



IPA
INSTITUTO DE
PESQUISAS AMBIENTAIS



Consultor: Diego José Chagas

Responsável: Célia Regina de Gouveia de Souza

Termo de Referência: Análise Histórica e de Cenários Futuros de Índices Críticos de Chuva Deflagradores de Eventos Hidroclimatológicos e Processos Geodinâmicos Severos e Extremos no Litoral Norte

ETAPA1: COMPARAÇÃO DE DADOS PLUVIOMÉTRICOS MEDIDOS *IN SITU* COM OS CONJUNTOS DE DADOS DE ESTIMATIVAS DE CHUVA EM PONTOS DE GRADE

ETAPA2: SIMULAÇÕES NUMÉRICAS EM ALTA RESOLUÇÃO DE CASOS DE ESCORREGAMENTO E INUNDAÇÃO

PRODUTO 05

Cachoeira Paulista – SP

Maio de 2026

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	3
2	OBJETIVO	3
3	DADOS E METODOLOGIA	4
3.1	DADOS PLUVIOMÉTRICOS IN SITU E PRECIPITAÇÃO EM PONTO DE GRADE	4
3.2	MÉTODOS DE AVALIAÇÃO E ÍNDICES ESTATÍSTICOS	6
3.3	PROCESSAMENTO DOS DADOS E NÍVEIS DE ANÁLISE	7
3.4	CONFIGURAÇÃO DO MODELO ETA E DADOS DE ENTRADA (ETAPA 2)	7
3.5	SELEÇÃO DO EVENTOS EXTREMOS SIMULADOS	8
3.6	PROCESSAMENTO DAS SAÍDAS	14
4	RESULTADOS	15
4.1	ANÁLISE COMPARATIVA EM TODO LITORAL NORTE	15
4.2	ANÁLISE COMPARATIVA NA BACIA PILOTO	17
4.3	ANÁLISE ESPACIAL DOS EVENTOS	18
4.4	SIMULAÇÕES NUMÉRICAS COM O MODELO ETA (ETAPA 2)	20
4.4.1	ESTUDO DE CASO: DESASTRE DE ESCORREGAMENTO EM SÃO SEBASTIÃO EM 19/02/2023	21
5	CONCLUSÃO	23
6	CRONOGRAMA DAS PRÓXIMAS ETAPAS	25
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	27
	ANEXO I	28
	ANEXO II	35
	ANEXO III	70

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Domínio espacial das simulações numéricas com o Modelo Eta 5 km.....	8
Figura 2 – Evolução da precipitação acumulada diária entre 00Z 18/02/2023 e 00Z, 21/02/2023 para os quatro produtos avaliados.....	19
Figura 3 – Série Temporal da Precipitação Total Acumulada (mm/dia) na Bacia Piloto de Ubatuba (Rio Grande, Acaraú e Tavares) do dia 17 a 21 de fevereiro de 2023.....	20
Figura 4 – Simulação do Modelo Eta 5km para o evento de 19/02/2023, rodada de 17/02/2023 00 UTC.....	22
Figura 5 – Evolução da precipitação acumulada diária entre 00Z 11/03/2015 e 00Z 14/03/2015 para os quatro produtos avaliados.....	35
Figura 6 – Evolução da precipitação acumulada diária entre 00Z 17/03/2015 e 00Z 20/03/2015 para os quatro produtos avaliados.....	36
Figura 7 – Evolução da precipitação acumulada diária entre 00Z 08/01/2016 e 00Z 11/01/2016 para os quatro produtos avaliados.....	37
Figura 8 – Evolução da precipitação acumulada diária entre 00Z 21/01/2016 e 00Z 24/01/2016 para os quatro produtos avaliados.....	38
Figura 9 – Evolução da precipitação acumulada diária entre 00Z 26/02/2016 e 00Z 29/02/2016 para os quatro produtos avaliados.....	39
Figura 10 – Evolução da precipitação acumulada diária entre 00Z 09/03/2016 e 00Z 12/03/2016 para os quatro produtos avaliados.....	40
Figura 11 – Evolução da precipitação acumulada diária entre 00Z 13/01/2017 e 00Z 16/01/2017 para os quatro produtos avaliados.....	41
Figura 12 – Evolução da precipitação acumulada diária entre 00Z 04/03/2017 e 00Z 07/03/2017 para os quatro produtos avaliados.....	42
Figura 13 – Evolução da precipitação acumulada diária entre 00Z 14/03/2017 e 00Z 17/03/2017 para os quatro produtos avaliados.....	43
Figura 14 – Evolução da precipitação acumulada diária entre 00Z 15/01/2018 e 00Z 18/01/2018 para os quatro produtos avaliados.....	44
Figura 15 – Evolução da precipitação acumulada diária entre 00Z 22/01/2018 e 00Z 25/01/2018 para os quatro produtos avaliados.....	45
Figura 16 – Evolução da precipitação acumulada diária entre 00Z 06/03/2018 e 00Z 09/03/2018 para os quatro produtos avaliados.....	46
Figura 17 – Evolução da precipitação acumulada diária entre 00Z 13/03/2018 e 00Z 16/03/2018 para os	

quatro produtos avaliados.....	47
Figura 18 – Evolução da precipitação acumulada diária entre 00Z 16/05/2018 e 00Z 19/05/2018 para os quatro produtos avaliados.....	48
Figura 19 – Evolução da precipitação acumulada diária entre 00Z 06/01/2019 e 00Z 09/01/2019 para os quatro produtos avaliados.....	49
Figura 20 – Evolução da precipitação acumulada diária entre 00Z 05/02/2019 e 00Z 08/02/2019 para os quatro produtos avaliados.....	50
Figura 21 – Evolução da precipitação acumulada diária entre 00Z 15/02/2019 e 00Z 18/02/2019 para os quatro produtos avaliados.....	51
Figura 22 – Evolução da precipitação acumulada diária entre 00Z 16/05/2019 e 00Z 19/05/2019 para os quatro produtos avaliados.....	52
Figura 23 – Evolução da precipitação acumulada diária entre 00Z 09/02/2020 e 00Z 12/02/2020 para os quatro produtos avaliados.....	53
Figura 24 – Evolução da precipitação acumulada diária entre 00Z 28/02/2020 e 00Z 02/03/2020 para os quatro produtos avaliados.....	54
Figura 25 – Evolução da precipitação acumulada diária entre 00Z 02/03/2020 e 00Z 05/03/2020 para os quatro produtos avaliados.....	55
Figura 26 – Evolução da precipitação acumulada diária entre 00Z 19/08/2020 e 00Z 21/08/2020 para os quatro produtos avaliados.....	56
Figura 27 – Evolução da precipitação acumulada diária entre 00Z 30/12/2020 e 00Z 01/01/2021 para os quatro produtos avaliados.....	57
Figura 28 – Evolução da precipitação acumulada diária entre 00Z 01/01/2021 e 00Z 03/01/2021 para os quatro produtos avaliados.....	58
Figura 29 – Evolução da precipitação acumulada diária entre 00Z 20/02/2021 e 00Z 22/02/2021 para os quatro produtos avaliados.....	59
Figura 30 – Evolução da precipitação acumulada diária entre 00Z 29/12/2021 e 00Z 31/12/2021 para os quatro produtos avaliados.....	60
Figura 31 – Evolução da precipitação acumulada diária entre 00Z 07/01/2022 e 00Z 09/01/2022 para os quatro produtos avaliados.....	61
Figura 32 – Evolução da precipitação acumulada diária entre 00Z 18/03/2022 e 00Z 20/03/2022 para os quatro produtos avaliados.....	62
Figura 33 – Evolução da precipitação acumulada diária entre 00Z 30/03/2022 e 00Z 01/04/2022 para os quatro produtos avaliados.....	63
Figura 34 – Evolução da precipitação acumulada diária entre 00Z 02/04/2022 e 00Z 04/04/2022 para os	

quatro produtos avaliados.....	64
Figura 35 – Evolução da precipitação acumulada diária entre 00Z 20/12/2022 e 00Z 22/12/2022 para os quatro produtos avaliados.....	65
Figura 36 – Evolução da precipitação acumulada diária entre 00Z 18/02/2023 e 00Z 20/02/2023 para os quatro produtos avaliados.....	66
Figura 37 – Evolução da precipitação acumulada diária entre 00Z 12/06/2023 e 00Z 14/06/2023 para os quatro produtos avaliados.....	67
Figura 38 – Evolução da precipitação acumulada diária entre 00Z 06/03/2024 e 00Z 08/03/2024 para os quatro produtos avaliados.....	68
Figura 39 – Evolução da precipitação acumulada diária entre 00Z 03/06/2024 e 00Z 05/06/2024 para os quatro produtos avaliados.....	69
Figura 40 – Simulação do Modelo Eta 5km para o evento de escorregamento de 02/02/2015, rodada de 31/01/2015 00 UTC.....	70
Figura 41 – Simulação do Modelo Eta 5km para o evento de escorregamento de 15/03/2017, rodada de 14/03/2017 00 UTC.....	71
Figura 42 – Simulação do Modelo Eta 5km para o evento de escorregamento de 14/02/2018, rodada de 13/02/2018 00 UTC.....	72
Figura 43 – Simulação do Modelo Eta 5km para o evento de escorregamento de 24/02/2018, rodada de 21/02/2018 00 UTC.....	73
Figura 44 – Simulação do Modelo Eta 5km para o evento de escorregamento de 22/03/2018, rodada de 20/03/2018 00 UTC.....	74
Figura 45 – Simulação do Modelo Eta 5km para o evento de escorregamento de 07/11/2018, rodada de 06/11/2018 00 UTC.....	75
Figura 46 – Simulação do Modelo Eta 5km para o evento de escorregamento de 13/02/2019, rodada de 12/02/2019 00 UTC.....	76
Figura 47 – Simulação do Modelo Eta 5km para o evento de escorregamento de 11/03/2019, rodada de 09/03/2019 00 UTC.....	77
Figura 48 – Simulação do Modelo Eta 5km para o evento de escorregamento de 17/05/2019, rodada de 14/05/2019 00 UTC.....	78
Figura 49 – Simulação do Modelo Eta 5km para o evento de escorregamento de 30/12/2021, rodada de 29/12/2021 00 UTC.....	79
Figura 50 – Simulação do Modelo Eta 5km para o evento de escorregamento de 08/01/2022, rodada de 05/01/2022 00 UTC.....	80
Figura 51 – Simulação do Modelo Eta 5km para o evento de escorregamento de 31/03/2022, rodada de	

30/03/2022 00 UTC.....	81
Figura 52 – Simulação do Modelo Eta 5km para o evento de escorregamento de 21/12/2022, rodada de 19/12/2022 00 UTC.....	82
Figura 53 – Simulação do Modelo Eta 5km para o evento de escorregamento de 19/02/2023, rodada de 17/02/2023 00 UTC.....	83
Figura 54 – Simulação do Modelo Eta 5km para o evento de escorregamento de 13/06/2023, rodada de 12/06/2023 00 UTC.....	84
Figura 55 – Simulação do Modelo Eta 5km para o evento de inundação de 19/06/2015, rodada de 17/06/2015 00 UTC.....	85
Figura 56 – Simulação do Modelo Eta 5km para o evento de inundação de 06/02/2016, rodada de 05/02/2016 00 UTC.....	86
Figura 57 – Simulação do Modelo Eta 5km para o evento de inundação de 05/03/2017, rodada de 04/03/2017 00 UTC.....	87
Figura 58 – Simulação do Modelo Eta 5km para o evento de inundação de 19/03/2017, rodada de 16/03/2017 00 UTC.....	88
Figura 59 – Simulação do Modelo Eta 5km para o evento de inundação de 20/03/2017, rodada de 16/03/2017 00 UTC.....	89
Figura 60 – Simulação do Modelo Eta 5km para o evento de inundação de 15/04/2018, rodada de 14/04/2018 00 UTC.....	90
Figura 61 – Simulação do Modelo Eta 5km para o evento de inundação de 12/10/2018, rodada de 10/10/2018 00 UTC.....	91
Figura 62 – Simulação do Modelo Eta 5km para o evento de inundação de 24/12/2018, rodada de 23/12/2018 00 UTC.....	92
Figura 63 – Simulação do Modelo Eta 5km para o evento de inundação de 12/02/2019, rodada de 11/02/2019 00 UTC.....	93
Figura 64 – Simulação do Modelo Eta 5km para o evento de inundação de 22/02/2020, rodada de 20/02/2020 00 UTC.....	94
Figura 65 – Simulação do Modelo Eta 5km para o evento de inundação de 20/08/2020, rodada de 19/08/2020 00 UTC.....	95
Figura 66 – Simulação do Modelo Eta 5km para o evento de inundação de 31/12/2020, rodada de 31/12/2020 00 UTC.....	96
Figura 67 – Simulação do Modelo Eta 5km para o evento de inundação de 19/03/2022, rodada de 18/03/2022 00 UTC.....	97
Figura 68 – Simulação do Modelo Eta 5km para o evento de inundação de 07/03/2024, rodada de 05/03/2024	

00 UTC.....	98
Figura 69 – Simulação do Modelo Eta 5km para o evento de inundação de 04/06/2024, rodada de 03/06/2024	
00 UTC.....	99

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Características dos produtos de precipitação em grade utilizados.....	5
Tabela 2 – Casos de Escorregamento simulados pelo Modelo Eta.....	9
Tabela 3 – Casos de Inundação simulados pelo Modelo Eta.....	11
Tabela 4 – Médias dos índices estatísticos de desempenho dos modelos de grade por município e para a região do Litoral Norte (2015-2024).....	15
Tabela 5 – Médias dos índices estatísticos de desempenho dos produtos de grade para a área da Bacia Piloto (2015-2024).....	17
Tabela 6 – Médias dos índices estatísticos de desempenho dos produtos de grade para a área da Bacia Piloto (2015-2024).....	25

INTRODUÇÃO

O monitoramento da precipitação em regiões de topografia complexa, como o Litoral Norte de São Paulo, é um grande desafio. A alta vulnerabilidade da região a escorregamentos e inundações, amplamente documentada no Banco de Dados do Instituto de Pesquisas Ambientais (IPA), torna a representação espacial uma ferramenta que contribui para a análise dos eventos na região.

Na etapa anterior deste projeto, consolidou-se a análise das tendências dos índices de extremos, com base em dados observados *in situ* (estações DAEE, CEMADEN e CIIAGRO) entre 2015 e 2024. O diagnóstico foi importante para estabelecer a relação causal entre os acumulados de chuva e os desastres. No entanto, a rede de monitoramento de superfície apresenta limitações de densidade espacial, resultando em lacunas de cobertura em áreas ou microbacias que não contam com estações instaladas.

Diante disso, o **P5**, teve seu escopo ajustado para duas etapas, etapa 1 **"COMPARAÇÃO DE DADOS PLUVIOMÉTRICOS MEDIDOS IN SITU COM OS CONJUNTOS DE DADOS DE ESTIMATIVAS DE CHUVA EM PONTOS DE GRADE"**. Na sequência, a etapa 2 **"SIMULAÇÕES NUMÉRICAS EM ALTA RESOLUÇÃO DE CASOS DE ESCORREGAMENTO E INUNDAÇÃO"** avança para a reconstrução dos sistemas meteorológicos causadores dos eventos extremos por meio da modelagem atmosférica. Essa transição é fundamental para verificar como as estimativas em grade e os modelos numéricos de alta resolução conseguem suprir as lacunas da rede terrestre e caracterizar os ambientes dinâmicos que desencadeiam os desastres, garantindo maior confiabilidade ao monitoramento e aos sistemas de alerta no Litoral Norte de São Paulo.

OBJETIVO

O objetivo geral deste trabalho é avaliar o desempenho dos produtos de estimativa de chuva em grade CHIRPS, CMORPH, MERGE e MSWEP em relação aos pluviômetros no Litoral Norte de São Paulo e na Bacia Piloto (Acaraú, Tavares e Rio Grande) entre 2015 e 2024. A análise busca validar a precisão dessas estimativas para complementar o monitoramento hidrometeorológico e o suporte à gestão de riscos na região.

Para isso, realiza-se o confronto diário entre os dados das estações pluviométricas e os valores correspondentes a cada estimativa em grade. A acurácia é quantificada por meio de índices estatísticos contínuos, como a correlação linear (r) e erro médio absoluto ou quadrático médio (MAE/RMSE), e métricas categóricas de detecção, como a probabilidade de detecção (POD) e a razão de alarme falso (FAR).

O trabalho também identifica a estimativa de precipitação de melhor desempenho em escala municipal e nas Bacias Pilotos (Acaraú, Tavares e Rio Grande), além de caracterizar a evolução espacial da chuva em 35 eventos severos selecionados do banco de dados do IPA. Essa etapa analisa a capacidade das estimativas em representar a dinâmica da precipitação antes e durante os desastres, fornecendo uma visão detalhada da distribuição da chuva em períodos críticos.

Adicionalmente, na Etapa 2, o objetivo engloba a realização de simulações atmosféricas numéricas de alta resolução (5 km) utilizando o Modelo Eta (Gomes et al., 2023; Chou et al., 2024), aplicadas a 30 eventos severos do banco de dados do IPA, sendo 15 casos de escorregamento e 15 casos de inundação. Esta fase visa apresentar o ambiente meteorológico e o padrão sinótico e mesoescalar desencadeador das chuvas intensas no Litoral Norte de São Paulo, mediante a geração e disponibilização das variáveis de superfície em escala espacial e temporal, fornecendo a base de dados necessária para a representação dos acumulados pluviométricos associados aos desastres.

DADOS E METODOLOGIA

Esta seção apresenta as fontes de dados utilizadas e os métodos aplicados para a condução do estudo nas duas etapas do trabalho. Para a Etapa 1, detalham-se os produtos de estimativa de precipitação em grade, bem como as métricas estatísticas empregadas na validação. Para a Etapa 2, apresentam-se a configuração do Modelo Eta na resolução de 5km, os dados de reanálise utilizadas como condição inicial e de contorno (ERA5) e os procedimentos para a extração dos campos meteorológicos e séries temporais dos eventos simulados.

3.1 DADOS PLUVIOMÉTRICOS *IN SITU* E PRECIPITAÇÃO EM PONTO DE GRADE

Os dados de precipitação observada foram obtidos junto às redes do DAEE, CEMADEN e CIIAGRO, abrangendo o período de 2015 a 2024. A descrição detalhada destas estações, incluindo

localização e características técnicas, foi apresentada nos Relatórios de Produto 2 e 3 deste projeto, servindo aqui como base de referência para a validação dos dados em ponto de grade.

Os produtos de precipitação em grade selecionados são classificados como estimativas multissensoriais. Eles combinam dados de brilho infravermelho e micro-ondas de satélites com informações de radar e, crucialmente, registros de estações pluviométricas de superfície para correção de viés. Essa integração busca unir a excelente cobertura espacial dos satélites à precisão pontual das medições *in situ*, resultando em produtos globais de alta resolução.

Para a comparação espacial, foram selecionados quatro produtos de estimativa de chuva em ponto de grade com alta resolução temporal e espacial. As principais características desses dados estão sintetizadas na Tabela 1 abaixo.

Tabela 1. Características dos produtos de precipitação em grade utilizados

NOME	SIGLA	REFERÊNCIA	RESOLUÇÃO TEMPORAL/ESPACIAL	Período
Climate Hazards Group InfraRed Precipitation with Station data	CHIRPS	Funk et al., 2015	1dia/0,05°	1981 até o presente
NOAA Climate Data Record (CDR) of CPC Morphing Technique (CMORPH) High Resolution Global Precipitation Estimates	CMORPH-CDR	Xie et al., 2017	30min/0,08°	1998 até o presente
MERGE	MERGE	Rozante et al., 2010	1h/0,1°	Desde 1999 até o presente
Multi-Source Weighted-Ensemble Precipitation	MSWEP	Beck et al., 2019	1h/0,1°	1979 até o presente

O CHIRPS foi incluído por sua expertise em séries históricas de longo prazo, combinando dados de infravermelho termal com registros de estações para garantir consistência climatológica desde 1981. Já o CMORPH-CDR utiliza uma técnica de propagação de nuvens via satélite para refinar as estimativas de micro-ondas passivas, sendo um produto de alta resolução focado na continuidade do registro climático da NOAA.

Em uma escala mais regional e calibrada para o território brasileiro, utilizou-se o MERGE. Este produto, desenvolvido pelo CPTEC/INPE, é fundamental para o projeto por realizar uma análise objetiva que combina a precipitação medida por pluviômetros de superfície com as estimativas do satélite GPM, corrigindo vieses locais. Complementando, o MSWEP adota uma abordagem que

mescla dados de satélite e pluviômetros com reanálises atmosféricas, utilizando pesos estatísticos que otimizam a precisão do dado final em regiões de topografia complexa, como o Litoral Norte de São Paulo.

3.2 MÉTODOS DE AVALIAÇÃO E ÍNDICES ESTATÍSTICOS

A metodologia aplicada para validar as estimativas de chuva seguiu os critérios de verificação estatística propostos por Wilks (2011) e por Jolliffe e Stephenson (2012). O desempenho dos modelos foi quantificado por meio do confronto diário entre os registros dos pluviômetros e o valor da grade do dado que contém a latitude e a longitude da estação meteorológica. Não foi aplicada nenhuma interpolação, utilizando seis indicadores principais.

Indicadores de Acurácia Quantitativa: Estes índices avaliam a capacidade dos modelos em estimar o volume de precipitação.

- Coeficiente de Correlação de Pearson (r): quantifica o grau de relação linear entre os valores observados e estimados.
- Erro Médio Absoluto (MAE): indica a magnitude média do erro em milímetros.
- Raiz do Erro Quadrático Médio (RMSE): mede a magnitude do erro médio, atribuindo um peso maior aos erros de maior magnitude, o que o torna sensível a eventos extremos.
- Viés Percentual (P-Bias): identifica a tendência sistemática do modelo em subestimar ou superestimar o volume total de chuva acumulada ao longo do período. Para este estudo, o cálculo foi realizado com base no volume total acumulado conforme abaixo:

$$P-Bias = \frac{\sum_{i=1}^n (P_{est,i} - P_{obs,i})}{\sum_{i=1}^n P_{obs,i}} \times 100$$

Onde:

- $P_{est,i}$: Precipitação estimada pelo produto de precipitação no dia i .
- $P_{obs,i}$: Precipitação observada pelo pluviômetro no dia i .
- n : Número total de dias com dados pareados no período.

Indicadores de Detecção de Eventos: Baseados em uma matriz de contingência que considera dois limiares de ocorrência de chuva: > 1 mm/dia para a validação da detecção de precipitação geral e > 50 mm/dia para a avaliação da capacidade de detecção de chuvas extremas.

- **Razão de Alarme Falso (FAR):** indica a proporção de casos em que a estimativa (dado em grade) indicou o evento de chuva, mas não houve registro nas estações.
- **Probabilidade de Detecção (POD):** mede a fração de eventos de chuva que foram corretamente identificados pela estimativa.

3.3 PROCESSAMENTO DOS DADOS E NÍVEIS DE ANÁLISE

O processamento foi realizado por meio de rotinas em linguagem Python para o período de 2015 a 2024. O procedimento consistiu em extrair, para cada dia da série, o valor da caixa de grade da estimativa nos pontos geográficos exatos de cada estação pluviométrica.

A análise foi organizada em diferentes níveis para facilitar a interpretação dos resultados:

- **Análise por Estação:** Cálculo dos índices estatísticos para cada pluviômetro individualmente.
- **Análise por Município e Regional:** Consolidação das médias dos índices para cada cidade e para o conjunto do Litoral Norte, portanto o valor de cada município corresponde a média das estações e dos valores das caixas de grade dentro da área do município
- **Análise da Bacia Piloto:** Avaliação específica das estações situadas na área de estudo prioritária, identificando a estimativa mais precisa para essa escala local.

Para complementar a estatística, foram analisados 35 eventos severos de escorregamento e inundação selecionados do banco de dados do IPA. Vale ressaltar que a seleção e a caracterização detalhada destes episódios, incluindo os impactos observados e os acumulados registrados por estação, foram objeto de estudo do Produto 2 deste projeto. Para cada caso, gerou-se a visualização espacial da chuva no dia anterior, no dia do evento e no dia posterior, permitindo avaliar como cada produto descreve a evolução da precipitação que deflagrou o desastre.

3.4 CONFIGURAÇÃO DO MODELO ETA E DADOS DE ENTRADA (ETAPA 2)

As simulações numéricas da Etapa 2 foram realizadas utilizando o Modelo Eta configurado em na resolução de 5 km. O domínio total do modelo abrange a Região Sudeste e partes do Sul do Brasil, delimitado pelas latitudes 20,0°S a 29,5°S e longitudes 53,5°W a 40,5°W (Figura 1a). Dentro desse domínio, a área de estudo focada na análise dos eventos de inundação e escorregamento compreende o Litoral Norte de São Paulo e municípios adjacentes, estendendo-se aproximadamente de 23,2°S a 24,0°S e de 45,9°W a 44,7°W (Figura 1b).

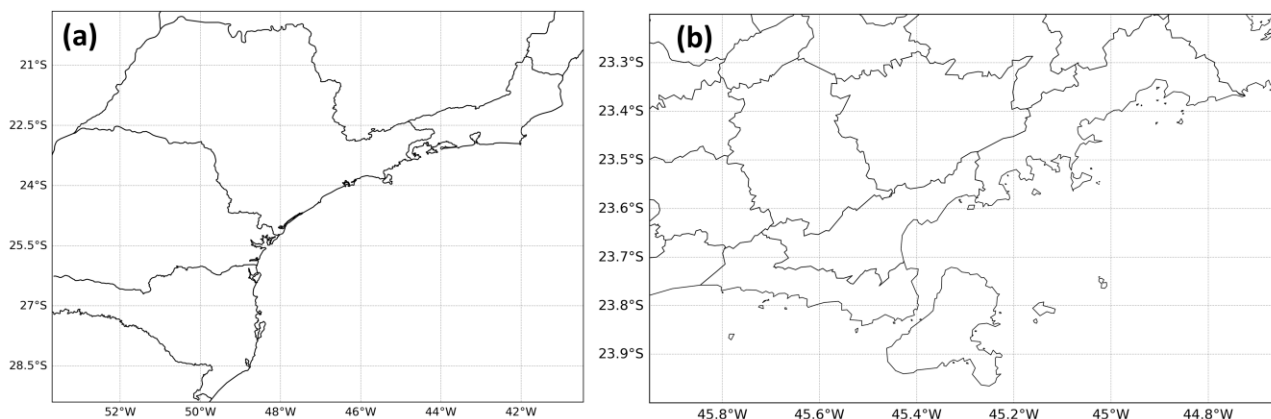


Figura 1. Domínio espacial das simulações numéricas com o Modelo Eta 5 km: **(a)** Domínio total grade regional com contornos estaduais; **(b)** Recorte da área de estudo detalhando o Litoral Norte de São Paulo e contornos municipais.

Abaixo estão resumidos os principais parâmetros e dados de entrada utilizados nas rodadas:

- **Condições Iniciais:** Utilizou-se a reanálise ERA5 do ECMWF, com resolução espacial de 0,25° × 0,25° e alta resolução temporal.
- **Resolução Espacial:** Grade regional com resolução horizontal de 5 km.
- **Horizonte de Integração:** As simulações foram executadas para um período de até 120 horas (5 dias) para cada evento, permitindo avaliar o desempenho e a previsibilidade do modelo nas antecedências de 24h e 48h antes do desastre.

3.5 SELEÇÃO DO EVENTOS EXTREMOS SIMULADOS

A partir do conjunto de 35 eventos severos previamente selecionados e caracterizados no Produto 2 deste projeto com base no banco de dados do Instituto de Pesquisas Ambientais (IPA), foram definidos 30 casos para a realização das simulações numéricas. Em conformidade com a

proposta do projeto, esses episódios associados a desastres hidrometeorológicos no Litoral Norte de São Paulo (2015–2024) foram subdivididos em duas categorias: 15 eventos de escorregamento e 15 eventos de inundação.

Cada evento recebeu uma codificação individual, os episódios foram identificados pelo atributo **TIPO**, sendo definidos como **ES** para eventos de escorregamento e **IN** para eventos de inundação. A cada ponto focal do desastre foi atribuído um código de identificação único (COD, ex.: **ES01**, **ES02...** e **IN01**, **IN02...**), associado às coordenadas geográficas exatas (latitude e longitude) do registro do IPA. Essa codificação é utilizada como chave para a extração dos meteogramas locais. A caracterização cronológica e a localização dos desastres simulados estão apresentadas nas Tabelas 2 e 3.

Tabela 2. Casos de Escorregamento simulados pelo Modelo Eta

nº	TIPO	COD	ÍNICIO DA SIMULAÇÃO	DATA DO EVENTO	TIPO	MUNICÍPIO	LATITUDE	LONGITUDE	IMPACTO
1	ES	ES01	2015013100	02/02/2015	Escorregamento	São Sebastião	-23,8182	-45,4088	Houve queda de árvores em via pública, ruas alagadas e deslizamentos. Os bairros atingidos foram: Corcovado, Serão da Quina, Perequê Mirim, Toninhas, Vila Guarani, Estrela I e II, Perequê Açu e Vale do Sol.
		ES02	2015013100		Escorregamento	São Sebastião	-23,7274	-45,4412	
		ES03	2015013100		Escorregamento	Ubatuba	-23,4304	-45,1171	
		ES04	2015013100		Escorregamento	Ubatuba	-23,4142	-45,0635	
		ES05	2015013100		Escorregamento	Ubatuba	-23,4360	-45,0721	
		ES06	2015013100		Escorregamento	Ubatuba	-23,4448	-45,0687	
		ES07	2015013100		Escorregamento	Ubatuba	-23,4886	-45,0770	
		ES08	2015013100		Escorregamento	Ubatuba	-23,5311	-45,2454	
		ES09	2015013100		Escorregamento	Ubatuba	-23,4793	-45,1877	
5	ES	ES10	20170314	15/03/2017	Escorregamento	Caraguatatuba	-23,6087	-45,4285	Bairros de Olaria, Casa Branca, Gaivota e Getuba.
		ES11	20170314		Escorregamento	Caraguatatuba	-23,6179	-45,3781	
		ES12	20170314		Escorregamento	Caraguatatuba	-23,6340	-45,4451	
		ES13	20170314		Escorregamento	Caraguatatuba	-23,5938	-45,3569	
		ES14	20170314		Escorregamento	Caraguatatuba	-23,6069	-45,3769	
9	ES	IN12	2018021300	14/02/2018	Inundação	Caraguatatuba	-23,6220	-45,4108	Inundações, Alagamentos e Pontos de deslizamento
		ES16	2018021300		Escorregamento	Ilhabela	-23,7798	-45,3538	
		ES17	2018021300		Escorregamento	Ilhabela	-23,8235	-45,3585	
		IN13	2018021300		Inundação	São Sebastião	-23,8067	-45,4027	
11	ES	ES19	2018022100	24/02/2018	Escorregamento	Ubatuba	-23,5060	-45,1168	Queda de barreira com muro e duas arvores de pequeno porte. A Defesa Civil esteve pelo local e constatou que o muro de arrimo caiu junto com a barreira e duas arvores de médio porte.
		ES20	2018022100		Escorregamento	Ubatuba	-23,4969	-45,0826	
12	ES	ES21	2018032000	22/03/2018	Escorregamento	Ubatuba	-23,4617	-45,0256	Deslizamento com queda de uma barreira, no local estava um carro vermelho, de propriedade
		ES22	2018032000		Escorregamento	Ubatuba	-23,4895	-45,0973	

									de Mariana Cerrolimila. O carro não teve dano nenhum.
15	ES	IN21	2018110600	07/11/2018	Inundação	Caraguatatuba	-23,6232	-45,3821	Rodovia dos Tamoios (SP-99) interditada devido à queda de barreiras,de árvores e de postes de energia, com são 23 pontos de deslizamentos de terra. Alagamento em vários bairros de Caraguatatuba, entre eles, Martin de Sá e Massaguaçu; 2 famílias desabrigadas. Rios também transbordaram (como o Guaxinduba), alagando bairros como Martin de Sá, Getuba e Massaguaçu. problemas de abastecimento na região do Massaguaçu. Segundo a concessionária, devido às chuvas ocorreram problemas nas captações do Mococa e Tabatinga.o maior índice acumulado de chuvas foi na região da Tabatinga (Região Norte) com 197.06 mm. por motivo de alagamentos nos bairros Casa Branca e Olaria, duas famílias foram desabrigadas. Ubatuba: árvores que caíram ao longo do trecho da BR-101, Houve ainda registro de deslizamento de terra na região sul no condomínio praia do Pulso.
		ES24	2018110600		Escorregamento	Caraguatatuba	-23,5951	-45,4559	
		IN22	2018110600		Inundação	Caraguatatuba	-23,6017	-45,3935	
		ES25	2018110600		Escorregamento	Caraguatatuba	-23,6043	-45,4458	
		IN23	2018110600		Inundação	Caraguatatuba	-23,6256	-45,4241	
		ES26	2018110600		Escorregamento	Ubatuba	-23,5566	-45,2233	
18	ES	ES27	2019021200	13/02/2019	Escorregamento	Ubatuba	-23,4487	-45,0773	Houveram pequenos deslizamentos nos bairros da região central, costa norte e Estufa 1, em Ubatuba
		ES28	2019021200		Escorregamento	Ubatuba	-23,5036	-45,1260	
		ES29	2019021200		Escorregamento	Ubatuba	-45,0741	-23,4357	
19	ES	ES30	2019030900	11/03/2019	Escorregamento	Ilhabela	-23,8234	-45,3583	04 (quatro) imóveis que estão interditados preventivamente, 09 (nove) pessoas estão desalojadas e foram encaminhadas para casa de parentes na região. 9 desalojados
		ES31	2019030900		Escorregamento	Caraguatatuba	-23,6107	-45,3504	
20	ES	IN27	2019051400	17/05/2019	Inundação	Caraguatatuba	-23,6229	-45,3809	Inundação do Rio Tavares, 54 desabrigados e 12 desalojados
		ES32	2019051400		Escorregamento	São Sebastião	-23,7280	-45,4035	
		ES33	2019051400		Escorregamento	São Sebastião	-23,8169	-45,4616	
		ES34	2019051400		Escorregamento	São Sebastião	-23,8157	-45,4204	
		ES35	2019051400		Escorregamento	São Sebastião	-23,7542	-45,4145	
		ES36	2019051400		Escorregamento	Ubatuba	-23,4270	-45,1225	
		ES37	2019051400		Escorregamento	Ubatuba	-23,4422	-45,0997	
26	ES	ES40	2021122900	30/12/2021	Escorregamento	Caraguatatuba	-23,6190	-45,3915	02 (duas) residências na Rua Antônio Raposo Tavares, nº 136 e 34, onde seus muros foram atingidos por dois deslizamentos de terra
		ES41	2021122900		Escorregamento	Caraguatatuba	-23,6189	-45,4133	
		ES42	2021122900		Escorregamento	Caraguatatuba	-23,6104	-45,3844	
27	ES	ES43	2022010500	08/01/2022	Escorregamento	Ubatuba	-23,4956	-45,1118	Houve um deslizamento de terra ocasionando a interdição total da via e devido as condições do morro colapsado somado as chuvas persistentes na região não gerarem segurança aos usuários da via, foi interditada sem previsão de liberação.

29	ES	ES45	2022033000	31/03/2022	Escorregamento	Ubatuba	-23,4328	-45,0782	Pela Rua Bela Vista, 675, bairro Bela Vista uma residência foi atingida por um deslizamento de terra, ocorrendo o colapso parcial do imóvel, não houve feridos. Pelo bairro Parque Guarani, 02 famílias, totalizando 09 pessoas (1 bebê, 4 crianças e 4 adultos) ficaram desabrigadas, sendo encaminhadas para E. M. Padre Anchieta, localizada na Rua Amazonas, 95, bairro Sumaré. 9 desabrigados
		ES46	2022033000		Escorregamento	Ubatuba	-23,4423	-45,1031	
31	ES	ES47	2022121900	21/12/2022	Escorregamento	Ubatuba	-23,4328	-45,0782	De acordo com a COMPDEC, houve uma queda de barreira na lateral da pista que acessa o bairro Rio Acima, não houve vítima. A via ficou parcialmente interditada
		ES48	2022121900			Ilhabela	-23,9156	-45,4552	
32	ES	ES49	2023021700	19/02/2023	Escorregamento	São Sebastião	-23,8185	-45,4738	Por volta das 02h25min de 19FEV23, foi registrado pela Rodovia Rio-Santos SP-055 diversos trechos de deslizamentos de terra, que consequentemente provocaram pontos de interdição. As equipes da COMPDEC e do Corpo de Bombeiros, permanecem em campo vistoriando as áreas atingidas, as áreas de risco contabilizando os danos e apoiando os municípios afetados. 64 mortes e 2000 desalojados
		ES50	2023021700		Escorregamento	Ubatuba	-23,4530	-45,0840	
		IN37	2023021700		Escorregamento	Ubatuba	-23,4360	-45,0721	
		ES51	2023021700		Inundação	São Sebastião	-23,8067	-45,4027	
33	ES	ES52	2023061200	13/06/2023	Escorregamento	São Sebastião	-23,7831	-45,6320	Ponto de deslizamento de terra
		ES53	2023061200		Escorregamento	São Sebastião	-23,8171	-45,5272	
		IN38	2023061200		Escorregamento	São Sebastião	-23,7710	-45,7204	

Tabela 3. Casos de Inundação simulados pelo Modelo Eta

nº	TIPO	COD	ÍNICIO DA SIMULAÇÃO	DATA DO EVENTO	TIPO	MUNICÍPIO	LATITUDE	LONGITUDE	IMPACTO
2	IN	IN01	2015061700	19/06/2015	Inundação	São Sebastião	-23,7660	-45,6434	14 pessoas desalojadas
3	IN	IN02	2016020500	06/02/2016	Inundação	São Sebastião	-23,7629	-45,7308	
		IN03	2016020500		Inundação	São Sebastião	-23,7608	-45,7648	
		IN04	2016020500		Inundação	São Sebastião	-23,7731	-45,6927	
		IN05	2016020500		Inundação	São Sebastião	-23,7842	-45,6301	
		IN06	2016020500		Inundação	São Sebastião	-23,7915	-45,5569	
4	IN	IN07	2017030400	05/03/2017	Inundação	São Sebastião	-23,7915	-45,6126	
6	IN	IN08	2017031600	19/03/2017	Inundação	São Sebastião	-23,7831	-45,6251	Mar agitado com grandes ondas devido a ressaca
7	IN	IN09	2017031600	20/03/2017	Inundação	Caraguatatuba	-23,6780	-45,4510	Escorregamentos de terra, inundações e quedas de árvores. Pontos de inundação nos bairros Morro do Algodão,

		IN10	2017031600		Inundação	Caraguatatuba	-23,5959	-45,3576	Barranco Alto, Perequê-Mirim, Pegorelli, Travessão, Pontal Santa Marina, Golfinho, Jetuba, Capricórnio, Jardim Santa Rosa (Morro do Chocolate). 47 pessoas foram removidas de suas casas após as chuvas que atingiram a cidade de Caraguatatuba
13	IN	IN15	2018041400	15/04/2018	Inundação	Ubatuba	-23,4158	-45,0634	Ubatuba: ete bairros tiveram alagamentos: Perequê-Açú, Itaguá, Toninhas, Maranduba, Monte Valéro, Taquaral e Lázaro. A rua Usina Velha foi um dos locais que ficou tomado pelas águas.
		IN16	2018041400		Inundação	Ubatuba	-23,4542	-45,0654	
		IN17	2018041400		Inundação	Ubatuba	-23,4892	-45,0757	
		IN18	2018041400		Inundação	Ubatuba	-23,5359	-45,2289	
		IN19	2018041400		Inundação	Ubatuba	-23,4524	-45,1054	
14	IN	IN20	2018101000	12/10/2018	Inundação	Caraguatatuba	-23,6098	-45,3563	
		ES23	2018101000		Escorregamento	Caraguatatuba	-23,6158	-45,4225	
16	IN	AL01	2018122300	24/12/2018	Alagamento	Ubatuba	-23,4142	-45,0635	Alagamento durante precipitação pluviométrica, de forte intensidade, acompanhada de rajadas de vento
		AL02	2018122300		Alagamento	São Sebastião	-23,7186	-45,4313	
		AL03	2018122300		Alagamento	Ubatuba	-23,4661	-45,0658	
		AL04	2018122300		Alagamento	Ubatuba	-23,4488	-45,0772	
		AL05	2018122300		Alagamento	Ubatuba	-23,4293	-45,1082	
17	IN	IN24	2019021100	12/02/2019	Inundação	Ubatuba	-23,4480	-45,0765	alagados bairros da região central, costa norte e Estufa 1, pontos de inundação nos bairros Perequê-Açú e Toninhas, chuva também causa pequenos deslizamentos de terra
		IN25	2019021100		Inundação	Ubatuba	-23,4143	-45,0623	
		IN26	2019021100		Inundação	Ubatuba	-23,4892	-45,0757	
21	IN	IN28	2020022000	22/02/2020	Inundação	Ubatuba	-23,4636	-45,0566	Ubatuba: 6 pessoas feridas, destruição do calçadão da Av Nove de Julho, próximo ao Aquário. Praias como Toninhas, em Ubatuba e Mococa, em Caraguatatuba, onde as ondas derrubaram quiosques, barracas e levaram cadeiras e mesas. Antes da entrada da ressaca, por volta das 14 horas, o mar agitado causou uma morte na Praia Preta, em São Sebastião. GBmar(Grupo de Bombeiros Marítimos) salvou banhistas nas praias de Maresias, Paúba, Santiago, e Juquehy. Em Caraguatatuba, também, foram salvos banhistas que se encontravam em local de risco, na praia Martim de Sá
		IN29	2020022000		Inundação	Ubatuba	-23,4892	-45,0757	
22	IN	IN30	2020081900	20/08/2020	Inundação	São Sebastião	-23,7831	-45,6251	São Sebastião: registrou pontos de alagamento na costa sul. Os bairros Boicunganga, Juquehy, Barra do
		IN31	2020081900		Inundação	São Sebastião	-23,7661	-45,7301	
		IN32	2020081900		Inundação	São Sebastião	-23,7600	-45,7647	

		IN33	2020081900		Inundação	São Sebastião	-23,7750	-45,6511	Una e Camburi tiveram um acumulo de 100 mm de chuva em 24 horas. Também houve registro de alagamentos nos bairros Areião, Piavu, Barreirinha e Lobo Guarã. os bairros Boicucanga, Juquehy, Barra do Una, Maresias e Toque Toque Pequeno ficaram com alerta vermelho nos índices de chuva
23	IN	IN34	2020123100	31/12/2020	Inundação	Ubatuba	-23,4093	-45,0653	Bairros de Ubatuba ficaram completamente alagados após fortes chuvas que atingiram a cidade, Carros quase ficaram submersos em ruas que ficaram completamente alagadas nos bairros Sumaré, Sumidouro, Parque Vivamar e Estufa I, 85 pessoas levadas a abrigos, fornecimento de água é afetado para Ubatuba e Caraguatatuba
		IN35	2020123100		Inundação	Ubatuba	-23,4379	-45,0861	
		IN36	2020123100		Inundação	Ubatuba	-23,4490	-45,0777	
28	IN	AL06	2022031800	19/03/2022	Alagamento	Ubatuba	-23,4342	-45,0903	A Coordenadoria Estadual de Proteção e Defesa Civil (CEPDEC) foi cientificada por meio da Coordenadoria Municipal de Proteção e Defesa Civil (COMPDEC), que no município de Ubatuba, por volta das 23h00min de 19MAR22, uma precipitação pluviométrica de forte intensidade, acompanhada por rajadas de vento atingiu o município provocando extravasamento de rio, pontos de alagamento, quedas de árvore e queda de muro. O Rio Grande do Sul extravasou e alagou as vias adjacentes. Foram registradas 04 (quatro) quedas de árvores sobre a Rodovia Rio Santos (SP-055), afetando a rede de distribuição de energia elétrica da região. Na Rua Alcina, 350 - Praia Vermelha, houve a queda de um muro de arrimo, não houve vítima.
		ES44	2022031800		Escorregamento	São Sebastião	-23,7515	-45,7245	
		AL07	2022031800		Alagamento	São Sebastião	-23,7677	-45,6840	
		AL08	2022031800		Alagamento	São Sebastião	-23,7580	-45,7625	
34	IN	IN39	2024030500	07/03/2024	Inundação	Ubatuba	-23,4827	-45,1670	A única ponte de acesso ao bairro de Folha Seca, no centro da cidade, foi levada pela correnteza, deixando até mil moradores isolados, além da queda da ponte, foram registrados deslizamentos de terras na rodovia Oswaldo Cruz e pontos de alagamento na cidade

35	IN	IN40	2024060300	04/06/2024	Inundação	Ubatuba	-23,4827	-45,1670	A comunidade do bairro Folha Seca, em Ubatuba, ficou isolada com a interdição da ponte provisória que dá acesso ao bairro. Uma família foi desabrigada. Devido as chuvas, locais foram interditados, como a Ponte provisória que dá acesso ao bairro Folha Seca, Avenida Rio Grande do Sul, na região central, a Rua Usina Velha, no Perequê-Açu. No Angelim, os moradores também ficaram com mobilidade reduzida devido ao rio acima do nível.
----	----	------	------------	------------	-----------	---------	----------	----------	---

3.6 PROCESSAMENTO DAS SAÍDAS

Para cada um dos 30 casos simulados, foi desenvolvido um fluxo de pós-processamento automatizado em Python para a extração dos campos meteorológicos e geração de um painel integrado de figuras. O painel inclui o Meteograma Local no Ponto do Desastre, composto por uma série temporal que cobre a janela do evento e é extraída exatamente nas coordenadas geográficas (latitude e longitude) de um dos pontos focais do escorregamento ou da inundação registrados no banco de dados do IPA para aquele evento. Esse gráfico apresenta a evolução temporal e o ciclo diurno de sete variáveis de superfície do Modelo Eta 5km, confrontando a precipitação horária (mm/h) diretamente com o produto em grade MERGE, e as variáveis de temperatura a 2m (°C), umidade relativa a 2m (%), vento a 10m (m/s), pressão ao nível médio do mar (hPa) e fluxo de radiação solar de onda curta na superfície (W/m²) com a reanálise ERA5. Adicionalmente, é apresentada a cobertura de nuvens baixas, médias e altas (%) gerados pelo próprio modelo.

O painel contempla ainda os Campos Mesoescalares de Superfície, com mapas espaciais focados no Litoral Norte de São Paulo que exibem a Pressão ao Nível Médio do Mar (PNMM) com a tendência de variação em 24h (hPa/24h) e os vetores e intensidade do Vento a 10m (m/s) simulados pelo Eta 5km em horários representativos no dia do evento (geralmente às 15 UTC ou 18 UTC). Por fim, é apresentada a Distribuição Espacial da Precipitação Acumulada em 24h, com mapas de acumulados diários gerados pelo modelo para diferentes horizontes de previsão e antecedência. Essa flexibilidade na escolha dos horizontes permite cobrir adequadamente todo o período em que a chuva crítica ocorreu e deflagrou o desastre em relação à data de início da simulação, representando a distribuição espacial dos núcleos de precipitação simulados pelo Eta 5km sobre a topografia da região.

RESULTADOS

Os resultados da validação estatística foram obtidos a partir do processamento individual de 66 estações pluviométricas em confronto com os quatro produtos de grade selecionados (CHIRPS, CMORPH, MERGE e MSWEP). O detalhamento dos índices para cada uma das estações encontra-se disponível no ANEXO I, servindo como base para as análises consolidadas apresentadas a seguir.

4.1 ANÁLISE COMPARATIVA EM TODO LITORAL NORTE

Para identificar o desempenho dos produtos no Litoral Norte de São Paulo, os índices estatísticos foram agrupados em médias municipais e regionais. Esta abordagem permite caracterizar, de forma sintetizada, cada produto de chuva frente à rede de monitoramento de superfície, conforme apresentado na Tabela 2.

Tabela 4. Médias dos índices estatísticos de desempenho dos modelos de grade por município e para a região do Litoral Norte (2015-2024). Em amarelo, está destacado o melhor valor do índice de cada localidade

Cidade	Modelo	r	MAE	RMSE	P-Bias (%)	POD_1	FAR_1	POD_50	FAR_50
Caraguatatuba (17 estações)	CHIRPS	0,08	15,38	22,45	13,69	0,40	0,33	0,09	0,92
	CMORPH	0,32	10,33	17,37	-30,15	0,55	0,26	0,09	0,81
	MERGE	0,75	6,79	10,56	61,35	0,95	0,46	0,65	0,43
	MSWEP	0,47	8,17	14,51	11,62	0,85	0,37	0,13	0,76
Ilhabela (5 estações)	CHIRPS	0,13	14,79	22,06	11,58	0,40	0,35	0,09	0,91
	CMORPH	0,38	9,84	17,37	-16,92	0,64	0,28	0,16	0,73
	MERGE	0,79	6,64	10,15	71,07	0,94	0,52	0,71	0,37
	MSWEP	0,52	8,69	15,62	39,21	0,88	0,41	0,31	0,73
São Sebastião (20 estações)	CHIRPS	0,12	15,17	23,16	6,17	0,40	0,33	0,10	0,91
	CMORPH	0,35	10,44	18,74	-29,82	0,60	0,26	0,14	0,77
	MERGE	0,74	7,29	11,69	72,58	0,94	0,51	0,68	0,43
	MSWEP	0,54	8,72	15,25	19,97	0,85	0,40	0,22	0,72
Ubatuba (24 estações)	CHIRPS	0,05	17,85	26,62	5,50	0,39	0,35	0,12	0,89
	CMORPH	0,23	12,03	21,26	-43,93	0,54	0,28	0,05	0,80
	MERGE	0,76	7,23	12,15	46,98	0,94	0,45	0,62	0,35
	MSWEP	0,49	9,49	16,85	11,18	0,87	0,41	0,20	0,65
RESUMO GERAL	CHIRPS	0,08	16,22	24,21	8,13	0,40	0,34	0,10	0,90
	CMORPH	0,30	10,97	19,25	-34,93	0,57	0,27	0,09	0,79
	MERGE	0,75	7,09	11,47	59,06	0,94	0,48	0,65	0,40
	MSWEP	0,50	8,87	15,69	15,39	0,86	0,40	0,20	0,70

A análise dos índices consolidados no Resumo Geral da Tabela 2 permite identificar os padrões de acurácia distintos entre os quatro produtos de precipitação avaliados. O MERGE apresentou o maior coeficiente de correlação ($r = 0,75$) e a maior capacidade de detecção de eventos ($POD_1 = 0,94$), considerando eventos de precipitação acima de 1 mm, enquanto para eventos mais intensos, acima de 50 mm, o POD_{50} foi de 0,65. O MERGE indica que consegue capturar bem a ocorrência e a variabilidade temporal das chuvas. No entanto, este demonstra um viés positivo acentuado ($P\text{-Bias} = 59,06\%$), o que resulta em uma superestimativa considerável do volume total de chuva.

O CMORPH foi o produto que apresentou subestimativa sistemática ($P\text{-Bias} = -34,93\%$). Apesar de possuir a menor Razão de Alarme Falso ($FAR_1 = 0,27$), sua Probabilidade de Detecção ($POD_1 = 0,57$) e correlação ($r = 0,30$) são moderadas, sugerindo que o CMORPH perde uma parcela significativa de eventos reais de chuva. Para eventos mais intensos (≥ 50 mm), observa-se uma redução expressiva na capacidade de detecção ($POD_{50} = 0,09$), associada a uma elevada Razão de Alarme Falso ($FAR_{50} = 0,79$), indicando desempenho bastante limitado na identificação de eventos extremos.

