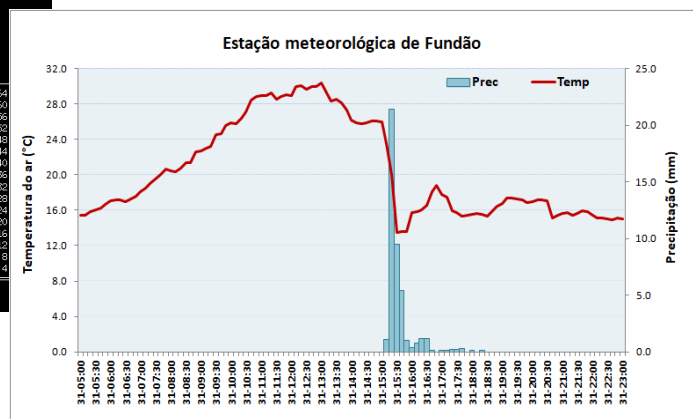
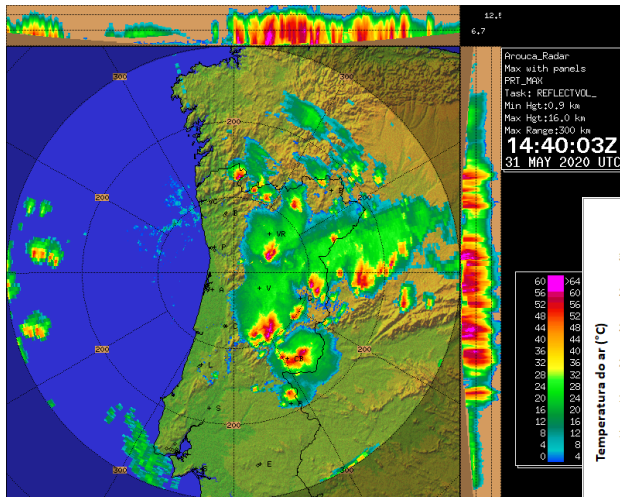
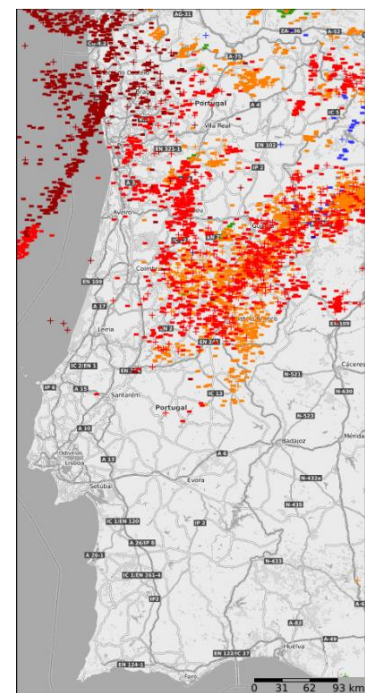


RELATÓRIO TÉCNICO

ANÁLISE DO EPISÓDIO DE QUEDA DE GRANIZO/SARAIVA EM 30 E 31 DE MAIO DE 2020



Novembro de 2020

Capa:

Foto enviada por Nelson Santos para <https://observar.ipma.pt/>; Queda de saraiva em Medas, Amarante, 31 de maio de 2020, 19:46h

Ocorrência de trovoada (DEA do tipo nuvem-solo), 31 de maio de 2020 (IPMA)

Produto MAXZ (refletividade, dBZ), radar de Arouca/PG, 31 de maio de 2020 (IPMA)

Quantidade de precipitação e temperatura registados nos dias 30 e 31 de maio de 2020, de 10 em 10 minutos, no Fundão (IPMA)

Citar como:

Antunes, S., Cabrinha, V., Correia, S., Cota, T., Drumond, P., Lopes, M.J., Viegas, T. (2020) ANÁLISE DO EPISÓDIO DE QUEDA DE GRANIZO/SARAIVA EM 30 E 31 DE MAIO DE 2020, Relatório Técnico, Instituto Português do Mar e da Atmosfera, I.P. Portugal, Novembro de 2020.

Índice

Lista de Figuras	4
Lista de Tabelas	4
1. Enquadramento	5
2. Caracterização climática de maio de 2020 e análise climatológica de ocorrência de granizo/saraiva em Portugal Continental	5
3. Condições meteorológicas nos dias 30 e 31 de maio	7
4. Observação de atividade elétrica atmosférica	9
5. Análise da ocorrência de granizo/saraiva nos dias 30 e 31 de maio nas regiões Centro e Norte	15
5.1 Análise da ocorrência de precipitação	15
5.2 Análise da ocorrência de granizo através das imagens de radar	21
6. Considerações finais	26

Lista de Figuras

Figura 1a) Percentagem mensal do número total de ocorrências de granizo/saraiva nas estações clássicas	6
Figura 1b) Distribuição espacial da ocorrência de granizo (%) no mês de maio	6
Figura 2 - Análises das 00 UTC do dia 30 de maio de 2020 do modelo HRES-ECMWF: (a) Geopotencial (isolinhas em intervalos de 4 damgp - a preto), temperatura (em °C - a sombreado) e vento (em kt) aos 1000 hPa; (b) Geopotencial (isolinhas em intervalos de 4 damgp - a preto), temperatura (em °C - a sombreado) e vento (em kt) aos 500 hPa	7
Figura 3 – Análises das 12UTC do dia 30 de maio de 2020 do modelo HRES-ECMWF: (a) Velocidade vertical – valores negativos/positivos correspondem a movimentos ascendentes/descendentes (Pa s^{-1}); (b) Total de água precipitável na coluna da atmosfera (mm); (c) Índice de instabilidade Jefferson ($^{\circ}\text{C}$).....	8
Figura 4 – Produto MAXZ (refletividade, dBZ), (a) radar Coruche/CL, dia 30, 13:40 UTC; (b) radar Coruche/CL, dia 30, 16:30 UTC; (c) radar de Arouca/PG, dia 31, 14:40 UTC; (d) radar de Arouca/PG, dia 31, 16:10 UTC	8
Figura 5 – Ocorrência de trovoada (DEA do tipo nuvem-solo): a) no dia 30 de maio e b) no dia 31 de maio de 2020. Legenda em horas UTC	10
Figura 6 – Densidade de trovoada (DEA do tipo nuvem-solo): a) no dia 30 de maio e b) no dia 31 de maio de 2020. Unidade de DEA/km^2	11
Figura 7 – Valor médio da intensidade de corrente elétrica (kA) associada às DEA (tipo nuvem-solo): a) no dia 30 de maio e b) no dia 31 de maio de 2020	12
Figura 8 – Densidade de trovoada (DEA do tipo nuvem-solo) nos distritos de Viseu (a), Guarda (b), Coimbra (c) e Castelo Branco (d) nos dias 30 e 31 de maio de 2020. Unidade de DEA/km^2	13
Figura 9 - Precipitação acumulada em 24 horas: (a) no dia 30 de maio; (b) no dia 31 de maio de 2020	16
Figura 10 – Valores da quantidade de precipitação (mm) e temperatura do ar ($^{\circ}\text{C}$) registados nos dias 30 e 31 de maio 2020 com base nos dados de 10 em 10 minutos, nas estações automáticas de Moimenta da Beira, Aldeia do Souto, Guarda, Fundão, Sabugal, Castelo Branco e Proença-a-Nova (rede IPMA) e nas nas estações automáticas de Castro Daire, Vila Nova de Paiva e Aguiar da Beira (rede CIM Viseu Dão Lafões)	19
Figura 11 a) Produto Hidroclass, radar de Arouca/PG; Exemplos de imagens de dia 30 de maio 2020	22
Figura 11b) Produto Hidroclass, radar de Arouca/PG; Exemplos de imagens de dia 31 de maio 2020	23
Figura 12a) Prevalência de granizo no dia 30 de maio, a partir de dados do radar de Arouca/PG	25
Figura 12b) Prevalência de granizo no dia 31 de maio, a partir de dados do radar de Arouca/PG	25

Lista de Tabelas

Tabela I – Avisos emitidos pelo IPMA válidos para os dias 30 e 31 de maio de 2020	14
Tabela II -Subset de Estações Meteorológicas Automáticas (EMA) do IPMA e CIM Viseu Dão-Lafões.....	17
Tabela III – Máximos de precipitação acumulada (mm) observados na rede de estações de superfície em períodos curtos (10, 30 e 60 minutos) nos dias 30 e 31 de maio de 2020	18

Anexos

Produto Hidroclass, radar de Arouca/PG, imagens de 10 em 10 minutos no período 12:30 – 19:00 UTC do dia 30 (ANEXOS A1 e A2) e no período 11:00 – 20:40 UTC do dia 31 de maio 2020 (ANEXOS B1 e B2).

1. Enquadramento

O presente relatório resulta da solicitação do Gabinete de Planeamento, Políticas e Administração Geral (GPP) ao Instituto Português do Mar e da Atmosfera (IPMA) no âmbito de atribuição de subsídios a prejuízos verificados pela queda de granizo e saraiva¹ em 30 e 31 de maio de 2020. Apesar da solicitação se basear em concelhos específicos verificou-se ocorrência de granizo ou saraiva noutros concelhos, pelo que o relatório abordará, de um modo mais abrangente o território de Portugal Continental e, numa outra parte, uma análise mais detalhada para os locais solicitados.

A observação de granizo, saraiva e outros hidrometeoros é visual, pelo que o seu registo apenas pode ser efetuado nas estações meteorológicas clássicas, estando presente um técnico de meteorologia. Sendo estas estações em número cada vez mais reduzido, insuficiente para obter uma cobertura efetiva de um evento muito localizado, torna-se necessário recorrer a outros métodos de análise.

Ferramentas de observação como o radar meteorológico, detetores de trovoadas e modelos numéricos permitem aferir sobre a ocorrência do evento e a sua abrangência geográfica. A análise da quantidade de precipitação registada nas estações meteorológicas automáticas (EMAs), identificadas através destas ferramentas, permitirá avaliar a intensidade das ocorrências.

2. Caracterização climática de maio de 2020 e análise climatológica de ocorrência de granizo/saraiva em Portugal Continental

O mês de maio de 2020 classificou-se como extremamente quente e seco em Portugal Continental, tendo sido o mais quente desde 1931, igualando maio de 2011. Durante o mês destacaram-se valores muito elevados da temperatura do ar, muito superiores aos valores normais, na segunda quinzena de maio, em particular a partir do dia 17, altura em que se iniciou uma onda de calor muito prolongada em grande parte do território.

Nos períodos de 9 a 16 e de 26 a 31 nas regiões Norte e Centro ocorreram aguaceiros localmente fortes, por vezes de granizo e acompanhados de trovoadas devido às condições de instabilidade atmosférica que ocorreram nesses períodos (*Boletim Climatológico de maio de 2020, IPMA*).

A análise das observações visuais registadas em estações clássicas de Portugal Continental revela que a ocorrência de granizo/saraiva é mais frequente nos meses de fevereiro, março e abril. O mês de maio mostra já uma tendência decrescente no número de ocorrências, inferior às registadas em dezembro e janeiro (Figura 1a).

¹ A saraiva distingue-se do granizo pelo diâmetro das pedras de gelo que atingem o solo ser mais elevado, superior a 5 mm

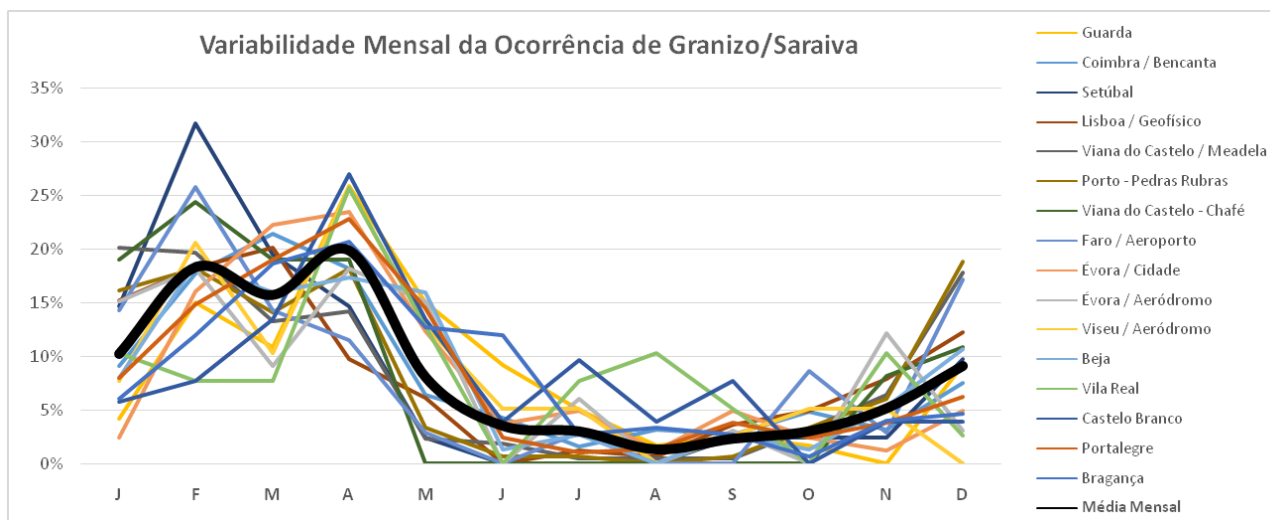


Figura 1a - Percentagem mensal do número total de ocorrências de granizo/saraiva anual nas estações clássicas

Na Figura 1b) apresenta-se para as estações clássicas a distribuição espacial das ocorrências de granizo/saraiva em maio em relação ao total anual de cada estação climatológica. Neste mês a ocorrência do fenómeno é claramente superior nas regiões do interior de Portugal Continental, em particular na região Sul.

