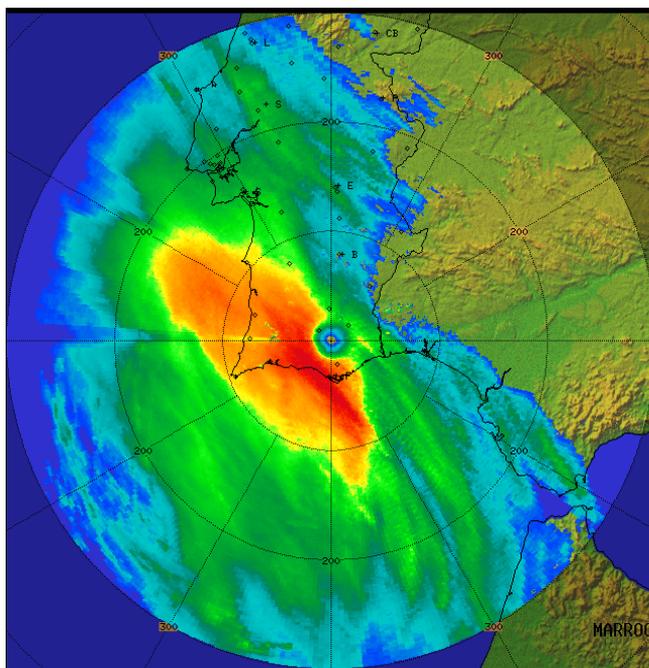


Relatório Técnico

DivMV-DivCA 01/2016

Precipitação Intensa no Algarve Situações de 01 de novembro de 2015 e 28/29 de setembro de 2008



Divisão de Previsão Meteorológica, Vigilância e Serviços Espaciais (DivMV)
Divisão de Clima e Alterações Climáticas (DivCA)

IPMA, fevereiro 2016

Índice

1. Objetivos e estrutura do trabalho	6
2. Análise meteorológica	6
2.1 Situação de 1 de novembro de 2015	6
2.2 Situação de 28-29 de setembro de 2008	10
3. Vento	13
3.1 Situação de 1 de novembro de 2015	13
3.2 Comparação com o episódio de 28 e 29 de setembro 2008	15
4. Descargas elétricas atmosféricas	17
5. Produtos de satélite	19
6. Análise da precipitação	23
6.1 Análise dos valores de precipitação observados na rede de estações automáticas	23
6.1.1 Situação de 1 de novembro de 2015	23
6.1.1.1 Comparação com histórico	26
6.1.1.2 Períodos de retorno	26
6.1.2 Situação de 28 e 29 de setembro de 2008	27
6.1.2.1 Comparação com histórico e com 1 de novembro 2015	29
6.1.2.2 Períodos de retorno	30
6.2 Análise do campo da precipitação obtido com radar meteorológico	30
6.2.1 Situação de 1 de novembro de 2015	31
6.2.2 Situação de 28 e 29 de setembro de 2008	38
6.2.3 Comparação entre os dois episódios	51
6.3 Estimativas da precipitação obtidas com ajustamento radar-udómetro	52
6.3.1 Análise espacial dos valores de precipitação	55
6.3.1.1 Episódio de 1 de novembro de 2015	55
6.3.1.2 Episódio de 28 de setembro de 2008	56
7. Conclusões	58
Anexos	61
Anexo 1 - Tabela com coordenadas das estações meteorológicas IPMA/APA e respetiva localização na região do Algarve	62
Anexo 2 - Tabela com valores máximos do vento médio e rajada no Continente nos dias 1 de novembro de 2015 e 28 e 29 de setembro de 2008	64
Anexo 3 - Mapas de Precipitação	66

Índice de Figuras

Fig. 1 – Análises do modelo do ECMWF do dia 31/10/2015: - Análise das 00 UTC: (a) Geopotencial (isolinhas em intervalos de 4 damgp - a preto), temperatura (em °C - a sombreado) e vento (em kt) aos 500 hPa; (b) Pseudo-temperatura potencial do termómetro molhado (°C) aos 850 hPa e pressão ao nível médio do mar (isóbaras em intervalos de 4 hPa). - Análise das 12 UTC: (c) Pseudo-temperatura potencial do termómetro molhado (°C) aos 850 hPa e pressão ao nível médio do mar (isóbaras em intervalos de 4 hPa).	7
Fig. 2 – Análises das 00 UTC do modelo do ECMWF do dia 31/10/2015: (a) Campo da pressão ao nível médio do mar (isóbaras em intervalos de 4 hPa) e vento (em kt) a 10 metros; (b) Geopotencial (isolinhas em intervalos de 4 damgp - a preto), temperatura (em °C - a sombreado) e vento (em kt) aos 500 hPa.	8
Fig. 3 – Análises das 12 UTC do modelo do ECMWF do dia 01/11/2015: (a) Pseudo-temperatura potencial do termómetro molhado (°C) aos 850 hPa e pressão ao nível médio do mar (isóbaras em intervalos de 4hPa); (b) Vento (> 30 kt) e Isotáxicas (> 60 kt) aos 300 hPa; (c) Velocidade vertical aos 700 hPa (Pa s ⁻¹); (d) Índice de estabilidade Jefferson (isotérmicas de 2°C).	9
Fig. 4 – Produto radar RAIN1: valores horários de precipitação (mm) estimados para as 11 UTC com recurso ao radar de Loulé/CC.	9
Fig. 5 – Análises das 12 UTC do modelo do ECMWF do dia 27/09/2008: (a) Geopotencial (isolinhas em intervalos de 4 damgp - a preto), temperatura (em °C - a sombreado) e vento (em kt) aos 500 hPa; (b) Pseudo-temperatura potencial do termómetro molhado (°C) aos 850 hPa e pressão ao nível médio do mar (isóbaras em intervalos de 4 hPa); (c) Índice de estabilidade Jefferson (isotérmicas de 2°C).	10
Fig. 6 – Produto radar MAXZ (dBZ): (a) imagem das 06 UTC (radar de Loulé/CC); (b) imagem das 16 UTC (radar de Coruche/CL).	11
Fig. 7 – Análises do modelo do ECMWF: - 00 UTC do dia 28/09/2008: (a) Pressão ao nível médio do mar (isóbaras em intervalos de 4 hPa - linhas contínuas a azul) e geopotencial aos 500 hPa (isolinhas em intervalos de 4 damgp - linhas descontínuas a vermelho); (b) Integral da convergência de humidade específica na baixa troposfera (x10 g m ⁻² s ⁻¹); (c) Velocidade vertical aos 700 hPa (Pa s ⁻¹); (d) Índice de estabilidade Jefferson (isotérmicas de 2°C). - 00 UTC do dia 29/09/2008: (e) Os mesmos campos que na alínea (a).	12
Fig. 8 – Produto radar MAXZ (dBZ): imagem das 08:20 UTC do dia 28 (radar de Loulé/CC). É possível visualizar na região de Faro e no Atlântico adjacente uma estrutura convectiva de mesoscala em forma de arco.	13
Fig. 9 – Intensidade média do vento em 10 minutos.	14
Fig. 10- Maiores valores do vento máximo instantâneo (rajada).	15
Fig. 11 – Intensidade média do vento em 10 minutos, entre as 00:00 UTC de 28 de setembro de 2008 e as 12:00 UTC de 29 de setembro de 2008.	16
Fig. 12 - Maiores valores do vento máximo instantâneo (rajada), entre as 00:00 UTC de 28 de setembro de 2008 e as 12:00 UTC de 29 de setembro de 2008.	16
Fig. 13 – Descargas elétricas atmosféricas 1 de novembro de 2015 (00:00 - 24:00 UTC).	17
Fig. 14 – Descargas elétricas atmosféricas de 1 de novembro de 2015 (08:00 - 15:00 UTC).	18
Fig. 15 – Descargas elétricas atmosféricas do dia 28 de Setembro de 2008 (00:00 - 24:00 UTC).	18
Fig. 16 – Descargas elétricas atmosféricas do dia 28 de Setembro de 2008 (00:00 - 24:00 UTC).	19
Fig. 17 - Temperatura de brilho no canal 10.8 µm do sensor SEVIRI-MSG no dia 1 de novembro de 2015 às 08:00 UTC (esquerda) e 09:00 UTC (direita), evidenciando o deslocamento da estrutura de células numa direção SE-NW. Os valores mais baixos de temperaturas de brilho (abaixo dos 240 K até aos 200 K) surgem na escala de cores dos azuis aos vermelhos.	20
Fig. 18 - Produto Convective Rainfall Rate, ou taxa de precipitação convectiva, acumulada numa hora, desenvolvido pela NWC SAF (http://www.nwcsaf.org). O produto mostra que os valores mais elevados acumulados em 1h se observaram às 09:30 UTC, sobre a região a sul de Albufeira.	20
Fig. 19 - Taxa de precipitação convectiva acumulada entre as 12:30 e as 13:30 UTC, na região do Barlavento	21

Fig. 20 - Produto RGB microfísica dia às 13:15 UTC do dia 01.11.2015, que evidencia a localização das estruturas convectivas, coincidentes com a região onde os máximos de precipitação convectiva numa hora foram observados às 13:30 (Fig. 19).	21
Fig. 21 - Imagem do canal infravermelho 10.8, em que as nuvens mais frias surgem na escala de cores dos azuis aos amarelos, indicando topos muito frios, para as 08:30 UTC do dia 28 de Setembro de 2008.	22
Fig. 22 - Imagem do produto de satélite RGB microfísica dia para o dia 28 de Setembro de 2008, às 08:30 UTC.	22
Fig. 23 - Distribuição espacial da precipitação acumulada em 24 e 12 horas: das 00:00 às 24:00 UTC (à esquerda) e das 03:00 às 15:00 UTC, no dia 1 de novembro 2015, com base na interpolação dos valores observados nas estações da rede do IPMA e da APA.	23
Fig. 24 – Valores horários acumulados de precipitação (das 00 às 24 UTC) em algumas estações no Algarve no dia 1 de novembro de 2015.	25
Fig. 25 - Distribuição espacial dos valores da precipitação acumulada em 24 horas, 00:00-24:00 UTC no dia 28 de setembro 2008, com base na interpolação do valores observados nos udómetros da rede do IPMA e da APA.	27
Fig. 26 - Observação MAXZ (em dBZ) da 01:20 UTC (radar de L/CC), banda de refletividade a afetar o sotavento.	31
Fig. 27 - Observação MAXZ das 04:30 UTC, banda de refletividade a afetar o barlavento.	32
Fig. 28 - Observação MAXZ das 06:00 UTC, intensificação da banda de refletividade.	32
Fig. 29 - Observação MAXZ das 08:10 UTC, linha de refletividade em aproximação.	32
Fig. 30 - Observação MAXZ das 12:00 UTC, banda de refletividade mais intensa entre Albufeira e Faro.	32
Fig. 31 - Observação MAXZ das 12:40 UTC, banda de refletividade mais intensa entre Armação de Pêra e Quarteira.	33
Fig. 32 - Observação MAXZ das 13:00 UTC, banda de refletividade mais intensa entre Albufeira e Quarteira.	33
Fig. 33 - Produto radar pseudo-CAPPI (Rain) das 2:40, 05:50,06:15 e 07:25, do radar de L/CC, com a sobreposição de avisos PRECESTRAT.	33
Fig. 34 - Produto radar pseudo-CAPPI (Rain) das 07:50, 08:15,10:10, 10:50, 11:40, 12:20, 12:55 e 14:00, do radar de L/CC, com a sobreposição de avisos PRECESTRAT e PRECCON.	34
Fig. 35 - Precipitação acumulada (mm) no período 12:00-13:00 UTC (produto Rain1), sendo visíveis valores mais elevados de precipitação entre Albufeira e Quarteira.	35
Fig. 36 - Precipitação acumulada (mm) no período 13:00-14:00 UTC (produto Rain1), sendo visíveis valores mais elevados de precipitação entre Albufeira e Quarteira e no interior.	35
Fig. 37 - Precipitação acumulada (mm) nos períodos 00-06, 06-12, 12-18 e 18-24 UTC do produto Rain6.	36
Fig. 38 - Precipitação acumulada (mm) no período 04:00-14:00 UTC (produto Rain10), com um máximo (relativo) sobre a região do barlavento algarvio.	36
Fig. 39 - Precipitação acumulada (mm) nos períodos 00:00-12:00 UTC, 12:00-24:00 UTC e 03:00-15:00 UTC, utilizando o produto Rain12.	37
Fig. 40 - Precipitação acumulada (mm) diária (produto Rain24) correspondente ao dia 1 de novembro de 2015, com um máximo (relativo) sobre a região do barlavento algarvio.	38
Fig. 41 - Observação MAXZ (em dBZ) das 04:10 UTC (radar de L/CC), banda de refletividade a afetar a região costeira entre Faro e Tavira.	39
Fig. 42 - Observação MAXZ das 06:00 UTC, valores de refletividade mais elevados em Albufeira.	40
Fig. 43 - Sequência de observações MAXZ, região costeira entre Albufeira e Olhão afetada por forte refletividade.	41
Fig. 44 - Observações MAXZ das 10:40 UTC (estrutura em arco em Tavira) e 15:10 UTC (refletividade elevada na zona de Olhão).	41
Fig. 45 - Observação MAXZ das 18:30 UTC, elevada refletividade em Lagos.	42
Fig. 46 - Observações MAXZ das 20:00 e 22:40 UTC, forte refletividade em Lagos e a W de Lagos.	43
Fig. 47 - Sequência de imagens do produto MAXZ entre as 00:30 e as 05:30 UTC, com periodicidade horária.	44
Fig. 48 - Produto radar pseudo-CAPPI (Rain) das 00:30, 04:15, 05:50, 08:25, 08:40, e 09:15, do radar de L/CC, com a sobreposição de avisos PRECESTRAT e PRECCON.	45

Fig. 49 - Precipitação acumulada (mm), obtida com o produto Rain1, em seis períodos horários distintos, 04:00-05:00, 06:00-07:00, 09:00-10:00, 14:00-15:00, 17:00-18:00 e 19:00-20:00 UTC, sendo perfeitamente visível a variedade de zonas afetadas, com particular incidência no barlavento.	47
Fig. 50 - Precipitação acumulada (mm), obtida com o produto Rain1 (29 de setembro), nos períodos 02:00-03:00 UTC (zona de Faro mais afetada) e 03:00-04:00 UTC (zona mais afetada entre Albufeira e Faro).	48
Fig. 51 - Precipitação acumulada (mm), obtida com o produto Rain6, nos períodos 00:00-06:00 UTC (zonas de Faro e S. Vicente mais afetadas), 06:00-12:00 UTC (zona costeira mais afetada, entre Portimão e Olhão), 12:00-18:00 UTC e 18:00-24:00 UTC do dia 28 de setembro (zona mais afetada no barlavento) e 00:00-06:00 UTC e 03:00-09:00 UTC do dia 29 de setembro (zona costeira mais afetada, entre Albufeira e Olhão).	49
Fig. 52 - Precipitação acumulada (mm), obtida com o produto Rain10, no período 05:00-15:00 UTC (todo o Algarve afetado).	50
Fig. 53 - Precipitação acumulada (mm), obtida com o produto Rain12, nos períodos 00:00-12:00 e 12:00-24:00 UTC do dia 28 de setembro (zona mais afetada no barlavento)	50
Fig. 54 - Precipitação acumulada (mm), obtida com o produto Rain12, nos períodos 08:00-20:00 UTC do dia 28 de setembro (zona mais afetada, Lagos - Portimão) e 21:00-09:00 UTC (zona mais afetada, Albufeira - Faro)	51
Fig. 55 - Precipitação acumulada (mm), obtida com o produto Rain24, nos períodos 00:00-24:00 UTC, do dia 28 de setembro, e 09:00-09:00 UTC, dos dias 28 e 29 de setembro.	51
Fig. 56 - Precipitação acumulada (mm) em 12 horas (produto Rain12) correspondente ao período 03:00 - 15:00 UTC de dia 1 de novembro de 2015.	53
Fig. 57 - Precipitação acumulada (mm) para o período 03:00-15:00 UTC, obtida com recurso a ajustamento radar-udómetro, com um máximo na região de Albufeira.	53
Fig. 58 - Precipitação acumulada (mm) em 12 horas (produto Rain12) correspondente ao período 07:00 - 19:00 UTC de dia 28 de setembro de 2008.	54
Fig. 59 - Precipitação acumulada (mm) para o período 07:00 - 19:00 UTC, de 28 de setembro de 2008, obtida com recurso a ajustamento radar-udómetro, com um máximo na região a N de Lagos.	54

Índice de Tabelas

Tabela 1 – Máximos de precipitação ocorridos no dia 28 de setembro de 2008 considerando o conjunto de estações meteorológicas automáticas da rede do IPMA e da rede da APA.	13
Tabela 2 – Maiores Valores da velocidade do vento (1 de novembro de 2015).	14
Tabela 3 – Ocorrência do vento médio ≥ 40 km/h e rajada ≥ 70 km/h	15
Tabela 4 - Valores da precipitação acumulada (em 24 e 12 horas) nos locais em que a precipitação acumulada em 24 horas foi superior a 20 mm (1 de novembro de 2015).	24
Tabela 5 - Valores máximos de precipitação (mm) em 1h, 3h e 6h ocorridos no dia 1 de novembro 2015.	25
Tabela 6 - Máximos históricos de precipitação (mm) registados nos períodos de 1, 6, 12 e 24 horas em estações meteorológicas do Algarve.	26
Tabela 7 - Períodos de retorno para os máximos de precipitação em 1h, 6h e 12h, no dia 1 de novembro 2015.	27
Tabela 8 - Valores da precipitação acumulada em 24 horas nos locais em que a precipitação acumulada foi superior a 20 mm (28 de setembro de 2008).	28
Tabela 9 - Valores máximos de precipitação (mm) em 1h, 3h, 6h e 12h ocorridos no dia 28 de setembro 2008.	29
Tabela 10 - Máximos de precipitação (mm) registados nos períodos de 1, 3, 6, 12 e 24 horas nas estações meteorológicas de Faro e Portimão nos eventos de 1 de novembro de 2015 e 28 de setembro 2008.	30
Tabela 11 - Períodos de retorno para os máximos de precipitação em 1h, 6h e 12h, de 28 de setembro de 2008.	30

1. Objetivos e estrutura do trabalho

Neste relatório efetuar-se-á a análise meteorológica do episódio de precipitação intensa ocorrido no Algarve em 1 de novembro de 2015, que afetou especialmente a zona de Albufeira, e, tomando este episódio como referência, analisar-se-á o ocorrido em 28/29 de setembro de 2008. Ambas as situações meteorológicas têm em comum o facto de terem afetado o Algarve com invulgar intensidade, particularmente no que se refere aos valores de precipitação ocorridos, nomeadamente na região do barlavento, provocando diversos episódios de cheias e os consequentes estragos.

O relatório iniciar-se-á com uma caracterização das condições meteorológicas que estiveram na origem dos valores elevados de precipitação registados em ambas as ocasiões, de forma mais concentrada do ponto de vista espacial em 1 de novembro de 2015, mas também com gravidade em 28/29 de setembro de 2008.

Serão também analisados os valores da intensidade do vento, com especial ênfase nos valores das rajadas observadas, bem como as descargas elétricas atmosféricas ocorridas. Proceder-se-á igualmente à análise de produtos de satélite, nomeadamente os produtos da SAF Nowcasting.

Relativamente à análise do campo da precipitação, far-se-á uma análise separada do campo da precipitação obtido com recurso à rede de estações automáticas do IPMA e da APA e ao radar de Loulé/Cavalos do Caldeirão (L/CC) para os dois episódios e, seguidamente, utilizar-se-á um método de ajustamento radar-udómetro baseado em *kriging*, tendo em vista a melhoria das estimativas da precipitação obtidas com recurso a radar meteorológico.

Apesar de se conferir maior importância à precipitação acumulada em 12 horas, analisar-se-ão também os períodos de acumulação de 1, 3, 6 e 24 horas na rede de estações do IPMA e da APA, e far-se-á uma breve análise comparativa com outros períodos de precipitação intensa, nomeadamente considerando os períodos de retorno.

Todas as análises serão efetuadas em separado para as duas situações meteorológicas em estudo.

2. Análise meteorológica

2.1 Situação de 1 de novembro de 2015

De acordo com a análise das 00:00 UTC do modelo do Centro Europeu de Previsão do Tempo a Médio Prazo (ECMWF) do dia 31 de outubro, a situação meteorológica era determinada, a essa hora, por uma depressão centrada a oeste do Porto (figuras 1a e 1b), à qual estava associado um sistema frontal com a superfície frontal fria posicionada ao largo da costa ocidental portuguesa, como se pôde concluir através de análise frontal (apresentados os campos da pressão ao nível médio do mar (n.m.m) e de Θ_{sw} aos 850 hPa - Fig. 1b). A leste e a oeste da depressão existiam duas zonas de altas pressões associadas, respetivamente, a um anticiclone localizado a sudoeste dos Açores, em crista em direção à Gronelândia, e a um anticiclone localizado no norte da Europa, em crista em direção ao Mediterrâneo Ocidental.

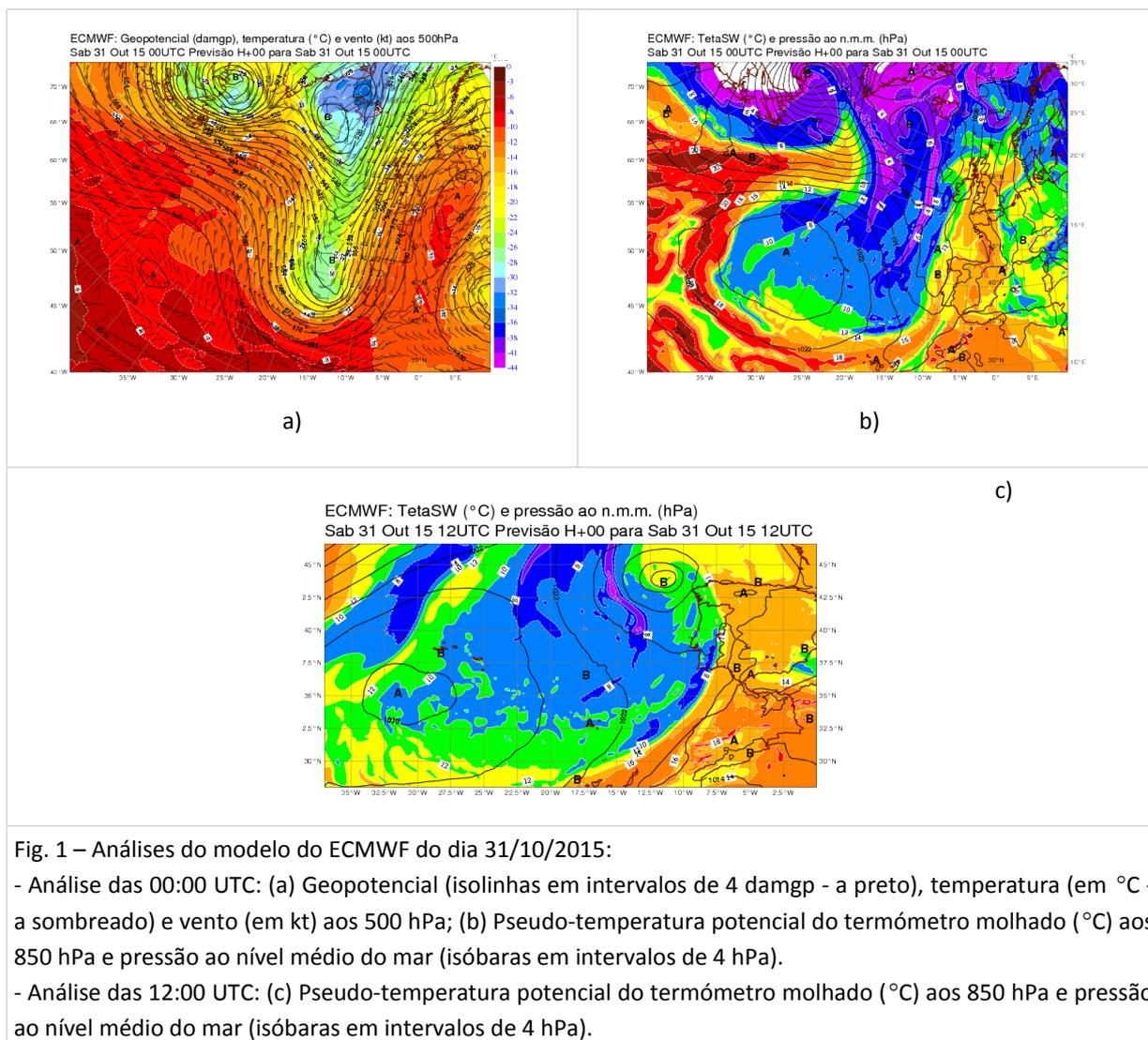


Fig. 1 – Análises do modelo do ECMWF do dia 31/10/2015:

- Análise das 00:00 UTC: (a) Geopotencial (isolinhas em intervalos de 4 damgp - a preto), temperatura (em °C - a sombreado) e vento (em kt) aos 500 hPa; (b) Pseudo-temperatura potencial do termómetro molhado (°C) aos 850 hPa e pressão ao nível médio do mar (isóbaras em intervalos de 4 hPa).

- Análise das 12:00 UTC: (c) Pseudo-temperatura potencial do termómetro molhado (°C) aos 850 hPa e pressão ao nível médio do mar (isóbaras em intervalos de 4 hPa).

No período 00:00-12:00 UTC do dia 31 de outubro a depressão deslocou-se sobre o Atlântico para o noroeste da Galiza enquanto a superfície frontal atravessou, praticamente, todo o território continental, posicionando-se às 12:00 UTC junto da fronteira leste de Portugal com Espanha (Fig. 1c). A precipitação produzida durante a passagem da superfície frontal foi fraca a moderada. A partir da tarde o território ficou sob a influência de uma massa de ar polar marítimo, tendo ocorrido apenas alguns aguaceiros fracos e dispersos.

O confronto da análise da pressão ao n.m.m. às 12:00 UTC do dia 31 de outubro (Fig. 1c) com a análise do mesmo campo às 00:00 UTC do dia 1 de novembro (Fig. 2a) indica um cavamento do campo da pressão à superfície no Norte de África associado ao desenvolvimento de uma depressão, com 1013 hPa, nessa região. A este cavamento à superfície correspondeu a formação de um núcleo secundário na depressão em altitude, visualizável a oeste de Sagres aos 500 hPa (figuras 1a e 2b).

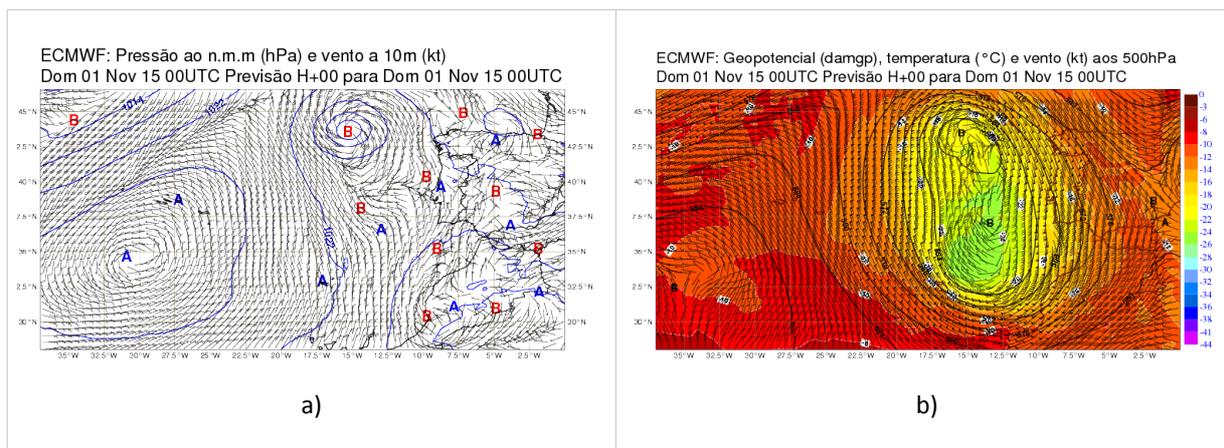


Fig. 2 – Análises das 00:00 UTC do modelo do ECMWF do dia 31/10/2015: (a) Campo da pressão ao nível médio do mar (isóbaras em intervalos de 4 hPa) e vento (em kt) a 10 metros; (b) Geopotencial (isolinhas em intervalos de 4 damgp - a preto), temperatura (em °C - a sombreado) e vento (em kt) aos 500 hPa.

Entre as 00:00 e as 12:00 UTC do dia 1 de novembro a depressão à superfície, posicionada sobre o Norte de África, cavou e deslocou-se para noroeste, vindo a centrar-se, às 12:00 UTC, na região de Faro, com 1009 hPa (Fig. 3a). Em altitude, o Algarve situava-se na região à direita da entrada do eixo do jato aos 300 hPa (Fig. 3b), onde existe tipicamente convergência à superfície, o que está concordante com o intenso movimento vertical ascendente visualizável nas análises de ω nos níveis 850, 700 e 500 hPa (apresentada apenas a análise de ω aos 700 – Fig. 3c). Além disso, a região algarvia encontrava-se sob o efeito de uma massa de ar quente, húmido e instável, advetada de sueste nos níveis baixos da troposfera, como indicam, respetivamente, as análises de Θ_{sw} aos 850 hPa (Fig. 3a) e do índice Jefferson (Fig. 3d). A existência simultânea de intenso movimento vertical ascendente e de ar húmido e instável terão favorecido a formação de linhas organizadas de precipitação com a orientação do fluxo predominante, i.e, de sueste para noroeste (ver Fig. 4). Por seu lado, quer a orientação do fluxo, quer a configuração das serras algarvias terão tido, muito provavelmente, um papel importante na desenvolvimento e na manutenção das linhas de precipitação, as quais vieram a afetar, principalmente, o barlavento algarvio num período alargado de 12 horas, entre as 03:00 e as 15:00 UTC, e em especial a zona situada entre Portimão e Faro, com precipitação muito intensa, persistente e acompanhada de trovoadas.

É de salientar, naquele período de 12 horas, a ocorrência de quantidades de precipitação superiores a 100mm em quatro estações meteorológicas automáticas das redes do IPMA e da APA. Os máximos horários de precipitação foram de 30mm em Paderne, 28mm em Algoz e 24mm em S. Bartolomeu de Messines, registados às 14:00 UTC, e de 20mm em Faro-Aeroporto, registado às 12:00 UTC.

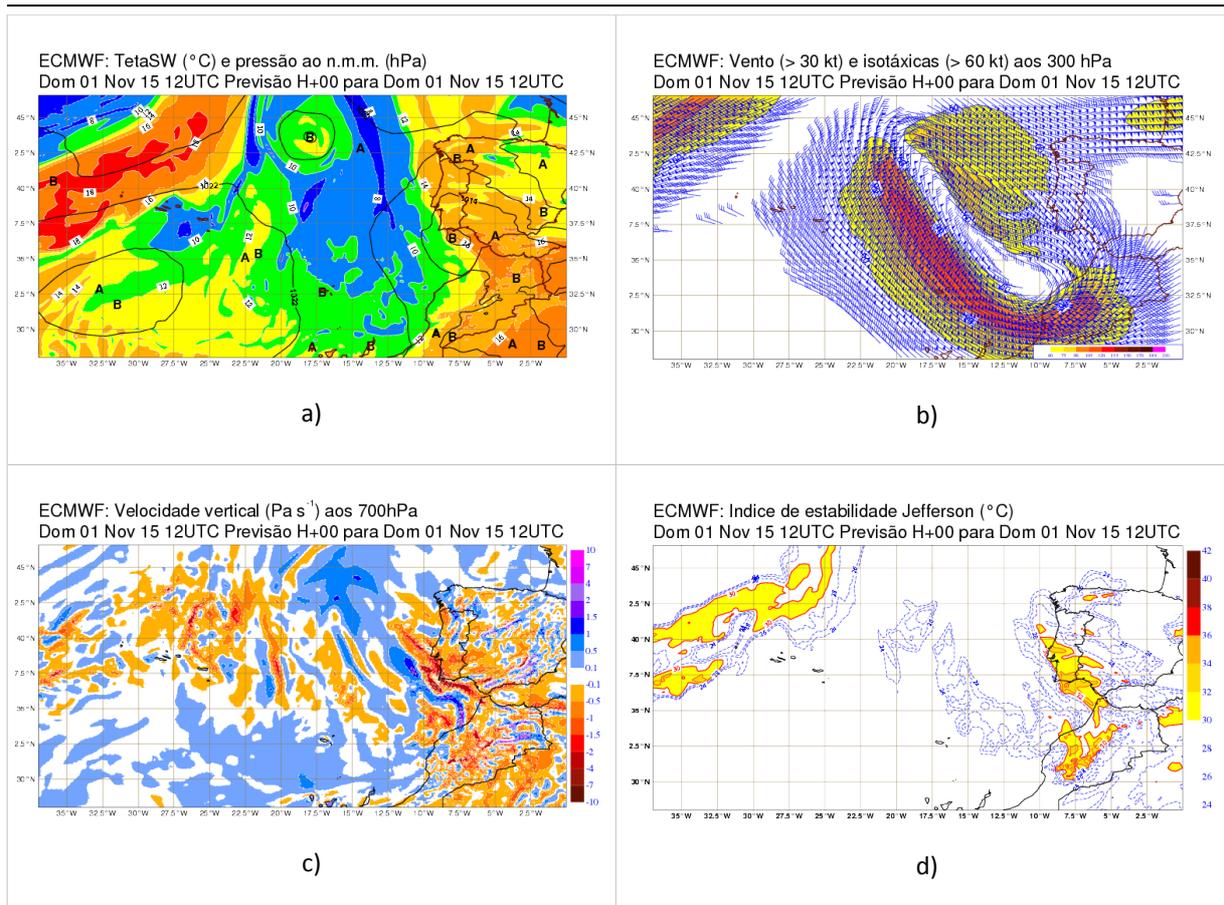


Fig. 3 – Análises das 12:00 UTC do modelo do ECMWF do dia 01/11/2015: (a) Pseudo-temperatura potencial do termómetro molhado (°C) aos 850 hPa e pressão ao nível médio do mar (isóbaras em intervalos de 4hPa); (b) Vento (> 30 kt) e Isotáxicas (> 60 kt) aos 300 hPa; (c) Velocidade vertical aos 700 hPa (Pa s^{-1}); (d) Índice de estabilidade Jefferson (isotérmicas de 2°C).

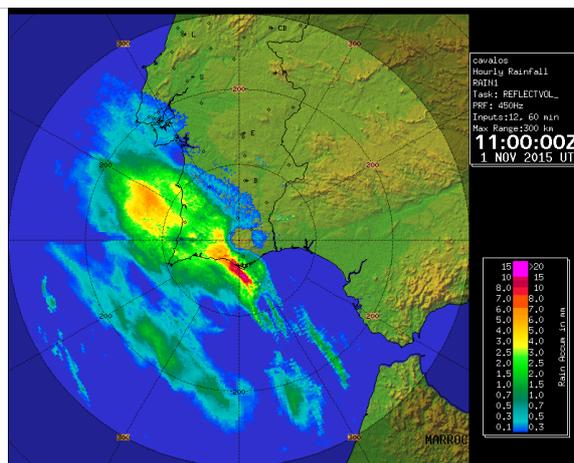


Fig. 4 – Produto radar RAIN1: valores horários de precipitação (mm) estimados para as 11:00 UTC com recurso ao radar de Loulé/CC.

Durante a tarde e a noite do dia 1 de novembro a depressão moveu-se para o Atlântico a sudoeste do Cabo Raso, centrando-se às 00:00 UTC do dia 2 em 38°N 10°W com 1005 hPa. À medida que as linhas de precipitação progrediram para norte, foram perdendo gradualmente a sua atividade, vindo a atingir as restantes zonas da região Sul e a região Centro já com quantidades de precipitação bastante menos significativas.

2.2 Situação de 28-29 de setembro de 2008

Com base no modelo do ECMWF, a situação meteorológica em altitude às 00:00 UTC do dia 27 de setembro era caracterizada por um bloqueio, quase-estacionário, definido por três centros de ação: um centro de altas pressões localizado na região das Ilhas Britânicas e estendendo-se em crista em direção à Rússia; uma depressão centrada a oeste dos Açores; uma outra depressão centrada no Mediterrâneo Oriental e prolongada em forma de vale depressionário muito pronunciado até à região da Madeira (Fig. 5a). O eixo do referido vale, com orientação sudoeste-nordeste, passava sobre Portugal continental, situando a região Sul no bordo ascendente do vale. À superfície, uma crista anticiclónica na parte leste da Península, associada a um anticiclone localizado na Holanda, e uma região depressionária, com vários núcleos pouco cavados, um dos quais centrado na região da Madeira (Fig. 5b), originavam um fluxo em geral fraco do quadrante leste sobre o Território do continente. Enquanto as regiões do Norte e Centro eram afetadas por uma massa de ar tropical seco (com valores de Θ_{sw} aos 850 hPa entre 12 e 14°C) transportada do interior da Península, a região Sul estava sob a influência de uma massa tropical marítimo (com valores de Θ_{sw} aos 850 hPa entre 14 e 18°C) de natureza instável (com valores do índice Jefferson entre 32 e 34°C na região do Algarve) transportada da região depressionária.

