

Relatório Meteorológico do Período Chuvoso 2019-2020



Instituto Mineiro de Gestão das Águas

**Relatório Meteorológico do Período Chuvoso
2019/2020**

Relatório Técnico nº2/IGAM/GMHEC/2020

**Belo Horizonte
2020**

GOVERNO DO ESTADO DE MINAS GERAIS

Romeu Zema Neto

**INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS
ÁGUAS****DIRETORIA GERAL**

Marília Carvalho de Melo

**DIRETORIA DE OPERAÇÕES E EVENTOS
CRÍTICOS**

Ana Carolina Lopes Miranda de Almeida

**GERÊNCIA DE MONITORAMENTO
HIDROMETEOROLÓGICO E EVENTOS
CRÍTICOS**

Saulo Freire Crosland Guimarães

AUTORES

Guilherme Schild Touchtenhagen

Laís Alves Santos

Paula Pereira de Souza

COLABORAÇÃO

Cibele Patrícia Damasceno de Oliveira

Katy Marilyn de Matos Neves

Luiza Pinheiro Rezende Ribas

EQUIPE EDITORIAL

ASCOM

Projeto gráfico e capa

Bruno Cardoso Goulart

Mapas

Laís Alves Santos

Paula Pereira de Souza

Fotografias

Guilherme Schild Touchtenhagen

I59r

Instituto Mineiro de Gestão das Águas.

Relatório técnico do período chuvoso 2019-2020 / Instituto Mineiro de Gestão das Águas. --- Belo Horizonte: Igam, 2020.
26 p. il;

Relatório Técnico n° 2/IGAM/GMHEC/2020.

1. Meteorologia. 2. Precipitação - análise meteorológica.
3. Alertas meteorológicos. 4. Monitoramento - Minas Gerais. I. Título.

CDU: 551.509(815.1)

Ficha catalográfica elaborada por Márcia Beatriz Silva de Azevedo CRB 1934/6.

IGAM

Rodovia João Paulo II, nº 4143 - Bairro Serra Verde - Belo Horizonte

Minas Gerais - CEP: 31630-900
<http://www.igam.mg.gov.br>

Sumário

1. Resumo	5
2. Introdução	5
3. Diagnóstico da Precipitação no Período Chuvoso	5
3.1 Climatologia das chuvas no período chuvoso	6
3.2 Valores Observados	7
3.3 Valores interpolados de precipitação	10
4. Os Alertas Meteorológicos e o Monitoramento de Tempo Severo	19
5. Ocorrências de Eventos de Tempo Severo em Minas Gerais	22
6. Considerações Finais	28



1. RESUMO

O presente Relatório Técnico tem por finalidade apresentar as informações e a análise meteorológica quanto à precipitação, alertas meteorológicos e casos de tempo severo ocorridos durante o período chuvoso 2019/2020, no Estado de Minas Gerais.

2. INTRODUÇÃO

A vigilância meteorológica visa a possibilitar um maior tempo de reação a desastres naturais de origem atmosférica. Essas informações apoiam a tomada de decisão antecipada frente à ocorrência de um evento crítico. As áreas atendidas com este monitoramento vão desde a seguridade social, patrimonial, saúde humana até o turismo, recreação e esporte.

Esse monitoramento, no Estado de Minas Gerais, é feito através do acompanhamento de sistemas meteorológicos, por meio do monitoramento do tempo, realizado pelo Instituto Mineiro de Gestão das Águas – IGAM, através da Gerência de Monitoramento Hidrometeorológico e Eventos Críticos – GMHEC. A equipe de meteorologia do Sistema de Meteorologia e Recursos Hídricos de Minas Gerais – SIMGE, vinculada à GMHEC, monitora o tempo e clima, além de realizar previsão de curtíssimo prazo e envio alertas de tempo severo e de condições críticas de umidade.

Com objetivo de estudar, observar, pesquisar e alertar a sociedade, quando da ocorrência de tempo severo, em setembro de 2019, fruto da intensificação da parceria entre o IGAM e a Coordenadoria Estadual de Defesa Civil - CEDEC, o IGAM passou a operar o SIMGE nas dependências do Centro Integrado de Comando e Controle – CICC, na Cidade Administrativa, ao lado dos demais órgãos de segurança. No âmbito dessa parceria entre CEDEC e IGAM, cabe destacar, aqui, o importante apoio e atuação da Companhia Energética de Minas Gerais - CEMIG que, com sua equipe de meteorologia, também apoiou no envio de alertas de tempo severo quando dos plantões realizados, sobretudo nos dias de maior criticidade e em horários não cobertos pela equipe do IGAM. Alguns dos resultados obtidos, advindos dessa parceria, são apresentados neste relatório e demonstram efetivo ganho na gestão e mitigação de eventos críticos meteorológicos em Minas Gerais.

3. DIAGNÓSTICO DA PRECIPITAÇÃO NO PERÍODO CHUVOSO

O diagnóstico meteorológico foi realizado através da análise da precipitação ocorrida durante o período chuvoso 2019/2020, pelo Sistema de Meteorologia e Recursos Hídricos de Minas Gerais – SIMGE, que faz parte da Gerência de Monitoramento Hidrometeorológico e Eventos Críticos – GMHEC, do Instituto Mineiro de Gestão das Águas – IGAM. Os mapas, gráficos e informações têm como base as estações meteorológicas convencionais e automáticas da rede de observação de superfície do Instituto

Nacional de Meteorologia - INMET, distribuídas em Minas Gerais e nos Estados vizinhos para melhor representatividade das áreas de fronteiras.

A análise foi realizada considerando o período entre outubro de 2019 e março de 2020, divididos em intervalos mensais. Também foi feita a análise correspondente ao fechamento do período chuvoso, em que foi considerado o intervalo semestral, o qual serão exibidos os gráficos dos valores observados.

3.1 Climatologia das chuvas no período chuvoso

Climatologicamente, o total das precipitações ocorridas durante os seis meses do período chuvoso de Minas Gerais se distribuiu espacialmente conforme a Figura 1, obtida por meio das Normais climatológicas das chuvas publicadas pelo INMET, com referência aos 30 anos entre 1981-2010.

Pode-se observar que na distribuição espacial das chuvas, o total de chuvas durante esse período varia entre valores de aproximadamente 1400 mm a valores inferiores a 800 mm. Também é possível observar que essa diminuição ocorre em direção aos setores norte e nordeste do estado.

Climatologia da precipitação - Período Chuvoso

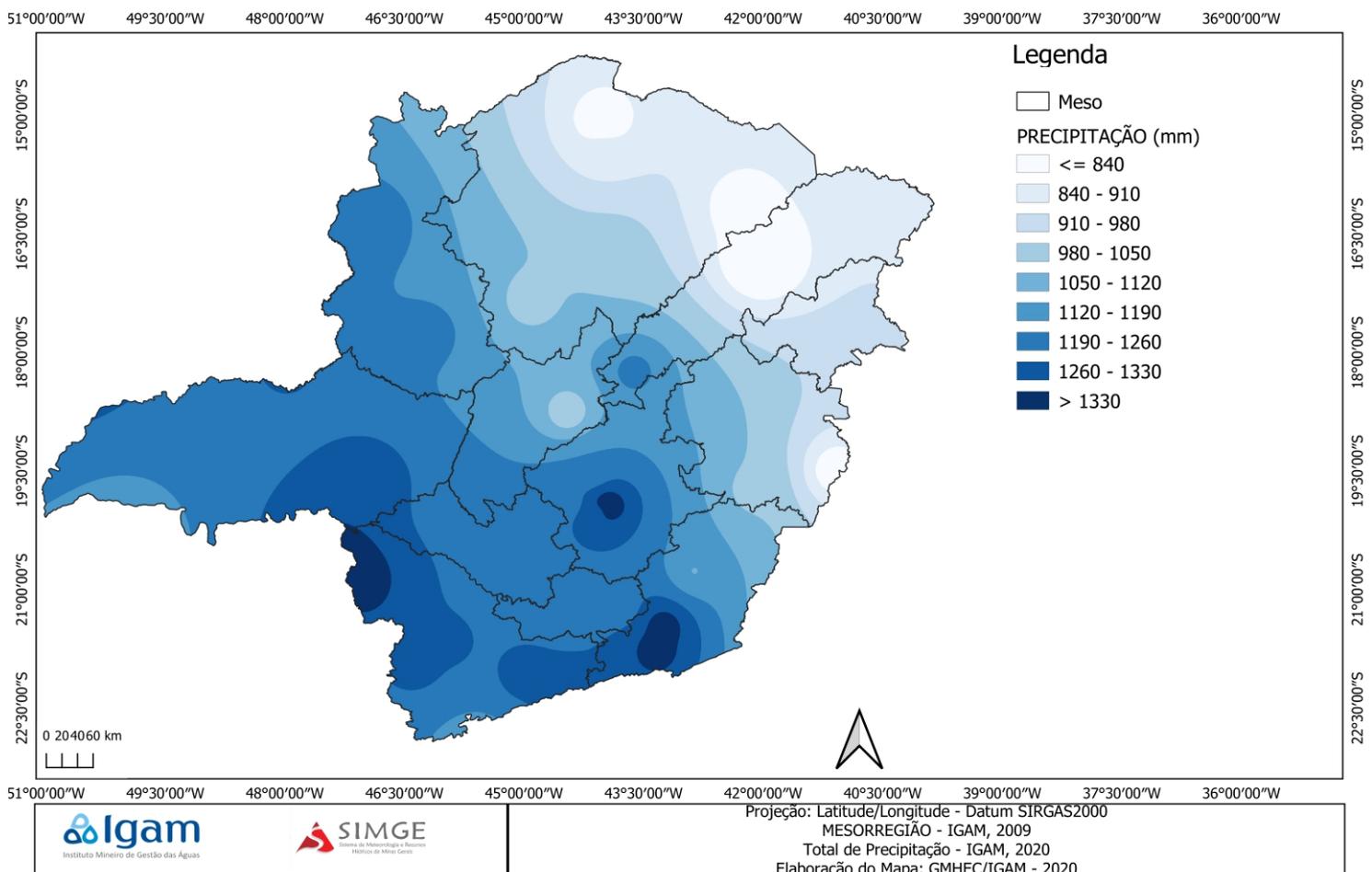


Figura 1: Climatologia do total de precipitação no período chuvoso em Minas (INMET - 1981-2010).

3.2 Valores Observados

As figuras 2 a 13, a seguir, apresentam a chuva acumulada no período chuvoso, entre outubro de 2019 e março de 2020, em cada uma das 12 mesorregiões de Minas Gerais, com base nas informações registradas em estações automáticas e convencionais do INMET, que trazem informações pontuais dos municípios nos quais estão localizadas.

De uma forma geral podemos observar que, entre os meses de outubro de 2019 e março de 2020, ocorreram volumosas chuvas em todo território mineiro. Os menores totais registrados ocorreram em Buritis, Almenara, Águas Vermelhas, Itaobim, Araçuaí, Salinas, Montalvânia, Aimorés, Mocambinho e Rio Pardo de Minas, respectivamente: 374.6, 473.6, 527.2, 588.6, 695.6, 703.8, 712.8, 730.8, 752.2, 780.8 e 797.9 mm.

Já os maiores acumulados ocorreram em Belo Horizonte, nas estações localizadas no Cercadinho (2173.4 mm), na estação convencional do bairro Santo Agostinho (2021.7 mm) e Pampulha (1824.2 mm), Ibirité, na estação convencional (2011 mm) e na automática (1982.2 mm). Também em Florestal (1748 mm), Viçosa (1712 mm), Muriaé (1639 mm), Patrocínio (1628 mm) e Diamantina (1620 mm).

Estes valores máximos acumulados superaram os valores climatológicos exibidos na Figura 1. Nos casos de Belo Horizonte, Florestal, Ibirité, Viçosa e Diamantina, os valores de precipitação acumulados durante o período chuvoso superaram até mesmo a climatologia anual, que são 1602.6, 1393.4, 1484.8, 1289 e 1375 mm, respectivamente.



Figura 2: Gráfico do total de precipitação observada, em milímetros, entre outubro de 2019 e março de 2020 em estações do INMET localizadas no Triângulo Mineiro/ Alto Paranaíba.

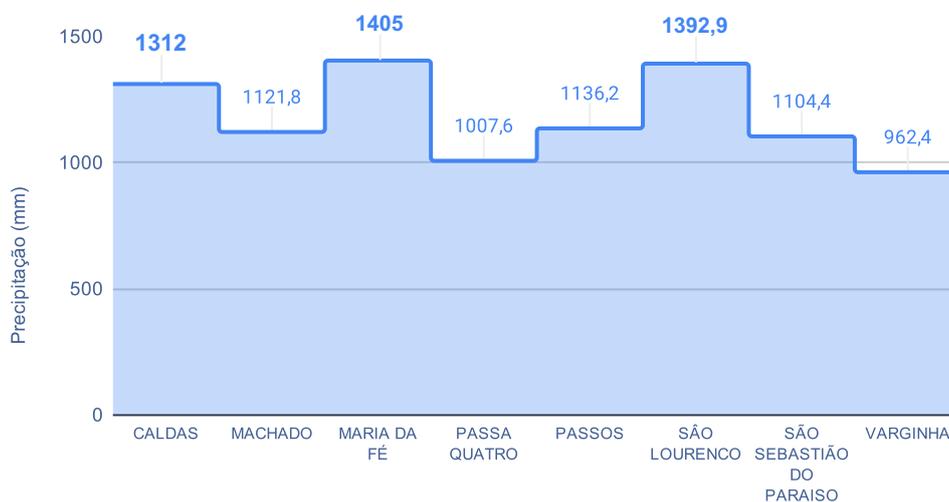


Figura 3: Gráfico do total de precipitação observada, em milímetros, entre outubro de 2019 e março de 2020 em estações do INMET localizadas no Sul/ Sudoeste de Minas.

