

**BREVE CARACTERIZAÇÃO DO EPISÓDIO DE GRANIZO DE
29 DE ABRIL DE 2011 NA ÁREA DE LISBOA
O CASO DAS INUNDAÇÕES NA DAMAIA (AMADORA)**

Marcelo FRAGOSO¹, Ivânia QUARESMA¹, Ângela SANTOS¹

*¹RiSKam, Instituto de Geografia e Ordenamento do Território, Universidade de Lisboa,
Email: mfragoso@campus.ul.pt; ivania.quaresma@gmail.com; angela.santos@campus.ul.pt*

PALAVRAS-CHAVE

Granizo, precipitações intensas, inundações, convecção, dados *in situ*

RESUMO

Na tarde do dia 29 de Abril de 2011 registou-se um episódio de granizo notável no sector Norte da área de Lisboa. O fenómeno foi acompanhado de precipitações intensas, responsáveis por numerosas inundações. Neste trabalho, além de se proceder a uma caracterização de alguns dos efeitos desta tempestade num dos locais mais afectados (Damaia, Amadora), com base em informação recolhida *in situ*, efectua-se uma breve análise da situação atmosférica sinóptica associada ao evento, bem como das condições termodinâmicas que contribuíram para o seu desencadeamento.

KEYWORDS

Hail, heavy rainfall, convection, inundations, *in situ* data

ABSTRACT

On the afternoon of April 29, 2011, the area north of Lisbon was hit by an uncommon hail event. The phenomenon was accompanied by heavy precipitation, responsible for numerous floods. In this study we characterize some of the effects of this storm in one of the most affected places (Damaia, Amadora). Moreover, a brief analysis of the associated synoptic situation is carried out, also with regard to the thermodynamic conditions that contributed to its occurrence.

1. INTRODUÇÃO

A tarde do dia 29 de Abril de 2011 ficou marcada, no sector Norte da área de Lisboa e subúrbios próximos, pela ocorrência de um episódio de granizo notável, quer pela espessura da acumulação desta forma de precipitação, quer também pelo diâmetro pouco comum que os grãos mais grosseiros atingiram, comprovado em fotografias efectuadas por numerosas testemunhas do evento. Segundo os quatro testemunhos que foram reportados e confirmados na *ESWD-European Severe Weather DataBase* (<http://www.essl.org/ESWD/>), o episódio terá tido, em Benfica (Lisboa) e na Amadora, uma duração aproximada de 15 minutos, tendo o máximo diâmetro das pedras de granizo, de formato esferóide ou elipsóide, atingido os 3 cm, enquanto a espessura da cobertura de superfície pelo granizo chegou a alcançar os 15 cm. De acordo com a classificação de hidrometeoros da Organização Meteorológica Mundial, a classe de calibre superior do granizo é

definida pelo valor limiar de 20 mm (ou 0.75 polegadas), sendo este limite adoptado também em classificações/inventários de fenómenos ligados à convecção severa para identificar os episódios de "granizo grosseiro" ou "granizo severo" (como a Severe Weather Database, do Storm Prediction Center/NOAA¹, a TORRO *hailstorm intensity scale*² e a ESWD, já citada). Os danos potenciais causados pelo granizo grosseiro podem ser muito gravosos, tendo em atenção que, segundo Matson e Huggins (1980, citados por Schuster *et al*, 2005), a energia cinética das pedras de granizo é proporcional à quarta potência do seu diâmetro. Na presente comunicação procede-se a uma breve análise da situação meteorológica associada a este evento convectivo, que ficou marcado pela ocorrência de granizo e de chuvas intensas, causando numerosas inundações em vários locais da área de Lisboa, efectuando-se, ainda, uma descrição mais detalhada das consequências do fenómeno num dos locais mais afectados, a localidade de Damaia (Amadora), com base em dados recolhidos *in situ*.