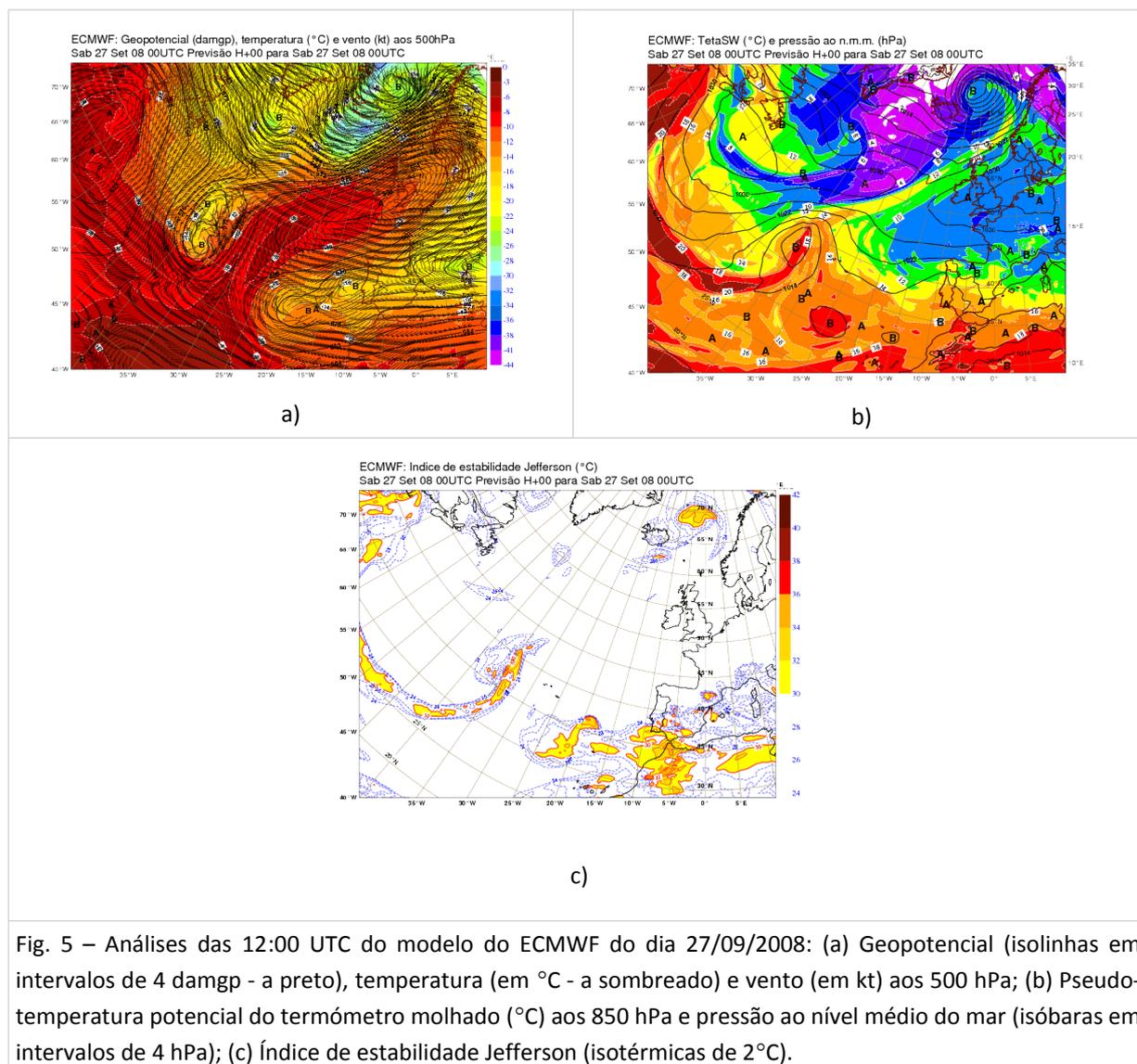
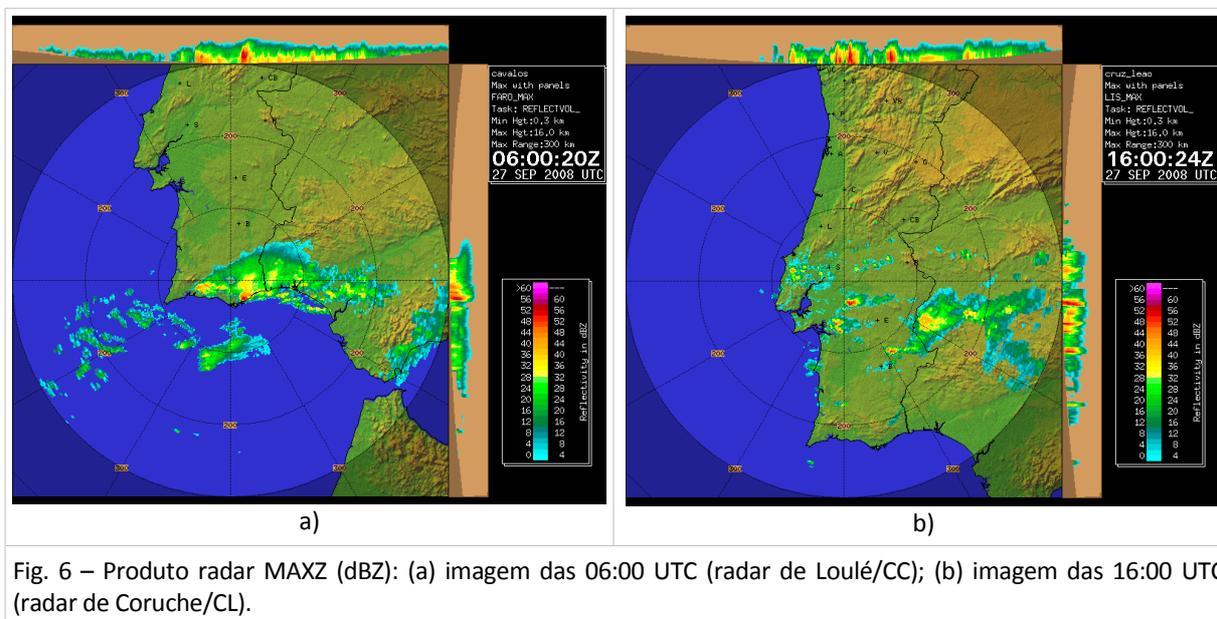
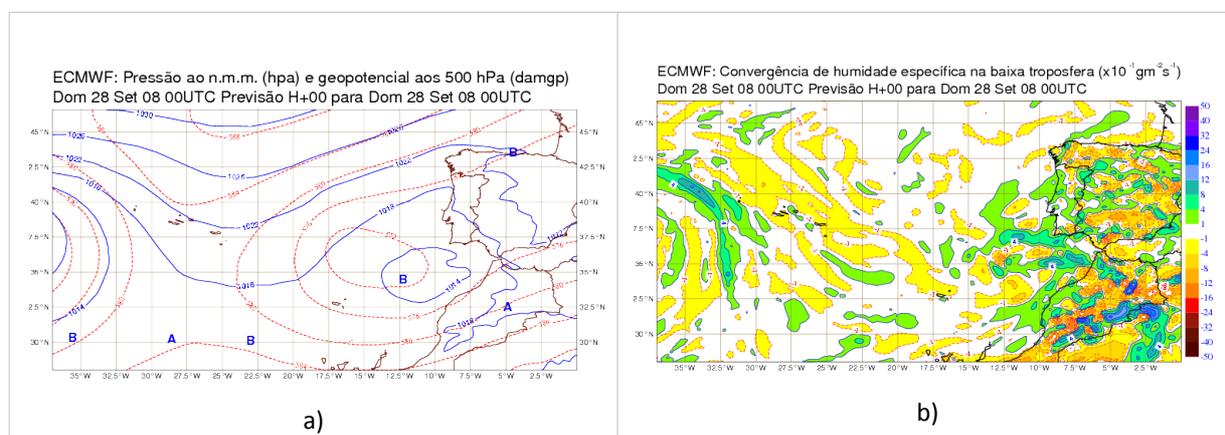


Fig. 5 – Análises das 12:00 UTC do modelo do ECMWF do dia 27/09/2008: (a) Geopotencial (isolinhas em intervalos de 4 damgp - a preto), temperatura (em °C - a sombreado) e vento (em kt) aos 500 hPa; (b) Pseudo-temperatura potencial do termómetro molhado (°C) aos 850 hPa e pressão ao nível médio do mar (isóbaras em intervalos de 4 hPa); (c) Índice de estabilidade Jefferson (isotérmicas de 2°C).

A partir das 03:00 UTC do dia 27 de setembro começaram a ocorrer aguaceiros no Algarve, os quais foram por vezes fortes e acompanhados de trovoada até ao início da manhã, que ao longo do dia se estenderam a vários locais do Alentejo, do Ribatejo e da Estremadura. Os ecos de refletividade das observações das 06:00 e das 16:00 UTC, cujos valores máximos se situam entre 48 e 52 dBZ, sugerem a existência de convecção profunda e localizada nesses períodos nas regiões referidas (Fig. 6).



Entre as 00:00 UTC do dia 27 e as 00:00 UTC do dia 28 de setembro ocorreu um cavamento com a formação de uma depressão aos 500 hPa, centrada a oeste de Sagres, na zona do vale em altitude, o qual foi acompanhado, à superfície, pelo deslocamento de 2 graus para norte do núcleo depressionário inicialmente centrado na região da Madeira (Fig. 7a). Às 00:00 UTC do dia 28, verifica-se um aumento da convergência de humidade específica na baixa troposfera sobre a região do Algarve e o Atlântico adjacente (Fig. 7b) que conjuntamente com a existência de movimento vertical ascendente (Fig. 7c) e de instabilidade atmosférica (Fig. 7d) terá favorecido o desenvolvimento de estruturas convectivas, algumas das quais de mesoscala (Fig. 8), transportadas na circulação depressionária. Às 00:00 UTC do dia 29, a depressão encontrava-se já no estado de enchimento, apresentando um eixo quase vertical (Fig. 7e).



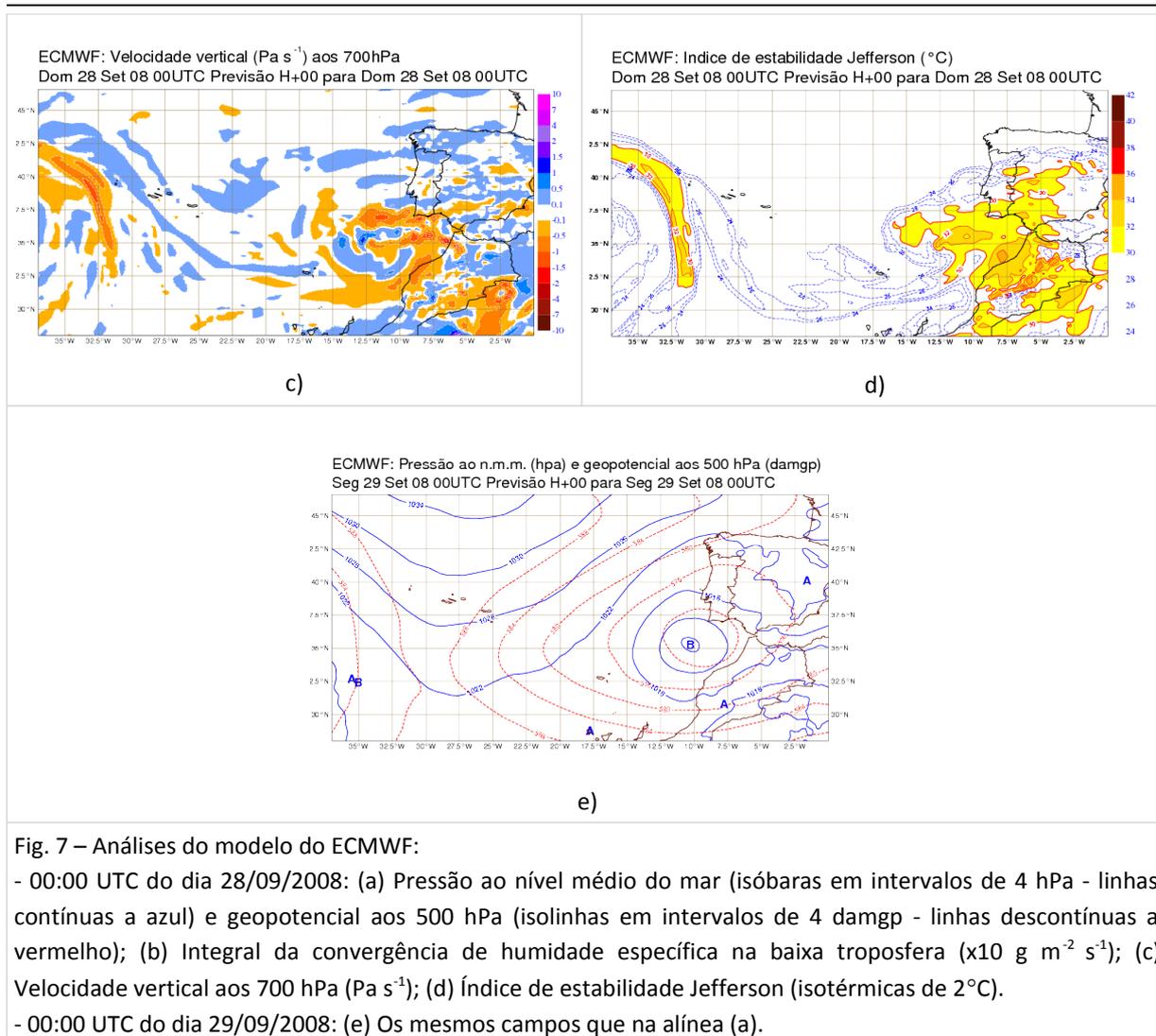


Fig. 7 – Análises do modelo do ECMWF:

- 00:00 UTC do dia 28/09/2008: (a) Pressão ao nível médio do mar (isóbaras em intervalos de 4 hPa - linhas contínuas a azul) e geopotencial aos 500 hPa (isolinhas em intervalos de 4 damgp - linhas descontínuas a vermelho); (b) Integral da convergência de humidade específica na baixa troposfera ($\times 10 \text{ g m}^{-2} \text{ s}^{-1}$); (c) Velocidade vertical aos 700 hPa (Pa s^{-1}); (d) Índice de estabilidade Jefferson (isotérmicas de 2°C).
- 00:00 UTC do dia 29/09/2008: (e) Os mesmos campos que na alínea (a).

Estas estruturas convectivas originaram aguaceiros, por vezes, muito fortes, acompanhados de trovoadas, principalmente na região algarvia e no Baixo Alentejo no período de 24 horas entre as 06:00 UTC do dia 28 e as 06:00 UTC do dia 29. Em particular, no dia 28, a zona de Albufeira não terá sido tão afetada como as duas estações meteorológicas mais próximas, nomeadamente Portimão-Aeródromo e Faro-Aeroporto, que se incluem no conjunto de quatro estações das redes do IPMA e da APA com quantidades de precipitação mais elevadas em períodos de 6h e 12 horas (ver tabela 1). No período 02:00-06:00 UTC do dia 29 ocorreu ainda precipitação significativa na zona de Albufeira, tendo os máximos sido registados na estação de Faro-Aeroporto, onde às 03:00 UTC foi atingido o máximo horário de 42mm.

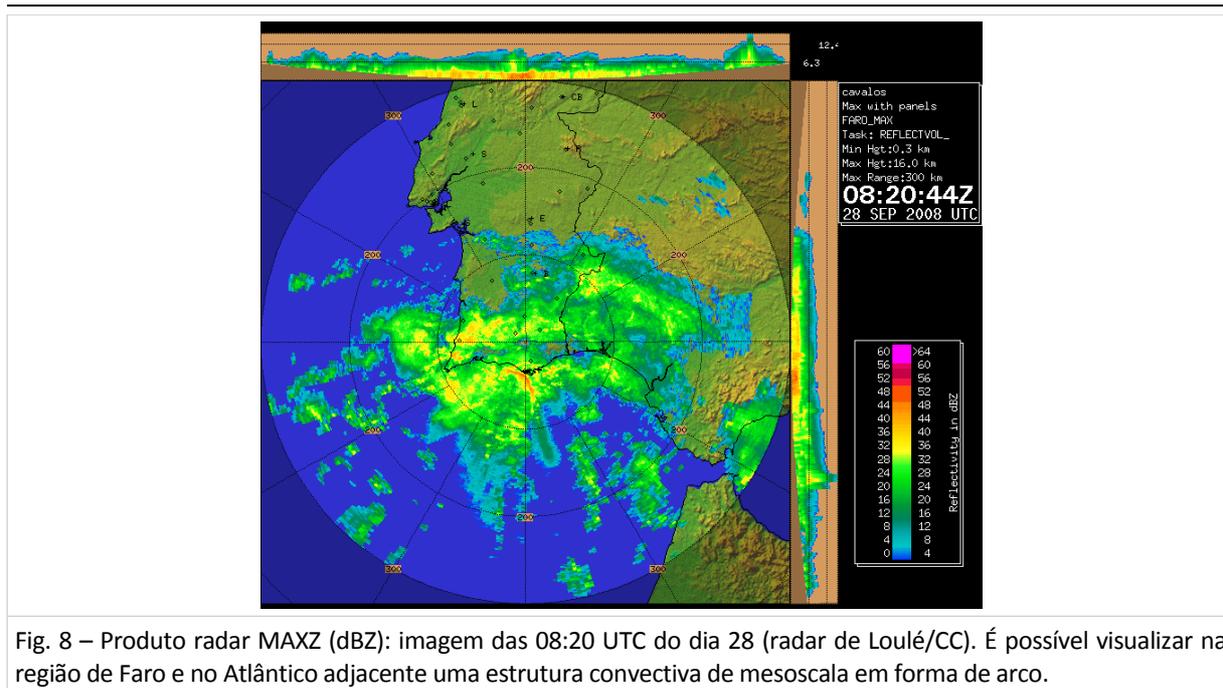


Tabela 1 – Máximos de precipitação ocorridos no dia 28 de setembro de 2008, considerando o conjunto de estações meteorológicas automáticas da rede do IPMA e da rede da APA.

Estações IPMA/APA	Máximos de 6 horas	Máximos de 12 horas
Bensafrim	77mm (21 UTC)	92mm (20 UTC)
S. Brás de Alportel	62mm (10 UTC)	84mm (16 UTC)
Faro-Aeroporto	57mm (10 UTC)	77mm (16 UTC)
Portimão-Aeródromo	55mm (20 UTC)	76mm (19 UTC)

3. Vento

3.1 Situação de 1 de novembro de 2015

Para esta análise foram utilizados dados de velocidade do vento, velocidade média e instantânea (rajada), registados em 10 minutos, de quatro estações da rede meteorológica do IPMA (Sagres, Fóia, Portimão e Faro-Aeroporto).

Na análise da intensidade média do vento observado nas estações meteorológicas verifica-se que o valor mais alto foi registado em Faro-Aeroporto (51.8 km/h), às 13:20 UTC do dia 01/11/2015, e que este valor máximo foi antecedido de enorme variação da intensidade média, especialmente durante

toda a manhã desse dia (Fig. 09). Registaram-se valores de vento médio superiores a 40 km/h em Faro-Aeroporto, entre as 11:00 e as 13:20 UTC. Nesta análise verifica-se também que o aumento da intensidade do vento médio ocorre durante a madrugada e manhã, entre as 06:10 e as 11:30 UTC na estação meteorológica da Fóia, com vento médio superior a 40 km/h; nesta estação verificou-se um novo episódio, com valores da mesma ordem de grandeza, entre as 19:20 e as 20:00 UTC. Em Sagres também foram registados valores de vento médio superiores a 40 km/h, entre as 11:50 e 12:00 UTC, às 14:00 UTC e entre as 16:50 e 18:40 UTC; em Portimão, o vento médio foi sempre inferior a 20 km/h.

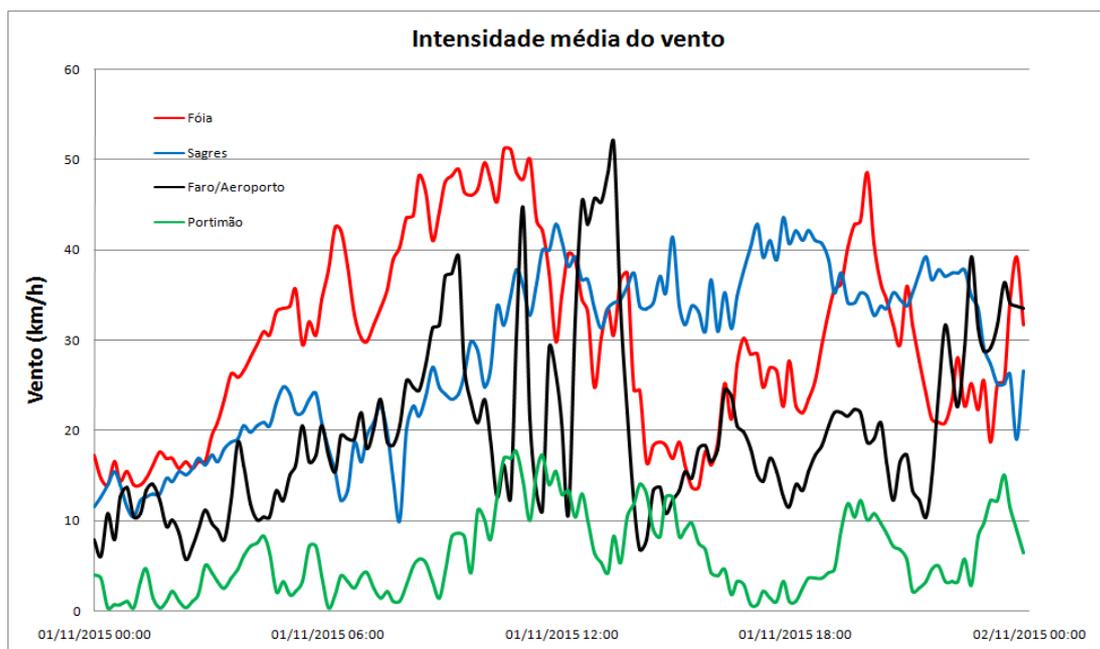


Fig. 9 – Intensidade média do vento em 10 minutos no dia 1 de novembro de 2015 (00:00-24:00 UTC).

Na Tabela 2 apresentam-se os valores máximos do vento (média e rajada) nas 4 estações meteorológicas e respetiva hora de ocorrência.

Tabela 2 – Maiores Valores da velocidade do vento (1 de novembro de 2015)

Estações IPMA	Média	Rajada
Sagres	43.6 km/h às 17:40 UTC	67.0 km/h às 18:10 UTC
Fóia	51.1 km/h às 10:20 UTC	60.1 km/h às 10:40 UTC
Portimão	17.6 km/h às 10:50 UTC	32.4 km/h às 11:30 UTC
Faro	51.8 km/h às 13:20 UTC	79.9 km/h às 10:50 UTC

Na estação meteorológica de Faro-Aeroporto (Fig. 10) foram registadas rajadas superiores a 70 km/h; 79.9 km/h às 10:50 UTC, 76.7 km/h às 11:00 UTC e 71.3 km/h às 13:00 UTC. Nas restantes estações meteorológicas não foram registadas rajadas superiores a 70 km/h.

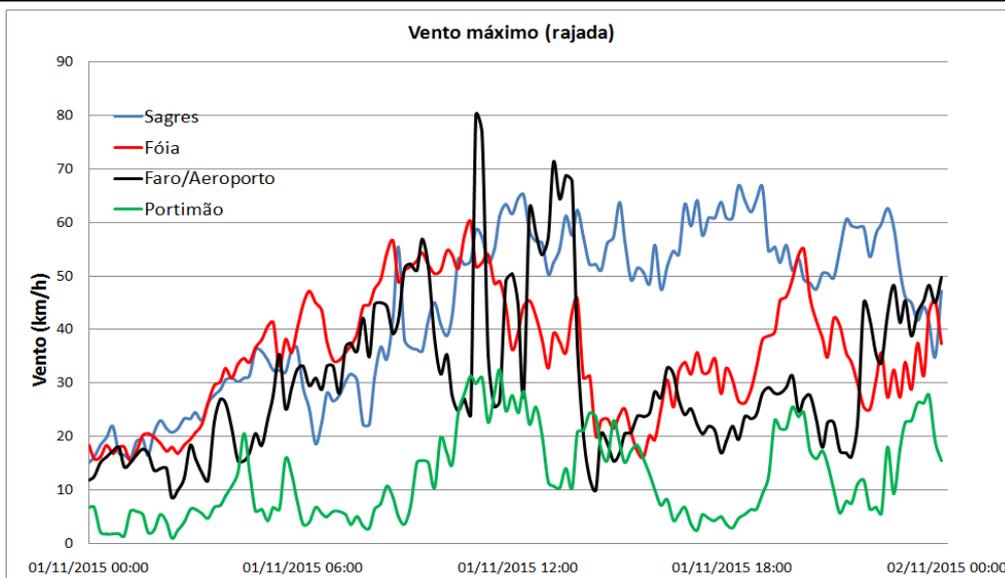


Fig. 10- Maiores valores do vento máximo instantâneo (rajada) em 1 de novembro de 2015.

3.2 Comparação com o episódio de 28 e 29 de setembro 2008

Em comparação com um dos últimos eventos na Região do Algarve, ocorrido em 28 e 29 de setembro de 2008, verifica-se que para a estação de Faro-Aeroporto este episódio registou um valor ligeiramente superior da intensidade média do vento em relação ao de 2015 (Tabela 3). No entanto, o valor da rajada máxima no episódio de 2008 é inferior ao do dia 1 de novembro de 2015. Em Sagres o valor da intensidade média do vento é semelhante e em 2008 a rajada nesta estação não ultrapassou os 70 km/h.

Tabela 3 – Ocorrência do vento médio ≥ 40 km/h e rajada ≥ 70 km/h

Estações IPMA	Vento médio (km/h)	Período	Rajada (km/h)	Período
Faro/Aeroporto	44.3	28/09/2008 16:20	70.2	28/09/2008 16:20
	42.8	28/09/2008 16:30		
	41.0	28/09/2008 17:00		
	41.0	29/09/2008 02:00	70.6	29/09/2008 02:00
	42.8	29/09/2008 13:10		
	44.3	29/09/2008 13:20		
	43.2	29/09/2008 13:30		
Sagres	42.5	29/09/2008 13:40		
	40.7	28/09/2008 06:30		
	40.3	28/09/2008 13:30		
	43.6	28/09/2008 14:30		
	40.3	28/09/2008 14:40		
	41.0	28/09/2008 14:50		

Nota: Na ausência de vento no caso da rajada não foram observados valores ≥ 70 km/h

Na análise da intensidade média do vento observado em algumas estações meteorológicas do Algarve (Sagres, Faro-Aeroporto e Portimão) verifica-se que os valores mais altos foram registados em Faro-Aeroporto (44.3 km/h), às 16:20 UTC do dia 28/09/2008 e às 13:20 UTC do dia 29/09/2008 (Fig. 11); em Sagres, o valor mais elevado foi de 43.6 km/h às 14:30 do dia 28/09/2008, enquanto em Portimão o vento neste período nunca atingiu os 35 km/h. De referir que a estação de Faro-Aeroporto apresenta falha de dados entre as 03:10 e as 09:10 UTC do dia 29/09/2008.

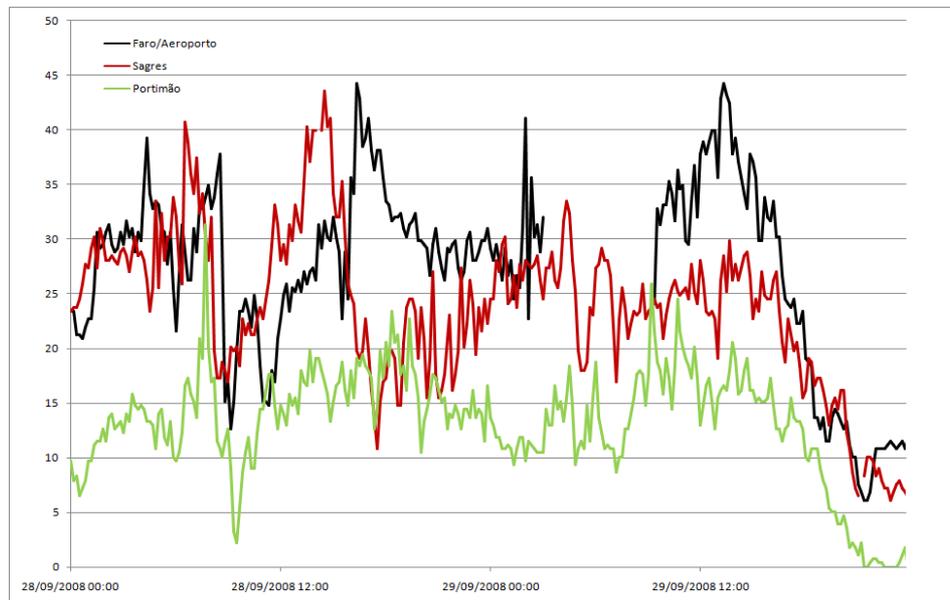


Fig. 11 – Intensidade média do vento em 10 minutos, entre as 00:00 UTC de 28 de setembro de 2008 e as 12:00 UTC de 29 de setembro de 2008.

A estação meteorológica de Faro-Aeroporto (Fig. 12) registou rajadas superiores a 70 km/h, às 16:20 UTC do dia 28/09/2008 (70.2 km/h) e às 02:00 UTC do dia 29/09/2008 (70.6 km/h). Nas restantes estações a rajada foi inferior a 70 km/h.

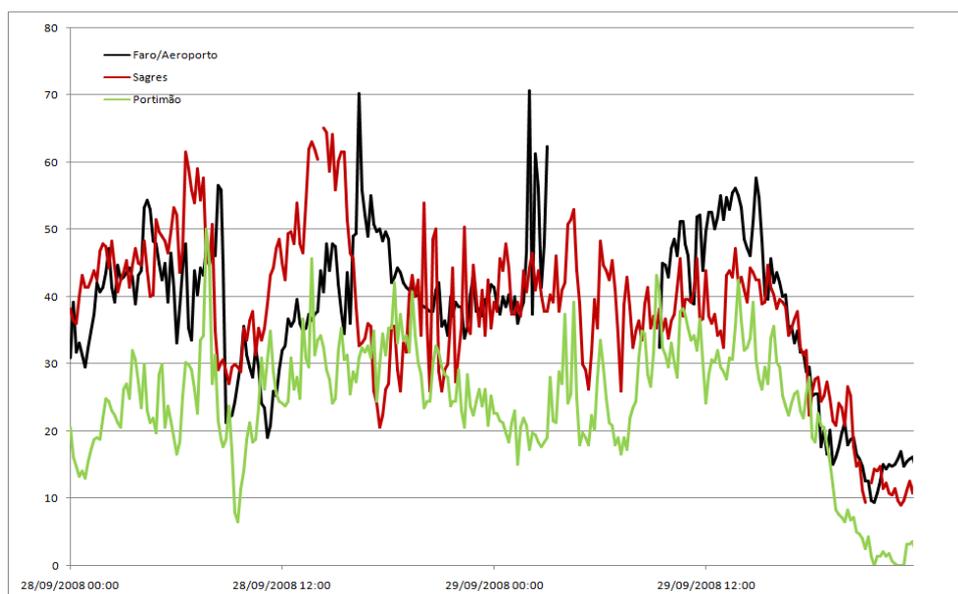


Fig. 12 - Maiores valores do vento máximo instantâneo (rajada), entre as 00:00 UTC de 28 de setembro de 2008 e as 12:00 UTC de 29 de setembro de 2008 .

No Anexo 2 apresenta-se uma tabela com valores máximos do vento médio e rajada no Continente, referentes aos períodos em análise.

4. Descargas elétricas atmosféricas

Nas Figuras 13 e 14 apresentam-se as descargas elétricas atmosféricas ocorridas no dia 1 de novembro de 2015, entre as 00:00 e as 24:00 UTC e entre as 08:00 e as 15:00 UTC, respetivamente.

Da análise destes dados verifica-se que a atividade das descargas elétricas atmosféricas teve início às 03:00 UTC a sul do Algarve, verificando-se depois a progressão da atividade elétrica numa faixa orientada de sueste para noroeste em direção ao barlavento até às 12:00 UTC. A atividade de descargas elétricas após as 12:00 UTC estende-se praticamente a toda a região do Algarve (de Barlavento a Sotavento) mantendo o mesmo padrão na orientação sueste/noroeste.

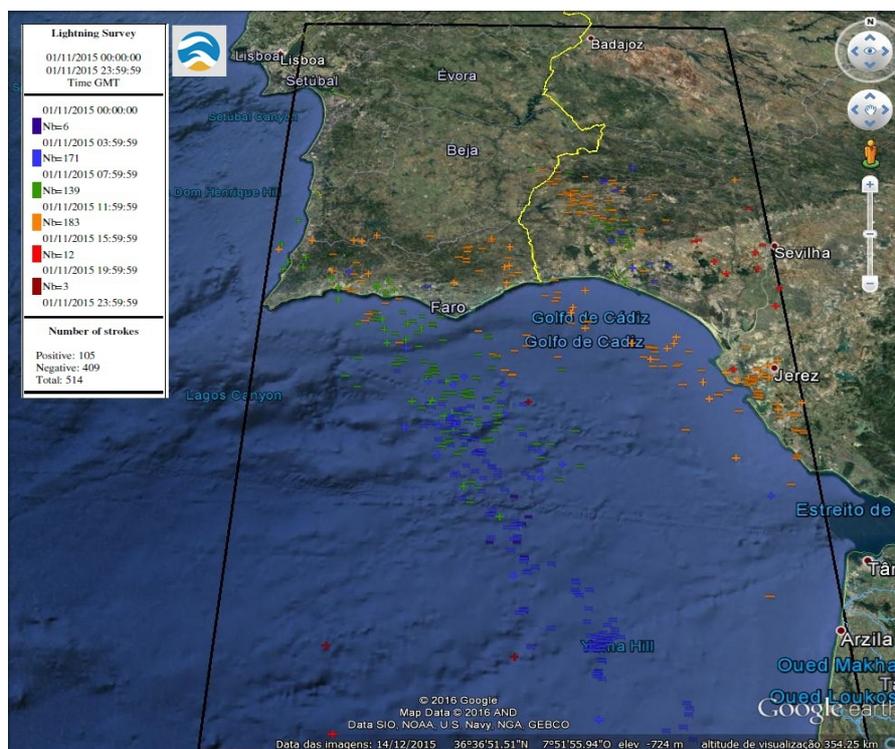


Fig. 13 – Descargas elétricas atmosféricas do dia 1 de novembro de 2015 (00:00 - 24:00 UTC).

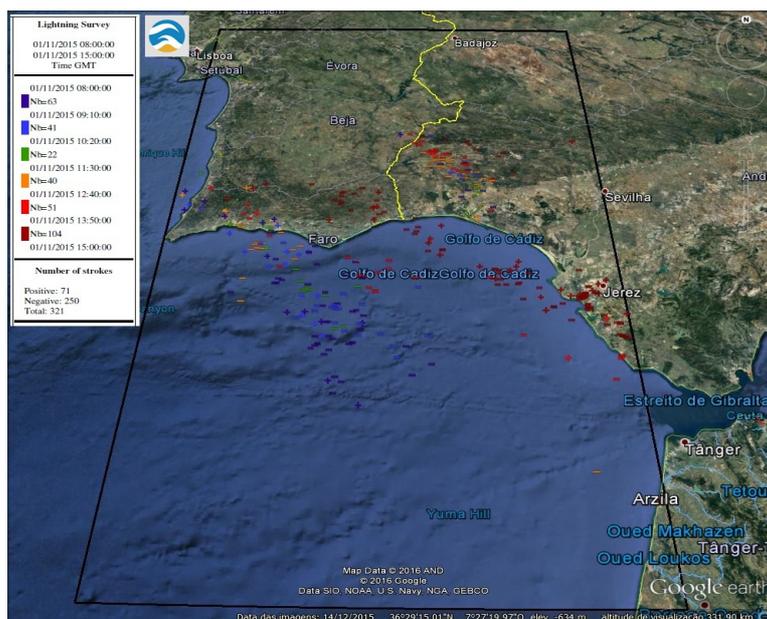


Fig. 14 – Descargas elétricas atmosféricas do dia 1 de novembro de 2015 (08:00 - 15:00 UTC).

Nas figuras seguintes (15 e 16) apresentam-se as descargas elétricas atmosféricas ocorridas entre as 00:00 UTC e as 24:00 UTC e entre as 06:00 e as 12:00 UTC do dia 28 de setembro de 2008, respetivamente. Neste episódio verifica-se que a atividade elétrica também se inicia a sul do Algarve, mas apresenta uma orientação na progressão de sudoeste para nordeste, registando-se maior atividade no Barlavento que no Sotavento. No dia 29 de Setembro de 2008 a atividade das descargas elétricas atmosféricas foi muito inferior à do dia anterior.

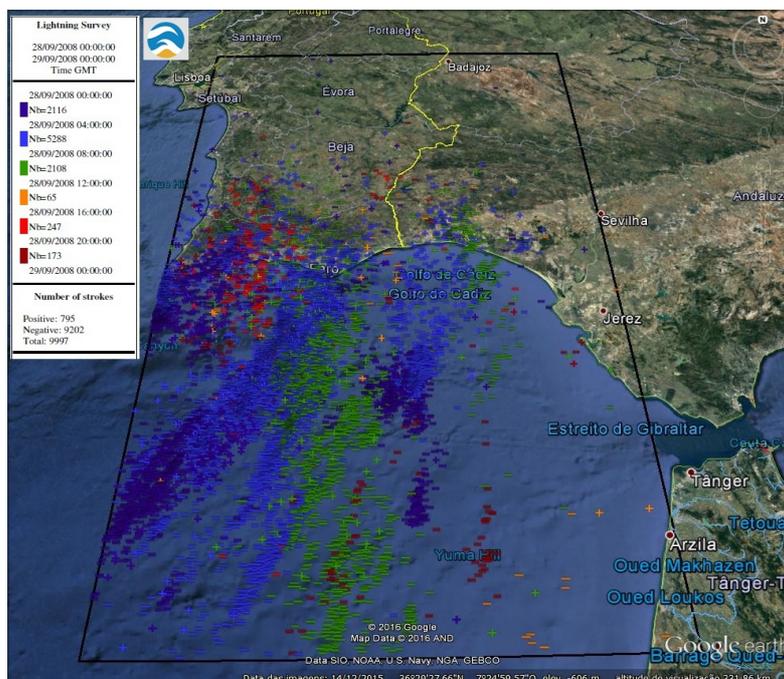


Fig. 15 – Descargas elétricas atmosféricas do dia 28 de Setembro de 2008 (00:00 - 24:00 UTC).

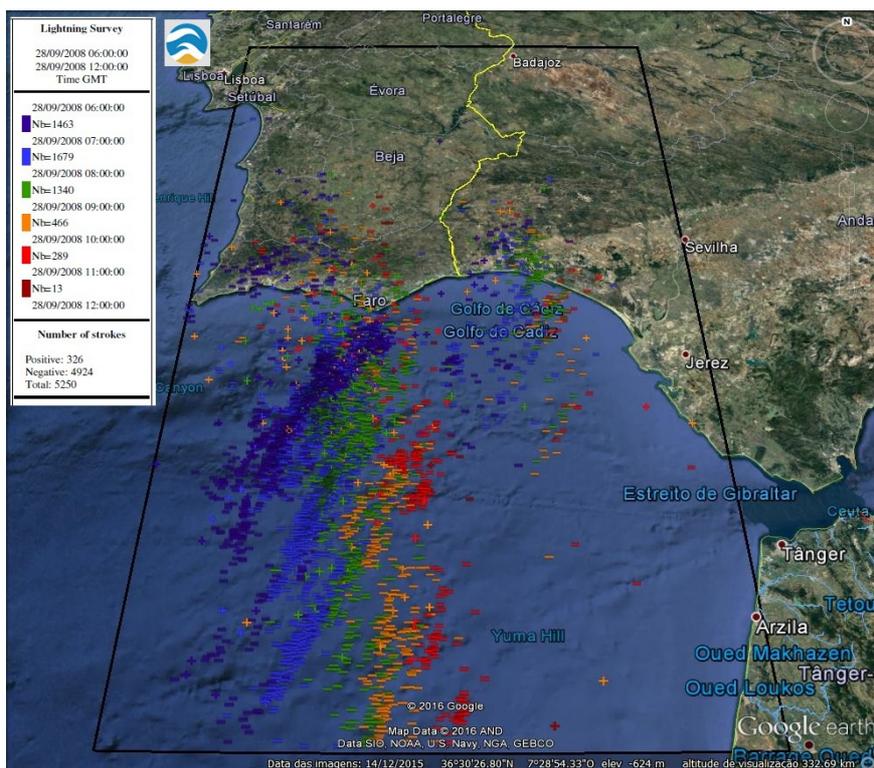


Fig. 16 – Descargas elétricas atmosféricas do dia 28 de Setembro de 2008 (06:00 - 12:00 UTC).

5. Produtos de satélite

Da análise dos produtos de satélite do dia 1 de novembro de 2015 conclui-se que entre as 08:00 e as 14:00 UTC a região do Algarve foi atravessada por sistemas organizados de células convectivas, tendo as primeiras células sido identificadas a sul do Algarve e progredindo depois para N-NW.

Em particular, como se pode ver na Fig. 17, que representa a temperatura de brilho no canal $10.8 \mu\text{m}$ do sensor SEVIRI-MSG, com uma escala de cores que permite evidenciar as nuvens com topos muito frios ($< 240\text{K}$), para o dia 1 de novembro de 2015 às 08:00 UTC (à esquerda), as nuvens com topos mais frios (cores alaranjadas), ou seja, topos mais elevados, surgem a sul da região de Faro. Às 09:00 UTC (à direita) a estrutura deslocou-se ligeiramente para Norte-Noroeste.