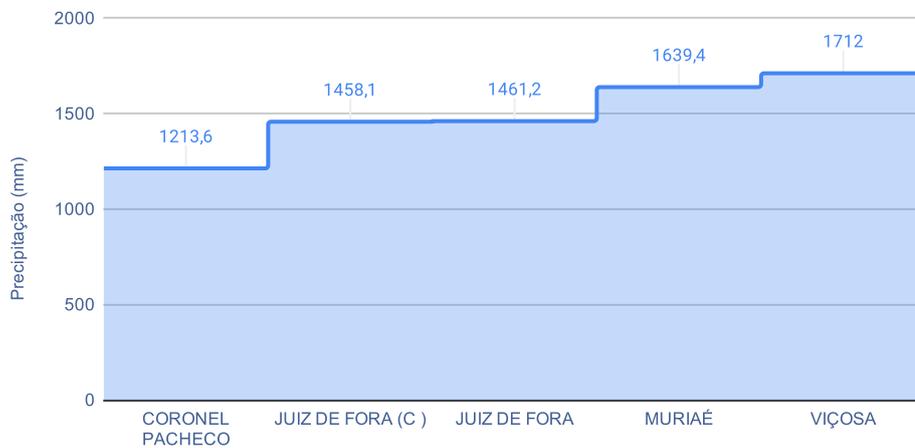


Figura 4: Gráfico do total de precipitação observada, em milímetros, entre outubro de 2019 e março de 2020 em estações do INMET localizadas na Zona da Mata OBSERVAÇÃO: O (C) no final do nome da estação indica que ela é do tipo convencional.

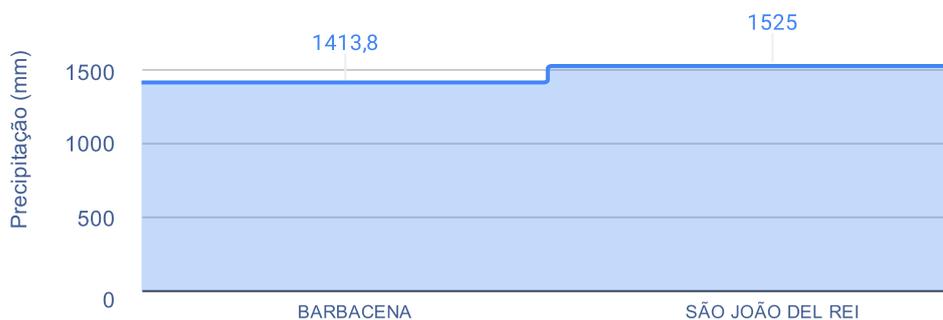


Figura 5: Gráfico do total de precipitação observada, em milímetros, entre outubro de 2019 e março de 2020 em estações do INMET localizadas no Campo das Vertentes.

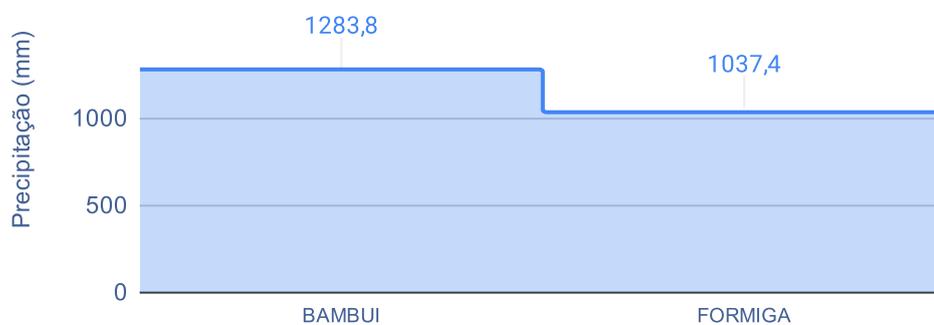


Figura 6: Gráfico do total de precipitação observada, em milímetros, entre outubro de 2019 e março de 2020 em estações do INMET localizadas no Oeste de Minas.



Figura 7: Gráfico do total de precipitação observada, em milímetros, entre outubro de 2019 e março de 2020 em estações do INMET localizadas na Central Mineira.



Figura 8: Gráfico do total de precipitação observada, em milímetros, entre outubro de 2019 e março de 2020 em estações do INMET localizadas no Noroeste de Minas.
OBSERVAÇÃO: O (C) no final do nome da estação indica que ela é do tipo convencional.



Figura 9: Gráfico do total de precipitação observada, em milímetros, entre outubro de 2019 e março de 2020 em estações do INMET localizadas na Metropolitana.
OBSERVAÇÃO: O (C) no final do nome da estação indica que ela é do tipo convencional.



Figura 10: Gráfico do total de precipitação observada, em milímetros, entre outubro de 2019 e março de 2020 em estações do INMET localizadas no Vale do Rio Doce
OBSERVAÇÃO: O (C) no final do nome da estação indica que ela é do tipo convencional



Figura 11: Gráfico do total de precipitação observada, em milímetros, entre outubro de 2019 e março de 2020 em estações do INMET localizadas no Vale do Mucuri.



Figura 12: Gráfico do total de precipitação observada, em milímetros, entre outubro de 2019 e março de 2020 em estações do INMET localizadas no Vale do Jequitinhonha.
OBSERVAÇÃO: O (C) no final do nome da estação indica que ela é do tipo convencional.

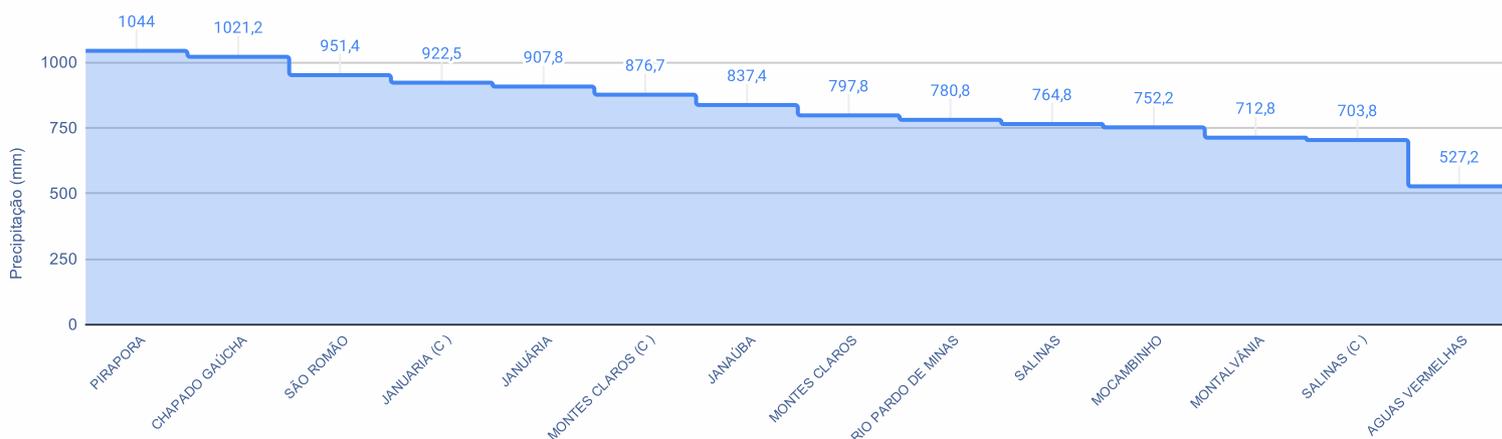


Figura 13: Gráfico do total de precipitação observada, em milímetros, entre outubro de 2019 e março de 2020 em estações do INMET localizadas no Norte de Minas.
OBSERVAÇÃO: O (C) no final do nome da estação indica que ela é do tipo convencional.

3.3 Valores interpolados de precipitação

Como não existem estações meteorológicas instaladas em todos dos municípios mineiros, foi realizada uma interpolação dos dados registrados. A interpolação permite que se encontre um valor “aproximado” quando não foi possível registrar o valor real ocorrido. O resultado da interpolação de valores observados é exibido nas Figuras de 14 a 20, sendo as Figuras de 14(a) a 20(a) referente aos valores totais observados, dados em milímetros e a Figuras de 14(b) a 20(b) referente às anomalias de precipitação, dados em porcentagem.

A anomalia de precipitação é variação da chuva observada (para mais ou para menos) tendo como referência a Normal climatológica. A anomalia positiva de chuvas ocorre quando a chuva fica acima da climatologia. Já a anomalia negativa ocorre quando a chuva fica abaixo da climatologia. A climatologia utilizada ilustra os valores das Normais climatológicas das chuvas publicadas pelo INMET, com referência aos 30 anos entre 1981-2010.

As regiões de cor branca nas figuras, indicam as áreas em que a interpolação dos dados de precipitação observada nas estações apresentou valores próximos ao da climatologia. Já as cores em tons azuis representam as áreas em ocorreram anomalias positivas. As áreas preenchidas em cores quentes representam as áreas de anomalias negativas.

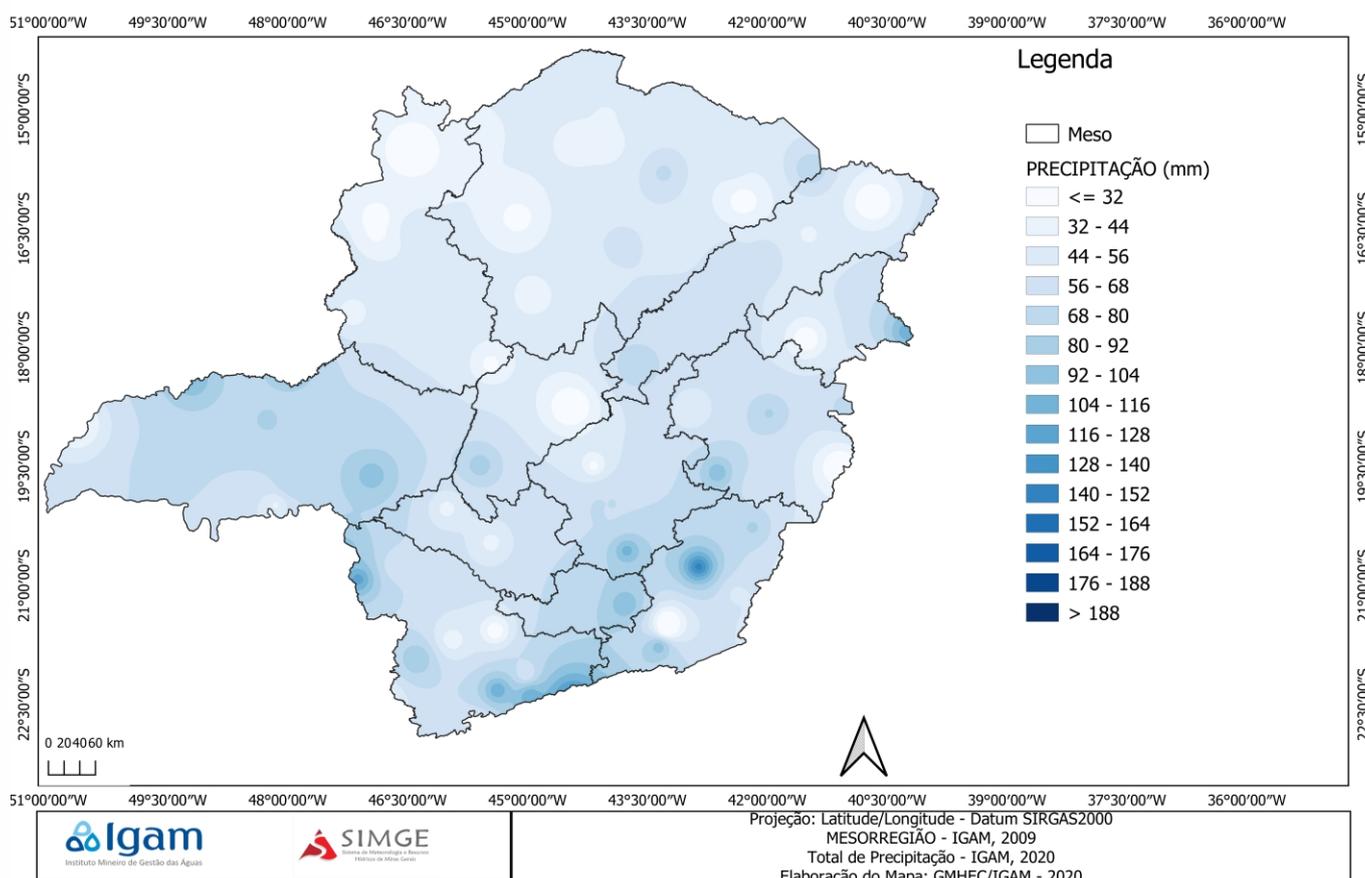
Em 2019, o primeiro trimestre da estação chuvosa (Figuras de 14 a 16) teve chuvas mal distribuídas temporalmente e espacialmente.

Em outubro, conforme Fig.14(a), os totais de precipitação variaram entre valores inferiores a 10

mm a valores próximos a 140 mm. As maiores precipitações ocorreram no setor centro-sul do estado. Já em novembro houve um aumento na ocorrência das chuvas em todos os setores do estado. As precipitações variaram entre mínimos em torno de 20 mm, a máximos em torno de 300 mm, sendo os maiores acumulados observados no Sul de Minas, Campo das Vertentes, Metropolitana e Zona da Mata (Fig. 15(a)). Fechando a primeira metade do período chuvoso 2019/2020, dezembro teve ocorrência de chuvas entre 30 e 350 mm, com os maiores valores sendo observados No Triângulo, Noroeste, Central, Metropolitana, Sul de Minas e Zona da Mata, conforme Fig.16(a).

Os baixos valores de precipitação ocorrida refletiram em anomalias predominantemente negativas no estado de Minas Gerais, como podemos observar nas Figuras de 14(b) a 16(b). Ainda assim, apesar de ficarem abaixo da climatologia e serem muito mal distribuídas, as precipitações ocorridas na primeira metade do período chuvoso se caracterizaram pela ocorrência de muitos eventos de tempo severo, nos quais acumulados expressivos de precipitação foram registrados em curtos períodos de tempo, na maioria das vezes acompanhados de rajadas de vento, raios e granizo.