O CHIRPS apresentou o desempenho mais modesto entre os avaliados, com a menor correlação ($r = 0,08$) e o maior erro médio quadrático ($RMSE = 16,22$ mm), indicando maior dificuldade em representar a chuva da região. Para eventos extremos, sua capacidade de detecção e falso alarme também apresentam valores baixos ($POD_{50} = 0,10$ e $FAR_{50} = 0,90$, respectivamente).

O MSWEP apresentou-se como o mais equilibrado para aplicação no Litoral Norte de São Paulo. Embora sua correlação ($r = 0,50$) seja inferior à do MERGE, o MSWEP mantém uma capacidade de detecção de eventos relativamente alta ($POD_1 = 0,86$) com um erro de volume ($P\text{-Bias} = 15,39\%$) significativamente menor que o do MERGE. Além disso, o MSWEP apresentou um erro médio absoluto de 8,87 mm e um RMSE de 15,69 mm, demonstrando maior estabilidade entre a detecção do evento e a precisão do volume estimado. Para eventos extremos, o produto apresentou desempenho intermediário, com $POD_{50} = 0,20$ e $FAR_{50} = 0,70$, superando o CHIRPS e o CMORPH na detecção desses eventos, embora ainda distante do desempenho observado para o MERGE.

Portanto, considerando o desempenho global dos indicadores estatísticos e a capacidade de detecção tanto de eventos frequentes quanto de extremos, o MERGE destaca-se como a estimativa de precipitação mais adequada para o monitoramento e estudos hidrometeorológicos na região, apresentando os melhores índices de correlação e detecção. O MSWEP aparece como a segunda melhor alternativa, demonstrando desempenho consistente e menor viés percentual, configurando-se como uma opção mais equilibrada quanto à estimativa do volume acumulado.

4.2 ANÁLISE COMPARATIVA NA BACIA PILOTO

A seguir, é apresentada a análise detalhada para a área da Bacia Piloto do rio Grande, Acaraú e Tavares para compreender o padrão dos produtos na área de interesse. Os índices médios obtidos para as 10 (número de estações na bacia) estações localizadas no perímetro da bacia estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 5. Médias dos índices estatísticos de desempenho dos produtos de grade para a área da Bacia Piloto (2015-2024).

Produto	r	MAE	RMSE	P-Bias (%)	POD_1	FAR_1	POD_50	FAR_50
CHIRPS	0,05	18,41	27,03	10,17	0,39	0,34	0,15	0,88
CMORPH	0,23	12,11	21,12	-45,03	0,55	0,26	0,04	0,83
MERGE	0,78	7,10	11,48	50,92	0,95	0,45	0,68	0,32
MSWEP	0,52	9,48	16,83	15,57	0,87	0,38	0,26	0,63

Na região da Bacia Piloto, o MERGE apresentou seu melhor desempenho em termos de correlação ($r = 0,78$) e detecção de eventos ($POD_1 = 0,95$). Essa habilidade estende-se aos eventos extremos, onde o modelo demonstrou alta capacidade de identificação ($POD_{50} = 0,68$) associada ao menor índice de alarmes falsos entre os produtos analisados ($FAR_{50} = 0,32$). É relevante observar que, nesta área específica, o seu viés percentual ($P\text{-Bias} = 50,92\%$) foi menor do que a média para todo o Litoral Norte ($59,06\%$), embora ainda represente uma superestimativa considerável do volume. O MERGE também obteve o menor erro médio absoluto ($MAE = 7,10$ mm) e a menor raiz do erro quadrático médio ($RMSE = 11,48$ mm), consolidando-se como um bom indicador de ocorrência de chuva e variabilidade temporal para a bacia.

O MSWEP manteve um desempenho equilibrado e confiável na bacia, com uma correlação de $r = 0,52$ e uma alta taxa de detecção ($POD_1 = 0,87$). O grande destaque do MSWEP nesta escala local é a precisão do volume total acumulado, apresentando um baixo viés percentual ($P\text{-Bias} =$

15,57%), sendo superado apenas pelo CHIRPS em termos de volume total, porém com métricas de erro (MAE e RMSE) e correlação significativamente melhores que este último. Esse valor indica que o MSWEP é um dos produtos que mais se aproxima da realidade hídrica da bacia em termos de volume total de água. No que tange aos eventos críticos, o modelo apresentou uma capacidade moderada de detecção ($POD_{50} = 0,26$), mas ainda com uma incidência elevada de alarmes falsos ($FAR_{50} = 0,63$), indicando que sua precisão volumétrica global não se traduz necessariamente em alta confiabilidade para o monitoramento de picos de chuva extrema de 50 mm.

Os produtos CMORPH e CHIRPS apresentaram as maiores limitações para a área de estudo. O CMORPH demonstrou uma subestimativa severa ($P\text{-Bias} = -45,03\%$), perdendo quase metade do volume real precipitado, enquanto o CHIRPS registrou a mais baixa correlação ($r = 0,05$) e os maiores erros de magnitude ($MAE = 18,41$ mm e $RMSE = 27,03$ mm), não sendo recomendado para análises de detalhe nesta bacia. O CHIRPS apresenta a desvantagem de não possuir dados sobre o oceano, o que dificulta o acompanhamento de altos volumes de chuva que se aproximam pelo mar. No que se refere aos eventos críticos de 50 mm, ambos os modelos se mostraram ineficazes: o CMORPH praticamente não detectou as tempestades ($POD_{50} = 0,04$), enquanto o CHIRPS apresentou o maior índice de alarmes falsos da bacia ($FAR_{50} = 0,88$), confirmando a baixa confiabilidade desses produtos para o monitoramento de riscos.

Para a Bacia Piloto (Acaraú, Tavares e Rio Grande), a escolha do produto de precipitação em ponto de grade depende da aplicação: para alerta de eventos de chuva, o MERGE é superior pela sua mais alta detecção e correlação. Para gestão de recursos hídricos ou volume acumulado, o MSWEP é a escolha mais precisa devido ao seu baixo viés. O uso simultâneo das duas fontes para estudos permite o uso com redução das incertezas.

4.3 ANÁLISE ESPACIAL DOS EVENTOS

Para ilustrar o desempenho dos produtos, foi selecionado o evento extremo ocorrido em 19 de fevereiro de 2023, período em que o Litoral Norte, especialmente o município de São Sebastião, registrou acumulados históricos de chuva que desencadearam diversos desastres, chegando a 65 óbitos. A Figura 1 apresenta a evolução de 3 dias da precipitação para este caso. O contorno em vermelho destaca a área da Bacia Piloto. A coleção completa de mapas para todos os 35 eventos analisados neste estudo encontra-se no ANEXO II.

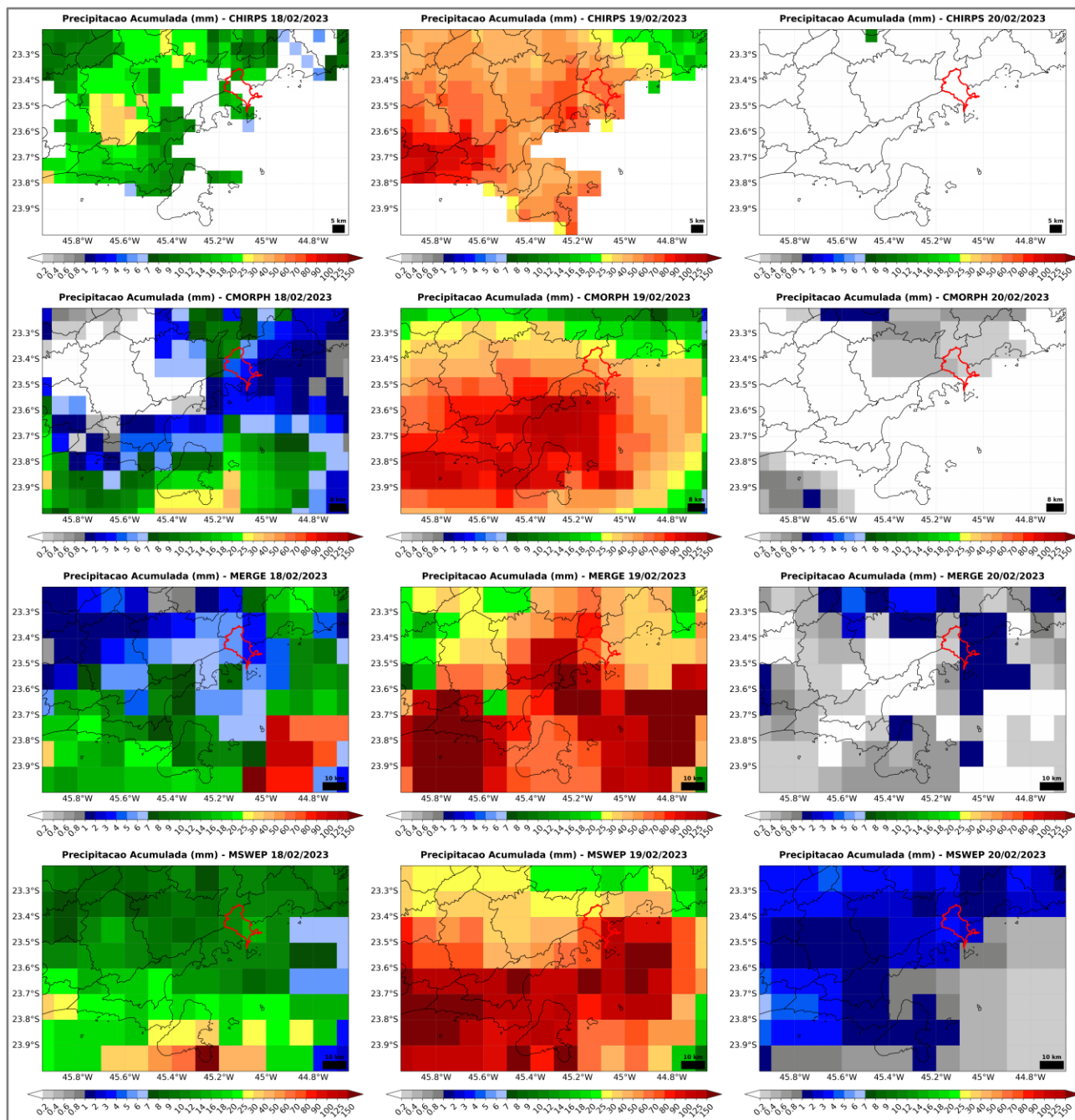


Figura 2. Evolução da precipitação acumulada diária entre 00Z 18/02/2023 e 00Z 21/02/2023 para os quatro produtos avaliados.

No dia 19/02/2023, data do pico de chuvas do evento, nota-se que os produtos MERGE e MSWEP conseguiram representar núcleos de chuva intensa (tons de vermelho escuro) sobre a região de São Sebastião e Ilhabela, em particular, na bacia de estudo. O MERGE exibe uma mancha de precipitação mais abrangente e intensa, o que explica o seu alto índice de detecção (POD), mas também a sua tendência de superestimativa volumétrica (P-Bias).

O produto CMORPH, embora tenha identificado o núcleo da tempestade, apresentou tons menos intensos em comparação aos demais, reforçando a sua tendência característica de subestimar eventos extremos. Já o CHIRPS apresentou uma distribuição espacial mais suavizada, falhando em capturar a magnitude do núcleo convectivo no dia do desastre. A sequência temporal mostra que, no dia 20/02/2023, o MSWEP e o MERGE ainda registraram a permanência de umidade residual de forma mais detalhada que os demais.

A análise da Figura 2 a seguir, reforça as evidências das observações espaciais, demonstrando que, no contexto da Bacia Piloto de Ubatuba (Rio Grande, Acaraú e Tavares), o produto MERGE apresentou a melhor performance quantitativa para o evento crítico. Enquanto o MSWEP exibiu uma superestimativa acentuada no pico do dia 19/02, atingindo um acumulado total de 632,72 mm no período, o MERGE apresentou valor próximo ao volume real medido pela rede de monitoramento. O MERGE totalizou 359,28 mm, aproximando-se significativamente dos 371,30 mm observados nas 10 estações dentro da área da bacia.

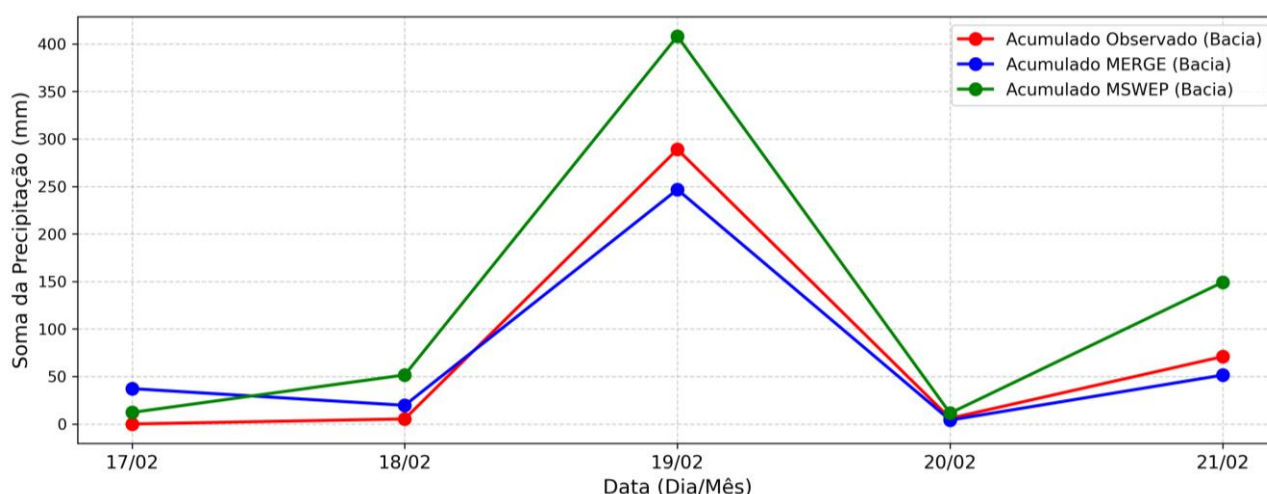


Figura 3. Série Temporal da Precipitação Total Acumulada (mm/dia) na Bacia Piloto de Ubatuba (Rio Grande, Acaraú e Tavares) do dia 17 a 21 de fevereiro de 2023.

4.4 SIMULAÇÕES NUMÉRICAS COM O MODELO ETA (ETAPA 2)

Após a apresentação dos produtos globais e estimativas em grade na Etapa 1, esta seção apresenta as simulações numéricas executadas com o Modelo Eta configurado com resolução espacial de 5 km para os 30 eventos extremos selecionados.

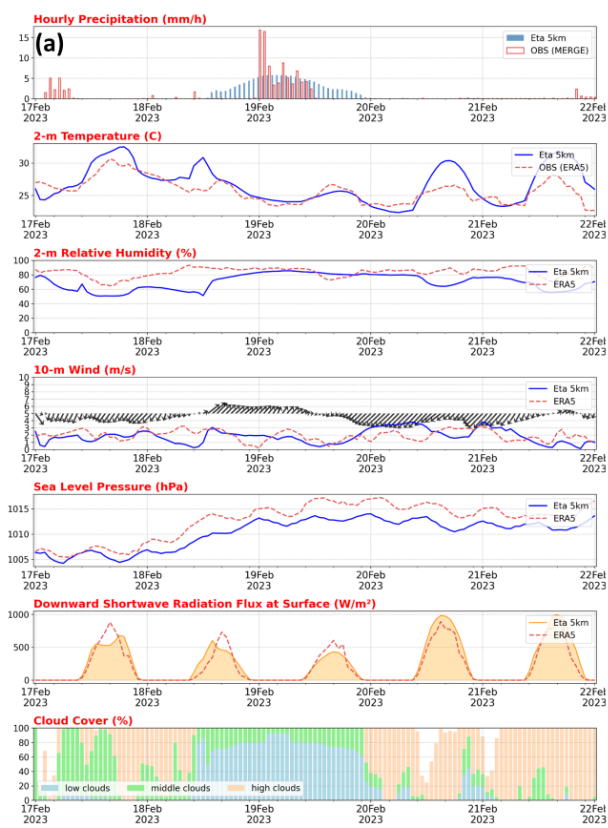
Para exemplificar a estrutura e os produtos gerados no painel integrado, destaca-se o Evento 32, referente ao desastre de escorregamento ocorrido em São Sebastião no dia 19 de fevereiro de 2023. Este episódio representa um dos casos mais severos do período estudado, com acumulados expressivos registrados pela rede terrestre (como a estação de Toque-Toque Pequeno do CEMADEN), resultando em bloqueios viários na Rodovia Rio-Santos (SP-055), desalojamentos e perdas humanas.

A coleção completa contendo os painéis integrados gerados para os demais 29 eventos simulados nesta Etapa 2 encontra-se apresentada no ANEXO III deste relatório.

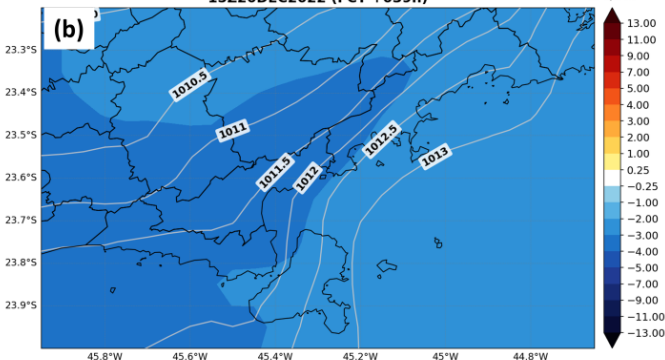
4.4.1 ESTUDO DE CASO: DESASTRE DE ESCORREGAMENTO EM SÃO SEBASTIÃO EM 19/02/2023

A Figura 4 apresenta o painel integrado gerado a partir da rodada do Modelo Eta 5km iniciada às 00UTC do dia 17/02/2023.

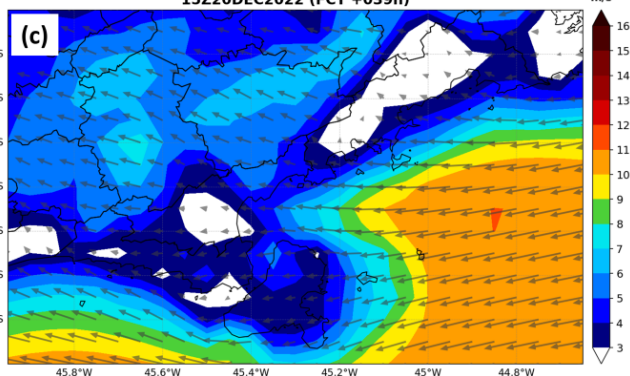
Eta Model 5km - 17/02/2023 00UTC
Sao Sebastiao - ES49, BR lat:-23.8185 lon:-45.4738



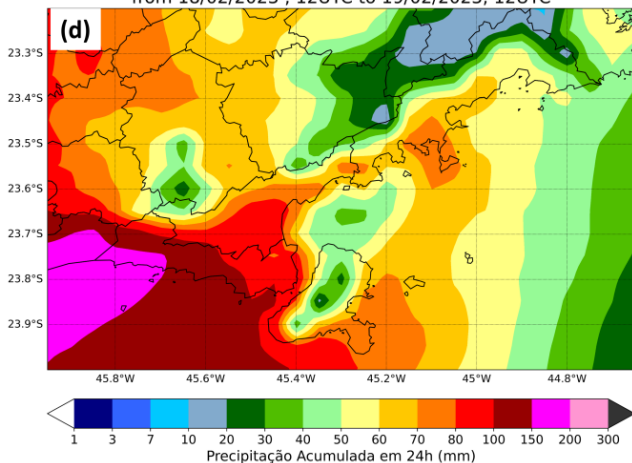
PNMM (hPa) e Var. 24h (sombreado) - Eta 5km
15Z20DEC2022 (FCT +039h)



Vento a 10m (m/s) - Eta 5km
15Z20DEC2022 (FCT +039h)



Model Eta05_E00 - Daily Precipitation (mm)
Fct 17/02/2023 00+060h,
from 18/02/2023, 12UTC to 19/02/2023, 12UTC



Model Eta05_E00 - Daily Precipitation (mm)
Fct 17/02/2023 00+084h,
from 19/02/2023, 12UTC to 20/02/2023, 12UTC

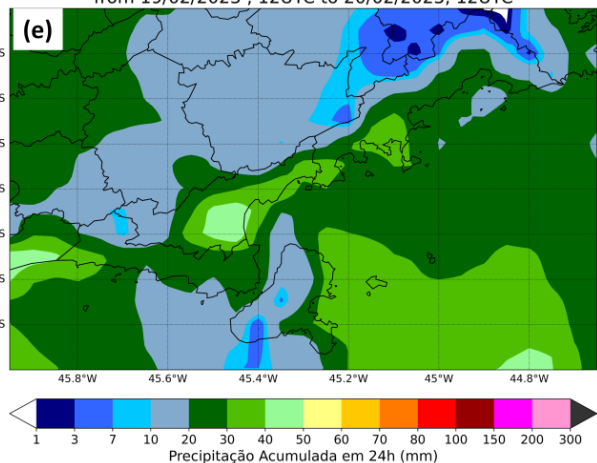


Figura 4. Simulação do Modelo Eta 5km para o evento de 19/02/2023, rodada de 17/02/2023

00 UTC. (a) meteograma local para o ponto ES49 em São Sebastião; (b) PNMM e tendência em 24h; (c) vento a 10 m; (d) precipitação acumulada em 24h (FCT +060h); e (e) precipitação acumulada em 24h (FCT +084h).

No meteograma extraído para o ponto ES49, o Modelo Eta 5km apresenta a evolução temporal da precipitação simulada em comparação ao produto MERGE, indicando o incremento das taxas horárias de chuva ao longo da noite de 18/02 e início da madrugada do dia 19/02.

Em relação às demais variáveis de superfície, a simulação registra a elevação da pressão atmosférica entre os dias 18 e 19/02, acompanhada pelo vento de quadrante sul/sudeste a 10 metros. A redução nos valores de radiação solar incidente no dia 19/02 ocorre paralelamente aos elevados percentuais de cobertura de nuvens baixas e médias representados na série temporal.

Nos campos mesoescalares de superfície, os mapas espaciais exibem a distribuição do gradiente de pressão e a atuação dos vetores de vento soprando do oceano em direção à costa do Litoral Norte.

Por fim, nos mapas de distribuição espacial do acumulado diário, o modelo apresenta núcleos de chuva concentrados sobre a região costeira entre São Sebastião e Ilhabela na janela FCT +060h, com posterior redução dos volumes simulados na janela FCT +084h.

CONCLUSÃO

O presente estudo avaliou o desempenho de quatro produtos de precipitação em disponibilizados em grade regular para a região do Litoral Norte de São Paulo, comparando com as 66 estações pluviométricas da região, com foco especial na Bacia Piloto de Ubatuba (Rio Grande, Acarau e Tavares). O resultado visa subsidiar a escolha da estimativa para fins de monitoramento, estudo e gestão de desastres. A análise integrada dos índices estatísticos e da representação espacial revelou que a escolha do produto mais adequado depende do equilíbrio entre a capacidade de detectar o evento e a precisão do volume estimado.

Foram avaliados os dados CHIRPS, CMORPH, MERGE e MSWEP, todos os dados disponíveis em grade regular. Os resultados demonstram superioridade dos produtos MSWEP e MERGE em comparação aos demais avaliados. O MERGE destacou-se por apresentar a maior correlação e a maior probabilidade de detecção principalmente de chuvas extremas, consolidando-se como uma ferramenta poderosa para identificar a ocorrência de chuvas e sua variabilidade temporal. Por outro lado, o MSWEP apresentou-se como o mais equilibrado para a região, embora possua uma detecção ligeiramente inferior à do MERGE, apresenta uma precisão volumétrica significativamente superior, com o menor viés percentual. Enquanto o MERGE tende a superestimar o volume total precipitado,

o MSWEP mantém uma fidelidade maior aos acumulados reais, sendo o mais indicado para estudos que exijam rigor quantitativo.

O evento de fevereiro de 2023 do desastre em São Sebastião ilustrou estes resultados, mostrando que tanto o MSWEP quanto o MERGE são capazes de capturar núcleos de chuva intensa sobre a Serra do Mar. Em contrapartida, o produto CMORPH demonstrou uma tendência crítica de subestimar a magnitude desses eventos severos. Já o CHIRPS apresentou o desempenho mais baixo para a escala diária nesta região, com dificuldades em representar a dinâmica local da Bacia Piloto e baixa correlação com os dados de superfície.

Em relação às simulações numéricas, o Modelo Eta configurado com resolução de 5 km teve sua execução e pós-processamento finalizados para os 30 eventos de desastres selecionados, disponibilizando os conjuntos de mapas e meteogramas previstos para esta etapa. As simulações cobriram a evolução temporal das tempestades e a representação espacial dos campos de precipitação e variáveis de superfície sobre o Litoral Norte de São Paulo. Conforme ilustrado no estudo de caso de São Sebastião (fevereiro de 2023) e estendido aos demais eventos compilados no ANEXO III, as rodadas contemplam diferentes horizontes de previsão e janelas de antecedência.

Dessa forma, este relatório consolida a geração e a disponibilização das simulações numéricas em alta resolução para o Litoral Norte de São Paulo. O acervo de dados aqui apresentado constitui a base fundamental que subsidiará o próximo produto, dedicado à avaliação das previsões numéricas e à análise da capacidade do modelo em antecipar os eventos extremos de precipitação, bem como às etapas futuras de modelagem hidrológica e gestão de riscos na região.

CRONOGRAMA DAS PRÓXIMAS ETAPAS

A próxima etapa contempla a realização de previsões numéricas de chuva para o Litoral Norte de São Paulo e a avaliação de seu desempenho. Conforme informado no relatório anterior, e em comum acordo com a coordenadora do TR-07, a entrega desse produto foi reprogramada para o mês de agosto, em razão da transição para o novo supercomputador do INPE e das limitações temporárias de acesso à infraestrutura computacional durante esse processo.

Tabela 6. Novo Cronograma reajustado.

PRODUTOS	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT
	2025								2026									
P1		R1																
P2					R2													
P3																		
P4									R3									
P5													R4					
P6																R5		
P7																		
P8																		R6

Produtos:

P1 - Plano de Trabalho Detalhado

P2 - Estudo da distribuição das chuvas durante os eventos de escorregamento e inundação

P3 - Obtenção de dados de chuva de diferentes fontes

P4 - Estimativa da tendência dos extremos observados de chuva

P5 - Simulações numéricas em alta resolução de casos de escorregamento e inundação

P6 - Previsões numéricas de chuva para o litoral Norte e avaliação

P7 - Correção de viés da chuva das simulações do baseline Eta-5km

P8 - Correção de viés da chuva das projeções Eta-5km

Relatórios:

R1 - Plano de Trabalho com proposta metodológica detalhada.

R2- Relatório contendo o estudo da distribuição das chuvas durante os eventos de escorregamento e inundação listados no Banco de Desastres do IPA, baseado em cerca de 15 casos de escorregamento de massa e 15 casos de inundação.

R3- Relatório contendo a descrição dos dados de estações pluviométricas, de diferentes fontes, e dados em pontos de grade e a tendência dos extremos observados de chuva para a região do Litoral Norte. As tendências serão estimadas a partir dos indicadores: chuva acumulada em 1 dia, 3 dias, 5 dias e 10 dias, percentil 99, percentil 95, chuvas diárias acima de 20 mm, 50mm, 100mm. Será realizada uma comparação/discussão destas tendências com os eventos severos/extremos registrados no Banco de Dados do IPA.

R4- Relatório contendo as simulações numéricas em alta resolução, 5 km, de cerca de 15 casos de

escorregamento e 15 casos de inundação, mostrando as chuvas que deflagraram os escorregamentos e inundações.

R5- Relatório contendo previsões numéricas de chuva para o litoral Norte e avaliação da capacidade de antecipar os eventos extremos.

R6- Relatório contendo correção de viés da chuva das simulações de baseline Eta-5km e projeções forçadas pelo modelo HadGEM2- ES cenário RCP8.5 e RCP4.5, cálculo dos índices de extremos, e comparação com a distribuição dos extremos do produto 3.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BECK, H. E.; WOOD, E. F.; PAN, M.; FISHER, C. K.; MIRALLES, D. G.; ENTEKHABI, D.; ADLER, R. F.; HUFFMAN, G. J. MSWEP V2 Global 3-Hourly 0.1° Precipitation Estimates: Method and Assessment. *Bulletin of the American Meteorological Society*, v. 100, n. 3, p. 473-500, 2019.

CEMADEN. Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais. Rede de Observações Hidrometeorológicas para Monitoramento de Desastres Naturais. São José dos Campos: Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações, 2024. Disponível em: <http://www.cemaden.gov.br/>.

FUNK, C.; PETERSON, P.; LANDSFELD, M.; PEDREROS, D.; VERDIN, J.; SHUKLA, S.; HUSAK, G.; ROWLAND, J.; HARRISON, L.; HOELL, A.; MICHAELSEN, J. The climate hazards group infrared precipitation with stations—a new environmental record for monitoring extremes. *Scientific Data*, v. 2, n. 1, p. 1-21, 2015.

JOLLIFFE, I. T.; STEPHENSON, D. B. *Forecast Verification: A Practitioner's Guide in Atmospheric Science*. 2. ed. Chichester: John Wiley & Sons, 2012.

ROZANTE, J. R.; MOREIRA, D. S.; GONÇALVES, L. G. G.; VILA, D. A. Combining Satellite and Surface Observations of Precipitation: Methods and Applications. *Weather and Forecasting*, v. 25, n. 1, p. 226-244, 2010.

WILKS, D. S. *Statistical Methods in the Atmospheric Sciences*. 3. ed. Oxford: Academic Press, 2011.

XIE, P.; JOYCE, R.; WU, S.; YOO, S.-H.; YAROSH, Y.; SUN, F.; LIN, R. NOAA Climate Data Record (CDR) of CPC Morphing Technique (CMORPH) High-Resolution Global Precipitation Estimates, Version 1. NOAA National Centers for Environmental Information, 2017.

ANEXO I – INDÍCES ESTÁTÍSTICOS INDIVIDUAIS POR ESTAÇÃO E POR MODELO DE GRADE

Item	Origem	Cidade	Estação	Modelo	r	MAE	RMSE	P-Bias (%)	POD	FAR	POD_50	FAR_50
1	CEMADEN	Caraguatatuba	Rio_Claro	CMORPH	0,24	11,11	20,25	-46,80	0,53	0,32	0,07	0,86
2	CEMADEN	Caraguatatuba	Rio_Claro	CHIRPS	0,10	14,28	22,79	-26,85	0,37	0,38	0,07	0,93
3	CEMADEN	Caraguatatuba	Rio_Claro	MERGE	0,45	9,47	17,05	4,73	0,91	0,51	0,29	0,64
4	CEMADEN	Caraguatatuba	Rio_Claro	MSWEP	0,27	11,33	19,83	-10,55	0,79	0,44	0,07	0,92
5	CEMADEN	Caraguatatuba	Fazenda_Serra_Mar	CMORPH	0,36	9,36	15,82	-31,41	0,53	0,29	0,09	0,87
6	CEMADEN	Caraguatatuba	Fazenda_Serra_Mar	CHIRPS	0,24	11,67	18,34	-13,76	0,37	0,35	0,03	0,97
7	CEMADEN	Caraguatatuba	Fazenda_Serra_Mar	MERGE	0,74	7,51	11,88	45,00	0,95	0,48	0,82	0,50
8	CEMADEN	Caraguatatuba	Fazenda_Serra_Mar	MSWEP	0,43	9,03	15,11	4,85	0,82	0,38	0,12	0,87
9	CEMADEN	Caraguatatuba	Getuba	CMORPH	0,39	10,19	16,86	-39,74	0,54	0,28	0,13	0,65
10	CEMADEN	Caraguatatuba	Getuba	CHIRPS	0,17	14,51	22,13	-6,18	0,39	0,34	0,11	0,94
11	CEMADEN	Caraguatatuba	Getuba	MERGE	0,84	6,21	9,41	24,22	0,95	0,46	0,73	0,34
12	CEMADEN	Caraguatatuba	Getuba	MSWEP	0,48	8,64	15,48	-10,93	0,85	0,32	0,13	0,74
13	CEMADEN	Caraguatatuba	Indaia	CMORPH	0,44	9,06	14,39	-29,57	0,56	0,28	0,08	0,89
14	CEMADEN	Caraguatatuba	Indaia	CHIRPS	0,21	12,66	18,76	-4,08	0,40	0,34	0,08	0,95
15	CEMADEN	Caraguatatuba	Indaia	MERGE	0,81	6,68	9,91	38,40	0,95	0,48	0,81	0,51
16	CEMADEN	Caraguatatuba	Indaia	MSWEP	0,48	9,39	15,73	20,82	0,86	0,40	0,27	0,82
17	CEMADEN	Caraguatatuba	Jaragua	CMORPH	0,31	11,43	18,62	-46,02	0,56	0,22	0,06	0,84
18	CEMADEN	Caraguatatuba	Jaragua	CHIRPS	0,16	14,45	21,61	-22,26	0,41	0,27	0,06	0,93
19	CEMADEN	Caraguatatuba	Jaragua	MERGE	0,81	7,12	10,40	21,70	0,97	0,46	0,64	0,33
20	CEMADEN	Caraguatatuba	Jaragua	MSWEP	0,41	10,69	17,93	-5,29	0,86	0,33	0,15	0,83
21	CEMADEN	Caraguatatuba	Jardim_Casa_Branca2	CMORPH	0,38	11,13	18,23	-25,70	0,59	0,22	0,14	0,82
22	CEMADEN	Caraguatatuba	Jardim_Casa_Branca2	CHIRPS	0,14	15,26	23,02	-8,69	0,40	0,30	0,11	0,94
23	CEMADEN	Caraguatatuba	Jardim_Casa_Branca2	MERGE	0,78	6,62	11,09	20,79	0,95	0,43	0,68	0,29
24	CEMADEN	Caraguatatuba	Jardim_Casa_Branca2	MSWEP	0,43	9,34	16,71	-14,14	0,86	0,28	0,11	0,77
25	CEMADEN	Caraguatatuba	Martim_de_Sa	CMORPH	0,38	10,33	16,71	-17,04	0,58	0,29	0,19	0,85
26	CEMADEN	Caraguatatuba	Martim_de_Sa	CHIRPS	0,19	13,93	20,63	1,65	0,39	0,38	0,15	0,95
27	CEMADEN	Caraguatatuba	Martim_de_Sa	MERGE	0,73	6,95	11,08	30,02	0,95	0,48	0,67	0,54
28	CEMADEN	Caraguatatuba	Martim_de_Sa	MSWEP	0,43	8,67	15,14	-5,90	0,81	0,36	0,11	0,84
29	CEMADEN	Caraguatatuba	Massaguacu	CMORPH	0,36	11,46	18,92	-44,03	0,55	0,21	0,10	0,67
30	CEMADEN	Caraguatatuba	Massaguacu	CHIRPS	0,13	14,85	22,80	-22,22	0,41	0,29	0,07	0,92
31	CEMADEN	Caraguatatuba	Massaguacu	MERGE	0,83	6,28	10,48	17,20	0,95	0,41	0,81	0,25
32	CEMADEN	Caraguatatuba	Massaguacu	MSWEP	0,47	9,47	16,61	-16,39	0,87	0,35	0,14	0,58
33	CEMADEN	Caraguatatuba	Massaguacu2	CMORPH	0,34	12,01	19,52	-46,89	0,54	0,23	0,08	0,72
34	CEMADEN	Caraguatatuba	Massaguacu2	CHIRPS	0,13	15,16	23,05	-25,10	0,41	0,30	0,08	0,89
35	CEMADEN	Caraguatatuba	Massaguacu2	MERGE	0,86	6,18	9,82	15,70	0,96	0,41	0,81	0,22
36	CEMADEN	Caraguatatuba	Massaguacu2	MSWEP	0,48	9,82	16,68	-18,88	0,86	0,37	0,13	0,53
37	CEMADEN	Caraguatatuba	Rio_do_Ouro2	CMORPH	0,38	12,18	20,27	-40,54	0,58	0,39	0,15	0,75
38	CEMADEN	Caraguatatuba	Rio_do_Ouro2	CHIRPS	0,18	14,85	23,03	-21,25	0,45	0,44	0,15	0,82
39	CEMADEN	Caraguatatuba	Rio_do_Ouro2	MERGE	0,84	8,15	11,98	37,08	0,98	0,55	0,88	0,41
40	CEMADEN	Caraguatatuba	Rio_do_Ouro2	MSWEP	0,42	10,25	18,36	-28,06	0,89	0,52	0,04	0,83
41	CEMADEN	Caraguatatuba	Tabatinga	CMORPH	0,23	13,42	23,61	-50,34	0,55	0,21	0,02	0,91

42	CEMADEN	Caraguatatuba	Tabatinga	CHIRPS	0,09	16,36	26,18	-31,56	0,40	0,29	0,05	0,92
43	CEMADEN	Caraguatatuba	Tabatinga	MERGE	0,71	9,11	15,64	10,82	0,94	0,44	0,50	0,41
44	CEMADEN	Caraguatatuba	Tabatinga	MSWEP	0,47	11,17	19,58	-15,87	0,87	0,37	0,17	0,56
45	CEMADEN	Caraguatatuba	Tabatinga2	CMORPH	0,31	12,24	20,50	-47,61	0,54	0,20	0,06	0,85
46	CEMADEN	Caraguatatuba	Tabatinga2	CHIRPS	0,15	15,10	23,23	-25,45	0,41	0,28	0,06	0,93
47	CEMADEN	Caraguatatuba	Tabatinga2	MERGE	0,77	8,53	13,66	28,04	0,94	0,44	0,58	0,52
48	CEMADEN	Caraguatatuba	Tabatinga2	MSWEP	0,49	10,24	17,26	-8,22	0,89	0,35	0,17	0,63
49	CEMADEN	Caraguatatuba	Tinga	CMORPH	0,37	10,04	15,95	-34,37	0,57	0,23	0,06	0,90
50	CEMADEN	Caraguatatuba	Tinga	CHIRPS	0,20	13,30	19,32	-10,81	0,41	0,30	0,09	0,93
51	CEMADEN	Caraguatatuba	Tinga	MERGE	0,80	6,81	9,84	32,34	0,95	0,46	0,63	0,55
52	CEMADEN	Caraguatatuba	Tinga	MSWEP	0,43	9,76	16,31	12,08	0,89	0,36	0,19	0,83
53	CEMADEN	Caraguatatuba	Jardim_Casa_Branca	CMORPH	0,31	10,45	16,95	-39,44	0,52	0,29	0,11	0,72
54	CEMADEN	Caraguatatuba	Jardim_Casa_Branca	CHIRPS	0,14	14,59	21,97	-4,05	0,37	0,35	0,09	0,95
55	CEMADEN	Caraguatatuba	Jardim_Casa_Branca	MERGE	0,80	6,84	10,51	31,82	0,95	0,46	0,70	0,40
56	CEMADEN	Caraguatatuba	Jardim_Casa_Branca	MSWEP	0,42	9,15	15,82	-14,55	0,80	0,34	0,07	0,86
57	CEMADEN	Caraguatatuba	Porto_Novo2	CMORPH	0,38	9,18	15,39	-27,05	0,58	0,31	0,22	0,81
58	CEMADEN	Caraguatatuba	Porto_Novo2	CHIRPS	0,24	12,61	18,87	4,33	0,43	0,35	0,06	0,98
59	CEMADEN	Caraguatatuba	Porto_Novo2	MERGE	0,66	9,27	13,81	60,41	0,97	0,57	0,61	0,76
60	CEMADEN	Caraguatatuba	Porto_Novo2	MSWEP	0,48	9,46	15,46	21,01	0,82	0,45	0,29	0,85
61	CEMADEN	Caraguatatuba	Rio_do_Ouro	CMORPH	0,35	11,41	18,40	-45,46	0,57	0,21	0,08	0,81
62	CEMADEN	Caraguatatuba	Rio_do_Ouro	CHIRPS	0,19	14,48	21,47	-23,43	0,41	0,28	0,08	0,90
63	CEMADEN	Caraguatatuba	Rio_do_Ouro	MERGE	0,78	7,42	11,20	16,24	0,95	0,45	0,60	0,38
64	CEMADEN	Caraguatatuba	Rio_do_Ouro	MSWEP	0,45	10,60	17,52	-2,86	0,89	0,33	0,15	0,82
65	CEMADEN	Ilhabela	Centro	CMORPH	0,39	10,50	19,11	-25,11	0,68	0,26	0,18	0,70
66	CEMADEN	Ilhabela	Centro	CHIRPS	0,25	13,37	21,51	-22,94	0,40	0,37	0,09	0,92
67	CEMADEN	Ilhabela	Centro	MERGE	0,82	8,11	12,07	31,14	0,94	0,53	0,82	0,41
68	CEMADEN	Ilhabela	Centro	MSWEP	0,46	11,38	20,00	20,40	0,91	0,41	0,30	0,77
69	CEMADEN	Ilhabela	Armacao	CMORPH	0,33	10,60	18,87	-34,01	0,60	0,25	0,03	0,95
70	CEMADEN	Ilhabela	Armacao	CHIRPS	0,20	13,89	21,74	-16,64	0,40	0,34	0,13	0,88
71	CEMADEN	Ilhabela	Armacao	MERGE	0,88	6,36	9,63	28,97	0,92	0,51	0,87	0,31
72	CEMADEN	Ilhabela	Armacao	MSWEP	0,46	10,24	18,90	9,36	0,84	0,37	0,31	0,72
73	CEMADEN	Ilhabela	Barra_Velha	CMORPH	0,41	10,41	17,61	-21,39	0,64	0,29	0,21	0,67
74	CEMADEN	Ilhabela	Barra_Velha	CHIRPS	0,26	12,46	19,65	-25,07	0,39	0,35	0,09	0,91
75	CEMADEN	Ilhabela	Barra_Velha	MERGE	0,87	6,20	9,24	26,21	0,94	0,50	0,79	0,31
76	CEMADEN	Ilhabela	Barra_Velha	MSWEP	0,52	11,06	18,37	30,38	0,89	0,42	0,41	0,72
77	CEMADEN	Ilhabela	Sao_Pedro	CMORPH	0,41	11,97	19,64	-30,43	0,64	0,30	0,22	0,59
78	CEMADEN	Ilhabela	Sao_Pedro	CHIRPS	0,18	15,26	23,65	-22,18	0,40	0,35	0,07	0,93
79	CEMADEN	Ilhabela	Sao_Pedro	MERGE	0,62	8,81	15,99	13,59	0,94	0,52	0,40	0,47
80	CEMADEN	Ilhabela	Sao_Pedro	MSWEP	0,48	11,55	18,29	2,87	0,86	0,45	0,21	0,70
81	CEMADEN	São Sebastião	Barra_do_Una	CMORPH	0,31	12,82	25,85	-54,88	0,51	0,31	0,06	0,79
82	CEMADEN	São Sebastião	Barra_do_Una	CHIRPS	0,18	15,84	28,33	-31,21	0,37	0,39	0,04	0,94
83	CEMADEN	São Sebastião	Barra_do_Una	MERGE	0,75	7,75	16,89	16,95	0,93	0,51	0,70	0,48
84	CEMADEN	São Sebastião	Barra_do_Una	MSWEP	0,57	11,30	21,26	-10,53	0,81	0,42	0,24	0,65
85	CEMADEN	São Sebastião	Boicucanga	CMORPH	0,32	13,41	24,88	-53,37	0,53	0,22	0,05	0,79

86	CEMADEN	São Sebastião	Boicucanga	CHIRPS	0,16	16,02	27,51	-35,57	0,38	0,27	0,04	0,91
87	CEMADEN	São Sebastião	Boicucanga	MERGE	0,75	8,66	16,09	16,19	0,94	0,42	0,59	0,34
88	CEMADEN	São Sebastião	Boicucanga	MSWEP	0,54	11,58	20,74	-22,91	0,79	0,33	0,14	0,67
89	CEMADEN	São Sebastião	Boicucanga2	CMORPH	0,30	13,90	25,38	-57,26	0,49	0,31	0,08	0,78
90	CEMADEN	São Sebastião	Boicucanga2	CHIRPS	0,17	15,85	27,31	-43,83	0,36	0,37	0,03	0,95
91	CEMADEN	São Sebastião	Boicucanga2	MERGE	0,78	8,22	14,80	-4,62	0,87	0,51	0,50	0,36
92	CEMADEN	São Sebastião	Boicucanga2	MSWEP	0,54	11,60	20,96	-29,40	0,79	0,40	0,19	0,62
93	CEMADEN	São Sebastião	Camburi	CMORPH	0,34	12,43	20,99	-46,96	0,58	0,20	0,08	0,77
94	CEMADEN	São Sebastião	Camburi	CHIRPS	0,19	15,21	23,74	-30,28	0,40	0,27	0,07	0,89
95	CEMADEN	São Sebastião	Camburi	MERGE	0,86	6,75	10,61	21,16	0,95	0,46	0,77	0,34
96	CEMADEN	São Sebastião	Camburi	MSWEP	0,51	10,66	17,76	-14,69	0,83	0,34	0,17	0,69
97	CEMADEN	São Sebastião	Enseada	CMORPH	0,39	8,76	14,36	-17,61	0,60	0,22	0,27	0,76
98	CEMADEN	São Sebastião	Enseada	CHIRPS	0,27	11,64	17,13	2,45	0,39	0,29	0,23	0,89
99	CEMADEN	São Sebastião	Enseada	MERGE	0,70	7,26	11,49	50,55	0,96	0,48	0,73	0,56
100	CEMADEN	São Sebastião	Enseada	MSWEP	0,50	9,52	14,92	37,03	0,85	0,38	0,23	0,88
101	CEMADEN	São Sebastião	Itatinga	CMORPH	0,47	9,63	16,36	-18,95	0,69	0,30	0,24	0,71
102	CEMADEN	São Sebastião	Itatinga	CHIRPS	0,25	12,93	19,93	-12,67	0,42	0,39	0,09	0,93
103	CEMADEN	São Sebastião	Itatinga	MERGE	0,85	7,19	10,40	38,74	0,95	0,58	0,79	0,41
104	CEMADEN	São Sebastião	Itatinga	MSWEP	0,48	10,78	16,92	28,92	0,90	0,46	0,21	0,83
105	CEMADEN	São Sebastião	Jaragua	CMORPH	0,43	8,60	14,37	-27,33	0,58	0,29	0,25	0,75
106	CEMADEN	São Sebastião	Jaragua	CHIRPS	0,28	11,94	17,96	1,34	0,40	0,36	0,31	0,86
107	CEMADEN	São Sebastião	Jaragua	MERGE	0,79	5,98	9,15	30,15	0,95	0,48	0,81	0,46
108	CEMADEN	São Sebastião	Jaragua	MSWEP	0,55	9,31	14,43	27,21	0,82	0,43	0,44	0,79
109	CEMADEN	São Sebastião	Juquehy	CMORPH	0,34	12,72	24,10	-48,71	0,56	0,23	0,10	0,72
110	CEMADEN	São Sebastião	Juquehy	CHIRPS	0,20	15,55	26,70	-31,25	0,37	0,32	0,09	0,86
111	CEMADEN	São Sebastião	Juquehy	MERGE	0,80	8,01	14,42	19,51	0,94	0,47	0,71	0,34
112	CEMADEN	São Sebastião	Juquehy	MSWEP	0,55	11,22	20,35	-15,26	0,83	0,35	0,14	0,72
113	CEMADEN	São Sebastião	Juquehy2	CMORPH	0,32	14,76	29,02	-61,16	0,52	0,22	0,03	0,73
114	CEMADEN	São Sebastião	Juquehy2	CHIRPS	0,16	17,74	31,50	-40,00	0,37	0,29	0,07	0,87
115	CEMADEN	São Sebastião	Juquehy2	MERGE	0,74	8,97	18,91	-1,44	0,93	0,44	0,55	0,40
116	CEMADEN	São Sebastião	Juquehy2	MSWEP	0,56	12,78	23,93	-25,07	0,81	0,36	0,17	0,64
117	CEMADEN	São Sebastião	Maresias	CMORPH	0,33	12,00	19,76	-41,52	0,59	0,26	0,06	0,89
118	CEMADEN	São Sebastião	Maresias	CHIRPS	0,16	14,65	22,52	-26,47	0,41	0,35	0,06	0,93
119	CEMADEN	São Sebastião	Maresias	MERGE	0,84	7,89	11,41	34,41	0,97	0,54	0,73	0,48
120	CEMADEN	São Sebastião	Maresias	MSWEP	0,47	10,63	17,45	-8,00	0,85	0,39	0,22	0,74
121	CEMADEN	São Sebastião	Morro_do_Abrigo	CMORPH	0,42	9,38	16,03	-15,62	0,70	0,25	0,21	0,77
122	CEMADEN	São Sebastião	Morro_do_Abrigo	CHIRPS	0,24	12,93	19,56	-0,79	0,44	0,35	0,17	0,88
123	CEMADEN	São Sebastião	Morro_do_Abrigo	MERGE	0,78	7,61	10,85	42,32	0,97	0,57	0,69	0,44
124	CEMADEN	São Sebastião	Morro_do_Abrigo	MSWEP	0,48	10,78	16,46	34,87	0,89	0,44	0,24	0,84
125	CEMADEN	São Sebastião	Pauba	CMORPH	0,31	11,16	18,58	-43,73	0,57	0,20	0,04	0,78
126	CEMADEN	São Sebastião	Pauba	CHIRPS	0,19	13,59	20,99	-30,48	0,38	0,29	0,04	0,91
127	CEMADEN	São Sebastião	Pauba	MERGE	0,81	7,26	11,09	23,71	0,91	0,49	0,75	0,35
128	CEMADEN	São Sebastião	Pauba	MSWEP	0,49	10,00	16,17	-6,60	0,83	0,35	0,20	0,71
129	CEMADEN	São Sebastião	Pontal_da_Cruz	CMORPH	0,19	9,91	18,09	-6,82	0,66	0,27	0,00	1,00