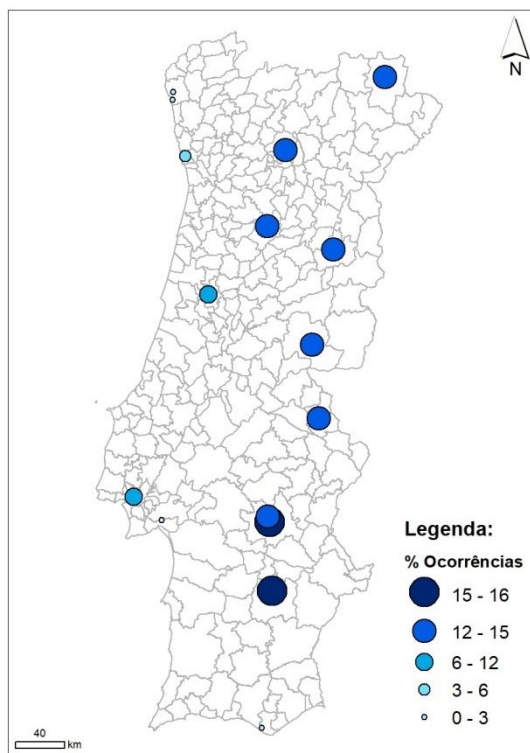


Figura 1b- Distribuição espacial da ocorrência de granizo (%) no mês de maio

3. Condições meteorológicas nos dias 30 e 31 de maio

De acordo com as análises do modelo de previsão de alta resolução do Centro Europeu, HRES-ECMWF (*High Resolution Forecast - European Center for Medium-Range Weather Forecast*), a situação meteorológica às 00 UTC do dia 30 de maio em Portugal Continental junto à superfície era condicionada por um anticiclone localizado a WSW dos Açores, que se estendia em crista em direção à Irlanda, e por uma depressão, pouco cavada, centrada em Marrocos, a qual se prolongava em vale sobre o continente (Figura 2a).

Em altitude, um acentuado vale depressionário, associado a uma depressão centrada na Islândia e em prolongamento até à região das Canárias, deslocava-se para oeste em direção à Península Ibérica (Figura 2b).

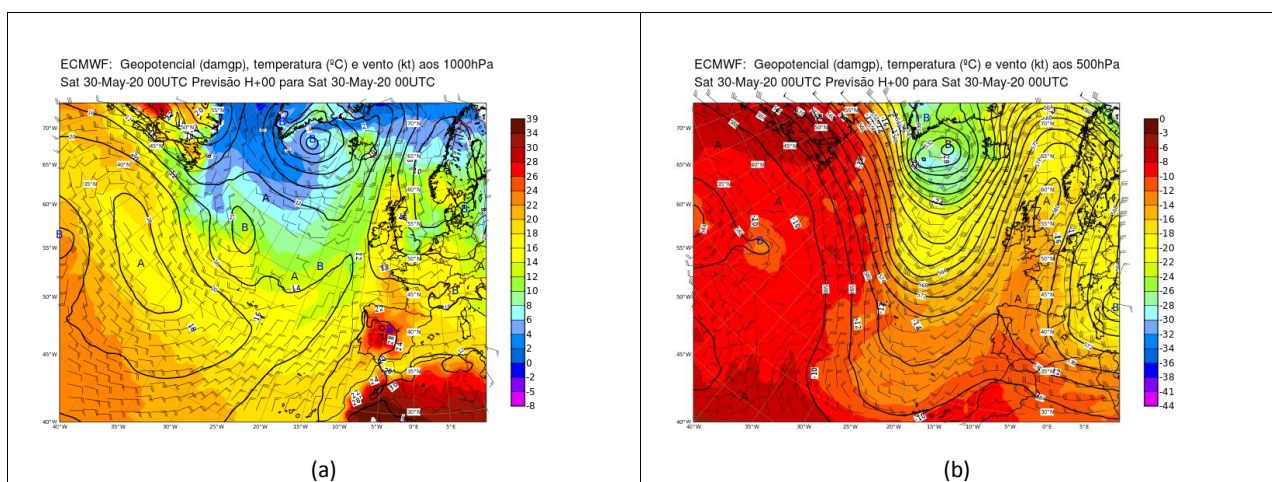


Figura 2 - Análises das 00 UTC do dia 30 de maio de 2020 do modelo HRES-ECMWF: (a) Geopotencial (isolinhas em intervalos de 4 damgp - a preto), temperatura (em °C - a sombreado) e vento (em kt) aos 1000 hPa; (b) Geopotencial (isolinhas em intervalos de 4 damgp - a preto), temperatura (em °C - a sombreado) e vento (em kt) aos 500 hPa

Com a aproximação do vale em altitude, a partir da tarde do dia 30 as regiões Norte e Centro passaram a situar-se no bordo ascendente do referido vale. Devido ao forçamento dinâmico de larga escala para o movimento vertical ascendente (Figura 3a), induzido no bordo ascendente do vale, ao aumento do conteúdo em vapor de água na baixa/média troposfera (Figura 3b) e à instabilidade atmosférica originada pelo forte aquecimento à superfície (Figura 3c) geraram-se condições favoráveis à ocorrência de convecção profunda no interior destas regiões.

A convecção desenvolveu-se a partir do início da tarde no interior da região Centro e na zona da fronteira com Espanha do distrito de Portalegre, propagando-se posteriormente ao distrito de Vila Real e, no final da tarde, a alguns locais dos distritos de Bragança e Santarém.

As imagens do radar de Coruche/Cruz de Leão (CL) - produto MAXZ - para o dia 30 das 13:40 UTC e das 16:30 UTC² (Figuras 4a-b) dão conta dessa progressão, podendo-se visualizar células convectivas, correspondentes a nuvens de grande desenvolvimento vertical, cujos máximos de refletividade muito elevados estão associados a correntes ascendentes muito intensas, com formação de gelo na nuvem. Os

² Na hora de verão, horas locais = UTC+1

níveis de refletividade atingidos (acima de 50 dBZ) indiciam existir uma elevada probabilidade de queda de granizo no solo.

Da mesma forma, no dia 31, podem também observar-se através das imagens do radar de Arouca/ Pico do Gralheiro (A/PG), extensas zonas onde terá ocorrido convecção intensa neste dia, com provável queda de granizo à superfície (Figuras 4c-d). As imagens são observadas às 14:40 e às 16:10 UTC, respetivamente.

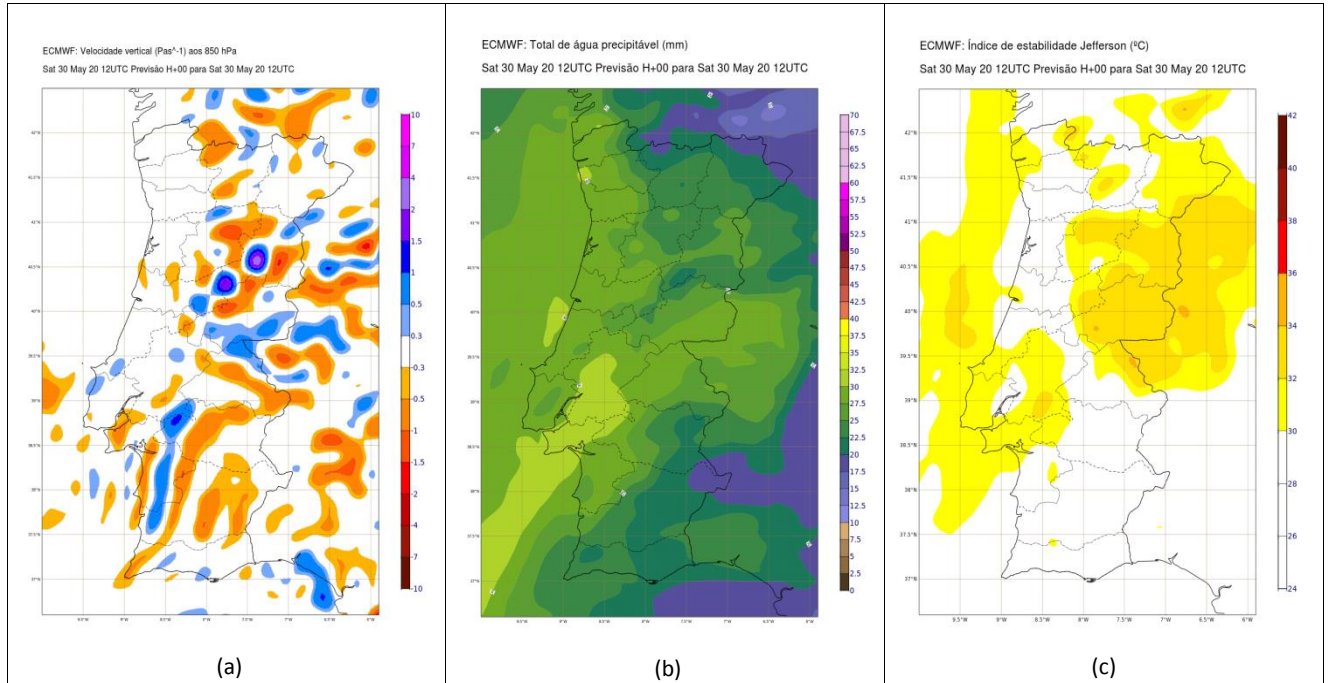
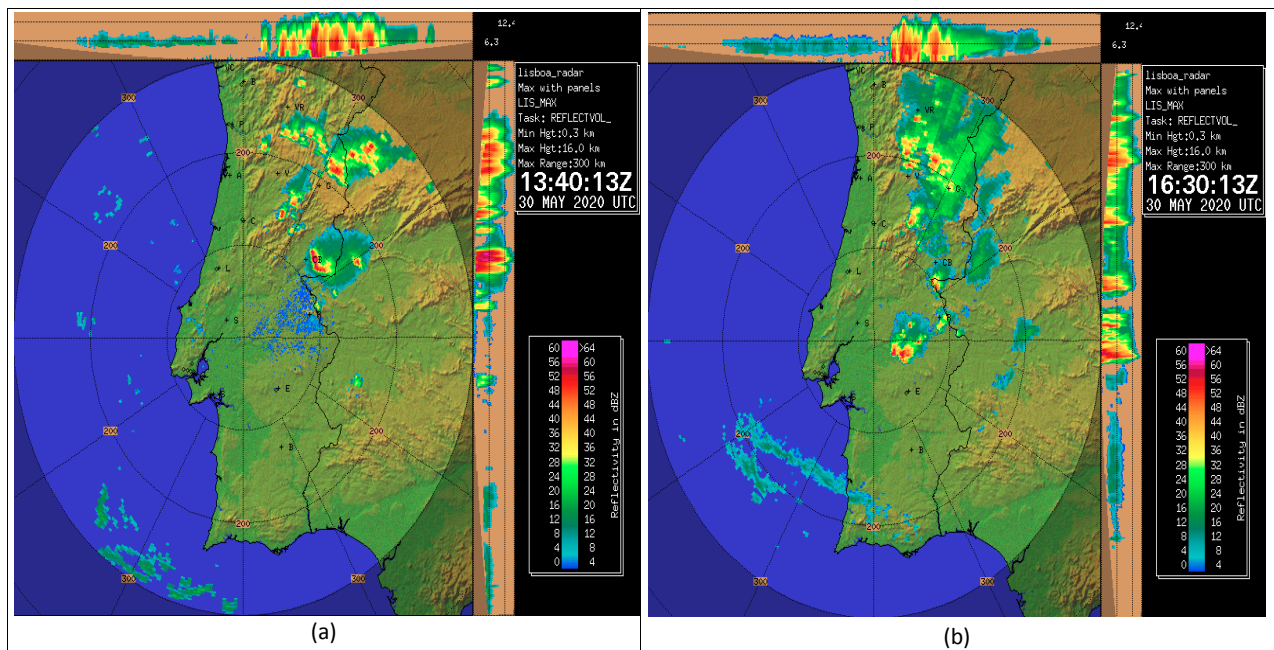