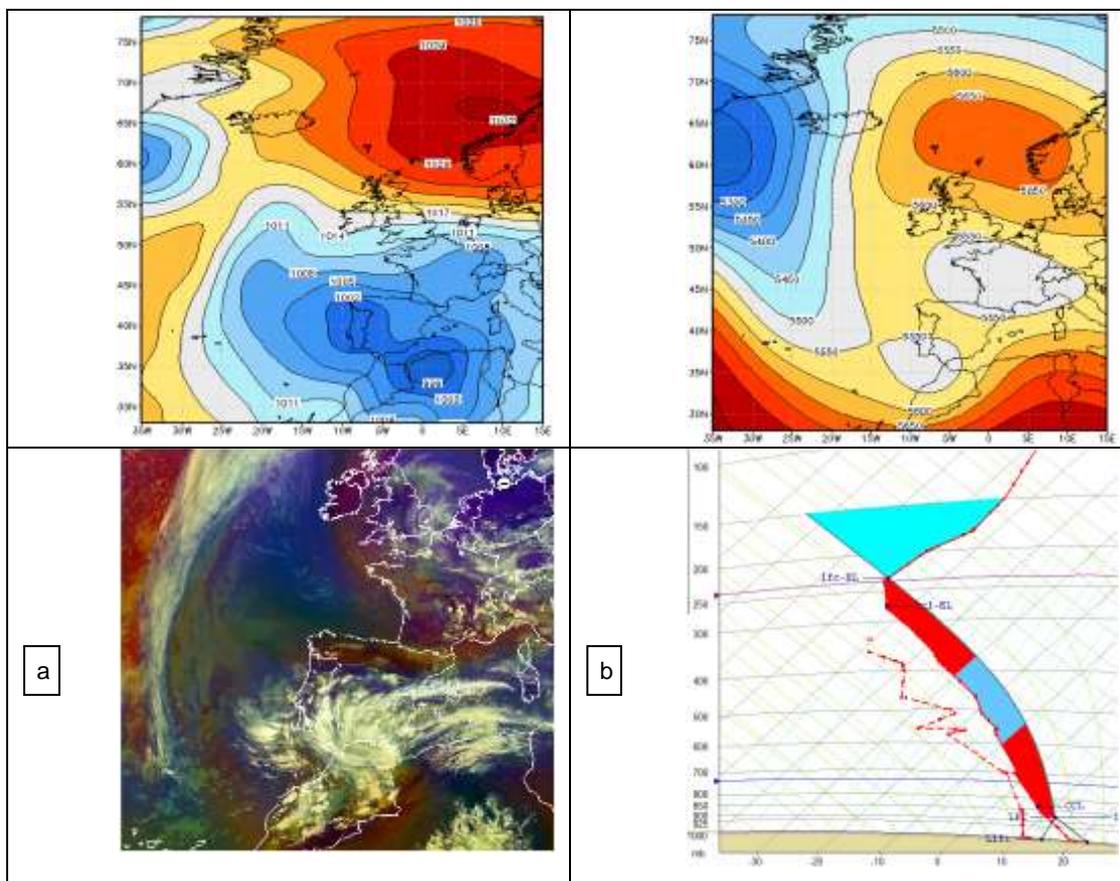
2. SITUAÇÃO SINÓPTICA E ESTRUTURA VERTICAL DA ATMOSFERA NA ÁREA DE LISBOA

No dia 29 de Abril de 2011, o território de Portugal Continental esteve sob a influência de uma depressão centrada sob a região do Norte de África, associada à presença, em altitude, de uma célula fria de bloqueio (Fig.1). As depressões frias de bloqueio são responsáveis por uma fracção significativa da precipitação invernal e de primavera (Trigo *et al*, 2004) e a sua localização sobre o sector Sudoeste da Península Ibérica (PI) – como sucedeu em 29 de Abril de 2011 - pode induzir condições de forte instabilidade, produzindo-se convecção forte de que resultam trovadas e eventos de precipitações intensas (Ventura, 1987; Nieto *et al*, 2005). Na Figura 1-c pode constatar-se que a actividade desta depressão se caracterizou pela formação de sistemas nublosos de tipo convectivo, particularmente no sector Sul da PI, responsáveis por trovoadas e aguaceiros intensos. De um modo geral, a ocorrência de episódios de granizo grosseiro está sempre associada a tempestades convectivas severas. A dinâmica destes sistemas convectivos é condicionada, para além da circulação atmosférica de escala sinóptica, pelas condições atmosféricas locais e de mesoescala. Segundo diversos autores, (por exemplo, Cotton e Anthes, 1989; Sioutas e Flocas, 2003), a formação de tempestades de granizo grosseiro implica a pré-existência de uma forte instabilidade termodinâmica – que depende da humidade disponível na troposfera inferior e do gradiente vertical de temperatura – condição necessária para o desencadeamento de correntes ascensionais do ar suficientemente fortes para a produção e aglomeração dos grãos de gelo e consequente produção de pedras de granizo de maior dimensão. Um outro factor favorável, mas não necessário, reside na existência de condições de significativo efeito de corte vertical do vento, que permitem uma maior sustentação das correntes verticais do ar (ascensionais e descendentes), prolongando a duração dos sistemas nublosos convectivos. Um terceiro factor importante para a formação das tempestades de granizo grosseiro consiste na altura do nível de congelação (ANC, definido pelo nível da isotérmica de 0°C). Assim, o granizo grosseiro está geralmente associado a uma ANC entre 2,1 e 2,7 km, enquanto o granizo formado por grãos mais pequenos ocorre tipicamente com a ANC inferior a 1,5 km ou acima de 3,4 km (Cotton e Anthes, 1989, p. 543). Se