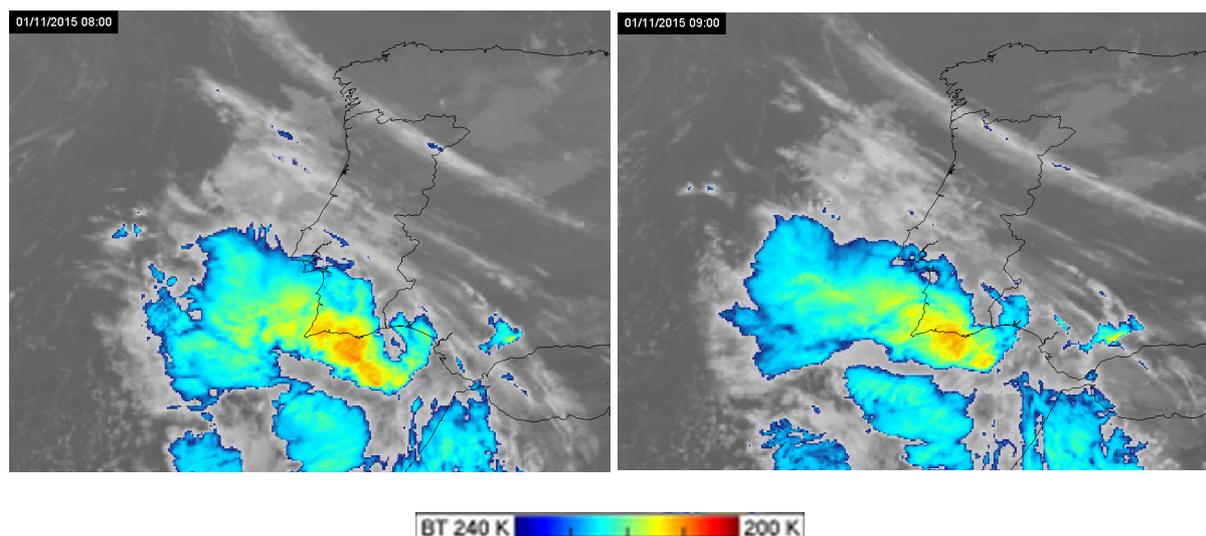


Fig. 17 - Temperatura de brilho no canal 10.8 μm do sensor SEVIRI-MSG no dia 1 de novembro de 2015 às 08:00 UTC (esquerda) e 09:00 UTC (direita), evidenciando o deslocamento da estrutura de células numa direção SE-NW. Os valores mais baixos de temperaturas de brilho (abaixo dos 240 K até aos 200 K) surgem na escala de cores dos azuis aos vermelhos.

O Produto Convective Rainfall Rate, ou taxa de precipitação convectiva, acumulada numa hora, desenvolvido pela NWC SAF (<http://www.nwcsaf.org>), revela que apesar de as células convectivas identificadas na Fig. 17 atingirem topos bastante elevados, a taxa de precipitação convectiva, acumulada numa hora, não ultrapassa cerca de 15 mm/h, até às 09:30 UTC (Fig. 18).

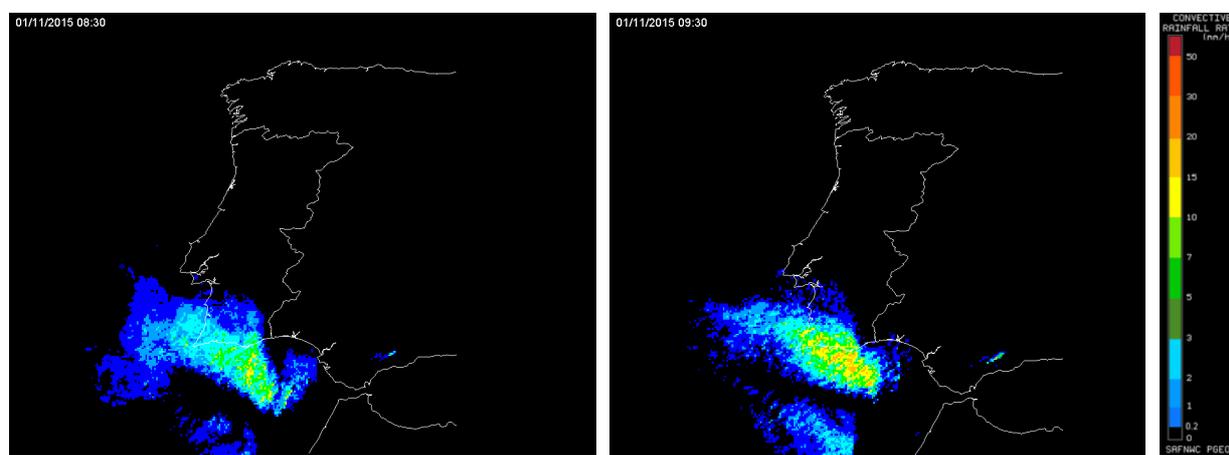


Fig. 18 - Produto Convective Rainfall Rate, ou taxa de precipitação convectiva, acumulada numa hora, desenvolvido pela NWC SAF (<http://www.nwcsaf.org>). O produto mostra que os valores mais elevados acumulados em 1h se observaram às 09:30 UTC, sobre a região a sul de Albufeira.

Os valores mais elevados da taxa de precipitação convectiva, acumulada numa hora, no dia 1 de novembro de 2015, de cerca de 50 mm/h, foram observados mais tarde, às 13:30 UTC (correspondentes ao período entre as 12:30 UTC e as 13:30 UTC, Fig. 19), sobre a região do Barlavento Algarvio. Esta zona é coincidente com a localização de uma estrutura convectiva que se

encontrava a essa hora em fase de desenvolvimento, como indicado pelos tons laranja das nuvens que se observam sobre a região do Algarve, em particular na região do Barlavento, na imagem das 13:15 UTC do produto RGB microfísica dia (Fig. 20). Este produto permite identificar células convectivas em diferentes fases de crescimento (em crescimento, maduras, em decaimento).

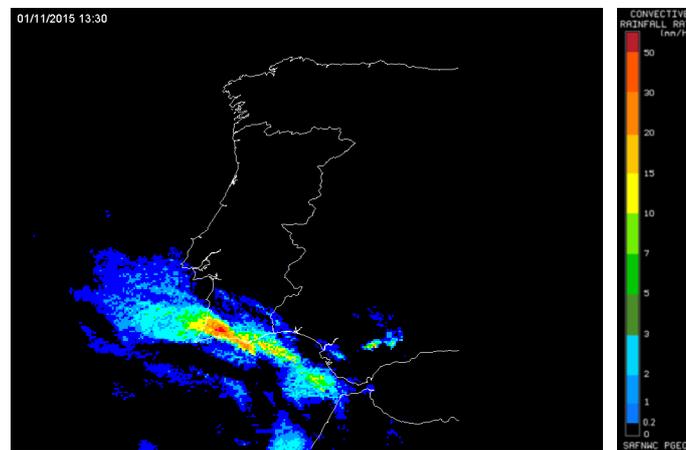


Fig. 19 - Taxa de precipitação convectiva acumulada entre as 12:30 e as 13:30 UTC, na região do Barlavento Algarvio.

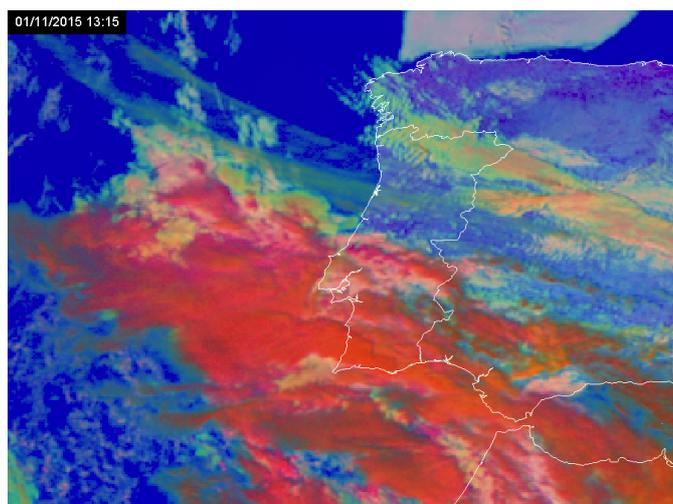


Fig. 20 - Produto *RGB microfísica dia* às 13:15 UTC do dia 01.11.2015, que evidencia a localização das estruturas convectivas, coincidentes com a região onde os máximos de precipitação convectiva numa hora foram observados às 13:30 (Fig. 19).

Por outro lado, da análise das imagens de satélite para o dia 28 de Setembro de 2008 conclui-se que o Sul do território de Portugal Continental foi atravessado por uma estrutura de células convectivas, com progressão de sueste para noroeste. Nas imagens do canal infravermelho $10.8 \mu\text{m}$ do sensor SEVIRI-MSG, é notório que as estruturas com topos mais frios surgem sobre a região do Algarve, entre as 07:30 e as 11:00 UTC. Apresenta-se, na Fig. 21, um exemplo de uma imagem do canal $10.8 \mu\text{m}$ às 08:30 UTC.

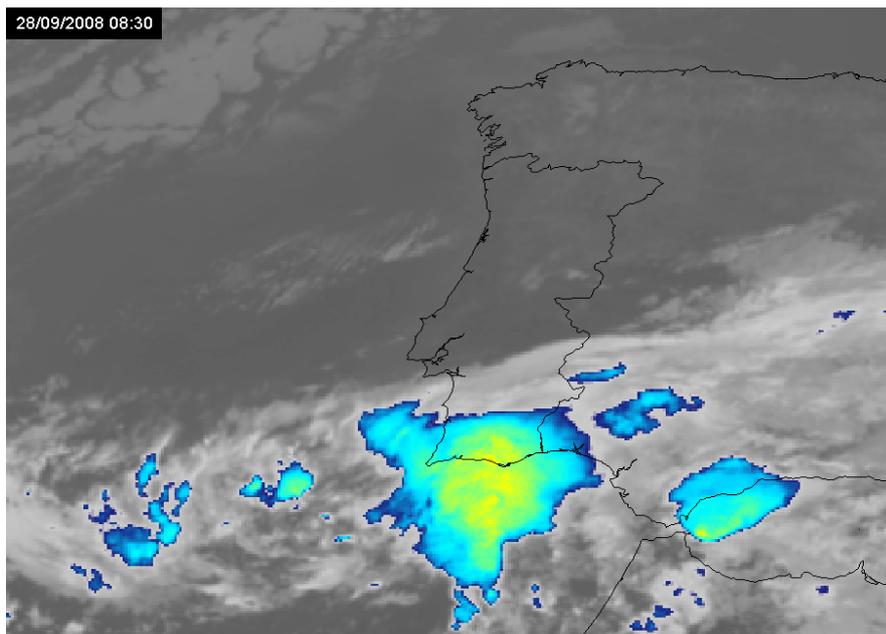


Fig. 21 - Imagem do canal infravermelho 10.8µm, em que as nuvens mais frias surgem na escala de cores dos azuis aos amarelos, indicando topos muito frios, para as 08:30 UTC do dia 28 de Setembro de 2008.

Como se pode observar na imagem da Fig. 22, correspondente ao produto RGB microfísica dia obtido com base no SEVIRI-MSG, às 08:30 UTC, toda a região do Algarve se encontra sob a influência de uma estrutura convectiva que se apresenta em tons laranja, indicando que as células se encontram numa fase de desenvolvimento a esta hora.

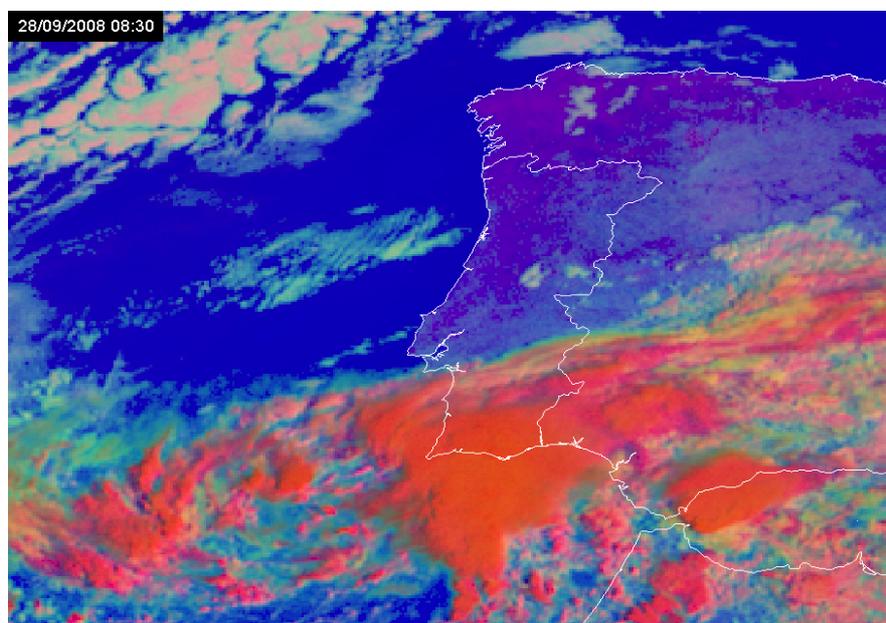


Fig. 22 - Imagem do produto de satélite RGB microfísica dia para o dia 28 de Setembro de 2008, às 08:30 UTC.

6. Análise da precipitação

Efetuar-se-á uma análise separada do campo da precipitação obtido com recurso à rede de estações automáticas do IPMA e da APA e ao radar de L/CC para os dois eventos e seguidamente utilizar-se-á um método de ajustamento radar-udómetro baseado na correção por krigagem normal das diferenças.

6.1 Análise dos valores de precipitação observados na rede de estações automáticas

Neste capítulo proceder-se-á à análise da quantidade de precipitação ocorrida durante os dias 1 de novembro de 2015 e 28/29 de setembro de 2008 utilizando os dados horários de mais de 160 estações das redes meteorológicas automáticas do IPMA (80) e da APA (84), com enfoque no Algarve, região que sofreu o maior impacto.

6.1.1 Situação de 1 de novembro de 2015

Na Fig. 23 apresenta-se a distribuição espacial da precipitação acumulada, no dia 1 de novembro de 2015 em 24 horas (00:00 às 24:00 UTC) e em 12 horas (03:00 às 15:00 UTC), período em que ocorreram os maiores valores da quantidade de precipitação e a que será dado particular destaque.

Os valores de precipitação acumulada em 24 horas e em 12 horas são semelhantes; da análise verifica-se que os maiores valores da quantidade de precipitação ocorreram no período entre as 03:00 e as 15:00 UTC, em particular na região do Algarve e do litoral do Baixo Alentejo, em que se observaram valores superiores a 20mm, sendo nalguns locais, superiores a 100mm.

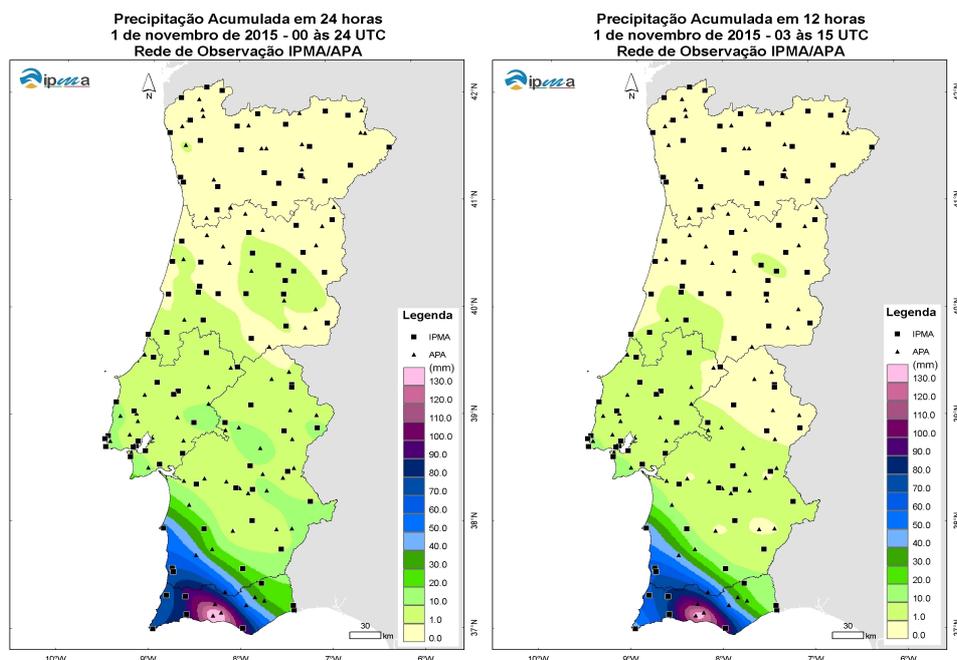


Fig. 23 - Distribuição espacial da precipitação acumulada em 24 e 12 horas: das 00:00 às 24:00 UTC (à esquerda) e das 03:00 às 15:00 UTC, no dia 1 de novembro 2015, com base na interpolação dos valores observados nas estações da rede do IPMA e da APA.

Os valores da precipitação acumulada em 24 horas e em 12 horas, para os locais em que a precipitação acumulada em 24 horas foi superior a 20mm, apresentam-se na Tabela 4. A tabela do anexo 1 contém as coordenadas das estações.

As estações onde se registaram os maiores valores da quantidade de precipitação, superiores a 100mm, localizam-se todas no Algarve, em particular na região entre Portimão e Faro: Algoz, Paderne, São Bartolomeu de Messines e Faro-Aeroporto.

Tabela 4 - Valores da precipitação acumulada (em 24 e 12 horas) nos locais em que a precipitação acumulada em 24 horas foi superior a 20mm (1 de novembro de 2015).

Estações IPMA/APA	Precipitação Acumulada (mm)	
	00:00-24:00 UTC	03:00-15:00 UTC
Algoz	144.8	135.2
Paderne	134.8	130.4
S. Bartolomeu de Messines	110.8	104.7
Faro-Aeroporto	101.6	100.5
Monchique	97.6	83.3
Portimão	89.3	79.8
Fóia	88.4	76.2
Sagres	79.1	45.3
Aljezur	74.0	68.5
Odemira	71.6	69.1
Zambujeira	69.5	66.8
São Barnabé	69.0	68.3
Sines	55.0	47.3
Barranco do Velho	51.7	48.2
Relíquias	50.6	43.0
Catraia	38.1	35.9
Mercador	32.2	25.6
Alvalade	26.2	12.9
V. R. Sto António	24.7	12.8
Neves Corvo	24.3	14.2
Panóias	24.0	18.5

Na Tabela 5 apresentam-se, para as estações do Algarve, os máximos de precipitação ocorridos em 1h,

3h e 6h e as respetivas horas de ocorrência, no dia 1 de novembro de 2015. No período de 6 horas entre as 09:00 e 14:00 UTC, as estações de Algoz e Paderne registaram, respetivamente, 107.9mm e 98.9mm.

Tabela 5 - Valores máximos de precipitação (mm) em 1h, 3h e 6h ocorridos no dia 1 de novembro 2015.

Estações IPMA/APA	Máx 1h (mm)	Hora (UTC)	Máx 3h (mm)	Período (UTC)	Máx 6h (mm)	Período (UTC)
Algoz	27.8	14:00	67.7	11:00-14:00	107.9	08:00-14:00
Paderne	30.0	14:00	64.8	11:00-14:00	98.9	08:00-14:00
S. B. Messines	23.5	14:00	51.6	11:00-14:00	76.6	09:00 -15:00
Faro-Aeroporto	19.9	12:00	45.9	10:00-12:00	73.3	06:00-12:00
Monchique	11.2	14:00	29.2	07:00-10:00	55.3	06:00-12:00
Fóia	12.2	08:00	28.9	05:00-08:00	52.7	05:00-11:00
Portimão	10.7	11:00	27.6	04:00-07:00	52.3	05:00-11:00
Odemira	10.5	12:00	26.7	10:00-13:00	51.2	07:00-13:00
São Barnabé	13.5	13:00	26.0	12:00-15:00	45.9	09:00 -15:00
Sagres	10.2	09:00	22.2	07:00-10:00	35.2	13:00-19:00
Barranco do Velho	13.2	08:00	21.4	05:00-08:00	30.6	06:00-12:00
Catraia	17.7	15:00	22.7	13:00-16:00	25.1	09:00 -15:00
Mercador	12.1	15:00	18.0	13:00-16:00	18.8	09:00 -15:00
V. R. Sto. António	10.2	15:00	13.7	13:00-16:00	14.6	11:00-17:00

Considerando que a região mais afetada pela precipitação intensa foi o Algarve, apresenta-se na Fig. 24 a evolução dos valores horários acumulados entre as 00:00 UTC e as 24:00 UTC, do dia 1 de novembro, em 6 locais da região (Algoz, Paderne, S. Bartolomeu de Messines, Faro, Monchique e Portimão).

Da análise desta figura verifica-se que no período compreendido entre as 04:00 e as 15:00 UTC ocorreu precipitação forte e de forma persistente.

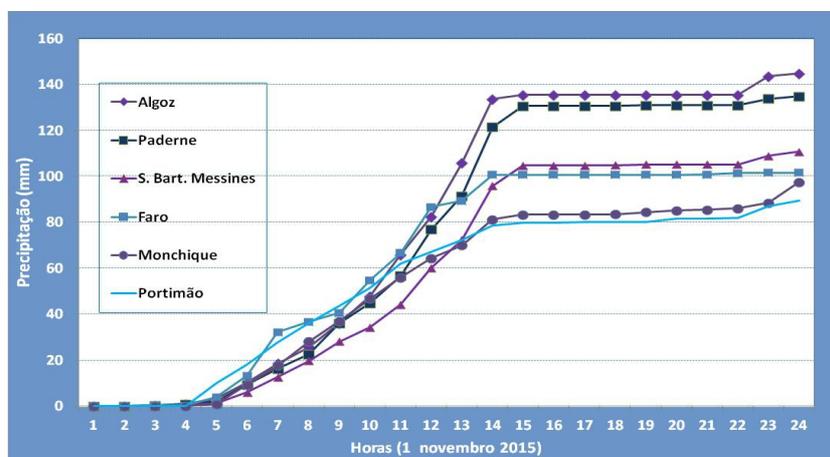


Fig. 24 – Valores horários acumulados de precipitação (das 00:00 às 24:00 UTC) em algumas estações no Algarve no dia 1 de novembro de 2015.

6.1.1.1 Comparação com histórico

Neste âmbito, apresentam-se os maiores valores da precipitação registados em períodos de 1, 6, 12 e 24 horas em 3 estações da rede IPMA do Algarve (Tabela 6). Verifica-se que para as 3 estações analisadas, os valores da quantidade de precipitação registados no dia 1 de novembro de 2015 são significativos para períodos superiores a 6 horas, quando comparados com os valores da Tabela 5.

Tabela 6 - Máximos históricos de precipitação (mm) registados nos períodos de 1, 6, 12 e 24 horas em estações meteorológicas do Algarve.

Estações IPMA	1 h	Ano/Mês/Dia	6 h	Ano/Mês/Dia	12 h	Ano/Mês/Dia	24 h (9 às 9)	Ano/Mês/Dia
Faro (1965)	67.8	1989/10/13	113.7	1989/10/13	135.3	1989/10/13	157.9	1989/10/13
	57.7	1989/10/17						
Portimão (1997)	33.9	2007/12/19	98.5	2003/11/24	111.8	2003/11/24	121.4	2003/11/24
Sagres (1980)	54.2	1988/11/24	131.6	1988/11/23	149.2	1988/11/24	175.4	1988/11/23

De salientar que não foram ultrapassados os maiores valores anteriormente observados para estas estações.

Para as estações da APA e para valores de precipitação acumulada em 24 horas (9 às 9 UTC), também não foram ultrapassados os anteriores valores máximos em:

- São Barnabé: 125.5mm, em 1 de novembro de 1993;
- São Bartolomeu de Messines: 155.0mm, em 5 de março de 1968;

No entanto, em duas estações da APA foram ultrapassados os maiores valores de precipitação acumulada em 24 horas (09:00 às 09:00 UTC):

- Algoz: 105.5mm, em 4 dezembro 1990;
- Paderne: 99.0mm, em 17 de outubro de 1972;

6.1.1.2 Períodos de retorno

Para avaliar a probabilidade de ocorrência dos valores da precipitação observados no dia 1 de novembro de 2015 (Tabela 7), calcularam-se os períodos de retorno correspondentes à função de Distribuição de Probabilidade de Gumbel.

Para esta análise foram considerados os valores máximos anuais da quantidade de precipitação em períodos curtos de 1h, 6h e 12h, para três estações meteorológicas do Algarve da rede do IPMA com séries suficientemente longas: Faro, 1965-2014, Praia da Rocha/Portimão, 1960-2014 e Sagres 1980-2014.

Tabela 7 - Períodos de retorno para os máximos de precipitação em 1h, 6h e 12h, no dia 1 de novembro 2015.

Estações IPMA	Período de retorno (anos)		
	1 hora	6 horas	12 horas
Faro	2	16	32
Praia da Rocha/Portimão	2	16	20
Sagres	1	10	5

De acordo com o método estatístico de *Gumbel* verifica-se que os maiores períodos de retorno se referem à precipitação ocorrida em 12h, com 32 e 20 anos, para Faro e Praia da Rocha/Portimão, respetivamente. Para os períodos de 1 e 6 horas as quantidades de precipitação ocorridas têm grande probabilidade de ocorrência.

6.1.2 Situação de 28 e 29 de setembro de 2008

Relativamente a esta situação, dar-se-á particular destaque ao dia 28 de setembro, uma vez que foi neste dia que ocorreram os maiores valores da quantidade de precipitação. No dia 29 de setembro duas estações registaram valores da quantidade de precipitação em 24 horas superiores a 20mm: Estoi (32.4mm) e Ladeira de Cima (31.2mm). Em Faro este limite foi largamente ultrapassado em apenas 2 horas, no período 01:00 - 03:00 UTC, em que se registaram 55.8mm. No entanto, após esta hora a estação deixou de ter registos, não sendo possível quantificar o total em 24 horas para o dia 29 de setembro.

Na Fig. 25 apresentam-se os valores da precipitação acumulada em 24 horas (00:00-24:00 UTC), no dia 28 de setembro de 2008.

Os valores mais elevados de precipitação, superiores a 50mm ocorreram no Algarve, em particular no barlavento, onde foram registados valores superiores a 100mm em Lagos e Portimão.

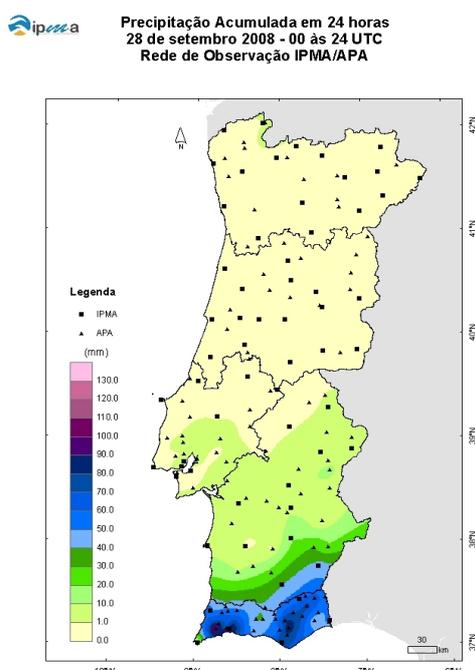


Fig. 25 - Distribuição espacial dos valores da precipitação acumulada em 24 horas, 00:00-24:00 UTC, no dia 28 de setembro 2008, com base na interpolação dos valores observados nos udómetros da rede do IPMA e da APA.

Na Tabela 8 apresentam-se os valores da precipitação acumulada em 24 horas para os locais em que a precipitação acumulada foi superior a 20mm (apresentam-se as coordenadas das estações na tabela no anexo 1).

As estações onde se registaram os valores de precipitação mais elevados, superiores a 70mm, foram todas no Algarve, essencialmente a oeste de Albufeira e a leste de Faro, sendo de realçar as estações de Bensafrim (APA) e Portimão (IPMA), com valores acumulados em 24h superiores a 100mm.

Tabela 8 - Valores da precipitação acumulada em 24 horas nos locais em que a precipitação acumulada foi superior a 20mm (28 de setembro de 2008).

Estações IPMA/APA	Precipitação acumulada (mm) 00:00-24:00 UTC
Bensafrim	109.7
Portimão	103.0
S. Brás de Alportel	87.8
Barranco do Velho	79.1
Faro	77.9
Albufeira da Bravura	75.2
Malfrades	73.6
Mercador	69.9
Catraia	69.2
Mexilhoeira Grande	67.1
Aljezur	64.4
Pereiro	62.6
Monte da Brinjeira	62.3
Loulé	59.3
Alcoutim	57.6
Monchique	55.9
Alcoutim /Martim longo	55.8
Castro Marim	54.1
Barragem do Beliche	53.9
Salir	52.0
Alferce	51.0
Castro Marim	50.1
Sobreira	48.1
Aljezur	47.6
Foz do Farelo	44.9
Algoz	44.8
Mértola	44.8
Faz Fato	41.9
S. Barnabé	41.6
Santa Margarida	40.0
Castro verde / Neves Corvo	39.7
São Bartolomeu de Messines	39.3

Serpa	29.9
Sapal de Odeleite	25.3
Castro Verde	23.4
Ladeira de Cima	23.3
Herdade de Valada	21.2

Na Tabela 9 apresentam-se os valores máximos de precipitação ocorridos em 1h, 3h, 6h e 12h e as respetivas horas de ocorrência, no dia 28 de setembro de 2008, na região do Algarve.

Tabela 9 - Valores máximos de precipitação (mm) em 1h, 3h, 6h e 12h ocorridos no dia 28 de setembro 2008.

Estações IPMA/APA	Máx 1h (mm)	Hora (UTC)	Máx 3h (mm)	Período (UTC)	Máx 6h (mm)	Período (UTC)	Máx 12h (mm)	Período (UTC)
Bensafrim	27.4	18:00	62.4	16:00-19:00	77.3	15:00-21:00	91.8	08:00-20:00
S. B. Alportel	14.3	10:00	32.6	05:00-08:00	61.7	04:00-10:00	84.2	04:00-16:00
Faro	17.2	06:00	34.9	04:00-07:00	56.8	04:00-10:00	76.7	04:00-16:00
Portimão	22.1	08:00	34.3	17:00-20:00	55.1	14:00-20:00	75.6	07:00-19:00
Barranco Velho	18.1	10:00	36.1	07:00-10:00	54.4	05:00-11:00	74.6	05:00-17:00
Mercador	14.1	11:00	24.0	05:00-08:00	43.0	05:00-11:00	66.0	04:00-16:00
Catraia	14.1	06:00	29.3	05:00-08:00	44.4	05:00-11:00	65.2	05:00-17:00
Malfrades	15.7	06:00	29.3	05:00-08:00	44.9	03:00-09:00	64.6	02:00-14:00
Alb. da Bravura	12.8	17:00	29.7	16:00-19:00	47.3	15:00 -21:00	59.4	09:00 -21:00
Loulé	12.8	07:00	26.1	06:00-09:00	47.1	06:00-12:00	58.1	04:00-16:00
Monte Brinjeira	10.2	11:00	21.1	10:00-13:00	39.6	06:00-12:00	57.1	05:00-17:00
Alcoutim	14.0	06:00	25.2	04:00-07:00	31.9	03:00 -09:00	53.9	04:00 -16:00
Aljezur	11.5	18:00	24.6	16:00-19:00	39.9	15:00 -21:00	52.3	09:00 -21:00
Castro Marim	13.6	12:00	32.4	10:00-13:00	39.5	10:00-16:00	52.0	04:00-16:00
Salir	16.5	10:00	29.7	09:00-12:00	45.0	06:00-12:00	50.4	06:00-18:00

6.1.2.1 Comparação com histórico e com 1 de novembro 2015

Comparando os valores ocorridos nas estações de Faro e Portimão no episódio de 28 de setembro de 2008 com os maiores valores da precipitação registados em períodos de 1, 3, 6, 12 e 24 horas, que se apresentam na Tabela 3, verifica-se que os valores ocorridos no dia 28 estão muito abaixo dos anteriores maiores valores.

Comparando o episódio de 28 setembro 2008 com o de 1 de novembro 2015 (Tabela 10) verifica-se que,

em Faro, os valores de precipitação ocorridos em 1 de novembro são superiores. No entanto, em Portimão os valores são superiores no episódio de 28 de setembro (exceto nas 12 horas).

Tabela 10 - Máximos de precipitação (mm) registados nos períodos de 1, 3, 6, 12 e 24 horas nas estações meteorológicas de Faro e Portimão nos eventos de 1 de novembro de 2015 e 28 de setembro 2008.

Estações IPMA	Max prec (mm)									
	1 hora		3 horas		6 horas		12 horas		24 horas	
	1 nov 2015	28 set 2008								
Faro	19.9	17.2(*)	45.9	34.9	73.3	56.8	100.5	76.7	101.6	77.9
Portimão	10.7	22.1	27.6	34.3	52.3	55.1	79.8	75.6	89.3	103.0

* No dia 29 de setembro de 2008 a estação de Faro registou 42.4mm das 2 às 3 UTC.

6.1.2.2 Períodos de retorno

Foram considerados os valores máximos anuais da quantidade de precipitação em períodos curtos de 1h, 6h e 12h, para duas estações meteorológicas do Algarve da rede do IPMA: Faro (período 1965-2007) e Praia da Rocha/Portimão (período 1960-2007).

Da aplicação do método estatístico de *Gumbel* verifica-se que os maiores períodos de retorno se referem à precipitação ocorrida em 12h, com 10 e 20 anos, para Faro e Praia da Rocha/Portimão, respetivamente (Tabela 11).

Tabela 11 - Períodos de retorno para os máximos de precipitação em 1h, 6h e 12h, de 28 de setembro de 2008

Estações IPMA	Período de retorno (anos)		
	1 hora	6 horas	12 horas
Faro	1	5	10
Praia da Rocha/Portimão	4	10	20

6.2 Análise do campo da precipitação obtido com radar meteorológico

As situações meteorológicas caracterizadas em 2.1 e 2.2 potenciaram a formação de linhas organizadas de precipitação que afetaram o Algarve, principalmente a região do barlavento, originando precipitação forte e persistente e ocorrência de trovoada. Estes aspetos foram particularmente visíveis recorrendo à informação obtida com o radar meteorológico de L/CC.

Neste âmbito, procedeu-se à análise dos padrões de refletividade, obtidos com o produto MAXZ (projeção de máximos de refletividade, em dBZ), e das estimativas de valores horários de precipitação (mm), obtidas com base nas estimativas da intensidade da precipitação (mm/h), geradas com recurso ao produto Pseudo-CAPPI, a uma altitude de 700m, por ser a mais próxima da superfície e aquela a que corresponde a menor subestimação do campo da precipitação.

Para além da utilização destes produtos radar, foi também avaliada a geração de produtos de aviso, derivados da emissão e identificação automática de limiares (valor de grandezas/áreas) para esse efeito, que no caso em concreto, consistem nos produtos de aviso “PRECCONV” - precipitação convectiva - e “PRECESTRAT” - precipitação estratificada. De referir que estes avisos, quando sobrepostos às imagens radar têm uma denominação ligeiramente diferente, ou seja, "PCONV" e "PESTRAT", respetivamente. Estes produtos resultam da combinação automática, baseada em algoritmos, de diversos campos observados com radar, associáveis a vários tipos de condições meteorológicas adversas. De acordo com a filosofia destes produtos, estas condições estarão a verificar-se no momento ou, previsivelmente, irão verificar-se a muito curto prazo.

Neste capítulo efetuar-se-á uma análise separada de cada uma das situações, com base na informação de radar e, seguidamente, uma breve análise comparativa.

6.2.1 Situação de 1 de novembro de 2015

A situação meteorológica caracterizada em 2.1 deu origem à formação de linhas organizadas de precipitação, com orientação de sueste para noroeste, que afetaram principalmente a região do barlavento algarvio, com particular incidência na zona situada entre Portimão e Faro, no período compreendido entre as 04:00 e as 14:00 UTC, originando precipitação forte e persistente e a ocorrência de trovoada, conforme se pode verificar pela análise das imagens do produto MAXZ do radar de L/CC ao longo de todo o dia (figuras 26 a 32).

Assim, entre as 00:00 e as 03:00 UTC, a zona mais afetada foi a do sotavento algarvio, entre Olhão e Vila Real de Santo António, embora refletividades não muito elevadas, excetuando-se um valor de 44.0 dBZ à 01:20 UTC, ligeiramente a norte de Castro Marim.

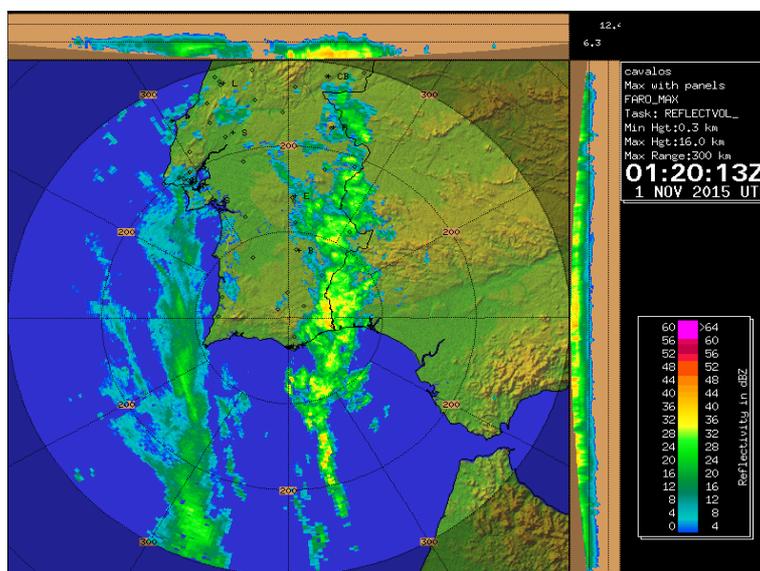


Fig. 26 - Observação MAXZ (em dBZ) da 01:20 UTC (radar de L/CC), banda de refletividade a afetar o sotavento.

A partir das 02:00 UTC foi claramente visível a aproximação de uma linha organizada de precipitação, a SE de Faro, que se intensificou à medida que se aproximava da costa e que às 04:30 UTC já afetava toda a zona costeira entre Sagres e Fuzeta, com particular incidência entre Portimão e Faro, região que se manteve praticamente com precipitação contínua até às 14:00 UTC.

Entre as 04:30 e as 06:30 UTC registaram-se valores muito elevados de refletividade, nomeadamente entre Portimão e Quarteira, inclusive no interior a N de Albufeira, associados à perturbação, que progrediu posteriormente para NW. Neste período, os valores de refletividade foram superiores a 40.0 dBZ em muitos locais, tendo-se atingido valores de 48.0 dBZ e 49.5 dBZ na região de Albufeira.

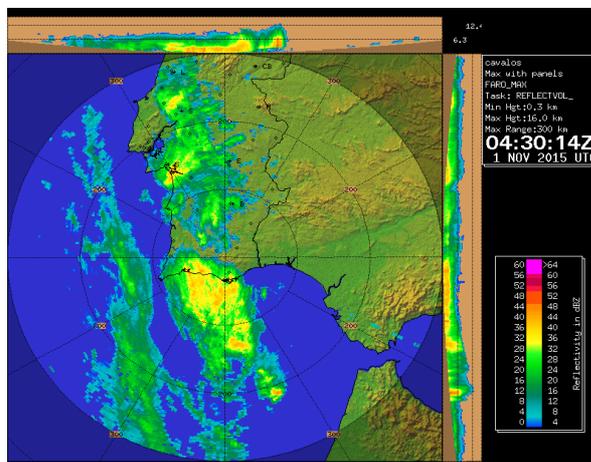


Fig. 27 - Observação MAXZ das 04:30 UTC, banda de refletividade a afetar o barlavento.

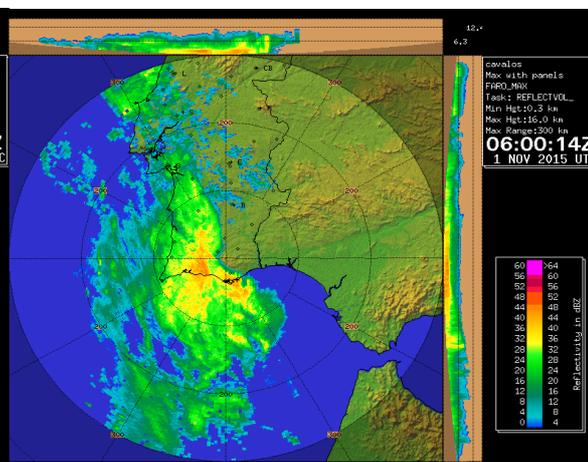


Fig. 28 - Observação MAXZ das 06:00 UTC, intensificação da banda de refletividade.