Figura 3 – Análises das 12UTC do dia 30 de maio de 2020 do modelo HRES-ECMWF: (a) Velocidade vertical – valores negativos/positivos correspondem a movimentos ascendentes/descendentes (Pa s⁻¹); (b) Total de água precipitável na coluna da atmosfera (mm); (c) Índice de instabilidade Jefferson (°C)



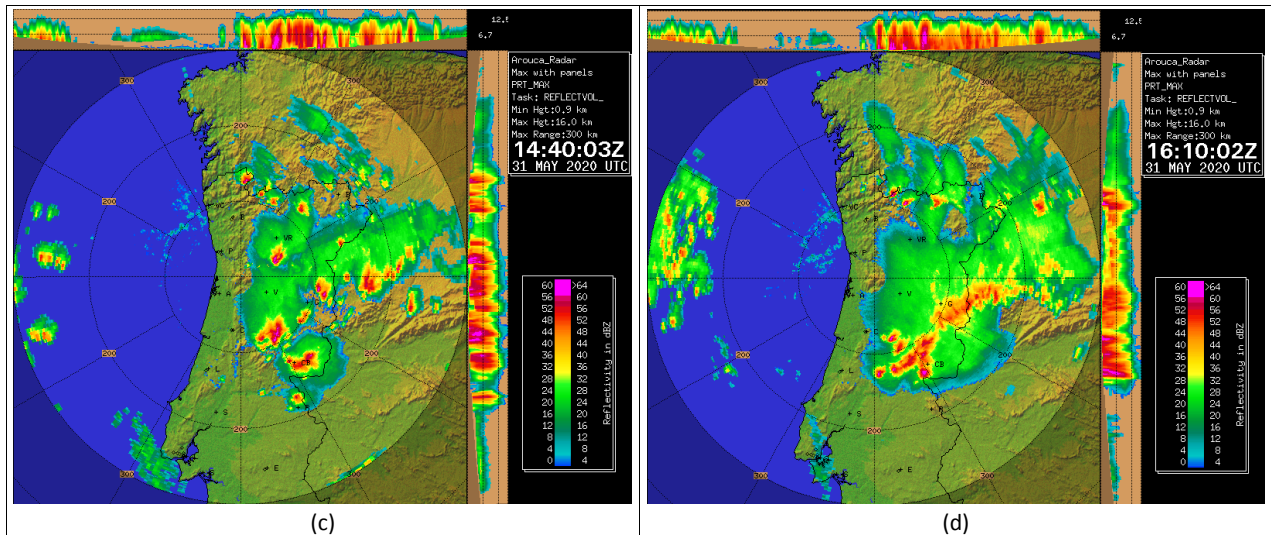


Figura 4 – Produto MAXZ (refletividade, dBZ), (a) radar Coruche/CL, dia 30, 13:40 UTC; (b) radar Coruche/CL, dia 30, 16:30 UTC; (c) radar de Arouca/PG, dia 31, 14:40 UTC; (d) radar de Arouca/PG, dia 31, 16:10 UTC

4. Observação de atividade elétrica atmosférica

Os registos da rede de detetores de Descargas Elétricas Atmosféricas (DEA) do IPMA indicam que no dia 30 a trovoada se restringiu ao interior, tendo abrangido também locais do litoral Norte e Centro no dia 31. Segundo estes registos verificou-se atividade elétrica atmosférica do tipo nuvem-solo:

- No dia 30 (Figura 5a), entre as 12 e 19 UTC: atividade elétrica iniciada a partir das 12UTC associada a células convectivas formadas na fronteira com Espanha e nos distritos da Guarda e de Portalegre. Posteriormente, outras células convectivas desenvolveram-se nos distritos de Castelo Branco, Viseu, Bragança, Vila Real, Coimbra, Porto, Évora e Santarém onde se verificou também a ocorrência de DEA.
- No dia 31 (Figura 5b), entre as 02 e 24 UTC: atividade elétrica iniciada a partir das 02 UTC associada a células convectivas formadas na fronteira com Espanha e o distrito da Guarda e de seguida no distrito de Castelo Branco. Posteriormente, outras células convectivas desenvolveram-se ao início da tarde, que geraram DEA e afetaram os distritos de Coimbra, Guarda e Vila Real com maior frequência. Nas horas seguintes também foi registado uma elevada densidade de DEA, que afetou os distritos de Castelo Branco, Viseu, Bragança, Vila Real, Santarém e Aveiro até ao final da tarde. A atividade elétrica prolongou-se durante a noite (a partir das 20 horas locais) e madrugada com maior frequência junto à faixa costeira nos distritos de Porto, Braga e Viana do Castelo, até às 05UTC (06 horas locais) do dia 1 de junho.

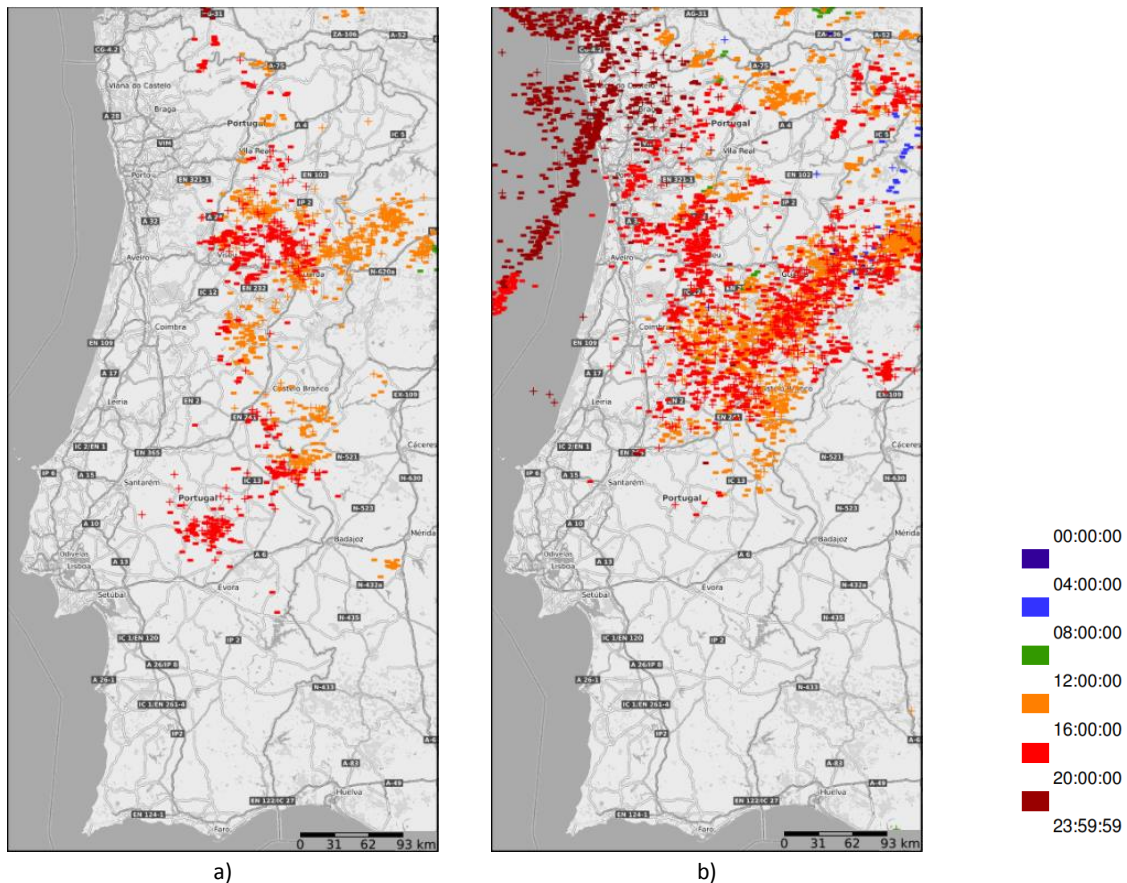


Figura 5 – Ocorrência de trovoadas (DEA do tipo nuvem-solo): a) no dia 30 de maio e b) no dia 31 de maio de 2020. Legenda em horas UTC

Com base nos dados recolhidos da rede de detetores de DEA, apresenta-se a densidade das DEA do tipo nuvem-solo para o dia 30 (Figura 6a) e para o dia 31 (Figura 6b), ou seja o número de ocorrências em cada dia por km² numa grelha de 10x10 km.

Relativamente às regiões mais afetadas, através destes mapas de densidade, é possível verificar que alguns locais no distrito de Viseu e Guarda foram mais afetados no dia 30 (com valores a variar entre e 50 e 100 DEA/km) e claramente no dia 31 as regiões afetadas são mais abrangentes, incluindo os distritos de Guarda, Castelo Branco, Viseu e Coimbra.

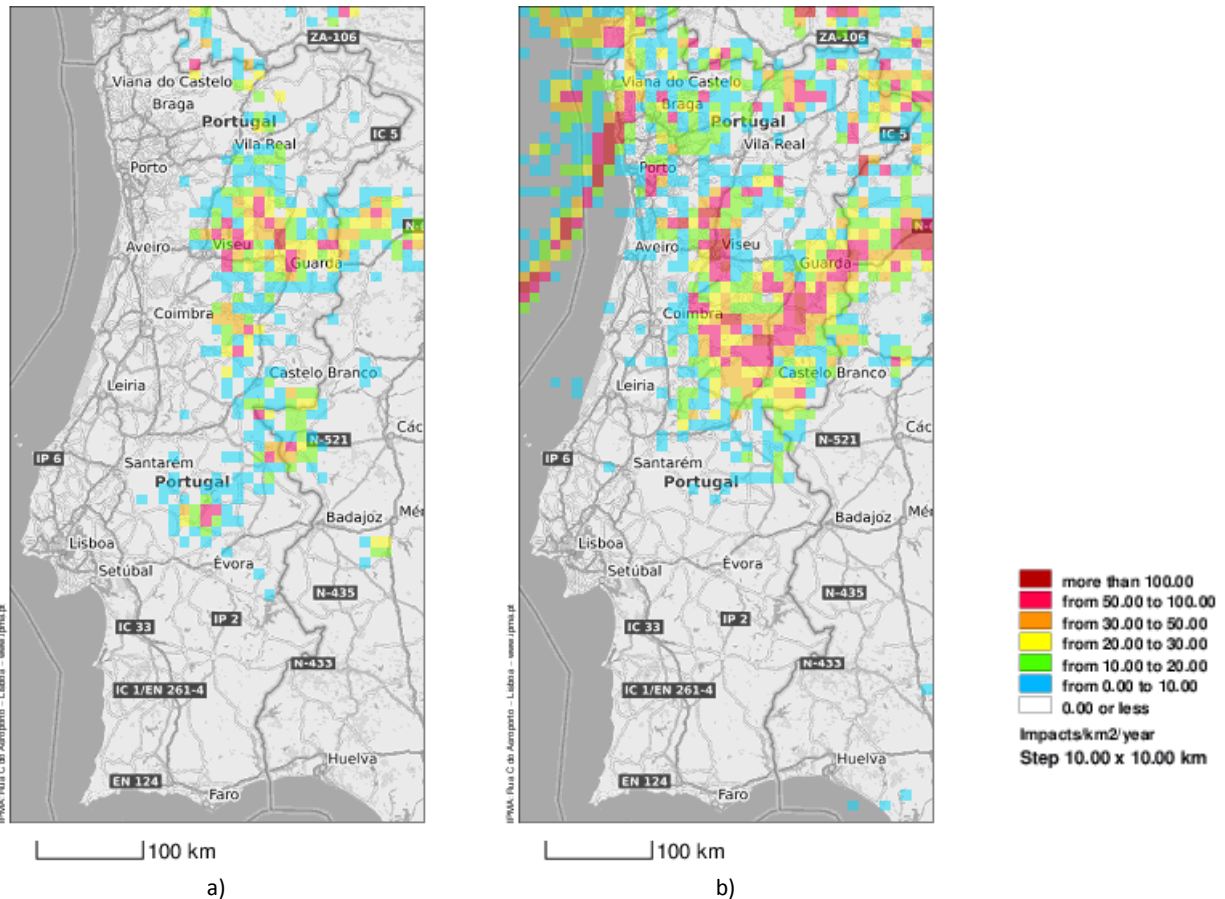


Figura 6 – Densidade de trovoada (DEA do tipo nuvem-solo): a) no dia 30 de maio e b) no dia 31 de maio de 2020. Unidade de DEA/km²

Apresenta-se na Figura 7 o valor médio de corrente associado às DEA do tipo nuvem-solo para o dia 30 (Figura 7a) e para o dia 31 (Figura 7b), numa grelha de 10x10 km, em intervalos de 20 kA (valor máximo inferior a 150 kA). As regiões onde se registaram valores médios (absolutos) de intensidade de corrente elétrica mais elevados foram:

- No dia 30 (Figura 7a), pontualmente com valores na ordem de 60 a 80 kA na proximidade de Avis (Portalegre) e de São João da Pesqueira (Viseu) e entre 80 a 150 kA na proximidade de Arraiolos (Évora) e Castro Daire (Viseu). Os valores inferiores a 60 kA representam 97% e os valores inferiores a 10 kA representam 53% dos registos (classe com maior registos: 0-10kA).
- No dia 31 (Figura 7b), pontualmente com valores na ordem de 60 a 80 kA na proximidade de Vimeiro (Viseu), Marco de Canavezes (Porto), Avelada (Braga), Gerês (Braga) e Serdelo (Viana do Castelo) e entre 80 a 150 kA na proximidade de Mesão Frio (Vila Real). Os valores inferiores a 60 kA representam 97% e os valores inferiores a 10 kA representam 52% dos registos (classe com maior registos: 0-10 kA).