¹ <http://www.spc.noaa.gov/climo/online/sp3/plot.php>

² <http://www.torro.org.uk/site/index.php>

Figura 1 – Condições atmosféricas em Portugal Cont., 29.04.2011. a: campo de pressão atmosférica (mb) ao nível médio do mar; b: Altitude (m) da superfície isobárica dos 500 mb; c) imagem "Airmass" Meteosat, às 12:00; d: sondagem aerológica de Lisboa, às 12:00. Fonte NCEP (a e b) e EUMETSAT (c).



A ANC se situar demasiado próxima da superfície, a humidade na baixa troposfera não deverá ser suficiente para que se produza convecção intensa; se for muito elevada, aumentarão a fusão e a evaporação das partículas de precipitação, impedindo a ocorrência do fenómeno.

A sondagem aerológica de Lisboa (Fig.1-d) do dia 29.04.2011 revela a presença destas condições propiciadoras da formação de trovoadas severas. A existência de uma muito forte instabilidade termodinâmica pôde ser deduzida após o cálculo de alguns índices de instabilidade³ cujos valores se indicam na tabela 1. Para uma melhor noção da magnitude da instabilidade observada às 12:00 daquele dia, em Lisboa, os valores dos índices de instabilidade podem ser comparados com os da tabela 2, onde se descrevem alguns parâmetros estatísticos correspondentes respeitantes a uma amostra de dias muito chuvosos em Lisboa (dias em que se registaram precipitações superiores ou iguais a 35 mm na estação de Lisboa/Geofísico no período 1970-2005, Fragoso, 2006). Assim, destaque-se o valor do parâmetro CAPE (*convective available potential energy*), que atingiu o valor

³ Uma descrição detalhada destes parâmetros termodinâmicos e índices de instabilidade por ser encontrada, por exemplo, em Fragoso, 2004.

de 1972 J/kg, comprovando uma elevada disponibilidade de energia para a formação de correntes ascensionais do ar, as quais, potencialmente, poderiam adquirir elevada velocidade (atenda-se no valor de MVV - velocidade máxima vertical (MVV) de 63 m/s). Parte significativa desta energia encontrava-se disponível entre as isotérmicas de -10 e -30°C (área a azul à direita da curva de estado, Fig. 1-d), limites de temperatura entre os quais se processa, em geral, o crescimento das partículas de granizo. Registe-se, igualmente, o muito forte gradiente vertical de temperatura entre os 850 e os 500 mb (índices Lifted, K e TT). Por fim, refira-se a altura da ANC estimada nesta sondagem - 2,3 km - que se encontrou, igualmente, dentro dos limites descritos como "ideais" para a formação do granizo severo.