Nas horas que se seguiram, toda esta região foi sucessivamente atravessada por linhas de forte instabilidade, sendo de referir os períodos 08:00-09:00 UTC e 09:30-12:00 UTC, entre Albufeira e Faro, e, principalmente, o período 12:00-14:00 UTC, entre Armação de Pêra e Quarteira, inicialmente na zona costeira e posteriormente mais para o interior. Nestes intervalos de tempo registaram-se valores de refletividade semelhantes aos referidos para o período 04:30-06:30 UTC. Embora com menor intensidade, mas de forma praticamente contínua, registou-se precipitação na zona de Sagres, entre as 05:00 e as 23:00 UTC.

Os valores de refletividade estimados com radar sugerem desenvolvimento vertical com alguma expressão e a ocorrência de precipitação por vezes forte.

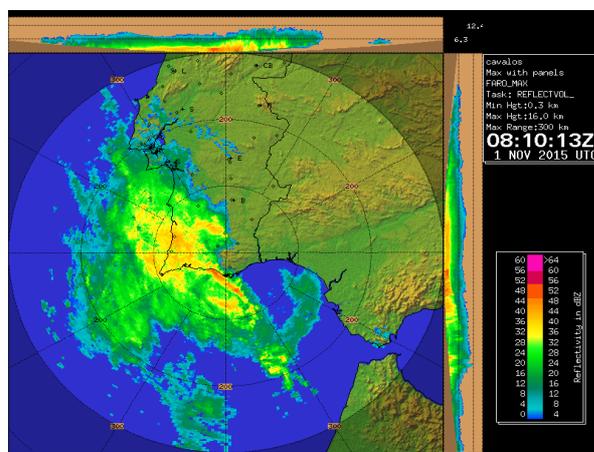


Fig. 29 - Observação MAXZ das 08:10 UTC, linha de refletividade em aproximação.

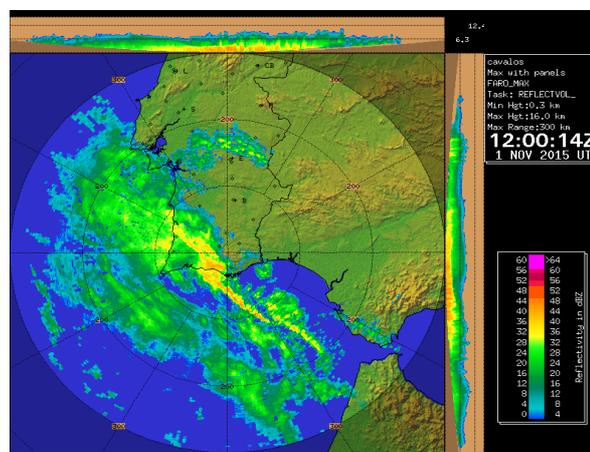


Fig. 30 - Observação MAXZ das 12:00 UTC, banda de refletividade mais intensa entre Albufeira e Faro.

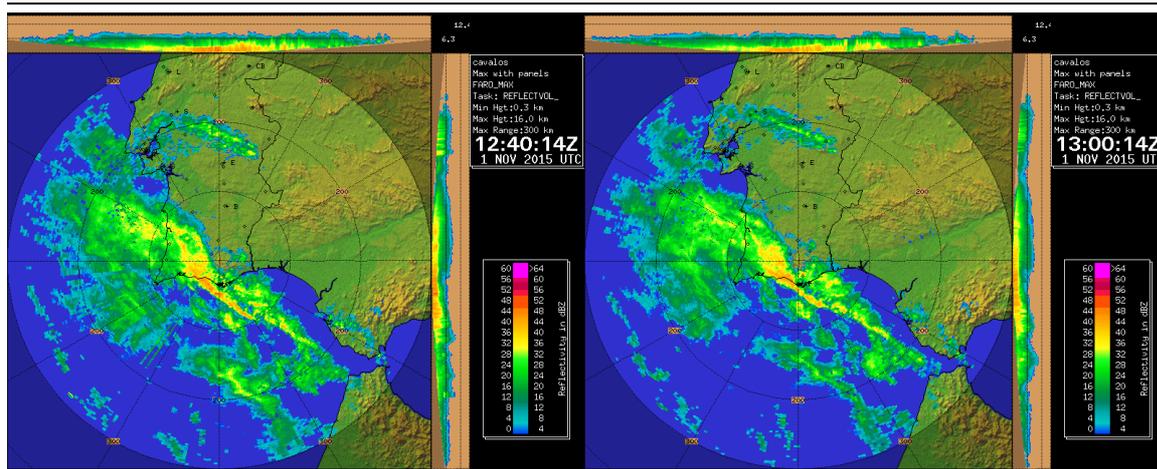


Fig. 31 - Observação MAXZ das 12:40 UTC, banda de refletividade mais intensa entre Armação de Pêra e Quarteira.

Fig. 32 - Observação MAXZ das 13:00 UTC, banda de refletividade mais intensa entre Albufeira e Quarteira.

Este episódio foi essencialmente marcado pela emissão de avisos de precipitação estratificada. Para o ilustrar, as figuras 33 e 34 compreendem dois conjuntos de imagens de uma série contínua de emissão de avisos. O primeiro aviso de PRECESTRAT foi emitido às 02:40, ainda sobre o mar, a S da região Algarvia. Por volta das 03:50 o aviso PRECESTRAT foi emitido já sobre a região da Ria Formosa. A partir desta hora e de forma continuada até às 07:25 foram emitidos vários avisos sobre a área em análise (Fig. 33). No período 07:50-13:50, foi emitido um novo conjunto de avisos (Fig. 34), com elevada frequência.

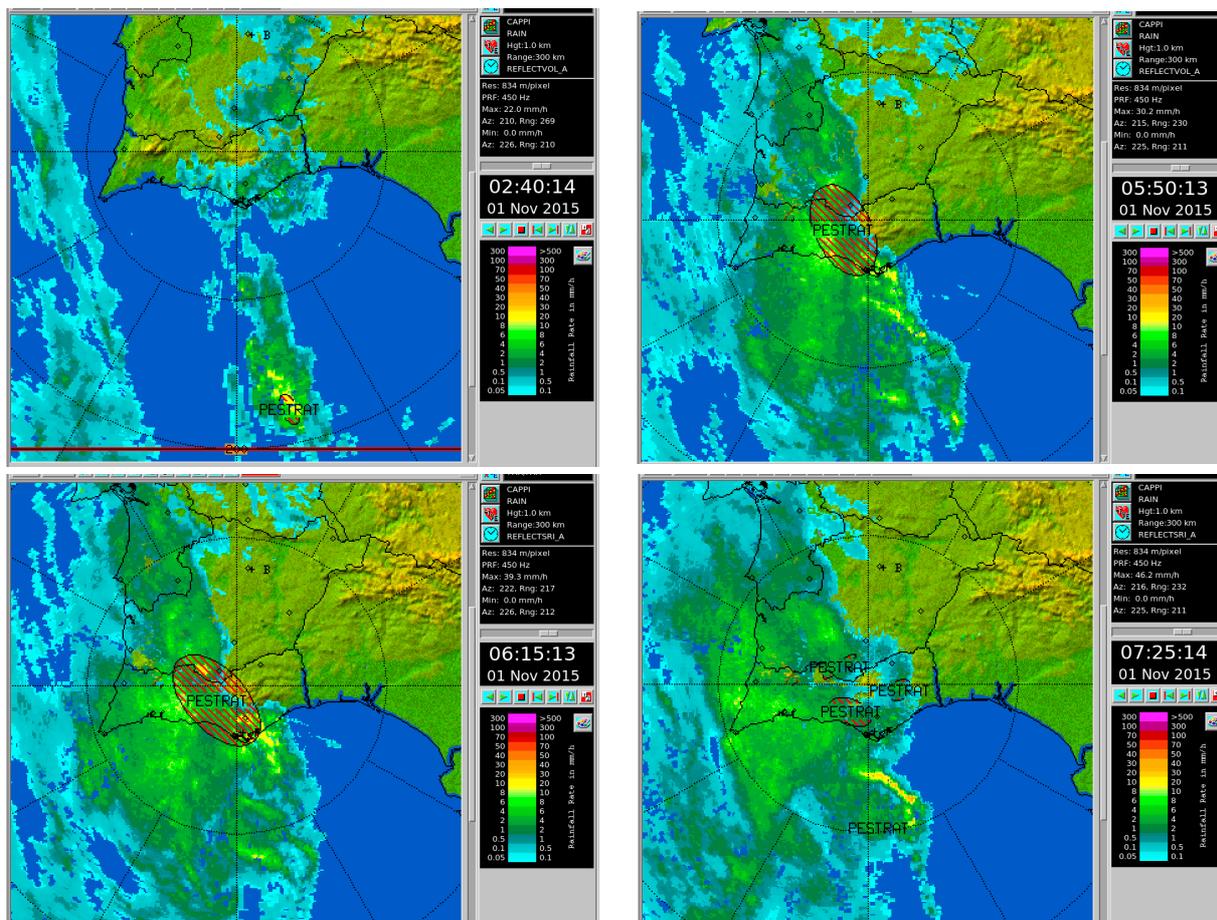


Fig. 33 - Produto radar pseudo-CAPPI (Rain) das 2:40, 05:50, 06:15 e 07:25, do radar de L/CC, com a sobreposição de avisos PRECESTRAT.

Só às 14:00 UTC foi emitido o primeiro aviso PRECCONV, a nordeste da região de Faro, e numa altura em que a região de Albufeira começava a deixar de ser afetada pela precipitação de forma contínua.

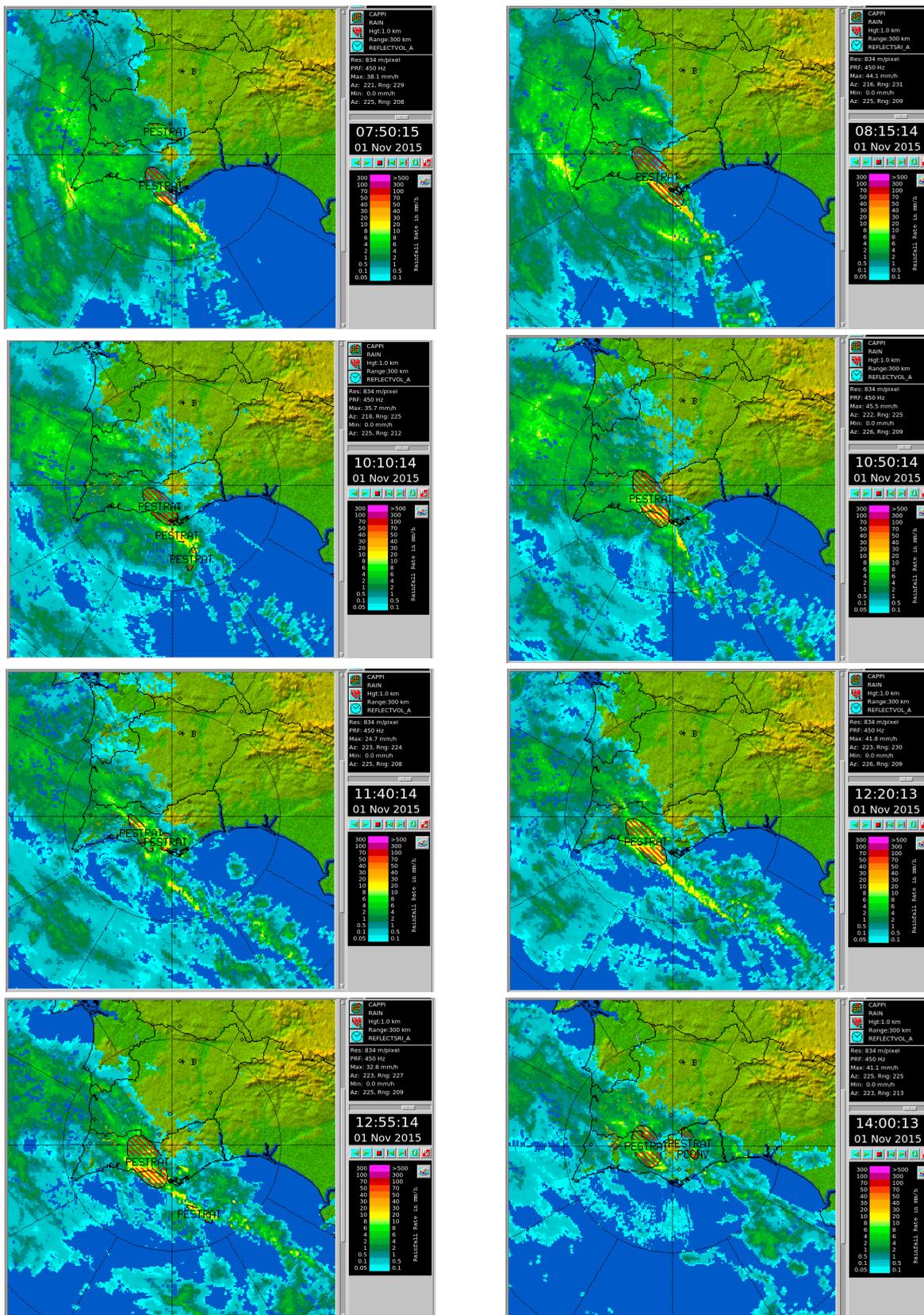


Fig. 34 - Produto radar pseudo-CAPPI (Rain) das 07:50, 08:15, 10:10, 10:50, 11:40, 12:20, 12:55 e 14:00, do radar de L/CC, com a sobreposição de avisos PRECESTRAT e PRECCON.

Com base nas estimativas da intensidade da precipitação (mm/h) obtidas com o radar de L/CC, procedeu-se à obtenção de estimativas de valores horários de precipitação (mm), recorrendo ao produto Rain1 (figuras 35 e 36), para todo o dia 1 de novembro. A análise destes dados permite concluir que o período entre as 11:00 e as 14:00 UTC foi aquele em que o concelho de Albufeira, a zona sul do concelho de Silves e a região de Quarteira foram mais afetados.

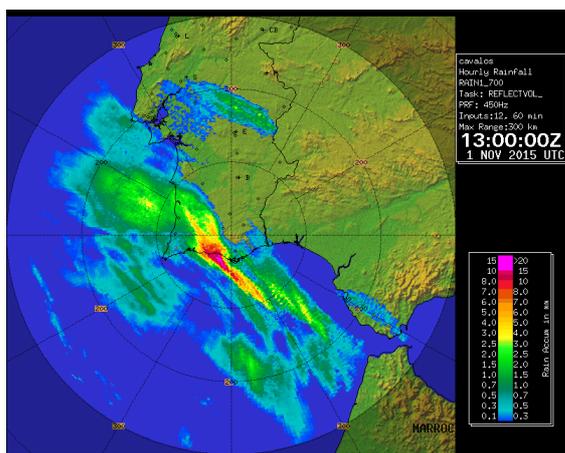


Fig. 35 - Precipitação acumulada (mm) no período 12:00-13:00 UTC (produto Rain1), sendo visíveis valores mais elevados de precipitação entre Albufeira e Quarteira.

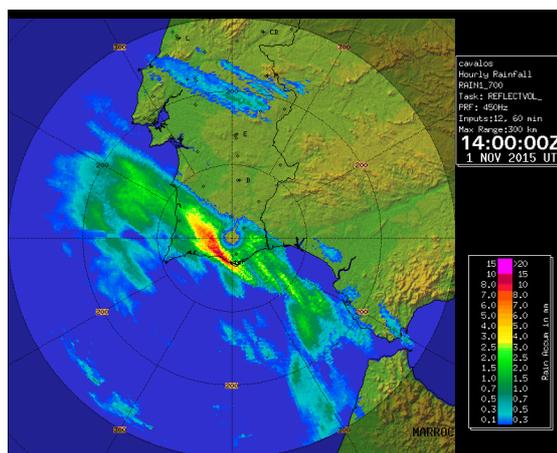
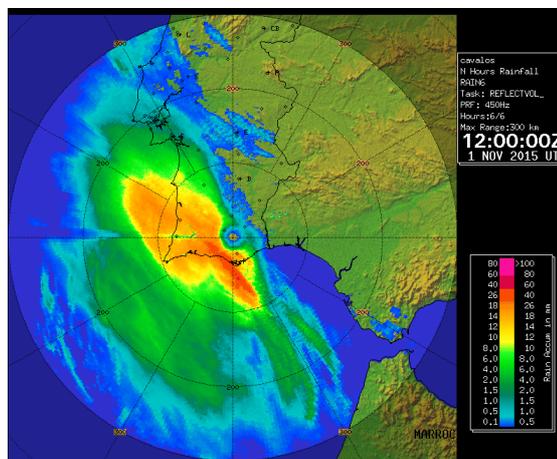
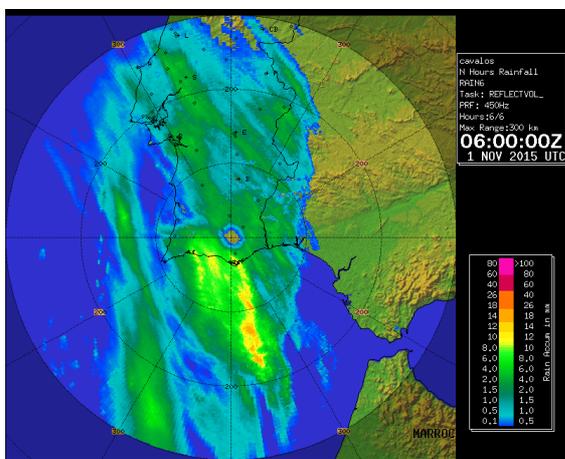


Fig. 36 - Precipitação acumulada (mm) no período 13:00-14:00 UTC (produto Rain1), sendo visíveis valores mais elevados de precipitação entre Albufeira e Quarteira e no interior.

Foram igualmente obtidos os produtos de radar Rain6, Rain10, Rain12 e Rain24, ou seja, valores de precipitação acumulados (mm) em períodos de 6, 10, 12 e 24 horas, respetivamente, apresentando-se seguidamente as imagens mais significativas.

Assim, para o produto Rain6, são apresentadas, na Fig. 37, as imagens correspondentes aos períodos naturais, 00:00 - 06:00 UTC, 06:00 - 12:00 UTC, 12:00 - 18:00 UTC e 18:00 - 24:00 UTC.



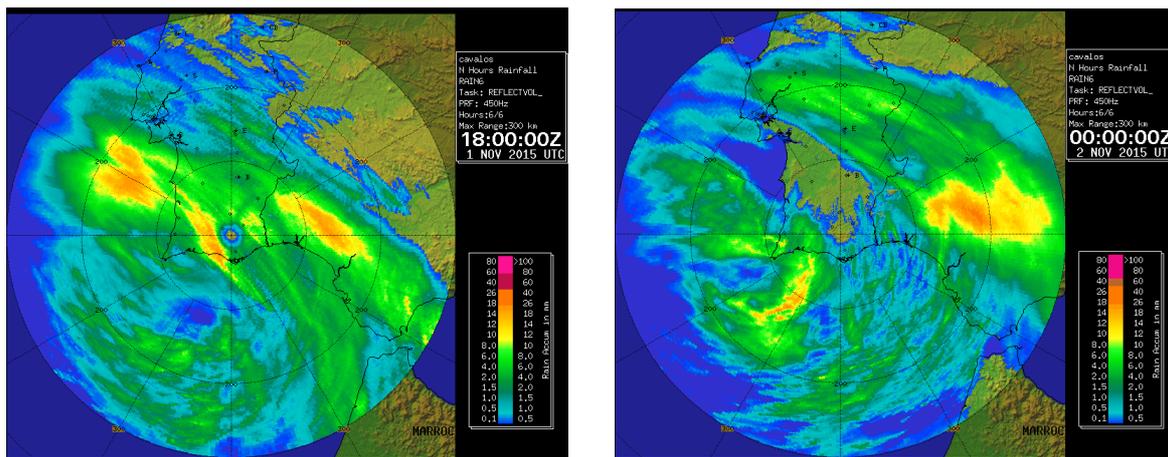


Fig. 37 - Precipitação acumulada (mm) nos períodos 00-06, 06-12, 12-18 e 18-24 UTC do produto Rain6.

A observação destas imagens, nomeadamente as correspondentes aos períodos 06:00-12:00 UTC e 12:00 - 18:00 UTC, mostra uma clara prevalência da precipitação nas zonas mais afetadas.

Para obtenção do valor de precipitação acumulado em 10 horas (Rain10), selecionou-se o período compreendido entre as 04:00 e as 14:00 UTC (Fig. 38), por ser o mais relevante.

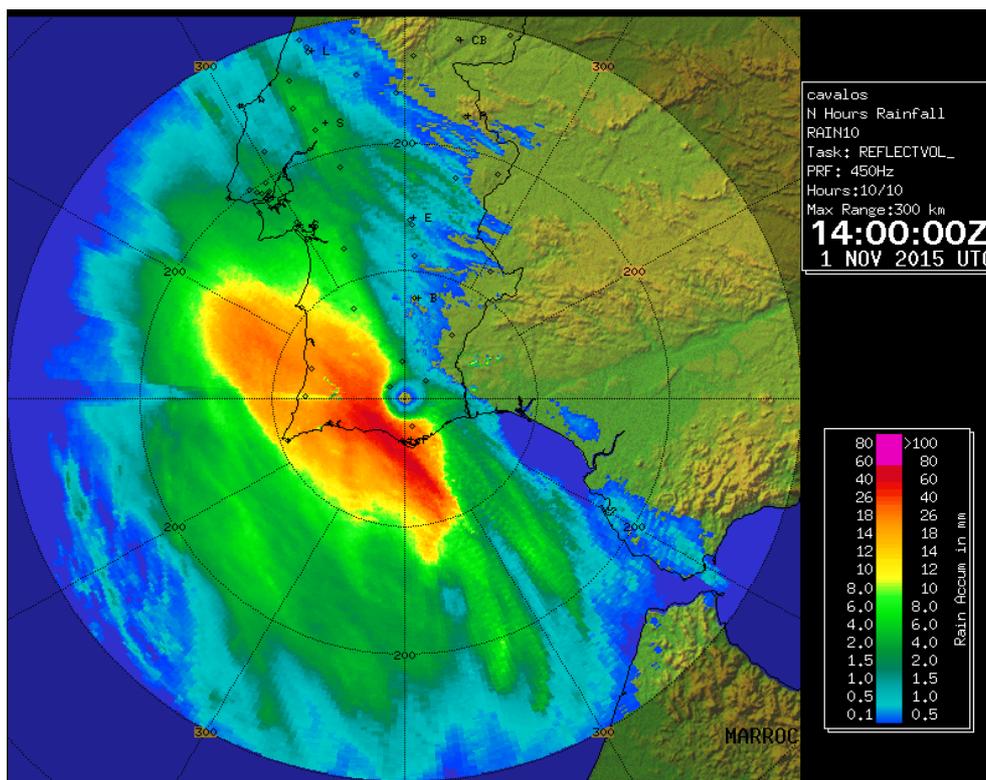


Fig. 38 - Precipitação acumulada (mm) no período 04:00-14:00 UTC (produto Rain10), com um máximo (relativo) sobre a região do barlavento algarvio.

Relativamente ao produto Rain12 foram considerados os períodos naturais 00:00-12:00 UTC e 12:00-24:00 UTC, assim como o período 03:00-15:00 UTC, considerado o mais gravoso, os quais estão ilustrados na Fig. 39.

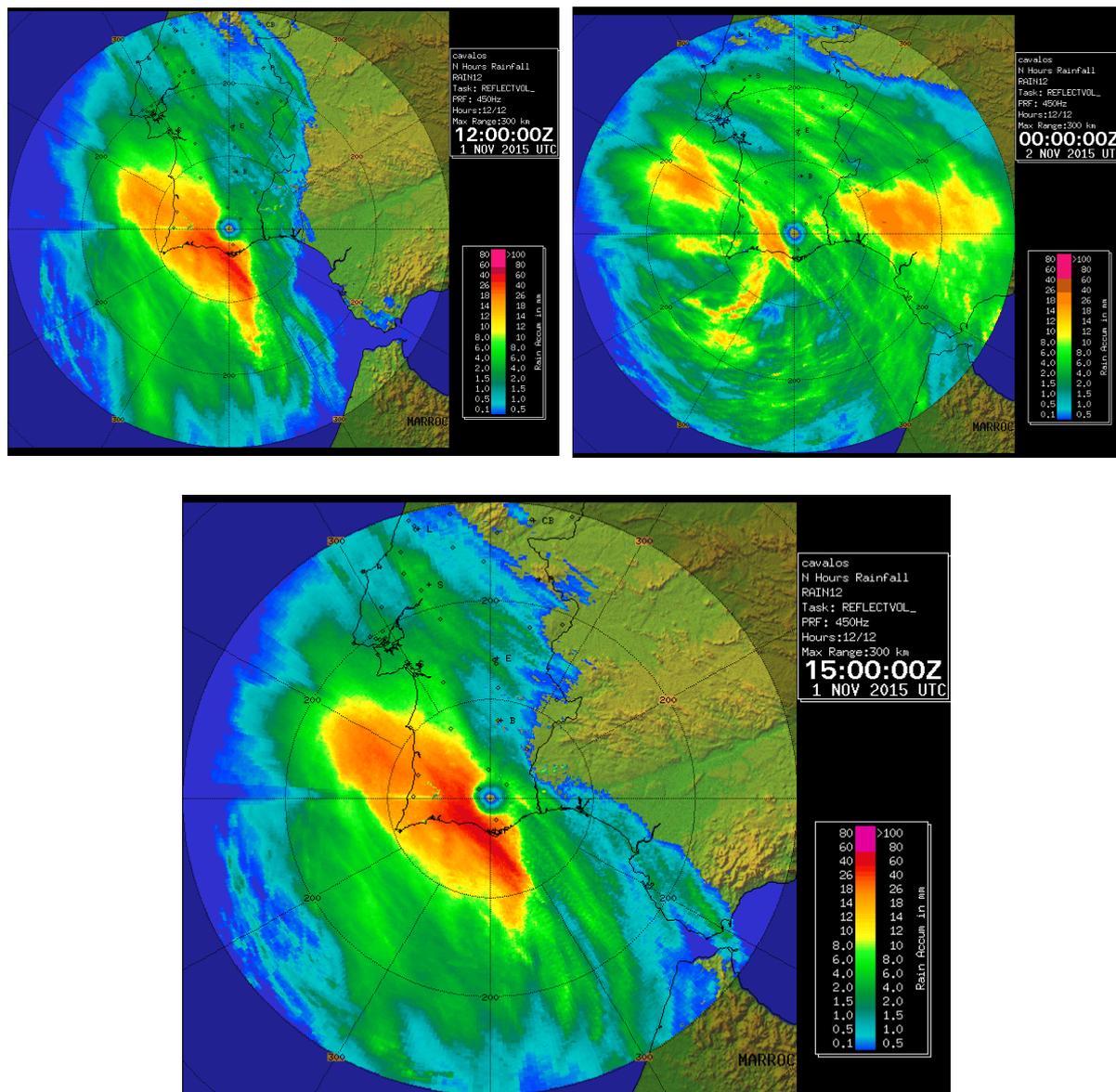


Fig. 39 - Precipitação acumulada (mm) nos períodos 00:00-12:00 UTC, 12:00-24:00 UTC e 03:00-15:00 UTC, utilizando o produto Rain12.

A análise destas imagens permite concluir que, apesar dos intervalos de tempo envolvidos (12h), em todos os períodos a zona dos concelhos de Albufeira e Silves foi sempre a mais afetada, o que dá uma ideia da dimensão do fenómeno.

A precipitação acumulada em 24 horas, estimada com radar, foi obtida recorrendo ao produto Rain24 (Fig. 40).

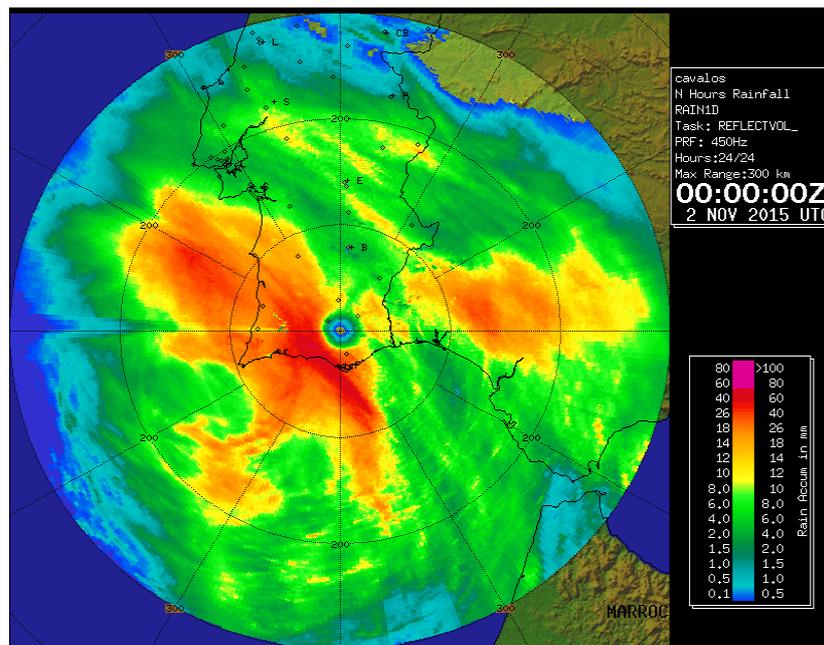


Fig. 40 - Precipitação acumulada (mm) diária (produto Rain24) correspondente ao dia 1 de novembro de 2015, com um máximo (relativo) sobre a região do barlavento algarvio.

A análise deste conjunto de imagens de precipitação acumulada em diferentes períodos ao longo do dia 1 de novembro permite concluir que o padrão espacial correspondente à zona com máximos de precipitação apresenta uma orientação SE-NW e, excetuando os períodos 00:00-06:00 UTC e 18:00-24:00 UTC, é muito semelhante em praticamente todos os restantes períodos, estendendo-se essencialmente por toda a zona costeira entre Armação de Pêra e Faro e infletindo para N e NW na região de Albufeira, afetando claramente os concelhos de Albufeira, em maior extensão, e de Silves e a região de Quarteira.

6.2.2 Situação de 28 e 29 de setembro de 2008

A situação meteorológica caracterizada em 2.2, apesar de afetar principalmente a região do barlavento algarvio, à semelhança da analisada anteriormente, também se estendeu a todo o Algarve, igualmente com precipitação forte e persistente e ocorrência de trovoadas. Neste caso, recorreu-se também à análise dos padrões de refletividade obtidos com o produto MAXZ do radar de L/CC ao longo de todo o período estudado (vide figuras 41 a 47).

Às 00:00 UTC do dia 28 de setembro de 2008, o barlavento algarvio e a costa vicentina já se encontravam sob precipitação, a qual se estendeu ao sotavento algarvio essencialmente a partir das 02:30 UTC. Entre as 05:00 UTC e as 12:30 UTC todo o Algarve esteve sob precipitação, por vezes intensa, tendo-se verificado a passagem de diversas linhas de forte instabilidade. A região do sotavento continuou a ser afetada até perto das 15:30 UTC, dirigindo-se a perturbação posteriormente para N desta região e afetando essencialmente o Baixo Alentejo. Por outro lado, a região mais a W do barlavento algarvio voltou a ser bastante afetada a partir das 13:00 UTC, estendendo-se progressivamente até Quarteira, cerca das 15:30 UTC. Esta situação manteve-se até cerca das 21:00 UTC, tendo posteriormente entrado em retração e afetado essencialmente a zona a W de Lagos até final do dia.

Durante este dia, a zona de Albufeira esteve quase sempre sob precipitação nos períodos 00:00-03:50 UTC, 05:00-12:30 UTC, 14:00-17:20 UTC, 18:00-18:40 UTC e 19:20-21:10 UTC. Apesar disto, a análise da situação com base nas imagens de radar parece indicar que a zona mais afetada se situou a W de Albufeira.

Assim, entre as 00:00 e as 02:30 UTC, na zona do barlavento algarvio, os valores de refletividade não foram muito elevados, situando-se, na maior parte dos casos, abaixo dos 30.0 dBZ. No período seguinte, até às 04:30 UTC, registaram-se alguns valores de refletividade mais elevados no sotavento algarvio e a N desta região, já no Baixo Alentejo, com valores de cerca de 42.0 dBZ próximo de Castro Marim (02:50 UTC) e mesmo de 47.0 dBZ já no Baixo Alentejo (03:30 UTC). A S de Faro, a partir das 03:00 UTC, começou a formar-se uma banda de forte instabilidade que originou valores elevados de refletividade (máximo de 46.5 dBZ) em toda a costa entre Faro e Tavira (Fig. 41 - 04:10 UTC) e, posteriormente, mais a N, até às 05:00 UTC.

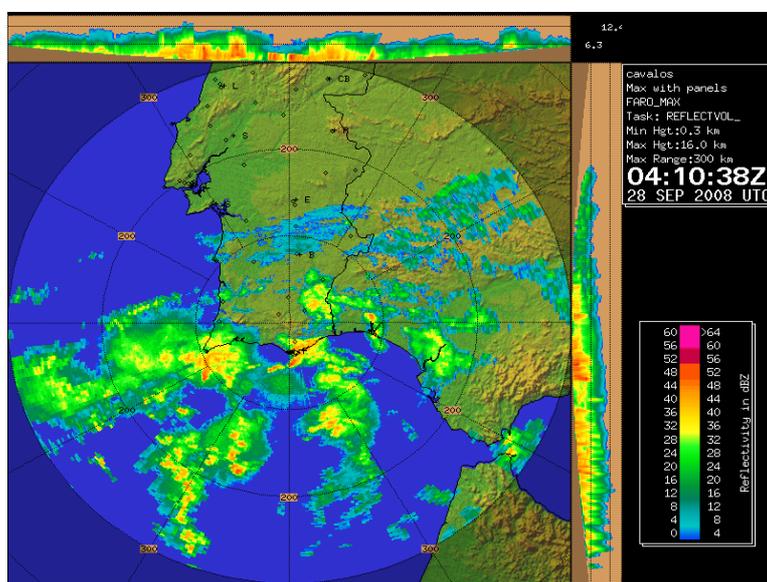


Fig. 41 - Observação MAXZ (em dBZ) das 04:10 UTC (radar de L/CC), banda de refletividade a afetar a região costeira entre Faro e Tavira.

Entretanto, pelas 04:00 UTC, parte desta banda com valores elevados de refletividade (incluindo diversas células com refletividade superior a 50.0 dBZ) começou a destacar-se da anterior e progrediu para NW. Cerca das 05:00 UTC viria a formar-se uma nova banda de refletividade na mesma zona, com a mesma direção de deslocamento, a qual viria a afetar, inicialmente, a zona costeira entre Faro e Albufeira (valores de refletividade entre 42.5 e 48.5 dBZ, às 06:00 UTC, na zona de Albufeira, Fig. 42) e, posteriormente, a zona entre Albufeira e Lagos até cerca das 07:30 UTC. Entre as 04:30 e as 06:20 UTC também a região de Sagres viria a ser afetada, observando-se valores de refletividade superiores a 40 dBZ.

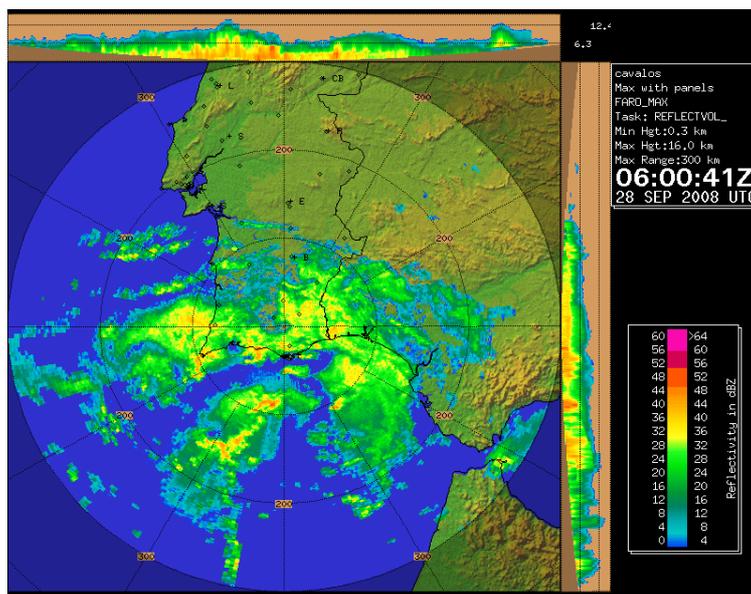


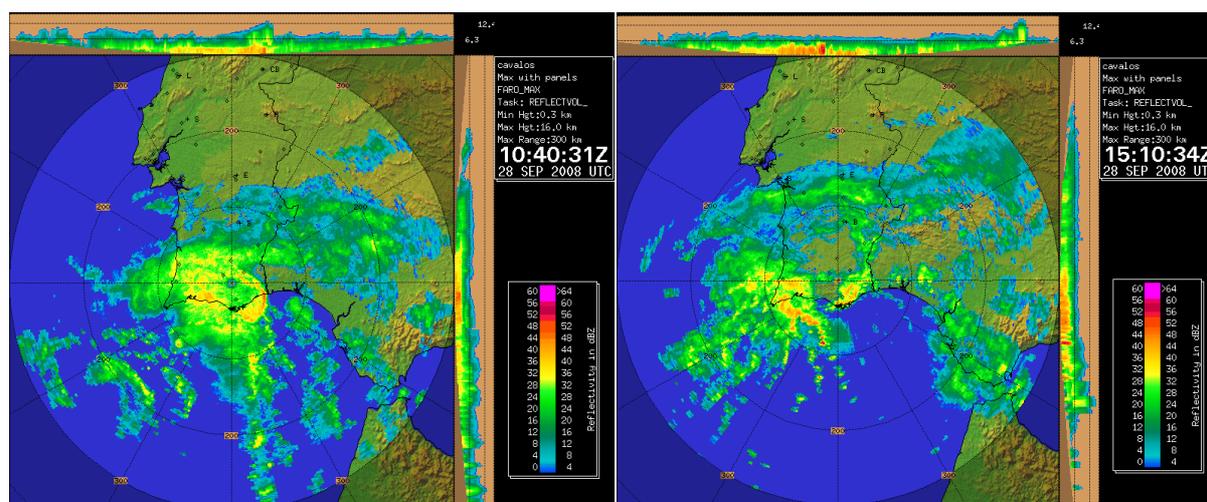
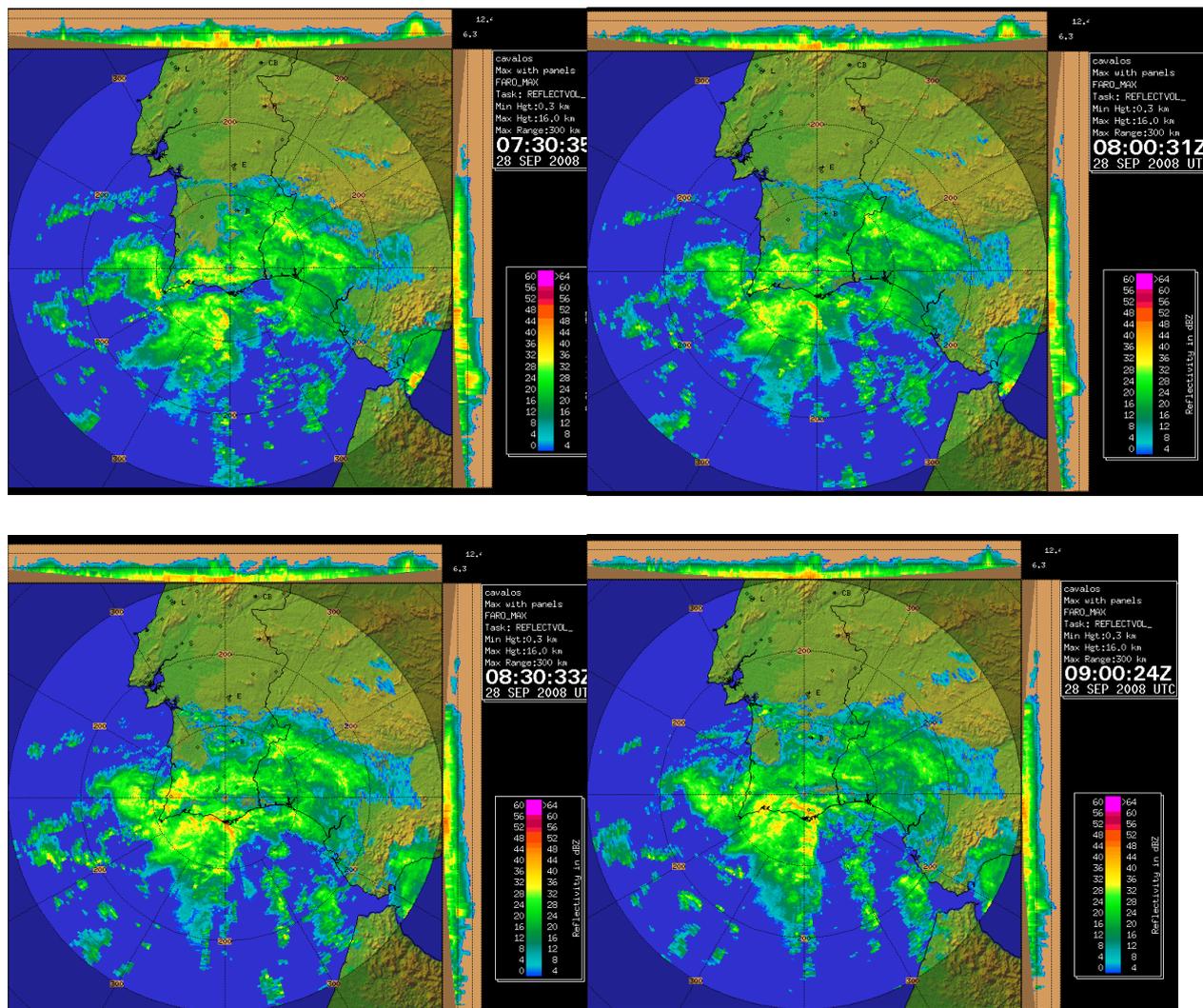
Fig. 42 - Observação MAXZ das 06:00 UTC, valores de refletividade mais elevados em Albufeira.