Deve realçar-se que valores díspares da intensidade de corrente elétrica para regiões com a mesma densidade de DEA poderá ser um fator indicador da severidade do fenómeno da trovoada.

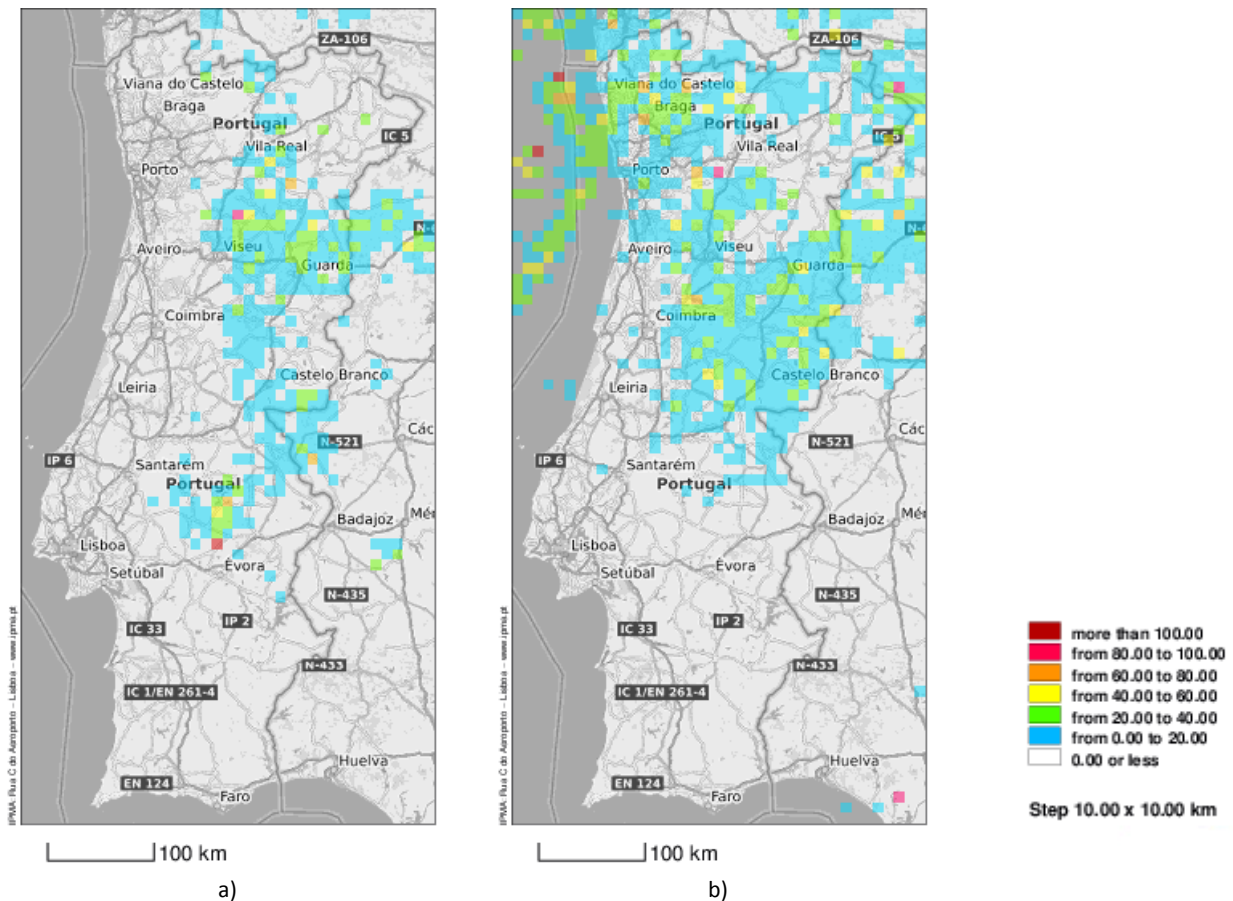
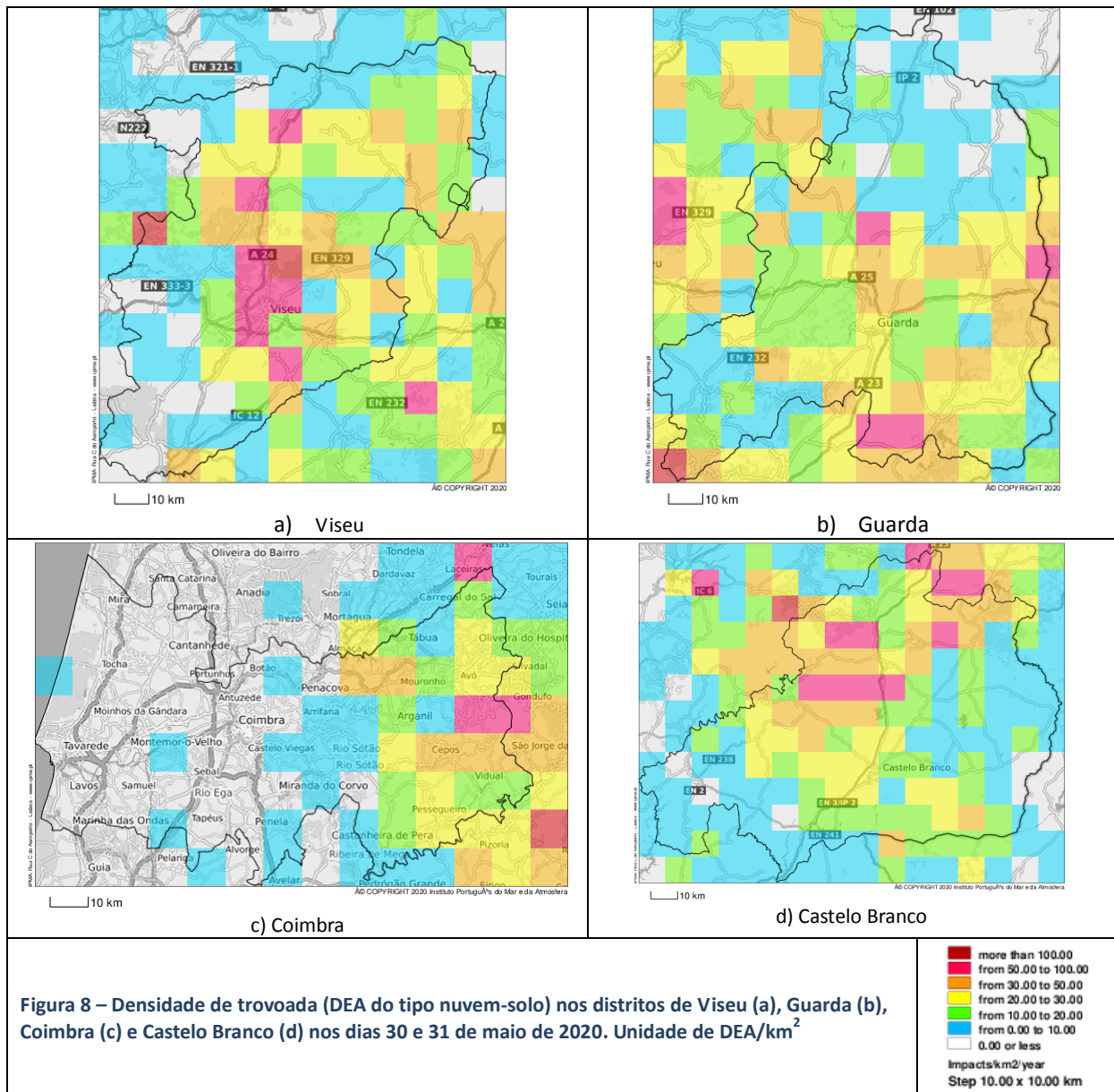


Figura 7 – Valor médio da intensidade de corrente elétrica (kA) associada às DEA (tipo nuvem-solo): a) no dia 30 de maio e b) no dia 31 de maio de 2020

Na Figura 8 (a, b, c e d) apresentam-se, respetivamente e com maior detalhe, os mapas de densidade de DEA para os distritos da Guarda, Castelo Branco, Viseu e Coimbra nos dias 30 e 31 de maio.

As células (ou pixéis) visualizadas nesta figura com a cor amarela correspondem a valores entre 20-30 DEA/km², a laranja com valores entre 30-50 DEA/km², a rosa com valores entre 50-100 DEA/km² e a vermelho com valores superiores a 100 DEA/km²; Sendo estas esporádicas, permitem identificar as regiões ou localidades mais afetadas pela ocorrência de trovoadas.



Atendendo às previsões de tempo adversas, na situação de vigilância, o IPMA emitiu vários avisos para os dias 30 e 31:

- No dia 30 de maio devido a instabilidade atmosférica no interior emitiu-se aviso amarelo de precipitação e trovoada para a tarde do mesmo dia para vários distritos;
- No dia 31, às 01:38 UTC, devido ao aumento gradual das condições de instabilidade emitiu-se aviso amarelo de trovoada e de precipitação a partir da manhã. No mesmo dia, às 12:50 UTC agravou-se para laranja o aviso de precipitação e trovoada para os distritos de Castelo Branco, Guarda, Coimbra e Viseu. Na sequência do comunicado anterior, às 16:40 UTC, agravou-se para vermelho o aviso de trovoada para os distritos de Castelo Branco e Guarda. Às 18:33 UTC terminou o aviso vermelho de trovoada para os distritos de Castelo Branco e Guarda, passando a aviso laranja.

Os avisos incluíram informação adicional da ocorrência de aguaceiros, que poderiam ser por vezes fortes e de granizo e de rajadas de vento. Apresenta-se informação detalhada na Tabela I.

Tabela I – Avisos emitidos pelo IPMA válidos para os dias 30 e 31 de maio de 2020

Nº aviso, dia e hora	Validade temporal (UTC)	Tipo de aviso	Nível de aviso	Distritos	Informação no aviso
138/2020 30 maio, 02:02 UTC	12:00 – 20:00 30 maio	Precipitação e Trovoada	Amarelo	Vila Real, Bragança, Viseu, Guarda, Castelo Branco, Santarém, Portalegre	Aguaceiros e trovoada em alguns locais que poderão ser fortes, de granizo e acompanhados de rajadas de vento
		Precipitação e Trovoada	Amarelo	Braga, Porto, Coimbra, Viana do Castelo	Aguaceiros e trovoada em alguns locais do interior que poderão ser fortes, de granizo e acompanhados de rajadas de vento
139/2020 31 maio, 01:38 UTC	11:00 – 21:00 31 maio	Precipitação	Amarelo	Vila Real, Bragança, Viseu, Guarda, Castelo Branco, Santarém, Portalegre	Aguaceiros e trovoada em alguns locais que poderão ser fortes, de granizo e acompanhados de rajadas fortes de vento
		Precipitação	Amarelo	Aveiro, Braga, Porto, Coimbra, Viana do Castelo	Aguaceiros e trovoada em alguns locais que poderão ser fortes, de granizo e acompanhados de rajadas fortes de vento
		Trovoada	Amarelo	Vila Real, Bragança, Viseu, Guarda, Castelo Branco, Santarém, Portalegre	Trovoada frequente
		Trovoada	Amarelo	Aveiro, Braga, Porto, Coimbra, Viana do Castelo	Trovoada frequente no interior
140/2020 31 maio, 07:57 UTC	11:00 – 21:00 31 maio	Agitação marítima	Amarelo	Costa sul	Mantém-se os avisos do 139/2020
141/2020 31 maio, 12:50 UTC	12:50-21:00 31 maio	Precipitação	Laranja	Coimbra	Aguaceiros e trovoada em alguns locais do interior, que poderão ser fortes, de granizo e acompanhados de rajadas fortes de vento
		Precipitação	Laranja	Viseu, Guarda, Castelo Branco	Aguaceiros e trovoada em alguns locais, que poderão ser fortes, de granizo e acompanhados de rajadas fortes de vento
		Trovoada	Laranja	Coimbra	Trovoada frequente no interior
		Trovoada	Laranja	Viseu, Guarda, Castelo Branco	Trovoada frequente
		Precipitação	Amarelo	Vila Real, Bragança, Santarém, Portalegre	Aguaceiros e trovoada em alguns locais, que poderão ser fortes, de granizo e acompanhados de rajadas fortes de vento
		Precipitação	Amarelo	Aveiro, Braga, Porto, Viana do Castelo	Aguaceiros e trovoada em alguns locais do interior, que poderão ser fortes, de granizo e acompanhados de rajadas fortes de vento
		Trovoada	Amarelo	Vila Real, Bragança, Santarém e Portalegre	Trovoada frequente
		Trovoada	Amarelo	Aveiro, Braga, Porto, Viana do Castelo	Trovoada frequente no interior
142/2020 31 maio, 16:40 UTC	16:39 – 19:00 31 maio	Trovoada	Vermelho	Guarda, Castelo Branco	Muito frequentes e excessivamente concentradas
		Precipitação	Laranja	Coimbra	Aguaceiros e trovoada em alguns locais do interior, que poderão ser fortes, de granizo e acompanhados de rajadas fortes de vento
		Precipitação	Laranja	Viseu, Guarda, Castelo Branco	Aguaceiros e trovoada que poderão ser fortes, de granizo e acompanhados de rajadas fortes de vento