130	CEMADEN	São Sebastião	Pontal_da_Cruz	CHIRPS	0,11	12,61	19,65	10,74	0,44	0,31	0,00	1,00
131	CEMADEN	São Sebastião	Pontal_da_Cruz	MERGE	0,58	7,76	13,04	35,49	0,95	0,49	0,46	0,68
132	CEMADEN	São Sebastião	Pontal_da_Cruz	MSWEP	0,35	11,35	18,15	52,59	0,86	0,43	0,15	0,94
133	CEMADEN	São Sebastião	Portao_Grande	CMORPH	0,40	8,86	14,89	2,52	0,66	0,40	0,27	0,86
134	CEMADEN	São Sebastião	Portao_Grande	CHIRPS	0,24	11,65	17,50	9,18	0,40	0,47	0,13	0,95
135	CEMADEN	São Sebastião	Portao_Grande	MERGE	0,67	8,56	12,34	62,98	0,95	0,63	0,60	0,74
136	CEMADEN	São Sebastião	Portao_Grande	MSWEP	0,47	10,52	16,08	60,69	0,89	0,54	0,20	0,93
137	CEMADEN	São Sebastião	Toque_Toque_Pequeno	CMORPH	0,34	12,49	21,53	-39,64	0,59	0,27	0,09	0,79
138	CEMADEN	São Sebastião	Toque_Toque_Pequeno	CHIRPS	0,19	14,74	24,19	-27,90	0,38	0,37	0,07	0,92
139	CEMADEN	São Sebastião	Toque_Toque_Pequeno	MERGE	0,75	8,31	14,13	23,24	0,95	0,51	0,67	0,46
140	CEMADEN	São Sebastião	Toque_Toque_Pequeno	MSWEP	0,53	9,84	18,07	-24,74	0,86	0,39	0,21	0,33
141	CEMADEN	São Sebastião	Baraquetecaba	CMORPH	0,51	10,54	17,36	-22,98	0,70	0,32	0,27	0,64
142	CEMADEN	São Sebastião	Baraquetecaba	CHIRPS	0,28	13,70	20,99	-19,53	0,45	0,39	0,06	0,94
143	CEMADEN	São Sebastião	Baraquetecaba	MERGE	0,87	7,07	9,90	26,03	0,96	0,60	0,76	0,29
144	CEMADEN	São Sebastião	Baraquetecaba	MSWEP	0,56	10,77	16,46	14,62	0,90	0,48	0,30	0,69
145	CEMADEN	São Sebastião	Praia_das_Cigarras	CMORPH	0,41	9,28	15,79	-23,56	0,64	0,23	0,25	0,74
146	CEMADEN	São Sebastião	Praia_das_Cigarras	CHIRPS	0,23	13,16	19,46	-0,56	0,43	0,29	0,17	0,91
147	CEMADEN	São Sebastião	Praia_das_Cigarras	MERGE	0,78	7,13	10,44	36,27	0,97	0,53	0,79	0,42
148	CEMADEN	São Sebastião	Praia_das_Cigarras	MSWEP	0,49	10,21	16,10	26,54	0,87	0,38	0,25	0,85
149	CEMADEN	São Sebastião	Praia_Grande	CMORPH	0,50	9,65	16,80	-16,98	0,68	0,29	0,31	0,69
150	CEMADEN	São Sebastião	Praia_Grande	CHIRPS	0,28	12,63	20,31	-14,44	0,43	0,36	0,12	0,90
151	CEMADEN	São Sebastião	Praia_Grande	MERGE	0,85	7,35	10,72	40,43	0,97	0,56	0,96	0,36
152	CEMADEN	São Sebastião	Praia_Grande	MSWEP	0,53	10,52	16,73	25,64	0,90	0,46	0,35	0,72
153	CEMADEN	Ubatuba	Almada	CMORPH	0,25	10,52	21,32	-50,85	0,53	0,32	0,02	0,86
154	CEMADEN	Ubatuba	Almada	CHIRPS	0,10	14,80	25,27	-17,74	0,37	0,39	0,05	0,97
155	CEMADEN	Ubatuba	Almada	MERGE	0,71	8,30	14,80	16,87	0,90	0,47	0,59	0,53
156	CEMADEN	Ubatuba	Almada	MSWEP	0,56	9,67	16,50	0,13	0,87	0,45	0,11	0,80
157	CEMADEN	Ubatuba	Arariba	CMORPH	0,20	12,47	21,14	-49,97	0,51	0,28	0,03	0,88
158	CEMADEN	Ubatuba	Arariba	CHIRPS	0,15	14,29	22,46	-31,87	0,37	0,33	0,03	0,94
159	CEMADEN	Ubatuba	Arariba	MERGE	0,83	6,82	11,49	25,46	0,97	0,47	0,77	0,33
160	CEMADEN	Ubatuba	Arariba	MSWEP	0,50	10,10	17,01	-14,38	0,85	0,40	0,23	0,52
161	CEMADEN	Ubatuba	Centro	CMORPH	0,29	13,20	22,04	-50,84	0,58	0,22	0,06	0,78
162	CEMADEN	Ubatuba	Centro	CHIRPS	0,15	18,14	27,13	-14,62	0,41	0,31	0,17	0,90
163	CEMADEN	Ubatuba	Centro	MERGE	0,82	7,97	12,87	23,08	0,96	0,45	0,77	0,34
164	CEMADEN	Ubatuba	Centro	MSWEP	0,56	11,69	20,03	7,18	0,89	0,34	0,39	0,60
165	CEMADEN	Ubatuba	Centro2	CMORPH	0,30	13,54	22,85	-52,74	0,58	0,22	0,05	0,79
166	CEMADEN	Ubatuba	Centro2	CHIRPS	0,16	18,39	27,71	-17,57	0,41	0,30	0,22	0,83
167	CEMADEN	Ubatuba	Centro2	MERGE	0,81	8,02	13,05	15,04	0,96	0,45	0,68	0,24
168	CEMADEN	Ubatuba	Centro2	MSWEP	0,56	12,14	20,21	2,48	0,89	0,34	0,30	0,61
169	CEMADEN	Ubatuba	Estufa_II	CMORPH	0,23	13,10	21,82	-50,55	0,58	0,19	0,04	0,82
170	CEMADEN	Ubatuba	Estufa_II	CHIRPS	0,12	17,60	26,15	-15,67	0,42	0,28	0,17	0,87
171	CEMADEN	Ubatuba	Estufa_II	MERGE	0,83	7,45	12,28	24,82	0,97	0,42	0,73	0,27
172	CEMADEN	Ubatuba	Estufa_II	MSWEP	0,51	11,68	19,94	7,66	0,89	0,32	0,30	0,63
173	CEMADEN	Ubatuba	Figueira	CMORPH	0,18	12,32	21,88	-57,14	0,47	0,23	0,00	1,00

174	CEMADEN	Ubatuba	Figueira	CHIRPS	0,09	15,56	25,15	-26,18	0,34	0,30	0,10	0,91
175	CEMADEN	Ubatuba	Figueira	MERGE	0,58	9,29	17,70	14,20	0,94	0,36	0,46	0,54
176	CEMADEN	Ubatuba	Figueira	MSWEP	0,39	10,89	19,27	-19,23	0,78	0,33	0,16	0,71
177	CEMADEN	Ubatuba	Ipiranguinha	CMORPH	0,24	12,64	22,03	-54,58	0,52	0,24	0,03	0,88
178	CEMADEN	Ubatuba	Ipiranguinha	CHIRPS	0,14	16,50	25,45	-19,72	0,38	0,30	0,14	0,87
179	CEMADEN	Ubatuba	Ipiranguinha	MERGE	0,84	7,31	11,68	19,67	0,94	0,43	0,71	0,30
180	CEMADEN	Ubatuba	Ipiranguinha	MSWEP	0,47	10,78	18,42	-11,44	0,87	0,35	0,21	0,59
181	CEMADEN	Ubatuba	Itamambuca	CMORPH	0,28	14,25	25,84	-59,68	0,55	0,25	0,04	0,75
182	CEMADEN	Ubatuba	Itamambuca	CHIRPS	0,16	19,07	30,58	-19,30	0,38	0,33	0,15	0,89
183	CEMADEN	Ubatuba	Itamambuca	MERGE	0,75	9,09	16,27	5,17	0,94	0,44	0,54	0,36
184	CEMADEN	Ubatuba	Itamambuca	MSWEP	0,41	12,59	23,25	-39,36	0,82	0,36	0,04	0,73
185	CEMADEN	Ubatuba	Lagoinha	CMORPH	0,20	15,70	26,44	-58,67	0,55	0,25	0,02	0,88
186	CEMADEN	Ubatuba	Lagoinha	CHIRPS	0,10	17,96	28,28	-42,57	0,39	0,30	0,09	0,81
187	CEMADEN	Ubatuba	Lagoinha	MERGE	0,79	8,60	14,64	5,35	0,95	0,46	0,63	0,24
188	CEMADEN	Ubatuba	Lagoinha	MSWEP	0,49	12,51	21,68	-35,99	0,86	0,37	0,12	0,44
189	CEMADEN	Ubatuba	Marafunda	CMORPH	0,29	12,59	22,13	-53,74	0,52	0,33	0,05	0,79
190	CEMADEN	Ubatuba	Marafunda	CHIRPS	0,14	16,33	25,69	-25,04	0,38	0,40	0,12	0,88
191	CEMADEN	Ubatuba	Marafunda	MERGE	0,78	8,31	13,79	19,35	0,94	0,47	0,59	0,36
192	CEMADEN	Ubatuba	Marafunda	MSWEP	0,51	10,72	18,37	-15,22	0,86	0,45	0,18	0,67
193	CEMADEN	Ubatuba	Maranduba	CMORPH	0,26	13,70	22,88	-50,90	0,56	0,33	0,03	0,88
194	CEMADEN	Ubatuba	Maranduba	CHIRPS	0,16	16,12	24,63	-31,42	0,42	0,38	0,04	0,92
195	CEMADEN	Ubatuba	Maranduba	MERGE	0,82	8,13	12,87	23,59	0,97	0,50	0,63	0,33
196	CEMADEN	Ubatuba	Maranduba	MSWEP	0,48	11,43	19,26	-14,86	0,90	0,46	0,16	0,61
197	CEMADEN	Ubatuba	Parque_dos_Ministerios	CMORPH	0,26	12,85	21,40	-54,97	0,53	0,27	0,03	0,86
198	CEMADEN	Ubatuba	Parque_dos_Ministerios	CHIRPS	0,15	16,72	25,02	-21,71	0,38	0,35	0,17	0,85
199	CEMADEN	Ubatuba	Parque_dos_Ministerios	MERGE	0,77	8,09	13,06	15,50	0,94	0,45	0,64	0,32
200	CEMADEN	Ubatuba	Parque_dos_Ministerios	MSWEP	0,49	10,73	17,50	-17,03	0,85	0,41	0,19	0,62
201	CEMADEN	Ubatuba	Pereque_Acu	CMORPH	0,14	14,59	25,65	-58,30	0,56	0,39	0,05	0,80
202	CEMADEN	Ubatuba	Pereque_Acu	CHIRPS	0,05	19,51	30,60	-21,63	0,40	0,47	0,07	0,95
203	CEMADEN	Ubatuba	Pereque_Acu	MERGE	0,83	7,26	12,56	5,66	0,95	0,55	0,73	0,25
204	CEMADEN	Ubatuba	Pereque_Acu	MSWEP	0,51	12,09	20,22	-2,94	0,93	0,45	0,32	0,67
205	CEMADEN	Ubatuba	Pereque_Mirim	CMORPH	0,33	15,93	27,76	-57,43	0,58	0,38	0,08	0,67
206	CEMADEN	Ubatuba	Pereque_Mirim	CHIRPS	0,17	18,93	30,45	-39,35	0,39	0,46	0,16	0,75
207	CEMADEN	Ubatuba	Pereque_Mirim	MERGE	0,67	10,42	19,96	-9,17	0,95	0,53	0,43	0,42
208	CEMADEN	Ubatuba	Pereque_Mirim	MSWEP	0,51	13,63	23,53	-29,59	0,89	0,51	0,19	0,54
209	CEMADEN	Ubatuba	Picinguaba	CMORPH	0,20	12,68	22,07	-56,47	0,54	0,31	0,03	0,80
210	CEMADEN	Ubatuba	Picinguaba	CHIRPS	0,06	16,76	25,72	-24,19	0,38	0,38	0,11	0,88
211	CEMADEN	Ubatuba	Picinguaba	MERGE	0,82	6,71	11,44	11,99	0,95	0,44	0,68	0,24
212	CEMADEN	Ubatuba	Picinguaba	MSWEP	0,40	11,67	18,32	-10,24	0,89	0,46	0,08	0,74
213	CEMADEN	Ubatuba	Poruba	CMORPH	0,28	10,71	21,22	-52,89	0,49	0,25	0,04	0,78
214	CEMADEN	Ubatuba	Poruba	CHIRPS	0,16	14,39	24,30	-18,69	0,39	0,28	0,09	0,91
215	CEMADEN	Ubatuba	Poruba	MERGE	0,85	6,03	11,71	25,21	0,93	0,37	0,77	0,36
216	CEMADEN	Ubatuba	Poruba	MSWEP	0,45	10,52	19,14	-9,91	0,79	0,35	0,14	0,76
217	CEMADEN	Ubatuba	Praia_do_Lazaro	CMORPH	0,34	14,45	25,16	-52,31	0,59	0,28	0,12	0,50

218	CEMADEN	Ubatuba	Praia_do_Lazaro	CHIRPS	0,16	17,88	28,36	-33,27	0,43	0,34	0,14	0,81
219	CEMADEN	Ubatuba	Praia_do_Lazaro	MERGE	0,84	7,43	13,57	2,78	0,95	0,47	0,64	0,37
220	CEMADEN	Ubatuba	Praia_do_Lazaro	MSWEP	0,51	11,82	21,78	-28,65	0,90	0,43	0,14	0,48
221	CEMADEN	Ubatuba	Praia_Dura	CMORPH	0,33	10,16	19,67	-46,57	0,47	0,27	0,11	0,73
222	CEMADEN	Ubatuba	Praia_Dura	CHIRPS	0,15	13,14	22,87	-20,70	0,34	0,32	0,07	0,92
223	CEMADEN	Ubatuba	Praia_Dura	MERGE	0,70	8,33	15,16	32,77	0,89	0,40	0,55	0,58
224	CEMADEN	Ubatuba	Praia_Dura	MSWEP	0,45	10,16	18,30	-2,72	0,76	0,37	0,24	0,69
225	CEMADEN	Ubatuba	Rio_Grande	CMORPH	0,49	13,36	22,54	-51,13	0,58	0,39	0,11	0,50
226	CEMADEN	Ubatuba	Rio_Grande	CHIRPS	0,18	21,60	33,58	-2,03	0,41	0,48	0,22	0,88
227	CEMADEN	Ubatuba	Rio_Grande	MERGE	0,71	9,78	17,25	1,12	0,92	0,48	0,44	0,43
228	CEMADEN	Ubatuba	Rio_Grande	MSWEP	0,71	12,65	22,41	28,83	0,97	0,51	0,44	0,64
229	CEMADEN	Ubatuba	Sertao_da_Quina	CMORPH	0,17	12,18	19,72	-48,58	0,51	0,31	0,03	0,92
230	CEMADEN	Ubatuba	Sertao_da_Quina	CHIRPS	0,15	14,05	20,85	-28,72	0,40	0,34	0,08	0,90
231	CEMADEN	Ubatuba	Sertao_da_Quina	MERGE	0,74	6,91	12,27	13,07	0,91	0,49	0,57	0,46
232	CEMADEN	Ubatuba	Sertao_da_Quina	MSWEP	0,41	10,50	17,35	-15,23	0,80	0,43	0,16	0,74
233	CEMADEN	Ubatuba	Tenorio	CMORPH	0,31	13,50	22,88	-52,13	0,58	0,24	0,07	0,74
234	CEMADEN	Ubatuba	Tenorio	CHIRPS	0,15	18,14	27,34	-21,46	0,41	0,33	0,18	0,86
235	CEMADEN	Ubatuba	Tenorio	MERGE	0,86	7,57	12,03	24,62	0,97	0,47	0,79	0,27
236	CEMADEN	Ubatuba	Tenorio	MSWEP	0,56	11,76	20,63	4,94	0,90	0,37	0,35	0,56
237	CEMADEN	Ubatuba	Ubatumirim	CMORPH	0,16	14,00	24,16	-62,99	0,55	0,27	0,00	1,00
238	CEMADEN	Ubatuba	Ubatumirim	CHIRPS	0,07	17,17	26,45	-34,85	0,42	0,35	0,02	0,97
239	CEMADEN	Ubatuba	Ubatumirim	MERGE	0,62	9,74	17,08	-11,81	0,92	0,39	0,42	0,36
240	CEMADEN	Ubatuba	Ubatumirim	MSWEP	0,37	12,19	20,39	-21,37	0,88	0,43	0,03	0,86
241	DAEE	Ilhabela	E2012	CMORPH	0,25	13,18	23,64	-42,18	0,63	0,35	0,16	0,70
242	DAEE	Ilhabela	E2012	CHIRPS	0,12	15,68	25,65	-37,65	0,39	0,42	0,00	1,00
243	DAEE	Ilhabela	E2012	MERGE	0,40	13,05	22,22	2,30	0,92	0,61	0,22	0,78
244	DAEE	Ilhabela	E2012	MSWEP	0,23	14,54	25,77	-9,32	0,82	0,47	0,09	0,90
245	DAEE	São Sebastião	E2045	CMORPH	0,32	15,62	27,72	-44,73	0,64	0,45	0,18	0,64
246	DAEE	São Sebastião	E2045	CHIRPS	0,14	18,13	30,60	-38,46	0,39	0,51	0,12	0,83
247	DAEE	São Sebastião	E2045	MERGE	0,48	14,13	24,38	-11,89	0,91	0,69	0,30	0,52
248	DAEE	São Sebastião	E2045	MSWEP	0,33	15,91	27,10	-16,02	0,84	0,57	0,14	0,82
249	DAEE	Ubatuba	E2052	CMORPH	0,16	15,85	27,96	-63,22	0,53	0,25	0,01	0,94
250	DAEE	Ubatuba	E2052	CHIRPS	0,10	19,66	31,25	-32,36	0,37	0,32	0,13	0,88
251	DAEE	Ubatuba	E2052	MERGE	0,41	13,55	24,89	-0,58	0,92	0,48	0,32	0,56
252	DAEE	Ubatuba	E2052	MSWEP	0,27	15,13	28,11	-20,92	0,82	0,35	0,14	0,74
253	CIIAGRO	Caraguatatuba	massaguacu	CMORPH	0,21	13,38	22,58	-48,89	0,56	0,23	0,05	0,86
254	CIIAGRO	Caraguatatuba	massaguacu	CHIRPS	0,13	15,87	24,42	-27,85	0,42	0,30	0,07	0,90
255	CIIAGRO	Caraguatatuba	massaguacu	MERGE	0,51	10,10	18,83	-5,59	0,89	0,43	0,53	0,49
256	CIIAGRO	Caraguatatuba	massaguacu	MSWEP	0,41	11,03	19,22	-27,74	0,85	0,37	0,12	0,58
257	CIIAGRO	São Sebastião	maresias	CMORPH	0,28	13,32	21,42	-48,37	0,57	0,26	0,04	0,90
258	CIIAGRO	São Sebastião	maresias	CHIRPS	0,15	15,60	23,54	-33,19	0,41	0,33	0,00	1,00
259	CIIAGRO	São Sebastião	maresias	MERGE	0,37	12,65	20,59	4,34	0,93	0,53	0,18	0,83
260	CIIAGRO	São Sebastião	maresias	MSWEP	0,30	12,81	20,81	-22,11	0,80	0,36	0,10	0,85
261	CIIAGRO	Ubatuba	rioescuru	CMORPH	0,22	16,27	28,22	-63,62	0,54	0,32	0,06	0,68

262	CIIAGRO	Ubatuba	rioescuro	CHIRPS	0,15	17,94	29,07	-47,12	0,39	0,37	0,06	0,83
263	CIIAGRO	Ubatuba	rioescuro	MERGE	0,44	13,12	24,45	-23,44	0,86	0,48	0,27	0,45
264	CIIAGRO	Ubatuba	rioescuro	MSWEP	0,30	14,45	25,70	-34,28	0,87	0,39	0,12	0,67

ANEXO 2 –EVOLUÇÃO ESPACIAL DA PRECIPITAÇÃO PARA OS EVENTOS SELECIONADOS

EVENTO 02/02/2015

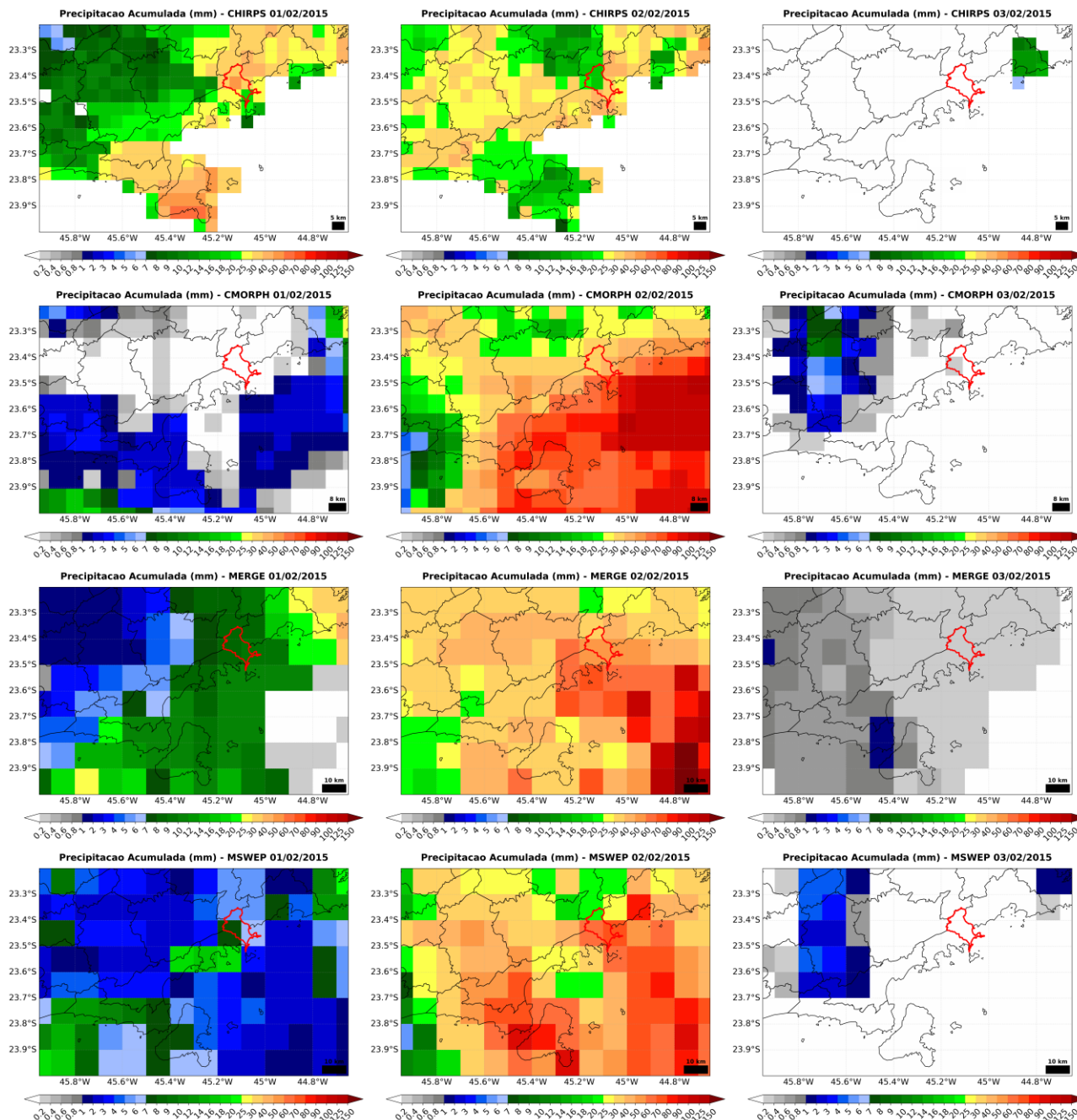


Figura 5 – Evolução da precipitação acumulada diária entre 00Z 01/02/2015 e 00Z 03/02/2015 para os quatro produtos avaliados.

EVENTO 19/06/2015

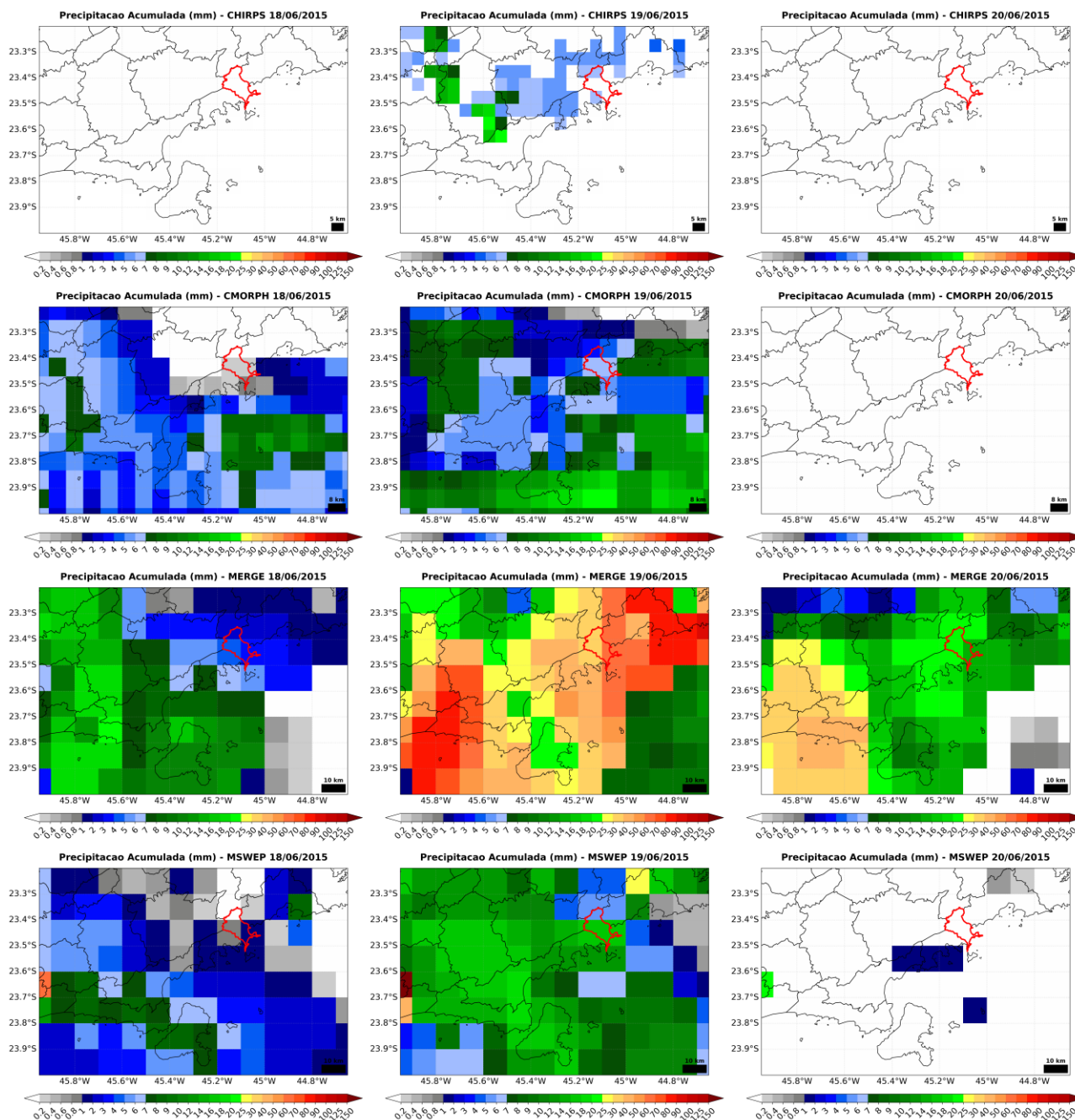


Figura 6 – Evolução da precipitação acumulada diária entre 00Z 18/06/2015 e 00Z 20/06/2015 para os quatro produtos avaliados.

EVENTO 06/02/2016

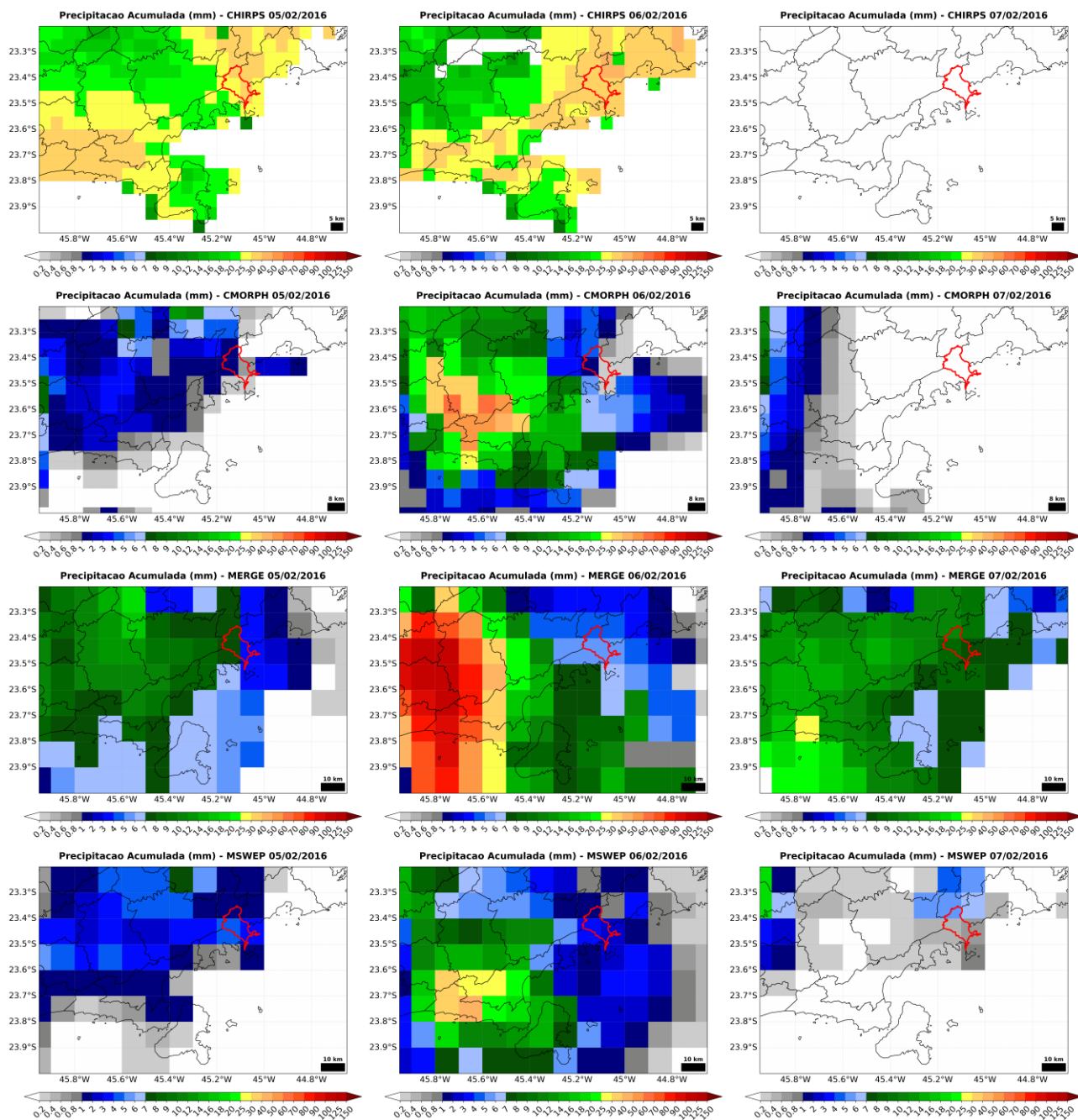


Figura 7 – Evolução da precipitação acumulada diária entre 00Z 05/02/2016 e 00Z 07/02/2016 para os quatro produtos avaliados.

EVENTO 05/03/2017

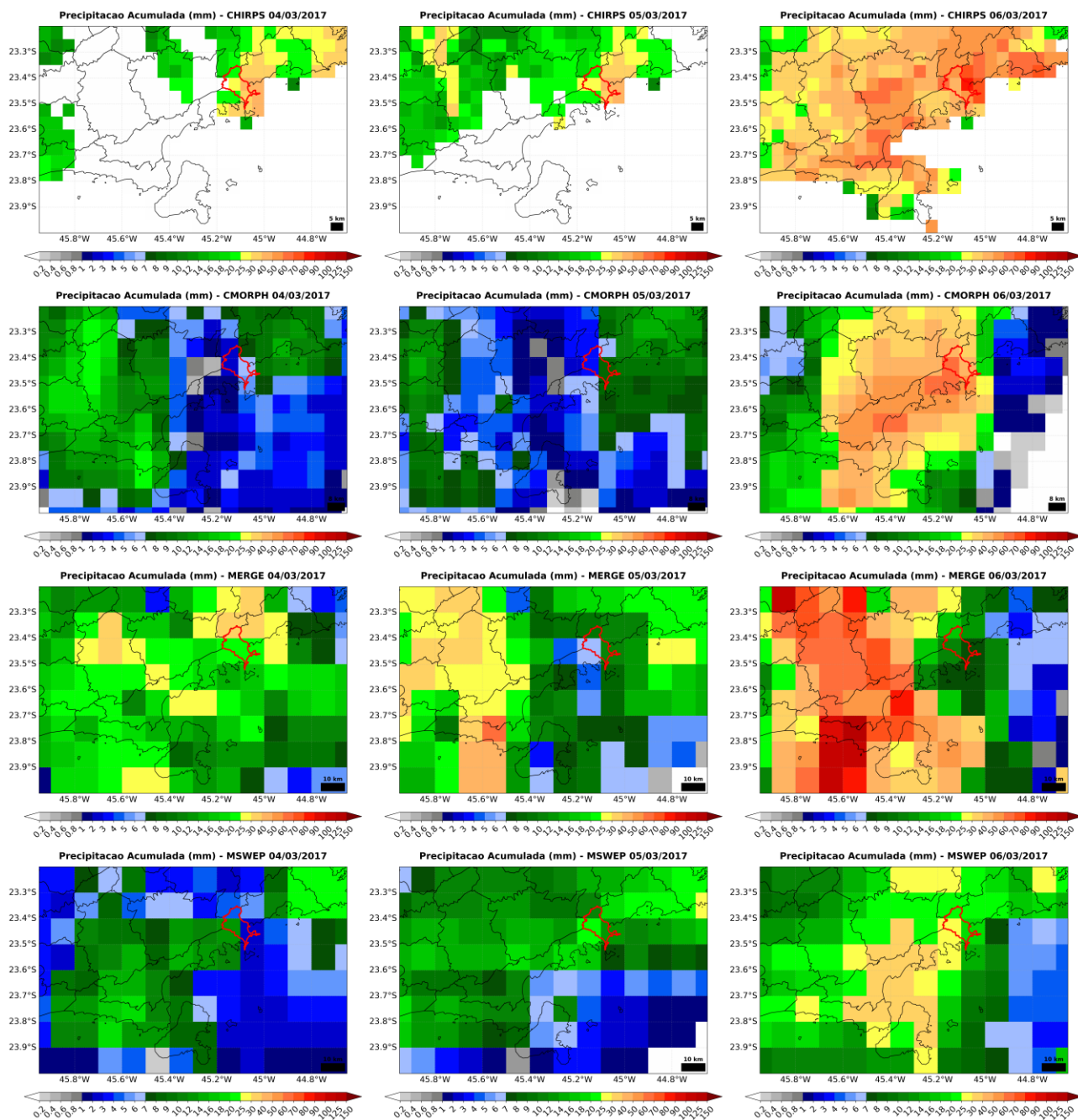


Figura 8 – Evolução da precipitação acumulada diária entre 00Z 04/03/2017 e 00Z 06/03/2017 para os quatro produtos avaliados.

EVENTO 15/03/2017

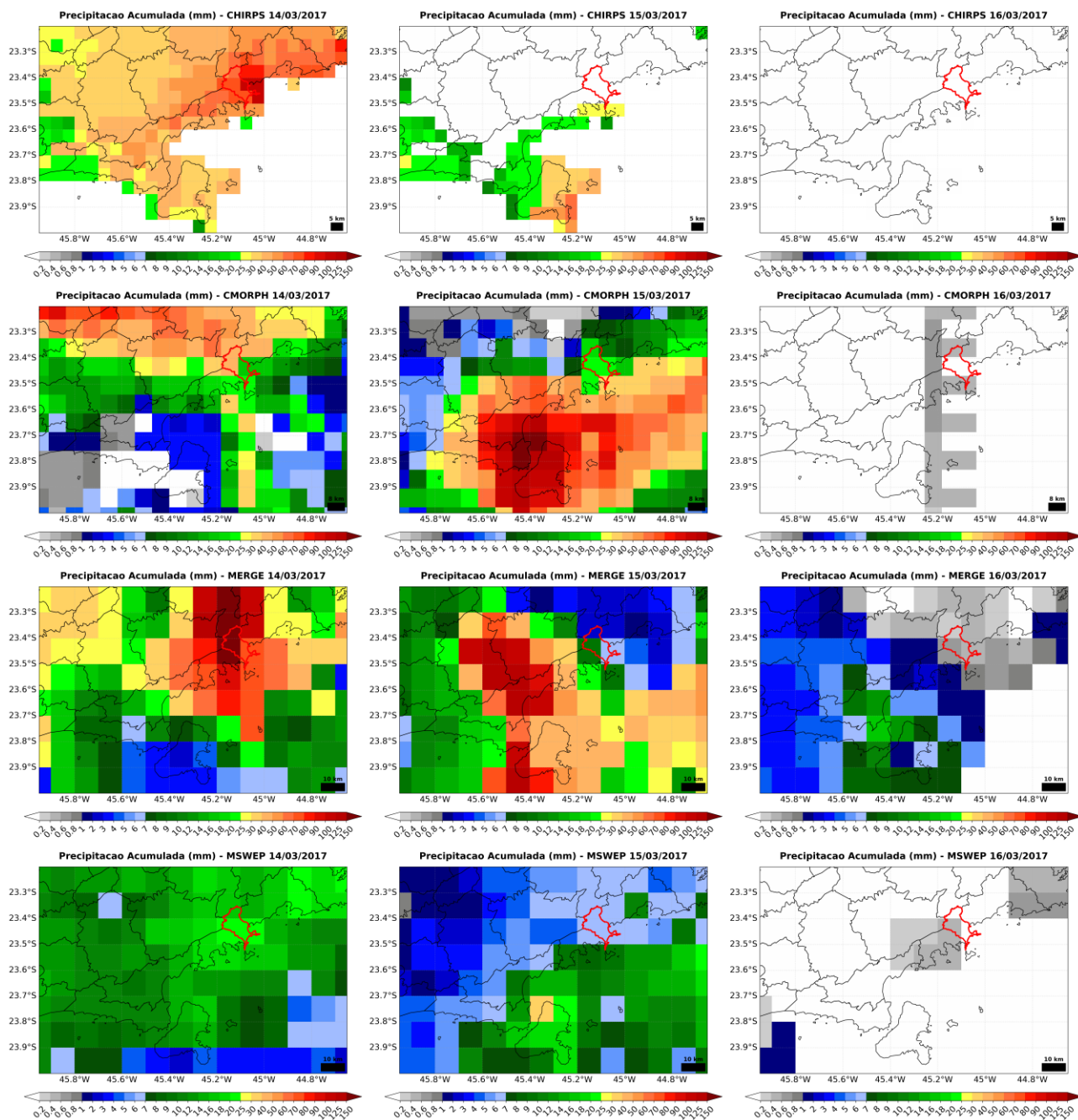


Figura 9 – Evolução da precipitação acumulada diária entre 00Z 14/03/2017 e 00Z 16/03/2017 para os quatro produtos avaliados.

EVENTO 19/03/2017

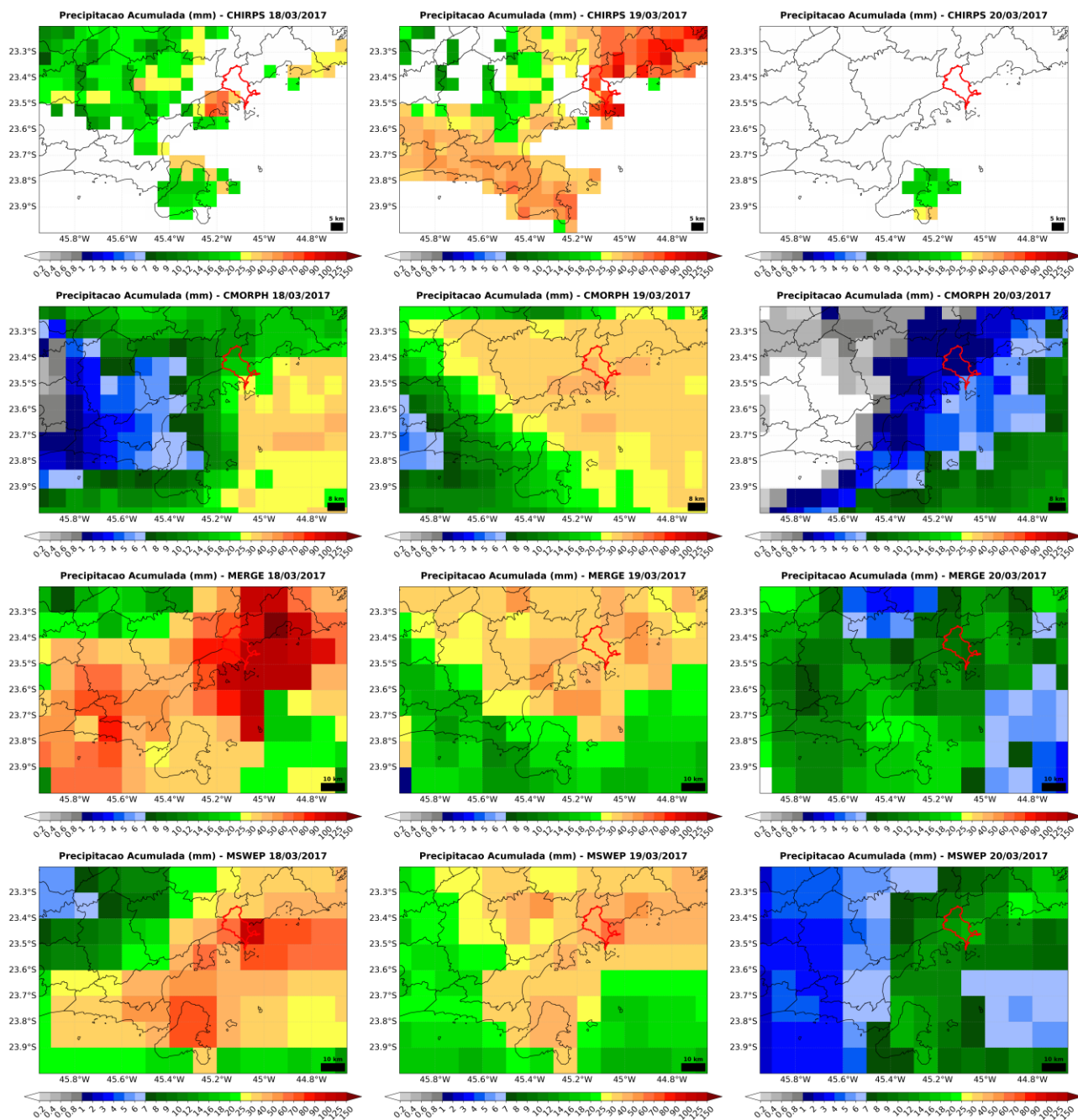


Figura 10 – Evolução da precipitação acumulada diária entre 00Z 18/03/2017 e 00Z 20/03/2017 para os quatro produtos avaliados.

EVENTO 20/03/2017

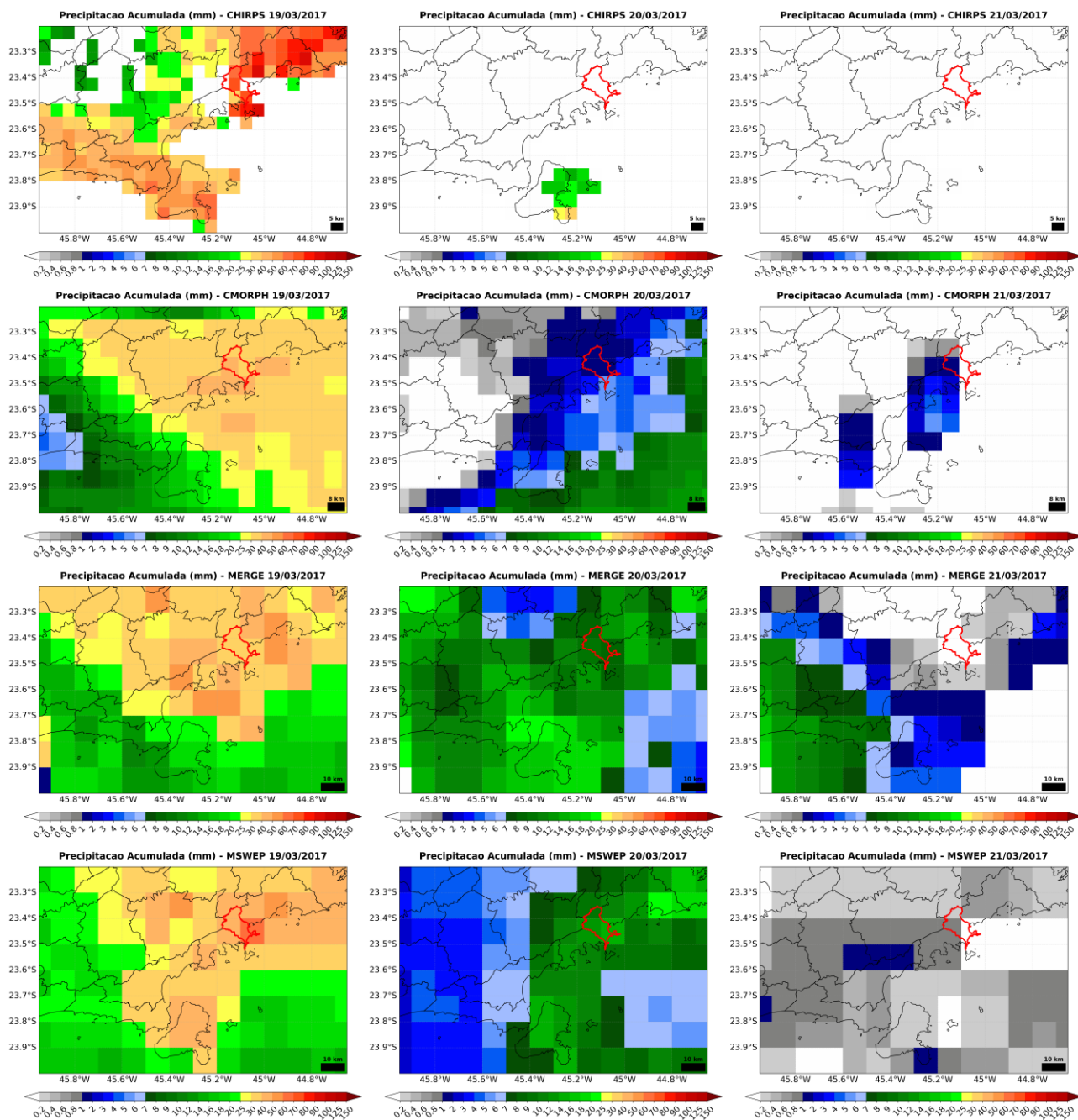


Figura 11 – Evolução da precipitação acumulada diária entre 00Z 19/03/2017 e 00Z 21/03/2017 para os quatro produtos avaliados.

EVENTO 13/02/2018

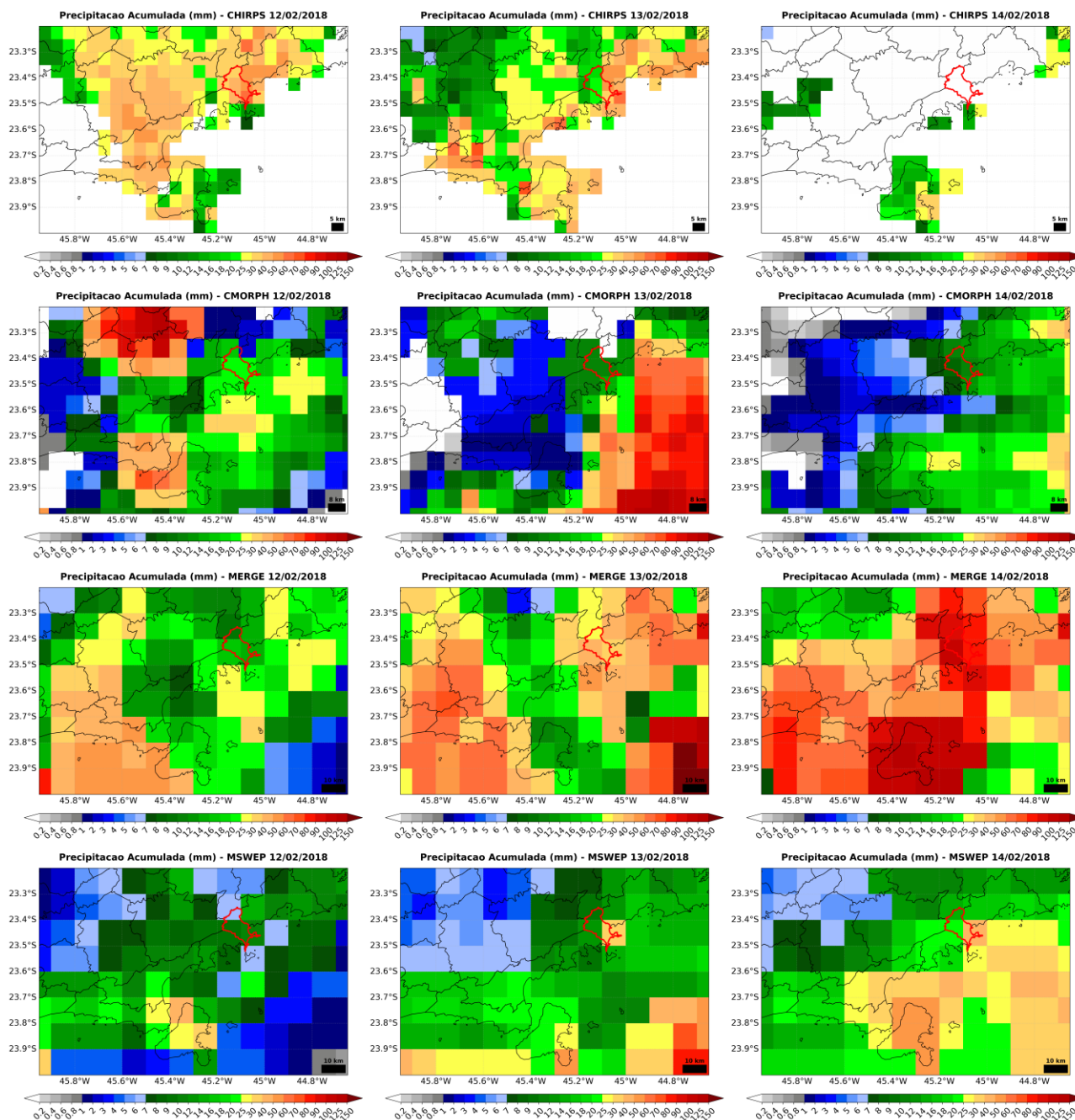


Figura 12 – Evolução da precipitação acumulada diária entre 00Z 12/02/2018 e 00Z 14/02/2018 para os quatro produtos avaliados.