Cerca das 05:30 UTC, a S de Quarteira, aproximadamente a 100 km do radar, começou a visualizar-se a formação de uma estrutura com refletividade elevada (47.5 dBZ), a qual, por volta das 07:00/07:20 UTC, viria a organizar-se mais a N, a cerca de 34 km da costa, formando uma banda em arco, com refletividades desta ordem de grandeza. No seu deslocamento para norte, esta estrutura viria a afetar a região costeira entre Albufeira e Olhão a partir das 08:30 UTC (na Fig. 43 apresenta-se uma sequência de imagens, com periodicidade de 30min, entre as 07:30 e as 09.00 UTC).

A partir das 08:50 UTC, a S de Olhão, começou a organizar-se uma estrutura que, após as 10:00 UTC, viria a adquirir uma forma em arco. Esta estrutura afetou a zona entre Tavira e Vila Real de Santo António, entre as 10:30 e as 11:00 UTC, com valores de refletividade até 49.0 dBZ (ver Fig. 44 – 10:40 UTC). Cerca das 10:30, também a zona de Albufeira viria a ser atravessada por uma banda de refletividade de contorno aproximadamente circular, com valores de refletividade até 44.0 dBZ.

Aproximadamente por volta das 11:00 UTC, começaram a formar-se novas estruturas de refletividade a S de Lagos e a S de Tavira que viriam a organizar-se e a afetar o barlavento e o sotavento a partir das 13:00 UTC.

No caso do sotavento, os valores mais elevados de refletividade registaram-se entre as 14:30 e as 15:10 UTC, com um máximo de refletividade de 50.5 dBZ, às 15:10, na zona de Olhão (Fig. 44 – 15:10).



A partir das 15:30 UTC deixou de se registar precipitação na região costeira do sotavento, o mesmo sucedendo a partir das 16:30 UTC em toda a região do Algarve a leste de Faro.

No que se refere à zona do barlavento, após as 13:00 UTC registaram-se valores elevados de refletividade (por vezes até 48.0 dBZ), com células com alguma expressão vertical. Esta situação permaneceu, de forma praticamente contínua, em toda a região a W de Albufeira até cerca das 17:30 UTC. Após esta hora, toda esta zona passou a ser essencialmente afetada por conglomerados caracterizados por forte refletividade, sendo de referir, às 18:30 UTC, a zona de Lagos, com um valor de 57.0 dBZ, ligeiramente a W da cidade (Fig. 45 – 18:30 UTC).

Entre as 19:00 e as 20:30 UTC, a região entre Portimão e Lagos viria a ser novamente influenciada por valores elevados de refletividade, embora inferiores ao antes referido (máximo de 52.5 dBZ às 20:00, em Lagos) (Fig. 46 – 20:00 UTC). No período entre as 19:50 e as 21:10 UTC, a região entre Quarteira e Armação de Pêra foi também afetada por valores elevados de refletividade, embora inferiores aos referidos anteriormente.

A partir das 21:00 UTC a perturbação foi regredindo para W, de tal forma que, no período entre as 22:00 e as 24:00 UTC, apenas a zona a W de Lagos foi afetada (Fig. 46 – 22:40 UTC).

Entretanto, cerca das 23:30 UTC, começou a formar-se uma estrutura a cerca de 50 km a SE de Faro que se viria a intensificar e a afetar boa parte do Algarve, nomeadamente a região do barlavento, até cerca das 06:00 UTC.

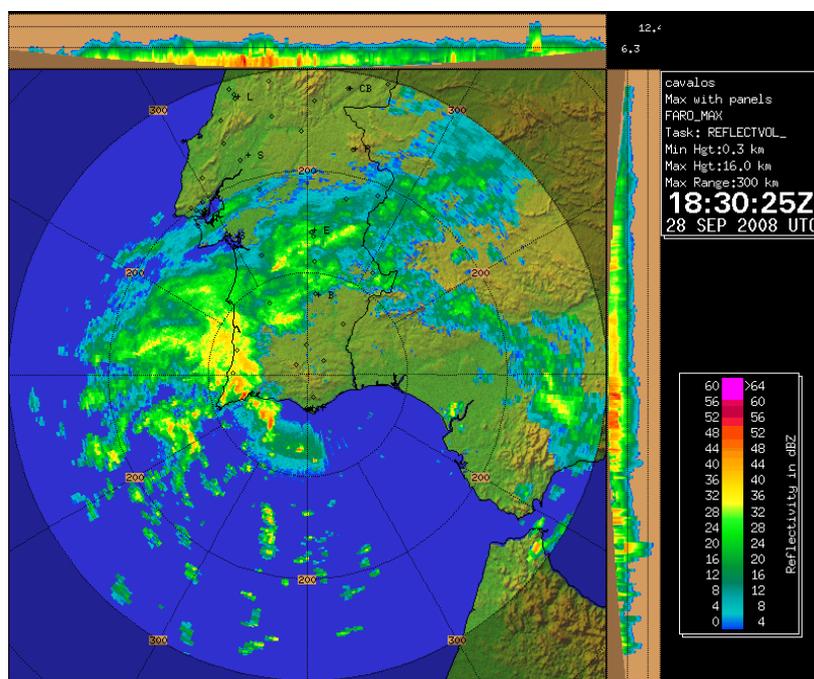


Fig. 45 - Observação MAXZ das 18:30 UTC, elevada refletividade em Lagos.

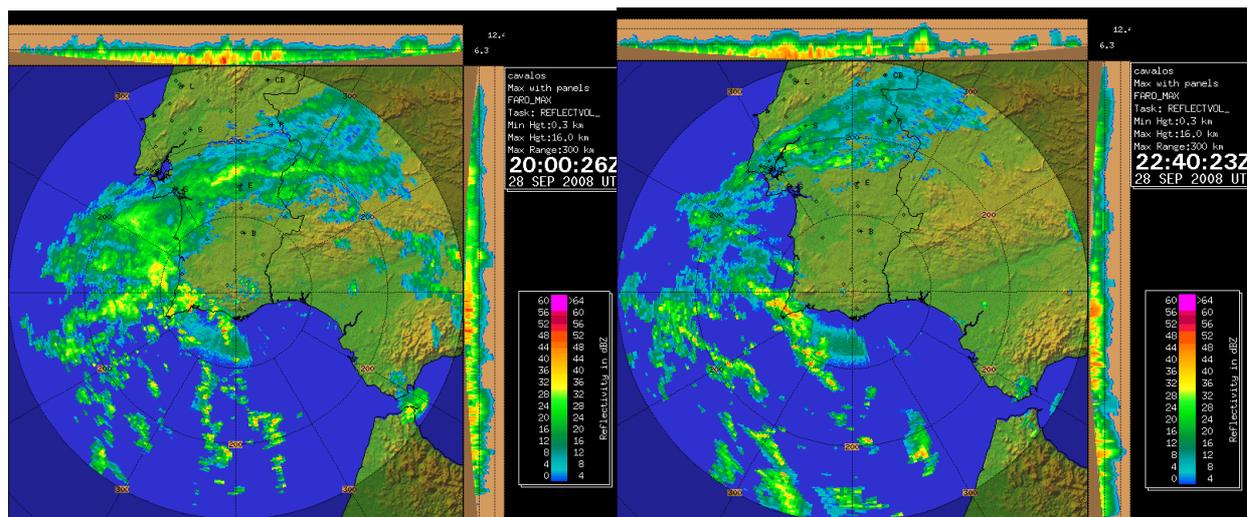


Fig. 46 - Observações MAXZ das 20:00 e 22:40 UTC, forte refletividade em Lagos e a W de Lagos

Aproximadamente 1h depois, já no dia 29 de setembro, no seu processo de intensificação e deslocação para NW, esta estrutura atingiu a região costeira entre Faro e Olhão, apresentando valores de refletividade muito elevados (49.0 a 56.0 dBZ) numa banda de refletividade a uma distância de Faro variando entre 11 e 31 km.

Pela 01:30 UTC, toda a região costeira entre Albufeira e Tavira já estava sob ação desta perturbação, com valores mais elevados de refletividade (42.0 a 47.5 dBZ) na zona do aeroporto de Faro e entre Olhão e Tavira, sendo que, à 01:40 UTC se registaram valores de refletividade de 55.0 dBZ em Faro.

A perturbação manteve-se aproximadamente estacionária até às 02:30 UTC, embora estendendo o seu raio de ação para N e para W, até Portimão. Neste instante, a maior parte da região a L(E) de Faro, até à Fuseta, e a W de Faro, até Albufeira, encontrava-se sob valores de refletividade superiores a 40 dBZ e até máximos de 54.0 dBZ.

A partir das 03:00 UTC a perturbação começou a deslocar-se para W e às 03:30 UTC influenciava essencialmente a região entre Faro e a praia da Salema, estando toda a região costeira entre Vilamoura e Faro sob valores de refletividade variando entre 45.0 e 53.5 dBZ. Posteriormente, esta zona de máximos de refletividade foi-se deslocando para W, ao longo da costa, estendendo a sua influência até Armação de Pêra pelas 04:00 UTC e seguidamente a Portimão.

Entretanto, a partir das 03:00 UTC, a ESE, começaram a gerar-se conglomerados de natureza convectiva em duas linhas de orientação aproximada ESE-WNW, uma das quais se deslocou para Faro e seguiu a linha de costa e outra, menos intensa, que se deslocou em direção à região entre Olhão e Fuseta e deixou de ter qualquer expressão após as 05:00 UTC. No primeiro caso, na região próxima da costa ligeiramente a SE de Faro, até às 06:00 UTC geraram-se sucessivas células que se deslocaram posteriormente junto à costa até próximo de Albufeira. Após as 06:00 UTC a perturbação deslocou-se para W, a S da costa, tendo praticamente deixado de chover no Algarve a partir das 06:30 UTC.

A sucessão de imagens na Fig. 47 permite ilustrar o que foi referido acima.

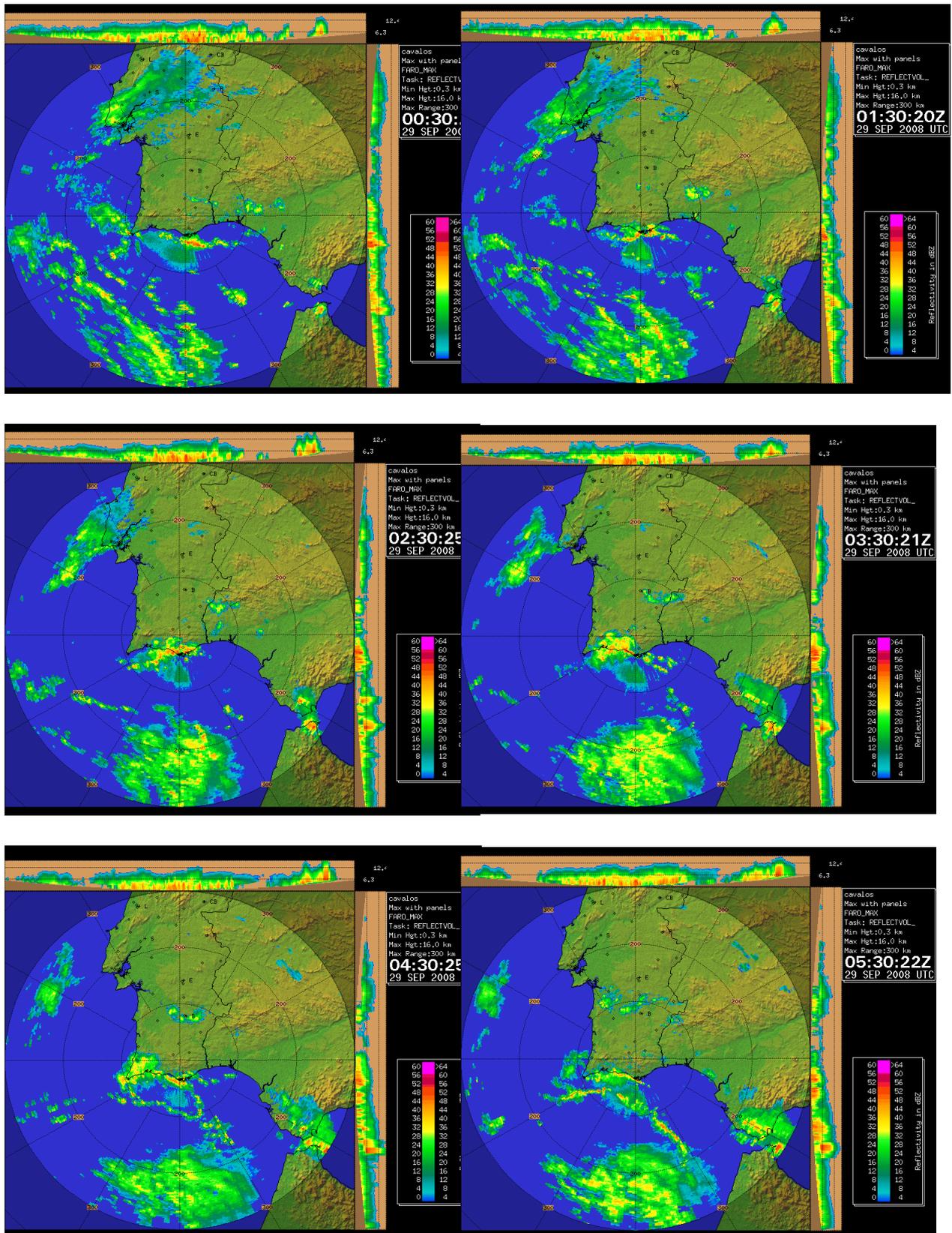


Fig. 47 - Sequência de imagens do produto MAXZ entre as 00:30 e as 05:30 UTC, com periodicidade horária.

Os valores de refletividade estimados com radar sugerem desenvolvimento vertical com alguma expressão, nomeadamente nas ocasiões em que se registaram valores mais significativos de refletividade, e a ocorrência de precipitação por vezes forte.

No que se refere à emissão de avisos de radar, na situação de 28 e 29 de setembro de 2008 a maior diferença pauta-se pelo aumento de emissão de avisos de precipitação de origem convectiva. Contudo, os mesmos foram acompanhados pela emissão de avisos de precipitação de regime estratificado (Fig. 48).

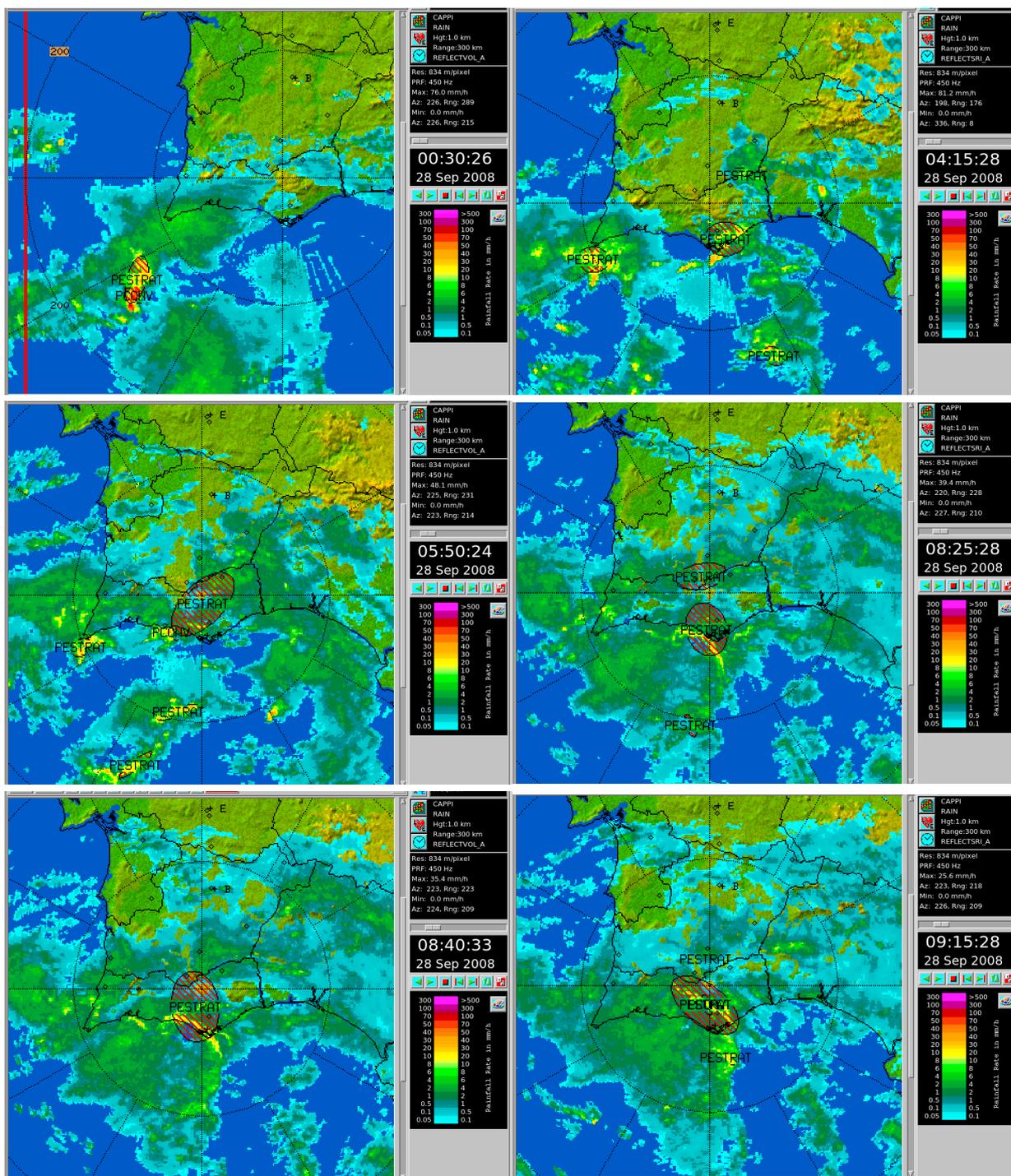


Fig. 48 - Produto radar pseudo-CAPPI (Rain) das 00:30, 04:15, 05:50, 08:25, 08:40, e 09:15, do radar de L/CC, com a sobreposição de avisos PRECESTRAT e PRECCON.

De salientar que a maior parte dos avisos foi emitida durante o dia 28. Só entre as 04:00 e as 05:00 UTC de dia 29 de setembro de 2008 é que foram emitidos avisos PRECESTRAT na região delimitada entre a Ponta de Sagres e o Cabo de São Vicente.

Para esta situação meteorológica procedeu-se igualmente à obtenção de estimativas de valores horários de precipitação (mm), recorrendo ao produto Rain1, entre as 00:00 UTC do dia 28 de setembro e as 09:00 UTC do dia 29 de setembro de 2008.

A análise destes dados permite concluir que, em fases distintas do dia 28 de setembro, todo o Algarve, particularmente o litoral, foi afetado por diversas perturbações que provocaram chuva por vezes forte. Já na madrugada do dia 29 de setembro, os valores mais elevados da precipitação ocorreram no litoral entre Armação de Pêra e Fuseta, com especial prevalência na faixa costeira entre Albufeira e Faro, nomeadamente no período 02:00 - 05:00 UTC.

Assim, no dia 28 de setembro, até às 04:00 UTC o barlavento algarvio foi a zona onde choveu mais, embora de forma pouco intensa. Nas duas horas que se seguiram, foram registados valores elevados de precipitação na zona de Faro. No período entre as 06:00 e as 07:00 UTC, com o movimento da perturbação para WNW, registaram-se valores mais elevados de precipitação na zona entre Quarteira e Armação de Pêra. Posteriormente, é de salientar a ocorrência de precipitação com alguma relevância entre Albufeira e Olhão, no período 08:00-09:00 UTC, a norte de Olhão, entre as 09:00 e as 10:00 UTC, e na zona leste do sotavento, essencialmente entre as 10:00 e as 11:00 UTC.

Seguidamente, entre as 14:00 e as 16:00 UTC, choveu com intensidade no sotavento, principalmente na zona costeira entre Olhão e Tavira, progredindo depois para o interior. Após este período chuvoso, só voltou a registar-se precipitação nesta região na madrugada de 29 de setembro.

A partir das 15:00 UTC os valores acumulados de precipitação na zona do barlavento aumentaram claramente, sendo de referir os períodos 16:00-19:00 UTC, numa zona ligeiramente a W de Lagos e para N, 18:00-20:00 UTC, na zona de Portimão, e 21:00-23:00, numa faixa entre a Praia da Salema e a costa vicentina, a NW.

No dia 29 de setembro, no período 01:00-05:00 UTC ocorreu precipitação intensa entre Fuseta e Armação de Pêra. Neste intervalo de tempo são de salientar os períodos 02:00-03:00 UTC, numa zona ligeiramente a W de Faro, e 03:00-04:00 UTC, na região entre Albufeira e Faro, nos quais se registaram valores acumulados de precipitação muito elevados.

A sequência de imagens do produto Rain1 que se apresenta nas figuras 49 e 50, permite ilustrar claramente o que foi referido.

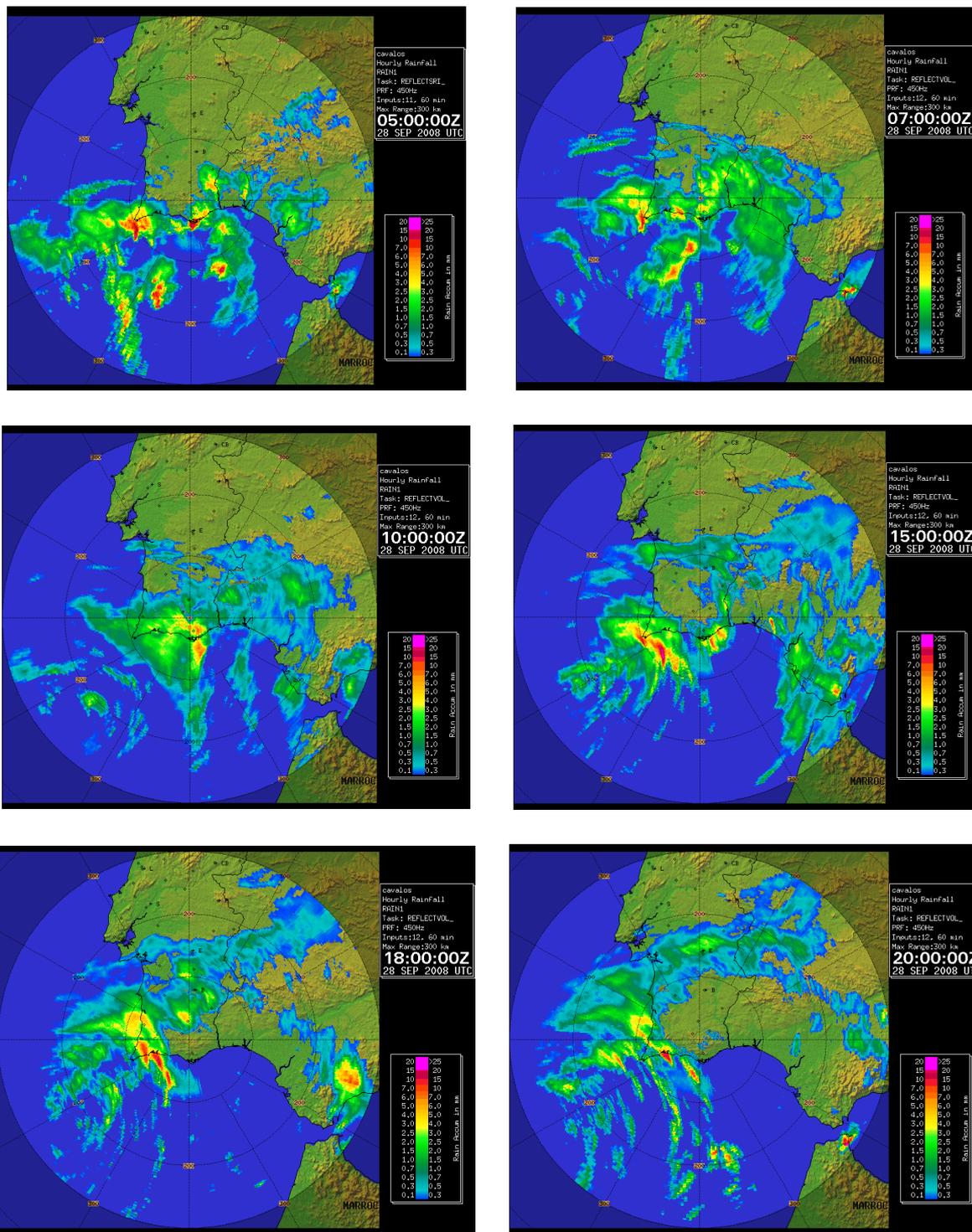


Fig. 49 - Precipitação acumulada (mm), obtida com o produto Rain1 (28 de setembro de 2008), em seis períodos horários distintos, 04:00-05:00, 06:00-07:00, 09:00-10:00, 14:00-15:00, 17:00-18:00 e 19:00-20:00 UTC, sendo perfeitamente visível a variedade de zonas afetadas, com particular incidência no barlavento.

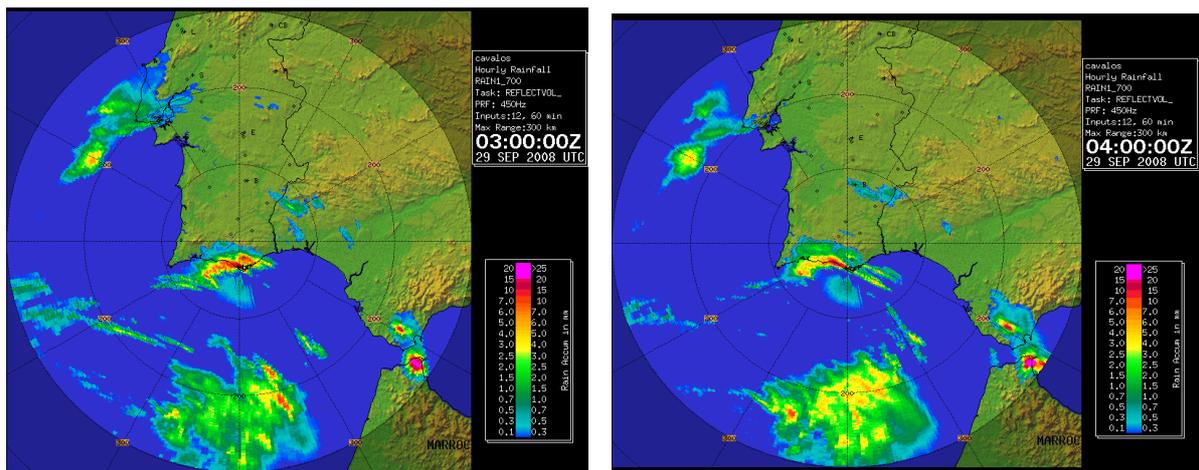
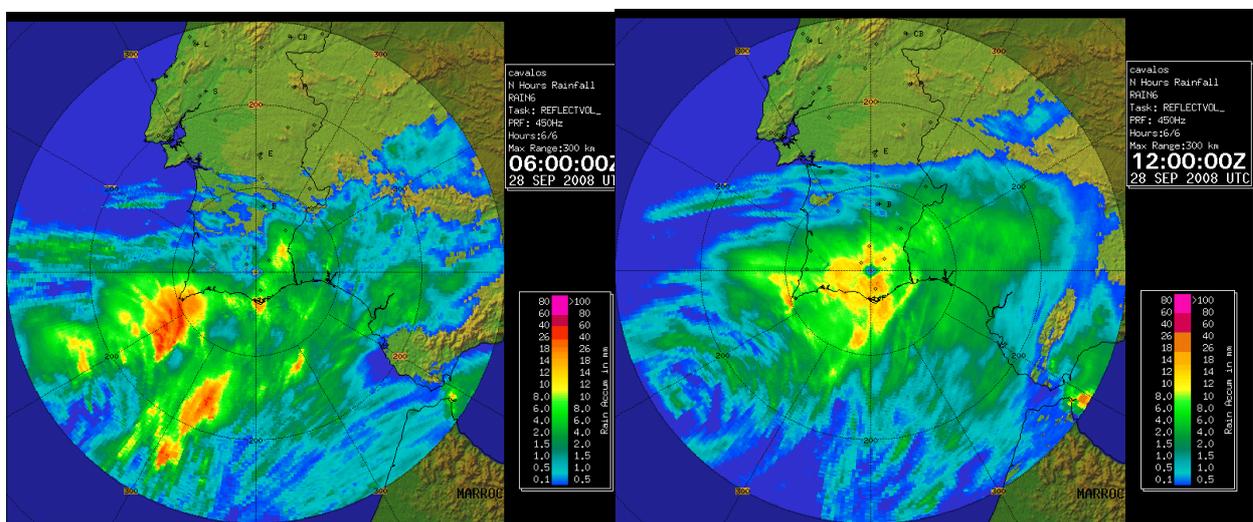


Fig. 50 - Precipitação acumulada (mm), obtida com o produto Rain1 (29 de setembro de 2008), nos períodos 02:00-03:00 UTC (zona de Faro mais afetada) e 03:00-04:00 UTC (zona mais afetada entre Albufeira e Faro).

Foram igualmente obtidos os produtos de radar Rain6, Rain10, Rain12 e Rain24, ou seja, valores de precipitação acumulados (mm) em períodos de 6, 10, 12 e 24 horas, respetivamente, apresentando-se seguidamente as imagens mais significativas.

Assim, para o produto Rain6, são apresentadas, na Fig. 51, as imagens correspondentes aos períodos 00:00-06:00 UTC, 06:00-12:00 UTC, 12:00-18:00 UTC e 18:00-24:00 UTC do dia 28 de setembro e 00:00-06:00 UTC e 03:00-09:00 UTC do dia 29 de setembro.



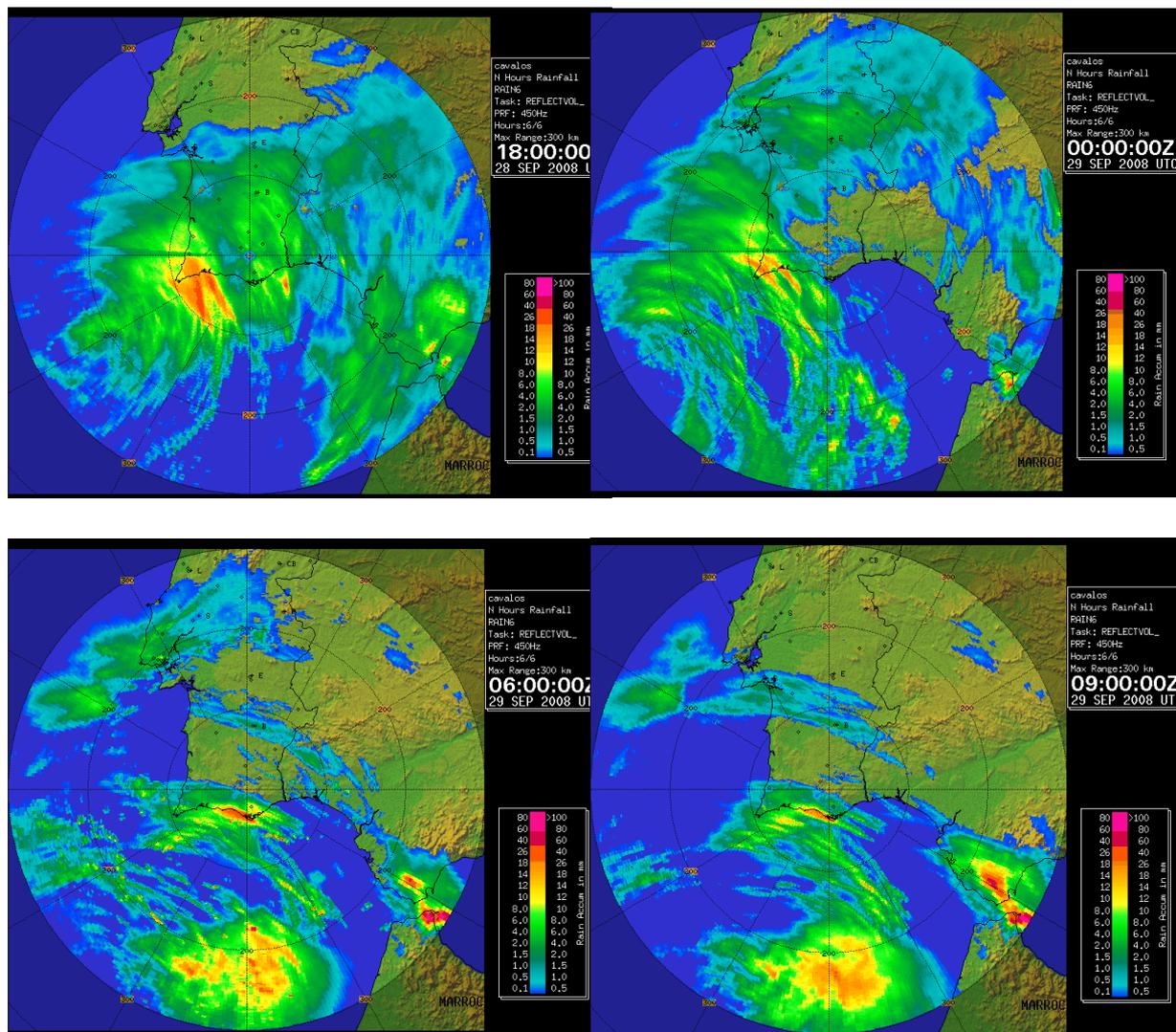


Fig. 51 - Precipitação acumulada (mm), obtida com o produto Rain6, nos períodos 00:00-06:00 UTC (zonas de Faro e S. Vicente mais afetadas), 06:00-12:00 UTC (zona costeira mais afetada, entre Portimão e Olhão), 12:00-18:00 UTC e 18:00-24:00 UTC do dia 28 de setembro (zona mais afetada no barlavento) e 00:00-06:00 UTC e 03:00-09:00 UTC do dia 29 de setembro (zona costeira mais afetada, entre Albufeira e Olhão).

Para obtenção do valor de precipitação acumulado em 10 horas (Rain10), selecionou-se o período compreendido entre as 05:00 e as 15:00 UTC de dia 28 de setembro de 2008 (Fig. 52), por ser aquele em que toda a zona costeira algarvia foi afetada.

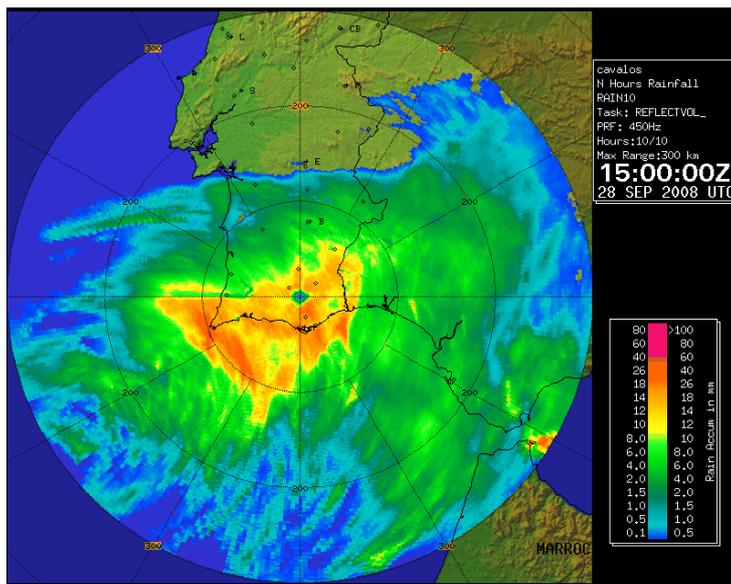


Fig. 52 - Precipitação acumulada (mm), obtida com o produto Rain10, no período 05:00-15:00 UTC (todo o Algarve afetado).

Relativamente ao produto Rain12, consideraram-se os períodos naturais 00:00-12:00 e 12:00-24:00 UTC (Fig. 53).

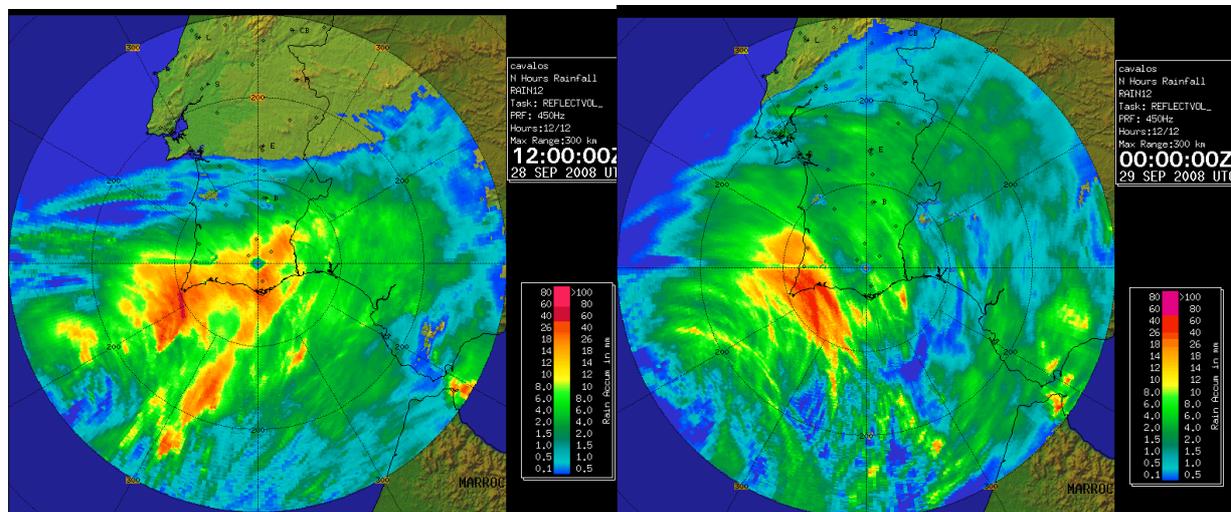


Fig. 53 - Precipitação acumulada (mm), obtida com o produto Rain12, nos períodos 00:00-12:00 e 12:00-24:00 UTC do dia 28 de setembro (zona mais afetada no barlavento)

Para além destes períodos, consideraram-se igualmente os intervalos de tempo 08:00-20:00 UTC e 21:00-09:00 (28/29 setembro), correspondentes aos períodos em que as zonas entre Lagos e Portimão e entre Albufeira e Faro foram mais afetadas, respetivamente. As imagens são apresentadas na Fig. 54.