		Trovoada	Laranja	Coimbra	Trovoada frequente no interior
		Trovoada	Laranja	Viseu	Trovoada frequente
		Precipitação	Amarelo	Vila Real, Bragança, Santarém e Portalegre	Aguaceiros e trovoada em alguns locais, que poderão ser fortes, de granizo e acompanhados de rajadas fortes de vento
		Precipitação	Amarelo	Aveiro, Braga, Porto, Viana do Castelo	Aguaceiros e trovoada em alguns locais do interior, que poderão ser fortes, de granizo e acompanhados de rajadas fortes de vento
		Trovoada	Amarelo	Vila Real, Bragança, Santarém e Portalegre	Trovoada frequente
		Trovoada	Amarelo	Aveiro, Braga, Porto, Viana do Castelo	Trovoada frequente no interior
	19:00 - 21:00 31 maio	Trovoada	Laranja	Guarda, Castelo Branco	Trovoada frequente
143/202 31 maio, 18:33 UTC	18:33-21:00 31 maio	Precipitação	Laranja	Coimbra	Aguaceiros e trovoada em alguns locais do interior, que poderão ser fortes, de granizo e acompanhados de rajadas fortes de vento
		Precipitação	Laranja	Viseu, Guarda, Castelo Branco	Aguaceiros e trovoada em alguns locais, que poderão ser fortes, de granizo e acompanhados de rajadas fortes de vento
		Trovoada	Laranja	Coimbra	Trovoada frequente no interior
		Trovoada	Laranja	Viseu, Guarda, Castelo Branco	Trovoada frequente
		Precipitação	Amarelo	Vila Real, Bragança, Santarém e Portalegre	Aguaceiros e trovoada em alguns locais, que poderão ser fortes, de granizo e acompanhados de rajadas fortes de vento
		Precipitação	Amarelo	Aveiro, Braga, Porto, Viana do Castelo	Aguaceiros e trovoada em alguns locais do interior, que poderão ser fortes, de granizo e acompanhados de rajadas fortes de vento
		Trovoada	Amarelo	Vila Real, Bragança, Santarém e Portalegre	Trovoada frequente
		Trovoada	Amarelo	Aveiro, Braga, Porto, Viana do Castelo	Trovoada frequente no interior

5. Análise da ocorrência de granizo/saraiva nos dias 30 e 31 de maio nas regiões Centro e Norte

5.1 Análise da ocorrência de precipitação

Após a análise dos produtos provenientes de modelos numéricos, de radares meteorológicos e de deteção de descargas elétricas atmosféricas operacionais no IPMA, recorreu-se às observações de superfície da rede de Estações Meteorológicas Automáticas (EMAs) do IPMA e da rede de estações meteorológicas automáticas da Comunidade Intermunicipal (CIM) de Viseu e Dão-Lafões para avaliação da quantidade de precipitação acumulada para o período em análise.

Na Figura 9 apresentam-se os totais da precipitação acumulada nos dias 30 (a) e 31 (b) de maio de 2020, respetivamente.

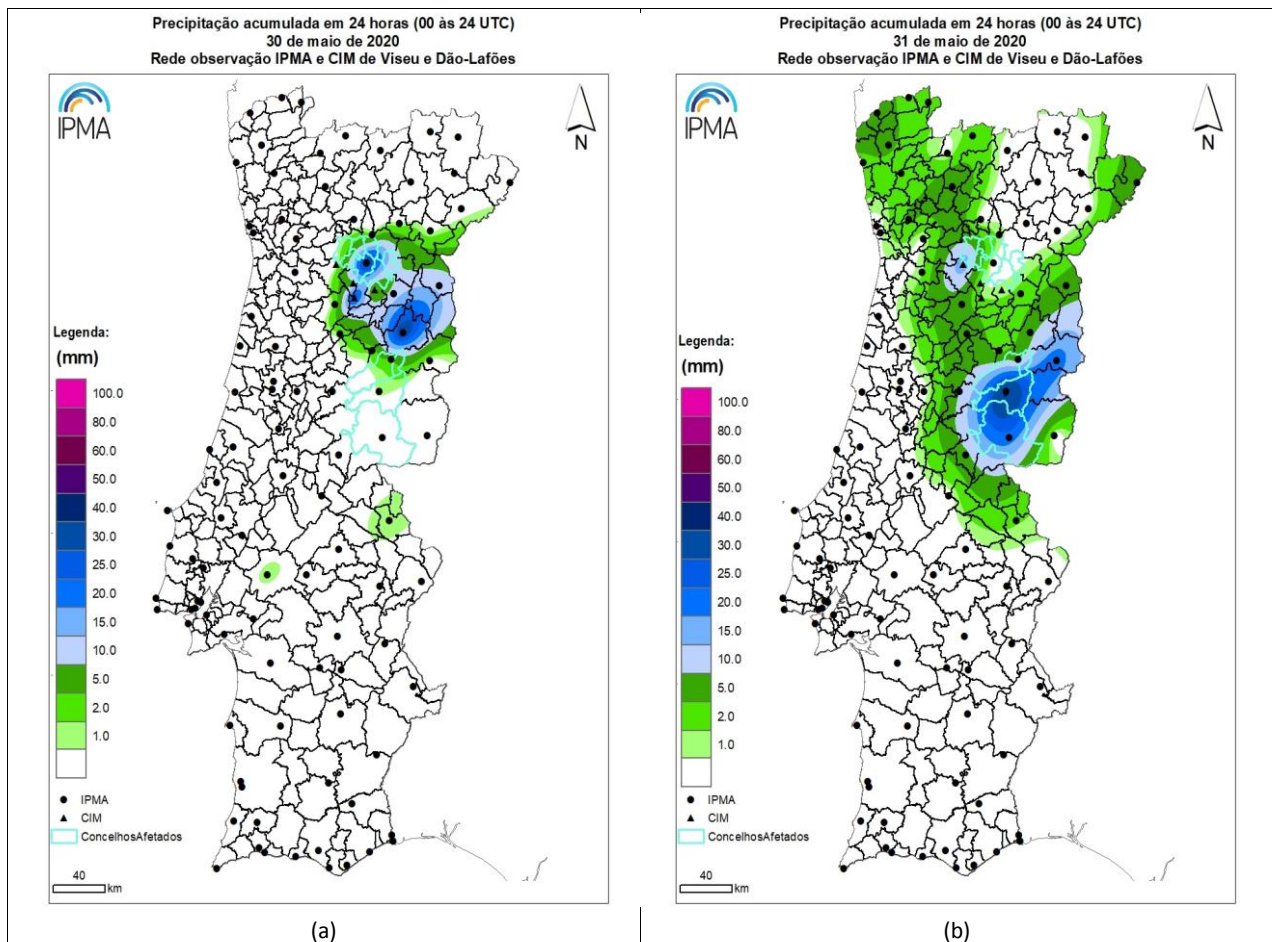


Figura 9 - Precipitação acumulada em 24 horas: (a) no dia 30 de maio; (b) no dia 31 de maio de 2020

Verifica-se que no dia 30 a precipitação ocorreu essencialmente na região interior centro. Os valores mais elevados foram registados na Guarda (38.0 mm), em Moimenta da Beira (36.5 mm) e Sátão (29.0 mm). Neste dia observou-se ainda precipitação, em menor quantidade, nos concelhos de Portalegre e Coruche.

No dia 31 a precipitação ocorreu numa região mais vasta incluindo o noroeste do continente, uma faixa interior do nordeste e, estendendo-se para sul, abrangendo os concelhos em análise, onde se verificam os maiores valores da quantidade de precipitação acumulada. Salientam-se os valores máximos de precipitação acumulada neste dia registados no Fundão (43.2 mm) e em Sabugal (23.8 mm).

Com base nesta análise identificaram-se na região Norte, na sub-região do Douro Sul, os seguintes concelhos e as estações meteorológicas mais próximas:

- Armamar: Sem estação no concelho, mais próxima Pinhão (IPMA);
- Moimenta da Beira: estação IPMA de Moimenta da Beira;
- Tarouca: Sem estação no concelho, mais próxima é Castro Daire/Mézio (CIM Viseu Dão Lafões);
- Lamego: Sem estação no concelho, mais próxima é Castro Daire/Mézio (CIM Viseu Dão Lafões);
- Penedono: Sem estação no concelho, mais próxima é Moimenta da Beira (IPMA);
- Sernancelhe: Sem estação no concelho, mais próxima é Vila Nova do Paiva e Aguiar da Beira (CIM Viseu Dão Lafões);
- Tabuaço: Sem estação no concelho, mais próxima é Pinhão (IPMA).

Na zona Centro, região de Cova da Beira, foram identificados os seguintes concelhos e estações meteorológicas:

- Castelo Branco: estação do IPMA, Castelo Branco;
- Belmonte: Sem estação no concelho, mais próxima é Aldeia do Souto (IPMA);
- Covilhã: Covilhã e Aldeia do Souto (IPMA);
- Fundão: estação do IPMA, Fundão.

Das estações meteorológicas identificadas, não foi utilizada a estação da Covilhã, uma vez que não se encontrava em funcionamento no mês de maio. Foram ainda adicionadas à análise as estações localizadas em concelhos vizinhos dos identificados anteriormente, nomeadamente as estações de Guarda, Sabugal e Proença-a-Nova da rede IPMA e Satão da rede CIM Viseu Dão Lafões.

De modo a analisar mais detalhadamente a precipitação observada nas regiões Centro e Norte identificadas recorreu-se a um *subset* da rede EMA do IPMA e da rede CIM de Viseu Dão Lafões que se apresenta na Tabela II.

Tabela II -Subset de Estações Meteorológicas Automáticas (EMA) do IPMA e CIM Viseu Dão-Lafões

Num	Nome	Tipo	Lat (°)	Lon (°)	Alt (m)
560	Viseu - Aeródromo	20	40.7148	-7.8959	644
567	Vila Real - Aeródromo	20	41.2742	-7.7171	561
568	Penhas Douradas - Observatório	20	40.4114	-7.5587	1380
570	Castelo Branco	20	39.8394	-7.4787	386
637	Mogadouro	21	41.3351	-6.7263	644
644	Carrazêda de Ansiães	21	41.2430	-7.2993	715
654	Moncorvo	21	41.1899	-7.0185	600
655	Pinhão	21	41.1728	-7.5490	130
663	Moimenta da Beira	21	40.9857	-7.6039	715
666	Trancoso - Bandarra	21	40.7812	-7.3574	840
671	Figueira de Castelo Rodrigo - V.Torpim	21	40.8303	-6.9408	635
683	Guarda	21	40.5286	-7.2787	1020
685	Nelas	21	40.5235	-7.8555	425
686	Pampilhosa da Serra	21	40.1455	-7.9271	836
690	Aldeia Souto - Quinta Lageosa	21	40.3543	-7.3893	468
698	Fundão	21	40.1406	-7.5036	493
800	Sabugal - Martim Rei	21	40.3392	-7.0369	858
803	Zebreira	21	39.8496	-7.0686	374
806	Proença-a-Nova - Moitas	21	39.7286	-7.8706	379
566	Vila Real - Cidade	24	41.3090	-7.7405	481
675	Viseu - Cidade	24	40.6627	-7.9040	443
3011	Aguiar da Beira	21	40.8120	-7.5337	741
3012	Carregal do Sal	21	40.4672	-7.9263	337
3013	Castro Daire - Mézio	21	40.9809	-7.8832	930
3014	Mangualde - Chãs de Tavares	21	40.6110	-7.6084	638
3015	Nelas - Vilar Seco	21	40.5658	-7.8369	436
3017	Penalva do Castelo	21	40.6571	-7.6966	461
3020	Satão	21	40.7607	-7.7202	706
3022	Vila Nova do Paiva	21	40.8560	-7.7272	826

Apresentam-se na Tabela III os máximos de precipitação acumulada (mm) observados nestas estações em períodos curtos (10, 30 e 60 minutos) nos dias 30 e 31 de maio de 2020.