Tabela 1 - Valores de índices e de instabilidade e parâmetros deduzidos da sondagem aerológica de Lisboa em 29 de Abril de 2011 (12:00 TU)

Parâmetro /Índice	29.02.2011
Lcl (m)	1002
Lfc (m)	1002
El/Lfc (m)	10710
CAPE (J/kg)	1972
PW (mm)	23,4
Lifted	-6,3
Showalter	0,3
Thompson	37
Jefferson	32
K	30,6
TT	52,8
MVV (m/s)	63

Tabela 2 - Medidas estatísticas descritivas dos 13 parâmetros e índices de instabilidade utilizados. Md:Mediana; Q:Quartis; Extremo:valor associado a maior instabilidade

Parâmetro /Índice	Md	\bar{x}	Q 1	Q 3	Extremo
Lcl (m)	466	586	201	880	37
Lfc (m)	726	969	496	1205	38
El/Lfc (m)	6484	6719	5057	8491	10582
CAPE (J/kg)	238	379	135	509	1822
PW (mm)	21,4	21,9	17	25,7	45,4
Lifted	0,9	1,6	-0,6	3,1	-6,3
Showalter	3,8	4,8	2,1	6,4	-2,0
Thompson	22	17,4	10	28	38
Jefferson	28	25,2	21	30	35
K	24,1	18,9	12,5	28,5	35,5
TT	46,6	44,8	42,1	50,4	58,7
MVV (m/s)	22	24,4	16	31	60
U (m/s)	6,5	7,1	4,7	9,2	17,4

3. BREVE CARACTERIZAÇÃO DO EVENTO NA ÁREA DE LISBOA: O CASO DAS INUNDAÇÕES NA DAMAIA (AMADORA)

Na tarde de 29 de Abril 2011 por volta das 15h40m, na localidade da Damaia, ocorreram fortes aguaceiros de chuva e de granizo, acompanhados por uma descida brusca de temperatura. Considerando os dados de precipitação horária disponíveis das estações meteorológicas pertencentes a rede do INAG, pôde confirmar-se como foi localizado o fenómeno. Os valores de precipitação registados foram baixos, com excepção de São Julião do Tojal, onde se registou precipitação intensa (9,6 mm entre as 15 e as 16h). Relativamente à temperatura, pôde constatar-se que o episódio foi igualmente marcado por uma muito forte descida de temperatura, da ordem de 8°C, em cerca de 2 horas, em São Julião do Tojal. A instabilidade atmosférica que ocorreu na tarde do dia 29 de Abril de 2011 estendeu-se por toda a região de Lisboa e Sul do país, segundo o jornal Público, provocando inundações e condicionando a circulação ferroviária e rodoviária. Entre as 16:00 e as 19:00 os Bombeiros Sapadores de Lisboa receberam 133 pedidos de auxílio, na sua maioria em Benfica e nas áreas em redor. A localidade da Damaia foi a área mais afectada pelo granizo, mais especificamente a área da estação ferroviária, delimitando-se a azul na Foto 1 a extensão que ficou por ele coberta. A recolha de dados *in situ* nesta área mostrou que a queda de granizo começou aproximadamente às 15:31 (tendo atingido até 2cm de diâmetro, como mostra a Foto 2), diminuindo por volta das 15:51 e terminando às 15:53. Cerca das 16:00 chegaram ao

local a Protecção Civil Municipal, a PSP, que procederam à operação de resgate de funcionários que se encontravam retidos dentro de um banco, os Bombeiros e as equipas de limpeza da Junta de Freguesia da Damaia e da Câmara Municipal da Amadora. As medições feitas, na área, da altura da inundação composta por lama, água e granizo atingiram cerca de 60cm (Foto 3).



Foto 1: Inundação observada e indicação dos locais onde foram efectuadas medições da altura da inundação. Fonte: Google Earth.

Foto 2: O tamanho do granizo foi medido, tendo o máximo atingido 2cm de diâmetro.