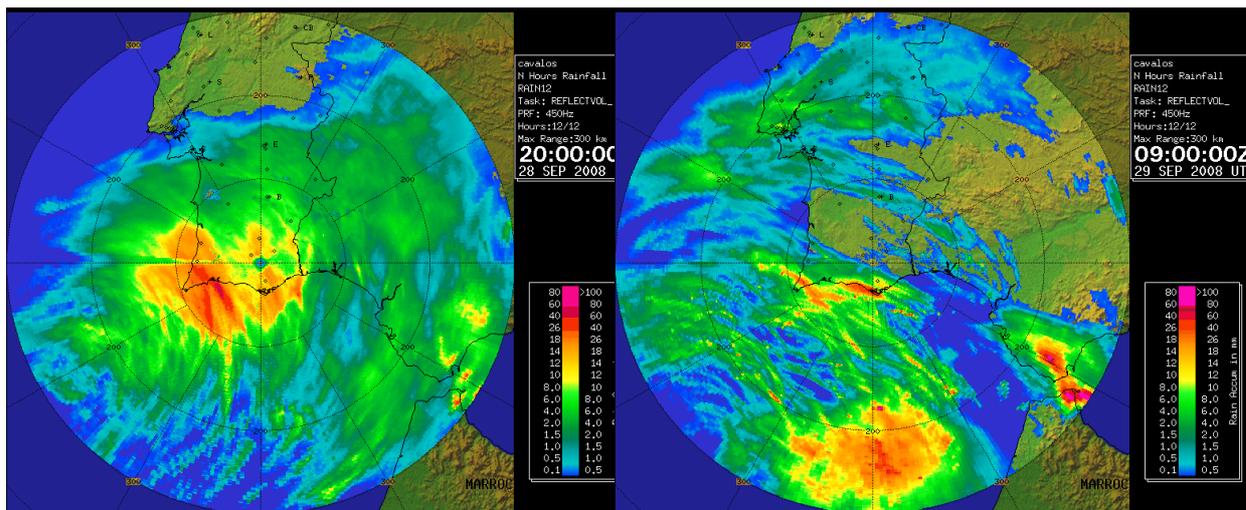


Fig. 54 - Precipitação acumulada (mm), obtida com o produto Rain12, nos períodos 08:00-20:00 UTC do dia 28 de setembro (zona mais afetada, Lagos - Portimão) e 21:00-09:00 UTC (zona mais afetada, Albufeira - Faro)

Finalmente, a precipitação acumulada em 24 horas, estimada por radar, foi obtida recorrendo ao produto Rain24, tendo-se considerado os períodos 00:00-24:00 e 09:00-09:00 UTC (Fig. 55), sendo que o segundo período já incorpora a precipitação elevada ocorrida entre Albufeira e Faro.

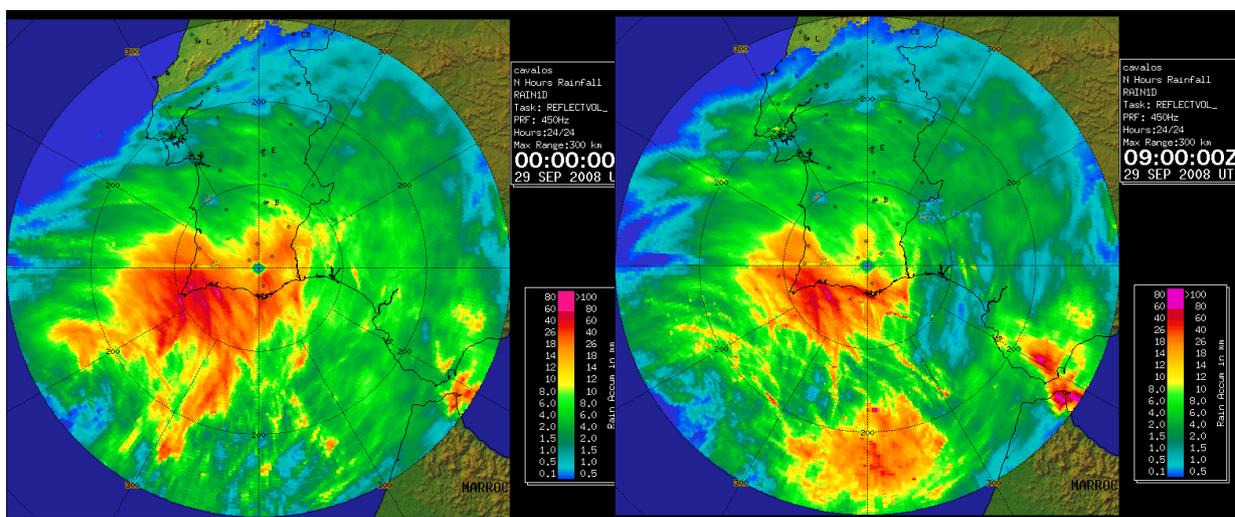


Fig. 55 - Precipitação acumulada (mm), obtida com o produto Rain24, nos períodos 00:00-24:00 UTC, do dia 28 de setembro, e 09:00-09:00 UTC, dos dias 28 e 29 de setembro.

6.2.3 Comparação entre os dois episódios

Ambas as situações meteorológicas analisadas tiveram origem em sistemas depressionários. Contudo, enquanto na situação ocorrida em 1 de novembro de 2015 os efeitos foram claramente sentidos numa parte do Algarve, de forma contínua, na situação de 28 e 29 de setembro de 2008 os

efeitos estenderam-se a todo o Algarve.

Efetivamente, na situação de 1 de novembro de 2015 a análise do conjunto de imagens de precipitação acumulada em diferentes períodos ao longo do dia permitiu concluir que em quase todos os períodos considerados o padrão espacial correspondente à zona com máximos de precipitação apresentou uma orientação SE-NW, estendendo-se essencialmente por toda a zona costeira entre Armação de Pêra e Faro e infletindo para N e NW na região de Albufeira. Por seu turno, na situação meteorológica de 28 e 29 de setembro de 2008, apesar de se poder concluir que, na globalidade, a zona do barlavento algarvio foi a mais afetada, essencialmente a W de Albufeira, na prática, em diferentes intervalos de tempo, todo o Algarve foi afetado.

Em 1 de novembro de 2015, para além dos valores máximos de precipitação acumulada terem sido claramente mais elevados, também a sua variabilidade espacial foi superior.

6.3 Estimativas da precipitação obtidas com ajustamento radar-udómetro

Relativamente às estimativas da precipitação obtidas com radar meteorológico importa, acima de tudo, reter o bom padrão espacial que é característico deste equipamento de observação remota, facto que é comumente reconhecido na comunidade científica. Da mesma forma, as observações udométricas apresentam bons valores pontuais, mas devem considerar-se representativas dos locais em que se efetuam as observações.

Considerando a natureza simultaneamente diferente e complementar de ambos os tipos de sensores (udómetros e radar), a utilização conjunta dos dados, permitindo conjugar os valores pontuais fornecidos pelos udómetros e o padrão espacial fornecido pelo radar, é a melhor forma de se obter um campo ótimo da precipitação.

Neste contexto, procedeu-se ao ajustamento radar-udómetro, tendo o procedimento de cálculo sido baseado na correção do campo de precipitação radar a partir da interpolação espacial das diferenças udómetro-radar. Neste procedimento foram utilizados os valores horários da precipitação estimados com o radar de L/CC, com recurso ao produto Rain1, e os valores horários de precipitação observados nos udómetros relevantes das redes de estações do IPMA e da APA.

Para obtenção de resultados, utilizou-se um período de 12h, 03:00-15:00 UTC no caso do dia 1 de novembro de 2015 e 07:00-19:00 UTC no caso do dia 28 de setembro de 2008.

Para efeitos de comparação, nas figuras 56 e 58 apresenta-se uma imagem com a precipitação acumulada (mm), estimada com radar, para o período de 12h referido em cada data, obtida com recurso ao produto Rain12, enquanto nas figuras 57 e 59 se apresenta o resultado final do ajustamento.

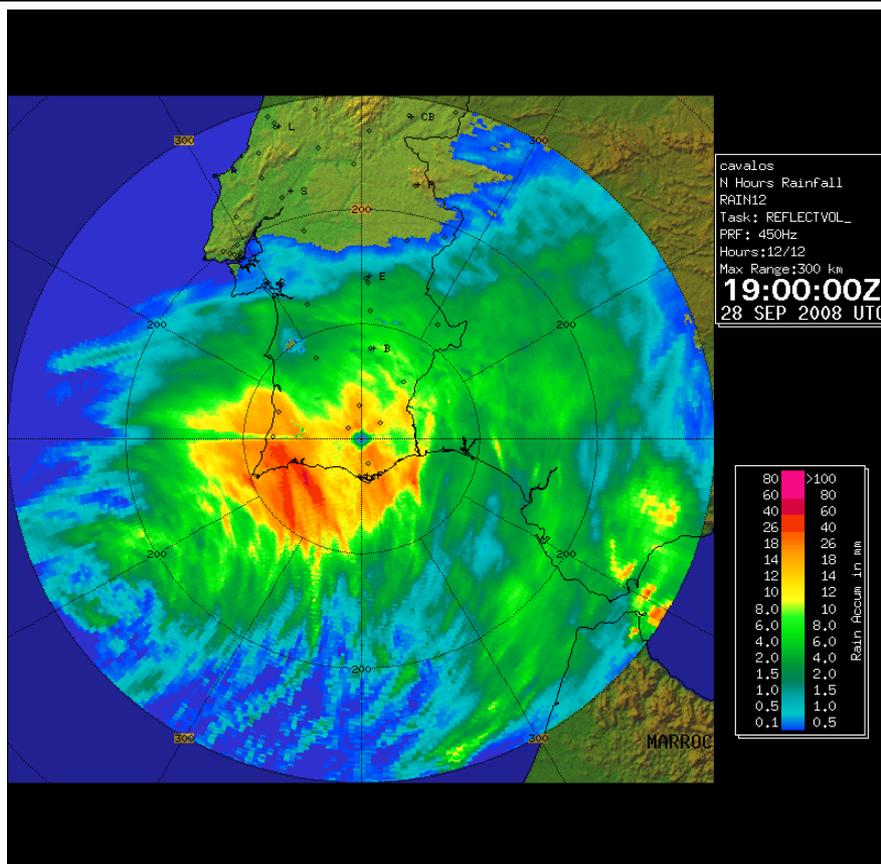


Fig. 58 - Precipitação acumulada (mm) em 12 horas (produto Rain12) correspondente ao período 07:00 - 19:00 UTC de dia 28 de setembro de 2008.

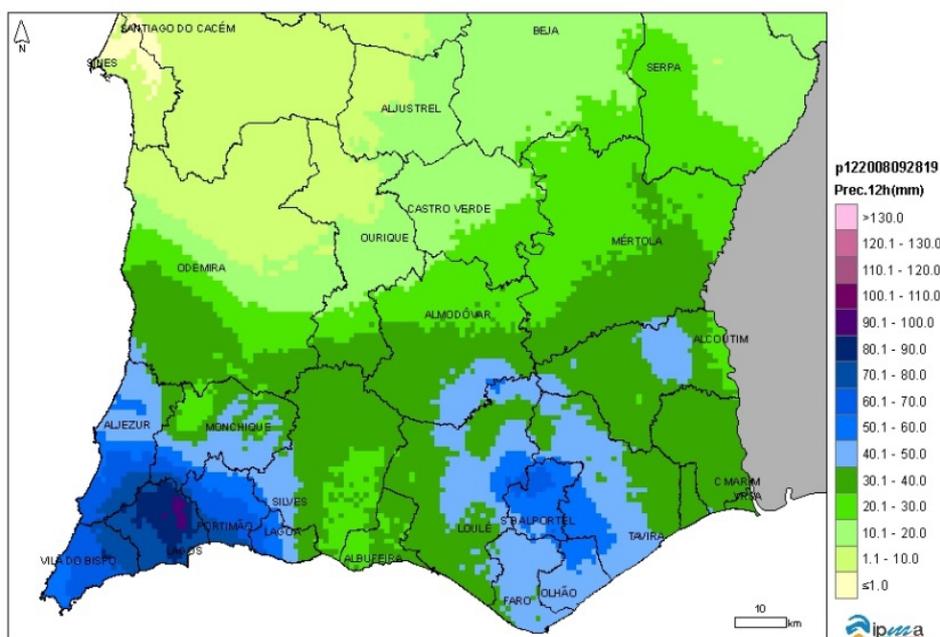


Fig. 59 - Precipitação acumulada (mm) para o período 07:00 - 19:00 UTC, de 28 de setembro de 2008, obtida com recurso a ajustamento radar-udómetro, com um máximo na região a N de Lagos.

Em qualquer das datas, a observação dos dois campos da precipitação permite concluir que, após o ajustamento, o padrão espacial obtido com radar se mantém, sendo os valores pontuais modulados pelos valores udométricos.

No caso do dia 1 de novembro de 2015, a zona correspondente à bacia de drenagem da ribeira de Albufeira encontra-se indicada a tracejado na imagem da Fig. 57. O valor mais elevado da precipitação acumulada neste período de 12h, 138mm, foi registado nesta zona. Neste período de 12h, o valor médio da precipitação acumulada na bacia de drenagem foi de 129mm.

Por seu turno, no dia 28 de setembro de 2008, o valor máximo de precipitação acumulada em 12 horas, estimado pelo método de ajustamento radar/udómetro, foi de cerca de 95mm na parte nordeste do concelho de Lagos.

6.3.1 Análise espacial dos valores de precipitação

Nos Anexos 3.1 e 3.6 apresentam-se os mapas de precipitação horária, das 0 às 24 UTC, do dia 1 de novembro de 2015 e do dia 28 de setembro de 2008, respetivamente, obtidos a partir de: interpolação por IDW (Inverse Distance Weighted) dos valores udométricos, produto Rain1 do radar meteorológico de L/CC e método combinado radar/udómetro (correção do campo da precipitação obtido com radar a partir da interpolação das diferenças para o udómetro).

Nos Anexos 3.2 e 3.7 apresentam-se os mapas de precipitação acumulada em 3 horas, com período deslizante de 1 hora, para os mesmos dias, obtidos com o método combinado radar/udómetro.

Nos Anexos 3.3 e 3.8 apresentam-se os mapas de precipitação acumulada em 6 horas, com período deslizante de 1 hora, para os mesmos dias, obtidos com o método combinado radar/udómetro.

Nos Anexos 3.4 e 3.9 apresentam-se os mapas de precipitação acumulada em 12 horas, com período deslizante de 1 hora, para os mesmos dias, obtidos com o método combinado radar/udómetro.

No Anexos 3.5 e 3.10 apresentam-se os mapas de precipitação acumulada, máximos acumulados em 1, 3, 6 e 12 horas, para os mesmos dias, obtidos com o método combinado radar/udómetro.

A análise dos valores de precipitação, nos próximos pontos, é feita considerando os mapas obtidos pelo método combinado radar/udómetro. Não obstante, na precipitação horária são apresentados os mapas da interpolação das observações de superfície e os relativos ao produto Rain1 do radar de L/CC, para que se possam perceber as diferenças entre a observação de superfície, a estimativa com radar e o método combinado.

6.3.1.1 Episódio de 1 de novembro de 2015

- Precipitação horária – Anexo 3.1

O episódio de precipitação intensa do dia 1 de novembro de 2015 iniciou-se no sotavento algarvio, no período 01:00 - 02:00 UTC, com alguns locais a ultrapassarem os 5mm nesta hora. Nas 2 horas seguintes a precipitação verificou-se sobretudo na Serra do Caldeirão. A partir das 04:00 UTC, os valores de precipitação intensa, superiores a 10mm, começaram a verificar-se na região de Portimão, e persistiram até às 14:00 UTC. Na região entre Faro e Albufeira, os valores superiores a 10mm iniciaram-se cerca das 05:00 UTC e perduraram até às 15:00 UTC, com máximos horários superiores a 15mm em Faro, das 06:00 às 07:00 UTC, e superiores a 25mm na região de Albufeira/Silves, das

13:00 às 14:00 UTC. No final da tarde, no período 17:00 - 20:00 UTC, ocorreram valores horários superiores a 5mm na região de Sagres. Das 22:00 às 23:00 UTC, ocorreu novamente precipitação em Albufeira/Silves, mas não tão intensa (5 a 10mm). Na hora seguinte, valores idênticos ocorreram mais a norte, na Serra de Monchique.

- Precipitação em 3 horas (deslizante 1 hora) – Anexo 3.2

Na precipitação tri-horária há a destacar o período entre as 11:00 e as 14:00 UTC, em que se verificaram mais de 60mm na região de Albufeira/Silves. É importante realçar a persistência de valores de precipitação em 3 horas superiores a 20mm, nesta região, entre as 03:00 e as 16:00 UTC.

- Precipitação em 6 horas (deslizante 1 hora) – Anexo 3.3

Relativamente à precipitação acumulada em 6 horas, destaca-se o período entre as 08:00 UTC e as 14:00 UTC, com valores superiores a 100mm na região oeste do concelho de Albufeira e sudeste do concelho de Silves. Tal como nos exemplos anteriores é visível a persistência de valores elevados de precipitação ao longo do dia.

- Precipitação em 12 horas (deslizante 1 hora) – Anexo 3.4

Os valores mais elevados de precipitação em 12 horas ocorreram no período entre as 03:00 e as 15:00 UTC e foram superiores a 120mm nos concelhos de Albufeira/Silves, em particular nalguns locais na fronteira destes concelhos, onde se verificaram valores superiores a 130mm. Noutras regiões do Algarve, os valores acumulados em 12 horas foram elevados, superiores a 50mm, no barlavento, e mais baixos, da ordem dos 10 aos 30mm, no sotavento.

- Máximos de precipitação em 1, 3, 6 e 12 horas – Anexo 3.5

No que respeita ao máximo de precipitação em 1 hora, destacam-se os valores superiores a 25mm na região Silves/Albufeira/Loulé. Na generalidade do Algarve, os valores situaram-se entre os 7 e os 15mm.

No caso do máximo de precipitação em 3 horas, os maiores valores, superiores a 60mm, verificaram-se no concelho de Albufeira, região sudeste de Silves e oeste de Loulé.

Relativamente aos valores máximos em 6 horas destaca-se a região oeste de Albufeira e sudeste de Loulé com valores superiores a 100mm. Na restante região do sotavento os valores variaram, em geral, entre os 40 e os 60mm. No barlavento, os valores foram inferiores a 25mm.

Por fim, considerando os máximos em 12 horas, estes foram superiores a 120mm nos concelhos de Albufeira/Silves, em particular nalguns locais na fronteira destes municípios, onde se verificaram valores superiores a 130mm. Noutras regiões do Algarve, os valores acumulados em 12 horas foram elevados, cerca de 60 a 100mm, no barlavento, e mais baixos, da ordem dos 10 aos 40mm, no sotavento.

6.3.1.2 Episódio de 28 de setembro de 2008

- Precipitação horária – Anexo 3.6

O episódio de precipitação intensa do dia 28 de setembro de 2008, começou por afetar o sotavento algarvio a partir das 02:00 UTC e com maior intensidade a partir das 05:00 UTC, com alguns locais a ultrapassarem os 10mm numa hora e estendendo-se progressivamente a todo o Algarve a partir das 07:00 UTC. Das 07:00 às 08:00 UTC ultrapassaram-se os 20mm na região costeira do concelho de

Portimão. Entre as 08:00 e 09:00 UTC, os valores mais elevados de precipitação (superiores a 15mm) ocorreram na região de Faro. No período 09:00 - 12:00 UTC a precipitação ocorreu, na parte inicial, na Serra do Caldeirão, tendo depois afetado o Baixo Alentejo interior e novamente o sotavento algarvio. Das 13:00 às 15:00 UTC a ocorrência de precipitação foi mais localizada e com menor intensidade. Entre as 15:00 e as 16:00 UTC, na região de Faro, ocorreram valores superiores a 5mm. A partir das 16:00 UTC e até às 21:00 UTC registaram-se valores horários superiores a 10mm no sotavento algarvio; em particular, na região de Lagos, os valores foram superiores a 40mm das 16:00 às 18:00 UTC.

- Precipitação em 3 horas (deslizante 1 hora) – Anexo 3.7

Na precipitação tri-horária há a destacar, no sotavento algarvio, o período 10:00 - 13:00 UTC, com valores acumulados superiores a 20mm. Na região de Faro o período entre as 06:00 e as 09:00 UTC foi o mais relevante, com valores superiores a 18mm. No barlavento algarvio, na região de Lagos, verificaram-se máximos de precipitação em 3 horas superiores a 60mm, no período das 16:00 UTC às 19:00 UTC.

- Precipitação em 6 horas (deslizante 1 hora) – Anexo 3.8

Nos mapas da precipitação acumulada em 6 horas é possível verificar que durante a madrugada e manhã se verificaram, com alguma persistência, valores de precipitação superiores a 40mm na região de Faro, e superiores a 20mm em muitos locais do Algarve e Baixo Alentejo. De tarde, a precipitação ocorreu sobretudo no sotavento, com valores superiores a 80mm na região de Lagos, das 15:00 às 21:00 UTC.

- Precipitação em 12 horas (deslizante 1 hora) – Anexo 3.9

Nos mapas da precipitação acumulada em 12 horas é visível que os valores de precipitação foram mais elevados até ao início da tarde na região de Faro, superiores a 70mm entre as 04:00 e as 16:00 UTC. No barlavento, os valores acumulados em 12 horas foram maiores no período 09:00 - 21:00 UTC, com alguns locais da região de Lagos a ultrapassarem os 90mm.

- Máximos de precipitação em 1, 3, 6 e 12 horas – Anexo 3.10

No que respeita ao máximo de precipitação em 1 hora, destacam-se os valores superiores a 25mm na região de Lagos. Na generalidade do Algarve e parte Sul do Baixo Alentejo, os valores foram superiores a 10mm.

No caso do máximo de precipitação em 3 horas, os maiores valores, superiores a 60mm verificaram-se no concelho de Lagos, tendo sido superiores a 20mm na generalidade do Algarve.

Relativamente aos valores máximos em 6 horas volta a destacar-se o concelho de Lagos, com valores superiores a 80mm. Neste caso, também no concelho de São Brás de Alportel observa-se um segundo máximo, com os máximos de precipitação em 6 horas a ultrapassarem os 60mm.

Por fim, considerando os máximos em 12 horas, são perfeitamente visíveis as duas regiões com maiores valores, Lagos (> 90mm) e São Brás de Alportel (> 80mm).

7. Conclusões

Em ambos os casos, os episódios de precipitação forte que afetaram essencialmente o Algarve tiveram na sua génese situações depressionárias com algumas diferenças entre si, mas com efeitos semelhantes, particularmente na zona do barlavento algarvio.

No dia 1 de novembro de 2015, no período 00:00-12:00 UTC deu-se o cavamento de uma depressão à superfície, inicialmente posicionada sobre o Norte de África e que se deslocou para NW, vindo a centrar-se, às 12:00 UTC, na região de Faro, com 1009 hPa, associado a intenso movimento vertical ascendente e ao efeito de uma massa de ar quente, húmido e instável, advetada de SE nos níveis baixos da troposfera. A análise dos produtos de satélite e de radar permitiu concluir que, no período 08:00-14:00 UTC, a região do Algarve foi atravessada por sistemas organizados de células convectivas, inicialmente a sul do Algarve e em progressão para N-NW, com especial incidência na zona entre Armação de Pêra e Quarteira, inicialmente na zona costeira e posteriormente para o interior, no período 12:00-14:00 UTC.

Por seu turno, a situação de 28 de setembro de 2008 iniciou-se com a formação de uma depressão aos 500 hPa, centrada a W de Sagres, tendo-se verificado, a partir das 00:00 UTC, um aumento da convergência de humidade específica na baixa troposfera sobre a região do Algarve e o Atlântico adjacente que, conjuntamente com a existência de movimento vertical ascendente e instabilidade atmosférica, terá favorecido o desenvolvimento de estruturas convectivas. A análise dos produtos de satélite e radar permitiu concluir que o Sul de Portugal Continental foi atravessado por uma estrutura de células convectivas, em progressão de SE para NW, sendo que, em períodos distintos deste dia, todo o Algarve, particularmente o litoral, foi afetado por diversas perturbações que provocaram chuva por vezes forte. Já no dia seguinte, os valores mais elevados da precipitação ocorreram no litoral entre Armação de Pêra e Fusetas, nomeadamente de madrugada.

No que se refere à velocidade do vento, no episódio de 1 de novembro de 2015 os valores do vento máximo instantâneo (rajada) verificaram-se em Faro-Aeroporto, com 80km/h, e em Sagres, com 67 km/h, apesar dos maiores valores de rajada se terem registado em estações de altitude, designadamente nas serras do Açor e da Estrela, com 93 km/h e 88 km/h, respetivamente. Por seu turno, no episódio de 28 e 29 de setembro de 2008, enquanto Sagres não ultrapassou os 70 km/h, Faro-Aeroporto registou rajadas de 70.2 km/h (16:20 UTC de 28/09/2008) e 70.6 km/h (02:00 UTC de 29/09/2008). A intensidade média do vento em Faro-Aeroporto foi também ligeiramente superior em 1 de novembro de 2015 (51.8 km/h), quando comparada com os dias 28 e 29 de setembro de 2008 (44.3 km/h).

Em 1 de novembro de 2015, a atividade elétrica foi mais intensa sobre o mar a SE de Albufeira, no período 03:00-12:00 UTC, tendo-se verificado também em terra, no período 09:00-14:00 UTC, sobretudo na região entre Albufeira e Aljezur. No sotavento algarvio também se verificou atividade elétrica no período 14:00-15:00 UTC, sobretudo nas regiões do interior (serra algarvia). No dia 28 de setembro de 2008 a atividade elétrica também se iniciou a Sul do Algarve, progredindo de SW para NE, mas neste caso registou-se maior atividade no Barlavento que no Sotavento. No dia seguinte a atividade elétrica foi claramente inferior.

Relativamente à análise da precipitação é possível elencar um conjunto de conclusões interessantes.

No dia 1 de novembro de 2015, os valores acumulados da quantidade de precipitação no período 03:00-15:00 UTC, foram cerca de 1,4 vezes superiores aos valores médios para o mês de novembro, nas estações meteorológicas de Algoz, Paderne e Faro, embora nas estações do IPMA não tenham sido ultrapassados os anteriores máximos (135.3mm em Faro, em 13 de outubro de 1989, e 149.2mm em Sagres, em 24 de novembro de 1988). Por outro lado, no período 00:00-24:00 UTC, as estações de Algoz, Paderne e S. Bartolomeu de Messines (APA) e de Faro-Aeroporto (IPMA), ultrapassaram os 100mm (144.8mm em Algoz e 134.8mm em Paderne, por exemplo), sendo que a quase totalidade se registou num período de 12h (03:00-15:00 UTC), o que dá uma ideia da dimensão e concentração espacial e temporal do fenómeno. No período de 24 h, o anterior máximo registado em Paderne (99.0mm, em 17 de outubro de 1972) foi claramente ultrapassado. Para períodos mais curtos, são igualmente de salientar, em 3 h, os valores de 67.7mm em Algoz e 64.8mm em Paderne, e, em 6 horas, os valores de 107.9mm em Algoz e 98.9mm em Paderne.

A análise do campo da precipitação acumulada obtida com radar meteorológico em diferentes períodos ao longo do dia 1 de novembro de 2015 permitiu concluir que em quase todos os períodos considerados o padrão espacial correspondente à zona com máximos de precipitação apresentou uma orientação SE-NW, estendendo-se essencialmente por toda a zona costeira entre Armação de Pêra e Faro e infletindo para N e NW na região de Albufeira.

No dia 28 de setembro de 2008, os valores acumulados da quantidade de precipitação em 24h foram inferiores, sendo de salientar a menor variabilidade espacial da precipitação. Os valores mais elevados de precipitação ocorreram essencialmente no Barlavento, tendo-se registado valores superiores a 100mm na zona de Lagos e em Portimão (109.7mm em Bensafrim e 103.0mm em Portimão). No caso de Bensafrim, a maior parte da precipitação (91.8mm) foi registada num período de 12h (08:00-20:00 UTC), com máximos em 6h (15:00-21:00 UTC) de 77.3mm e em 3h (16:00-19:00 UTC) de 62.4mm. Das zonas em que se registaram valores mais elevados da quantidade de precipitação, a de Lagos foi aliás aquela em que ficou patente uma maior variabilidade espaço-temporal da precipitação. Por exemplo, em Portimão registaram-se máximos em 12h (07:00-19:00 UTC) de 75.6mm, em 6h (14:00-20:00 UTC) de 55.1mm e em 3h (17:00-20:00 UTC) de 34.3mm. Considerando as estações do IPMA, Faro-Aeroporto e Portimão, a comparação entre as duas situações analisadas para períodos de 1, 3, 6, 12 e 24 h permite concluir que, em Faro-Aeroporto, os valores de precipitação ocorridos em 1 de novembro são sempre superiores. No entanto, em Portimão, à exceção do período de 12h, nos restantes períodos os valores são superiores no episódio de 28 de setembro.

Por seu turno, a análise do campo da precipitação acumulada obtida com radar meteorológico permite concluir que, na situação meteorológica de 28 e 29 de setembro de 2008, apesar de a zona do barlavento algarvio ter sido a mais afetada, essencialmente a W de Albufeira, registou-se uma menor variabilidade espacial da precipitação do que em 1 de novembro de 2015 dado que, na prática, em diferentes intervalos de tempo, todo o Algarve foi afetado. No dia 29 de setembro, a precipitação foi mais concentrada no período 01:00-05:00 UTC, em que ocorreu precipitação intensa entre Fuseta e Armação de Pêra, sendo de salientar o período 01:00-03:00 UTC, no qual se registaram 55.8 mm em Faro.

Em qualquer das datas, a observação do campo da precipitação obtido com radar e do campo da precipitação resultante da aplicação do método de ajustamento radar-udómetro permite concluir que, após o ajustamento, o padrão espacial obtido com radar se mantém, sendo os valores pontuais modulados pelos valores udométricos. A aplicação do método permitiu confirmar, no dia 1 de novembro de 2015, que a zona SE do concelho de Silves, a zona SW do concelho de Loulé e o concelho de Albufeira, em particular a bacia de drenagem da ribeira de Albufeira, foram as zonas mais afetadas pela precipitação intensa. O valor mais elevado da precipitação acumulada no período 03:00-15:00 UTC (138mm), foi registado nesta zona, sendo que, neste período de 12h, o valor médio da precipitação acumulada na bacia de drenagem foi de 129mm. Foi também possível confirmar que, no dia 28 de setembro de 2008, o valor máximo de precipitação acumulada em 12 h (07:00-19:00 UTC), foi de cerca de 95mm na parte nordeste do concelho de Lagos.

Relatório elaborado por:

Divisão de Previsão Meteorológica, Vigilância e Serviços Espaciais (DivMV)

Sérgio Barbosa
Paulo Narciso
Manuel João Lopes
Carla Barroso

Divisão de Clima e Alterações Climáticas (DivCA)

Álvaro Silva
Vanda Pires
Jorge Marques
Tânia Cota
Jorge Neto

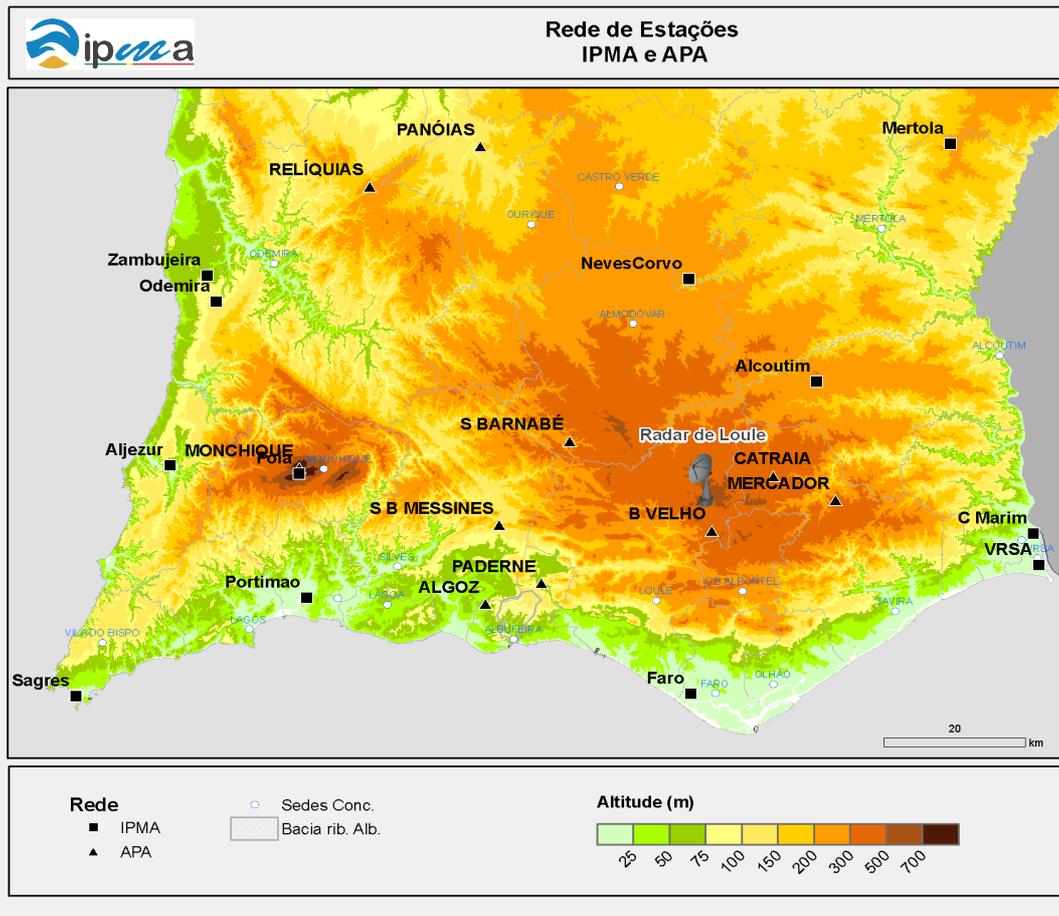
Agradecimentos:

Manuela Santos/DivMV
Denise Diogo/DivMV
Ana Paula Drumond/DivCA

ANEXOS

ANEXO 1

Tabela com coordenadas das estações meteorológicas **IPMA**/APA e respetiva localização na região do Algarve



Estação (IPMA/APA)	Lon. (WGS84)	Lat. (WGS84)	Altitude (m)
Alcoutim	-7.769	37.438	290
Algoz	-8.298	37.139	85
Aljezur	-8.802	37.325	16
Barranco do Velho	-7.937	37.237	467
Bensafrim	-8.739	37.154	38
Castro Marim	-7.425	37.229	5
Catraia	-7.838	37.310	475
Faro	-7.972	37.017	8
Foia	-8.596	37.314	902
Loulé/Cavalos do Caldeirão (radar)	-7.9517	37.3053	587
Mercador	-7.739	37.278	392
Mértola	-7.552	37.757	190
Monchique	-8.595	37.323	792
Neves Corvo	-7.972	37.576	225
Odemira	-8.729	37.547	76
Paderne	-8.209	37.167	55
Panóias	-8.306	37.757	164
Portimão	-8.583	37.147	24
Relíquias	-8.483	37.703	244
Sagres	-8.949	37.013	25
São Barnabé	-8.164	37.359	249
S. Bartolomeu de Messines	-8.276	37.246	126

ANEXO 2

Tabela com valores máximos do vento médio e rajada no Continente nos dias
1 de novembro de 2015 e 28 e 29 de setembro de 2008

Valores máximos do vento médio e rajada no Continente no dia
1 de novembro de 2015

Nome	Latitude	Longitude	Altitude (m)	Rajada (km/h)	Hora (UTC)	Vento médio (km/h)	Hora (UTC)
Faro / Aeroporto	37.017	-7.972	8	79.9	10:50	51.8	13:20
Sagres / Quartel da Marinha	37.013	-8.949	25	67.0	18:10	43.6	17:40
Fóia	37.314	-8.596	902	60.1	10:40	51.1	10:30
Castro Marim/Res. N. Sapal	37.230	-7.425	5	59.8	14:0	35.6	14:00
Mértola / Vale Formoso	37.758	-7.552	190	56.9	16:0	35.3	16:10
Odemira / S. Teotónio	37.547	-8.729	76	55.1	12:0	28.1	12:40
Aljezur	37.325	-8.802	16	50.4	20:10	22.0	20:10
Castro Verde / Neves Corvo	37.577	-7.972	225	50.4	17:40	31.3	17:50

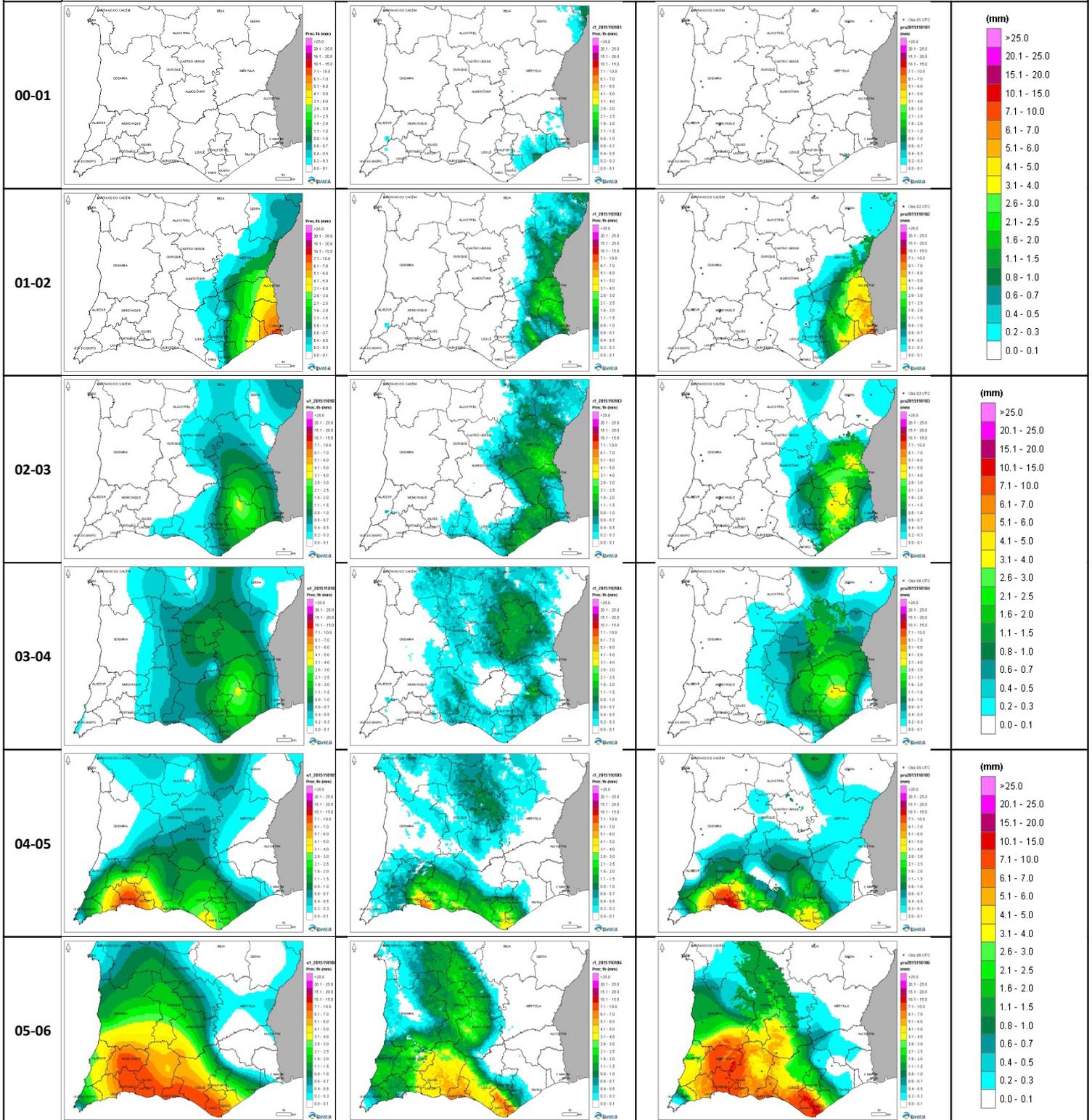
Valores máximos do vento médio e rajada no Continente nos dias
28 e 29 de setembro de 2008