(a) Total de precipitação mensal - Outubro de 2019



(b) Anomalia de precipitação mensal- Outubro de 2019

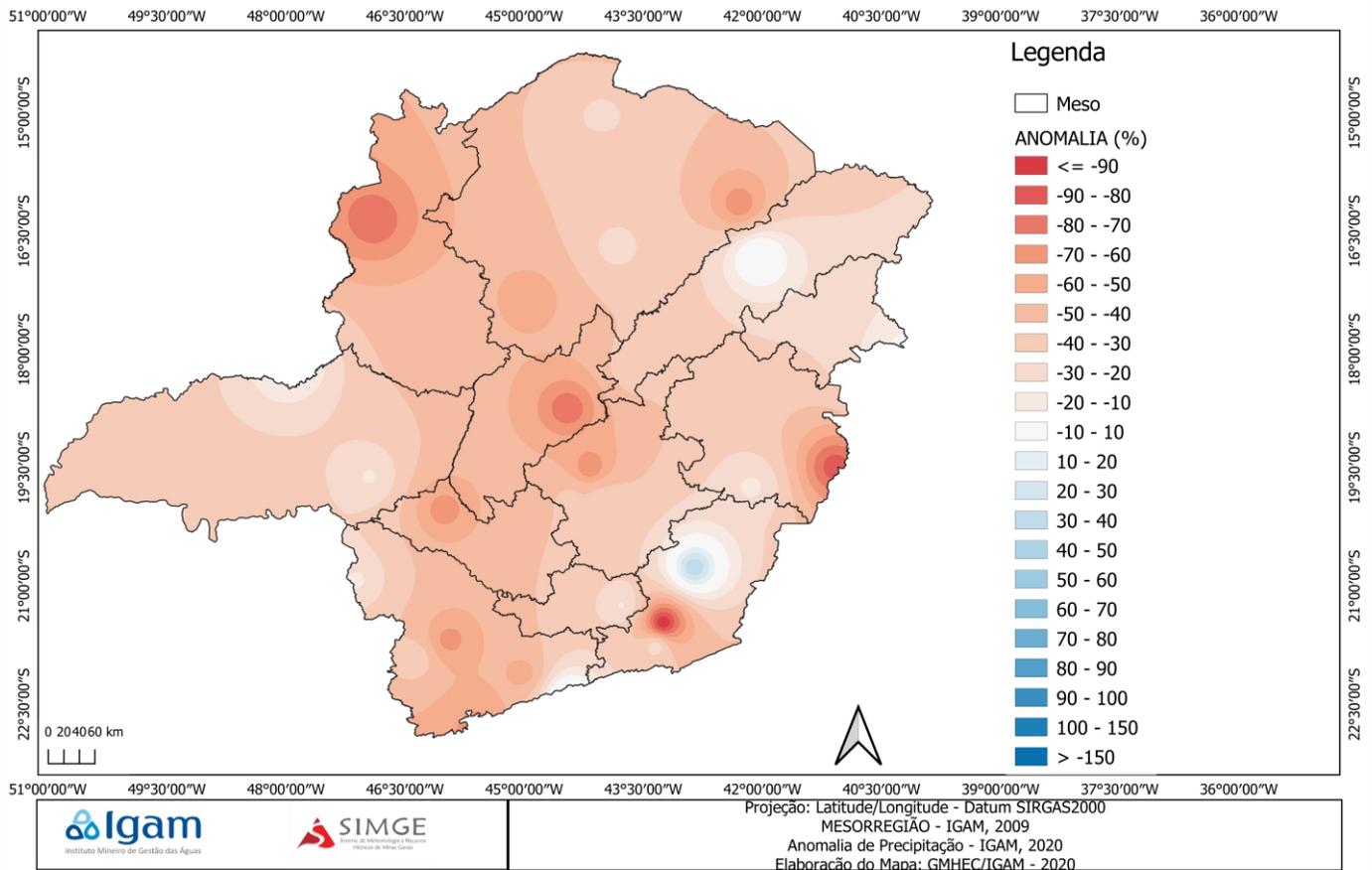
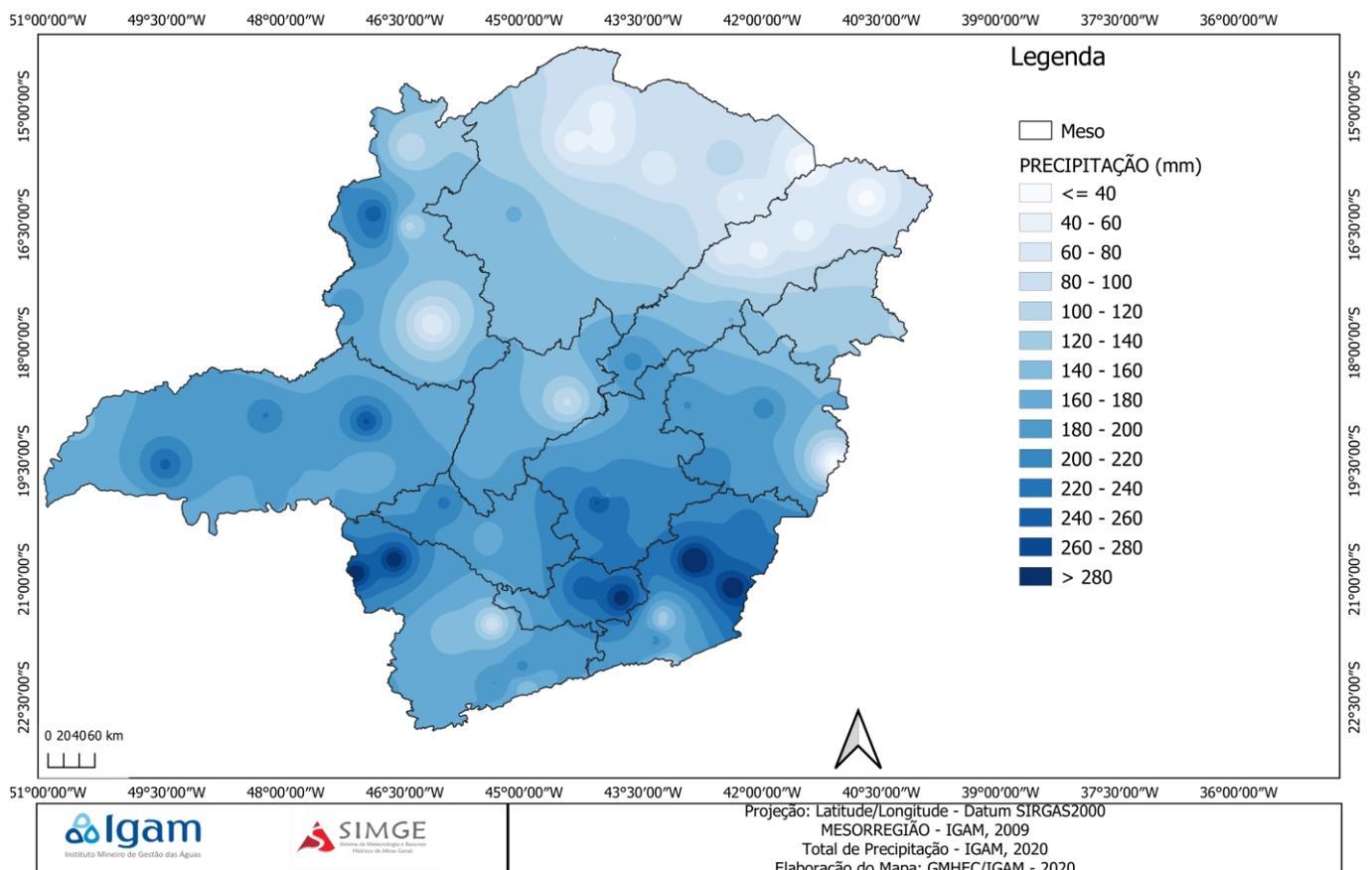


Figura 14: Distribuição espacial do total de precipitação mensal (a) e da anomalia de precipitação (b) em outubro de 2019.

(a) Total de precipitação mensal - Novembro de 2019



(b)

Anomalia de precipitação mensal - Novembro de 2019

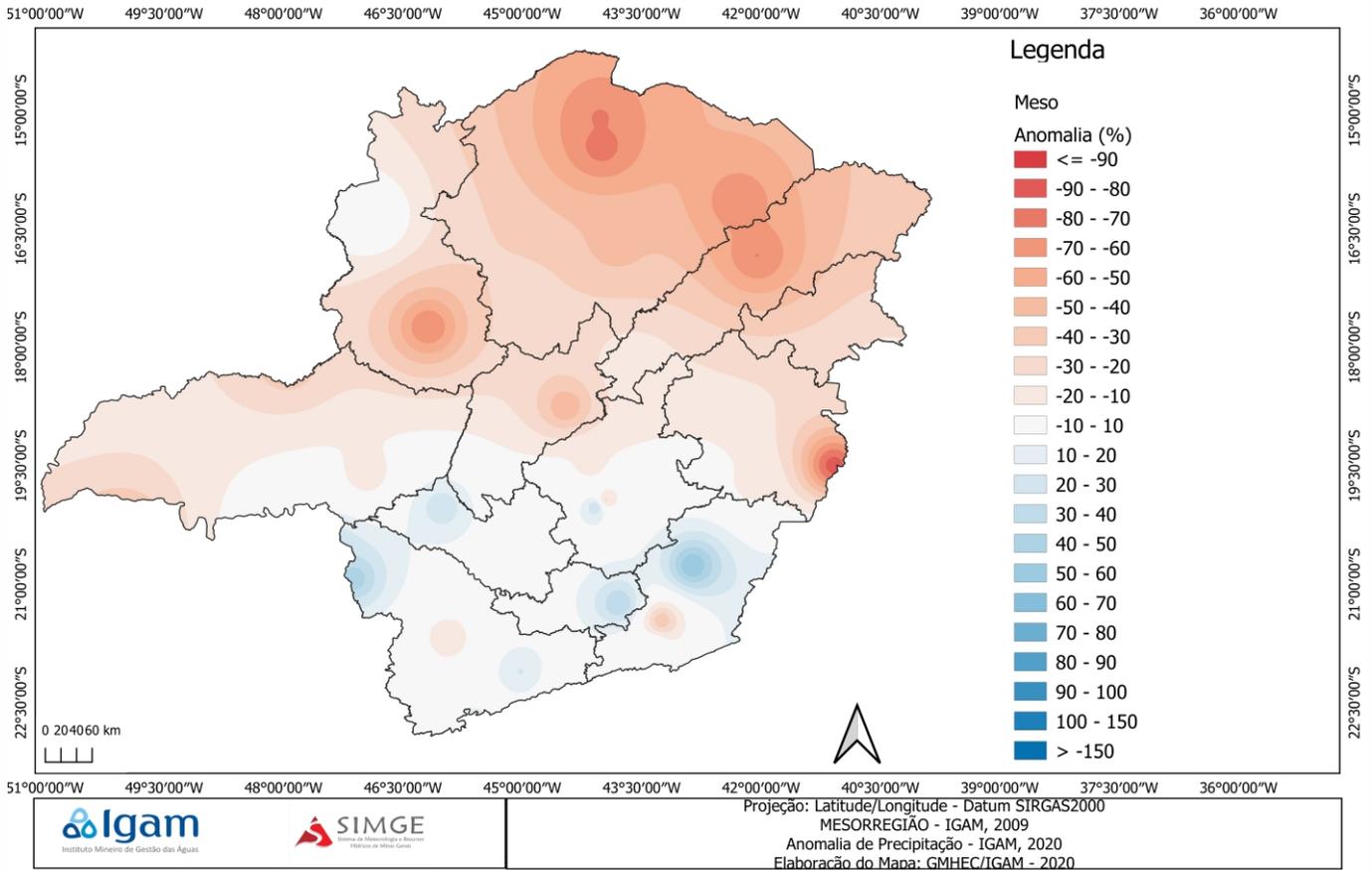
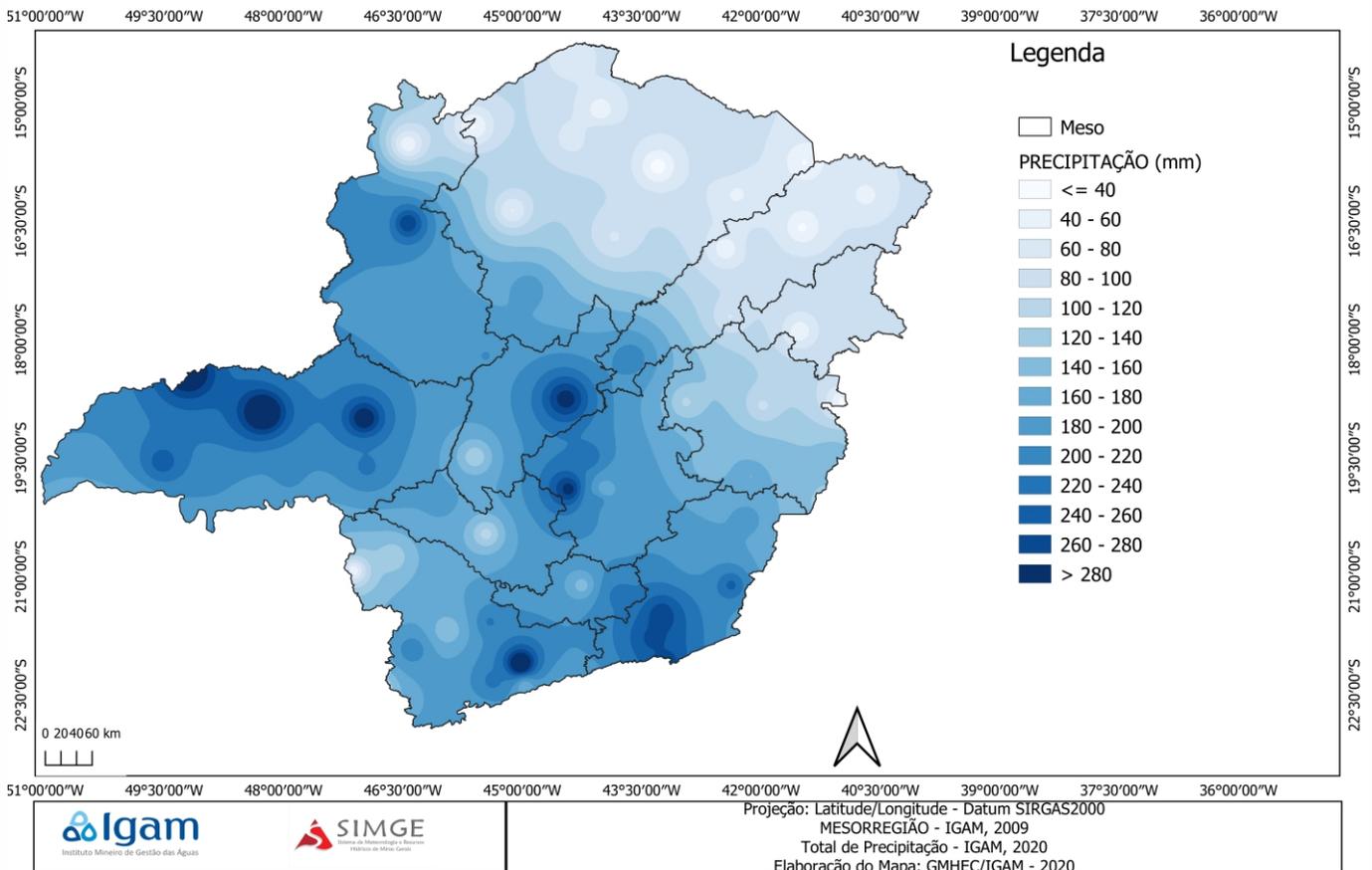


Figura 15: Distribuição espacial do total de precipitação mensal (a) e da anomalia de precipitação (b) em novembro de 2019.