EVENTO 14/02/2018

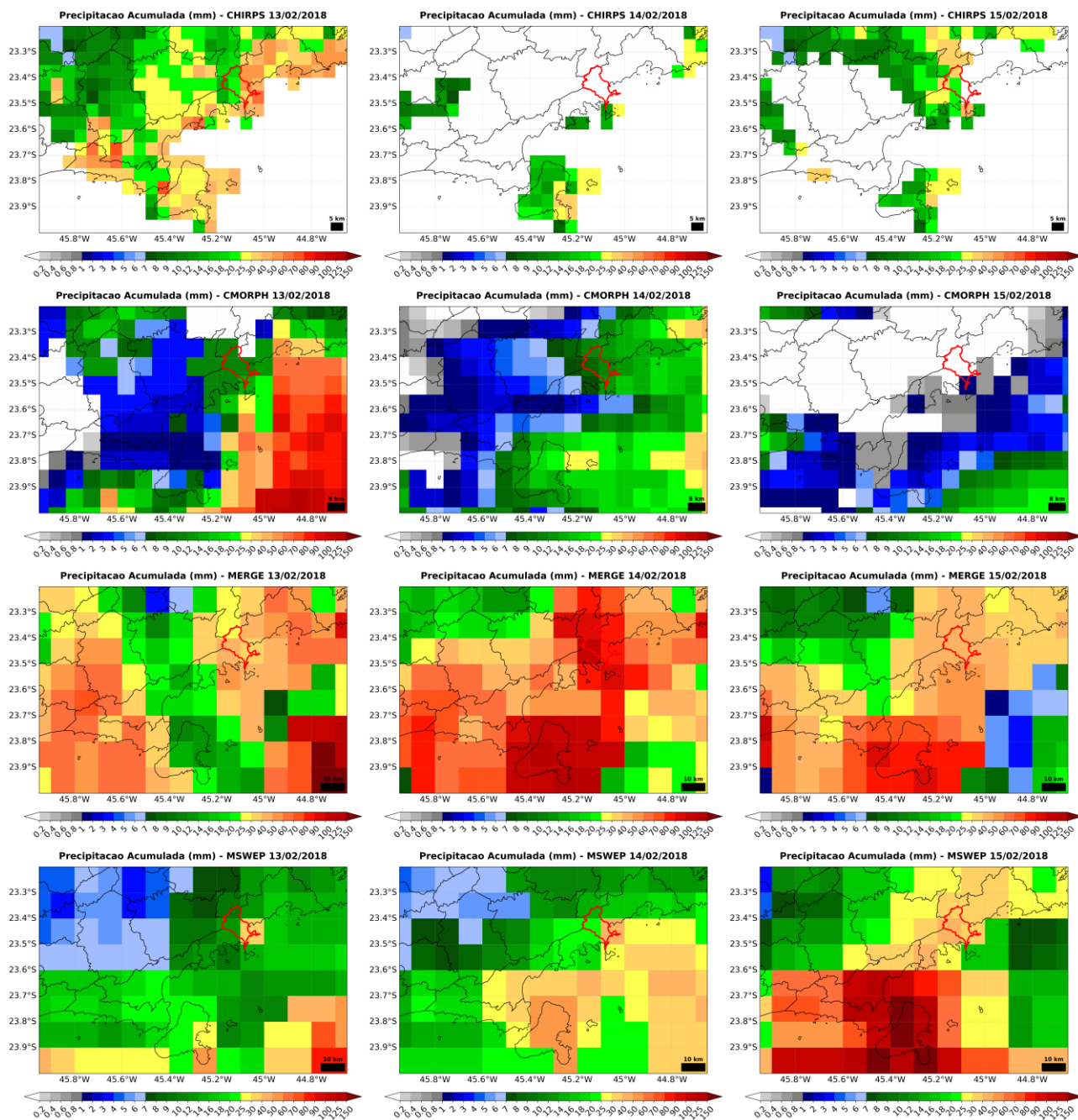


Figura 13 – Evolução da precipitação acumulada diária entre 00Z 13/02/2018 e 00Z 15/02/2018 para os quatro produtos avaliados.

EVENTO 23/02/2018

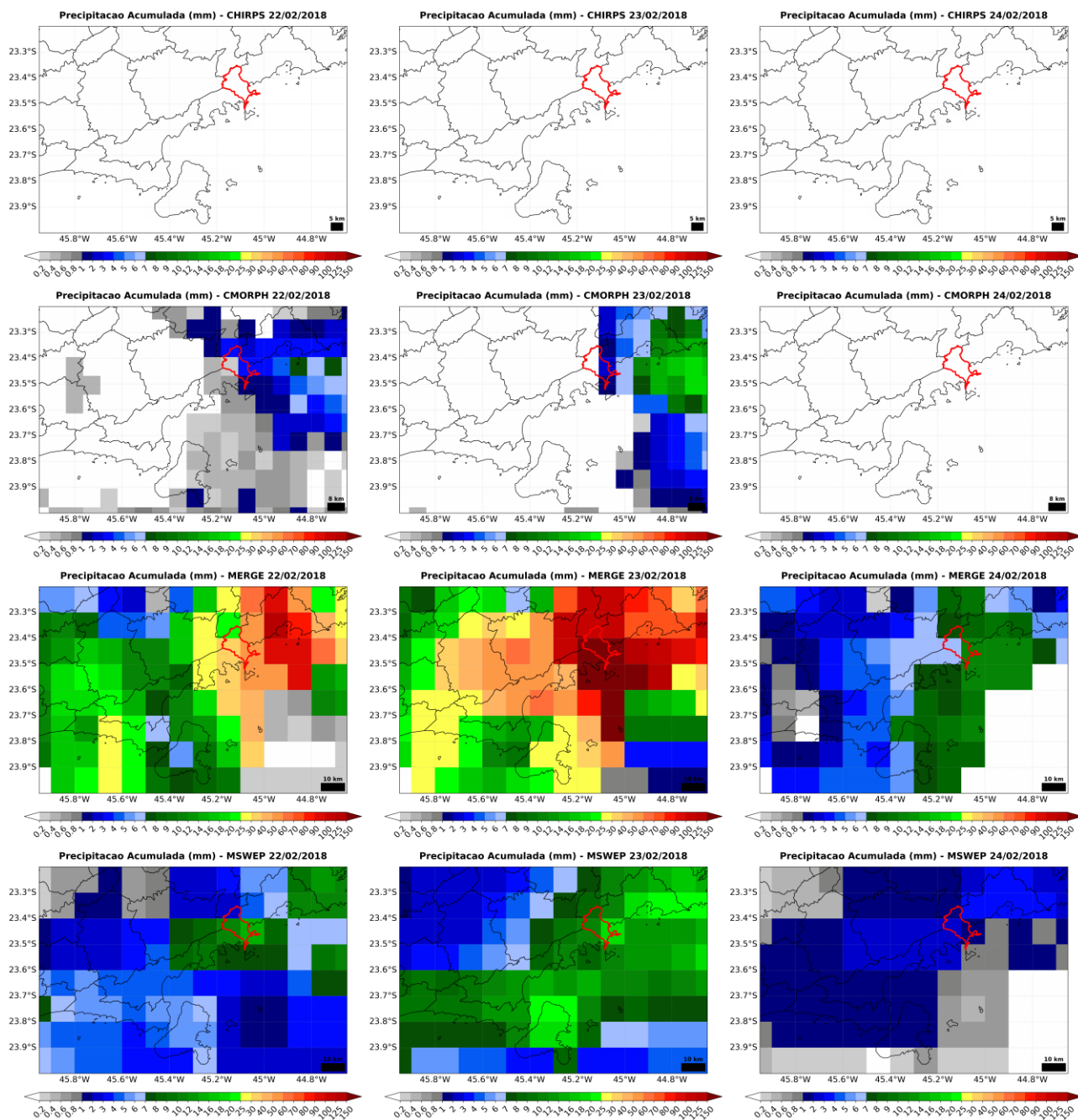


Figura 14 – Evolução da precipitação acumulada diária entre 00Z 22/02/2018 e 00Z 24/02/2018 para os quatro produtos avaliados.

EVENTO 24/02/2018

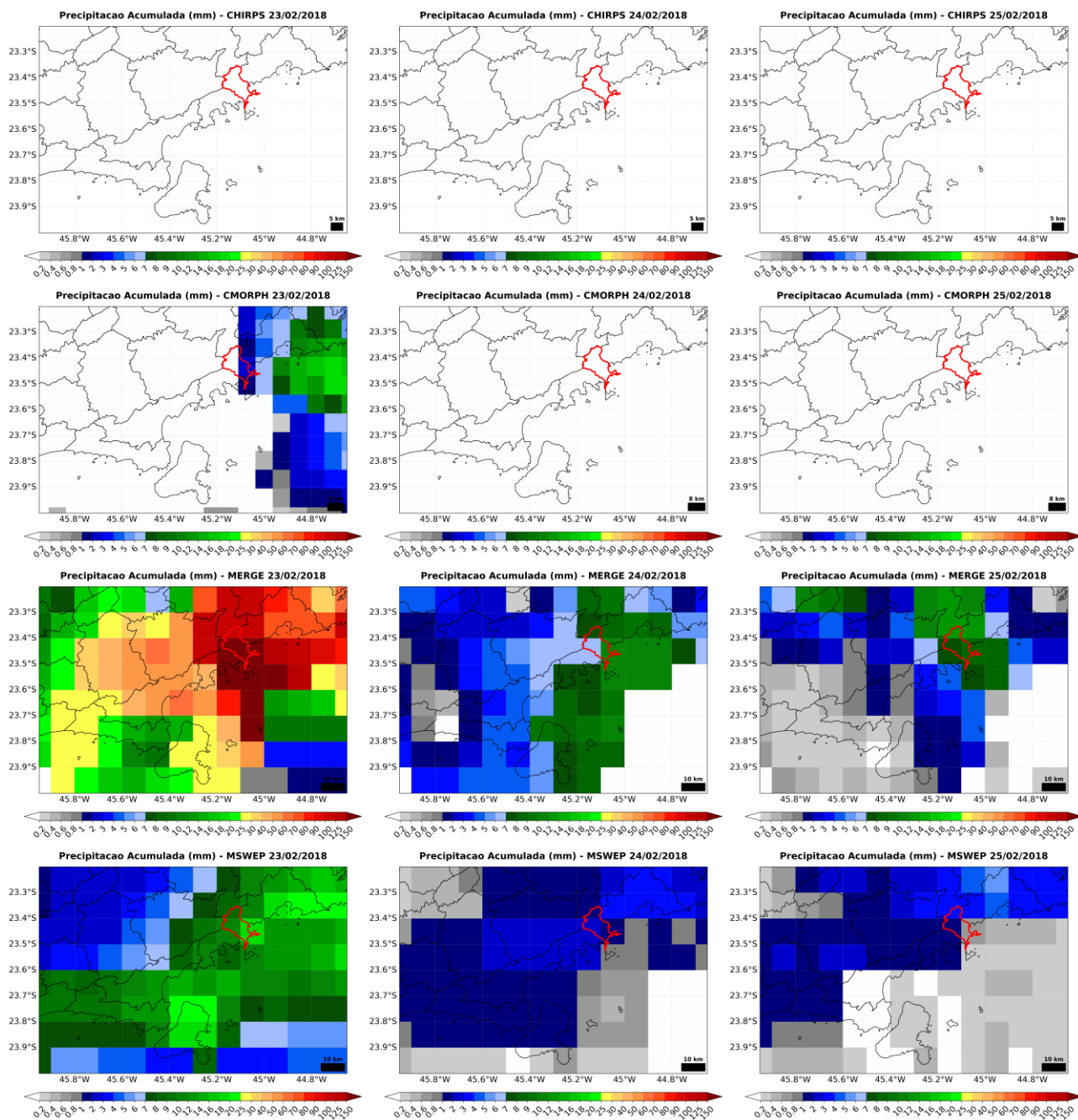


Figura 15 – Evolução da precipitação acumulada diária entre 00Z 23/02/2018 e 00Z 25/02/2018 para os quatro produtos avaliados.

EVENTO 22/03/2018

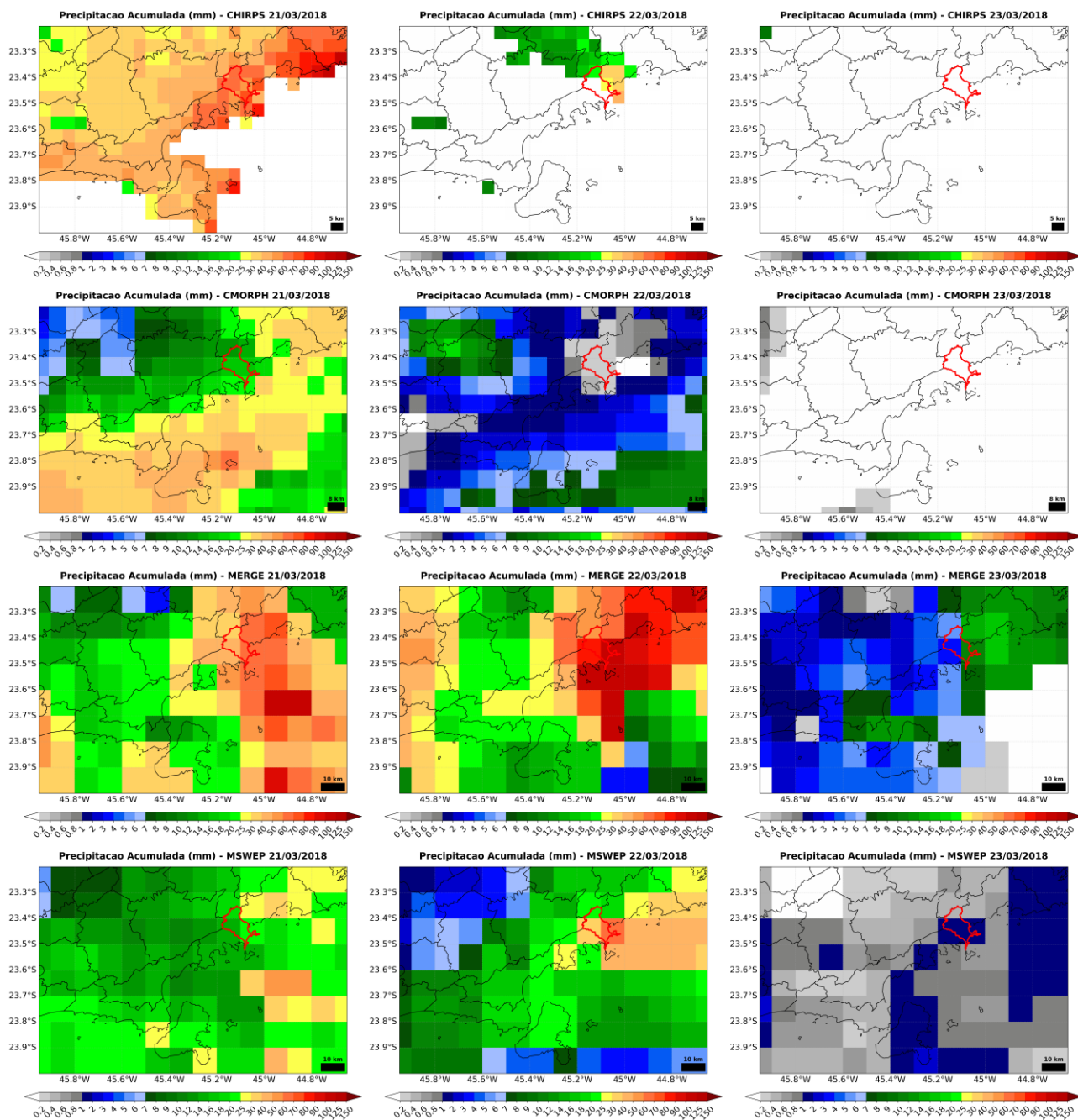


Figura 16 – Evolução da precipitação acumulada diária entre 00Z 21/03/2018 e 00Z 23/03/2018 para os quatro produtos avaliados.

EVENTO 15/04/2018

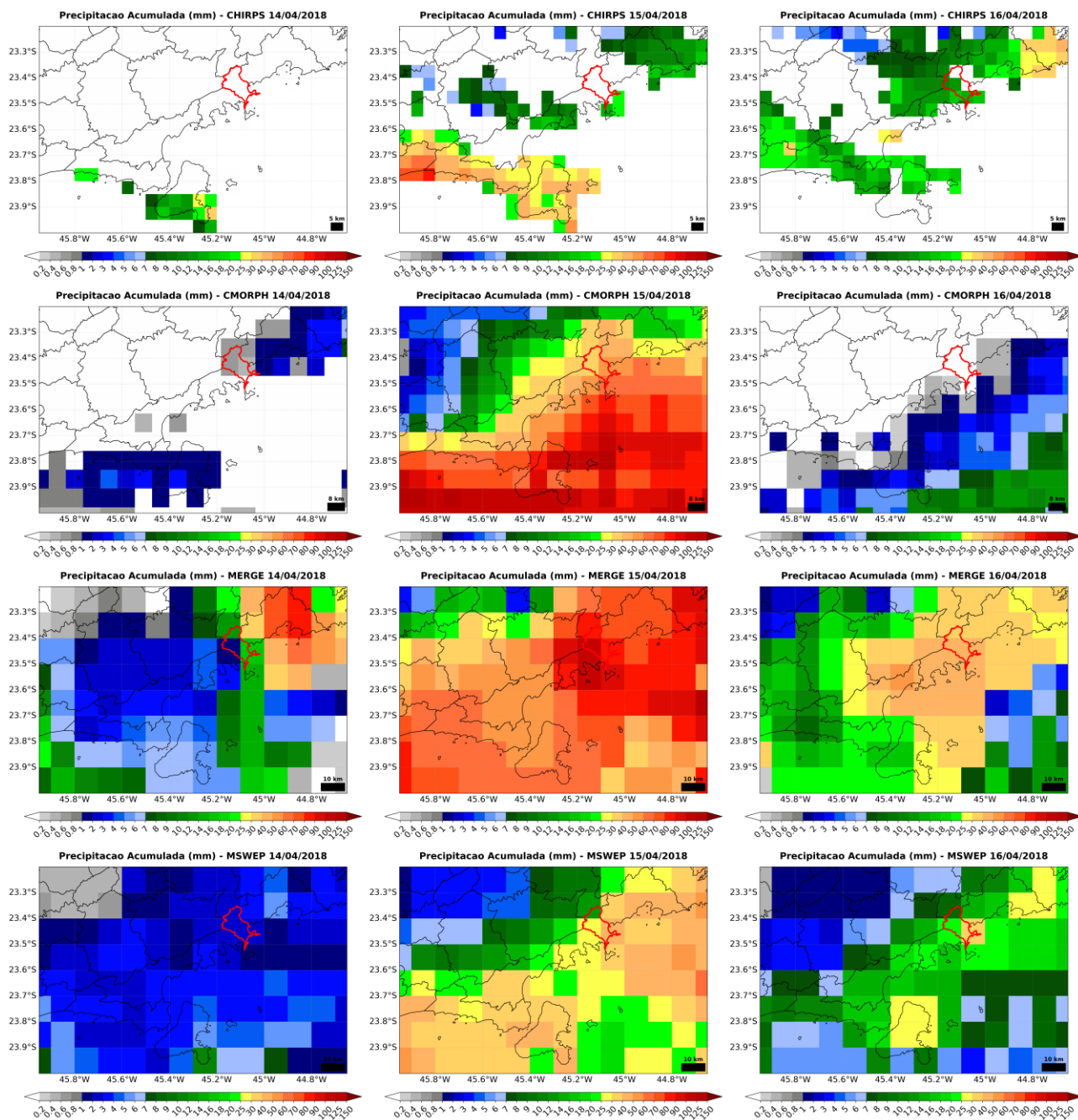


Figura 17 – Evolução da precipitação acumulada diária entre 00Z 14/04/2018 e 00Z 16/04/2018 para os quatro produtos avaliados.

EVENTO 12/10/2018

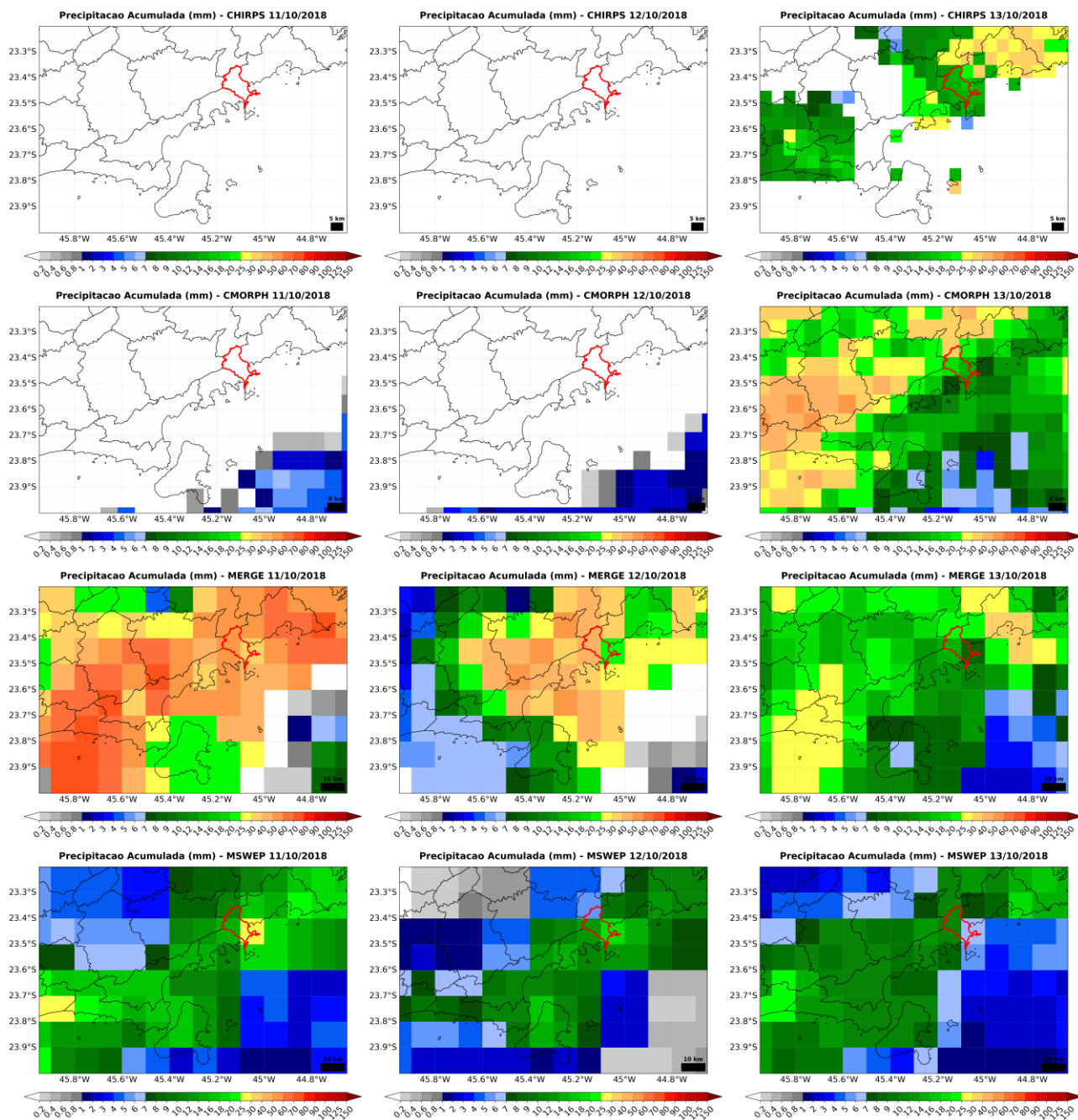


Figura 18 – Evolução da precipitação acumulada diária entre 00Z 11/10/2018 e 00Z 13/10/2018 para os quatro produtos avaliados.

EVENTO 07/11/2018

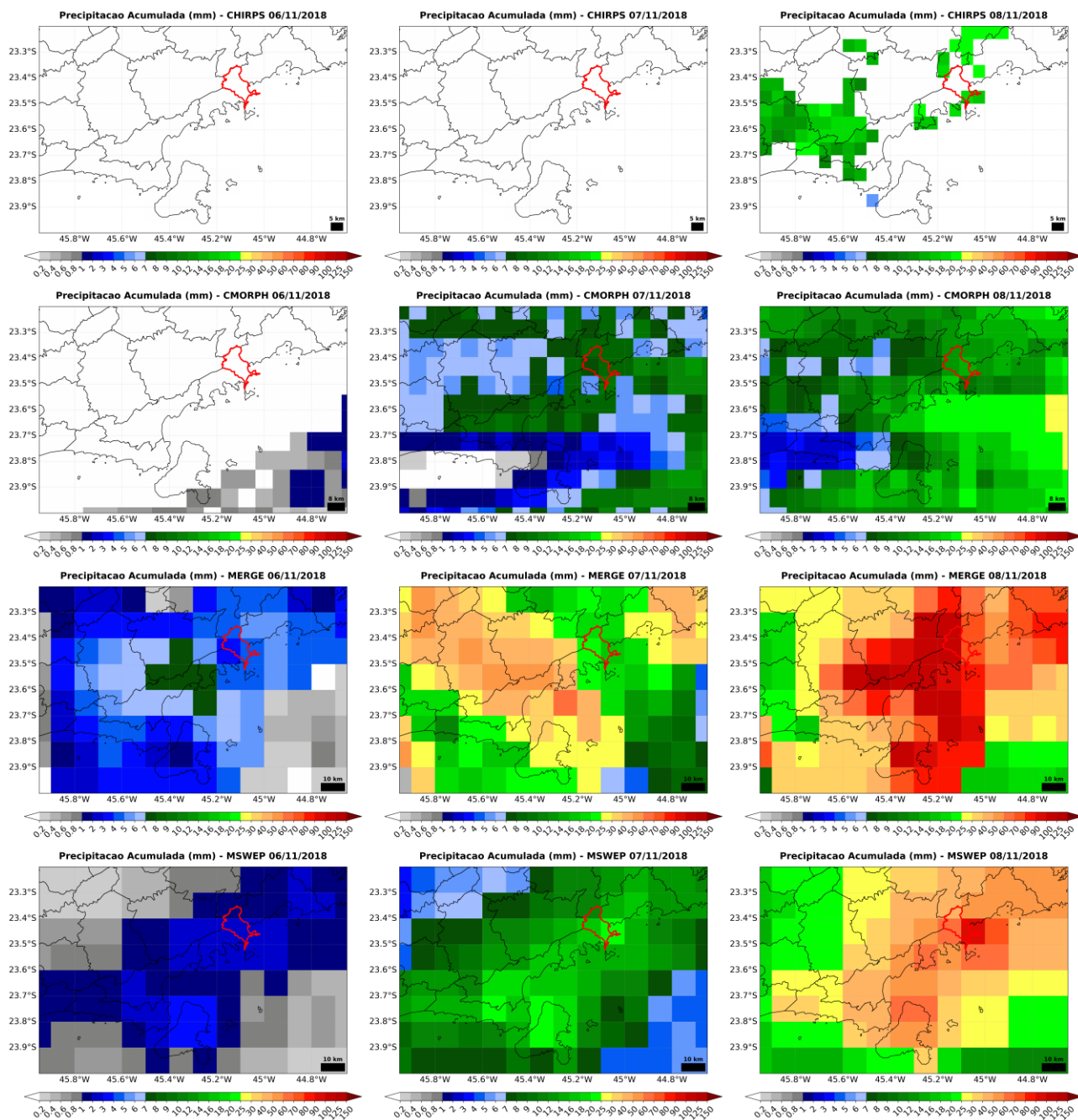


Figura 19 – Evolução da precipitação acumulada diária entre 00Z 06/11/2018 e 00Z 08/11/2018 para os quatro produtos avaliados.

EVENTO 24/12/2018

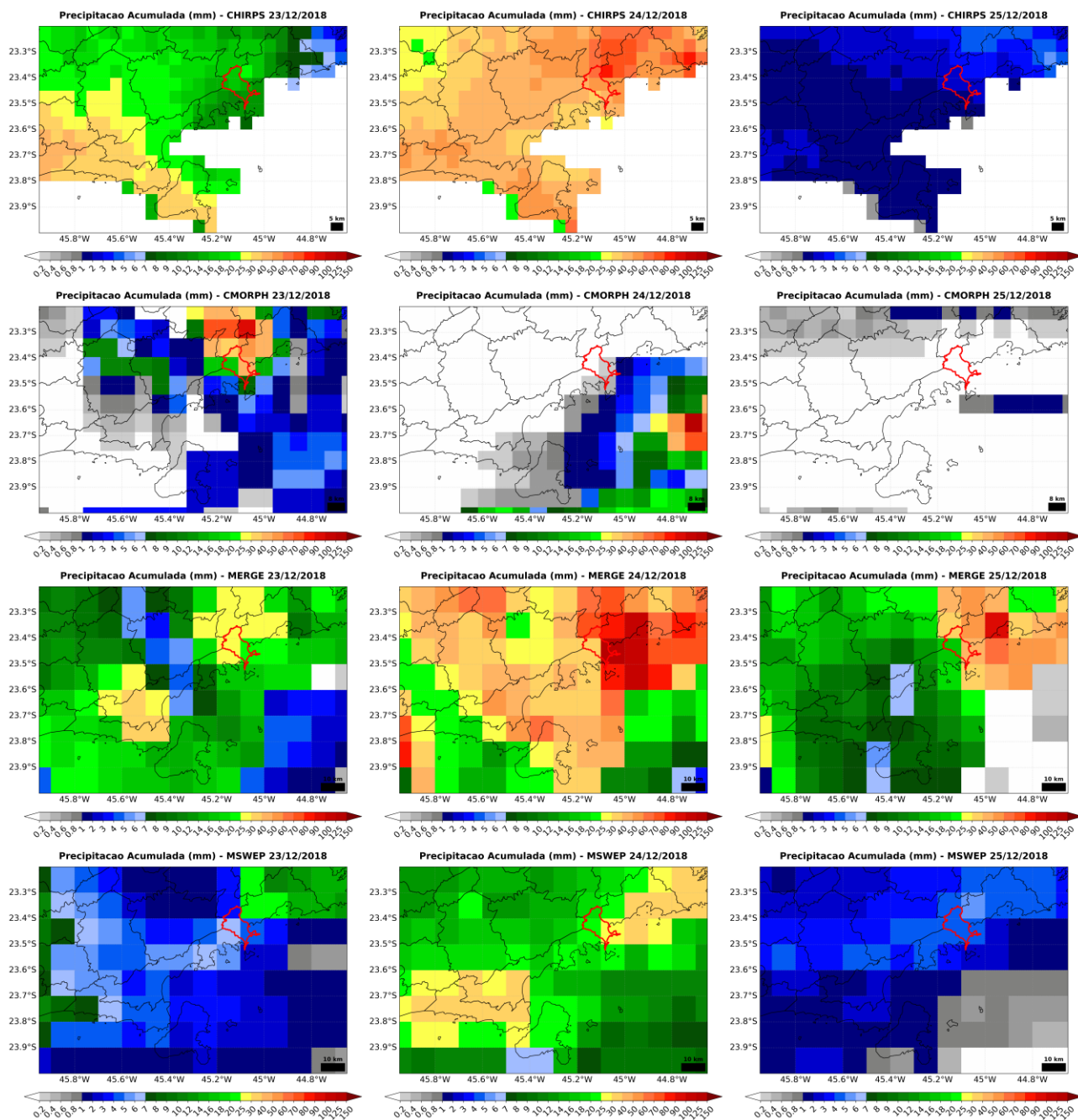


Figura 20 – Evolução da precipitação acumulada diária entre 00Z 23/12/2018 e 00Z 25/12/2018 para os quatro produtos avaliados.

EVENTO 12/02/2019

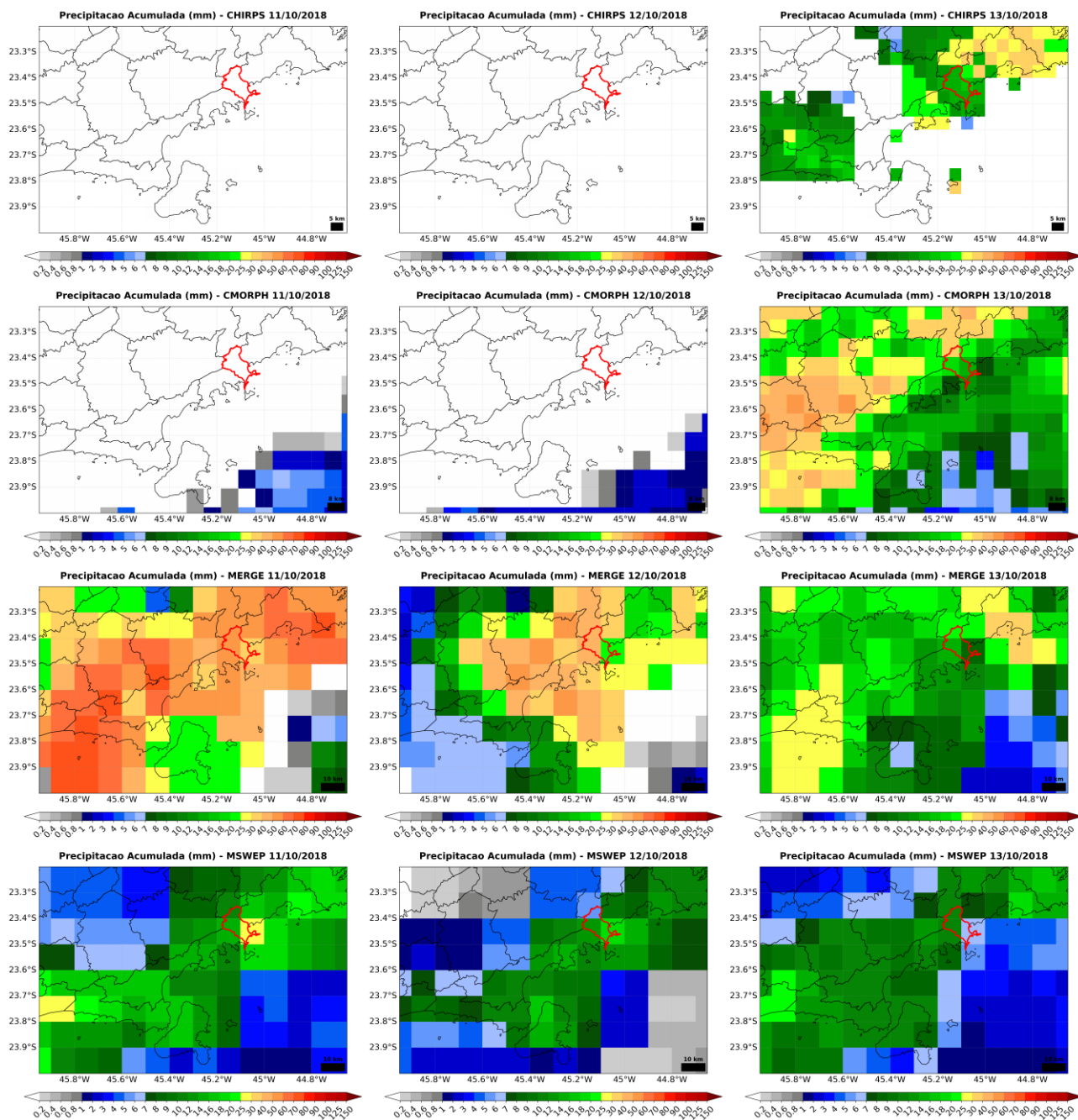


Figura 21 – Evolução da precipitação acumulada diária entre 00Z 11/02/2019 e 00Z 13/02/2019 para os quatro produtos avaliados.

EVENTO 13/02/2019

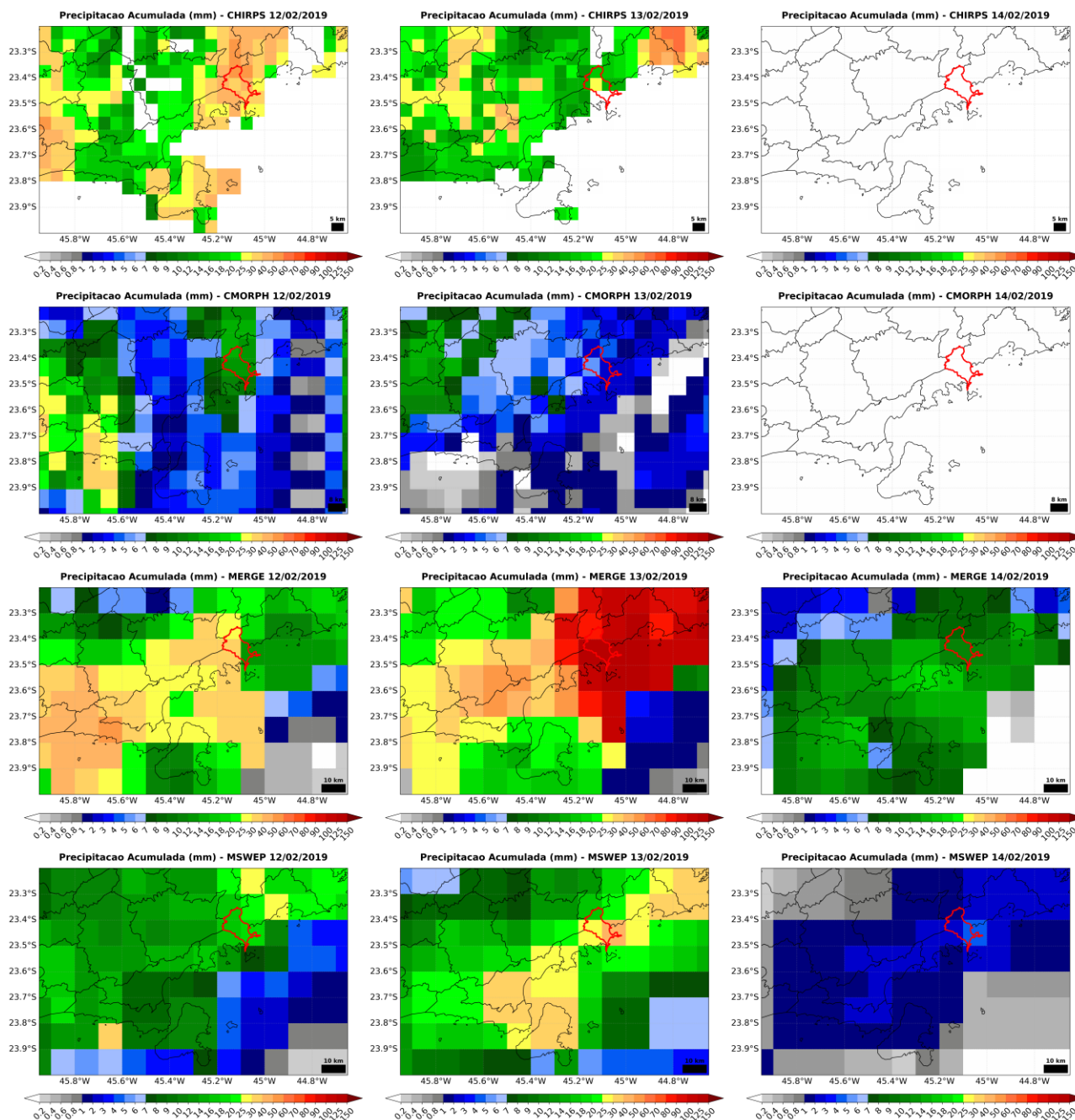


Figura 22 – Evolução da precipitação acumulada diária entre 00Z 12/02/2019 e 00Z 14/02/2019 para os quatro produtos avaliados.

EVENTO 11/03/2019

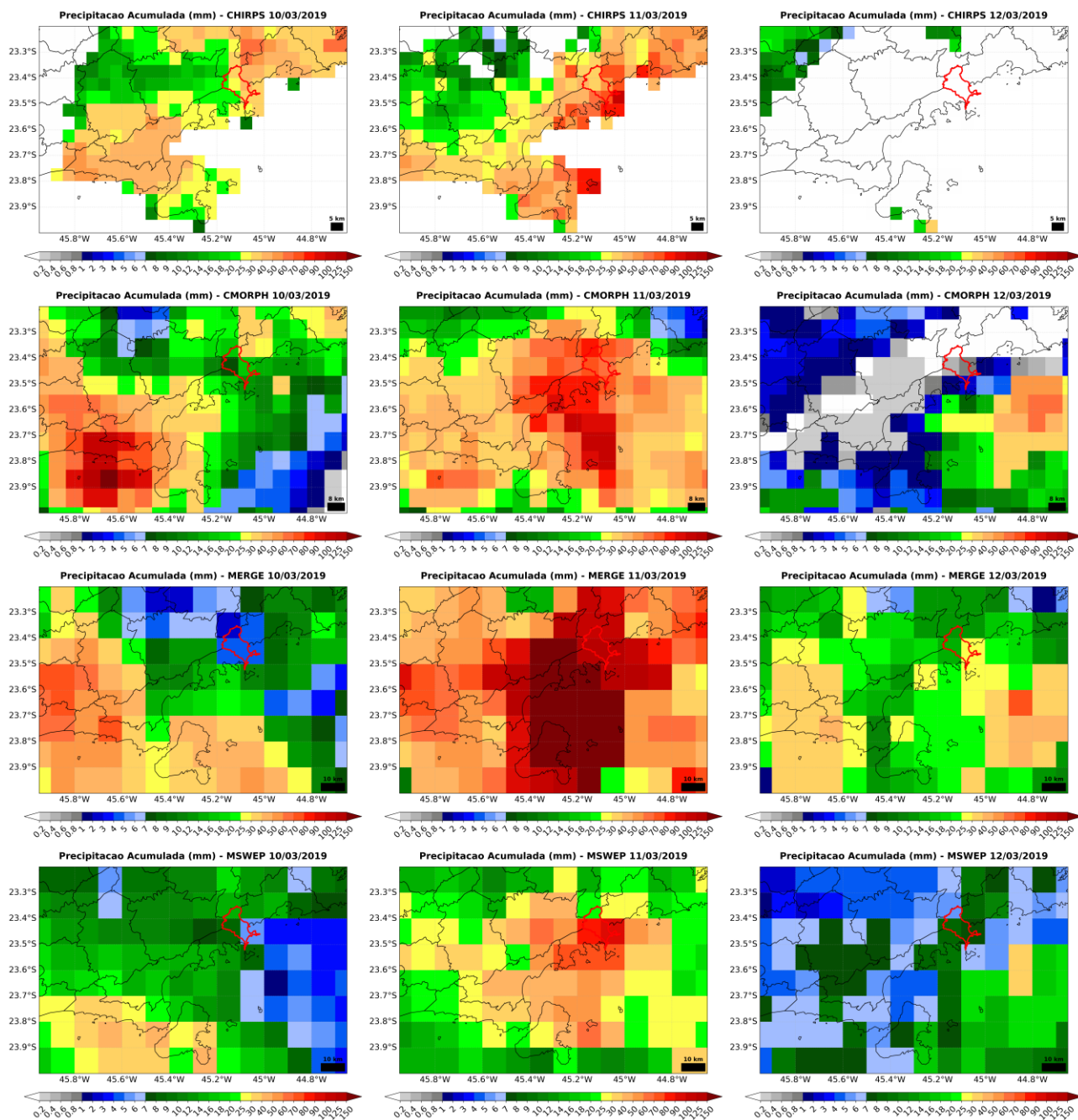


Figura 23 – Evolução da precipitação acumulada diária entre 00Z 10/03/2019 e 00Z 12/03/2019 para os quatro produtos avaliados.

EVENTO 17/05/2019

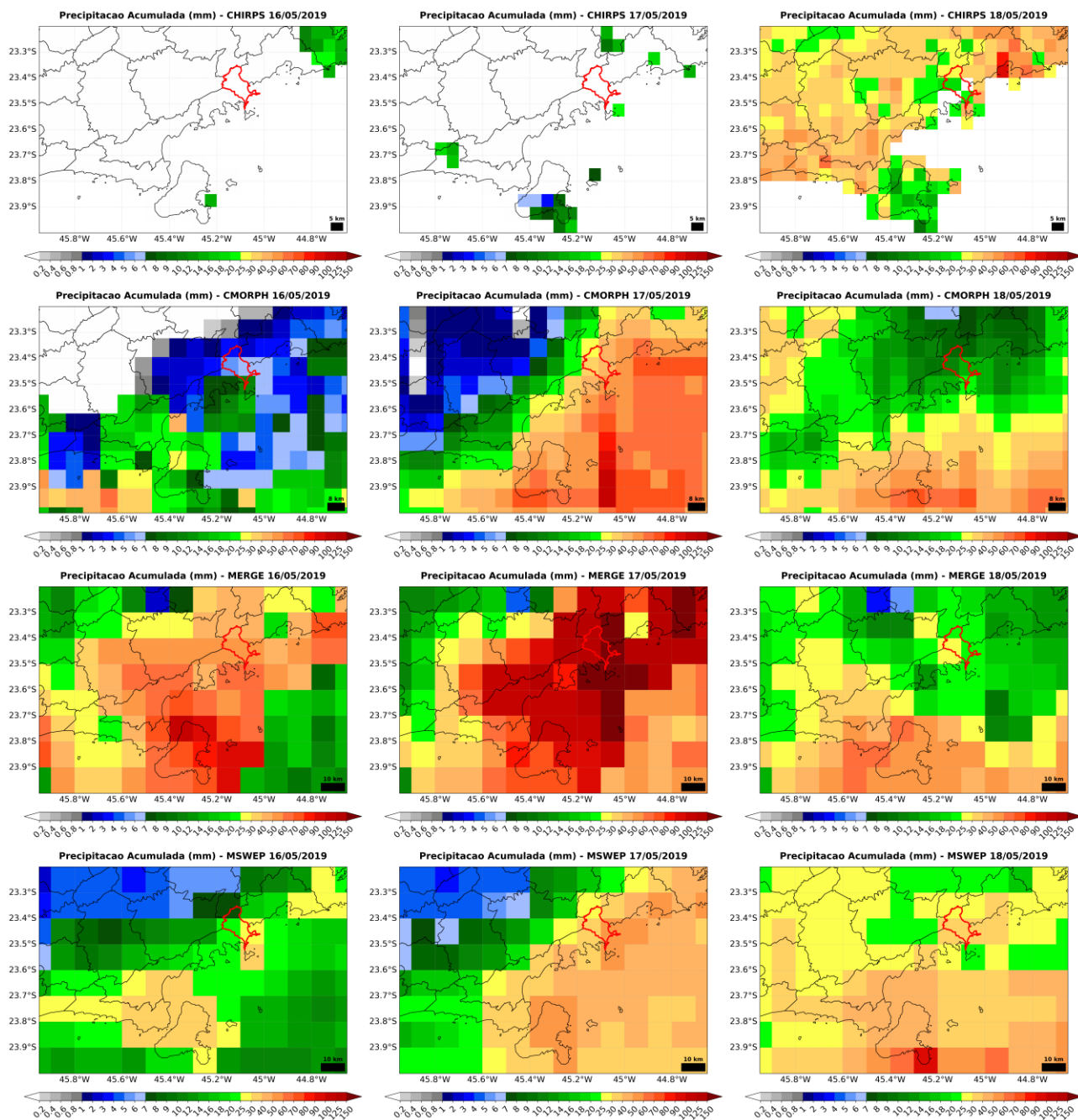


Figura 24 – Evolução da precipitação acumulada diária entre 00Z 16/05/2019 e 00Z 18/05/2019 para os quatro produtos avaliados.

EVENTO 22/02/2020

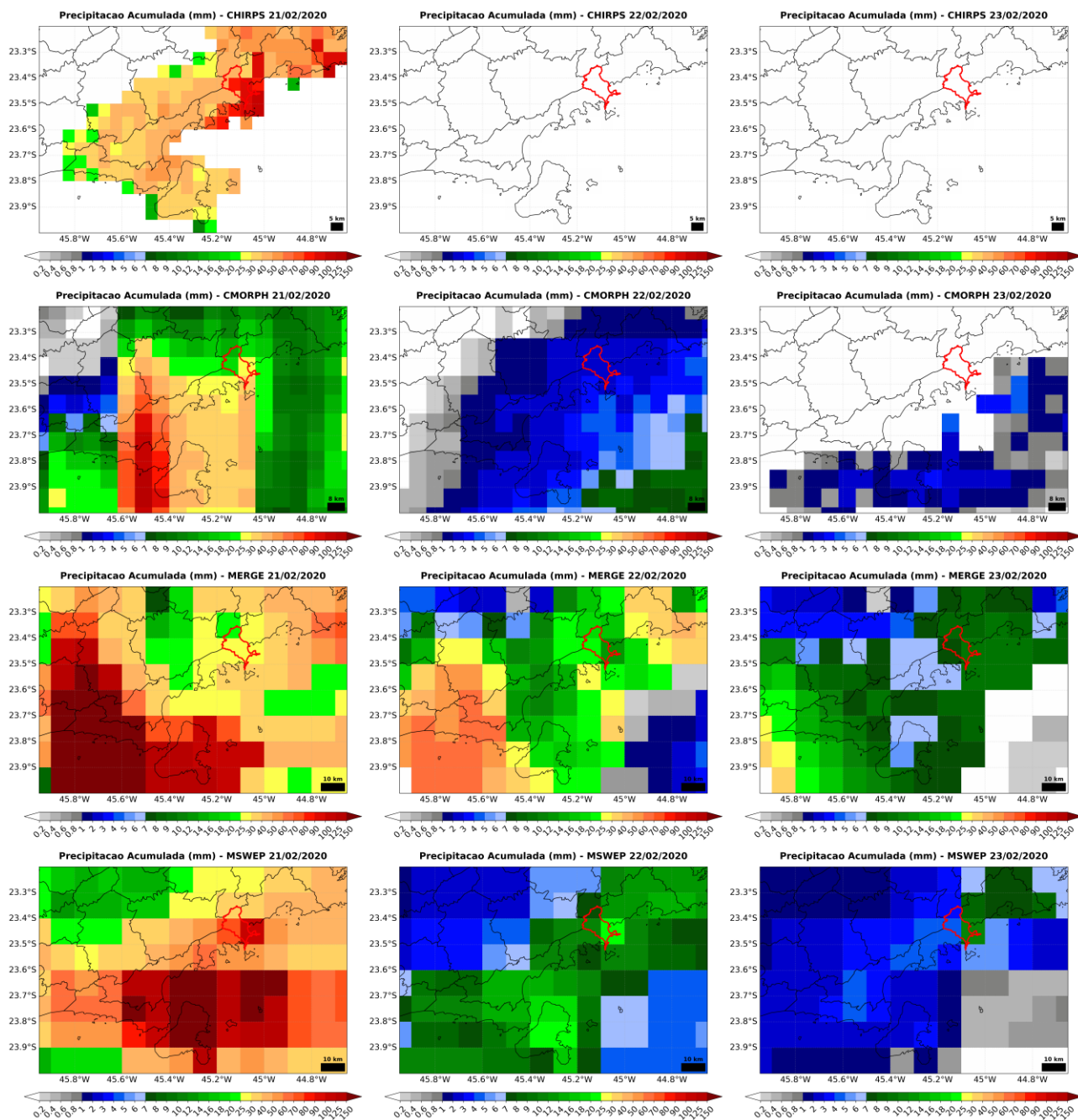


Figura 25 – Evolução da precipitação acumulada diária entre 00Z 21/02/2020 e 00Z 23/02/2020 para os quatro produtos avaliados.