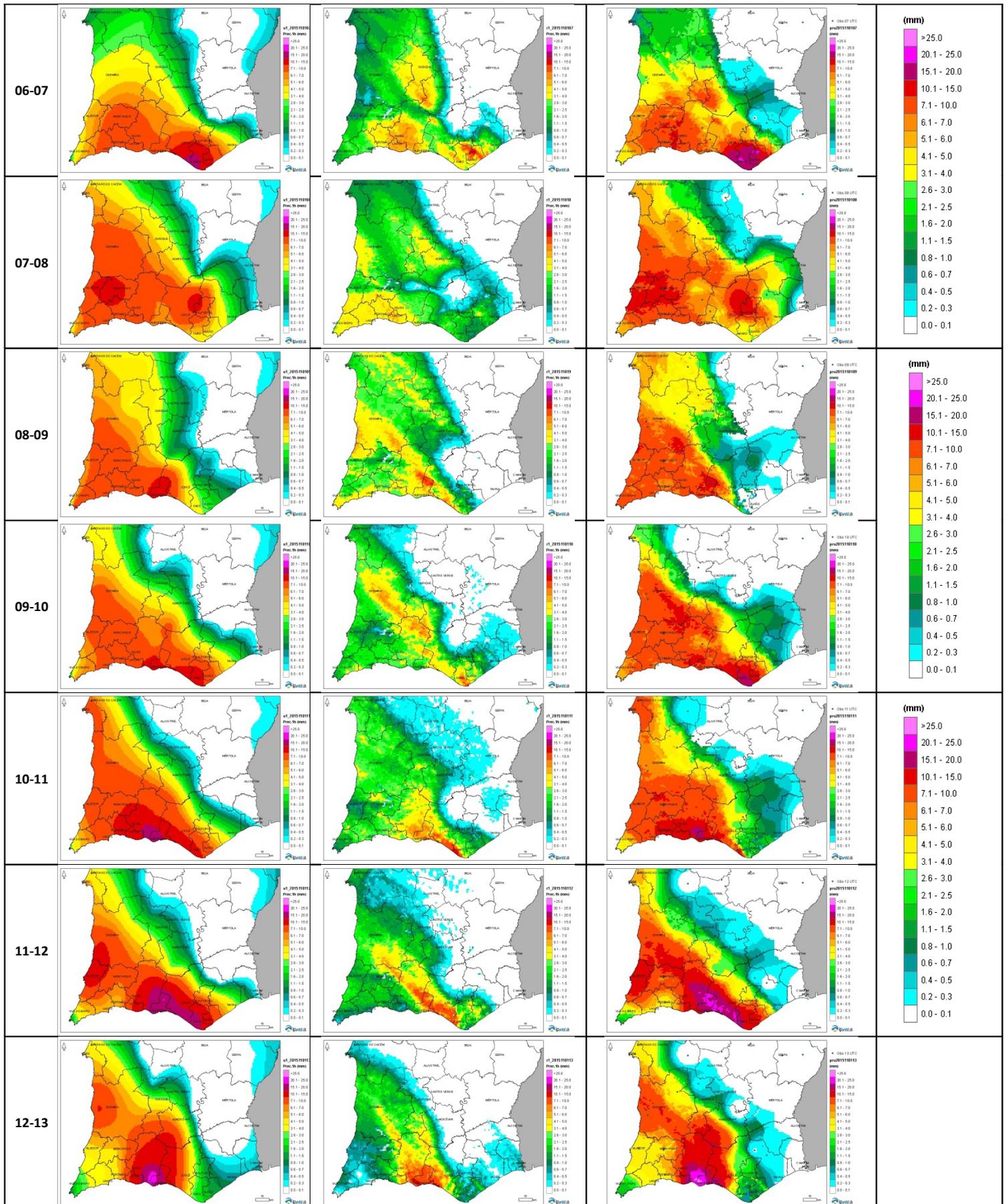
Nome	Latitude	Longitude	Altitude (m)	Rajada (km/h)	Hora (UTC)	Data	Vento médio (km/h)	Hora (UTC)	Data
Faro / Aeroporto	37.017	-7.972	8	70.6	02:00	29/09/2008	44.3	16:20 13:20	28/09/2008 29/09/2008
Sagres / Quartel da Marinha	37.013	-8.949	25	65.2	14:20	28/09/2018	43.6	14:30	28/09/2008
Fóia	37.314	-8.596	902	-	-	-	-	-	-
Castro Marim/Res. N. Sapal	37.230	-7.425	5	61.2	11:00	28/09/2018	32.4	10:40	28/09/2008
Mértola / Vale Formoso	37.758	-7.552	190	40.0	10:00	28/09/2018	27.7	07:50 09:40	28/09/2008
Odemira / S. Teotónio	37.547	-8.729	76	46.1	05:00 10:20	28/09/2008 29/09/2008	32.4	10:40	29/09/2008
Aljezur	37.325	-8.802	16	40.7	13:20	28/09/2018	27.0	13:20	28/09/2018
Castro Verde / Neves Corvo	37.577	-7.972	225	44.3	06:20	28/09/2018	27.4	05:50	28/09/2018

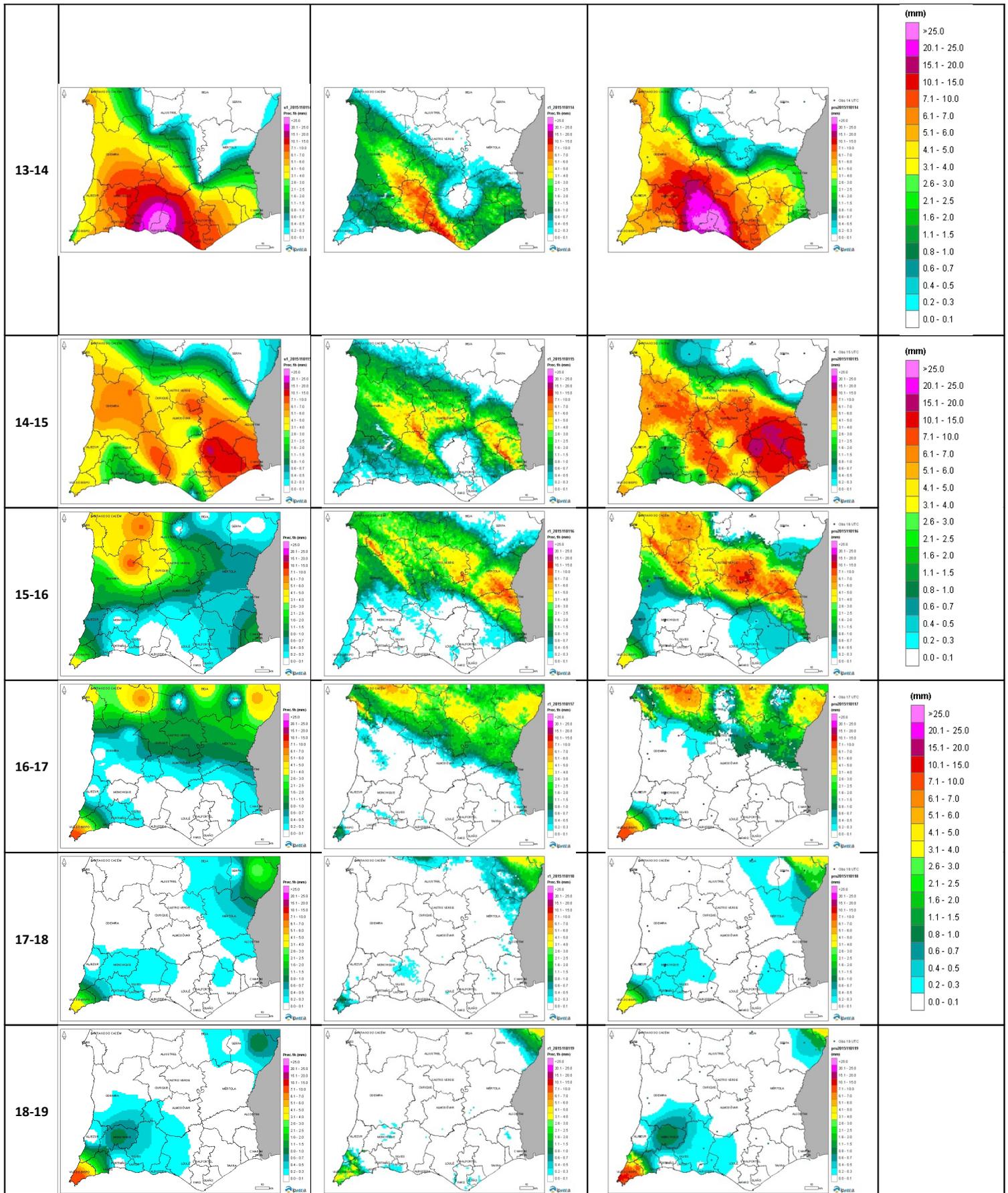
ANEXO 3

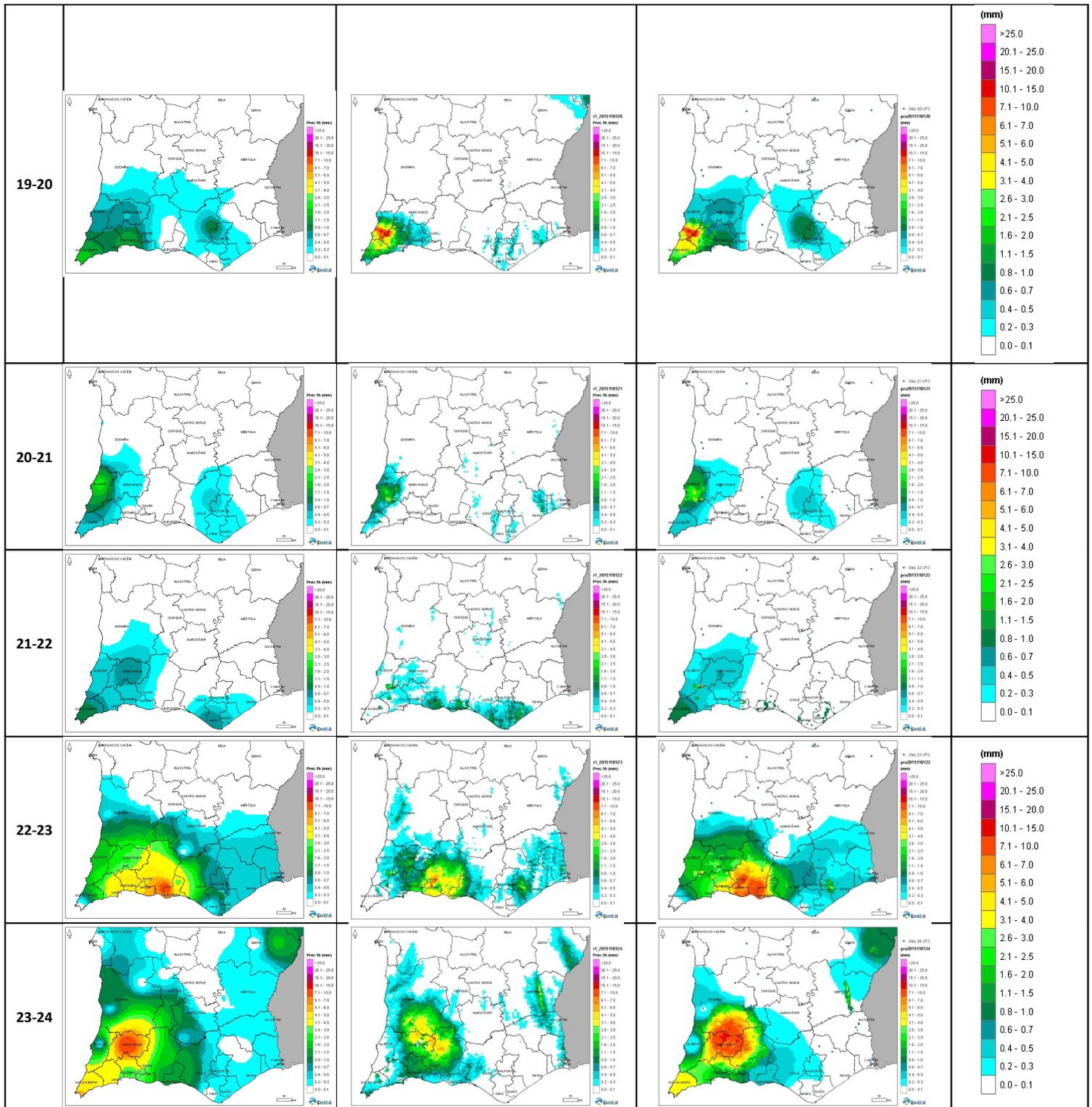
Mapas de Precipitação

UTC ANEXO 3.1 – Precipitação horária, das 0 às 24 UTC, 01/11/2015, valores obtidos a partir de: interpolação valores do udómetro (esquerda), rain1 do radar(centro) e método combinado radar/udómetro (direita).

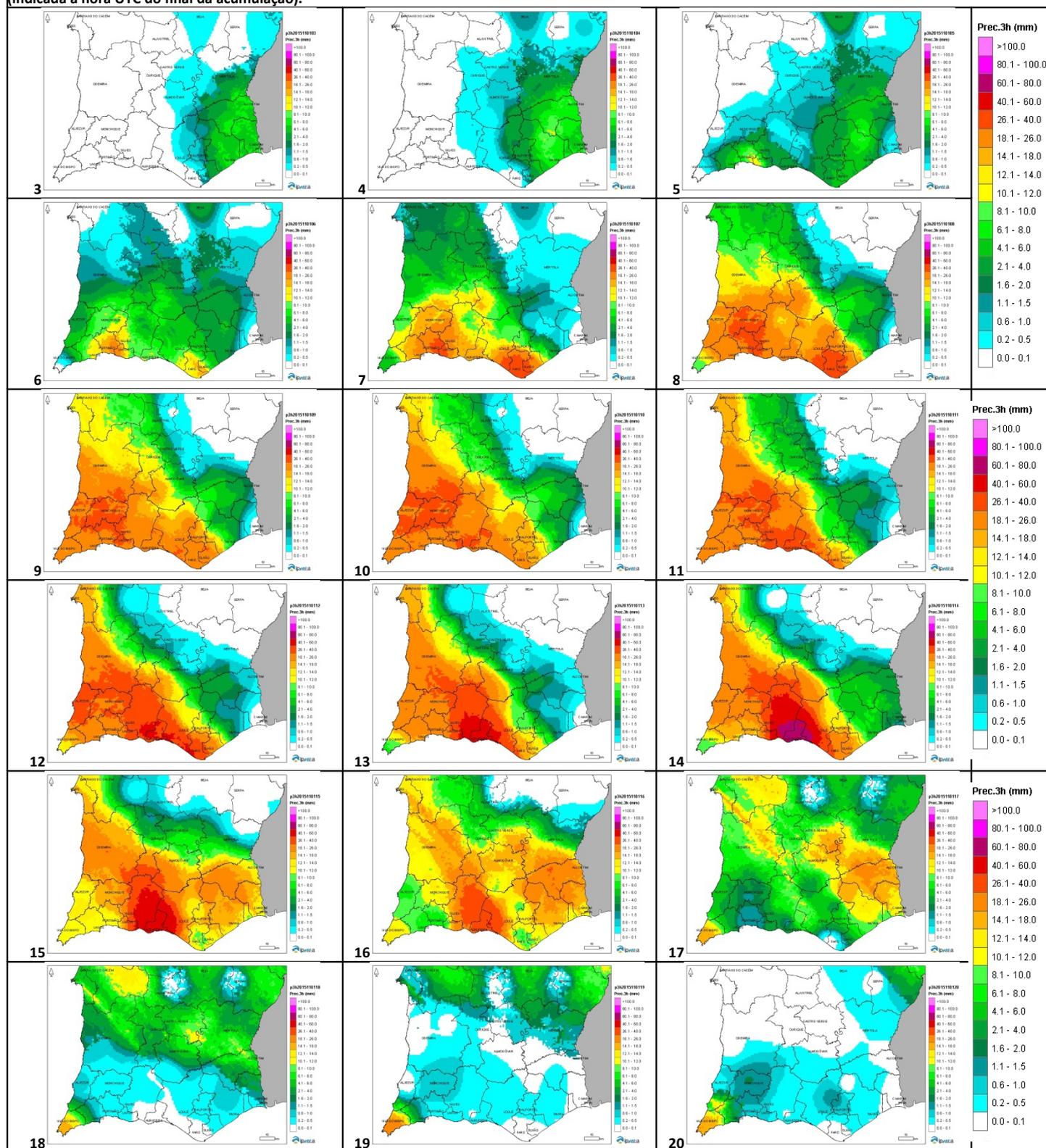


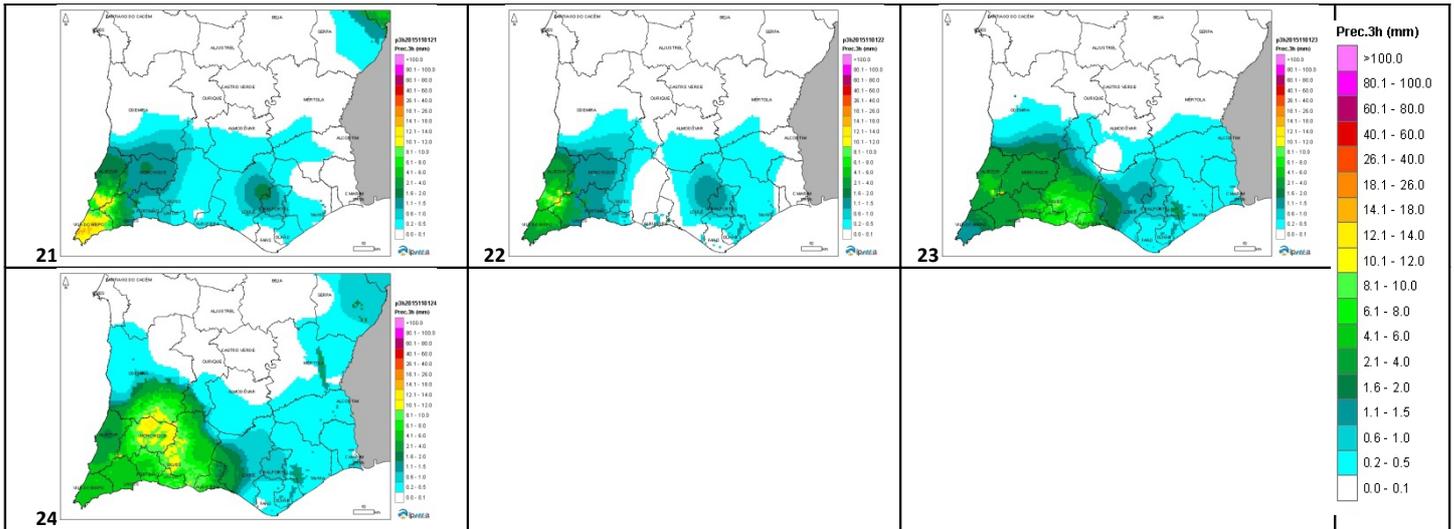




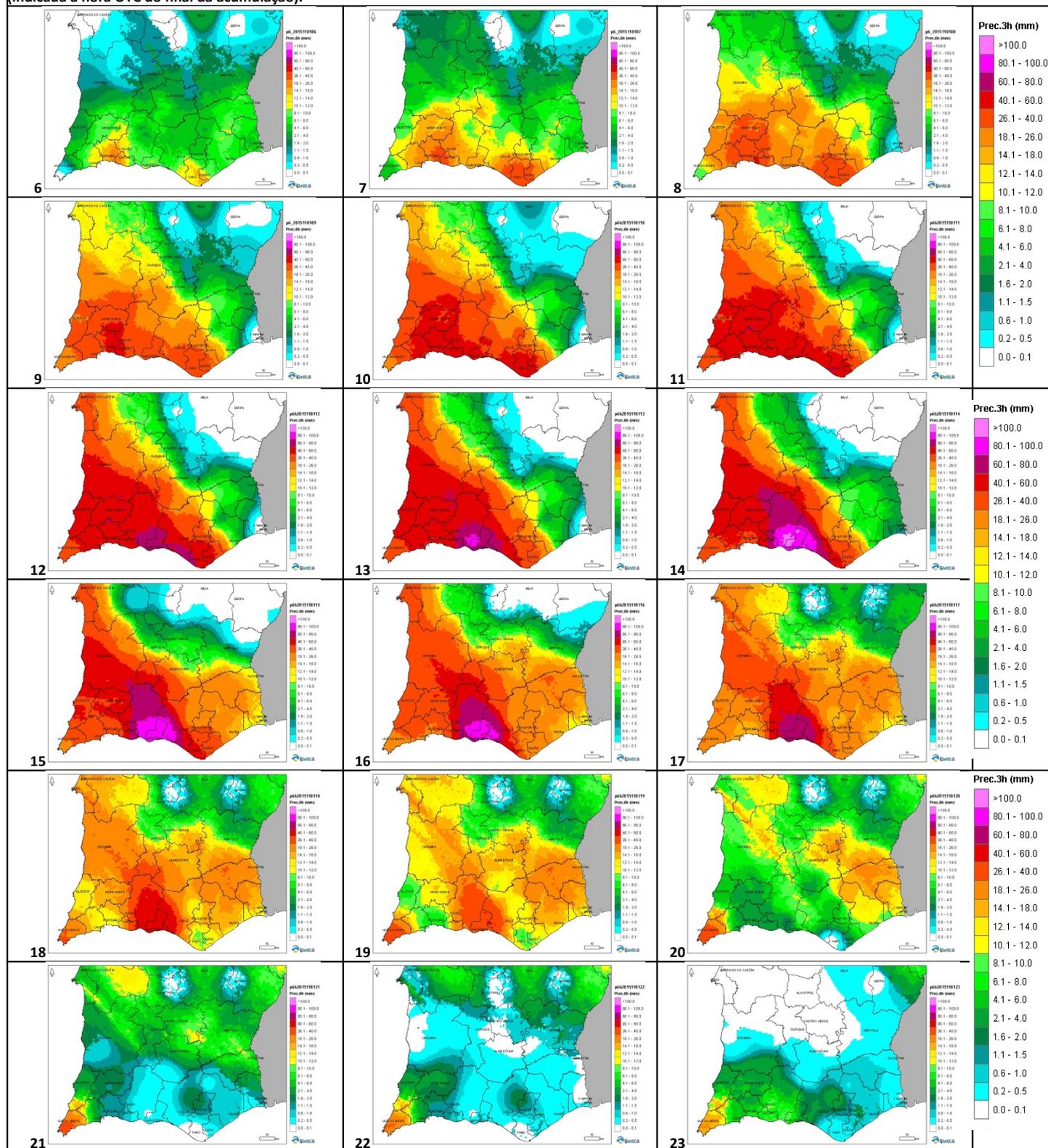


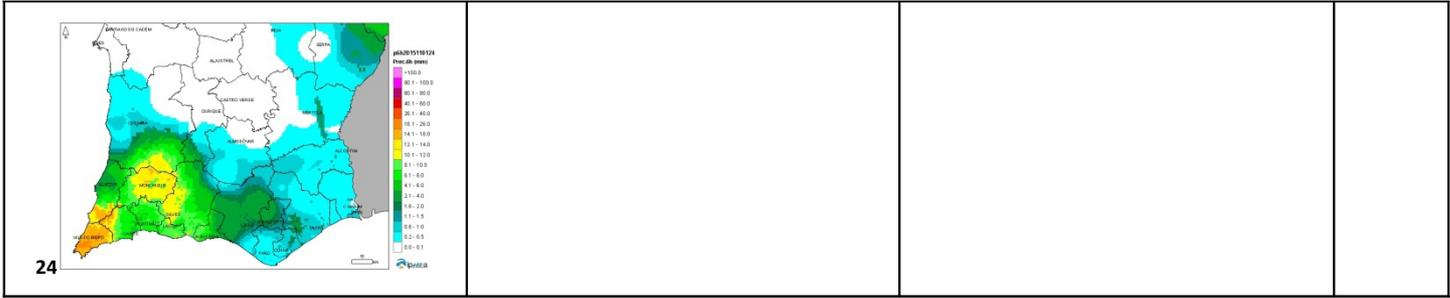
ANEXO 3.2 – Precipitação acumulada em 3 horas, 01/11/2015, valores obtidos através de método combinado radar/udómetro (indicada a hora UTC do final da acumulação).



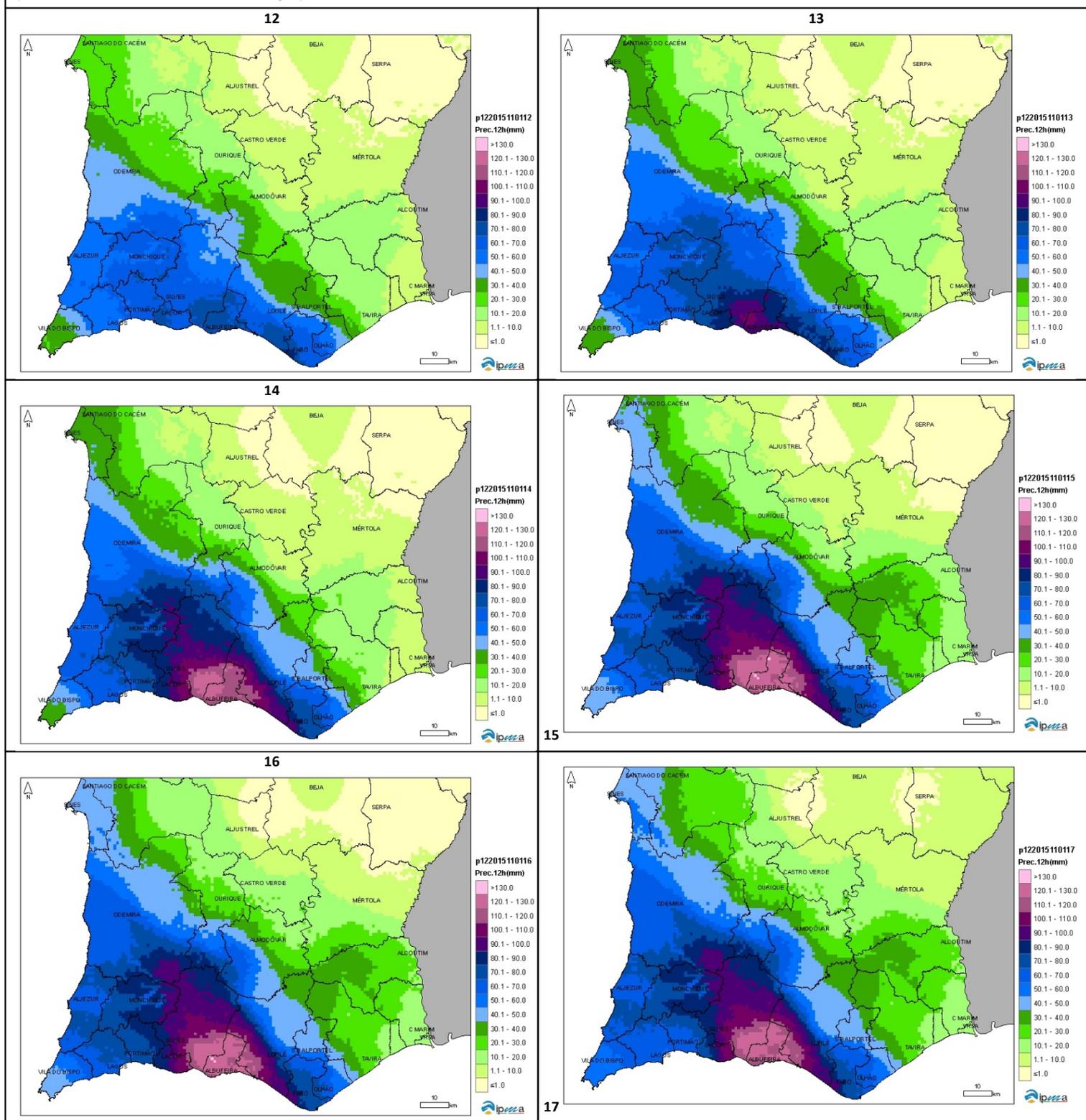


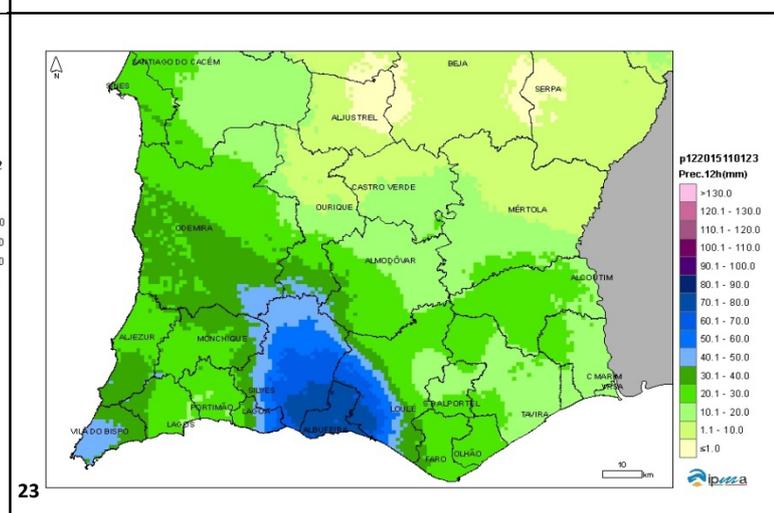
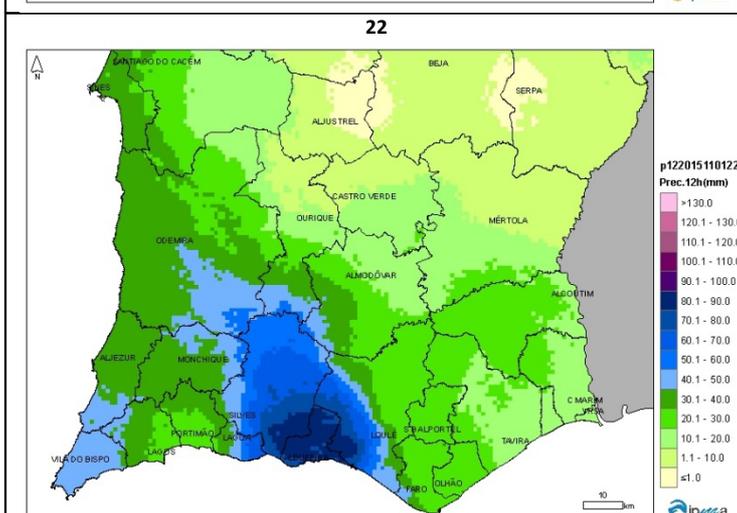
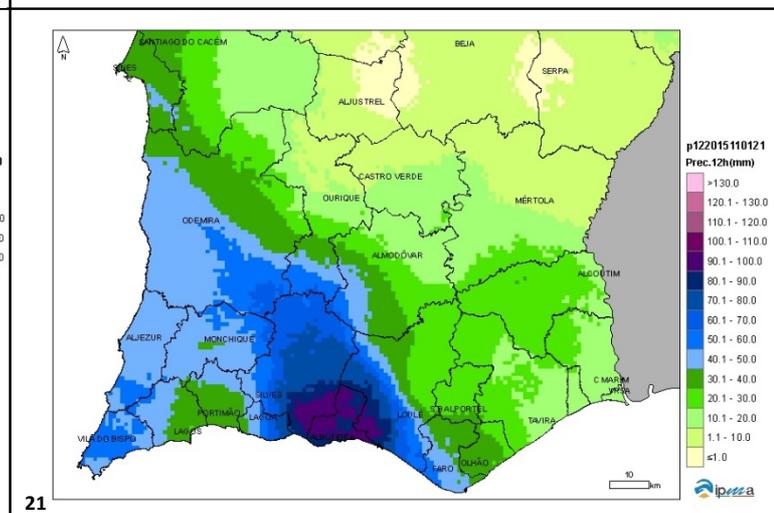
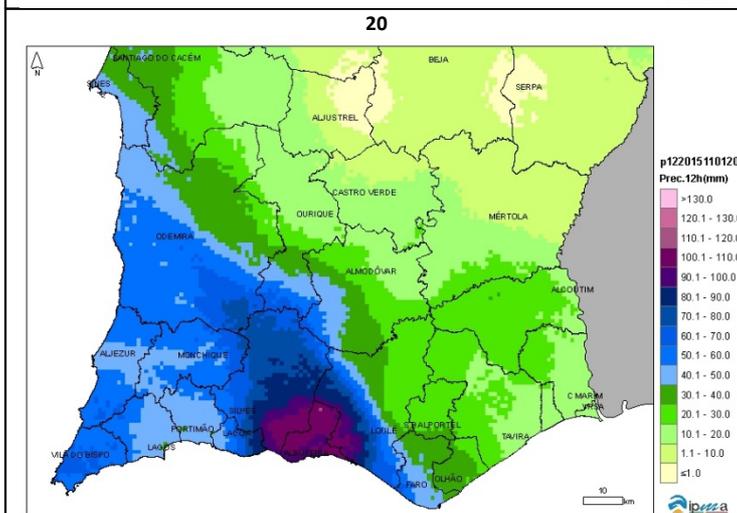
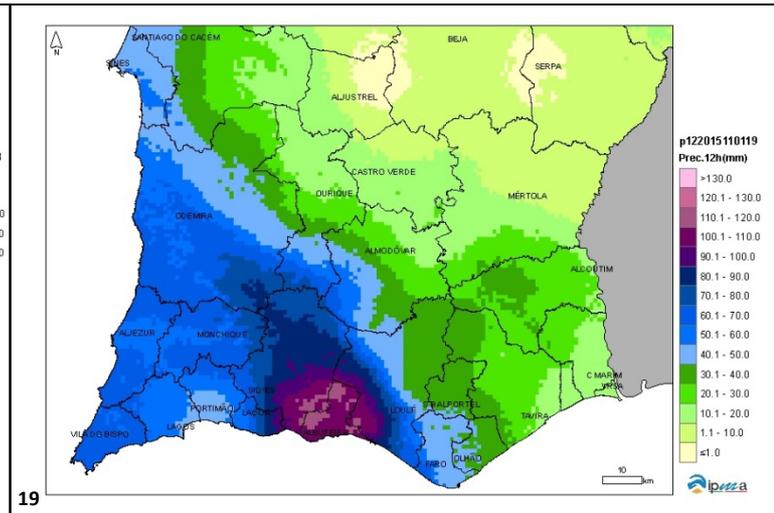
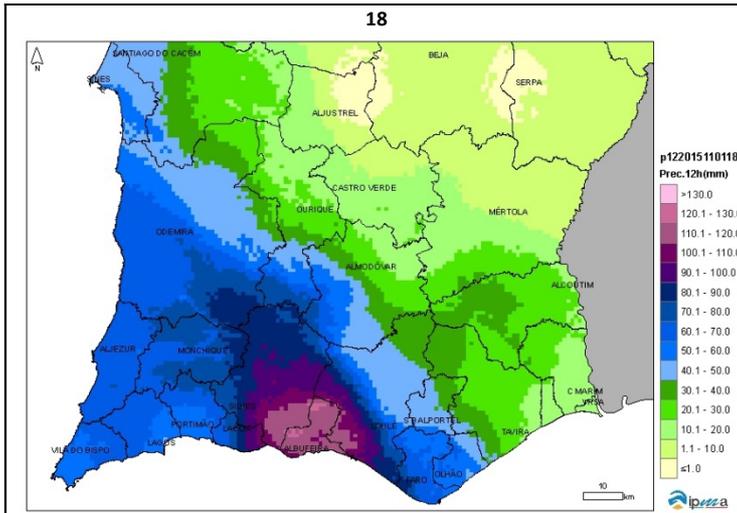
ANEXO 3.3 – Precipitação acumulada em 6 horas, 01/11/2015, valores obtidos através de método combinado radar/udómetro (indicada a hora UTC do final da acumulação).