(a)

Total de precipitação mensal - Dezembro de 2019



(b) Anomalia de precipitação mensal - Dezembro de 2019

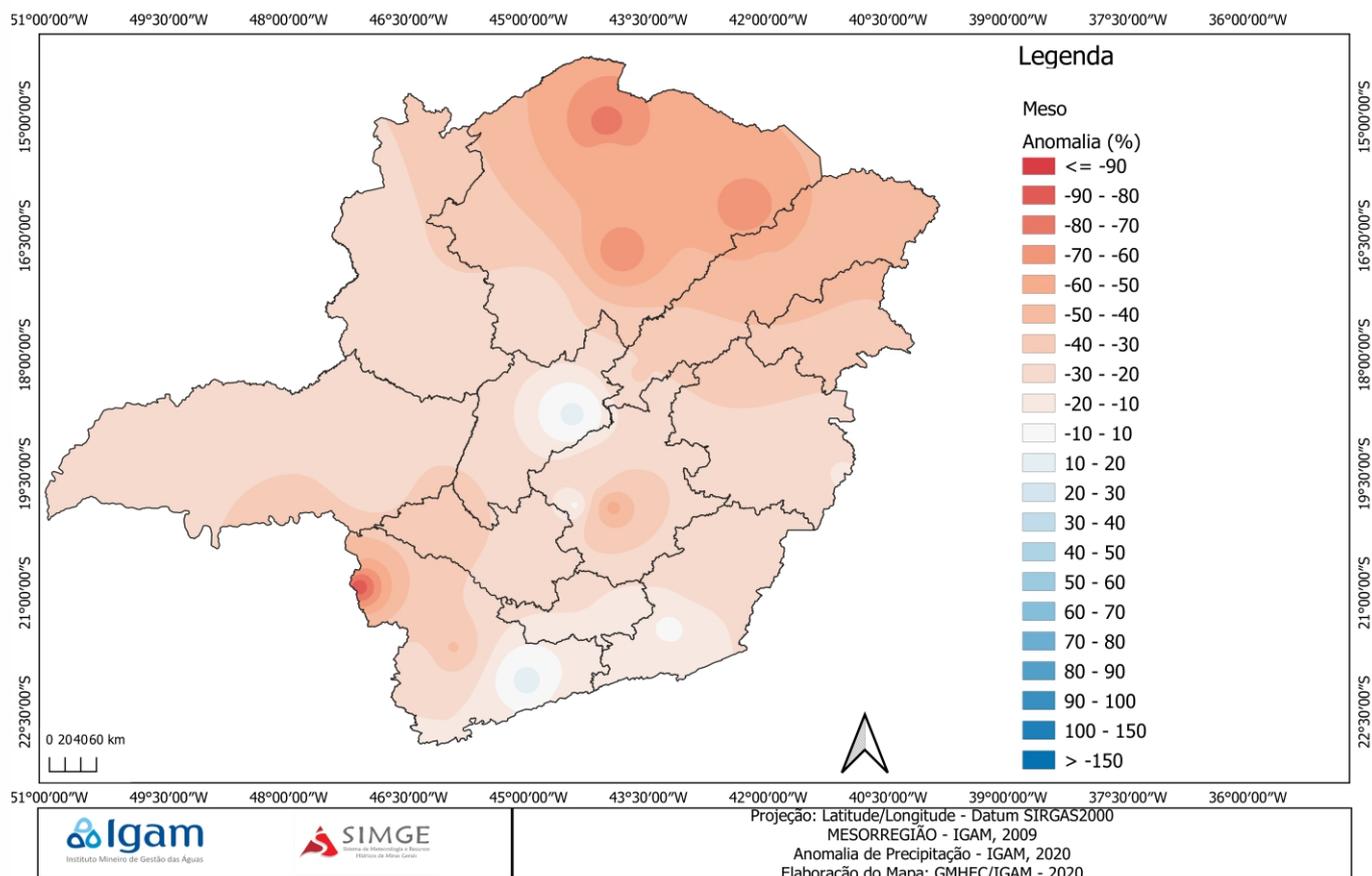


Figura 16: Distribuição espacial do total de precipitação mensal (a) e da anomalia de precipitação (b) em dezembro de 2019.

Com a chegada de 2020, o cenário desfavorável para ocorrência de chuvas foi substituído por um cenário totalmente favorável, com registro de precipitação volumosa e bem distribuída temporal e espacialmente. O mês de janeiro teve a configuração de dois episódios de Zona de Convergência do Atlântico Sul - ZCAS. Este fenômeno meteorológico é o principal sistema responsável pela precipitação no Sudeste durante o período chuvoso. O segundo episódio de ZCAS, que se configurou no final do mês foi responsável por ocorrência de chuvas torrenciais que totalizaram valores superiores a 100 mm, num período de apenas 24 horas. Nos demais dias do mês ocorreram tempestades recorrentes provocadas muitas vezes devido à atuação de cavados em níveis médios da atmosfera e/ou combinação com aquecimento diurno. Em muitas regiões, as tempestades foram potencializadas pelo relevo.

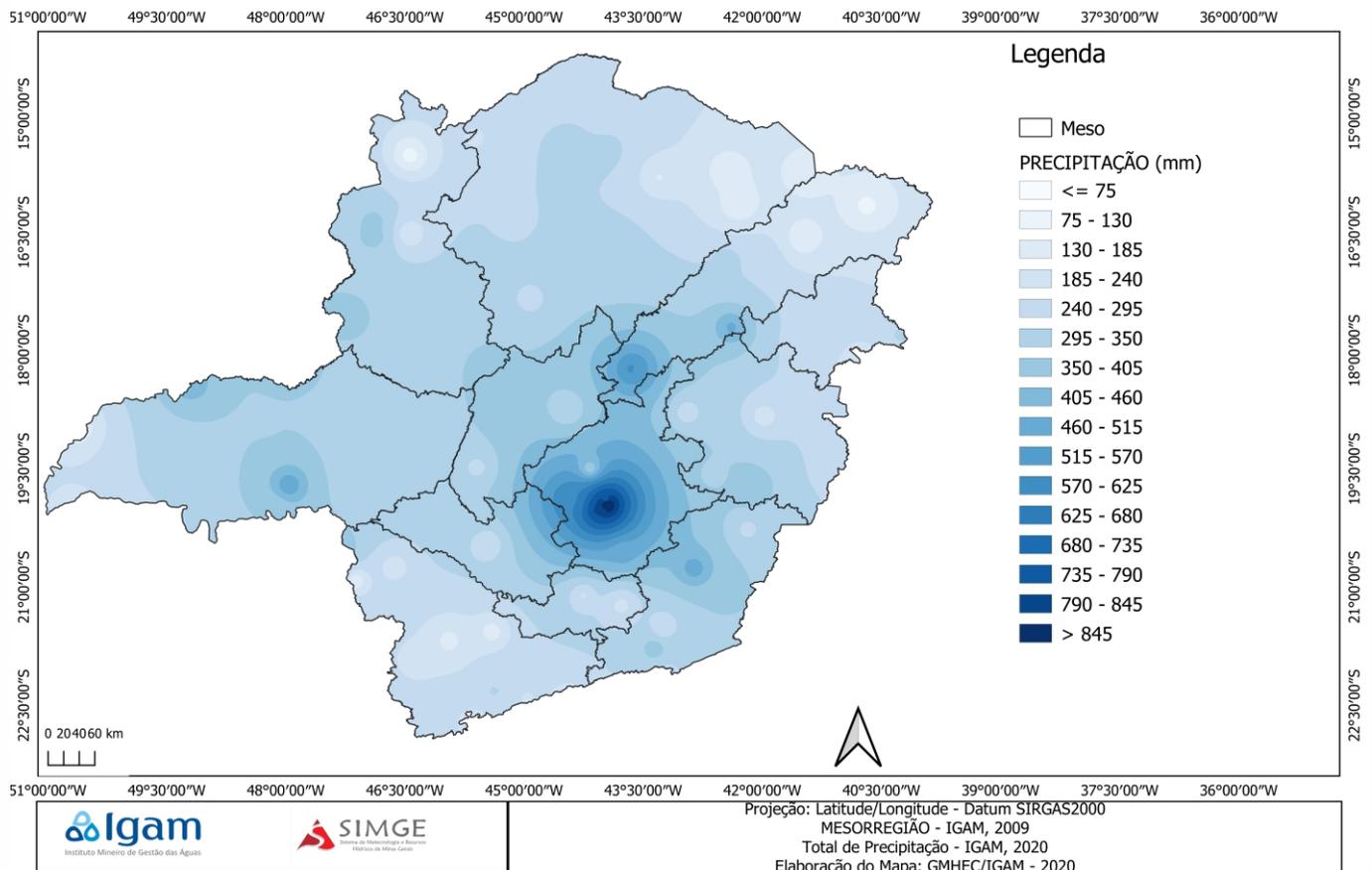
Houve quebra de recordes históricos de precipitação. Os totais de precipitação registrados no mês variaram entre valores próximos a 100 mm até valores próximos a 1000 mm (Fig. 17(a)). Os maiores acumulados foram registrados na Metropolitana, Zona da Mata e Vale do Jequitinhonha.

As maiores anomalias positivas (Fig. 17(b)) foram registradas na estação convencional de Belo Horizonte que registrou a maior precipitação mensal desde o início de seu funcionamento. Foram 966 mm, que representam quase 200% a mais que a climatologia.

Em fevereiro, exibido na Fig. 18(a), as chuvas registradas foram volumosas. Também ocorreu durante esse mês configuração de episódio de ZCAS o que contribuiu para grandes acumulados de precipitação. As chuvas variaram entre valores de 20 mm até 600 mm aproximadamente, sendo os maiores acumulados registrados no Triângulo, Oeste e Central Mineira, no Sul e no Campo das Vertentes. Como resultados tivemos anomalias predominantemente superiores à climatologia praticamente em todo o território mineiro, Fig. 18(b), com exceção de áreas do Norte de Minas e do Jequitinhonha.

O último mês do período chuvoso, exibido na Fig. 19, apresentou comportamentos diferentes nas chuvas entre os setores norte e sul do estado. Em março, enquanto no setor centro-sul as chuvas ocorridas estiveram abaixo de 200 mm (exceto na RMBH), no setor centro-norte as chuvas ocorreram acima desse valor, conforme exibido na Fig. 19(a). Isso ocorreu principalmente devido a um episódio da ZCAS, que embora tenha se configurado inicialmente no setor centro-sul, se deslocou para o setor centro-norte provocando elevados totais registrados em 24 hora sem áreas do Norte e Noroeste resultando desvios positivos de precipitação nessas regiões, conforme Fig. 19(b).