EVENTO 20/08/2020

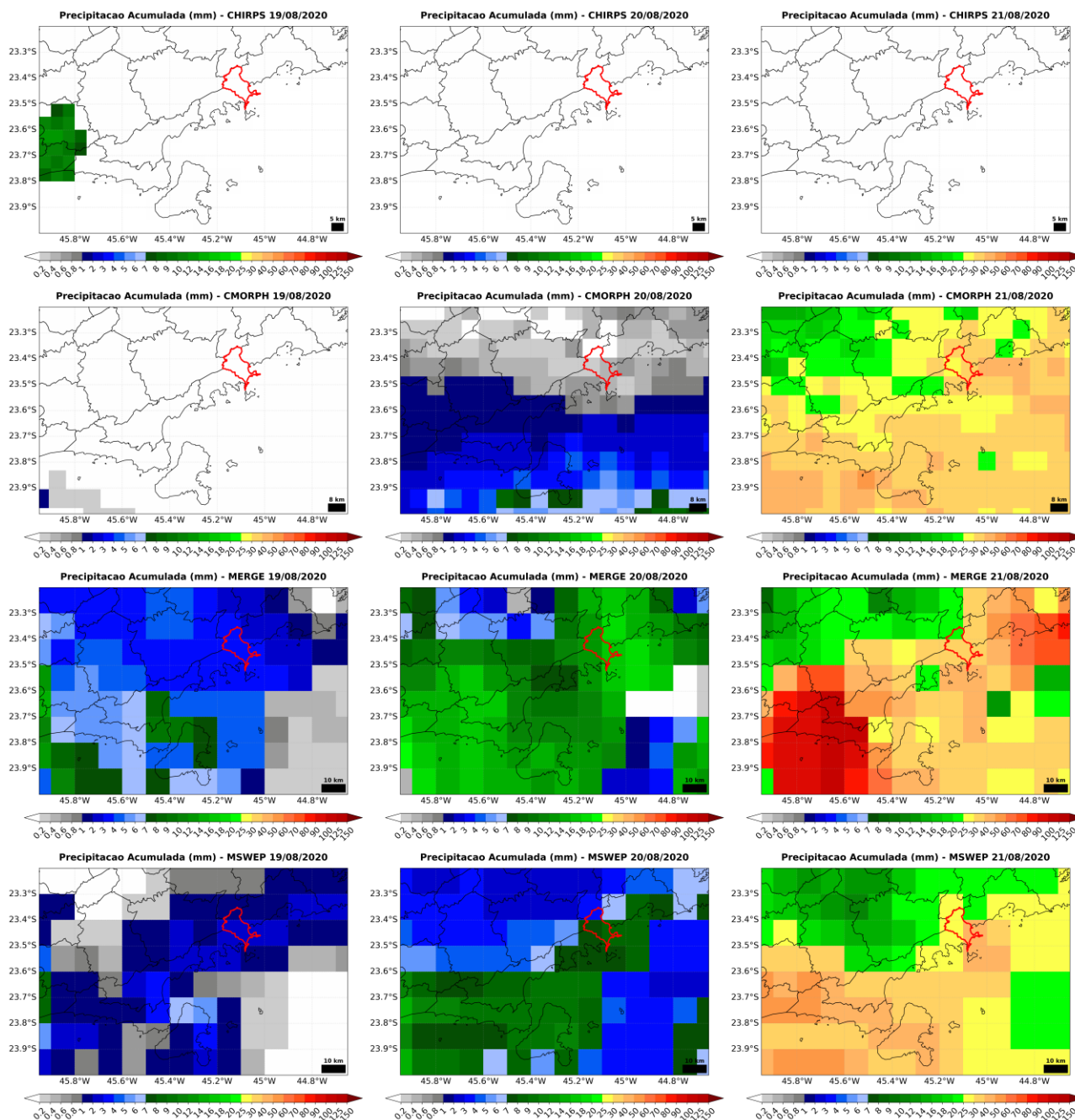


Figura 26 – Evolução da precipitação acumulada diária entre 00Z 19/08/2020 e 00Z 21/08/2020 para os quatro produtos avaliados.

EVENTO 31/12/2020

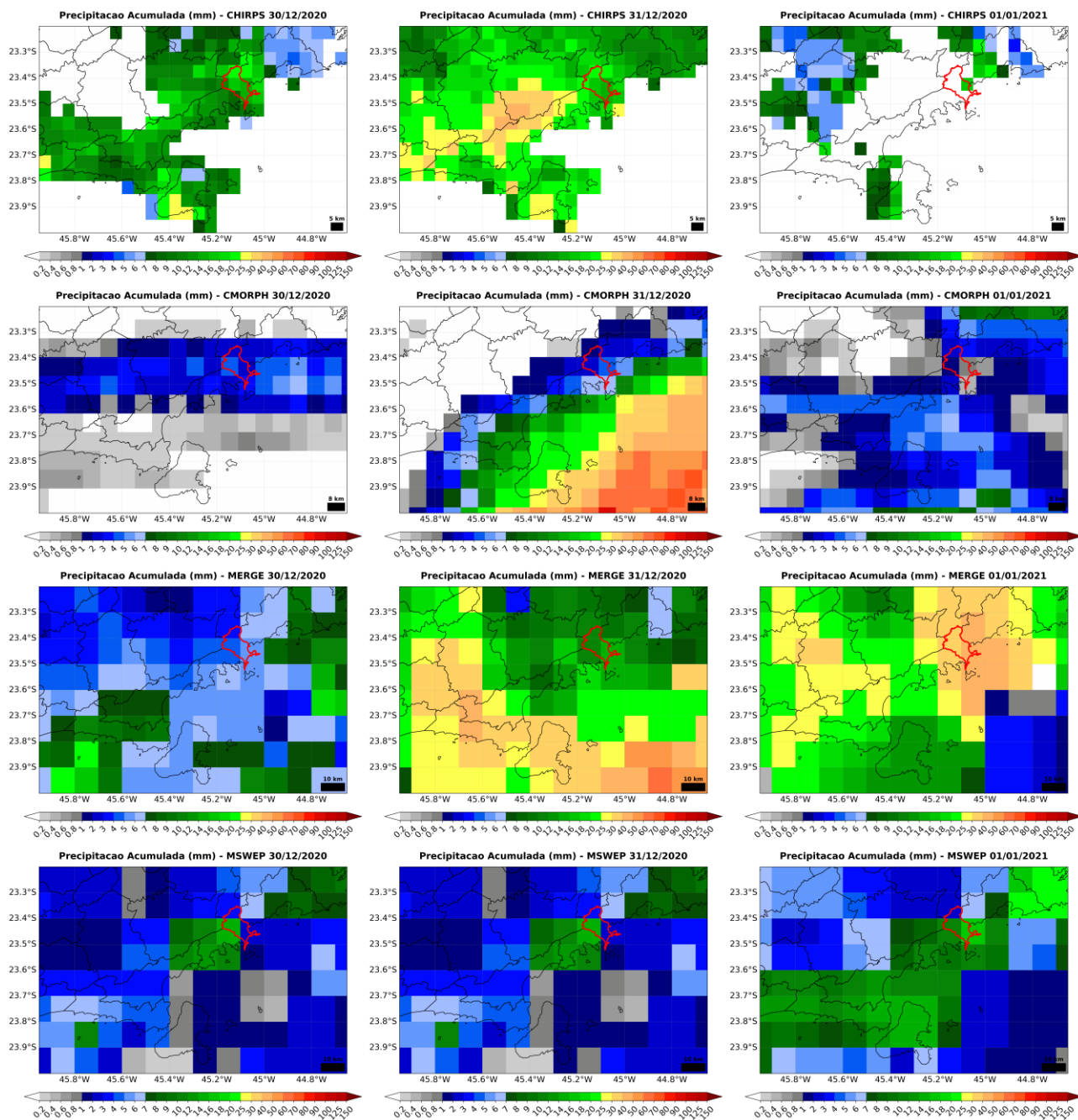


Figura 27 – Evolução da precipitação acumulada diária entre 00Z 30/12/2020 e 00Z 01/01/2021 para os quatro produtos avaliados.

EVENTO 02/01/2021

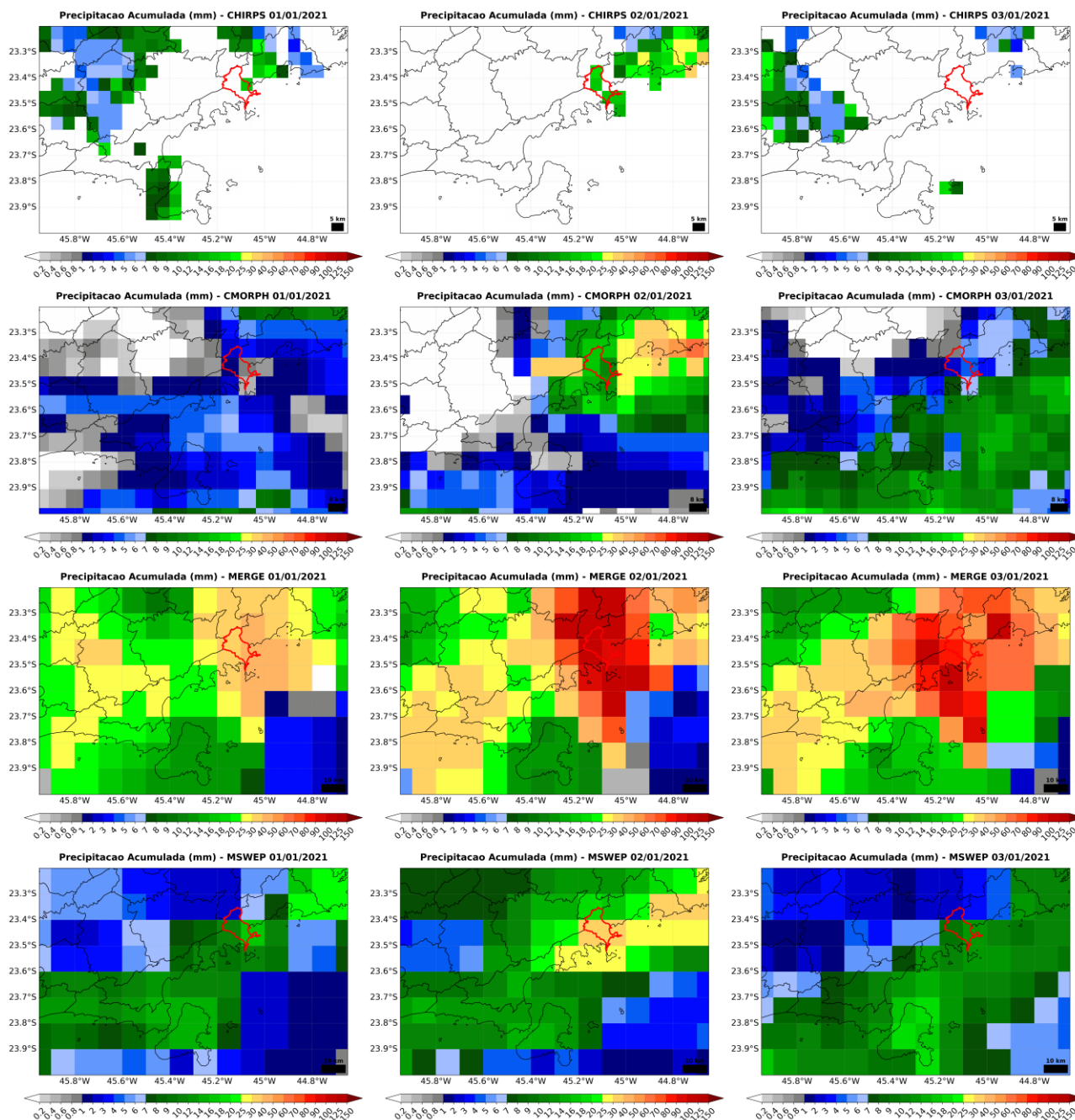


Figura 28 – Evolução da precipitação acumulada diária entre 00Z 01/01/2021 e 00Z 03/01/2021 para os quatro produtos avaliados.

EVENTO 21/02/2021

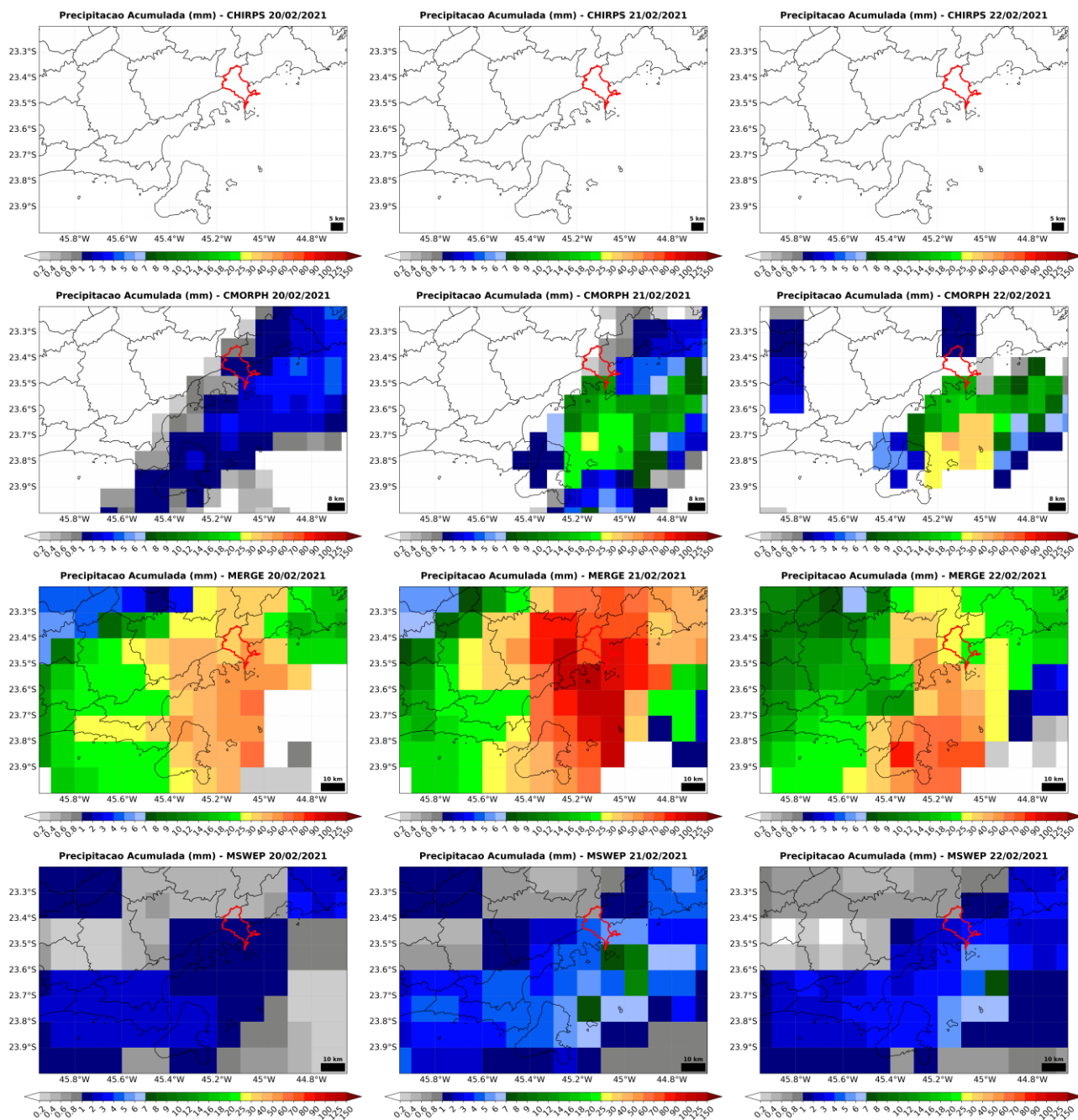


Figura 29 – Evolução da precipitação acumulada diária entre 00Z 20/02/2021 e 00Z 22/02/2021 para os quatro produtos avaliados.

EVENTO 30/12/2021

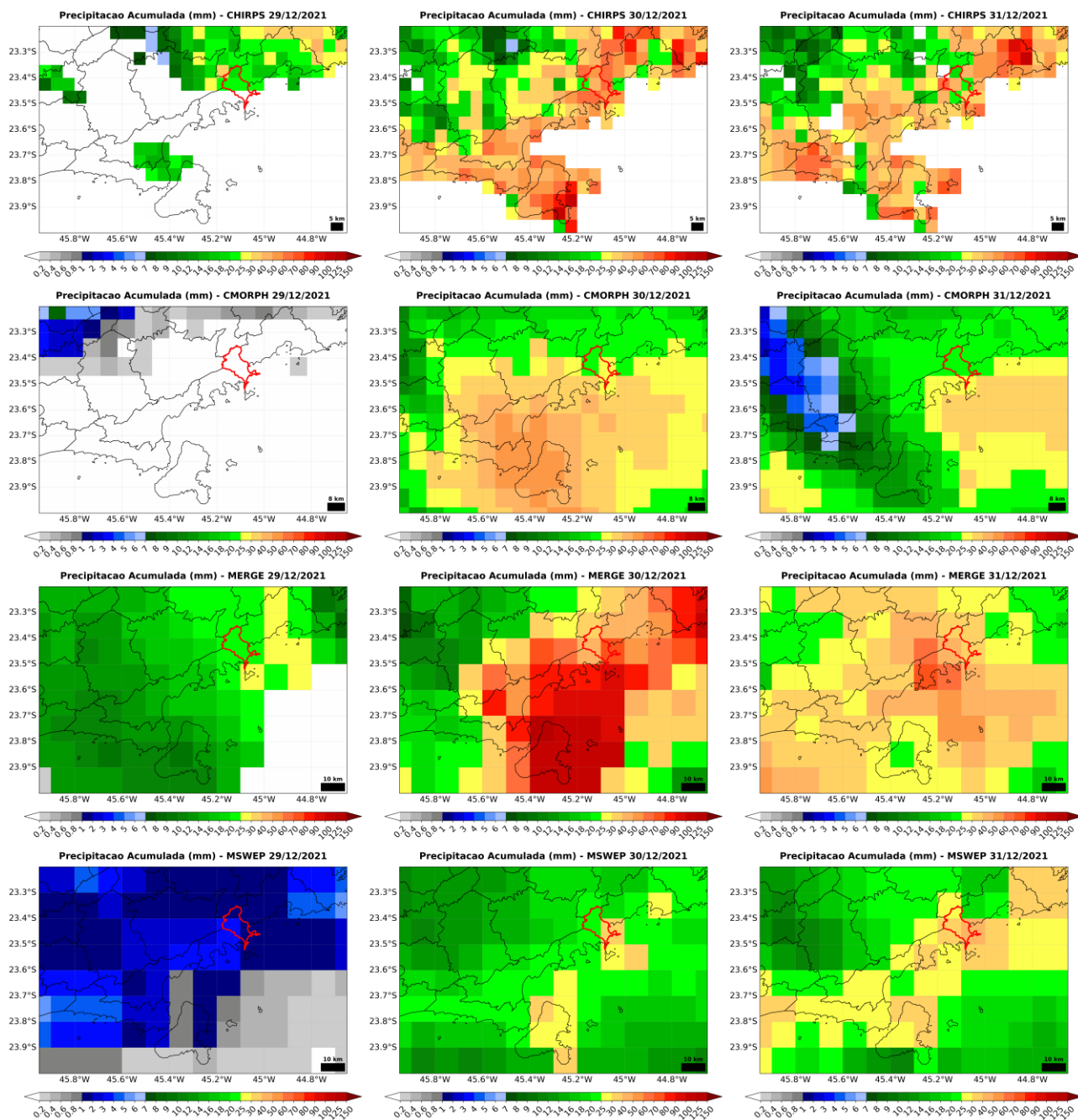


Figura 30 – Evolução da precipitação acumulada diária entre 00Z 29/12/2021 e 00Z 31/12/2021 para os quatro produtos avaliados.

EVENTO 08/01/2022

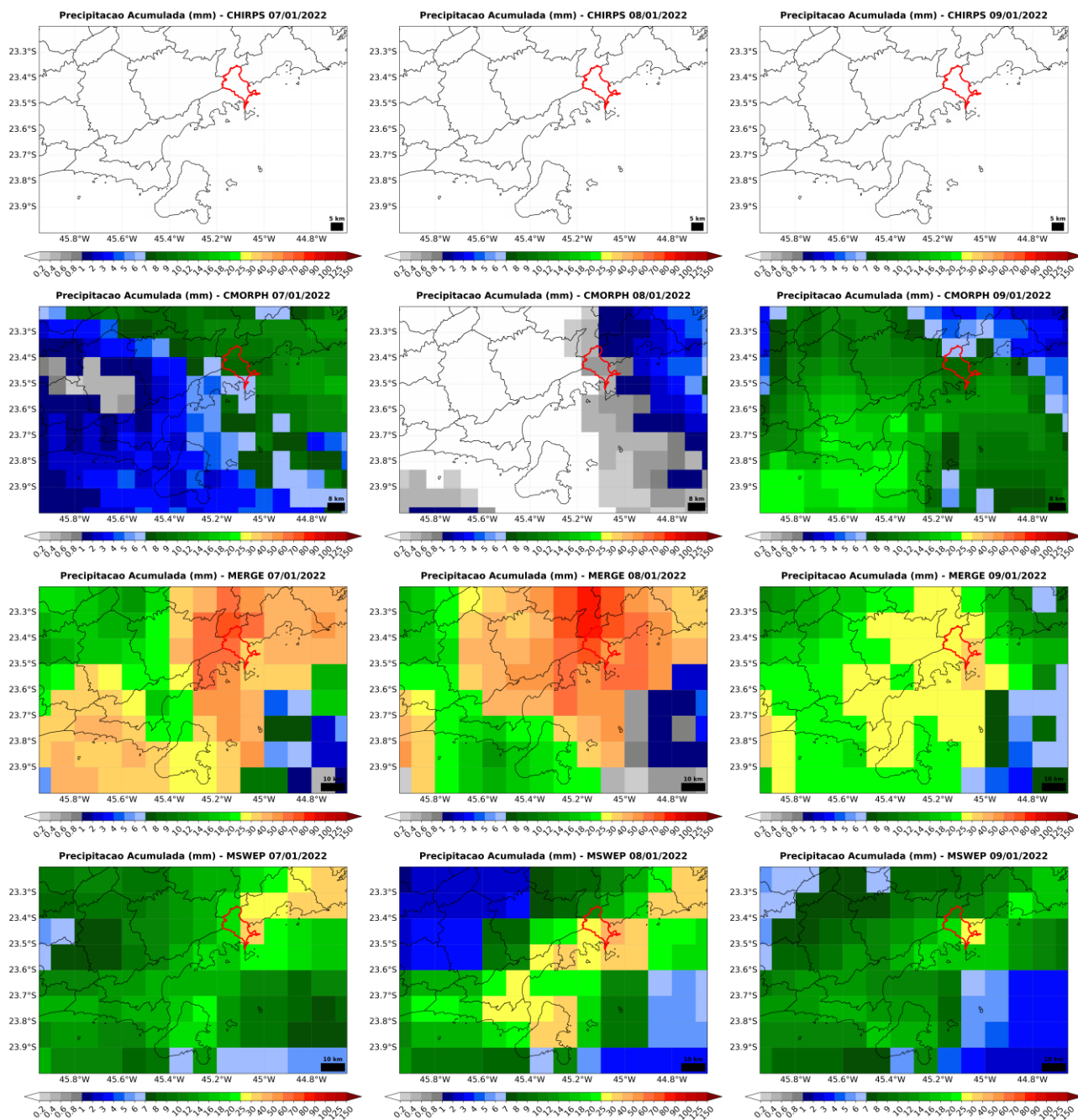


Figura 31 – Evolução da precipitação acumulada diária entre 00Z 07/01/2022 e 00Z 09/01/2022 para os quatro produtos avaliados.

EVENTO 19/03/2022

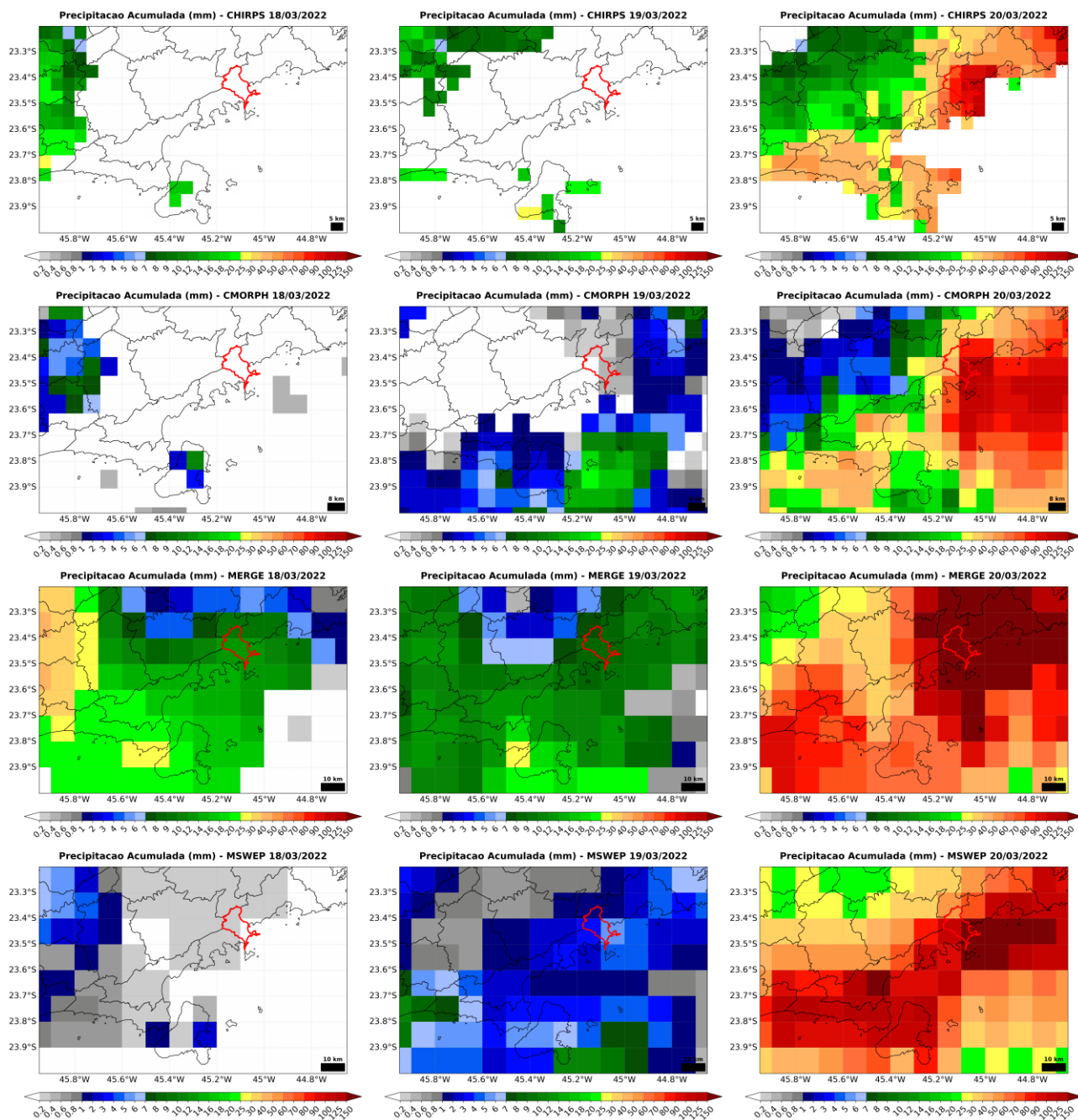


Figura 32 – Evolução da precipitação acumulada diária entre 00Z 18/03/2022 e 00Z 20/03/2022 para os quatro produtos avaliados.

EVENTO 31/03/2022

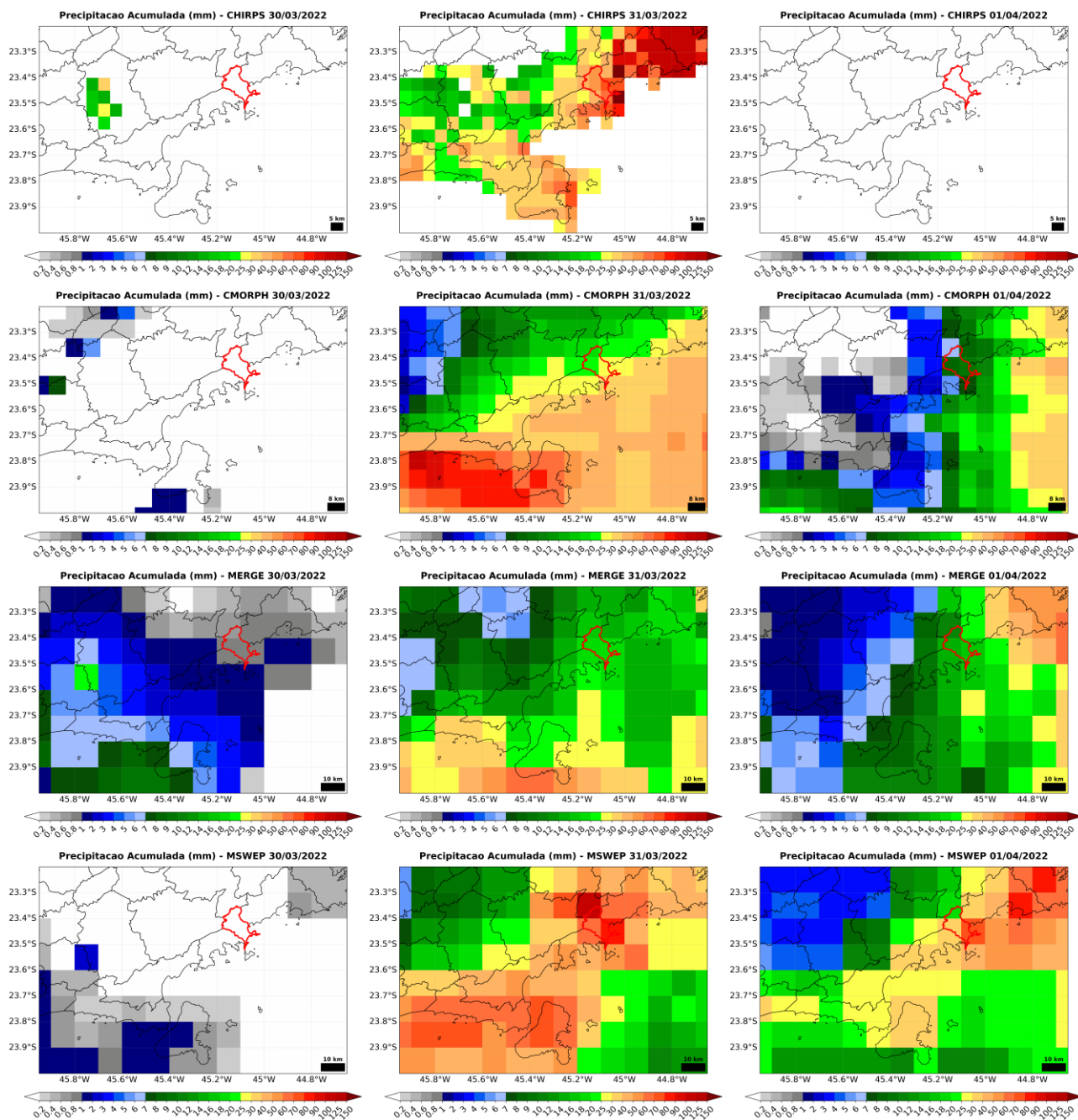


Figura 33 – Evolução da precipitação acumulada diária entre 00Z 30/03/2022 e 00Z 01/04/2022 para os quatro produtos avaliados.

EVENTO 03/04/2022

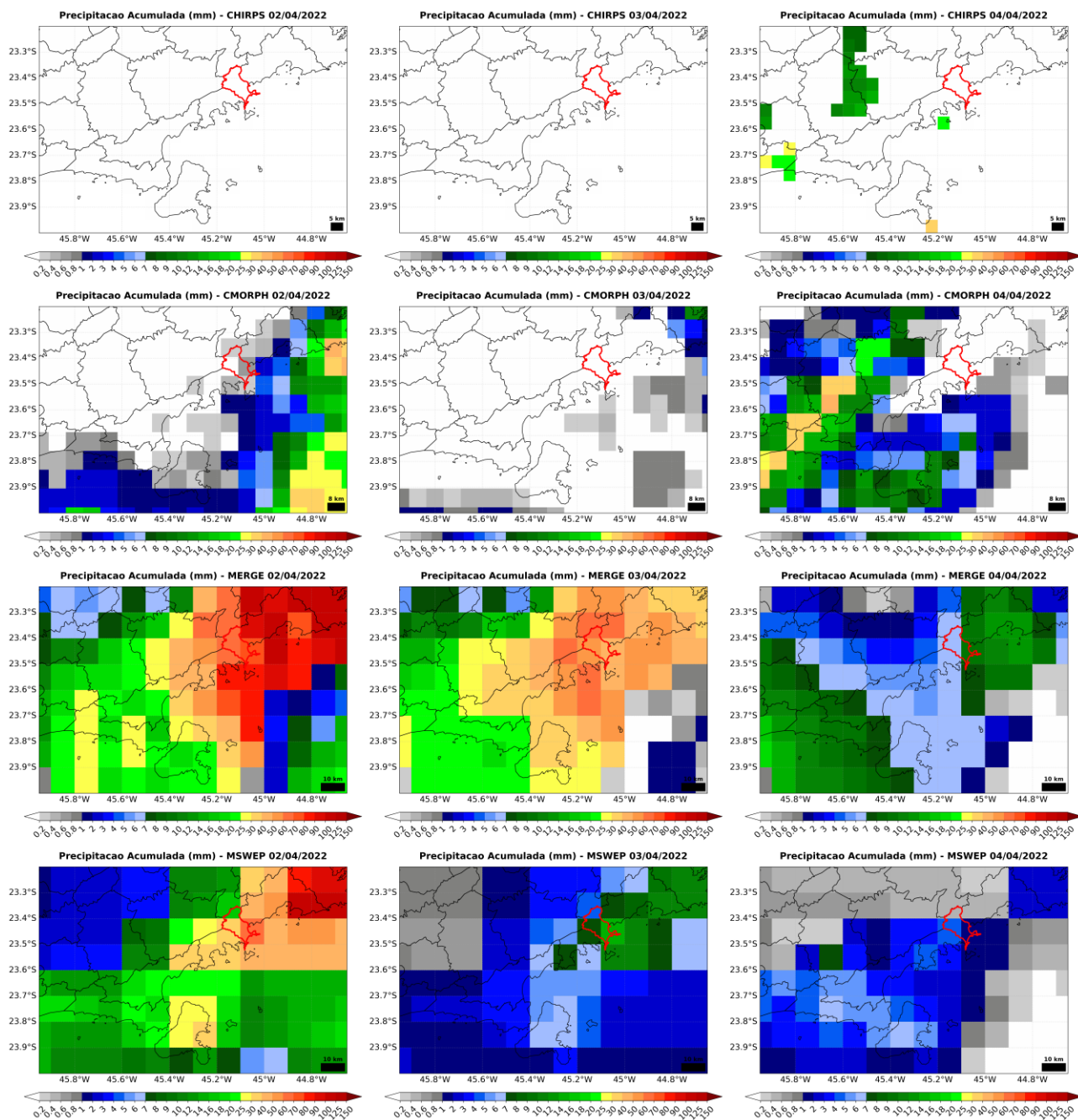


Figura 34 – Evolução da precipitação acumulada diária entre 00Z 02/04/2022 e 00Z 04/04/2022 para os quatro produtos avaliados.

EVENTO 21/12/2022

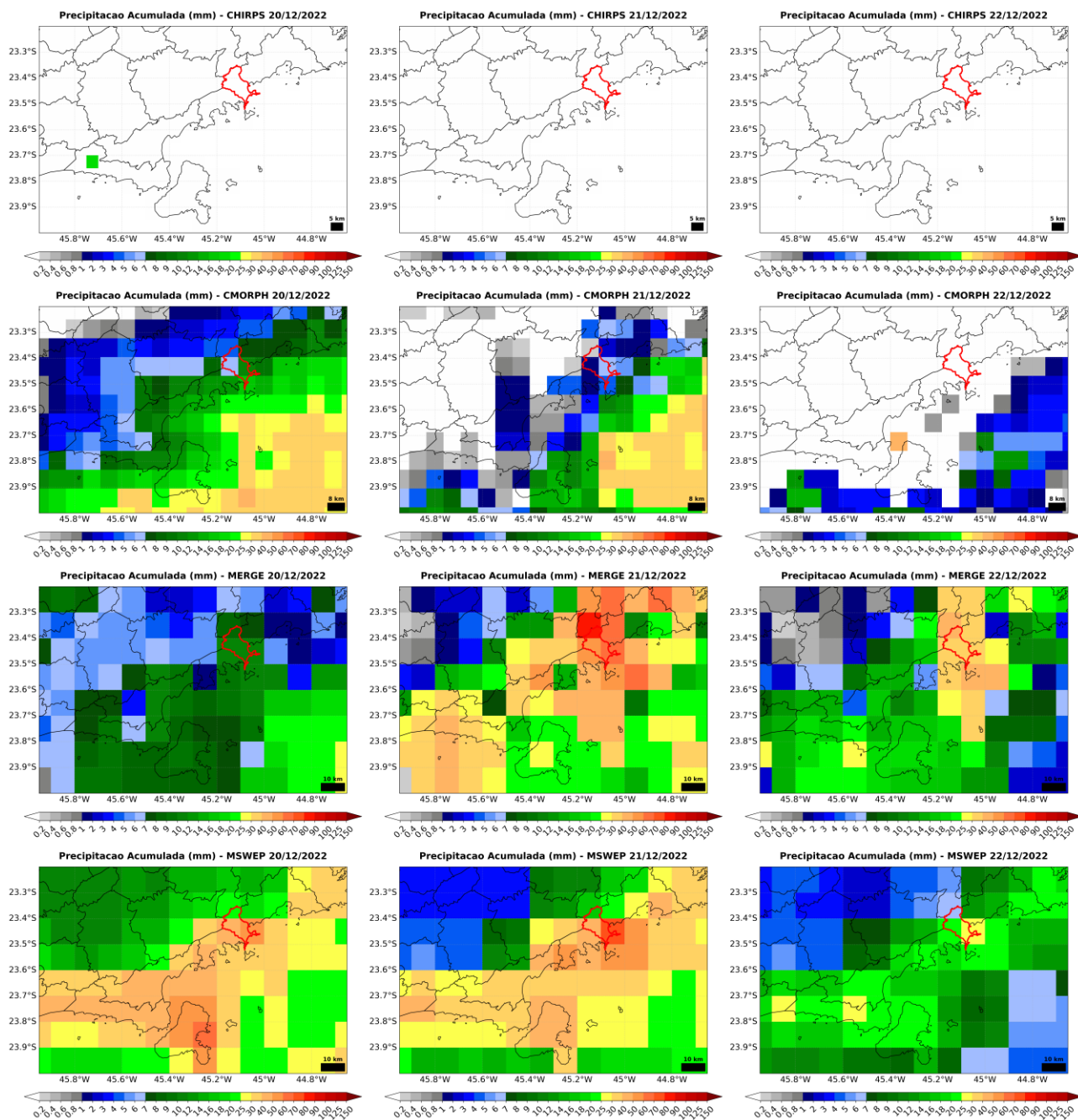


Figura 35 – Evolução da precipitação acumulada diária entre 00Z 20/12/2022 e 00Z 22/12/2022 para os quatro produtos avaliados.

EVENTO 19/02/2023

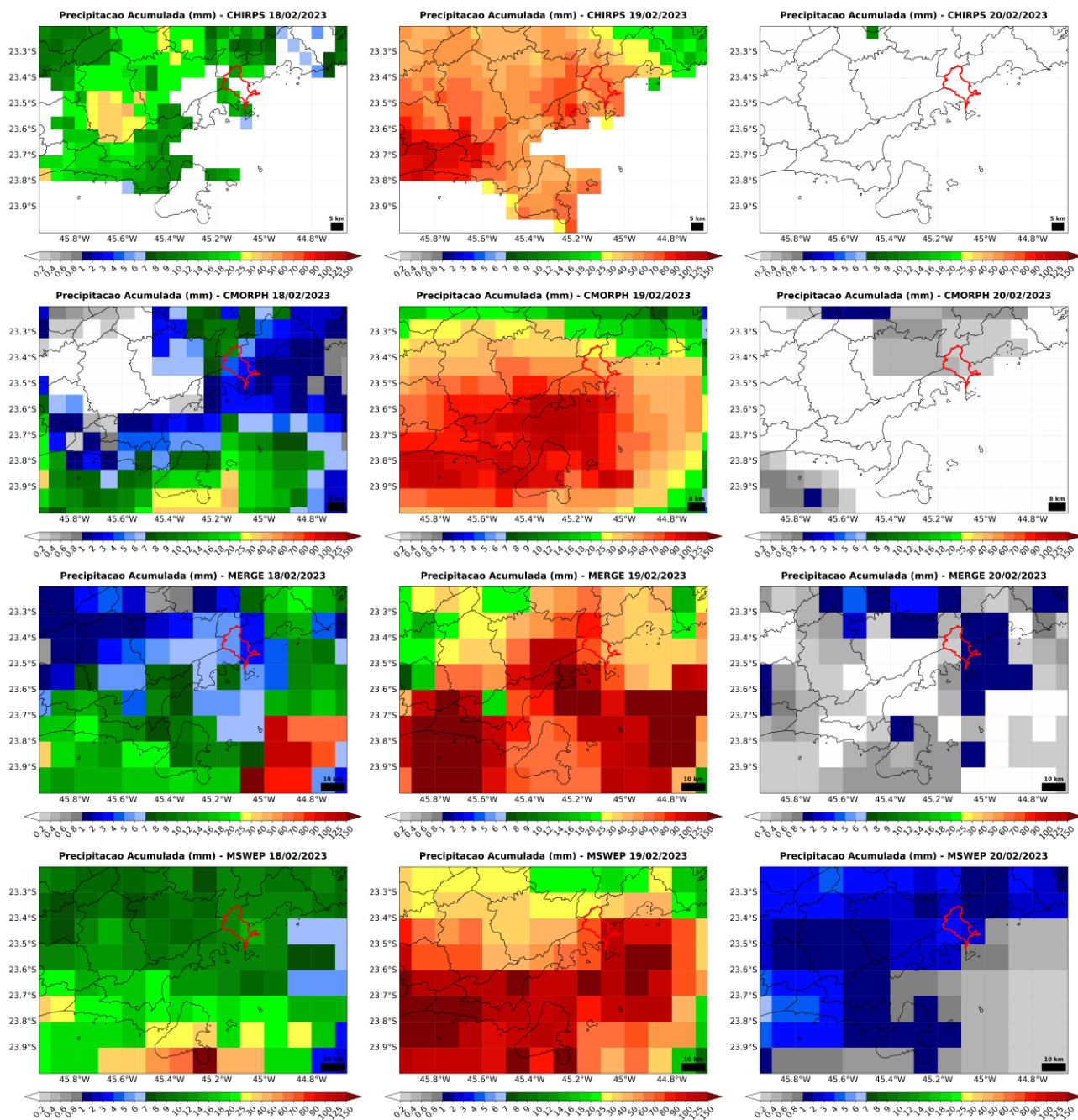


Figura 36 – Evolução da precipitação acumulada diária entre 00Z 18/02/2023 e 00Z 20/02/2023 para os quatro produtos avaliados.

EVENTO 13/06/2023

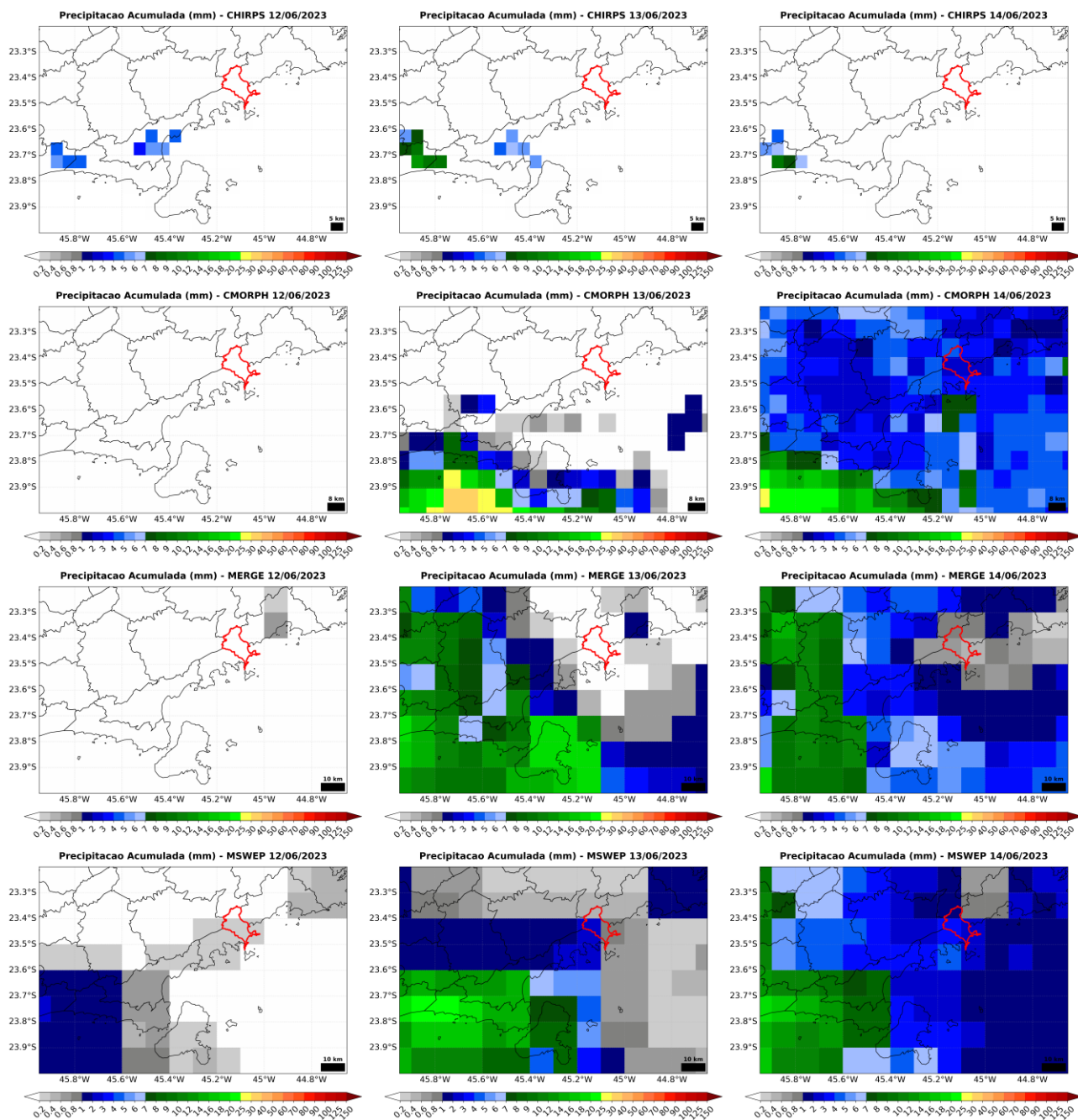


Figura 37 – Evolução da precipitação acumulada diária entre 00Z 12/06/2023 e 00Z 14/06/2023 para os quatro produtos avaliados.

EVENTO 07/03/2024

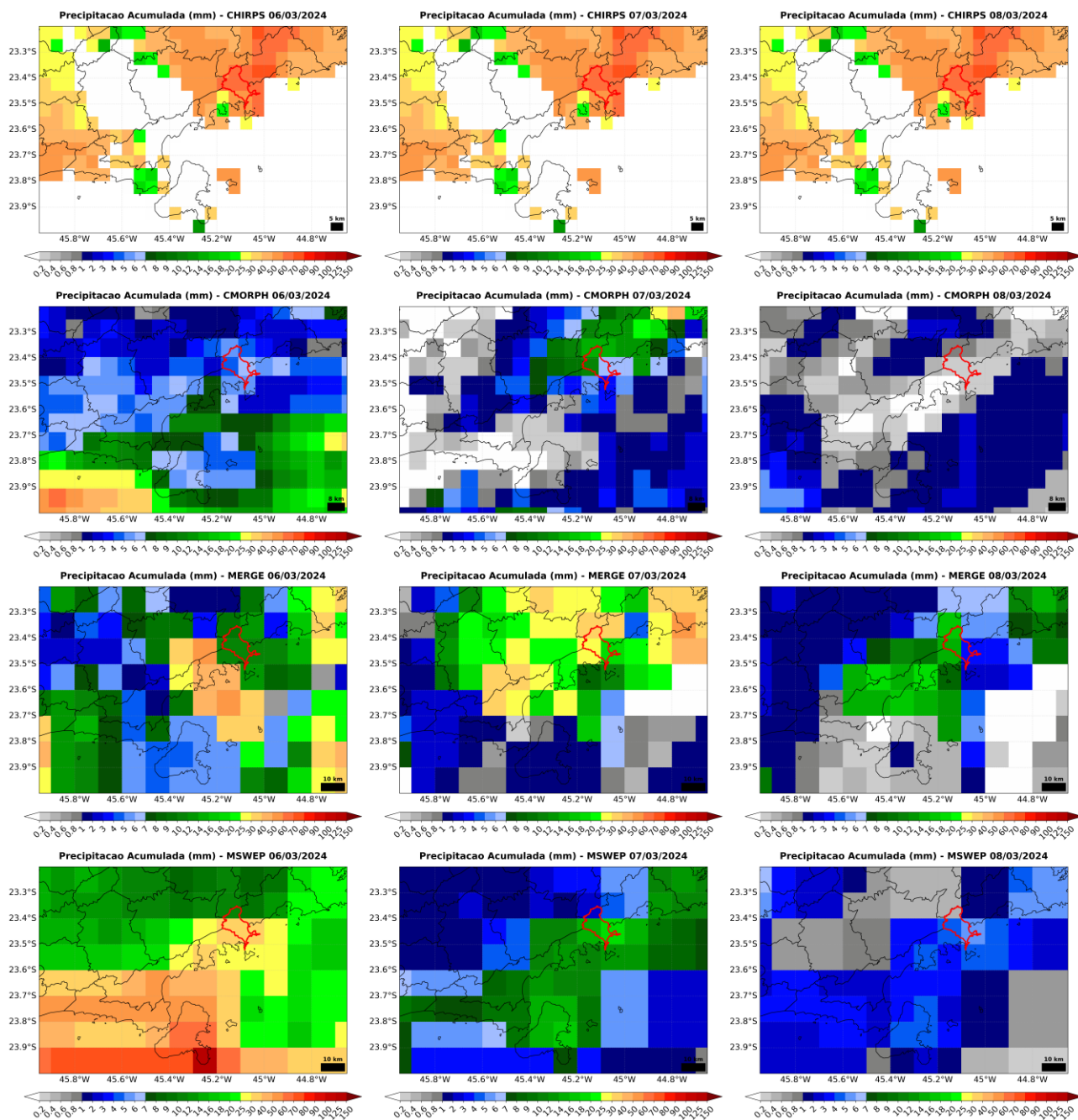


Figura 38 – Evolução da precipitação acumulada diária entre 00Z 06/03/2024 e 00Z 08/03/2024 para os quatro produtos avaliados.