Verifica-se que a ocorrência de precipitação nos dias 30 e 31 de maio se verificou essencialmente durante a tarde destes dois dias: no dia 30 entre as 14 e as 18 UTC, e no dia 31 entre as 14 e as 20 UTC. No dia

30 os valores máximos da precipitação acumulada em 10, 30 e 60 minutos ocorreram na Guarda e no dia 31, ocorreram no Fundão. Observou-se em 60 min um acumulado de precipitação de 36.7 mm na Guarda e de 38.8 mm no Fundão. Salienta-se, ainda, a quantidade de precipitação nas estações de Moimenta da Beira e de Satão que, no dia 30, registaram um acumulado de precipitação em 60 min de 33.2 e 28.0 mm, respetivamente.

Tabela III – Máximos de precipitação acumulada (mm) observados na rede de estações de superfície em períodos curtos (10, 30 e 60 minutos) nos dias 30 e 31 de maio de 2020

Estação	Dia 30						Dia 31					
	Max 10 min		Max 30 min		Max 60 min		Max 10 min		Max 30 min		Max 60 min	
	(mm)	Período (hh:mm UTC)	(mm)	Período (hh:mm UTC)	(mm)	Período (hh:mm UTC)	(mm)	Período (hh:mm UTC)	(mm)	Período (hh:mm UTC)	(mm)	Período (hh:mm UTC)
Castelo Branco (IPMA)	0.1	14:20_14:30 14:30_14:40	0.2	14:10_14:40 14:20_14:50	0.2	13:40_14:40 13:50_14:50 14:00_15:00 14:10_15:10 14:20_15:20	6.6	16:30_16:40	11.0	16:20_16:50	16.4	16:10_17:10
Pinhão (IPMA)	0.5	17:30_17:40	0.9	17:30_18:00	1.3	17:30_18:30	0.5	15:00_15:10	0.9	14:50_15:20 15:00_15:30	1.2	14:30_15:30 14:40_15:40
Moimenta da Beira (IPMA)	11.9	15:30_15:40	23.9	15:20_15:50	33.2	15:20_16:20	0.1	20:00_20:10	0.1	19:40_20:10 19:50_20:20 20:00_20:30	0.1	19:10_20:10 19:20_20:20 19:30_20:30 19:40_20:40 19:50_20:50 20:00_21:00
Aldeia Souto /Quinta Lageosa (IPMA)	2.3	14:50_15:00	4.6	14:50_15:20	4.7	14:30_15:30 14:40_15:40 14:50_15:50	1.1	16:00_16:10	2.1	18:10_18:40 18:20_18:50	3.4	18:10_19:10
Aguiar da Beira (CIM)	1.2	17:10_17:20	3.1	17:10_17:40	3.5	17:10_18:10	0.3	19:20_19:30	0.6	19:00_19:30 19:10_19:40	1.0	18:40_19:40
Castro Daire (CIM)	0.0		0.0		0.0		8.5	19:10_19:20	16.0	19:00_19:30	16.8	18:40_19:40 18:50_19:50 19:00_20:00
Vila Nova do Paiva (CIM)	3.4	17:10_17:20	6.6	17:00_17:30	7.4	16:50_17:50	1.0	19:00_19:10	1.7	19:00_19:30	1.7	18:30_19:30 18:40_19:40 18:50_19:50 19:00_20:00
Fundão (IPMA)	0.5	14:40_14:50 15:20_15:30	0.7	15:00_15:30 15:10_15:40	1.3	14:40_15:40	21.4	15:10_15:20	36.3	15:10_15:40	38.8	15:00_16:00
Guarda (IPMA)	22.7	15:20_15:30	34.6	15:20_15:50	36.7	14:50_15:50	2.0	19:10_19:20	4.3	19:10_19:40	4.8	18:40_19:40 18:50_19:50
Sabugal* (IPMA)	0.0		0.0		0.0		8.4	16:00_16:10	14.8	15:40_16:10 15:50_16:20	15.1	15:50_16:50
Satão (CIM)	10.2	17:30_17:40	24.1	17:20_17:50	28.0	17:00_18:00	0.8	18:50_19:00	1.7	18:40_19:10	2.0	18:30_19:30 18:40_19:40
Proença-a-Nova (IPMA)	0.0		0.0		0.0		3.6	16:10_16:20	8.2	15:50_16:20	8.7	15:30_16:30 15:40_16:40 15:50_16:50

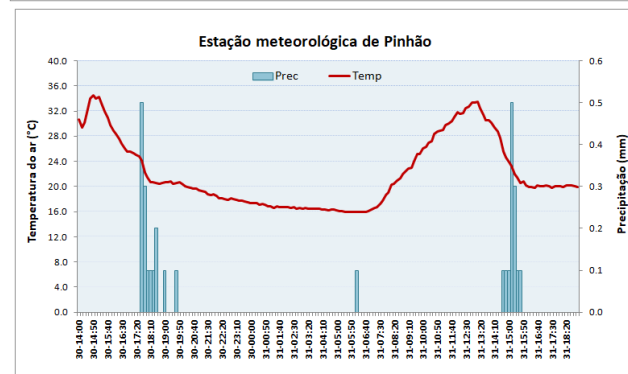
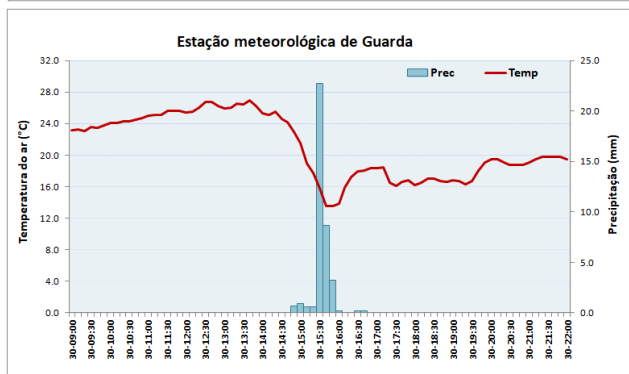
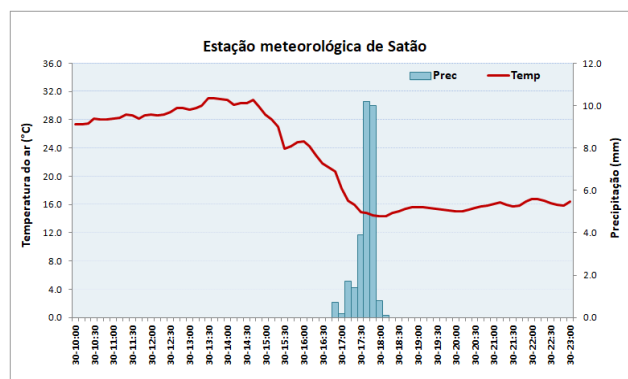
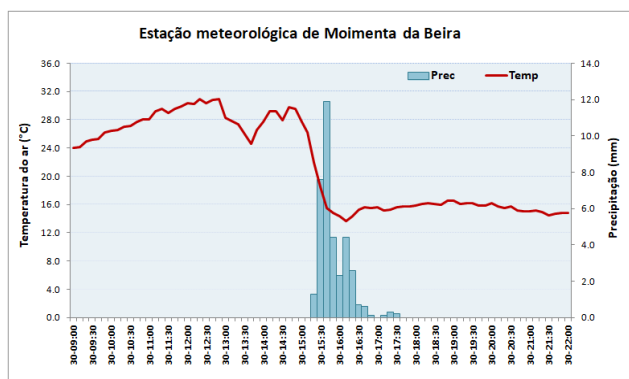
* estação meteorológica com falha de dados entre as 16:20 e as 16:40 UTC do dia 31

Quando se verifica precipitação deste tipo de hidrometeoro, granizo ou saraiva, em especial se se formar uma coluna de ar descendente contendo pedras de granizo com concentração e/ou tamanho suficientemente grandes ocorre um significativo efeito de arrastamento de ar da própria nuvem, proveniente de níveis elevados e onde a temperatura é extremamente baixa, para níveis inferiores. O ar é, literalmente, arrastado pelo granizo em queda, o que também altera o nível da isotérmica zero na própria massa nebulosa relativamente às suas vizinhanças.

Por outro lado, um efeito de arrefecimento evaporativo resultante da mistura entre ar da nuvem e ar não saturado, em níveis médios e altos, pode também contribuir para que o ar que chega à superfície, seja suficiente para baixar sensivelmente a temperatura do ar. Normalmente, este efeito é de, apenas, alguns graus em relativamente pouco tempo.

De modo a identificar se nos locais referenciados ou em localizações próximas a precipitação poderia ter ocorrido sob a forma de granizo, foram analisadas as observações conjuntas da temperatura e da precipitação em intervalos de 10 min. Na Figura 10 apresenta-se a variação da temperatura e os valores de precipitação registados de 10 em 10 minutos em alguns períodos dos dias 30 e 31 de maio nas estações meteorológicas da rede IPMA: Moimenta da Beira, Aldeia do Souto, Guarda, Fundão, Sabugal, Castelo Branco e Proença-a-Nova; e da rede CIM de Viseu Dão Lafões: Castro Daire, Vila Nova de Paiva e Aguiar da Beira.

Neste evento a ocorrência de precipitação foi, em geral, acompanhada de uma descida da temperatura. Por exemplo, em Moimenta da Beira, verificou-se uma descida de temperatura de cerca de 4 °C em 10 min (entre as 15:10 e as 15:20 UTC). O facto permite antever que, em algumas estações, a precipitação possa ter ocorrido sob a forma de granizo.



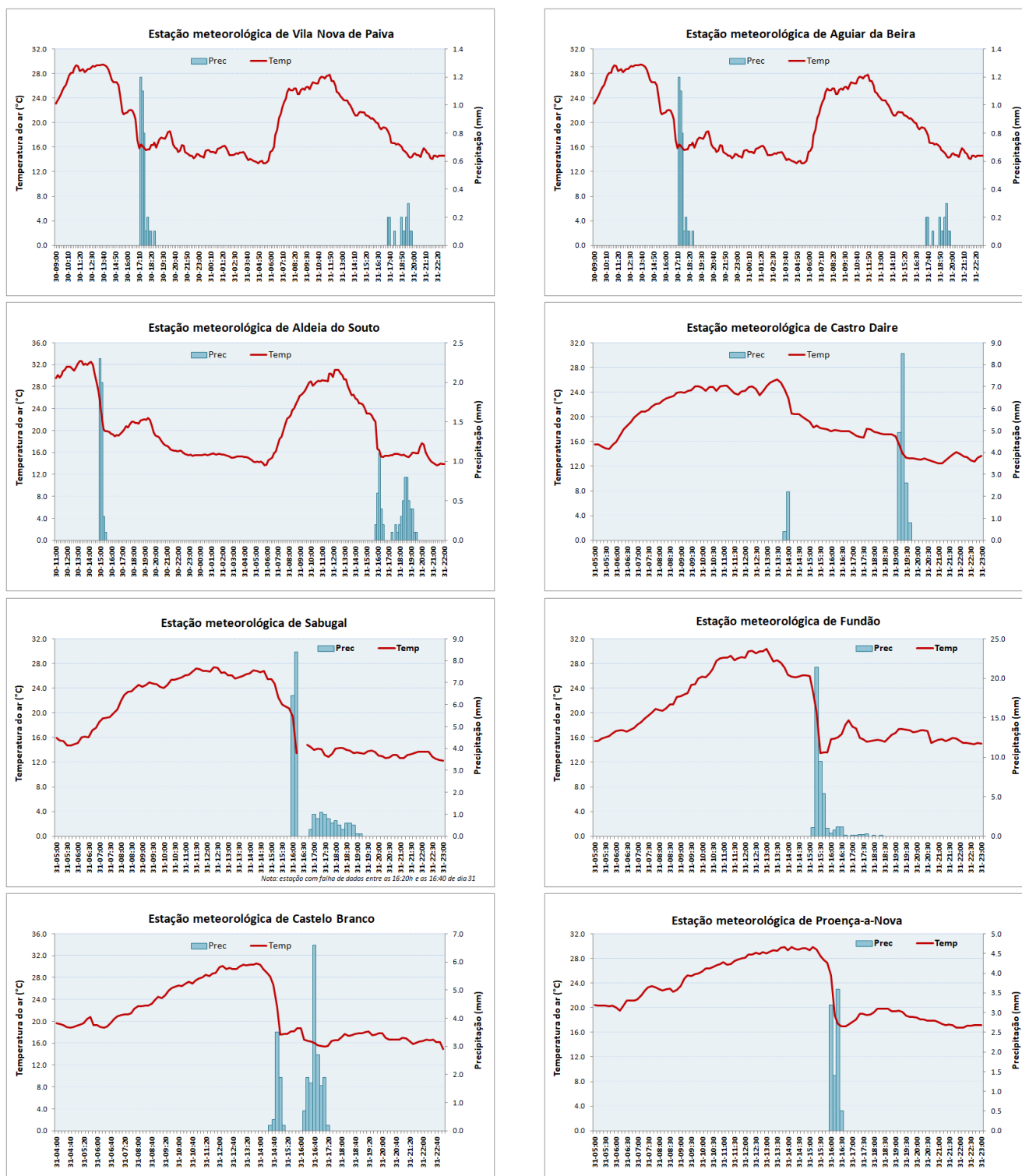


Figura 10 – Valores da quantidade de precipitação (mm) e temperatura do ar (°C) registados nos dias 30 e 31 de maio 2020 com base nos dados de 10 em 10 minutos, nas estações automáticas de Moimenta da Beira, Aldeia do Souto, Guarda, Fundão, Sabugal, Castelo Branco e Proença-a-Nova (rede IPMA) e nas nas estações automáticas de Castro Daire, Vila Nova de Paiva e Aguiar da Beira (rede CIM Viseu Dão Lafões)