(a) Total de precipitação mensal - Janeiro de 2020



(b) Anomalia de precipitação mensal - Janeiro de 2020

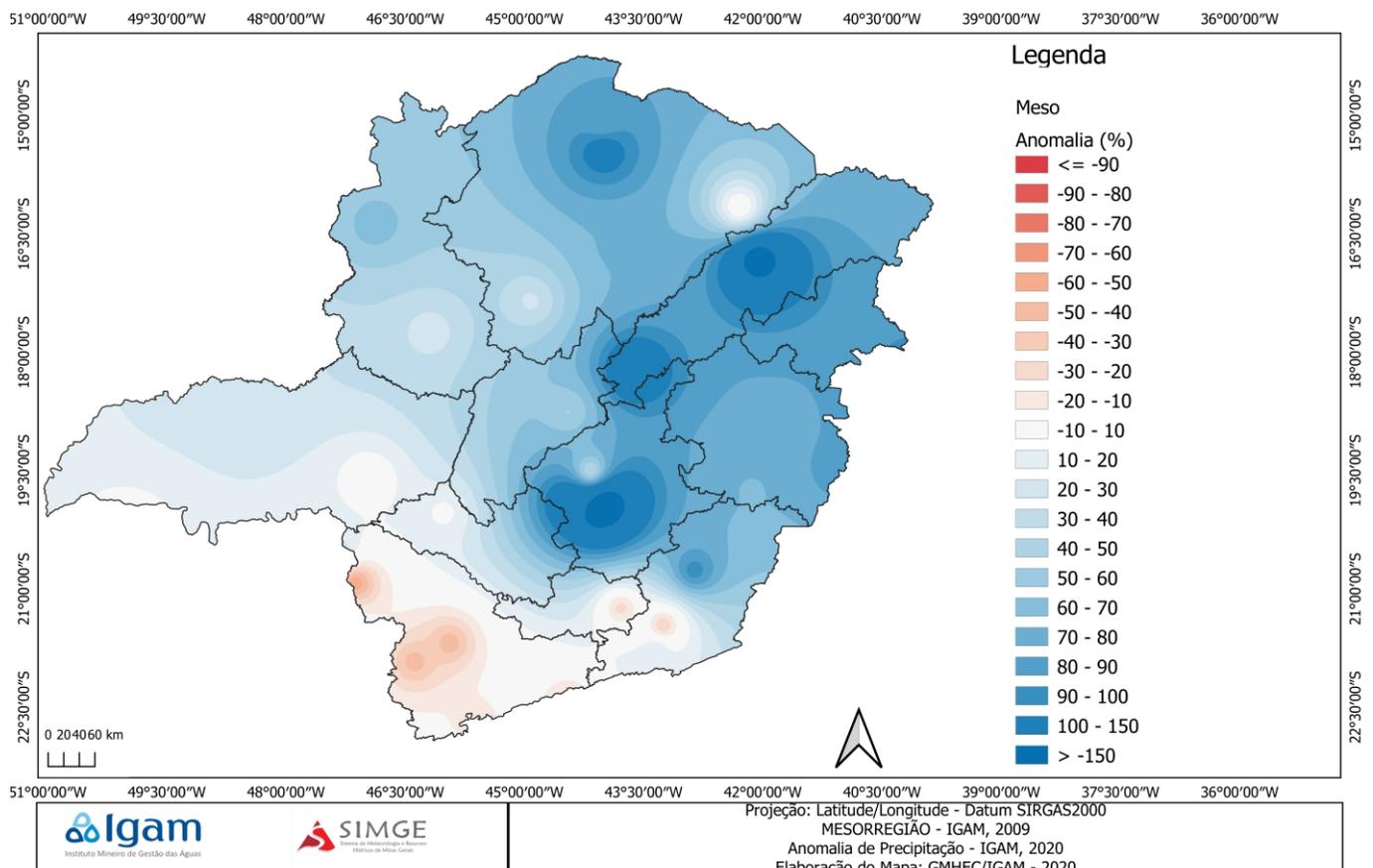
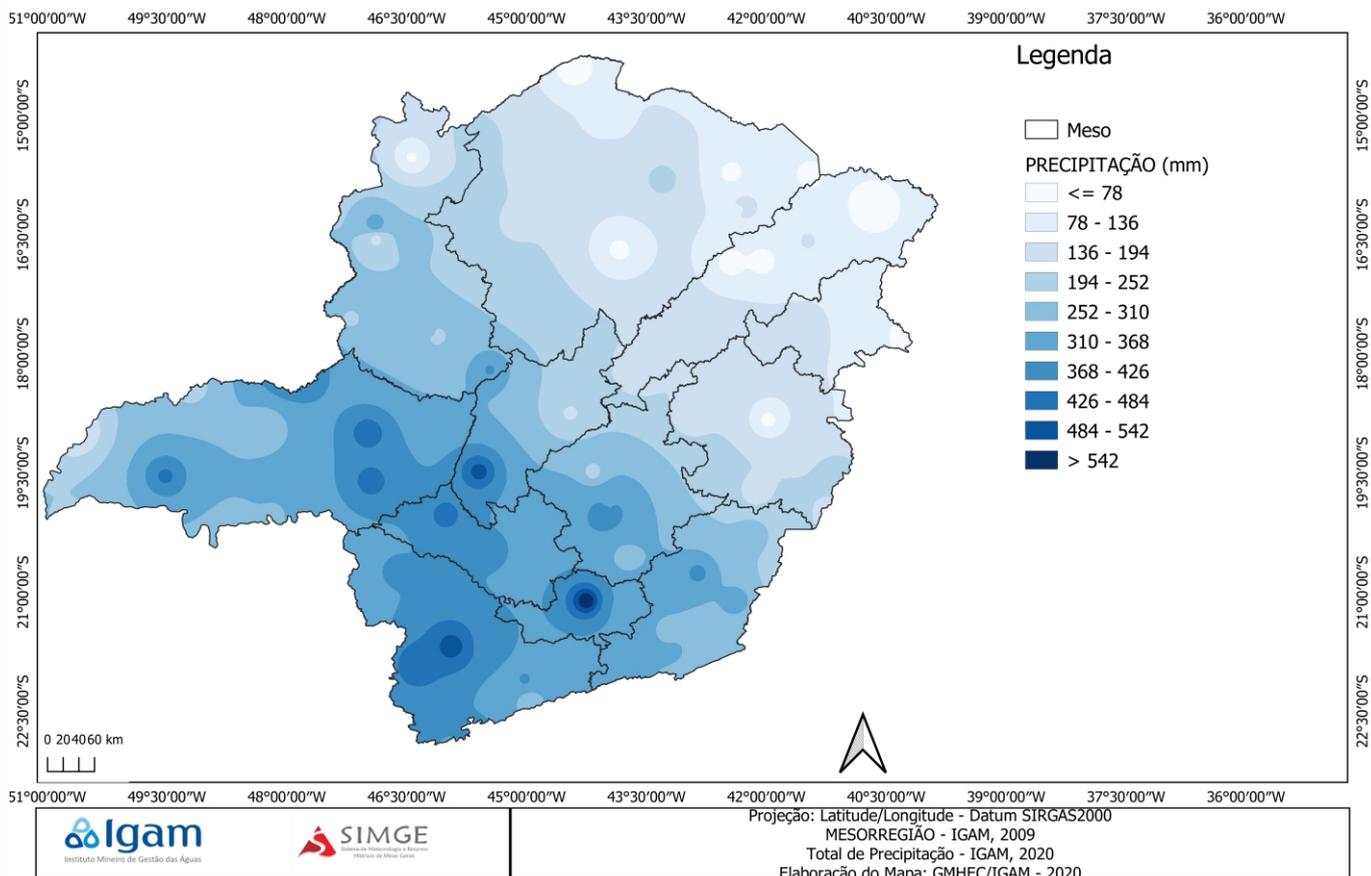


Figura 17: Distribuição espacial do total de precipitação mensal (a) e da anomalia de precipitação (b) em janeiro de 2020.

(a) Total de precipitação mensal - Fevereiro de 2020



(b) Anomalia de precipitação mensal - Fevereiro de 2020

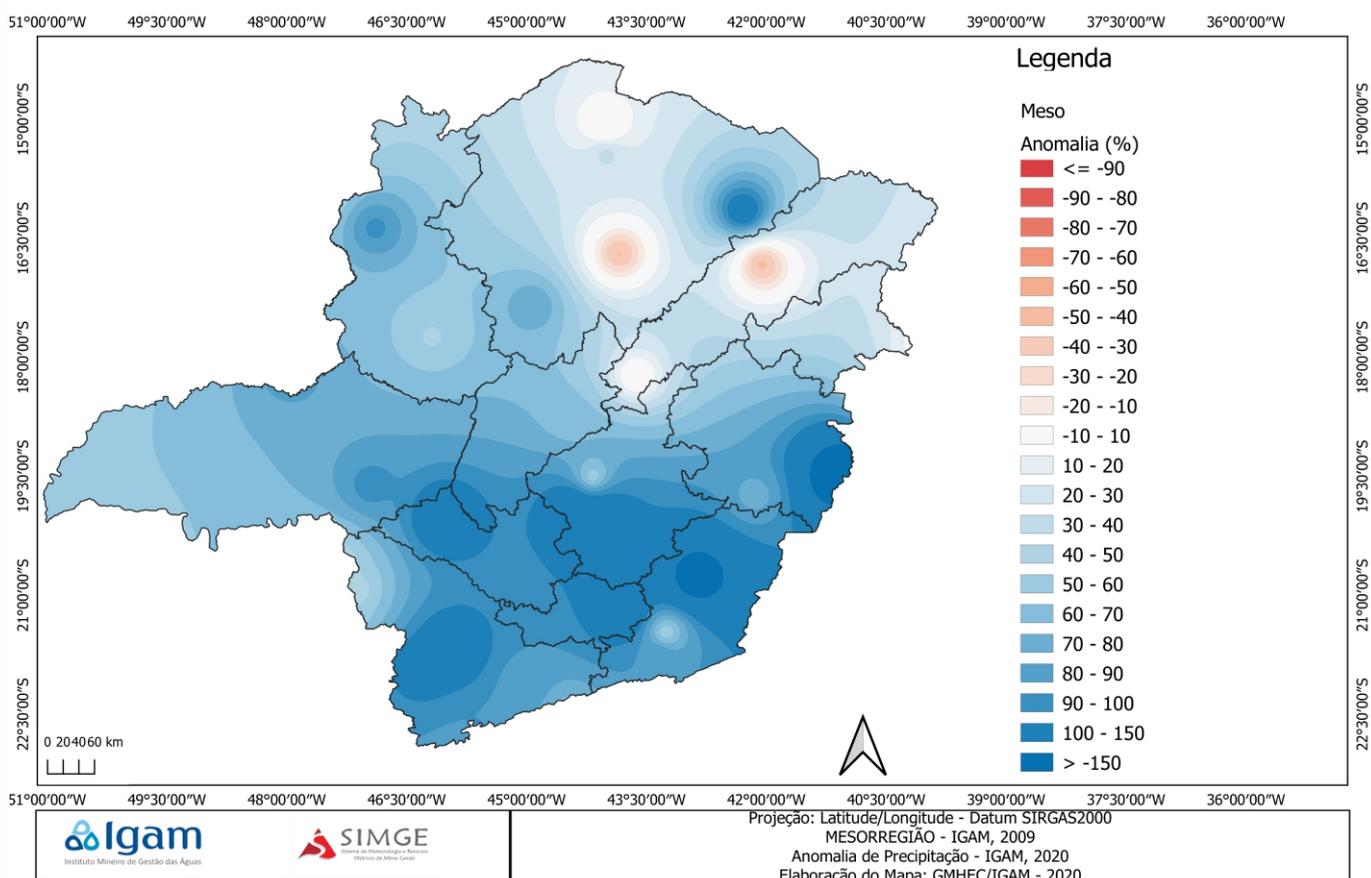
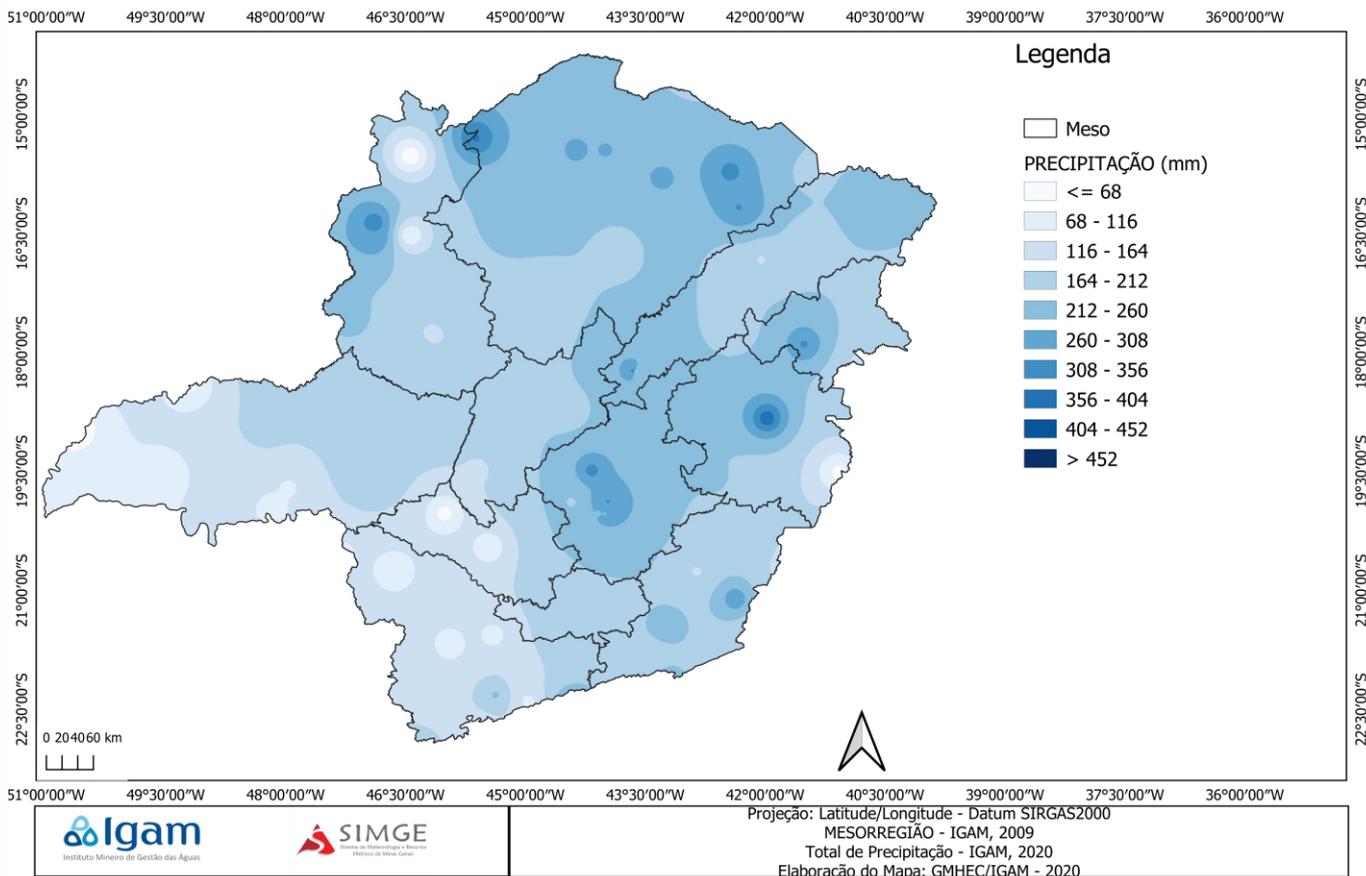


Figura 18: Distribuição espacial do total de precipitação mensal (a) e da anomalia de precipitação (b) em fevereiro de 2020.