EVENTO 04/06/2024

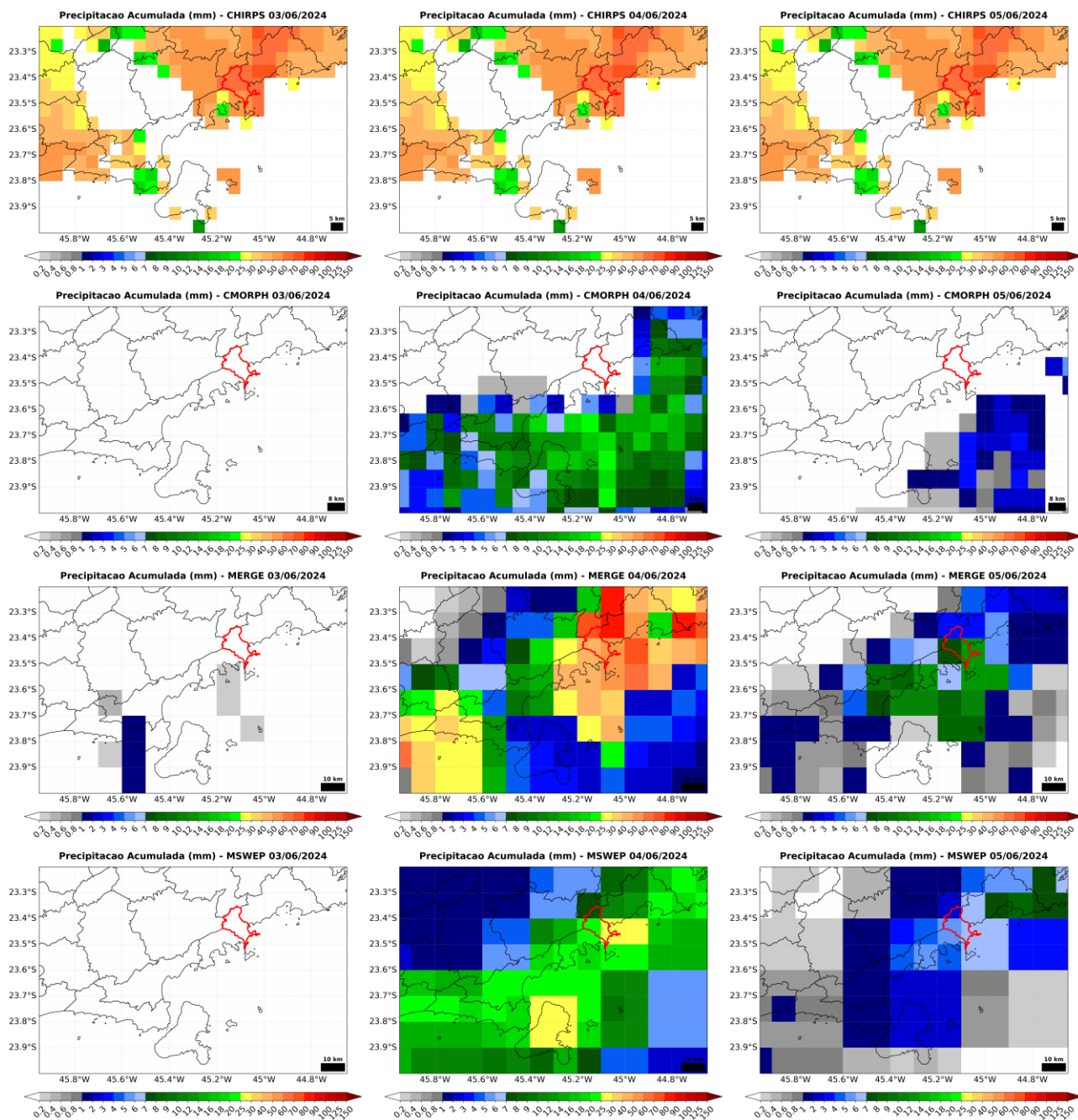


Figura 39 – Evolução da precipitação acumulada diária entre 00Z 03/06/2024 e 00Z 05/06/2024 para os quatro produtos avaliados.

ANEXO III – MAPAS E SÉRIES TEMPORAIS DE 15 EVENTOS DE ESCORREGAMENTO E 15 EVENTOS DE INUNDAÇÃO

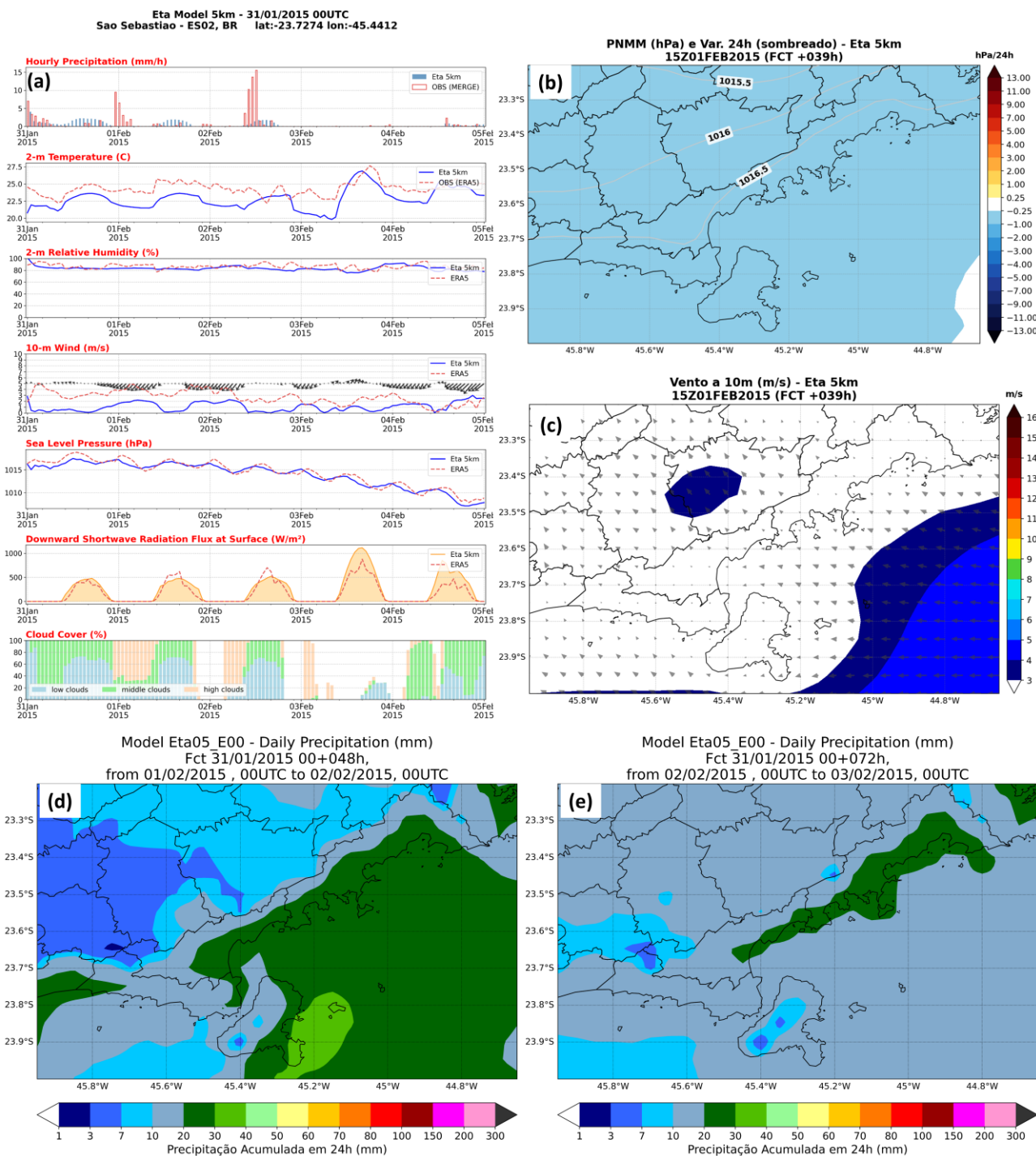


Figura 40 – Simulação do Modelo Eta 5km para o evento de escorregamento de 02/02/2015, rodada de 31/01/2015 00 UTC. (a) meteograma local para o ponto ES02 em São Sebastião; (b) PNMM e variação em 24h; (c) vento a 10 m; (d) precipitação acumulada em 24h (FCT +048h); e (e) precipitação acumulada em 24h (FCT +072h).

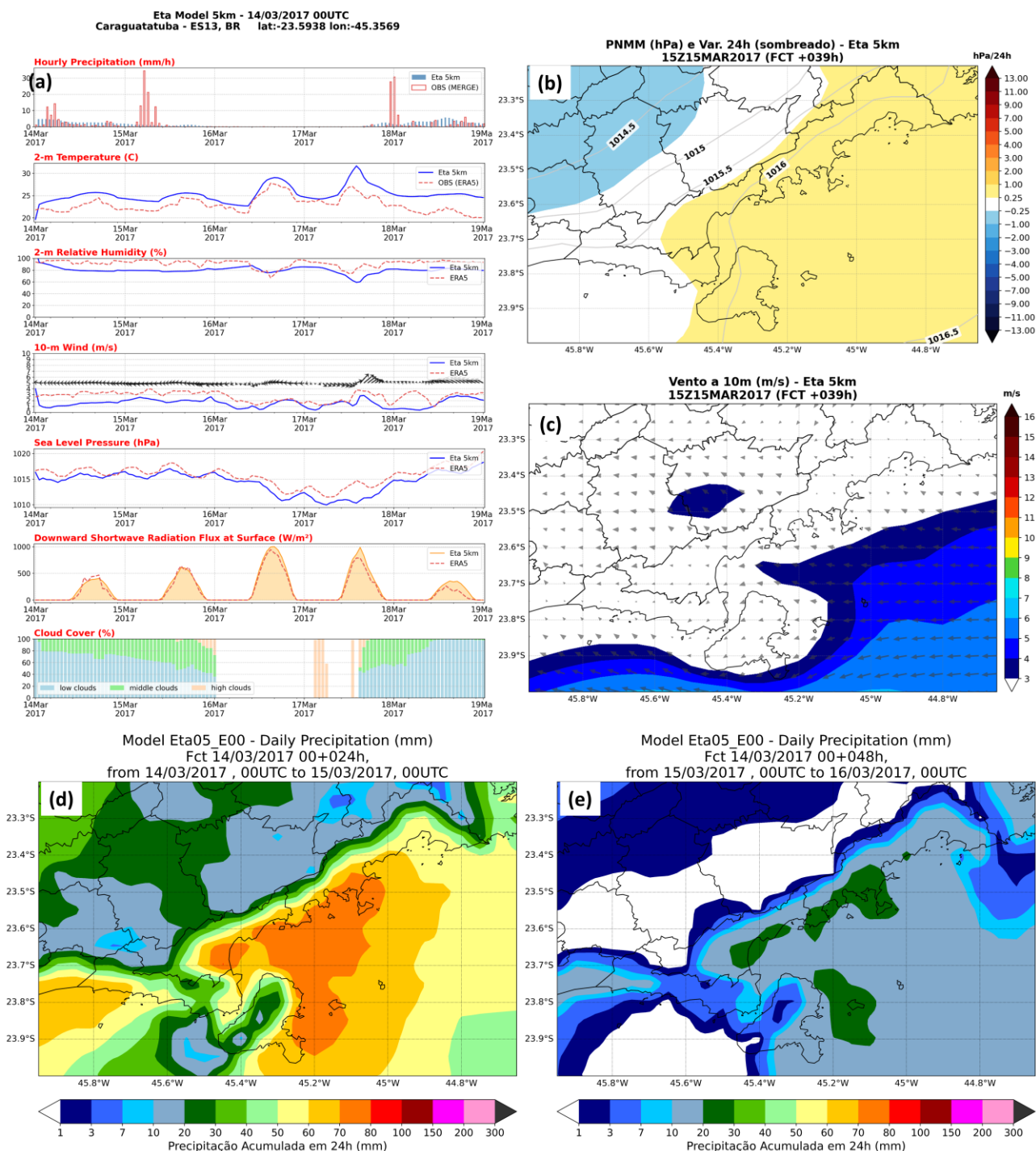


Figura 41 – Simulação do Modelo Eta 5km para o evento de escorregamento de 15/03/2017, rodada de 14/03/2017 00 UTC. (a) meteograma local para o ponto ES13 em Caraguatatuba; (b) PNMM e variação em 24h; (c) vento a 10 m; (d) precipitação acumulada em 24h (FCT +024h); e (e) precipitação acumulada em 24h (FCT +048h).

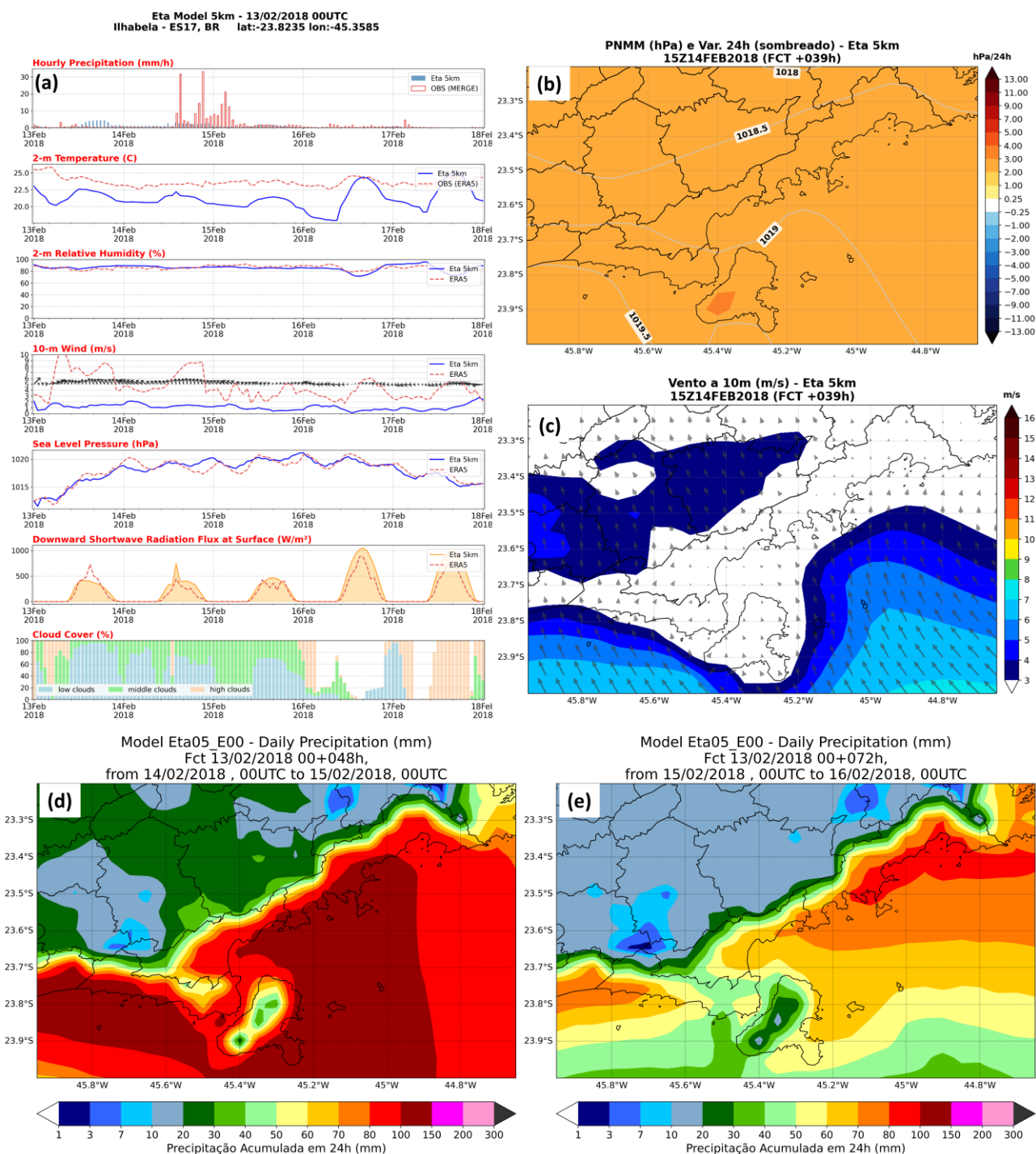


Figura 42 – Simulação do Modelo Eta 5km para o evento de escorregamento de 14/02/2018, rodada de 13/02/2018 00 UTC. (a) meteograma local para o ponto ES17 em Ilhabela; (b) PNMM e variação em 24h; (c) vento a 10 m; (d) precipitação acumulada em 24h (FCT +048h); e (e) precipitação acumulada em 24h (FCT +072h).

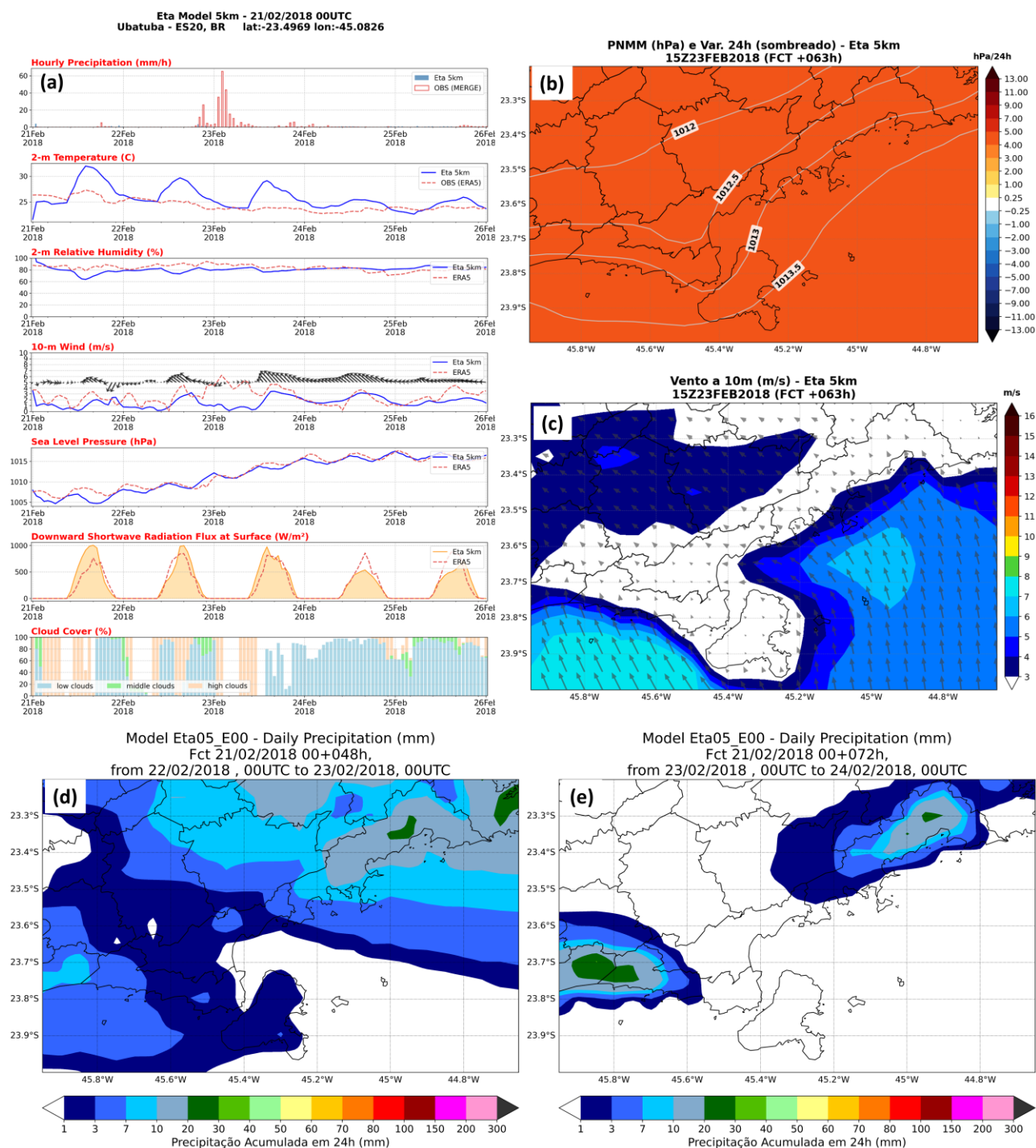


Figura 43 – Simulação do Modelo Eta 5km para o evento de escorregamento de 24/02/2018, rodada de 21/02/2018 00 UTC. (a) meteograma local para o ponto ES20 em Ubatuba; (b) PNMM e variação em 24h; (c) vento a 10 m; (d) precipitação acumulada em 24h (FCT +048h); e (e) precipitação acumulada em 24h (FCT +072h).

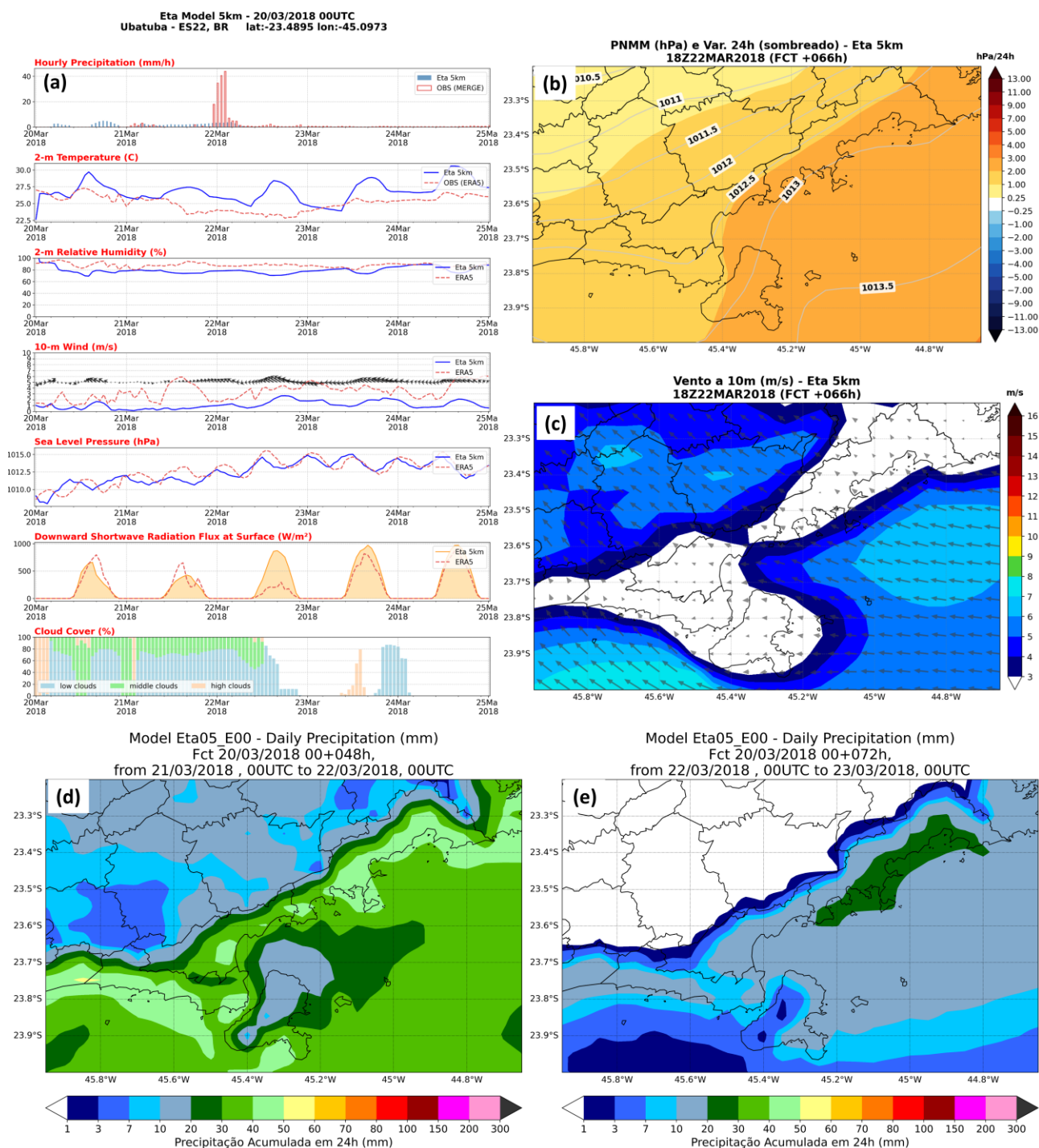
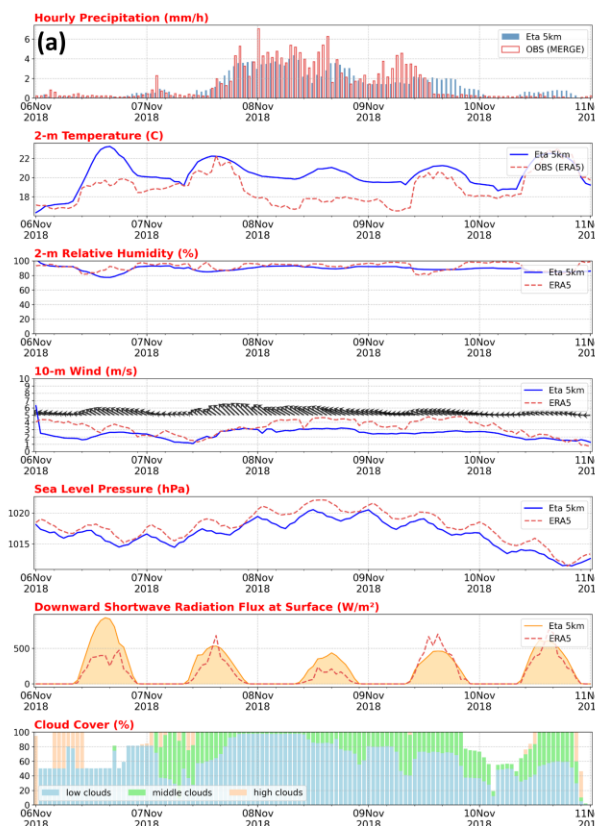
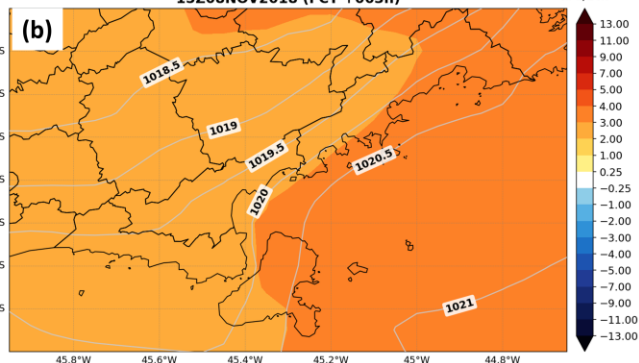


Figura 44 – Simulação do Modelo Eta 5km para o evento de escorregamento de 22/03/2018, rodada de 20/03/2018 00 UTC. (a) meteograma local para o ponto ES22 em Ubatuba; (b) PNMM e variação em 24h; (c) vento a 10 m; (d) precipitação acumulada em 24h (FCT +048h); e (e) precipitação acumulada em 24h (FCT +072h).

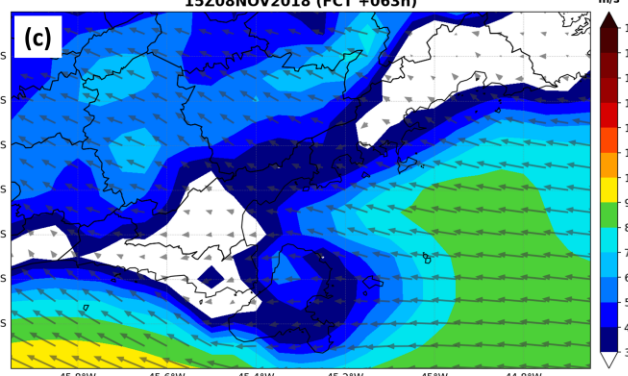
Eta Model 5km - 06/11/2018 00UTC
Caraguatatuba - ES25, BR lat:-23.6043 lon:-45.4458



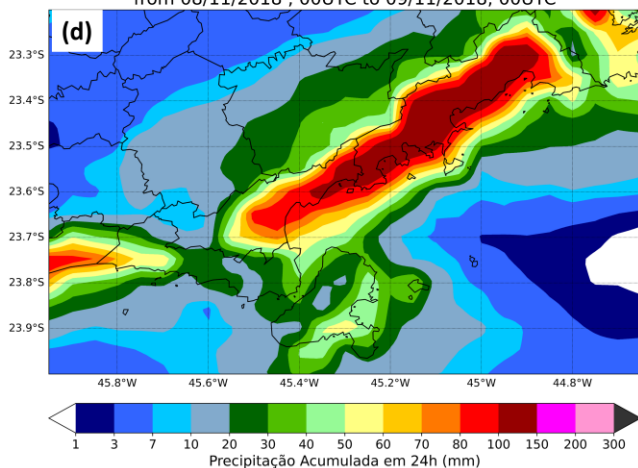
PNMM (hPa) e Var. 24h (sombreado) - Eta 5km
15Z08NOV2018 (FCT +063h)



Vento a 10m (m/s) - Eta 5km
15Z08NOV2018 (FCT +063h)



Model Eta05_E00 - Daily Precipitation (mm)
Fct 06/11/2018 00+072h,
from 08/11/2018 , 00UTC to 09/11/2018, 00UTC



Model Eta05_E00 - Daily Precipitation (mm)
Fct 06/11/2018 00+096h,
from 09/11/2018 , 00UTC to 10/11/2018, 00UTC

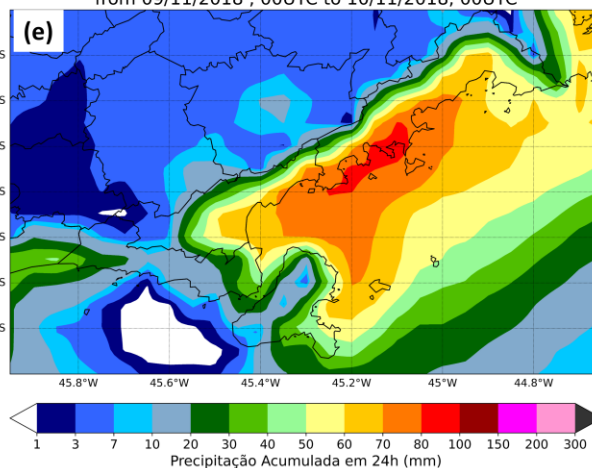


Figura 45 – Simulação do Modelo Eta 5km para o evento de escorregamento de 07/11/2018, rodada de 06/11/2018 00 UTC. (a) meteograma local para o ponto ES25 em Caraguatatuba; (b) PNMM e variação em 24h; (c) vento a 10 m; (d) precipitação acumulada em 24h (FCT +072h); e (e) precipitação acumulada em 24h (FCT +096h).

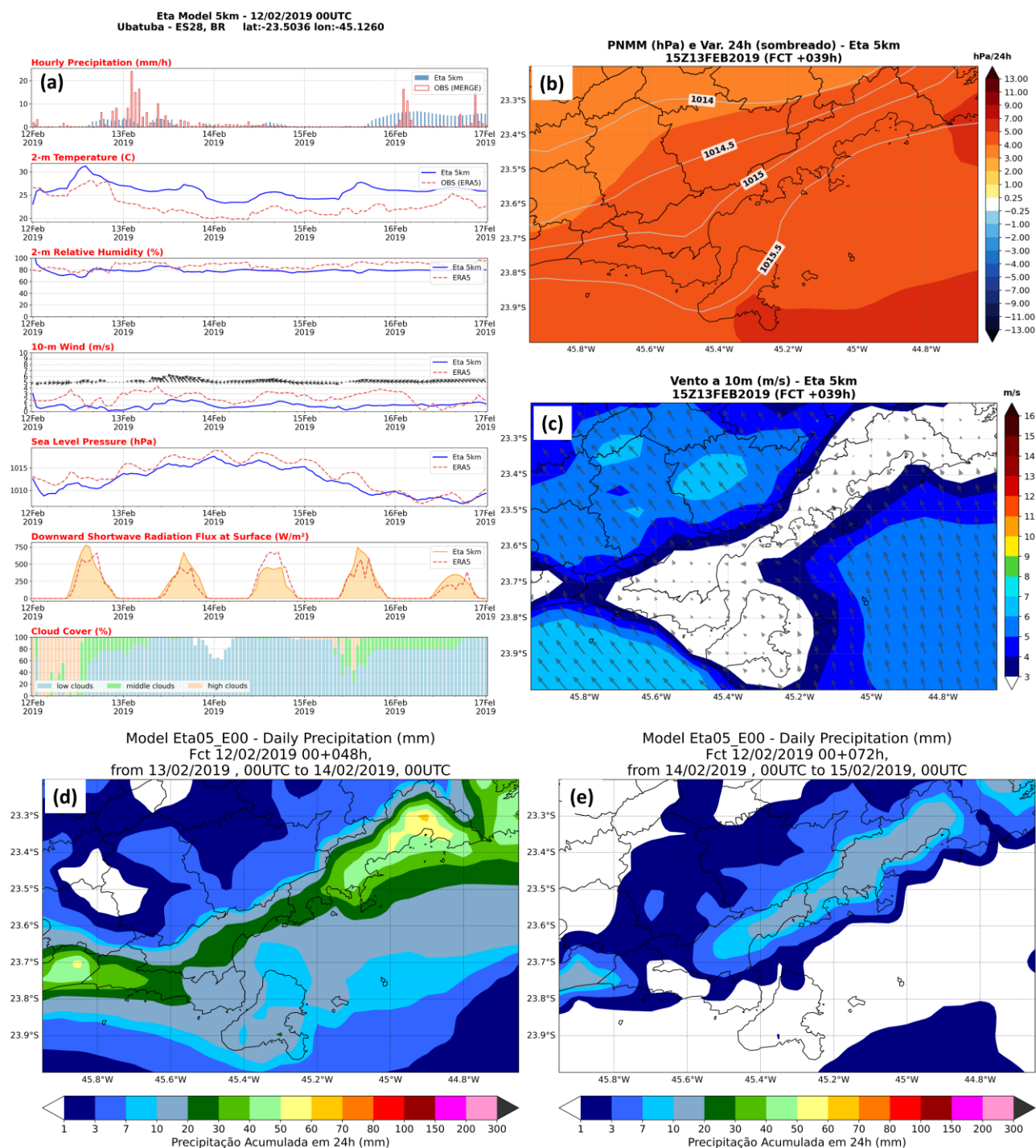


Figura 46 – Simulação do Modelo Eta 5km para o evento de escorregamento de 13/02/2019, rodada de 12/02/2019 00 UTC. (a) meteograma local para o ponto ES28 em Ubatuba; (b) PNMM e variação em 24h; (c) vento a 10 m; (d) precipitação acumulada em 24h (FCT +048h); e (e) precipitação acumulada em 24h (FCT +072h).

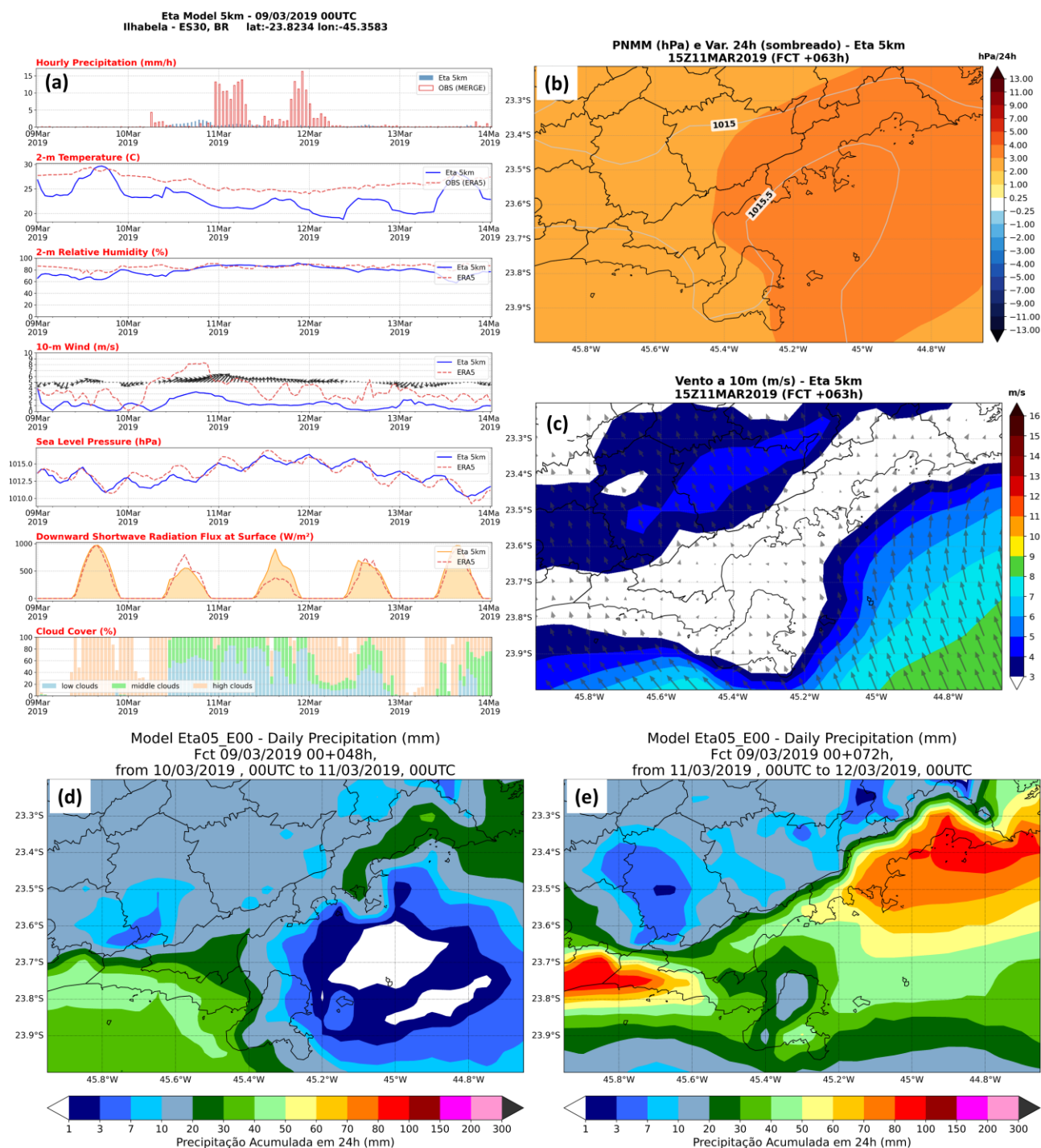
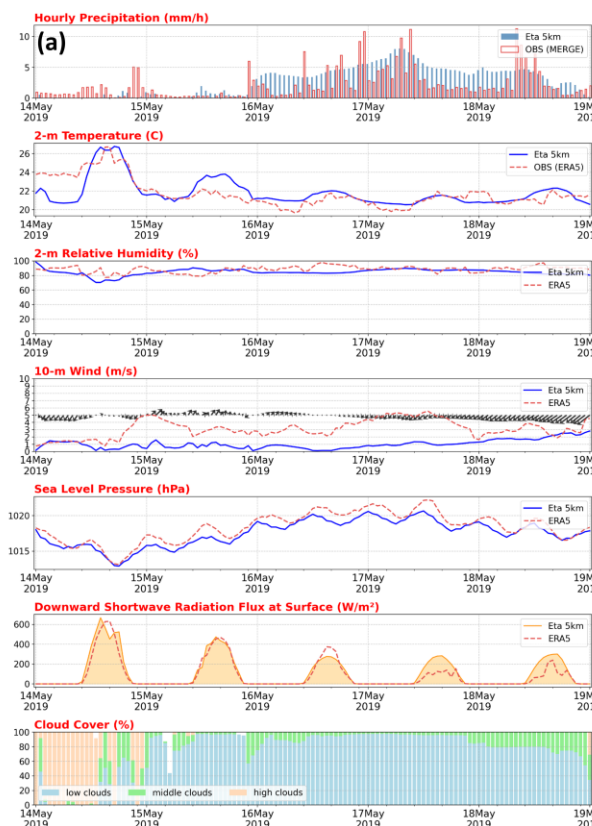
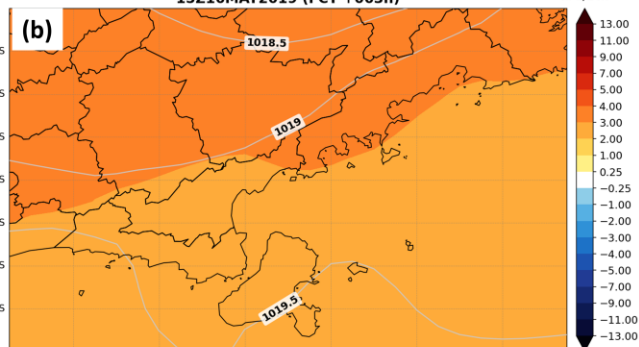


Figura 47 – Simulação do Modelo Eta 5km para o evento de escorregamento de 11/03/2019, rodada de 09/03/2019 00 UTC. (a) meteograma local para o ponto ES30 em Ilhabela; (b) PNMM e variação em 24h; (c) vento a 10 m; (d) precipitação acumulada em 24h (FCT +048h); e (e) precipitação acumulada em 24h (FCT +072h).

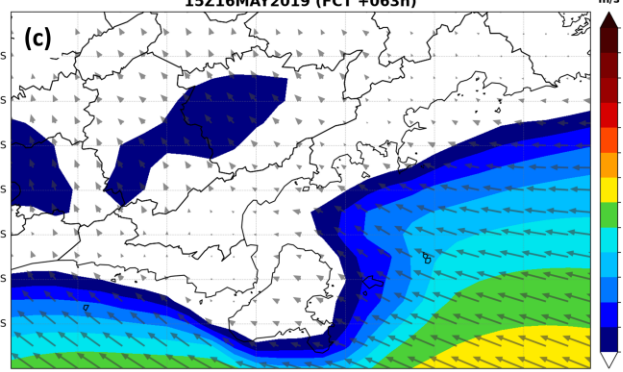
Eta Model 5km - 14/05/2019 00UTC
Sao Sebastiao - ES33, BR lat:-23.8169 lon:-45.4616



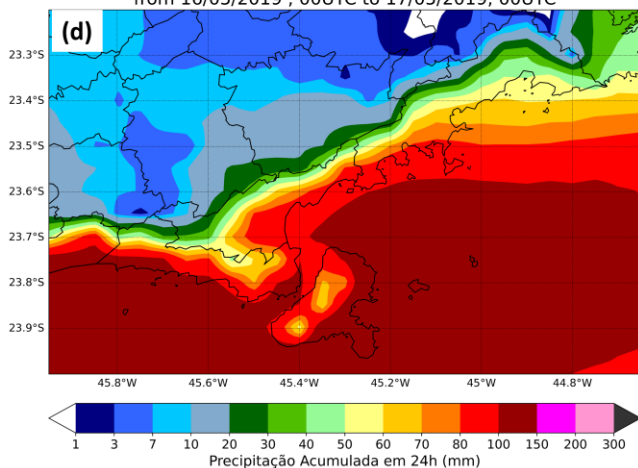
PNMM (hPa) e Var. 24h (sombreado) - Eta 5km
15Z16MAY2019 (FCT +063h)



Vento a 10m (m/s) - Eta 5km
15Z16MAY2019 (FCT +063h)



Model Eta05_E00 - Daily Precipitation (mm)
Fct 14/05/2019 00+072h,
from 16/05/2019, 00UTC to 17/05/2019, 00UTC



Model Eta05_E00 - Daily Precipitation (mm)
Fct 14/05/2019 00+096h,
from 17/05/2019, 00UTC to 18/05/2019, 00UTC

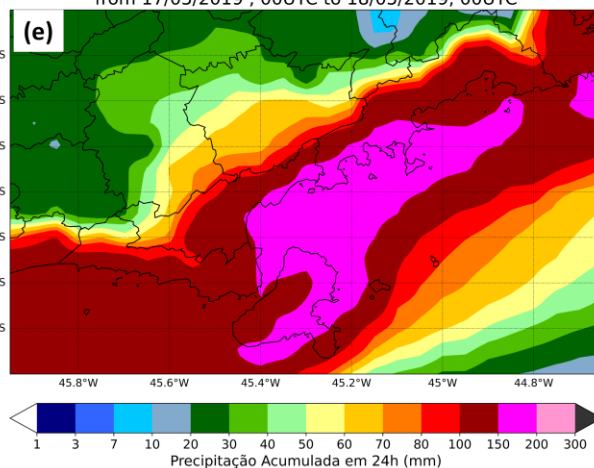


Figura 48 – Simulação do Modelo Eta 5km para o evento de escorregamento de 17/05/2019, rodada de 14/05/2019 00 UTC. (a) meteograma local para o ponto ES33 em São Sebastião; (b) PNMM e variação em 24h; (c) vento a 10 m; (d) precipitação acumulada em 24h (FCT +072h); e (e) precipitação acumulada em 24h (FCT +096h).

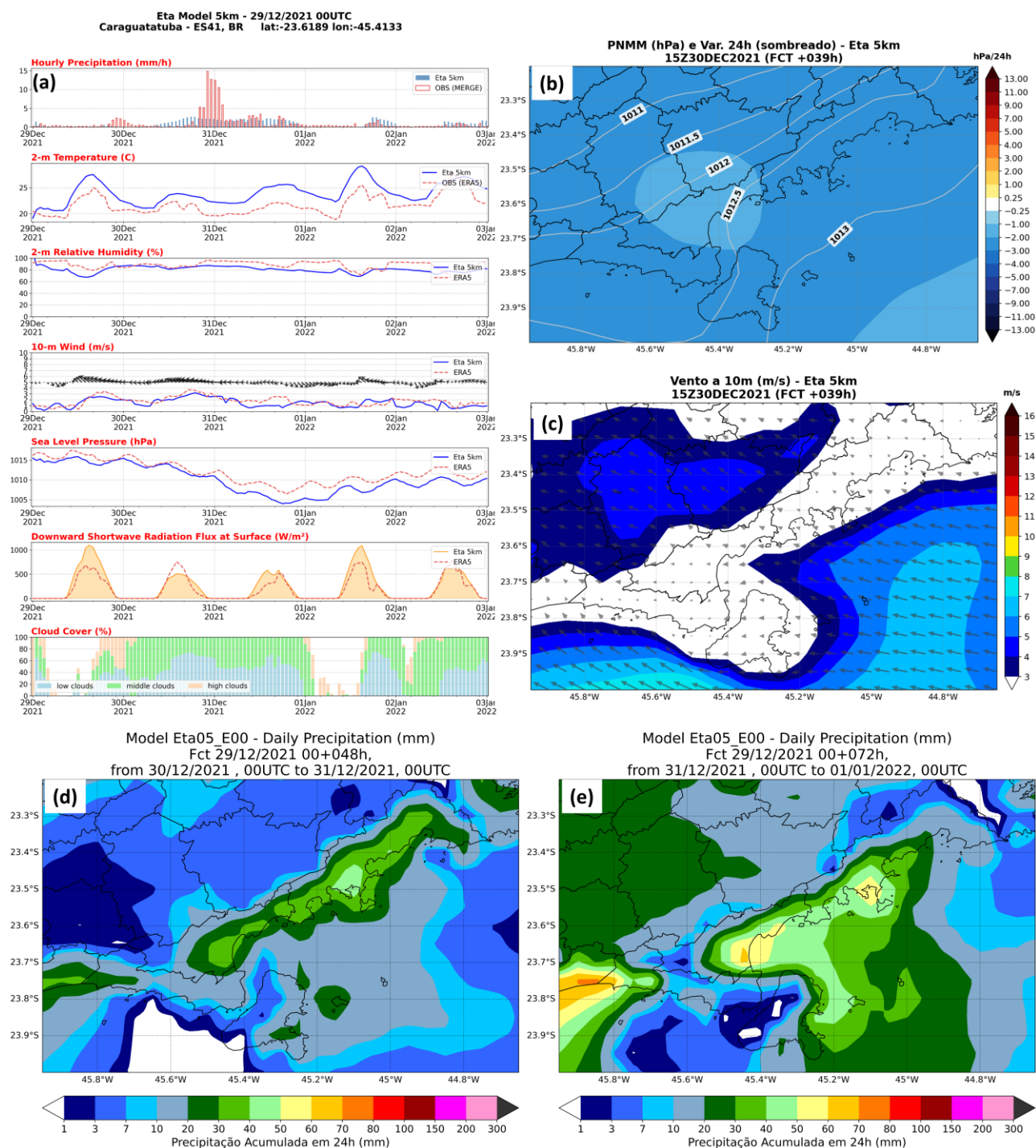


Figura 49 – Simulação do Modelo Eta 5km para o evento de escorregamento de 30/12/2021, rodada de 29/12/2021 00 UTC. (a) meteograma local para o ponto ES41 em Caraguatatuba; (b) PNMM e variação em 24h; (c) vento a 10 m; (d) precipitação acumulada em 24h (FCT +048h); e (e) precipitação acumulada em 24h (FCT +072h).

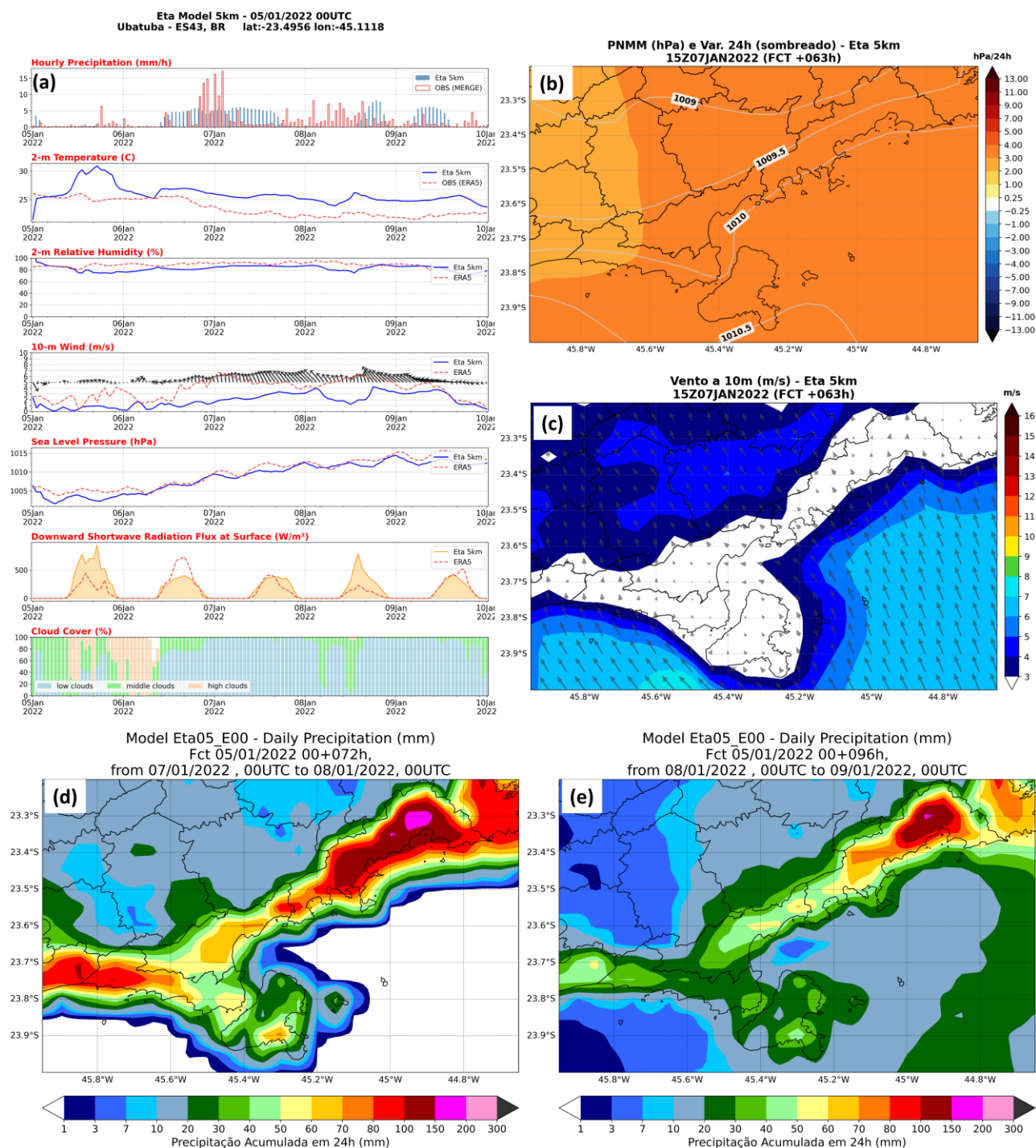


Figura 50 – Simulação do Modelo Eta 5km para o evento de escorregamento de 08/01/2022, rodada de 05/01/2022 00 UTC. (a) meteograma local para o ponto ES43 em Ubatuba; (b) PNMM e variação em 24h; (c) vento a 10 m; (d) precipitação acumulada em 24h (FCT +072h); e (e) precipitação acumulada em 24h (FCT +096h).

