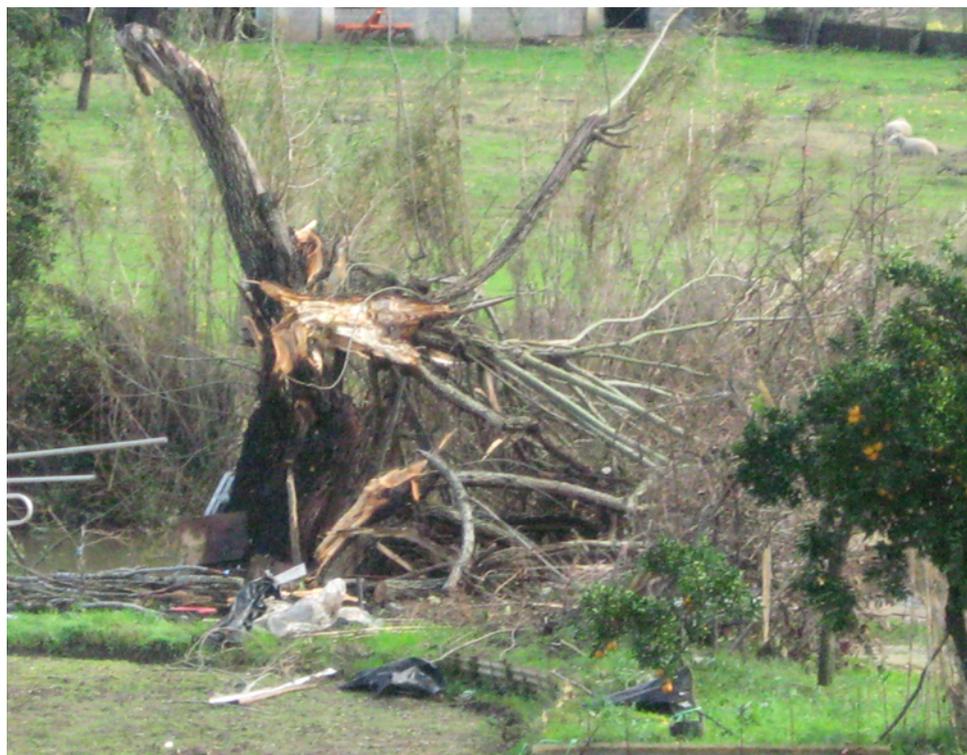


Fig E – Detalhe de carvalho com tronco de diâmetro superior a 1 m de diâmetro, partido, Estrada do Prado, Tomar.



Fig F – Detalhe de colapso total de paredes de estrutura fabril (em 2º plano) e de colapso total do telhado e de paredes do piso superior em casa de habitação (1º plano), Venda Nova .



Fig G – Destruição quase total de edifício em alvenaria. Visível desaparecimento do telhado e grande parte da estrutura de suporte, bem como colapso total de algumas paredes, Venda Nova.



Fig H – Poste de média tensão partido (um de muitos exemplos do mesmo tipo), Venda Nova.