(a) Total de precipitação mensal - Março de 2020



(b) Anomalia de precipitação mensal - Março de 2020

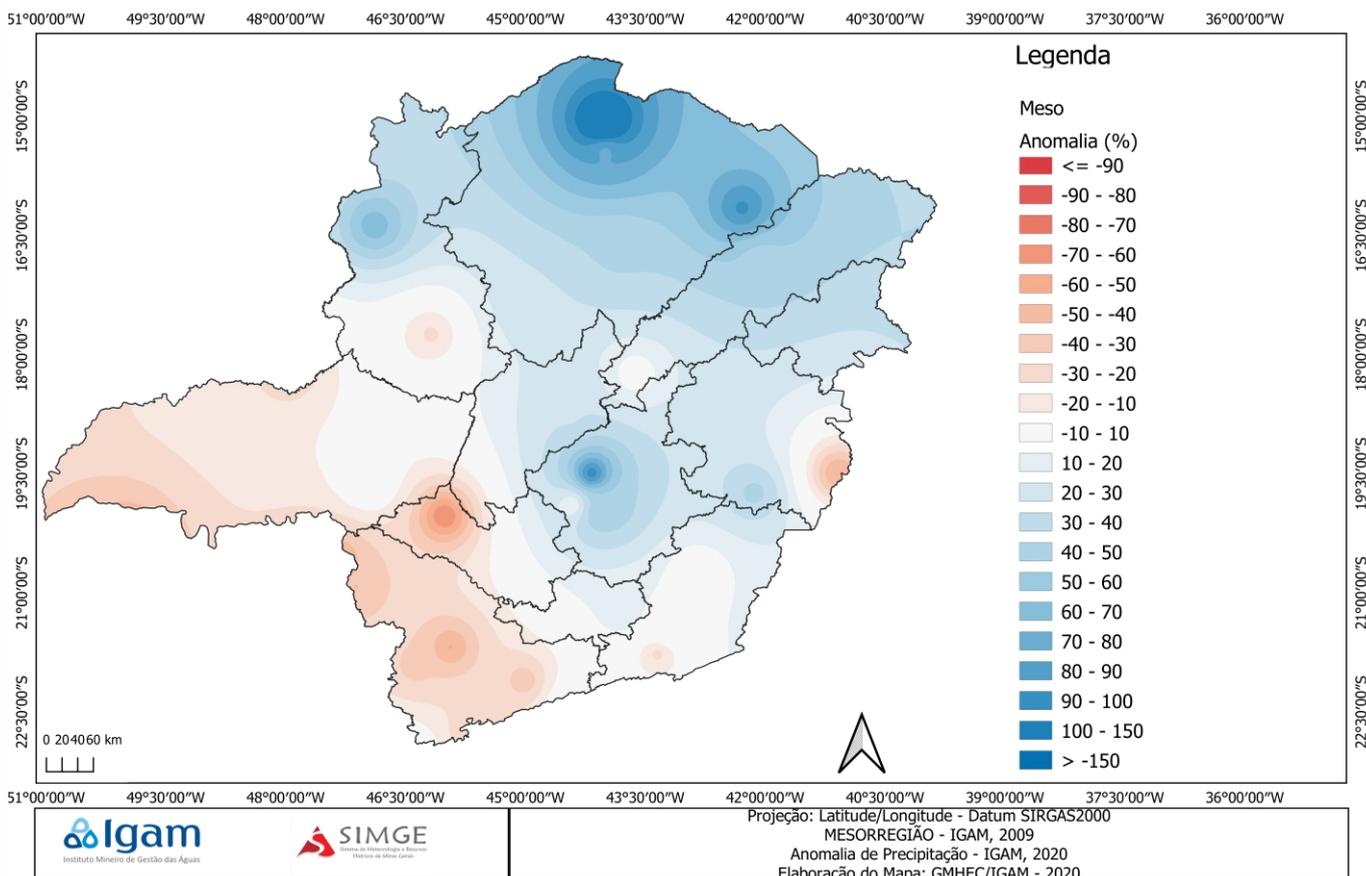
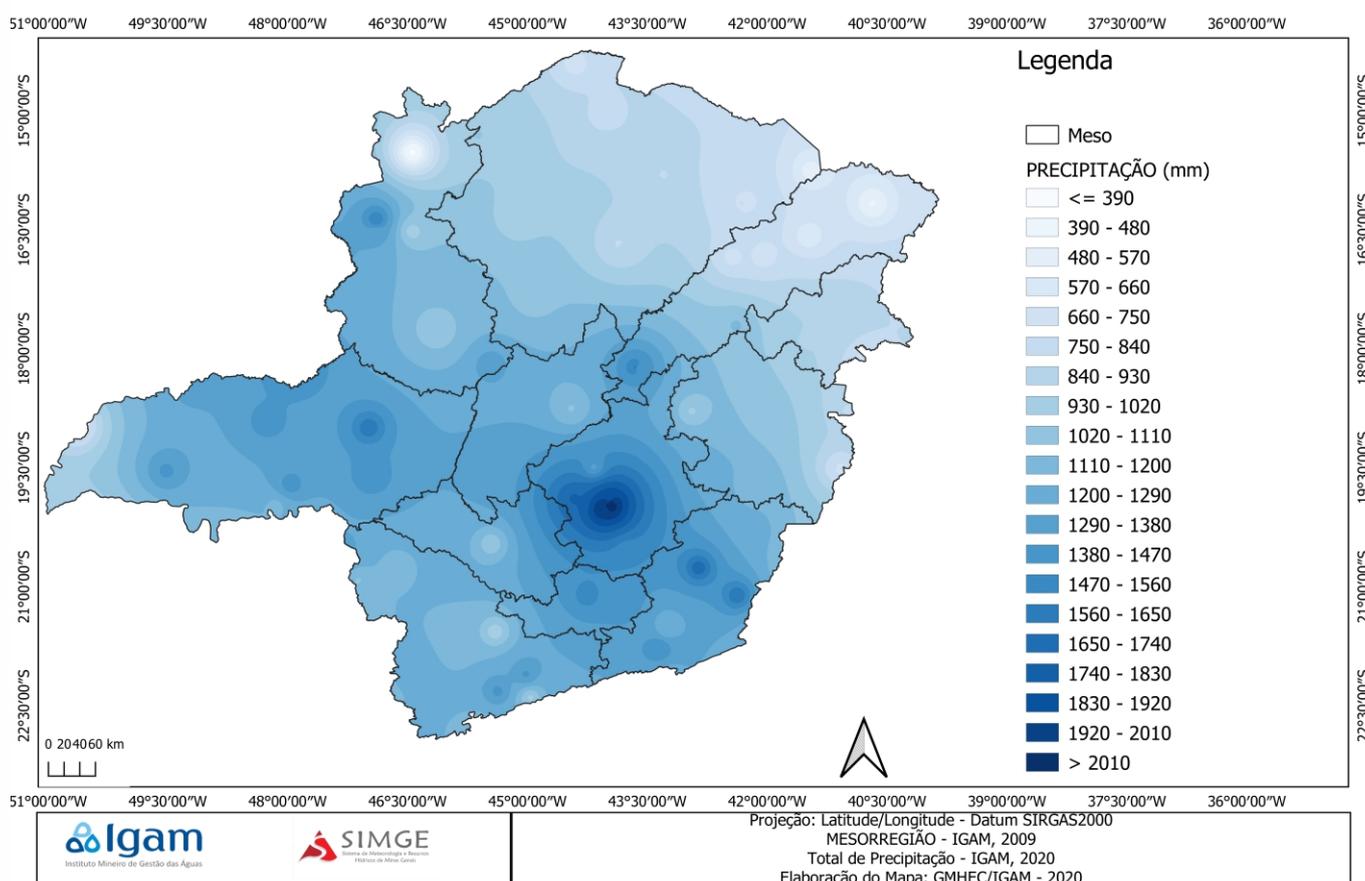


Figura 19: Distribuição espacial do total de precipitação mensal (a) e da anomalia de precipitação (b) em março de 2020.

Conforme Fig.20 (a), considerando todo o período chuvoso entre outubro/2019 e março/2020, em Minas Gerais os acumulados de chuva totalizaram valores entre 400 mm e 2100 mm, aproximadamente. Os maiores acumulados foram registrados na Metropolitana, e em regiões do Triângulo e Zona da Mata. As anomalias exibidas na Fig. 20(b) mostram que as chuvas superaram a climatologia entre 5 e 20% na Central Mineira, Campo das Vertentes, Vale do Rio Doce e em partes do Noroeste, Oeste, Vales do Jequitinhonha e Mucuri. Na Região Metropolitana e na Zona da Mata, as anomalias chegaram a ficar entre 40 e 50% acima da climatologia. Por outro lado, algumas regiões também registraram anomalias totais negativas entre 5 e 20% abaixo da média, como em áreas localizadas do Sul de Minas, Triângulo Mineiro, Noroeste, Norte e Zona da Mata. Nas demais áreas do estado, a precipitação total registrada durante o período chuvoso ficou aproximadamente em torno do média com desvios entre -5 e 5% da climatologia.

(a) **Total de precipitação - Período chuvoso de 2019/2020**



(b)

Anomalia de precipitação - Período Chuvoso de 2019/2020

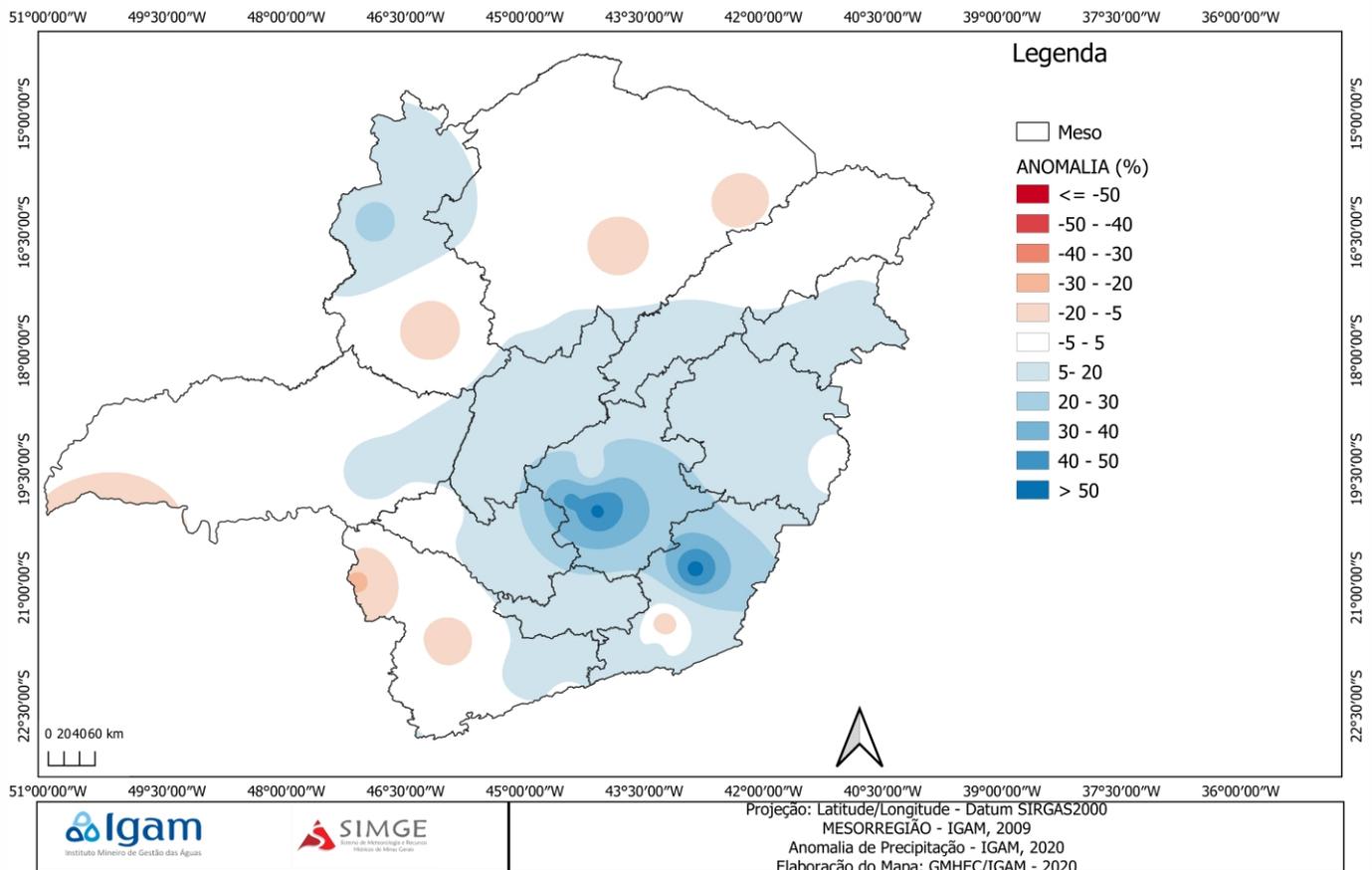


Figura 20: Distribuição espacial do total de precipitação (a) e da anomalia de precipitação (b) do período chuvoso 2019/2020.

4. OS ALERTAS METEOROLÓGICOS E O MONITORAMENTO DE TEMPO SEVERO

As intempéries causadas pelos diversos sistemas meteorológicos que atuam no Brasil decorrem, todos os anos, em centenas de perdas materiais e mortes. Em Minas Gerais, este padrão também é observado durante seu período chuvoso, que se inicia em outubro e se estende até março. Entretanto, além das chuvas, as tempestades ditas severas também trazem grandes prejuízos e, diferentemente do período chuvoso, o período de Tempo Severo se estende entre os meses do Outono e do Inverno, porém, de forma mais discreta e em poucos dias.

Por definição, o termo Tempo Severo se refere a ocorrência de tempestades capazes de gerar granizo, vendavais com rajadas acima de 80 km/h, tornados e/ou chuva extrema com grandes acumulados em pouco período de tempo. Condições essas capazes de gerar danos e grande impacto na sociedade. Tempo Severo é ainda um termo novo e pouco estudado no Brasil, contudo, esta metodologia já é difundida em outros centros de meteorologia de referência mundial como o Storm Prediction Center - SPC e European Severe Storms Laboratory - ESSL. O IGAM vem aplicando esta metodologia em seu monitoramento do tempo, desde setembro de 2019, com o intuito de melhorar as previsões e alertas de tempestades em Minas Gerais.

Com o objetivo principal de mitigar os efeitos danosos dos eventos severos para a sociedade, em setembro de 2019, a partir do alinhamento institucional IGAM e CEDEC, a operação de forma conjunta no CICC, viabilizou um efetivo ganho na capacidade de emitir alertas à população. Nesse sentido, a fim de estudar, observar, pesquisar e alertar a sociedade quanto a ocorrência de Tempo Severo, o IGAM utiliza metodologias de previsão e monitoramento pioneiras no Brasil, são elas: previsão probabilística de tempo severo e técnicas de monitoramento utilizando ferramentas de sensoriamento remoto como

satélites, radares e estação meteorológicas para alertar uma determina região quando uma tempestade severa irá atingi-la. Ademais, o IGAM também utiliza a Plataforma de Registros de Tempo Severo (PRETS), na qual são armazenados dados contendo relatos de ocorrências de granizo, vendavais, estragos por vento, tornados em todas as regiões do país, para georreferenciar em gráficos e validar as previsões e os alertas.

Desde o início da parceria IGAM/CEDEC até o final de março de 2020 foram emitidos 3828 alertas de tempestades severas, destacando, a possibilidade de ocorrência de granizo, vendaval, raios e chuva intensa, em 746 municípios distintos em todo território de Minas Gerais. Contagem e Betim foram os mais alertados, com 28 alertas cada um.