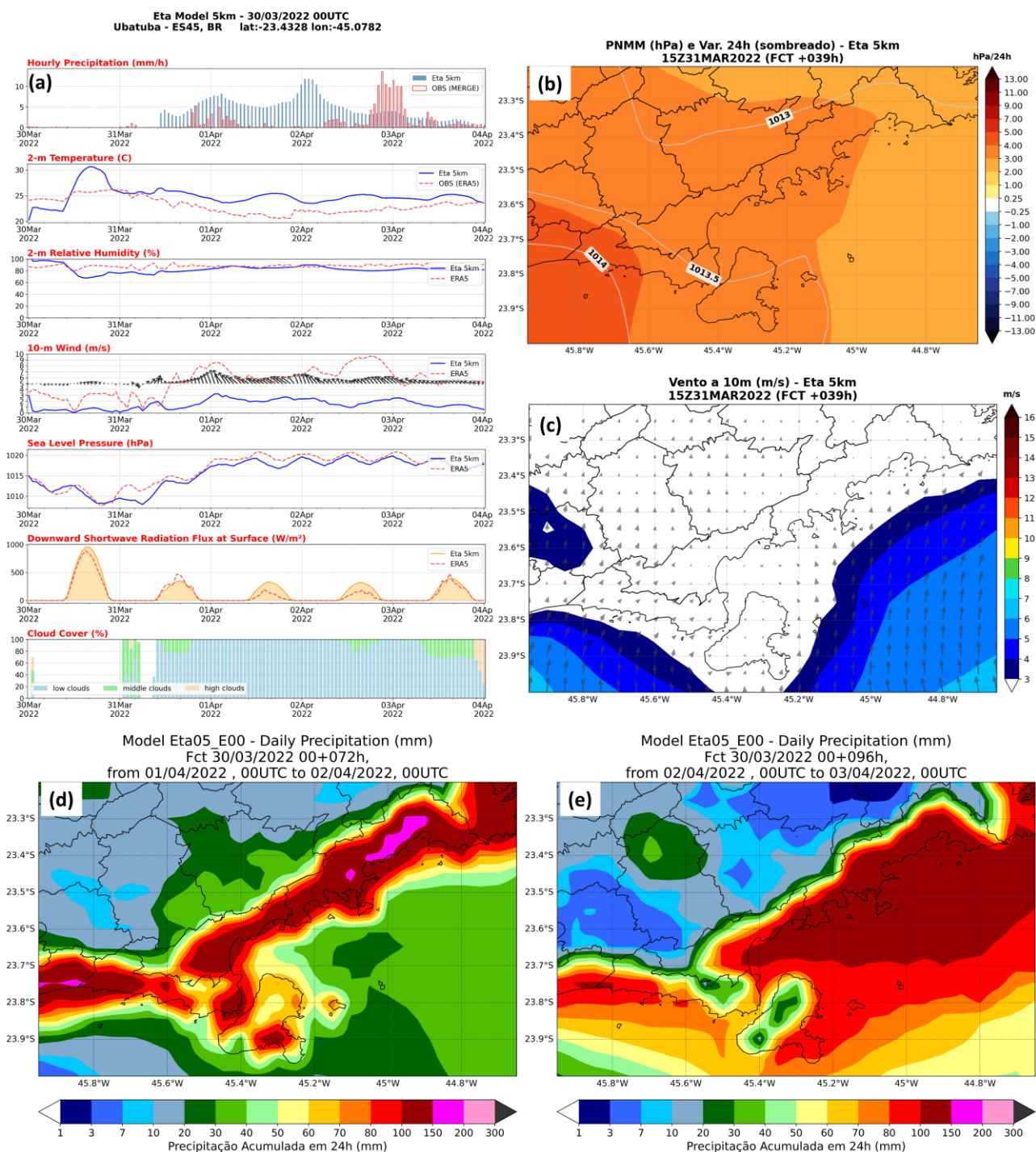


Figura 51 – Simulação do Modelo Eta 5km para o evento de escorregamento de 31/03/2022, rodada de 30/03/2022 00 UTC. (a) meteograma local para o ponto ES45 em Ubatuba; (b) PNMM e variação em 24h; (c) vento a 10 m; (d) precipitação acumulada em 24h (FCT +072h); e (e) precipitação acumulada em 24h (FCT +096h).

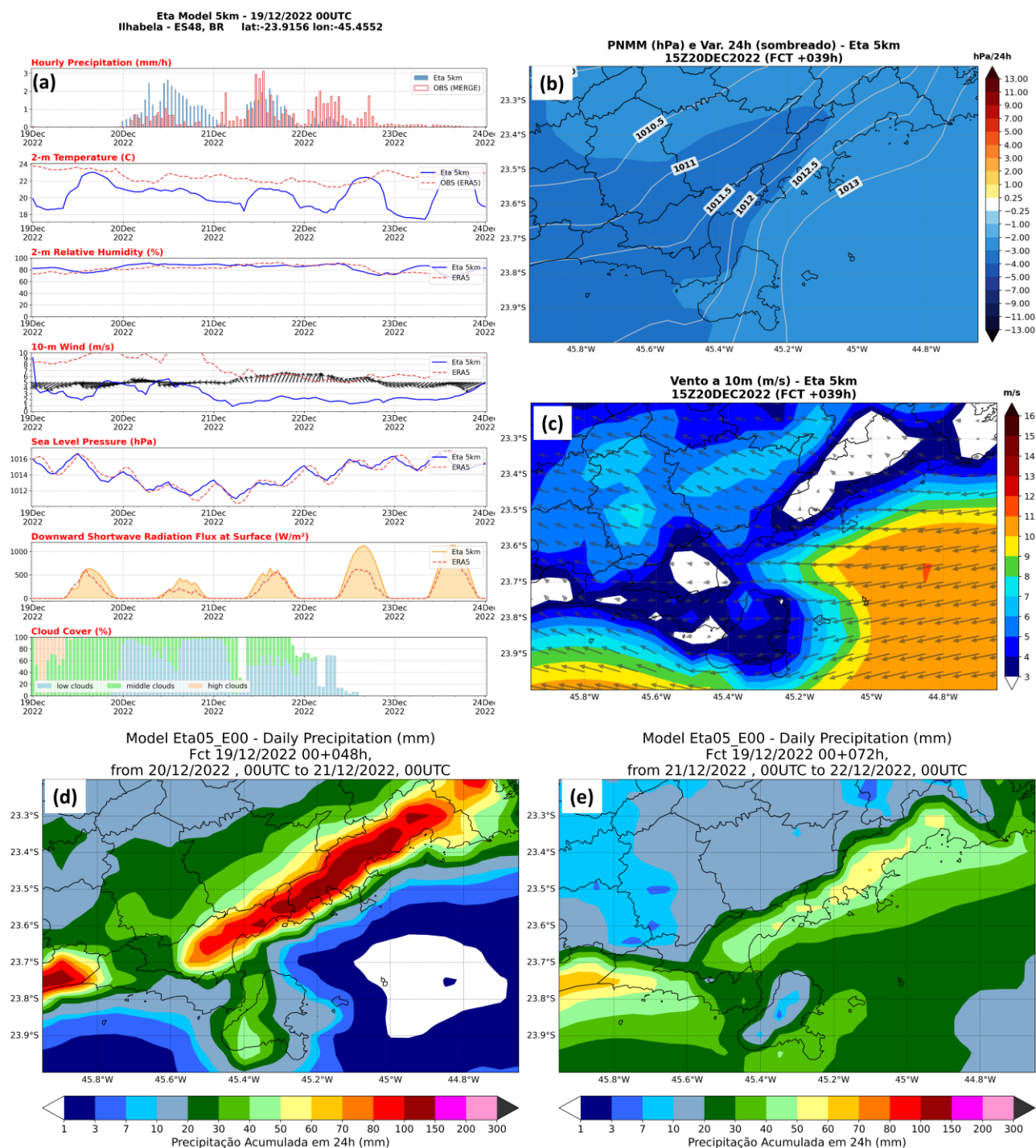
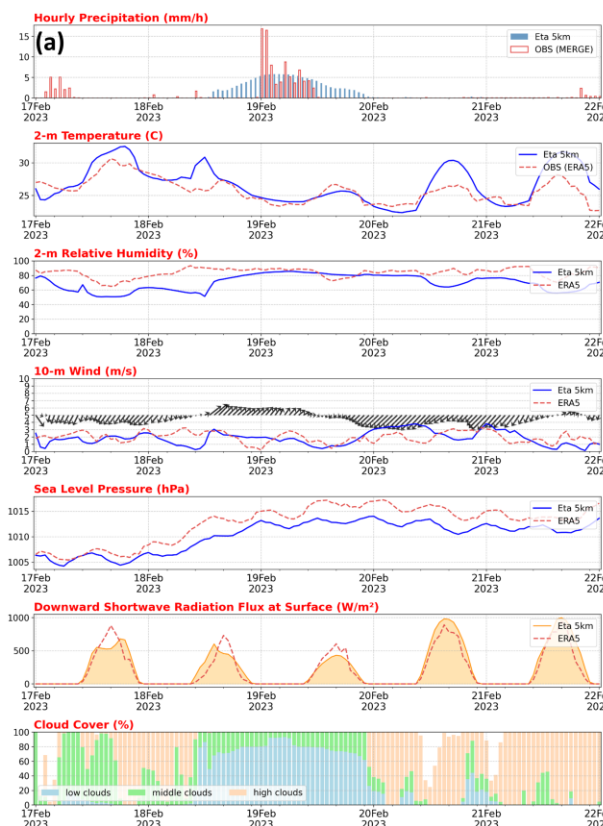
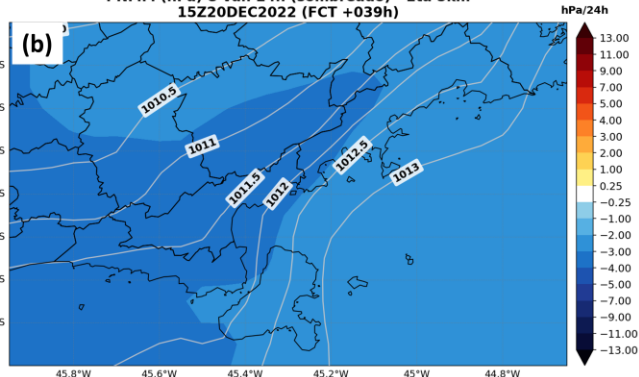


Figura 52 – Simulação do Modelo Eta 5km para o evento de escorregamento de 21/12/2022, rodada de 19/12/2022 00 UTC. (a) meteograma local para o ponto ES48 em Ilhabela; (b) PNMM e variação em 24h; (c) vento a 10 m; (d) precipitação acumulada em 24h (FCT +048h); e (e) precipitação acumulada em 24h (FCT +072h).

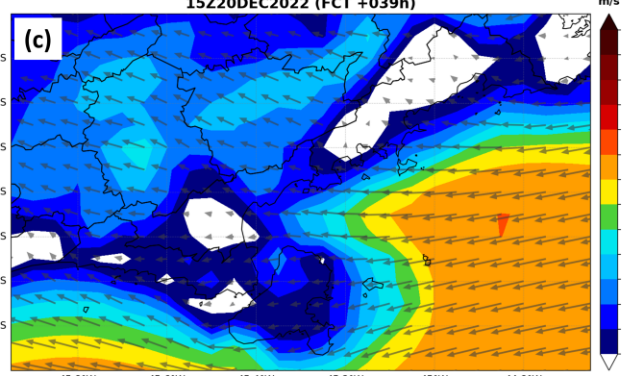
Eta Model 5km - 17/02/2023 00UTC
Sao Sebastiao - E549, BR lat:-23.8185 lon:-45.4738



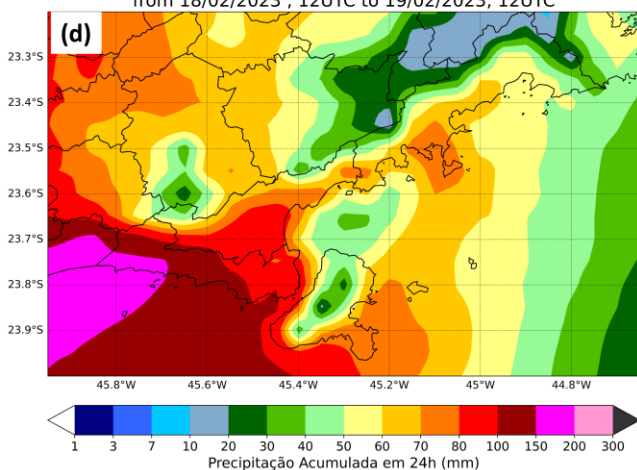
PNMM (hPa) e Var. 24h (sombreado) - Eta 5km
15Z20DEC2022 (FCT +039h)



Vento a 10m (m/s) - Eta 5km
15Z20DEC2022 (FCT +039h)



Model Eta05_E00 - Daily Precipitation (mm)
Fct 17/02/2023 00+060h,
from 18/02/2023, 12UTC to 19/02/2023, 12UTC



Model Eta05_E00 - Daily Precipitation (mm)
Fct 17/02/2023 00+084h,
from 19/02/2023, 12UTC to 20/02/2023, 12UTC

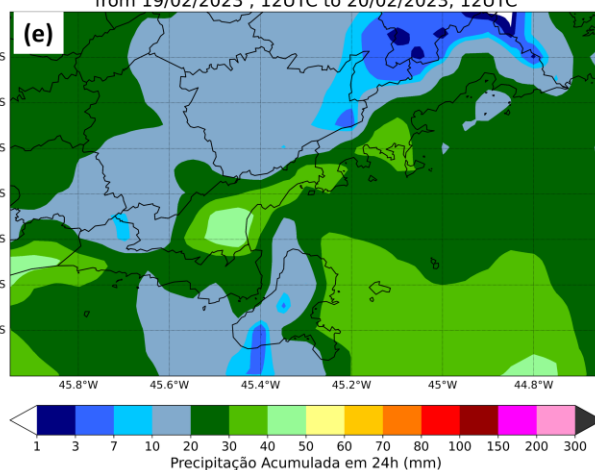
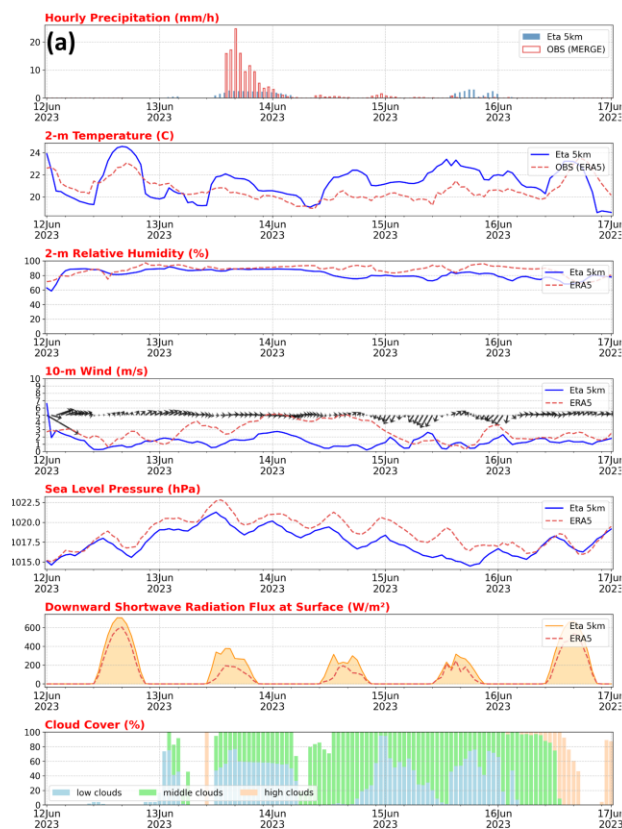
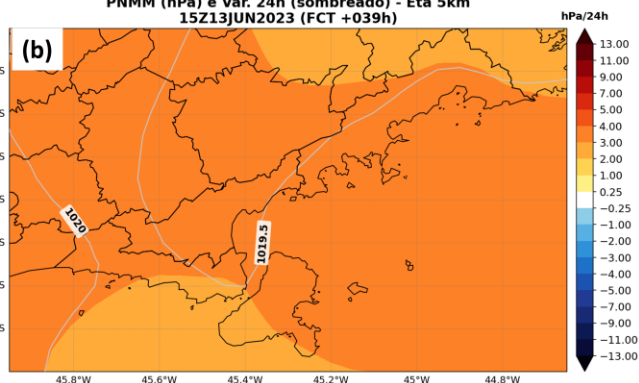


Figura 53 – Simulação do Modelo Eta 5km para o evento de escorregamento de 19/02/2023, rodada de 17/02/2023 00 UTC. (a) meteograma local para o ponto ES49 em São Sebastião; (b) PNMM e variação em 24h; (c) vento a 10 m; (d) precipitação acumulada em 24h (FCT +060h); e (e) precipitação acumulada em 24h (FCT +084h).

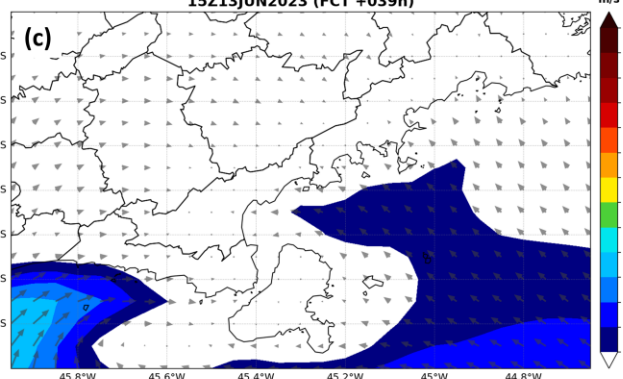
Eta Model 5km - 12/06/2023 00UTC
Sao Sebastiao - ES53, BR lat:-23.8171 lon:-45.5272



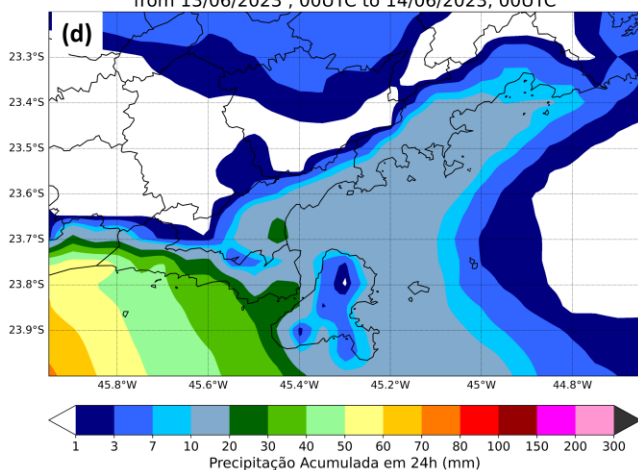
PNMM (hPa) e Var. 24h (sombreado) - Eta 5km
15Z13JUN2023 (FCT +039h)



Vento a 10m (m/s) - Eta 5km
15Z13JUN2023 (FCT +039h)



Model Eta05_E00 - Daily Precipitation (mm)
Fct 12/06/2023 00+048h,
from 13/06/2023, 00UTC to 14/06/2023, 00UTC



Model Eta05_E00 - Daily Precipitation (mm)
Fct 12/06/2023 00+072h,
from 14/06/2023, 00UTC to 15/06/2023, 00UTC

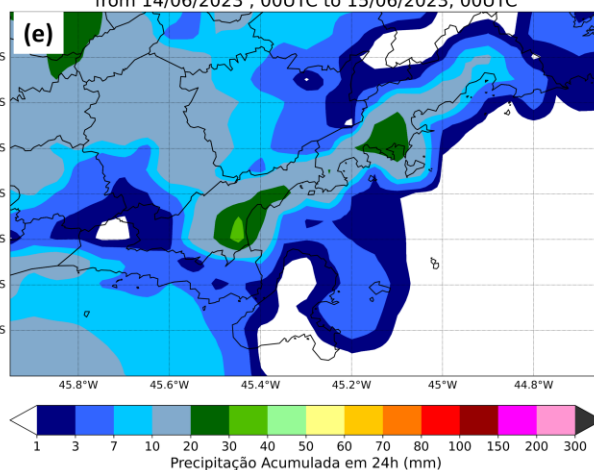
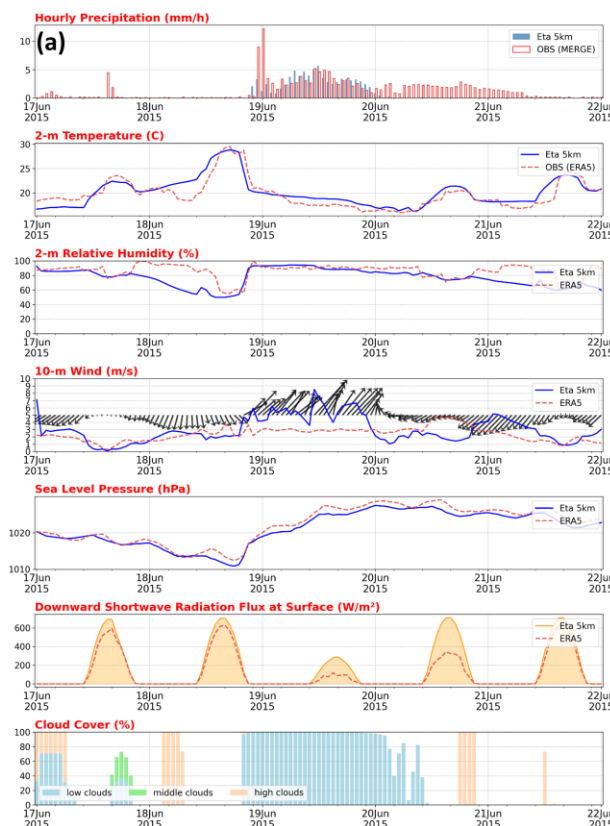
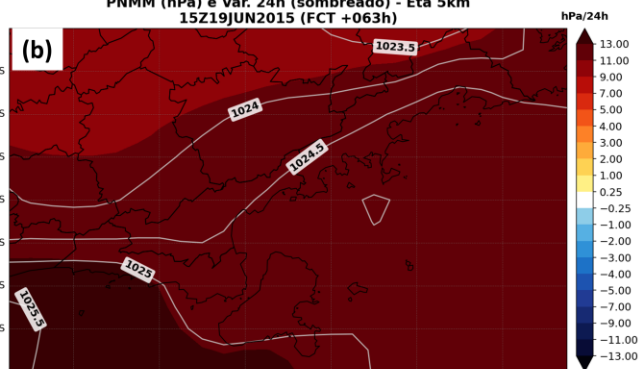


Figura 54 – Simulação do Modelo Eta 5km para o evento de escorregamento de 13/06/2023, rodada de 12/06/2023 00 UTC. (a) meteograma local para o ponto ES53 em São Sebastião; (b) PNMM e variação em 24h; (c) vento a 10 m; (d) precipitação acumulada em 24h (FCT +048h); e (e) precipitação acumulada em 24h (FCT +072h).

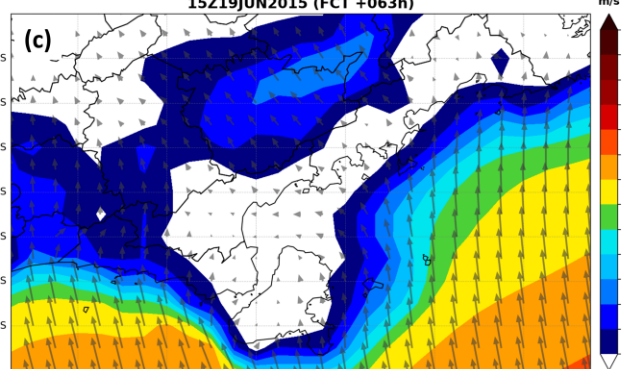
Eta Model 5km - 17/06/2015 00UTC
Sao Sebastiao - IN01, BR lat:-23.7660 lon:-45.6434



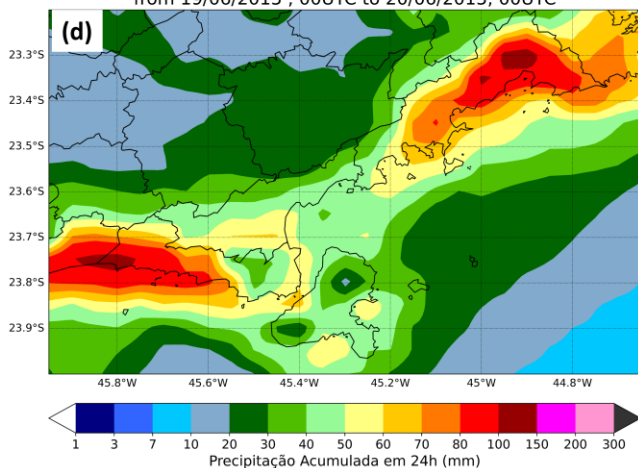
PNMM (hPa) e Var. 24h (sombreado) - Eta 5km
15Z19JUN2015 (FCT +063h)



Vento a 10m (m/s) - Eta 5km
15Z19JUN2015 (FCT +063h)



Model Eta05_E00 - Daily Precipitation (mm)
Fct 17/06/2015 00+072h,
from 19/06/2015, 00UTC to 20/06/2015, 00UTC



Model Eta05_E00 - Daily Precipitation (mm)
Fct 17/06/2015 00+096h,
from 20/06/2015, 00UTC to 21/06/2015, 00UTC

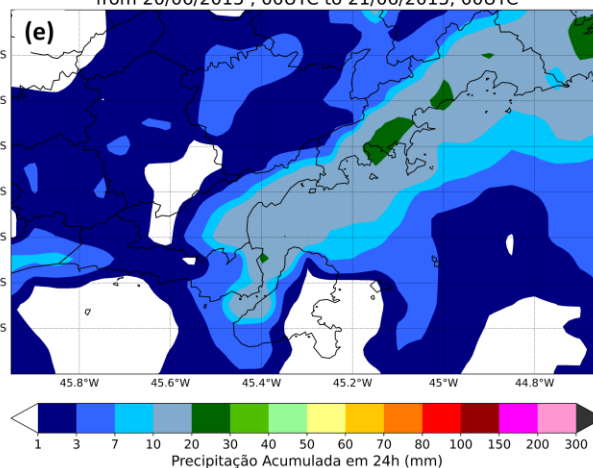
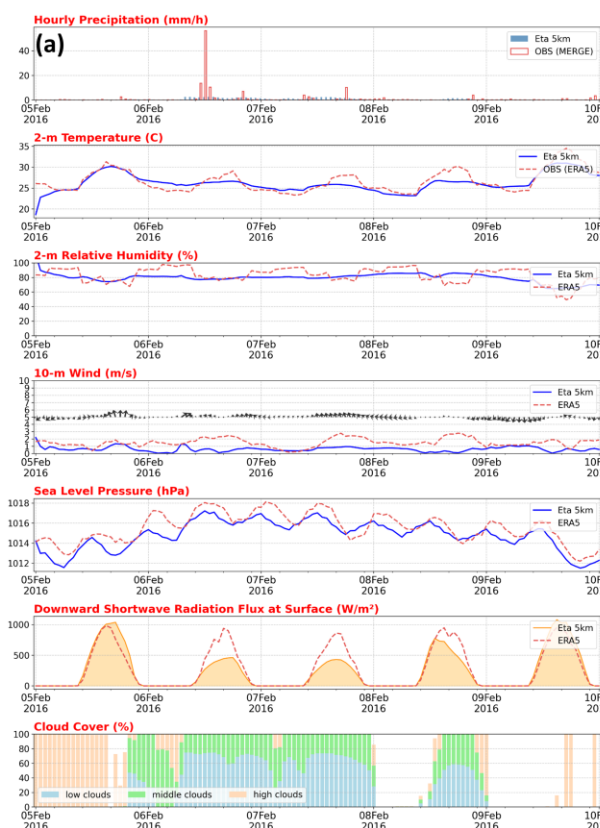
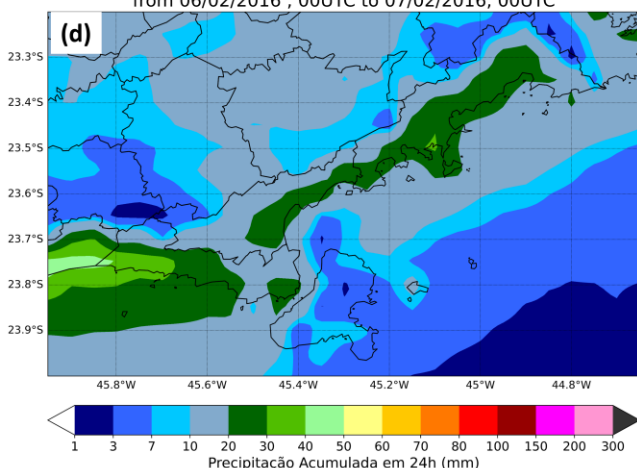


Figura 55 – Simulação do Modelo Eta 5km para o evento de inundação de 19/06/2015, rodada de 17/06/2015 00 UTC. (a) meteograma local para o ponto IN01 em São Sebastião; (b) PNMM e variação em 24h; (c) vento a 10 m; (d) precipitação acumulada em 24h (FCT +072h); e (e) precipitação acumulada em 24h (FCT +096h).

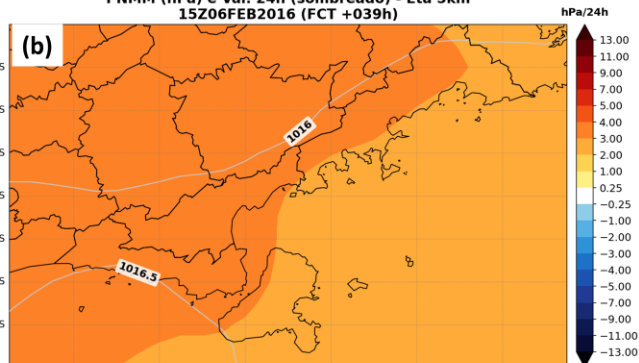
Eta Model 5km - 05/02/2016 00UTC
Sao Sebastiao - INO2, BR lat:-23.7629 lon:-45.7308



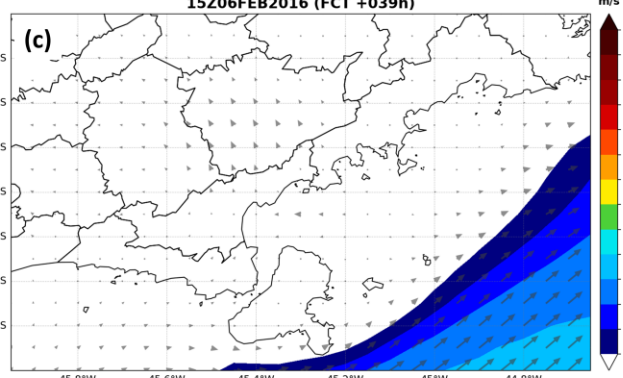
Model Eta05_E00 - Daily Precipitation (mm)
Fct 05/02/2016 00+048h,
from 06/02/2016, 00UTC to 07/02/2016, 00UTC



PNMM (hPa) e Var. 24h (sombreado) - Eta 5km
15Z06FEB2016 (FCT +039h)



Vento a 10m (m/s) - Eta 5km
15Z06FEB2016 (FCT +039h)



Model Eta05_E00 - Daily Precipitation (mm)
Fct 05/02/2016 00+072h,
from 07/02/2016, 00UTC to 08/02/2016, 00UTC

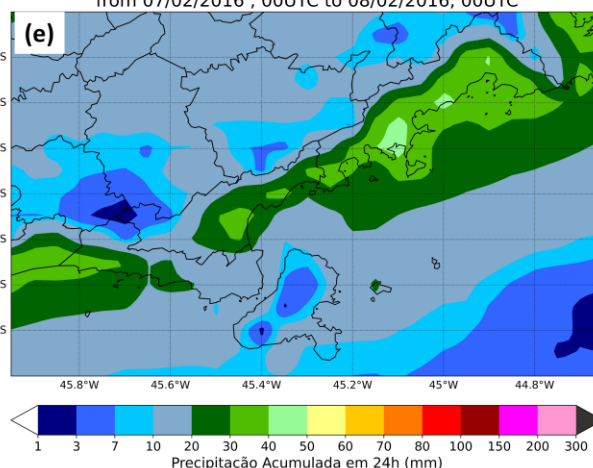
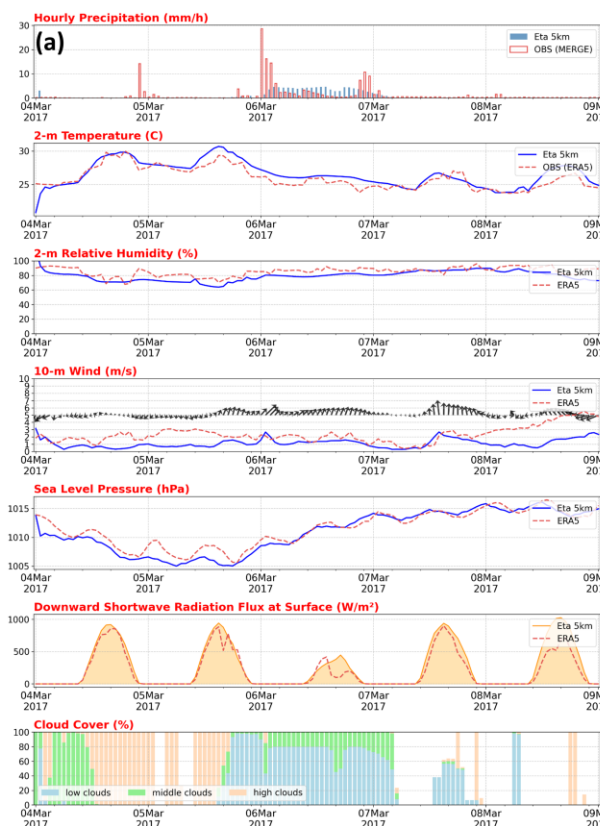
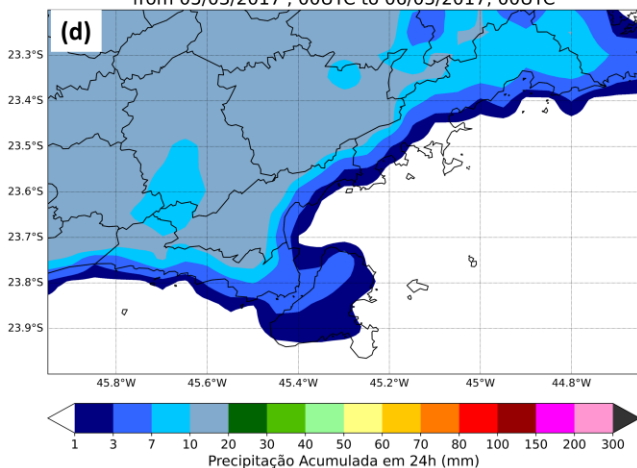


Figura 56 – Simulação do Modelo Eta 5km para o evento de inundação de 06/02/2016, rodada de 05/02/2016 00 UTC. (a) meteograma local para o ponto INO2 em São Sebastião; (b) PNMM e variação em 24h; (c) vento a 10 m; (d) precipitação acumulada em 24h (FCT +048h); e (e) precipitação acumulada em 24h (FCT +072h).

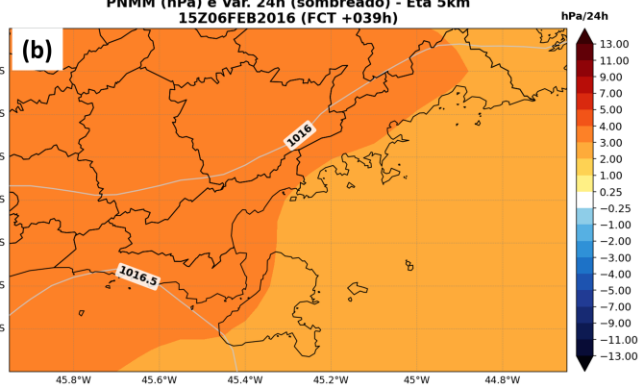
Eta Model 5km - 04/03/2017 00UTC
Sao Sebastiao - IN07, BR lat:-23.7915 lon:-45.6126



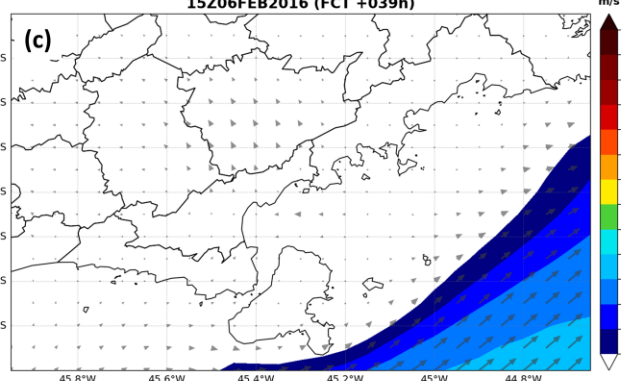
Model Eta05_E00 - Daily Precipitation (mm)
Fct 04/03/2017 00+048h,
from 05/03/2017, 00UTC to 06/03/2017, 00UTC



PNMM (hPa) e Var. 24h (sombreado) - Eta 5km
15Z06FEB2016 (FCT +039h)



Vento a 10m (m/s) - Eta 5km
15Z06FEB2016 (FCT +039h)



Model Eta05_E00 - Daily Precipitation (mm)
Fct 04/03/2017 00+072h,
from 06/03/2017, 00UTC to 07/03/2017, 00UTC

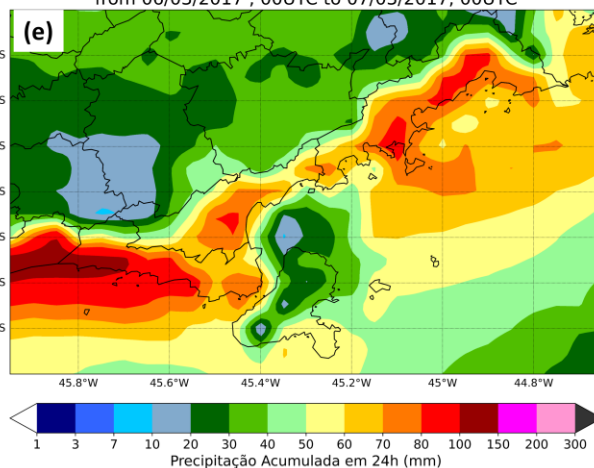
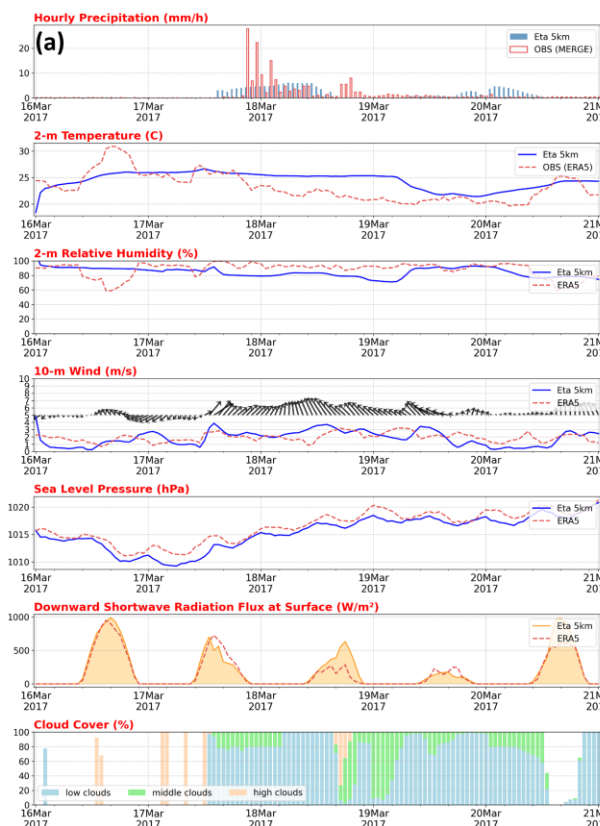
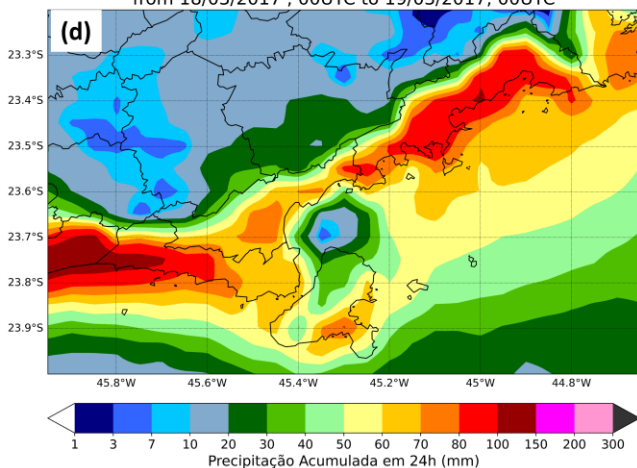


Figura 57 – Simulação do Modelo Eta 5km para o evento de inundação de 05/03/2017, rodada de 04/03/2017 00 UTC. (a) meteograma local para o ponto IN07 em São Sebastião; (b) PNMM e variação em 24h; (c) vento a 10 m; (d) precipitação acumulada em 24h (FCT +048h); e (e) precipitação acumulada em 24h (FCT +072h).

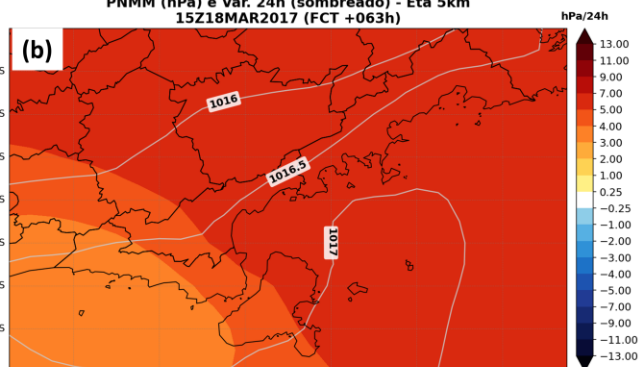
Eta Model 5km - 16/03/2017 00UTC
Sao Sebastiao - IN08, BR lat:-23.7831 lon:-45.6251



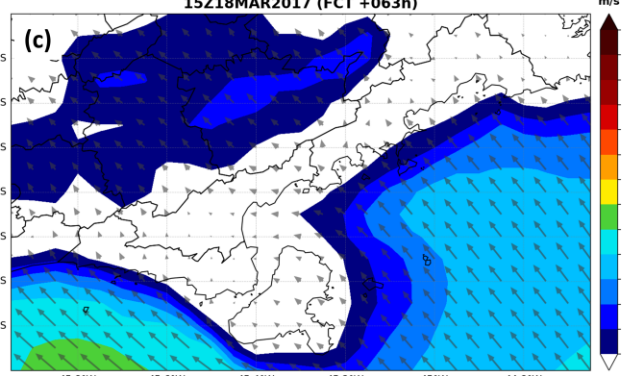
Model Eta05_E00 - Daily Precipitation (mm)
Fct 16/03/2017 00+072h,
from 18/03/2017, 00UTC to 19/03/2017, 00UTC



PNMM (hPa) e Var. 24h (sombreado) - Eta 5km
15Z18MAR2017 (FCT +063h)



Vento a 10m (m/s) - Eta 5km
15Z18MAR2017 (FCT +063h)



Model Eta05_E00 - Daily Precipitation (mm)
Fct 16/03/2017 00+096h,
from 19/03/2017, 00UTC to 20/03/2017, 00UTC

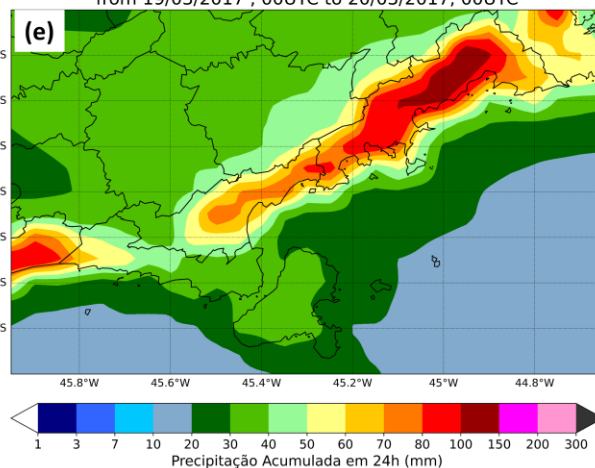
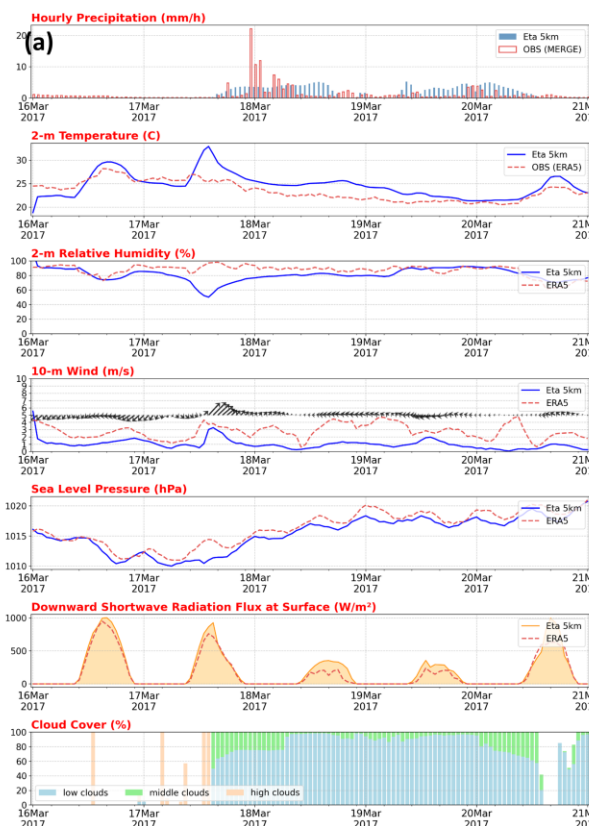
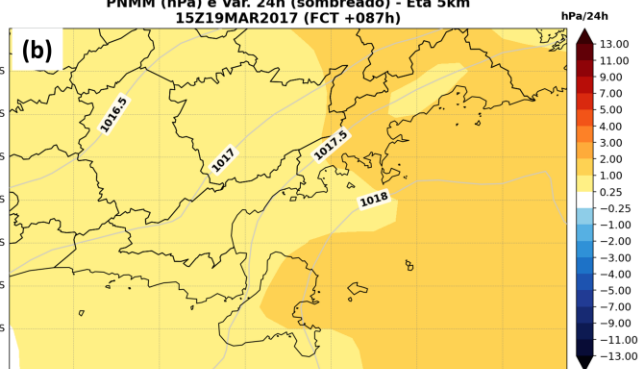


Figura 58 – Simulação do Modelo Eta 5km para o evento de inundação de 19/03/2017, rodada de 16/03/2017 00 UTC. (a) meteograma local para o ponto IN08 em São Sebastião; (b) PNMM e variação em 24h; (c) vento a 10 m; (d) precipitação acumulada em 24h (FCT +072h); e (e) precipitação acumulada em 24h (FCT +096h).

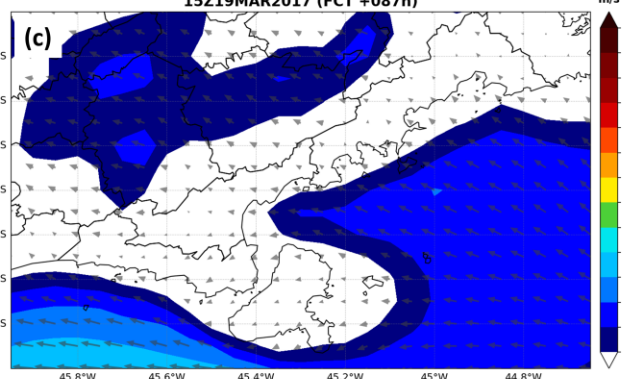
Eta Model 5km - 16/03/2017 00UTC
Caraguatatuba - IN09, BR lat:-23.6780 lon:-45.4510



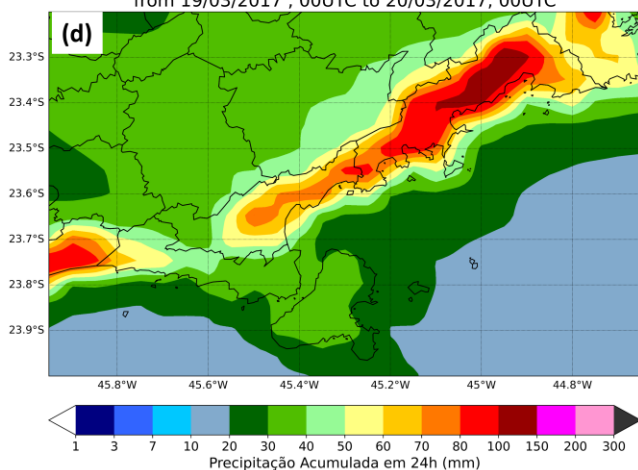
PNMM (hPa) e Var. 24h (sombreado) - Eta 5km
15Z19MAR2017 (FCT +087h)



Vento a 10m (m/s) - Eta 5km
15Z19MAR2017 (FCT +087h)



Model Eta05_E00 - Daily Precipitation (mm)
Fct 16/03/2017 00+096h,
from 19/03/2017, 00UTC to 20/03/2017, 00UTC



Model Eta05_E00 - Daily Precipitation (mm)
Fct 16/03/2017 00+120h,
from 20/03/2017, 00UTC to 21/03/2017, 00UTC

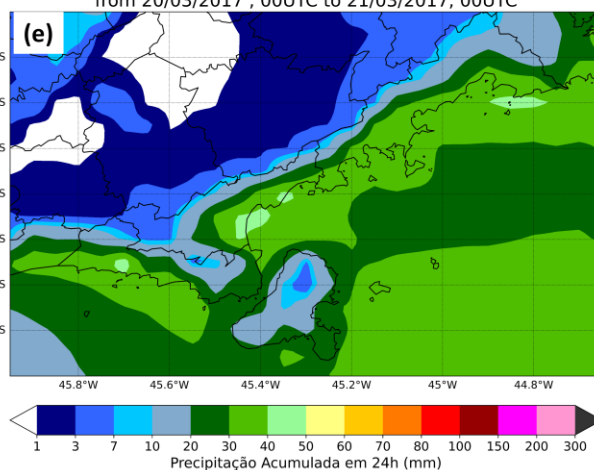


Figura 59 – Simulação do Modelo Eta 5km para o evento de inundação de 20/03/2017, rodada de 16/03/2017 00 UTC. (a) meteograma local para o ponto IN09 em Caraguatatuba; (b) PNMM e variação em 24h; (c) vento a 10 m; (d) precipitação acumulada em 24h (FCT +096h); e (e) precipitação acumulada em 24h (FCT +120h).