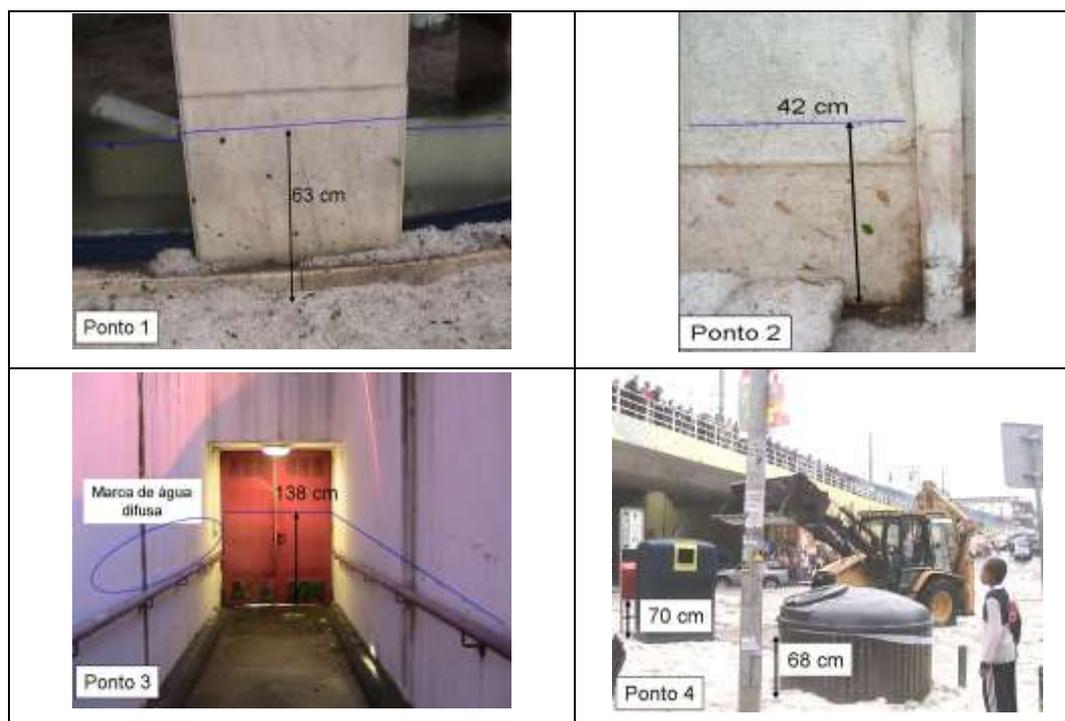


Foto 3: A altura da água foi medida através das marcas deixadas nas paredes.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O episódio de granizo que afectou a área de Lisboa no dia 29 de Abril de 2011 constituiu um dos vários eventos com origem em convecção severa e com consequências gravosas que ocorreram na última primavera em Portugal Continental. O diâmetro das pedras de granizo e a espessura

atingida nos locais em que este mais se acumulou são muito pouco frequentes e surpreenderam as populações de bairros como os de Benfica, em Lisboa e de áreas próximas como a Damaia (Amadora). No que diz respeito aos impactos do fenómeno convectivo este episódio causou um grande número de inundações e perturbações no tráfego rodoviário e ferroviário, expondo fragilidades, deficiências e vulnerabilidades ao nível do ordenamento do território.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cotton WR, Anthes RA (1989) *Storm and cloud dynamics*. Academic Press, 883p.
- Fragoso M (2004) O contexto atmosférico dos episódios de precipitações intensas no Sul de Portugal, relatório nº 39 da Área de Investigação de Geografia Física e Ambiente, C.E.G., 148p.
- Fragoso M (2006) – A estrutura vertical da atmosfera em dias muito chuvosos em Lisboa: utilização de índices e parâmetros de instabilidade derivados das radiossondagens de Lisboa/Gago Coutinho (1970-2005), Proceedings da 5ª Assembleia Hispano-Lusa de Geodesia e Geofísica, 3p.
- Nieto R, Gimeno L, De la Torre L, Ribera P, Gallego D, García Herrera R, García JA, Nuñez M, Redaño A, Lorente J (2005) Climatological features of cut-off low systems in the Northern Hemisphere, *J. Climate*, 18: 3085-3103.
- Schuster SS, Blong RJ, Leigh RJ, McAneney KJ (2005) Characteristics of the 14 April 1999 Sydney hailstorm based in ground observations, weather radar, insurance data and emergency calls. *Nat.Haz.Earth Syst.Sci.*, 5: 613-620.
- Sioutas MV, Flocas HA (2003) Hailstorms in Northern Greece: synoptic patterns and thermodynamic environment. *Theor. Appl.Climatol.*, 75: 189–202.
- Trigo RM, Trigo IM, Da Camara CC, Osborn TJ (2004) Climate impact of the European winter blocking episodes from the NCEP/NCAR Reanalyses. *Climate Dynamics*, 23 (1): 17-28.
- Ventura JE (1987) As gotas de ar frio e o regime da precipitação em Portugal. *Finisterra - Revista Portuguesa de Geografia*, XXII, 43:39-69.