Na Figura 18, bem como o mapa presente na Figura 19, são obtidas informações sobre a quantidade de alertas recebidos pelas Coordenadoria Municipal de Proteção e Defesa Civil - COMPDEC das sedes municipais do estado de Minas. Pode-se observar, ainda com base na figura 19, que a mesorregião Metropolitana apresentou uma maior densidade de alertas recebidos. Na tabela 1 pode-se consultar os alertas enviados classificados por mesorregião do Estado de Minas Gerais.

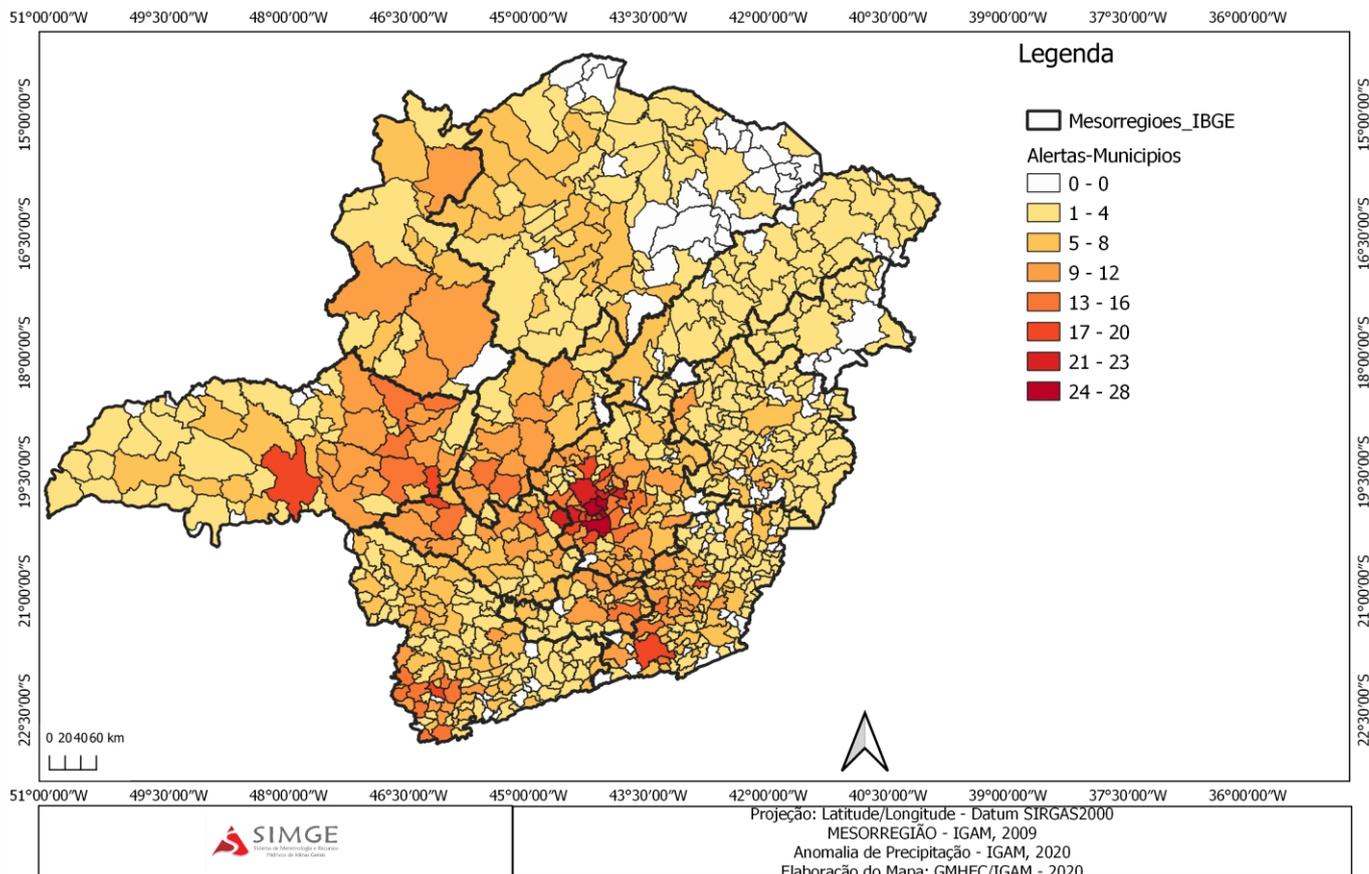
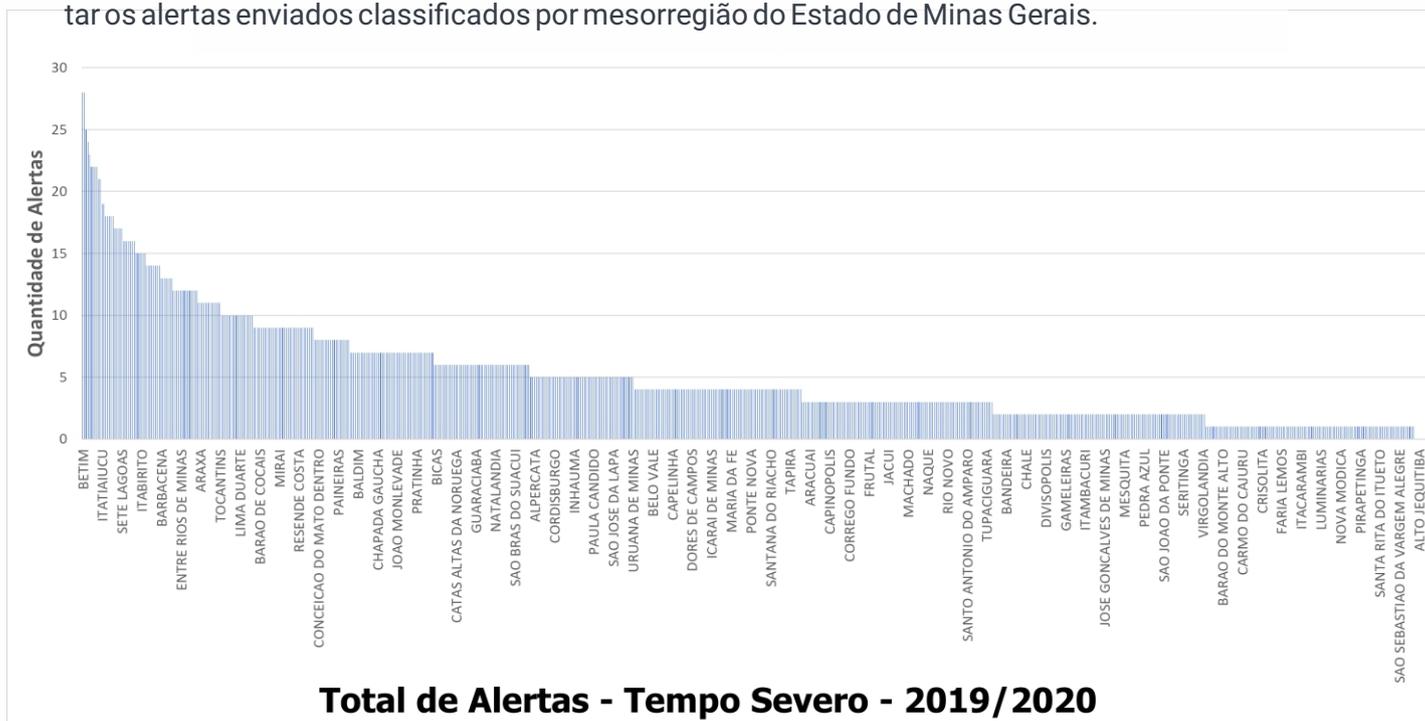


Figura 22: Mapa do estado de Minas, subdividido em mesorregiões e municípios, com a quantidade de alertas de tempo severo recebido por eles.

Mesorregião	Quantidade de Alerta
Campo das Vertentes	188
Sul de Minas	642
Central	179
Noroeste	102
Jequitinhonha	93
Zona da Mata	600
Vale do Mucuri	21
Vale do Rio Doce	266
Oeste	300
Triângulo	340
Metropolitana	902
Norte	195
TOTAL	3828

Tabela 1: Alertas enviados classificados por mesorregião do Estado de Minas Gerais.

No campo da meteorologia, é sabido que a atmosfera se encontra mais instável no período diurno, devido ao aquecimento superficial provocado pela radiação solar. O ar contido dentro da Camada Limite Planetária (CLP), camada entre 0 e 3 km de altura, aquece e ganha fluatibilidade e energia, ascendendo na atmosfera por convecção. Esta energia disponível para convecção (do inglês, CAPE - Convective Available Potential Energy) se mantém disponível para a formação de tempestades até as primeiras horas da noite. Este processo termodinâmico é apenas um dos mecanismos que contribuem na formação de tempestades e é o motivo principal para ser observado o pico no número de alertas emitidos ocorrerem no período da tarde, especificamente entre às 14h e às 15h, com aumento gradativo começando ao final da manhã (Figura 20). Os sistemas formados nesses horários, se em ambientes atmosféricos propícios, conseguem perdurar por horas e se deslocar por quilômetros de distâncias. Além disso, a atuação de outros sistemas meteorológicos de escalas sinóticas e mesoescala, tais como Sistemas Frontais, Vórtice Ciclônico de Altos Níveis - VCAN's, Zona de Convergência do Atlântico Sul - ZCAS, Vórtices Ciclônicos de Mesoescala, Cavados de Onda-Curta e Linhas de Convergência, contribuem também para o processo convectivo e podem atuar a qualquer hora do dia, o que justifica o monitoramento meteorológico 24 horas por dia ser essencial.

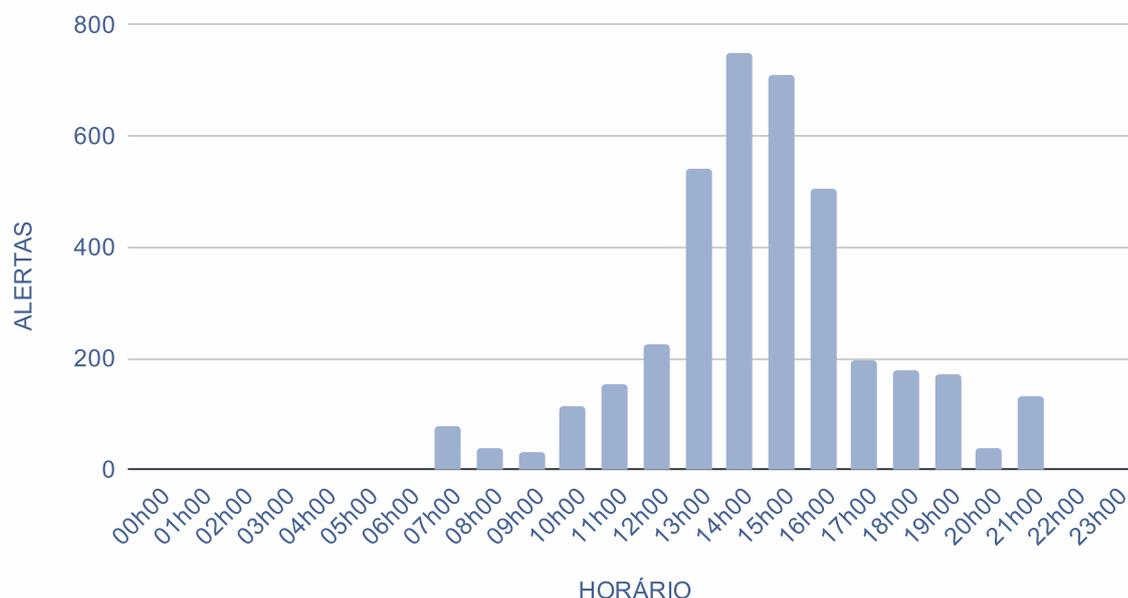


Figura 23: Quantidade de alertas emitidos ao longo do período de Monitoramento

5. OCORRÊNCIAS DE EVENTOS DE TEMPO SEVERO EM MINAS GERAIS

A Figura 24 ilustra o quadro com sistemas meteorológicos provocando tempestades a noite e madrugada. Observa-se muitos relatos de tempo severo no período das 18hs às 23hs, com aumento gradativo a partir das 14h, consistente com um tempo de resposta ao pico dos alertas emitidos, já que um alerta para ser eficiente deve ser enviado um tempo antes do registro de tempo severo ocorrer, acima de 30 minutos. A figura 25 apresenta em um mesmo gráfico os alertas emitidos e os relatos de tempo severo registrados na plataforma PRETS.