Deve referir-se que, em situações de queda de granizo, duas questões importantes se colocam à observação de superfície e que podem originar uma subestima dos valores de precipitação acumulada:

- Uma consiste no tempo que as pedras demoram a derreter, com consequências para algum desfasamento temporal admissível na observação da precipitação;
- Outra corresponde ao facto de ser admissível que parte das pedras não fiquem concentradas na boca do udómetro pela intensa queda de granizo.

Deste modo, tentando aferir se nos locais referenciados ou em localizações próximas a precipitação ocorreu, efetivamente em queda de granizo, foram analisadas as imagens de radar.

5.2 Análise da ocorrência de granizo através das imagens de radar

No sentido de relacionar os campos da precipitação ocorrida com a queda de granizo foi seguido um método para avaliar a prevalência deste fenómeno sobre a região. Utilizou-se o sistema de radar de Arouca/Pico do Gralheiro (A/PG), único do território do continente com tecnologia de polarização dupla, que permite a identificação de granizo. Dentro do período de interesse foram identificadas duas janelas temporais em que ocorreu precipitação, nomeadamente os intervalos de tempo compreendidos entre as 12:30 e as 19:00 UTC de 30 de maio e entre as 11:00 e as 19:00 UTC de 31 de maio. Para estas duas janelas foram consideradas todas as observações do radar de A/PG (PPI de baixa elevação), executadas com uma periodicidade de 10 minutos.

Foram seguidas duas abordagens, na interpretação destes dados. Na primeira, é feita a relação visual entre os dados das estações, e os locais onde foram identificados, pelo algoritmo do radar, pixéis de granizo.

Na segunda, é feita a contabilização, para cada um dos intervalos dos pixéis de cada imagem classificados como granizo, num alcance aproximado de 150 km em redor do radar. A classificação utilizada foi efetuada pelo correspondente algoritmo, tendo-se considerado que a prevalência de granizo numa base pixel a pixel foi proporcional à frequência de observações radar classificadas pelo respetivo algoritmo como tal, em cada pixel. Essa frequência é apresentada como “nº de observações de granizo” nos respetivos mapas em que se representa a prevalência de granizo.

Nas Figuras 11a) e 11b) apresentam-se as imagens do produto Hidroclass do radar de Arouca nos dias 30 e 31, respetivamente. Este produto, fazendo uso da dupla polarização, horizontal e vertical, permite identificar o tipo de hidrometeoro presente (chuva, neve, neve molhada, graupel, granizo). Em ambos os dias é possível detetar áreas com granizo próximas das estações identificadas e analisadas em 4.1. Em **Anexos** apresentam-se todas as imagens de radar no período 12:30 – 19:00 UTC do dia 30 e no período 11:00 – 20:40 UTC do dia 31 (A1 e A2 do dia 30, B1 e B2 do dia 31).

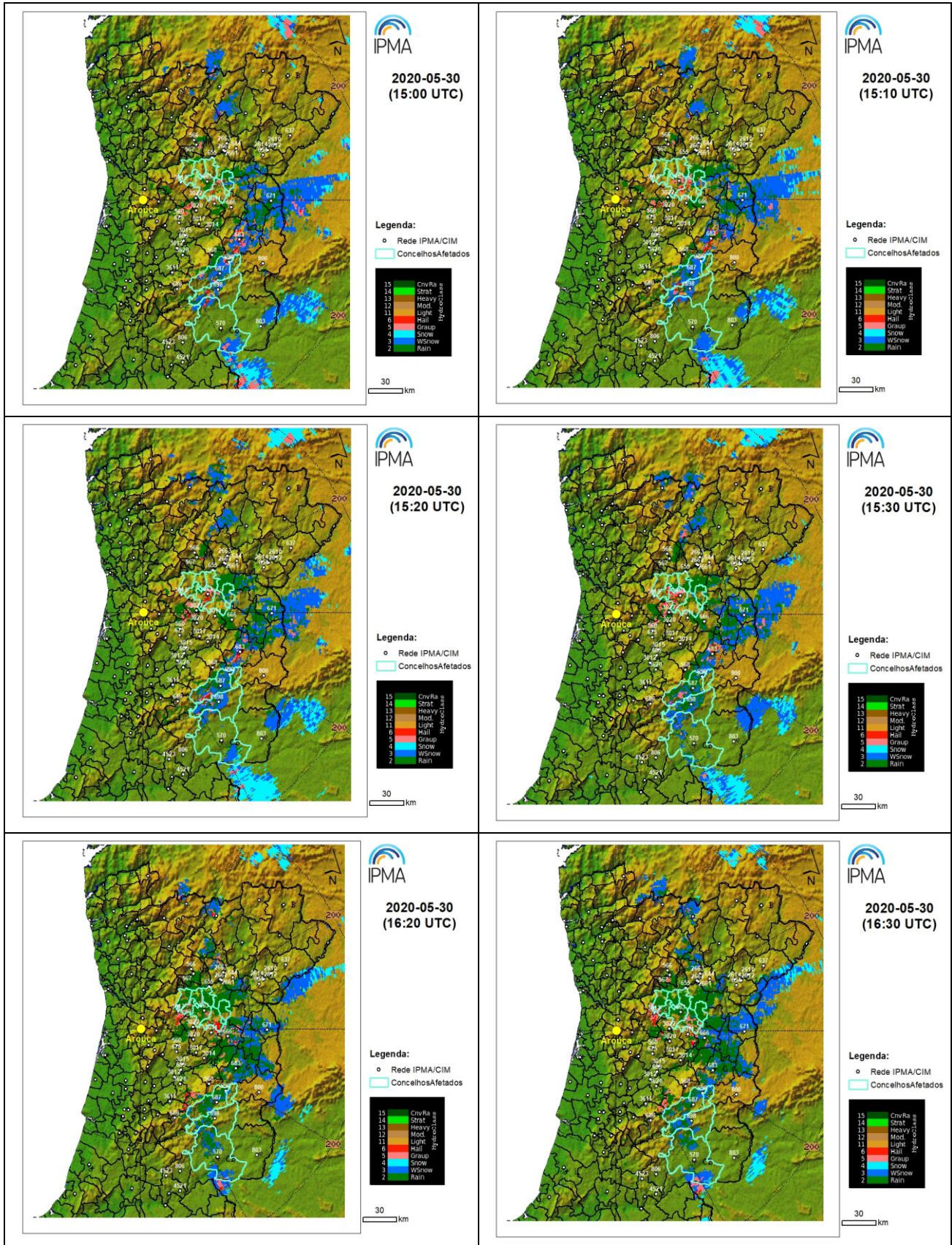


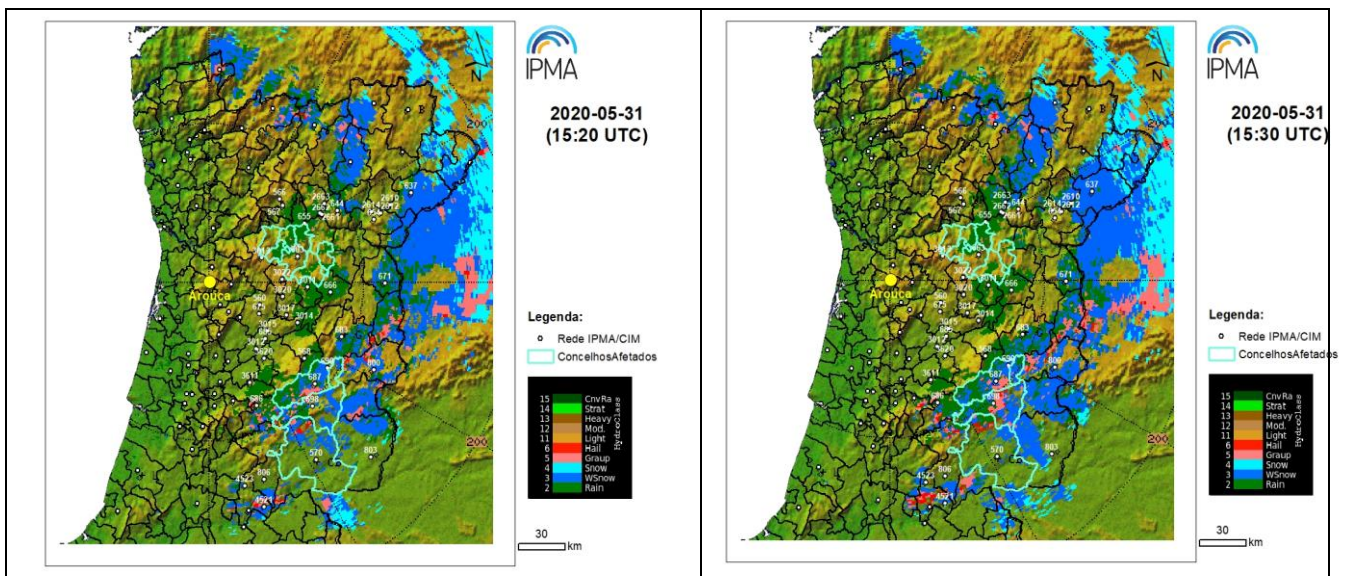
Figura 11a) Produto Hidroclass, radar de Arouca/PG; Exemplos de imagens de dia 30 de maio 2020

Da análise do dia 30 destacam-se os seguintes períodos em que se identifica ocorrência de granizo:

- Na imagem das 15 UTC identificam-se áreas de granizo próximo das estações de Guarda (683) e Aldeia do Souto (690) o que está de acordo com a ocorrência de precipitação, conjuntamente com a descida de temperatura que se verificou nesses locais;
- Entre as 15:20 e as 15:30 UTC foram identificadas áreas com granizo nas proximidades das estações meteorológicas de Vila Nova de Paiva (3011) e Moimenta da Beira (663). Em relação a Moimenta da Beira e de acordo com a figura 8, registaram-se valores de precipitação e verificou-se uma descida acentuada da temperatura;
- Nas imagens de radar das 16:20 e 16:30 UTC identificam-se áreas de granizo próximo das estações de Castro Daire (3013) e Aguiar da Beira (3011).

No dia 31 destacam-se os seguintes períodos com ocorrência de granizo:

- Nas imagens entre as 15:20 e as 15:50 UTC identificam-se áreas de granizo próximo das estações de Sabugal (800), Fundão (698) e Proença-a-Nova (806), estando de acordo com a ocorrência de precipitação e com descida de temperatura que se verificou nesses locais;
- Nas imagens de radar das 16:20 e 16:30 UTC identificam-se áreas de granizo próximo da estação de Castelo Branco (570), onde também se verificou ocorrência de precipitação e descida da temperatura do ar.