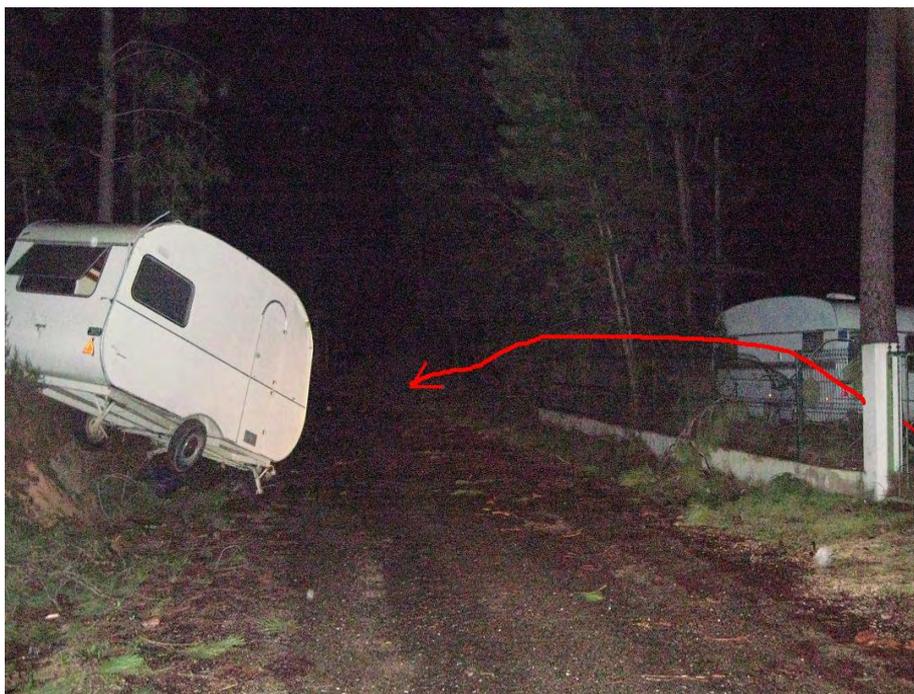


Fig I – Roulote deslocada do interior do recinto de estacionamento, à direita, para o exterior, havendo vestígios que comprovam o seu deslocamento pelo ar, forçando o gradeamento, Trízio (parque de campismo).

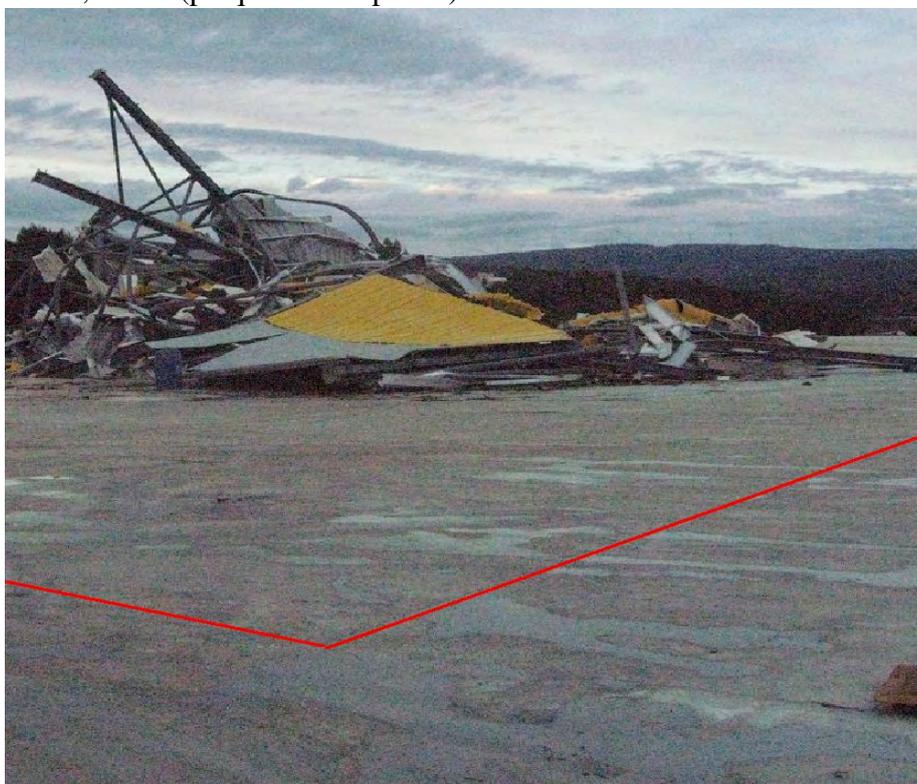


Fig J – Estrutura fabril (edifício metálico) completamente destruída, estando marcado a segmento vermelho o recorte aproximadamente correspondente à localização original das paredes. Sertão, zona industrial.



Fig L – Perspectiva de ângulo diferente, correspondente à estrutura da Fig J.



Fig M – Pormenor da secção de uma viga de betão, cortada pela carga do esforço a que toda a estrutura esteve submetida, correspondente à Fig J.



Fig N – Detalhe da secção de uma viga de betão, sendo visível o corte de um dos 4 ferros que fazia parte da armação do betão, local referido na Fig J.