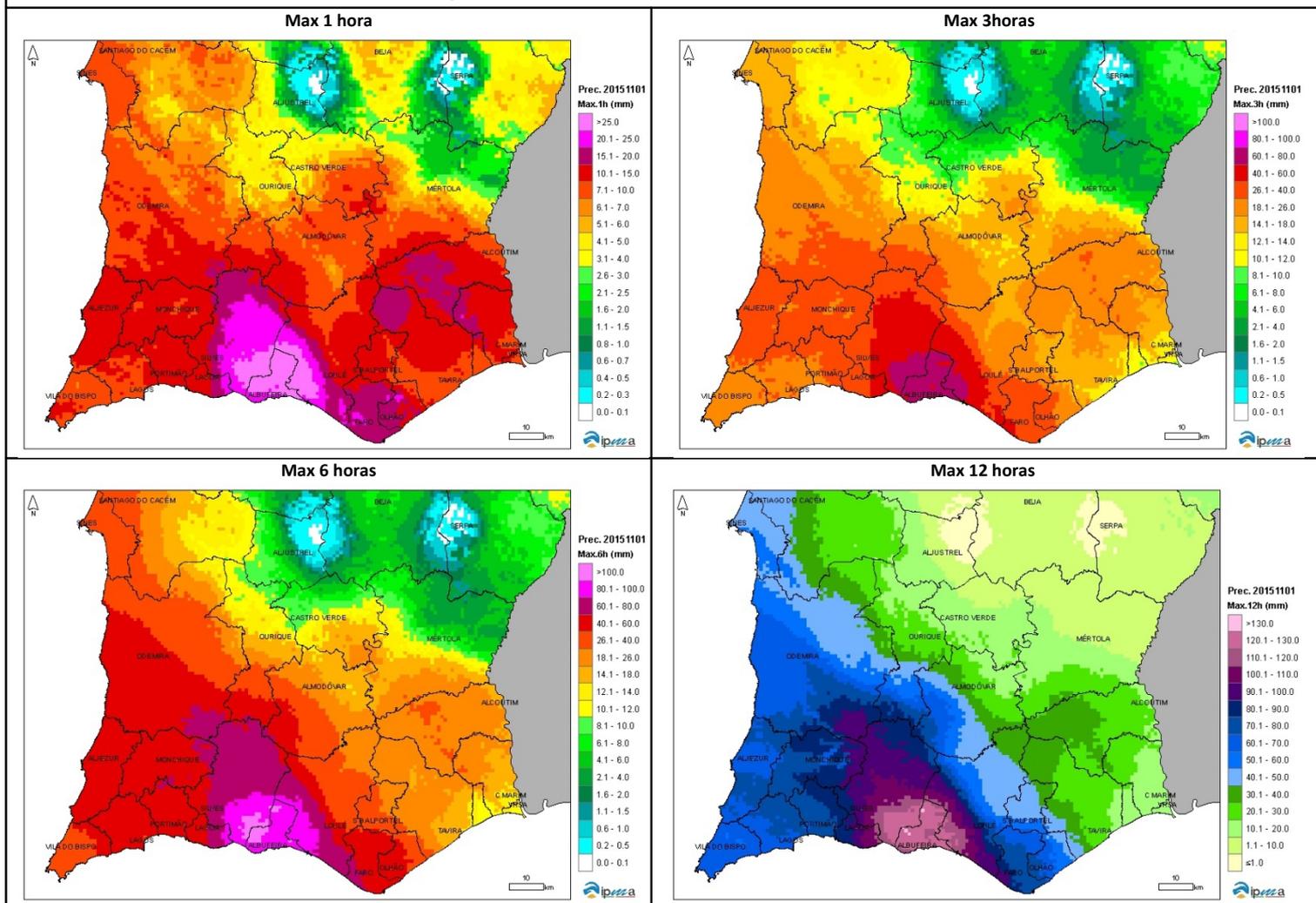


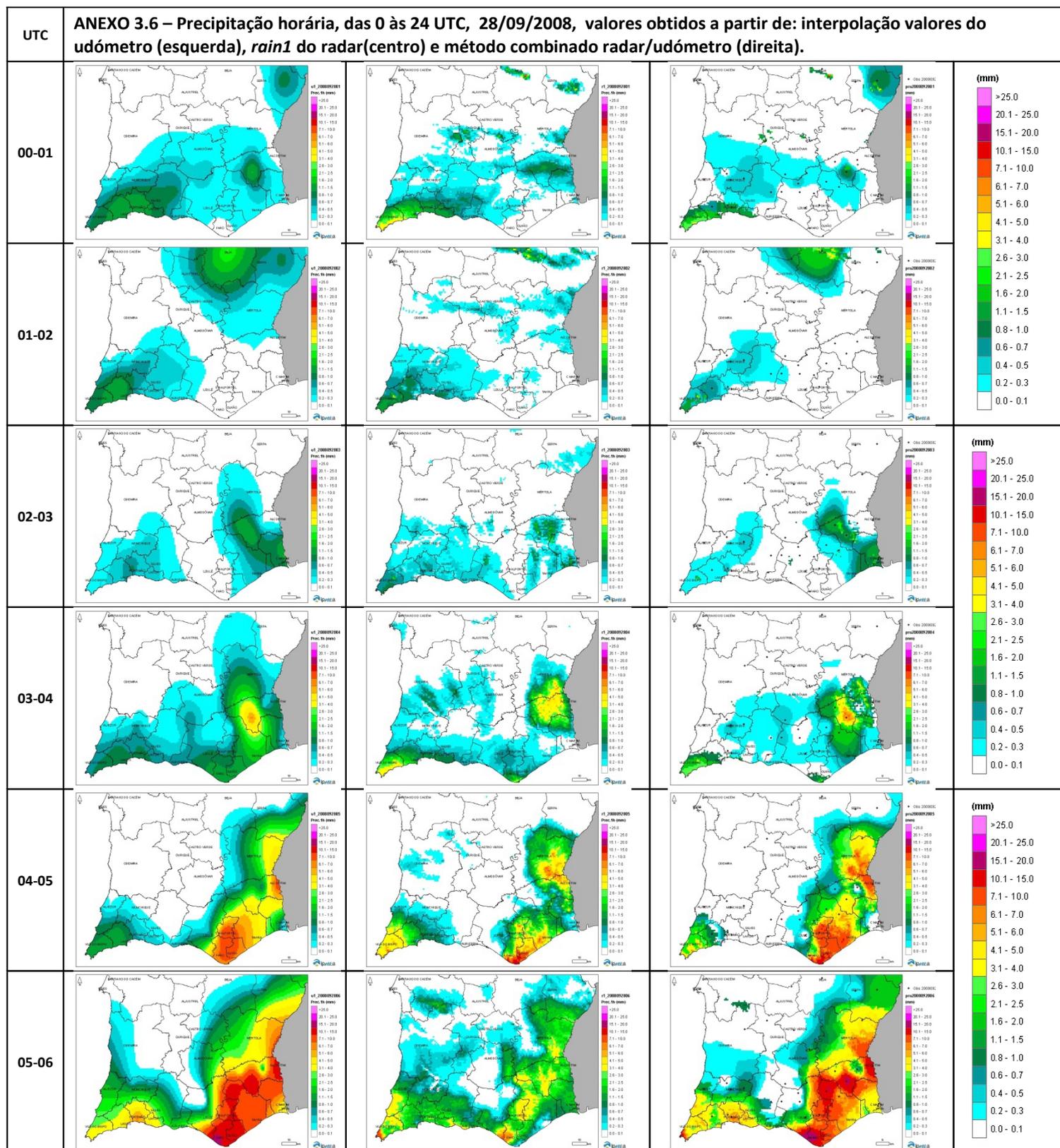
ANEXO 3.4 – Precipitação acumulada em 12 horas, 01/11/2015, valores obtidos através de método combinado radar/udómetro (indicada a hora UTC do final da acumulação).

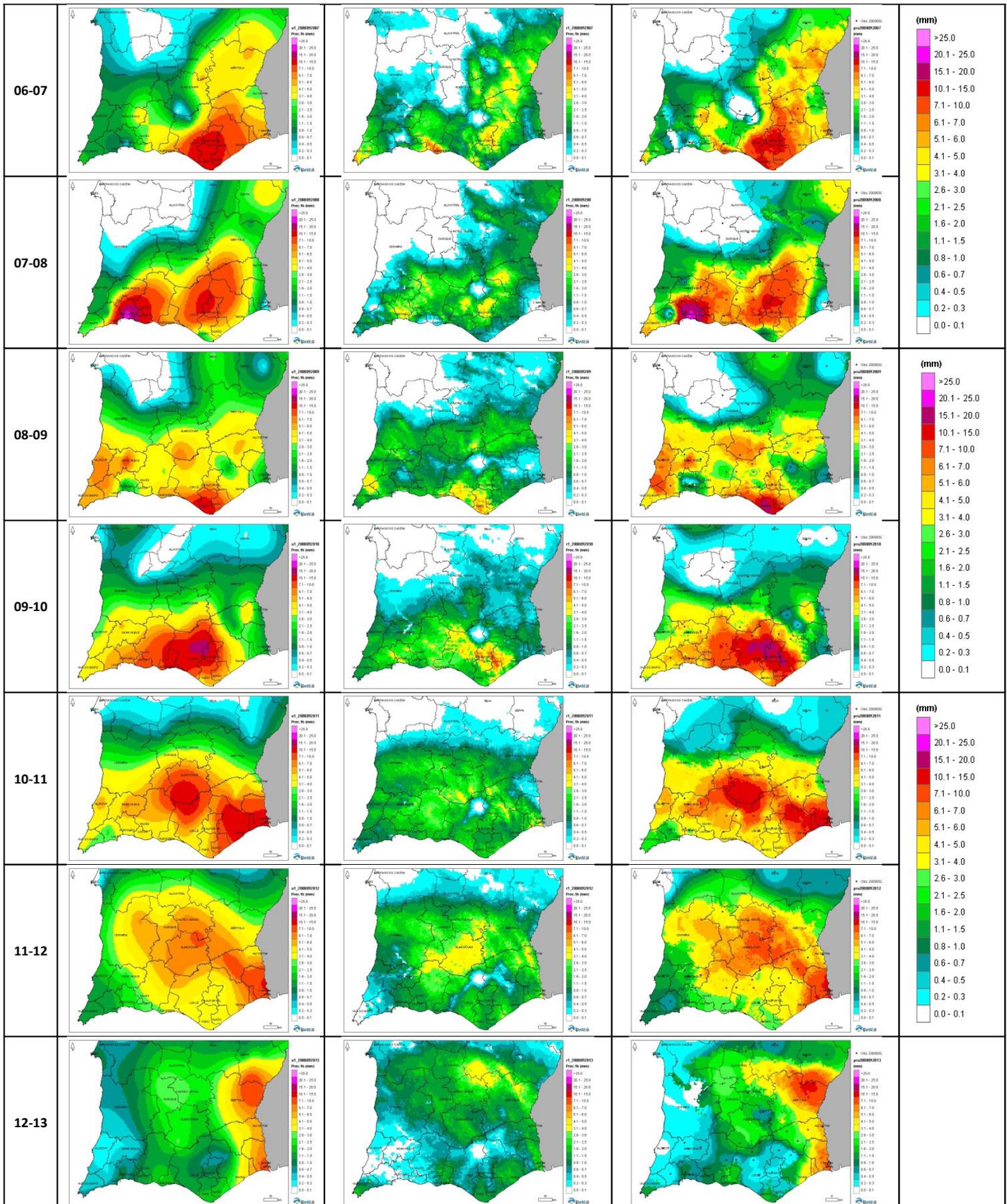


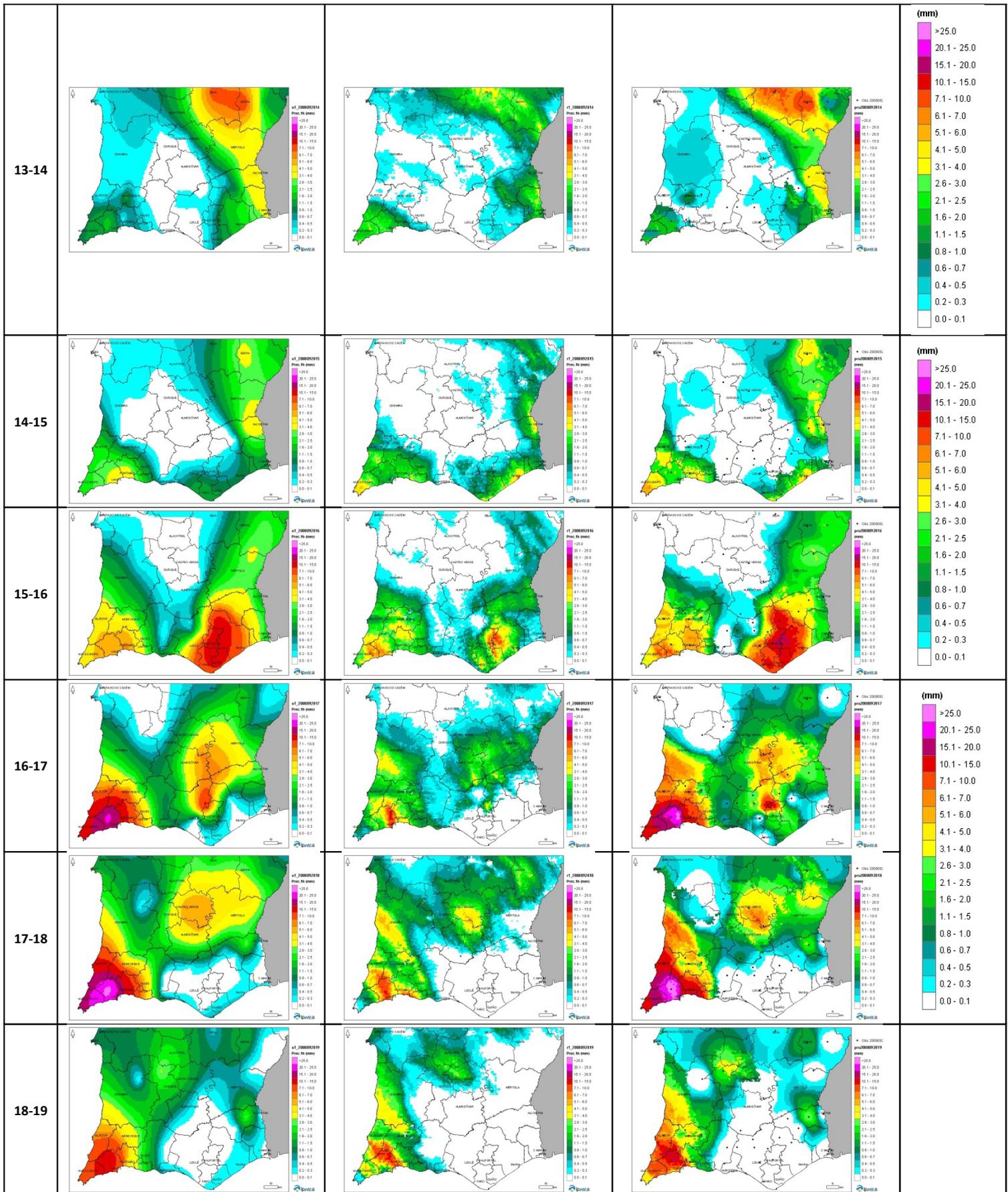


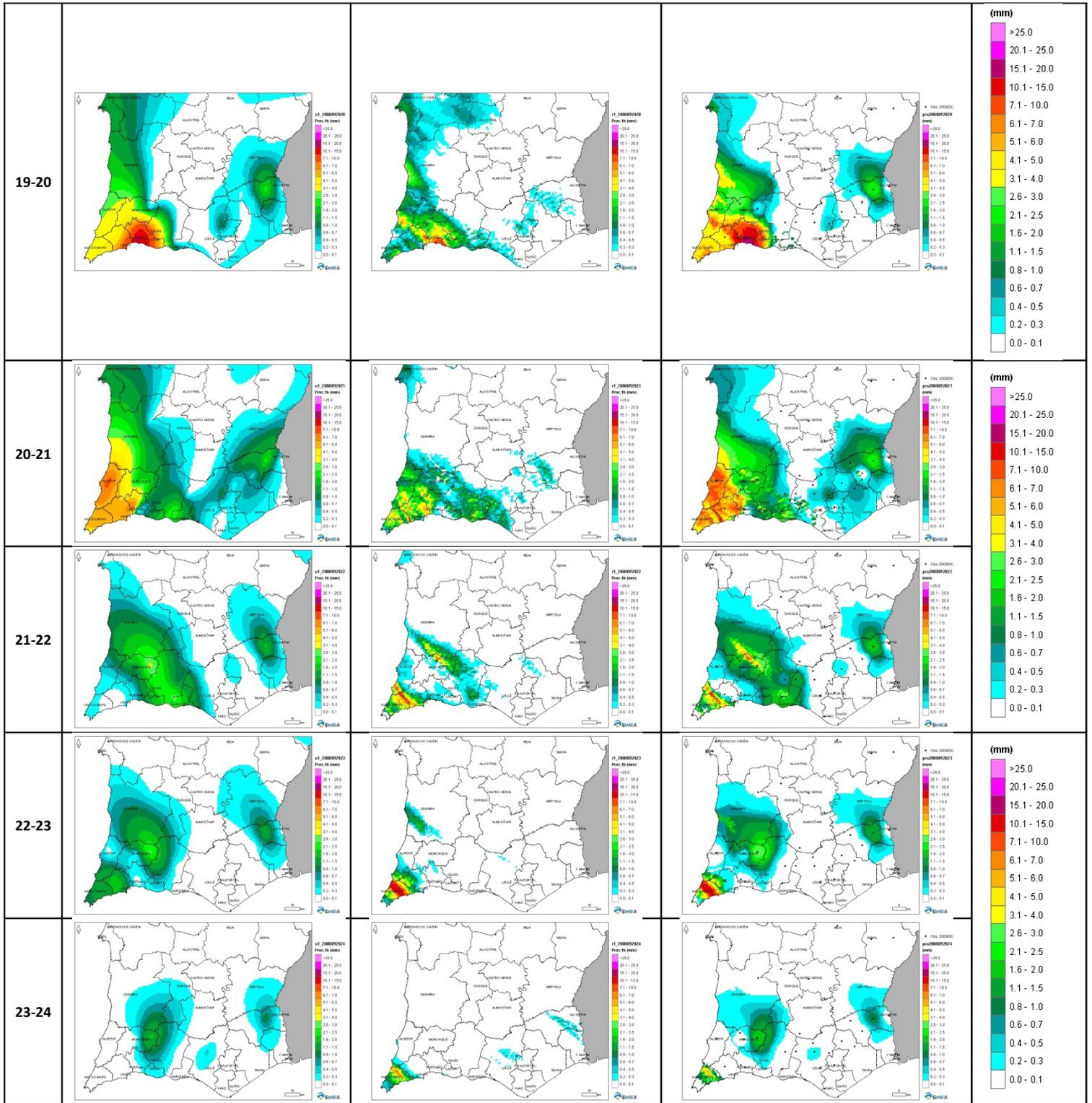
ANEXO 3.5 – Precipitação acumulada, máximos acumulados em 1, 3, 6 e 12 horas, 01/11/2015, a partir dos acumulados horários obtidos através de método combinado radar/udómetro.



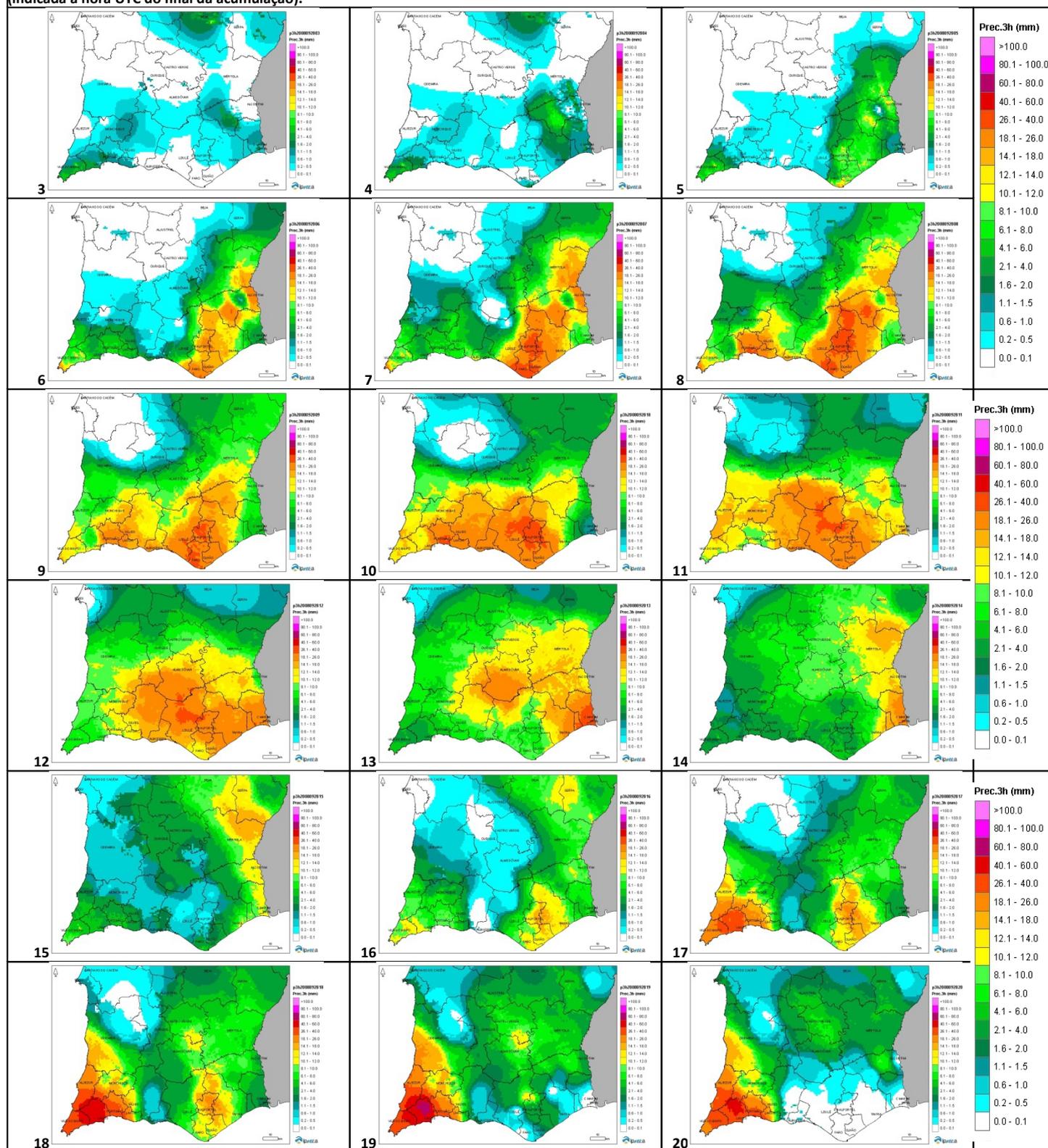


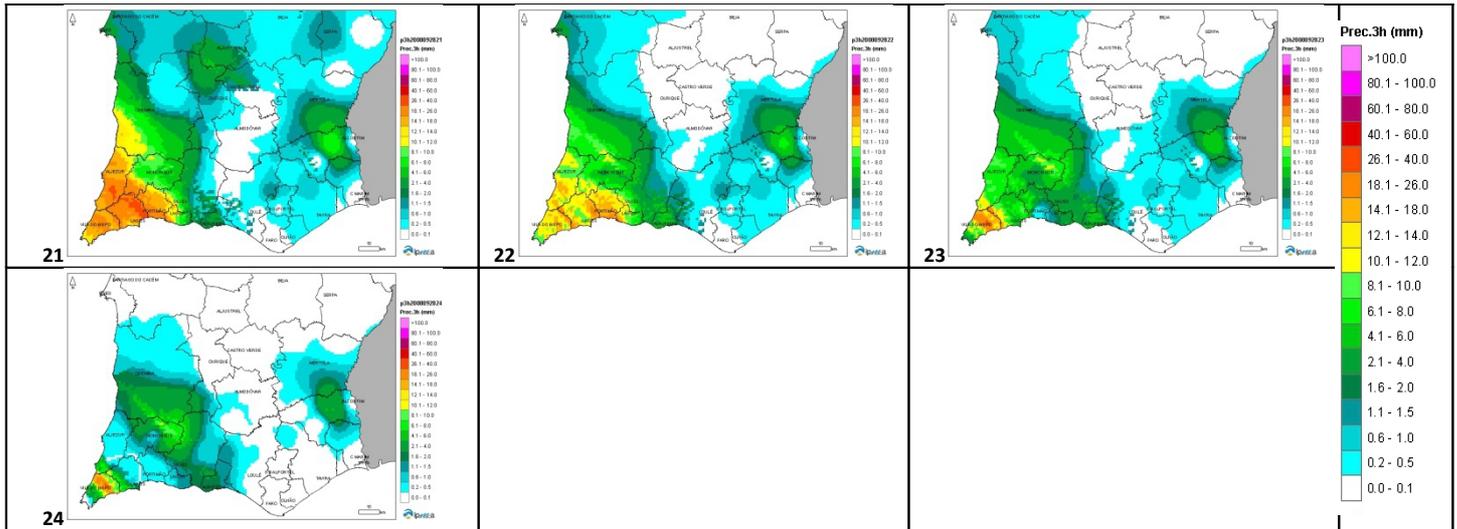




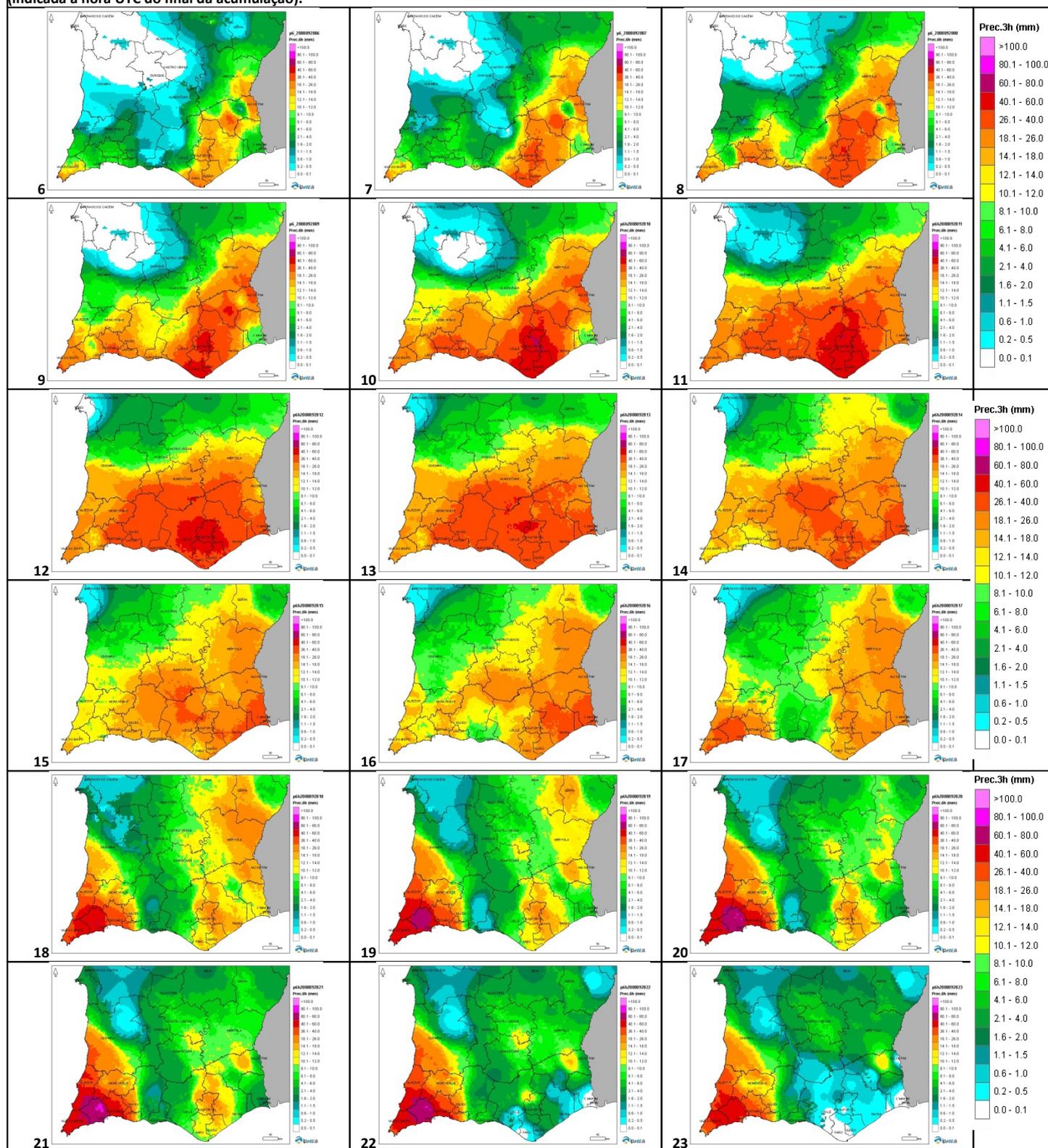


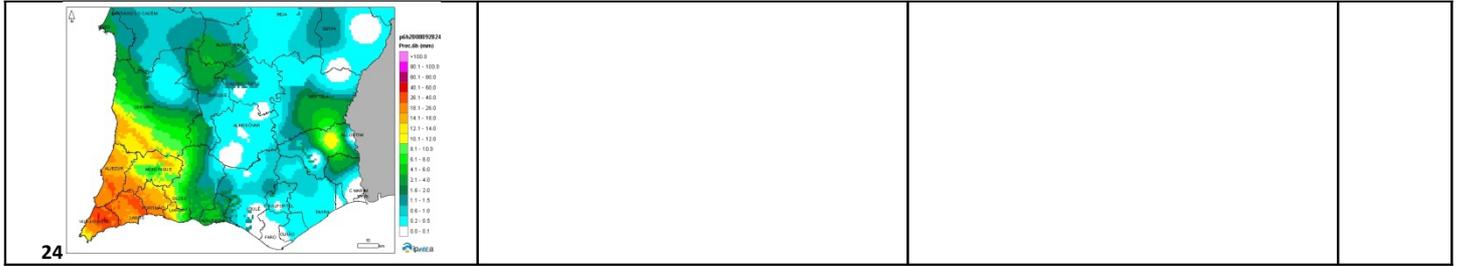
ANEXO 3.7 – Precipitação acumulada em 3 horas, 28/09/2008, valores obtidos através de método combinado radar/udómetro (indicada a hora UTC do final da acumulação).



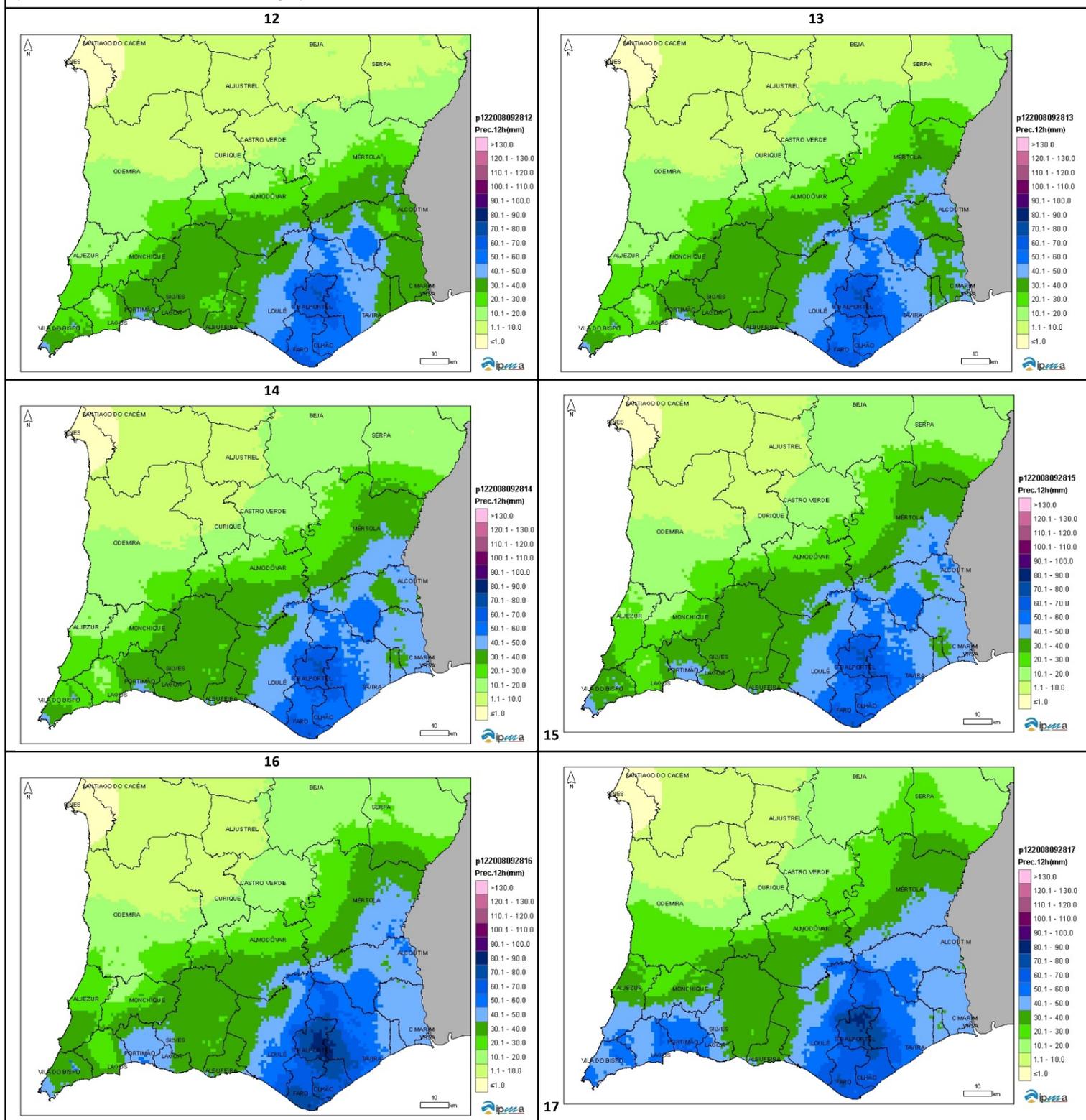


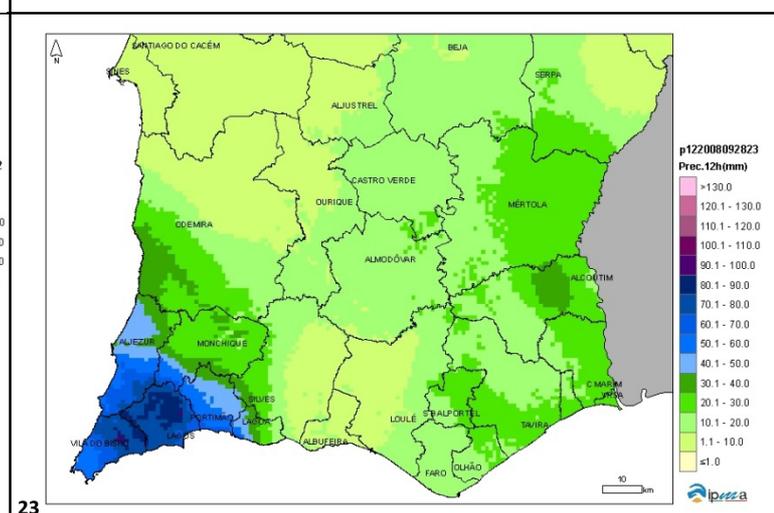
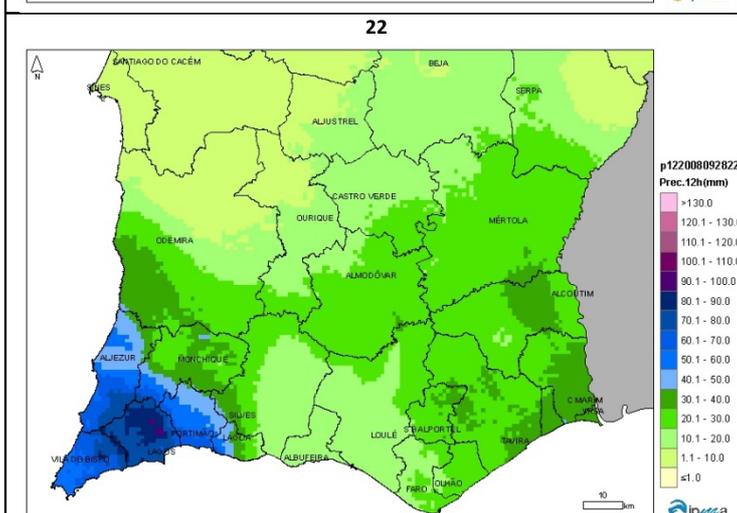
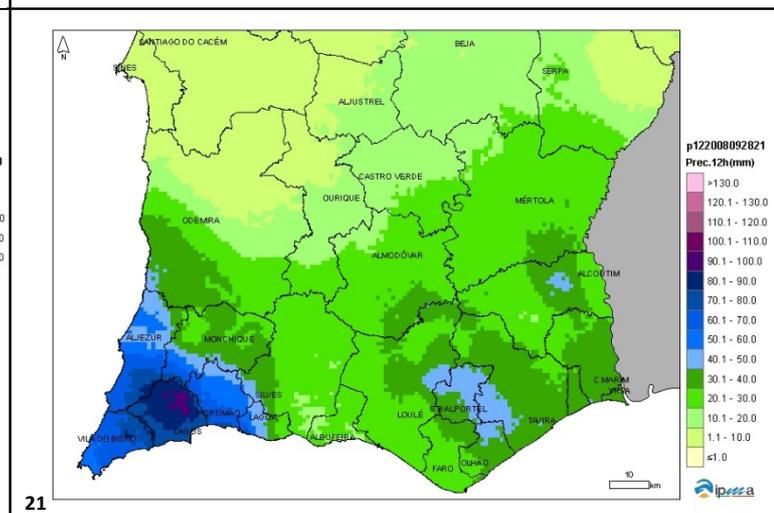
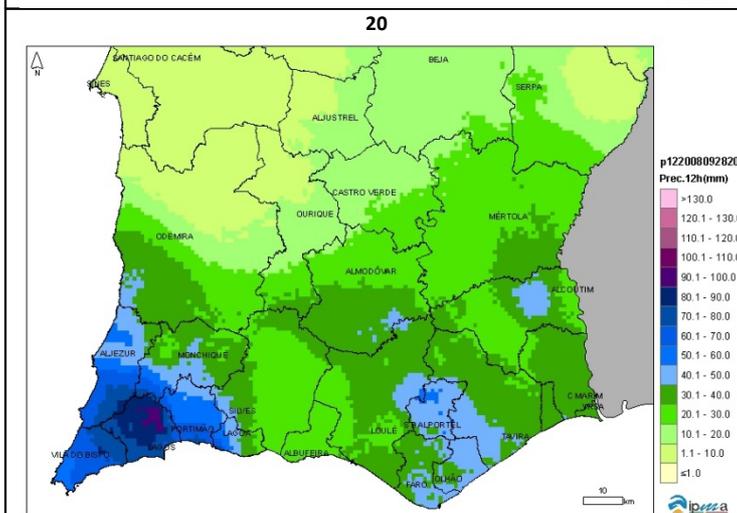
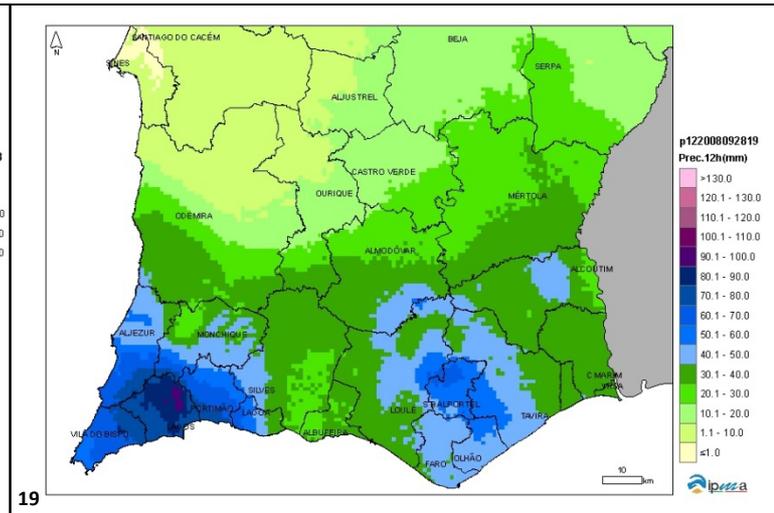
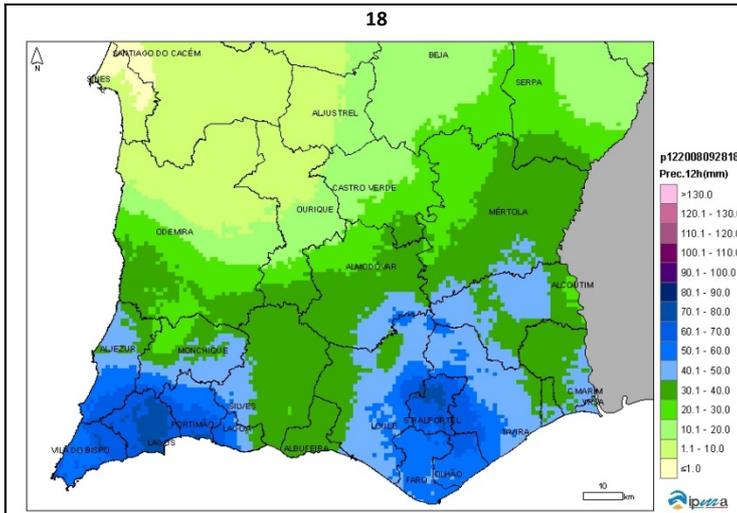
ANEXO 3.8 – Precipitação acumulada em 6 horas, 28/09/2008, valores obtidos através de método combinado radar/udómetro (indicada a hora UTC do final da acumulação).





ANEXO 3.9 – Precipitação acumulada em 12 horas, 28/09/2008, valores obtidos através de método combinado radar/udómetro (indicada a hora UTC do final da acumulação).





ANEXO 3.10 – Precipitação acumulada, máximos acumulados em 1, 3, 6 e 12 horas, 28/09/2008, a partir dos acumulados horários obtidos através de método combinado radar/udómetro.