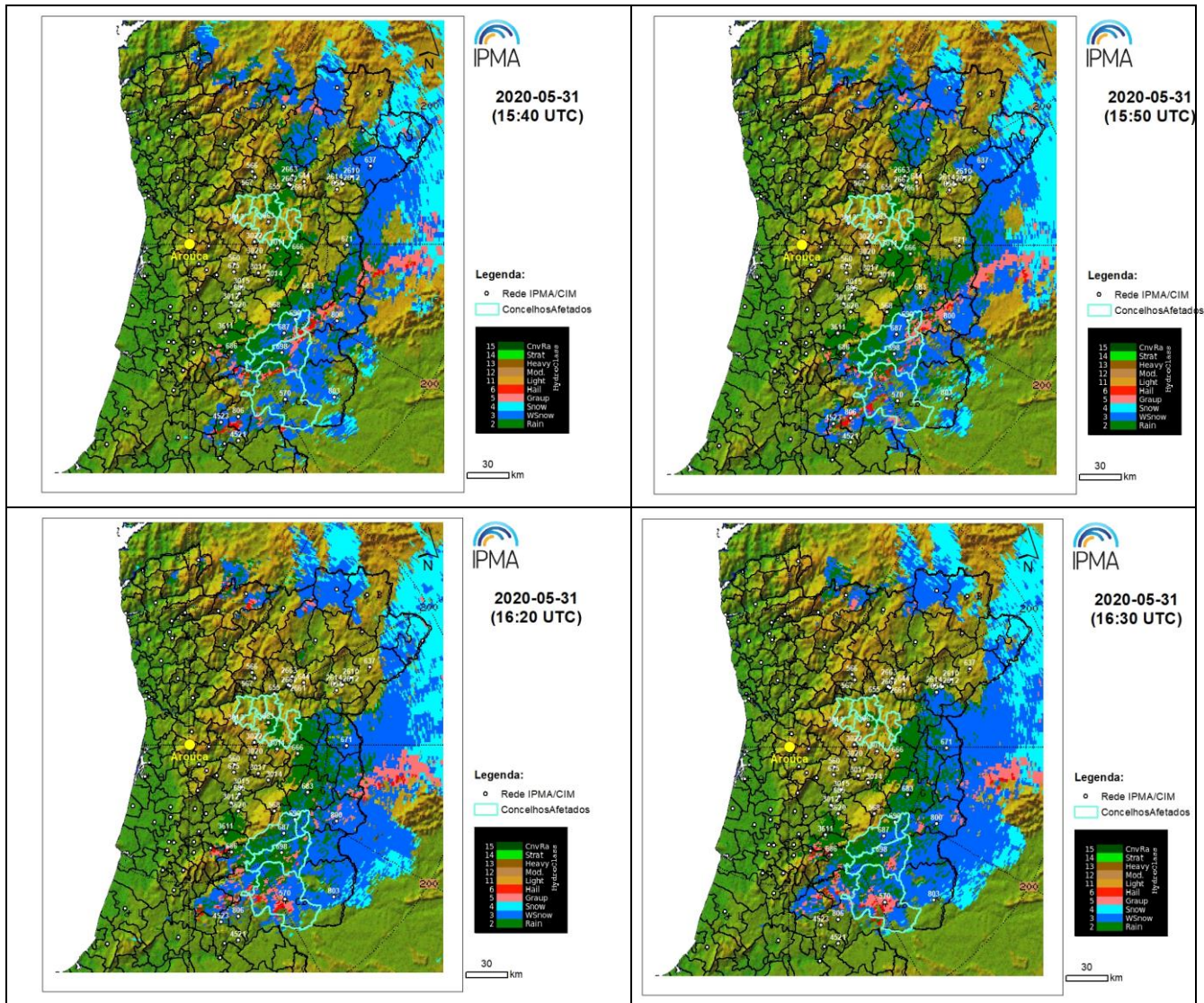


Figura 11b) Produto Hidroclass, radar de Arouca/PG; Exemplos de imagens de dia 31 de maio 2020

Na Figuras 12a) e 12b) são apresentados os mapas de prevalência de granizo, conforme detalhado acima, nos dias 30 e 31 de maio, respetivamente.

Da análise destes mapas observa-se ocorrência de granizo em múltiplos instantes dos períodos analisados, nos concelhos identificados a azul (Armamar, Moimenta da Beira, Tarouca, Lamego, Penedono, Sernancelhe e Tabuaço na região Norte; e Castelo Branco, Belmonte, Covilhã e Fundão na região Centro). Independentemente de haver outros locais com prevalência superior, por ex. Mora (Évora) e Avis (Portalegre) no dia 30, a sua ocorrência poderá não ter causado o mesmo nível de danos. Por outro lado, em zonas afastadas mais do que 150 km do radar de Arouca, a observação é feita a grande altitude, pelo que a identificação de granizo poderá corresponder a granizo que não tenha chegado a tocar o chão.

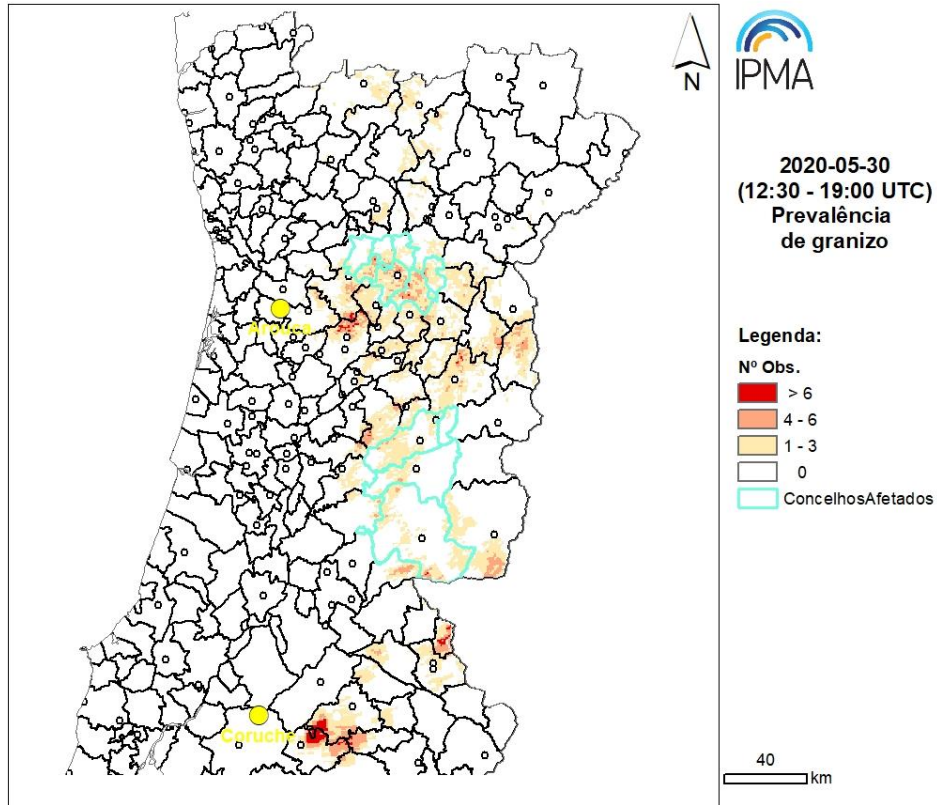


Figura 12a) Prevalência de granizo no dia 30 de maio, a partir de dados do radar de Arouca/PG

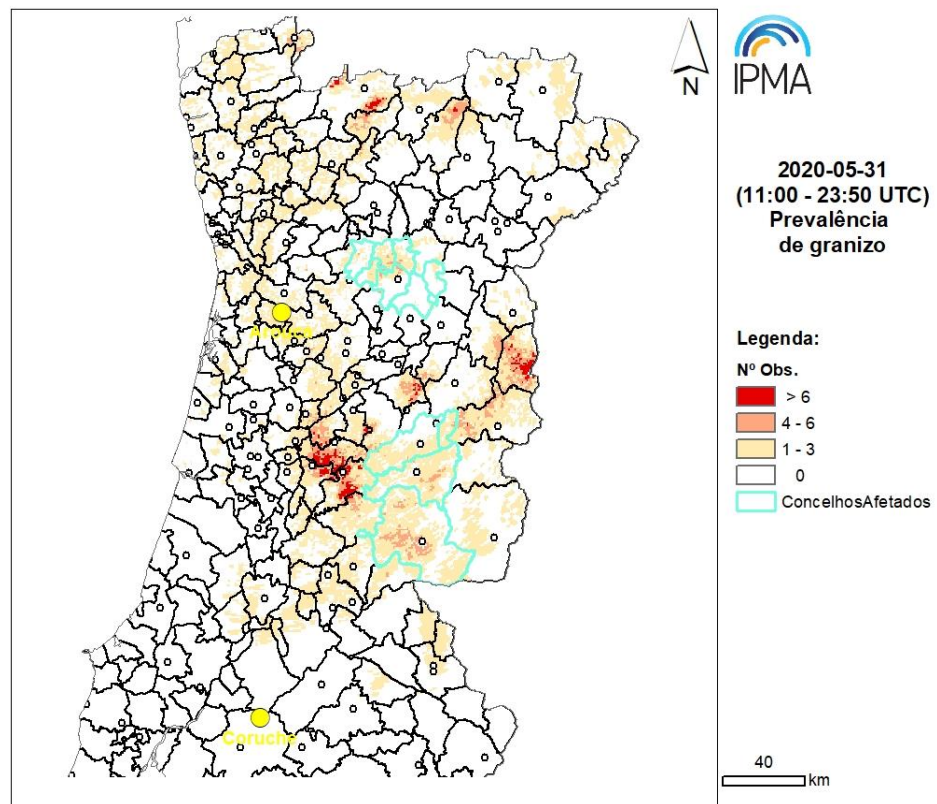


Figura 12b) Prevalência de granizo no dia 31 de maio, a partir de dados do radar de Arouca/PG

6. Considerações finais

O presente relatório teve como objetivo analisar as condições meteorológicas dos dias 30 e 31 de maio de 2020 que originaram queda de granizo e saraiva, tendo sido alguns eventos reportados pela comunicação e redes sociais. Foi também solicitada, pelo GPP, uma análise detalhada da queda de granizo nestes dias de modo a verificar regiões/concelhos mais afetados com conhecimento de relatos prévios.

Entre outros fatores, a instabilidade atmosférica originada pelo forte aquecimento à superfície originou, a partir da tarde do dia 30, nas regiões do interior Norte e Centro, condições favoráveis à ocorrência de convecção profunda com uma elevada probabilidade de queda de granizo no solo. O nível de instabilidade atmosférica aumentou no dia 31, tendo a convecção atingido também o litoral das regiões Norte e Centro.

Foram emitidos avisos meteorológicos de nível amarelo para precipitação e trovoadas, associados à ocorrência de aguaceiros que poderiam ser por vezes fortes, de granizo e acompanhados de rajadas de vento para a tarde do dia 30. No dia 31 agravaram-se para laranja os mesmos avisos para os distritos de Castelo Branco, Guarda, Coimbra e Viseu e, posteriormente para vermelho, para os distritos de Castelo Branco e Guarda.

Nas estações meteorológicas clássicas as observações de granizo/saraiva são efectuadas visualmente. Sendo o número destas estações insuficiente para obter uma abrangência geográfica de fenómenos muito localizados foi utilizada a rede de estações meteorológicas automáticas. No entanto, como estas não têm observações de hidrometeoros torna-se necessário recorrer a outros métodos de análise, de modo a confirmar se a precipitação observada poderá ser, efetivamente, de granizo ou saraiva. Para além dos modelos numéricos, ferramentas de observação como o radar meteorológico e os detetores de descargas elétricas atmosféricas permitem aferir sobre o tipo de evento e a sua abrangência espacial.

A análise espacial da quantidade de precipitação diária, em conjunto com as análises das observações de radar e das descargas elétricas permite identificar como mais afetada a região interior Centro no dia 30. No dia 31 a situação meteorológica abrange também o litoral Norte e Centro.

No dia 30 os valores máximos da precipitação diária ocorreram na Guarda (38.0 mm), em Moimenta da Beira (36.5 mm) e no Sátão (29.0 mm). No dia 31 a precipitação ocorreu numa região mais vasta, tendo sido registados os máximos de precipitação acumulada no Fundão (43.2 mm) e no Sabugal (23.8 mm).

Neste evento a ocorrência de precipitação foi, em geral, acompanhada de uma descida acentuada da temperatura facto que, juntamente com a identificação do tipo de hidrometeoro pelo radar, permite antever que, em algumas estações, a precipitação possa ter ocorrido sob a forma de granizo.

Através da análise das imagens de radar foi possível identificar e confirmar a ocorrência deste tipo de nomeadamente: Guarda, Aldeia do Souto, Vila Nova de Paiva, Moimenta da Beira, Castro Daire e Aguiar da Beira no dia 30; Sabugal, Fundão, Proença-a-Nova e Castelo Branco no dia 31.

A prevalência de granizo em cada pixel, identifica também em múltiplos instantes dos períodos analisados nos dois dias, os concelhos de Armamar, Moimenta da Beira, Tarouca, Lamego, Penedono, Sernancelhe e Tabuaço na região Norte; e Castelo Branco, Belmonte, Covilhã e Fundão na região Centro.