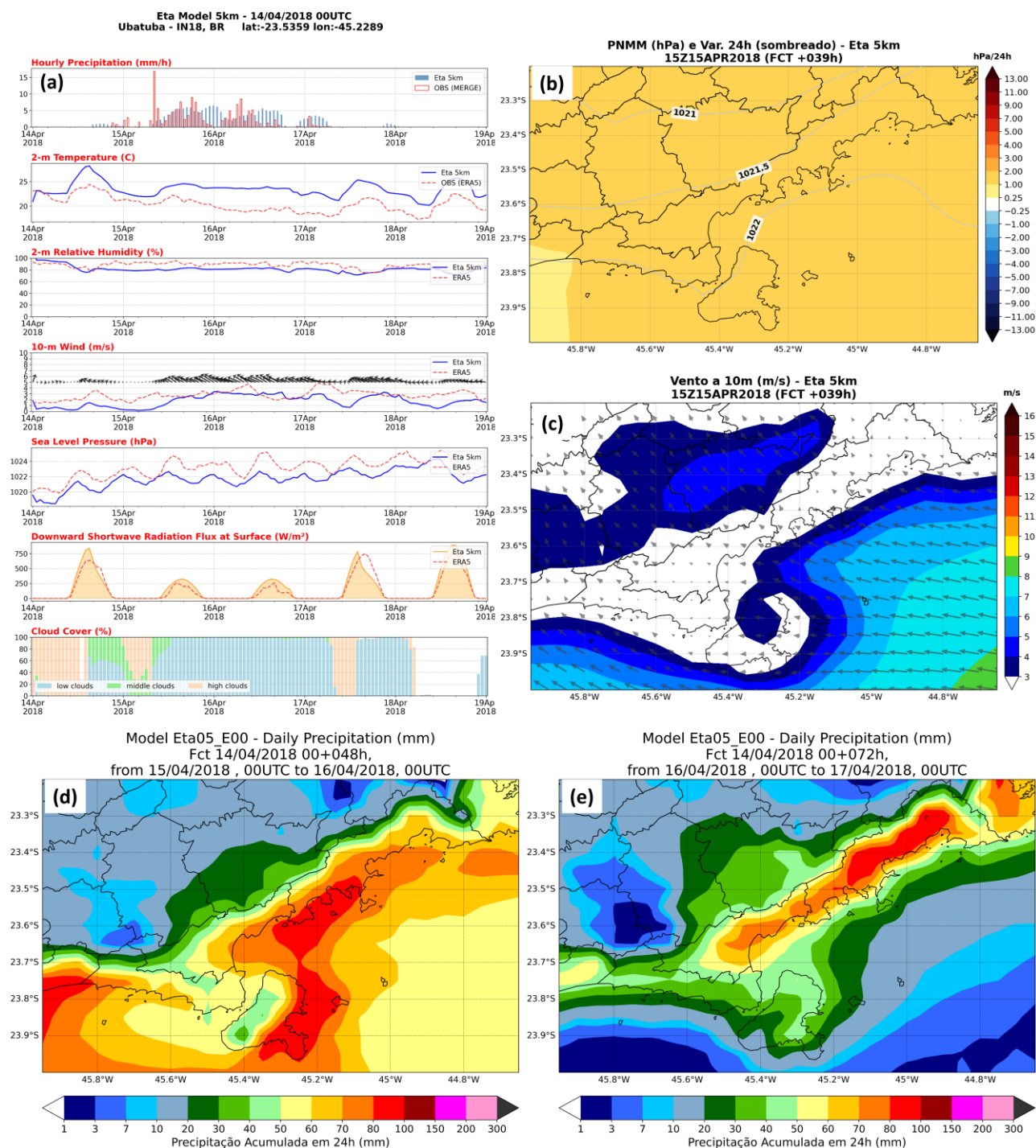


Figura 60 – Simulação do Modelo Eta 5km para o evento de inundação de 15/04/2018, rodada de 14/04/2018 00 UTC. (a) meteograma local para o ponto IN18 em Ubatuba; (b) PNMM e variação em 24h; (c) vento a 10 m; (d) precipitação acumulada em 24h (FCT +048h); e (e) precipitação acumulada em 24h (FCT +072h).

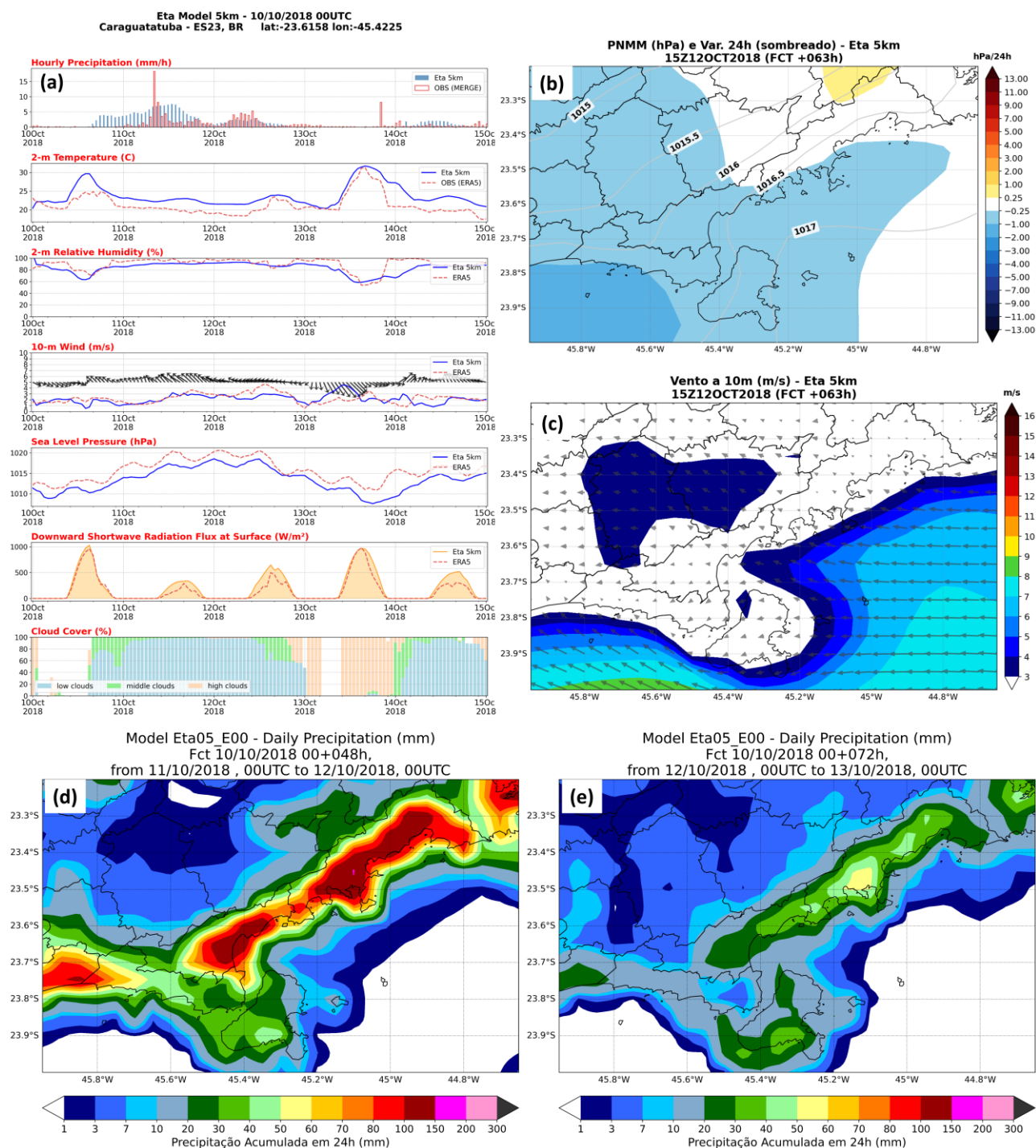


Figura 61 – Simulação do Modelo Eta 5km para o evento de inundação de 12/10/2018, rodada de 10/10/2018 00 UTC. (a) meteograma local para o ponto ES23 em Caraguatatuba; (b) PNMM e variação em 24h; (c) vento a 10 m; (d) precipitação acumulada em 24h (FCT +048h); e (e) precipitação acumulada em 24h (FCT +072h).

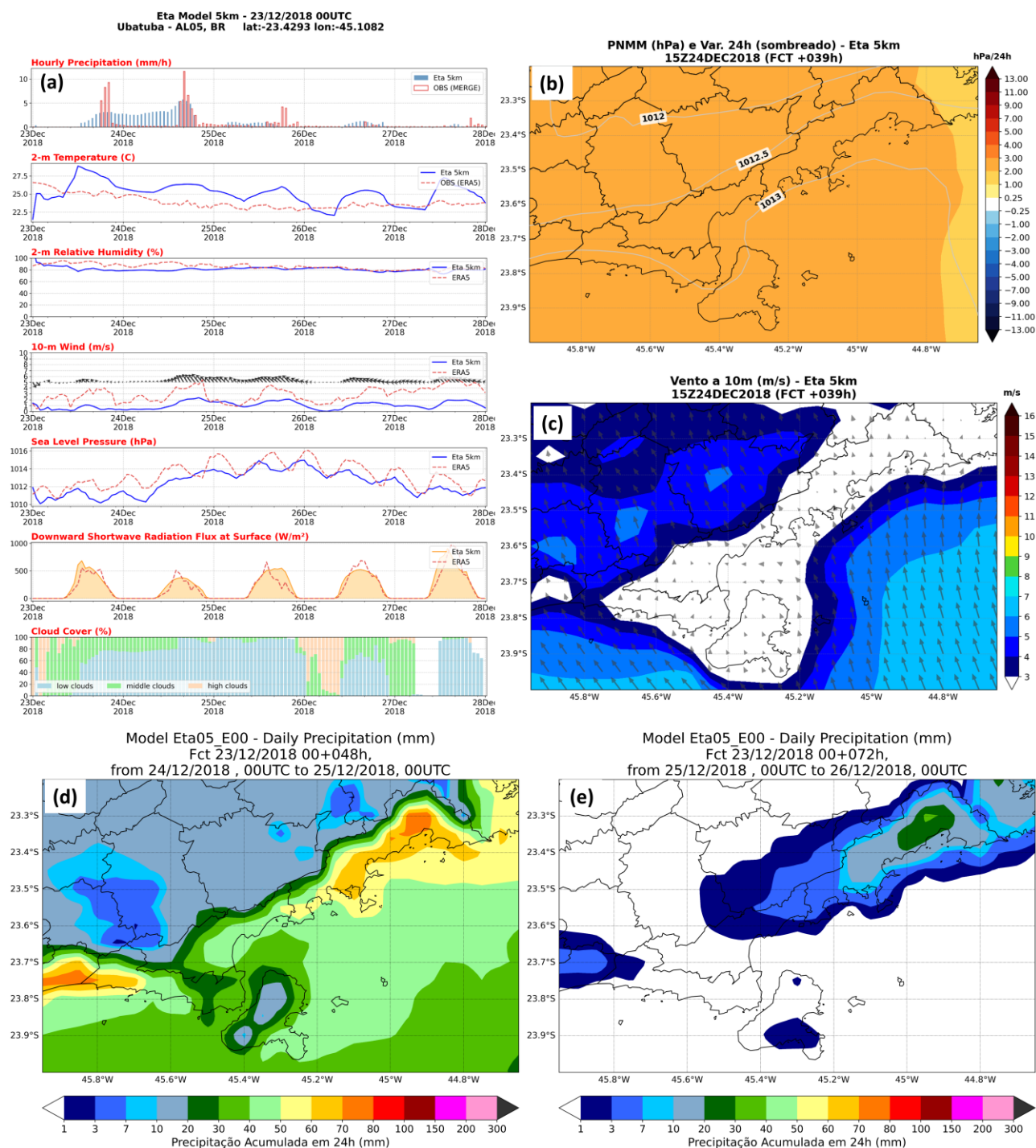
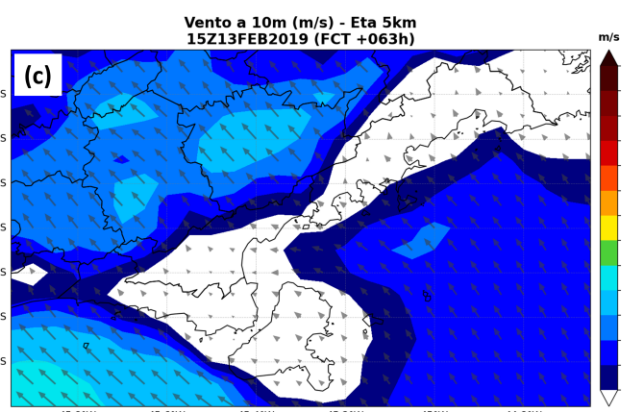
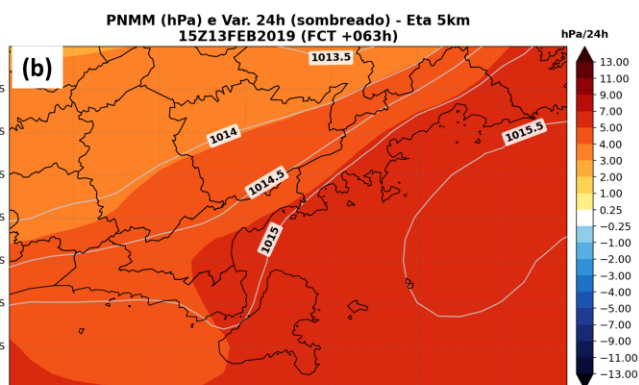
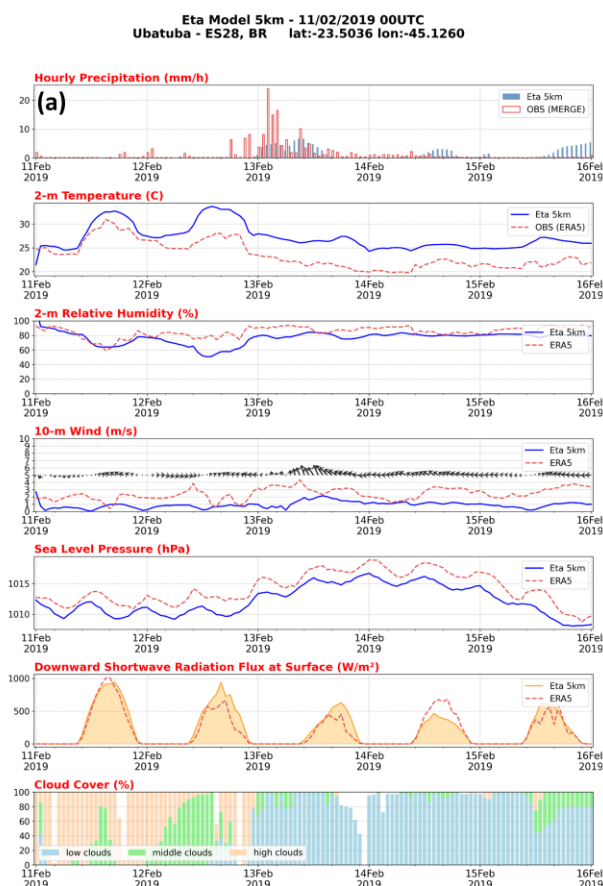
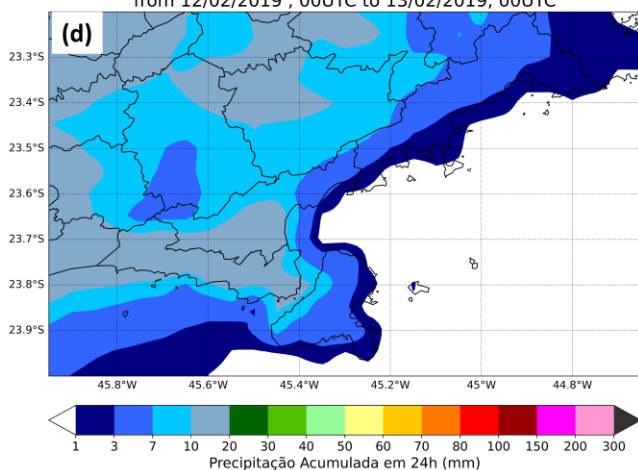


Figura 62 – Simulação do Modelo Eta 5km para o evento de inundação de 24/12/2018, rodada de 23/12/2018 00 UTC. (a) meteograma local para o ponto AL05 em Ubatuba; (b) PNMM e variação em 24h; (c) vento a 10 m; (d) precipitação acumulada em 24h (FCT +048h); e (e) precipitação acumulada em 24h (FCT +072h).



Model Eta05_E00 - Daily Precipitation (mm)
Fct 11/02/2019 00+048h,
from 12/02/2019 , 00UTC to 13/02/2019, 00UTC



Model Eta05_E00 - Daily Precipitation (mm)
Fct 11/02/2019 00+072h,
from 13/02/2019 , 00UTC to 14/02/2019, 00UTC

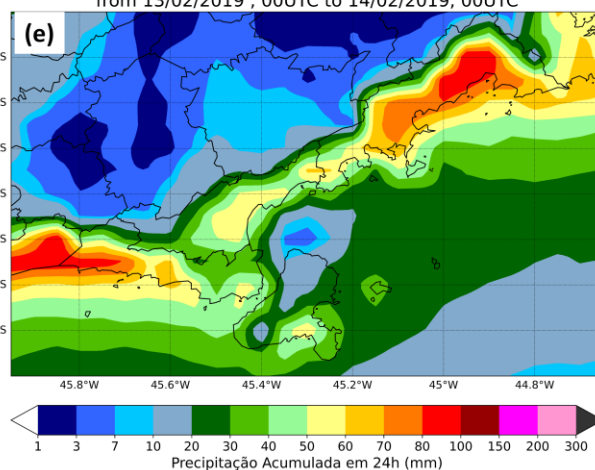
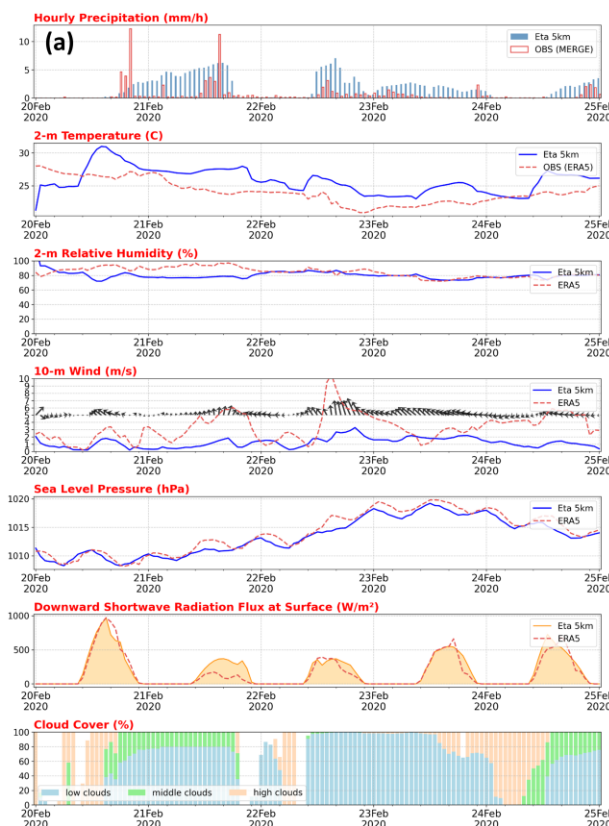
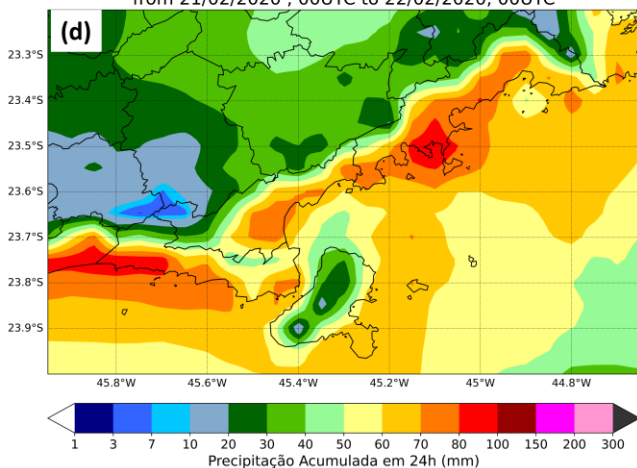


Figura 63 – Simulação do Modelo Eta 5km para o evento de inundação de 12/02/2019, rodada de 11/02/2019 00 UTC. (a) meteograma local para o ponto ES28 em Ubatuba; (b) PNMM e variação em 24h; (c) vento a 10 m; (d) precipitação acumulada em 24h (FCT +048h); e (e) precipitação acumulada em 24h (FCT +072h).

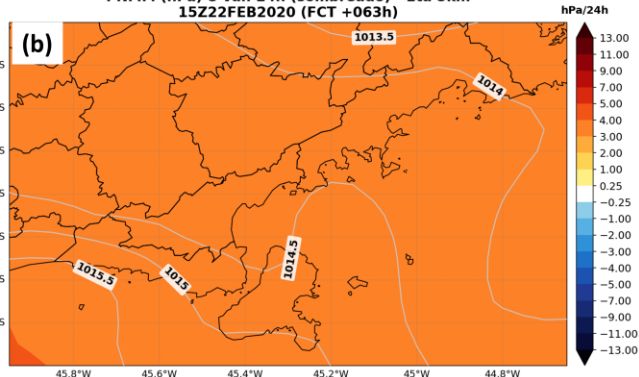
Eta Model 5km - 20/02/2020 00UTC
Ubatuba - IN29, BR lat:-23.4892 lon:-45.0757



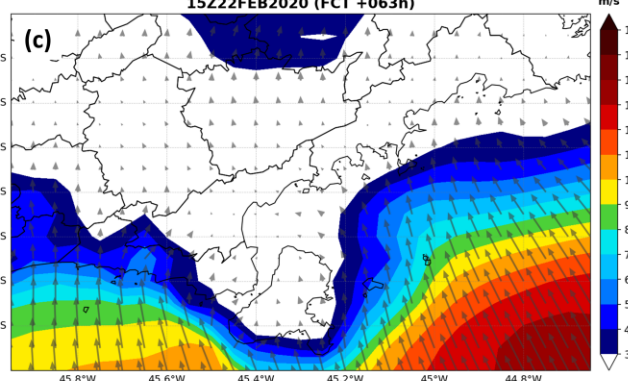
Model Eta05_E00 - Daily Precipitation (mm)
Fct 20/02/2020 00+048h,
from 21/02/2020 , 00UTC to 22/02/2020, 00UTC



PNMM (hPa) e Var. 24h (sombreado) - Eta 5km
15Z22FEB2020 (FCT +063h)



Vento a 10m (m/s) - Eta 5km
15Z22FEB2020 (FCT +063h)



Model Eta05_E00 - Daily Precipitation (mm)
Fct 20/02/2020 00+072h,
from 22/02/2020 , 00UTC to 23/02/2020, 00UTC

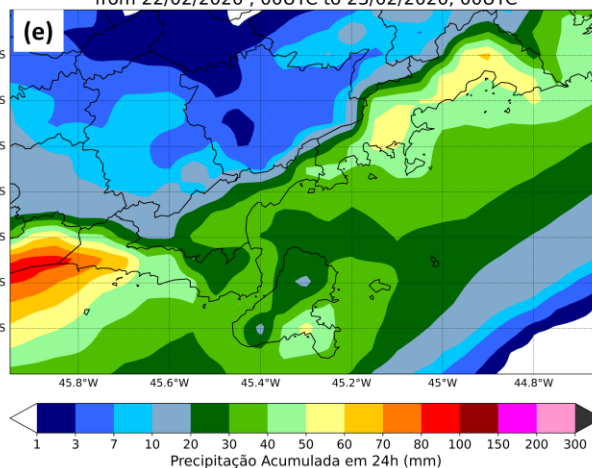
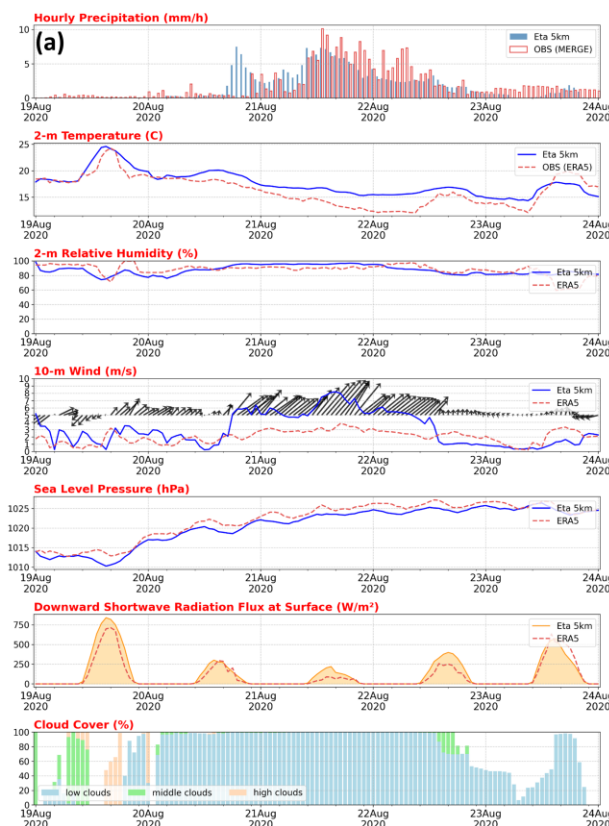
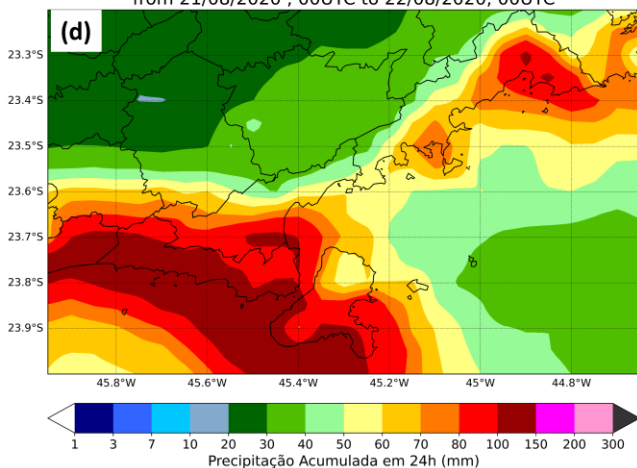


Figura 64 – Simulação do Modelo Eta 5km para o evento de inundação de 22/02/2020, rodada de 20/02/2020 00 UTC. (a) meteograma local para o ponto IN29 em Ubatuba; (b) PNMM e variação em 24h; (c) vento a 10 m; (d) precipitação acumulada em 24h (FCT +048h); e (e) precipitação acumulada em 24h (FCT +072h).

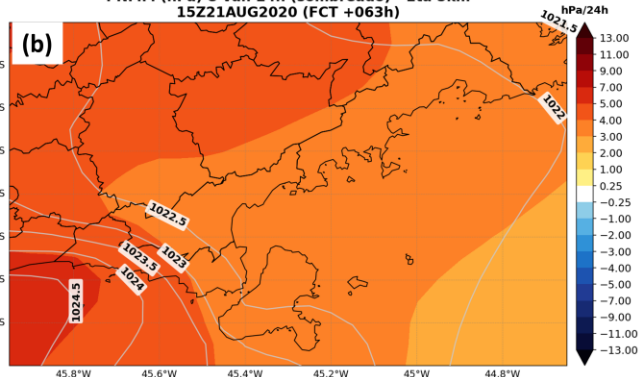
Eta Model 5km - 19/08/2020 00UTC
Sao Sebastiao - IN33, BR lat:-23.7750 lon:-45.6511



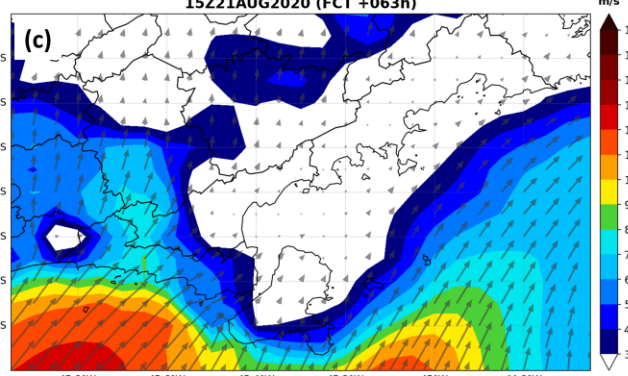
Model Eta05_E00 - Daily Precipitation (mm)
Fct 19/08/2020 00+072h,
from 21/08/2020 , 00UTC to 22/08/2020, 00UTC



PNMM (hPa) e Var. 24h (sombreado) - Eta 5km
15Z21AUG2020 (FCT +063h)



Vento a 10m (m/s) - Eta 5km
15Z21AUG2020 (FCT +063h)



Model Eta05_E00 - Daily Precipitation (mm)
Fct 19/08/2020 00+096h,
from 22/08/2020 , 00UTC to 23/08/2020, 00UTC

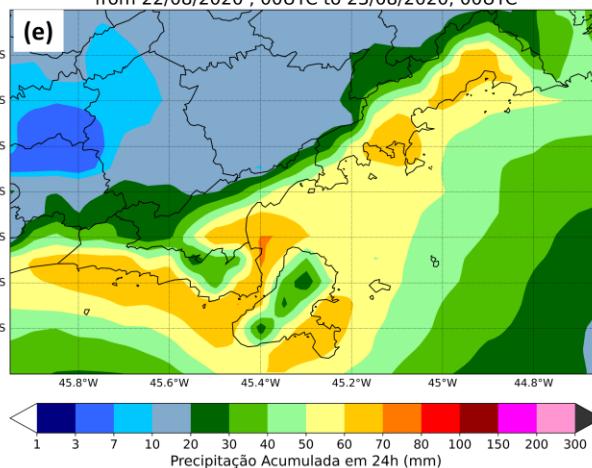


Figura 65 – Simulação do Modelo Eta 5km para o evento de inundação de 20/08/2020, rodada de 19/08/2020 00 UTC. (a) meteograma local para o ponto IN33 em São Sebastião; (b) PNMM e variação em 24h; (c) vento a 10 m; (d) precipitação acumulada em 24h (FCT +072h); e (e) precipitação acumulada em 24h (FCT +096h).

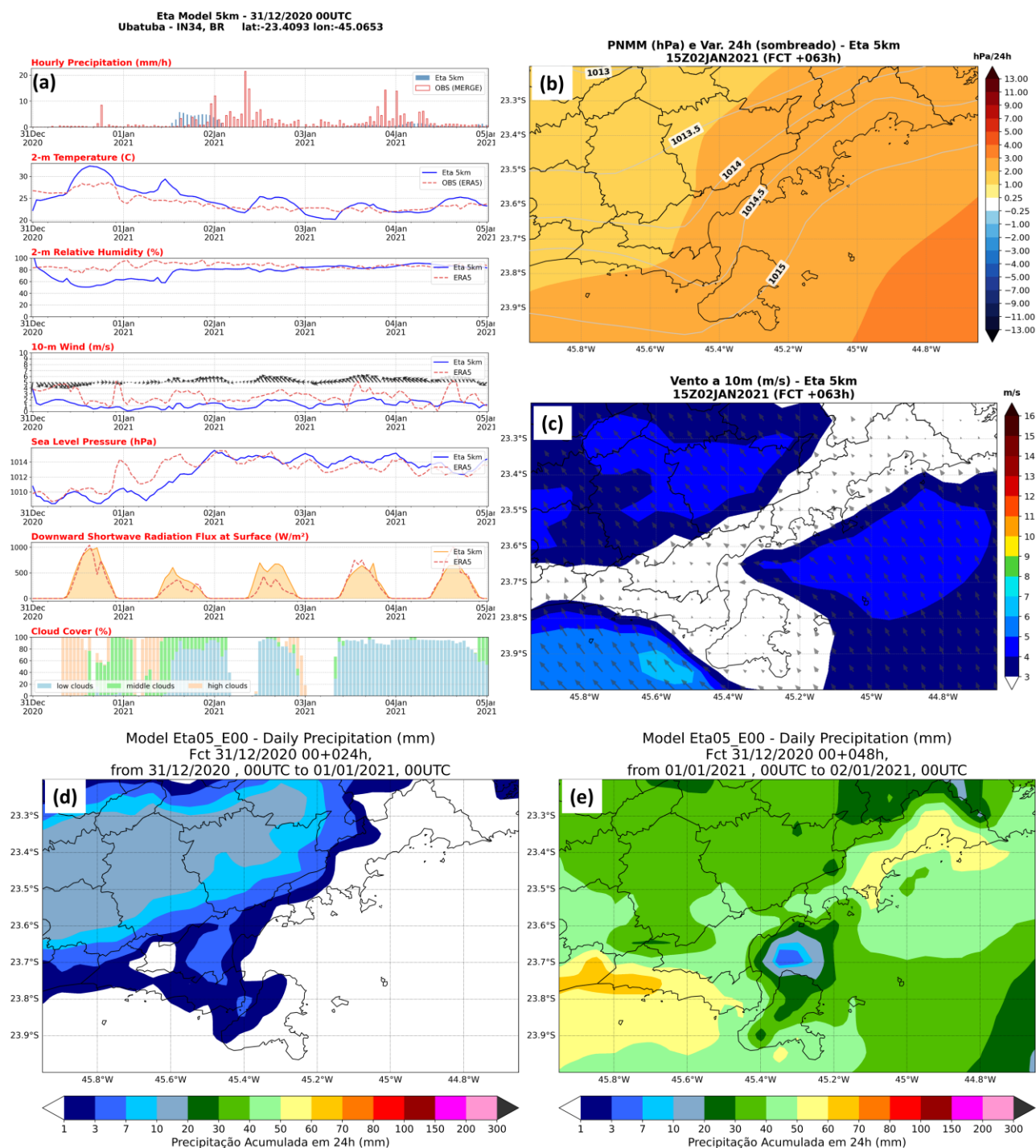
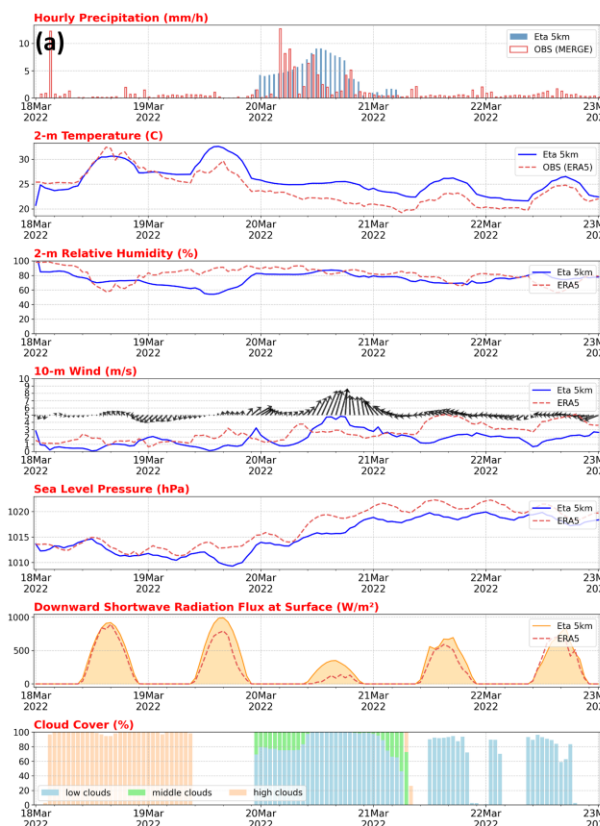
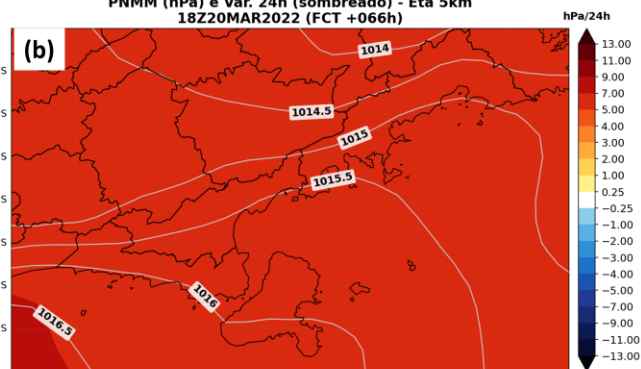


Figura 66 – Simulação do Modelo Eta 5km para o evento de inundação de 31/12/2020, rodada de 31/12/2020 00 UTC. (a) meteograma local para o ponto IN34 em Ubatuba; (b) PNMM e variação em 24h; (c) vento a 10 m; (d) precipitação acumulada em 24h (FCT +024h); e (e) precipitação acumulada em 24h (FCT +048h).

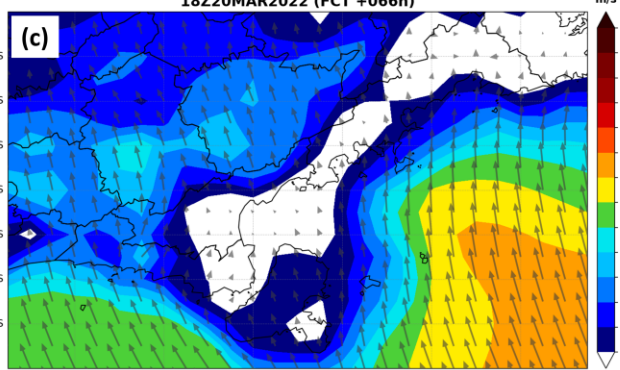
Eta Model 5km - 18/03/2022 00UTC
Sao Sebastiao - AL07, BR lat:-23.7677 lon:-45.6840



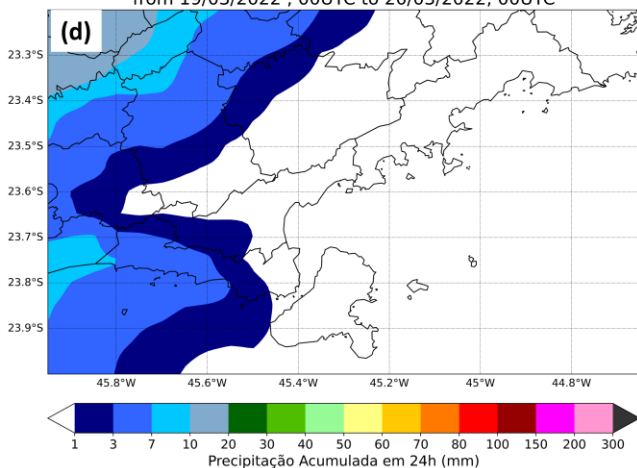
PNMM (hPa) e Var. 24h (sombreado) - Eta 5km
18Z20MAR2022 (FCT +066h)



Vento a 10m (m/s) - Eta 5km
18Z20MAR2022 (FCT +066h)



Model Eta05_E00 - Daily Precipitation (mm)
Fct 18/03/2022 00+048h,
from 19/03/2022, 00UTC to 20/03/2022, 00UTC



Model Eta05_E00 - Daily Precipitation (mm)
Fct 18/03/2022 00+072h,
from 20/03/2022, 00UTC to 21/03/2022, 00UTC

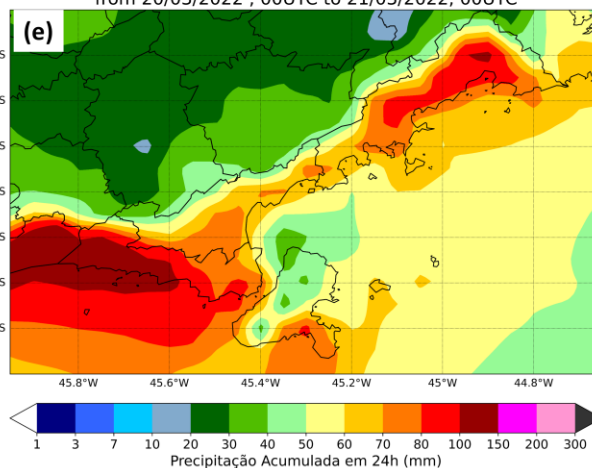
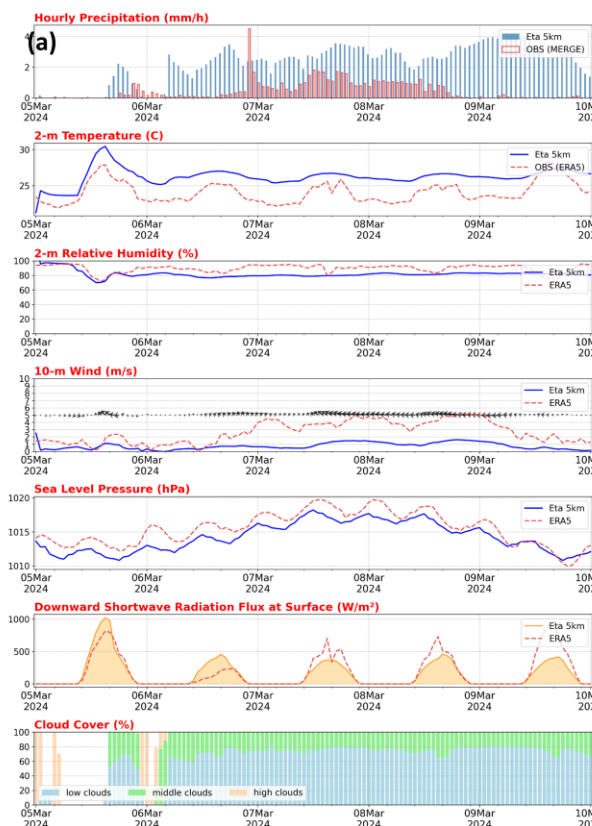
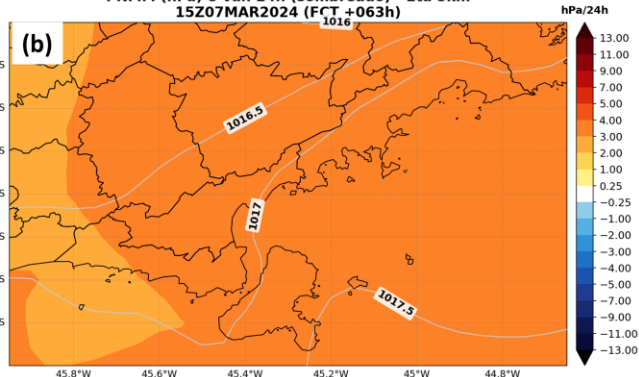


Figura 67 – Simulação do Modelo Eta 5km para o evento de inundação de 19/03/2022, rodada de 18/03/2022 00 UTC. (a) meteograma local para o ponto AL07 em São Sebastião; (b) PNMM e variação em 24h; (c) vento a 10 m; (d) precipitação acumulada em 24h (FCT +048h); e (e) precipitação acumulada em 24h (FCT +072h).

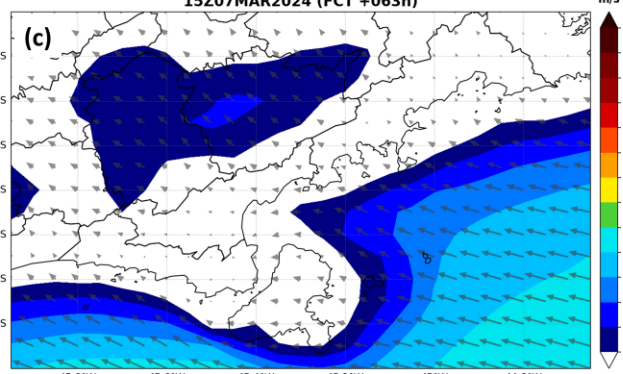
Eta Model 5km - 05/03/2024 00UTC
Ubatuba - IN39, BR lat:-23.4827 lon:-45.1670



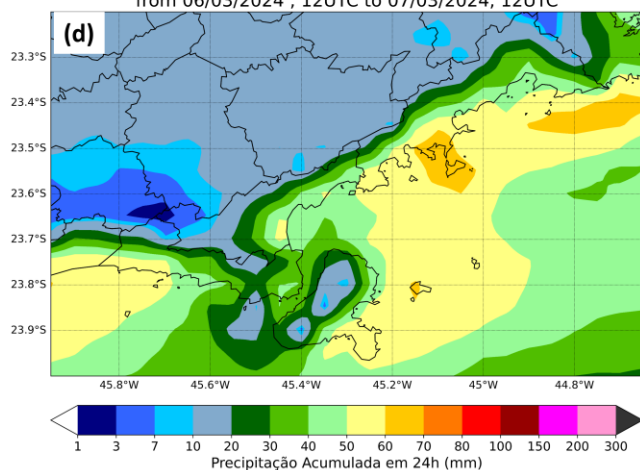
PNMM (hPa) e Var. 24h (sombreado) - Eta 5km
15Z07MAR2024 (FCT +063h)



Vento a 10m (m/s) - Eta 5km
15Z07MAR2024 (FCT +063h)



Model Eta05_E00 - Daily Precipitation (mm)
Fct 05/03/2024 00+060h,
from 06/03/2024 , 12UTC to 07/03/2024, 12UTC



Model Eta05_E00 - Daily Precipitation (mm)
Fct 05/03/2024 00+084h,
from 07/03/2024 , 12UTC to 08/03/2024, 12UTC

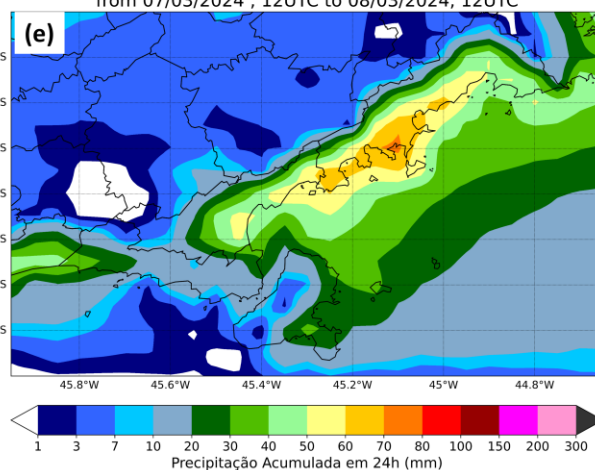


Figura 68 – Simulação do Modelo Eta 5km para o evento de inundação de 07/03/2024, rodada de 05/03/2024 00 UTC. (a) meteograma local para o ponto IN39 em Ubatuba; (b) PNMM e variação em 24h; (c) vento a 10 m; (d) precipitação acumulada em 24h (FCT +060h); e (e) precipitação acumulada em 24h (FCT +084h).

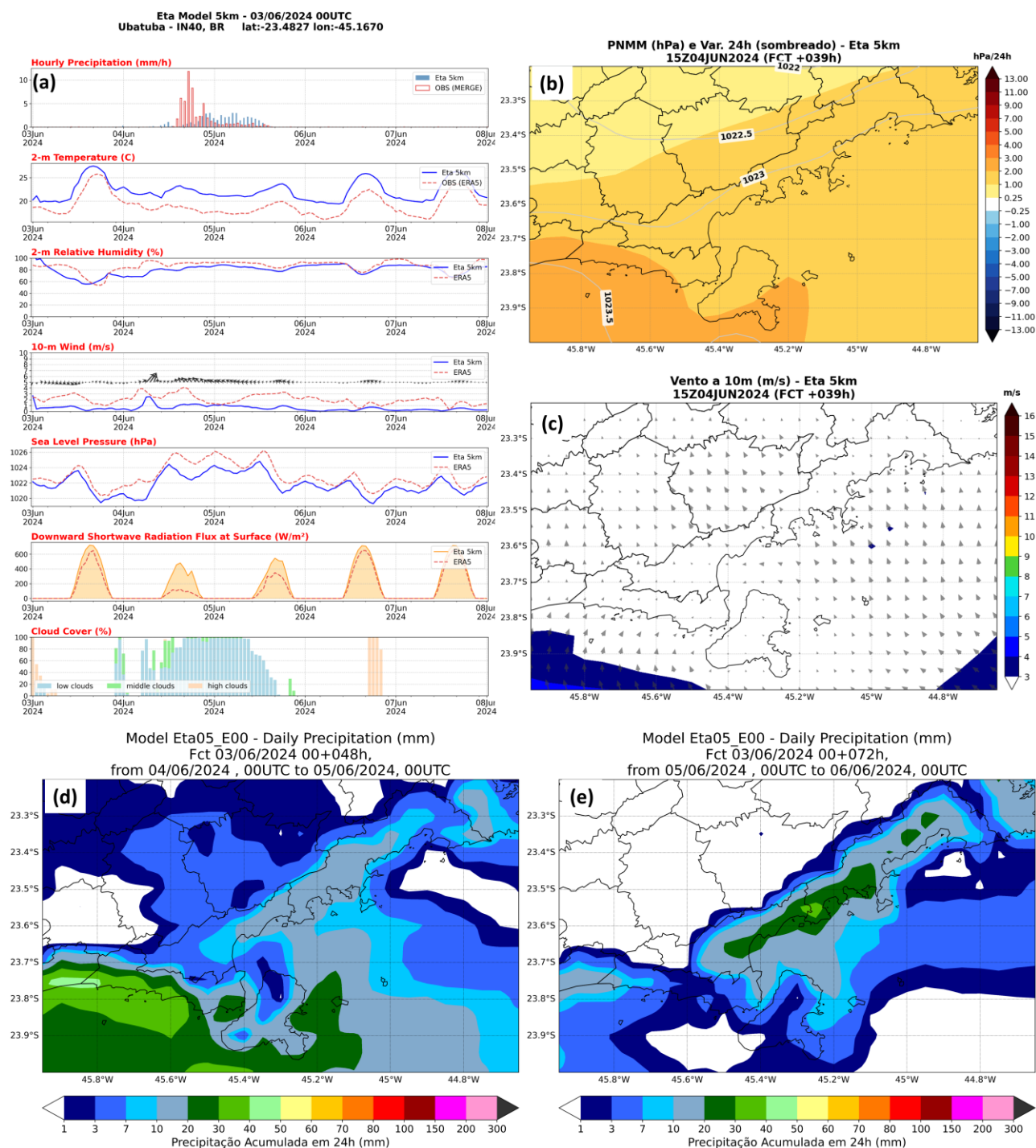


Figura 69 – Simulação do Modelo Eta 5km para o evento de inundação de 04/06/2024, rodada de 03/06/2024 00 UTC. (a) meteograma local para o ponto IN40 em Ubatuba; (b) PNMM e variação em 24h; (c) vento a 10 m; (d) precipitação acumulada em 24h (FCT +048h); e (e) precipitação acumulada em 24h (FCT +072h).