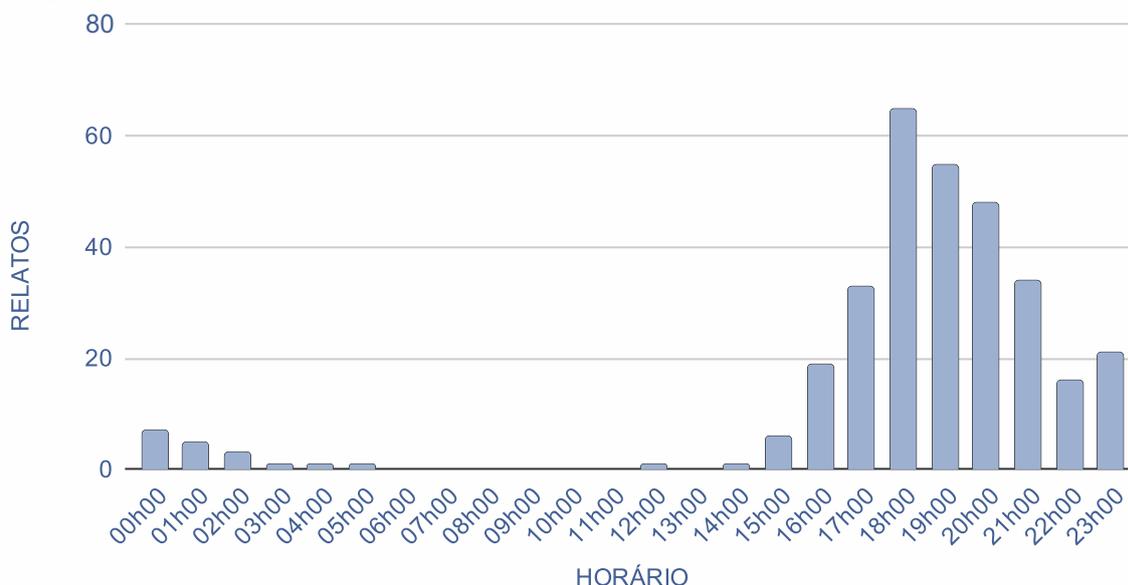


Figura 24: Quantidade de relatos de tempo severos por período

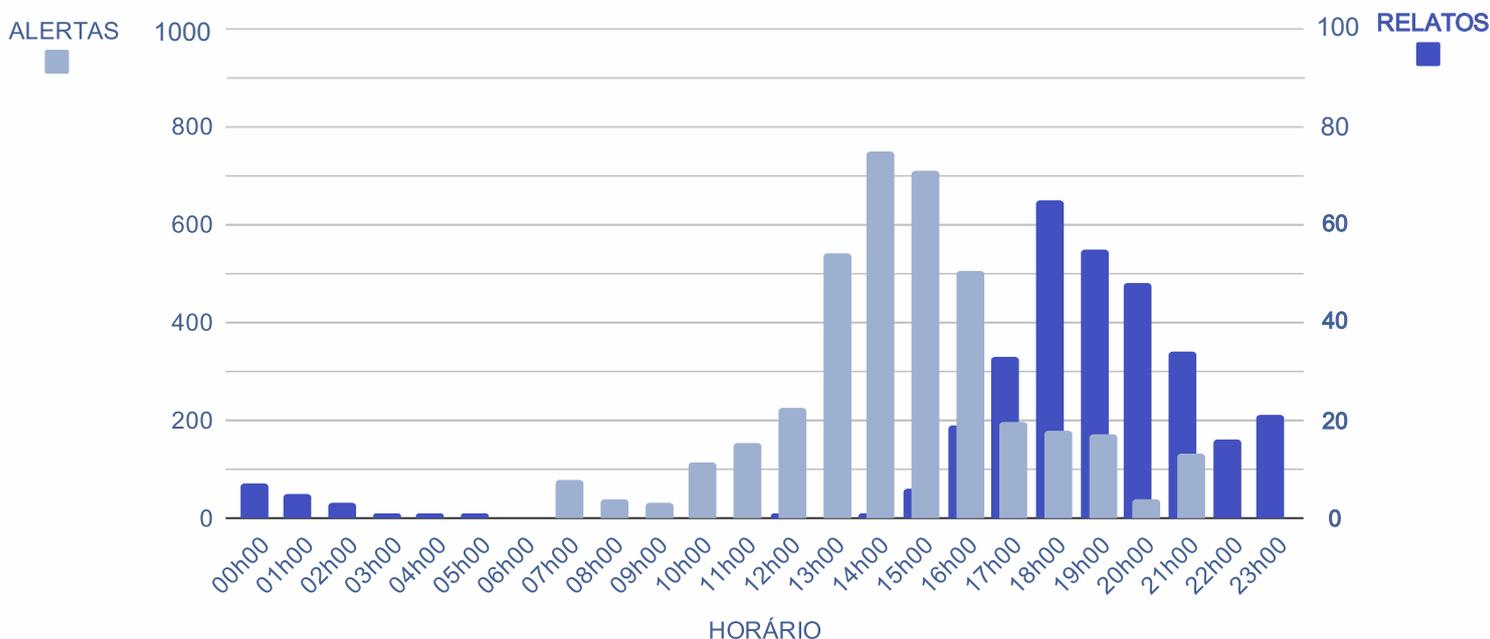


Figura 25: Quantidade de alertas enviados e relatos de tempo severos por período

Com base nos dados colhidos na PRETS, a Figura 26, abaixo, foi criada a fim de ilustrar geograficamente a localização dos relatos de tempo severo em MG, ocorridos ao longo do período Setembro/2019 a Março/2020. Sendo possível observar uma predominância de relatos na porção centro/sul do estado, que pode estar relacionada a densidade populacional (Figura 27) e não, necessariamente, a não ocorrência de evento severo nas áreas com menores registros (porção centro/norte).

Relatos de Tempo Severo em MG/Plataforma PRETS

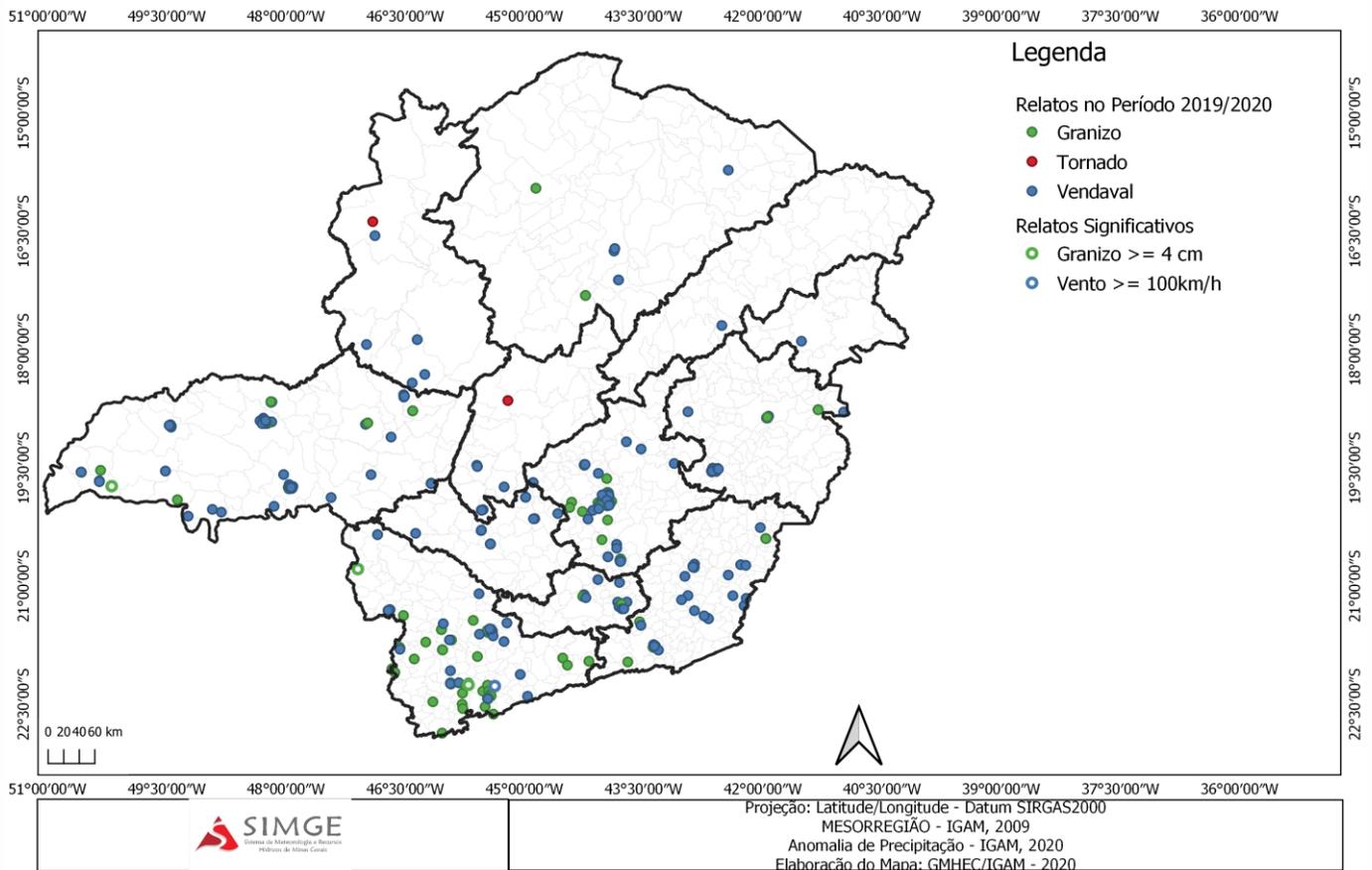


Figura 26: Relatos de Tempo Severo no estado de MG

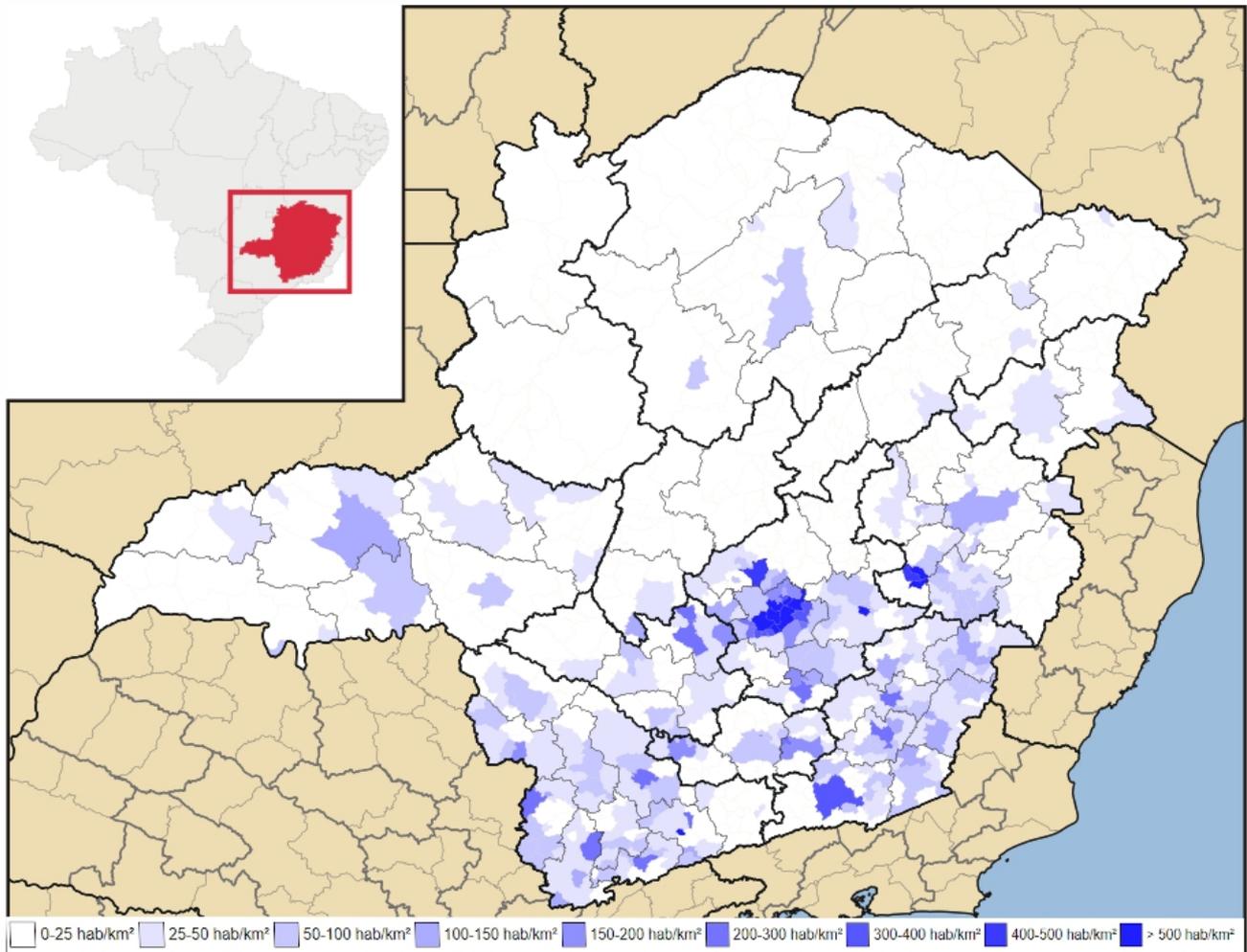
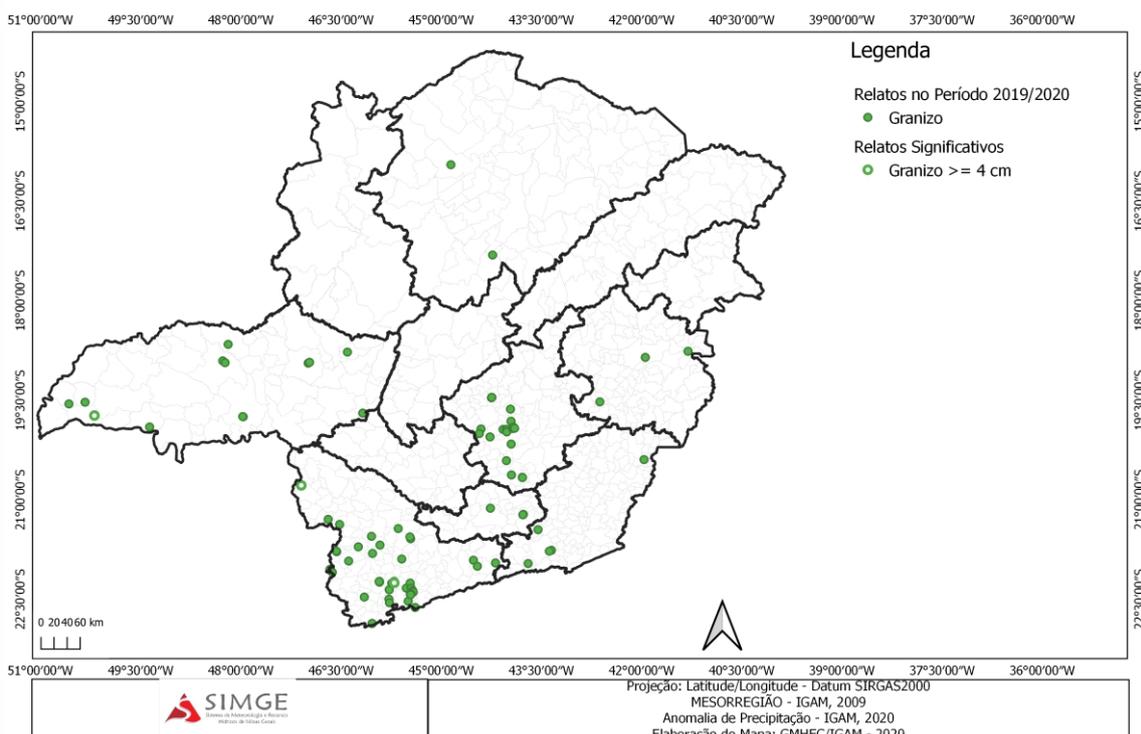


Figura 27: Densidade populacional de MG. Fonte: WIKIPEDIA

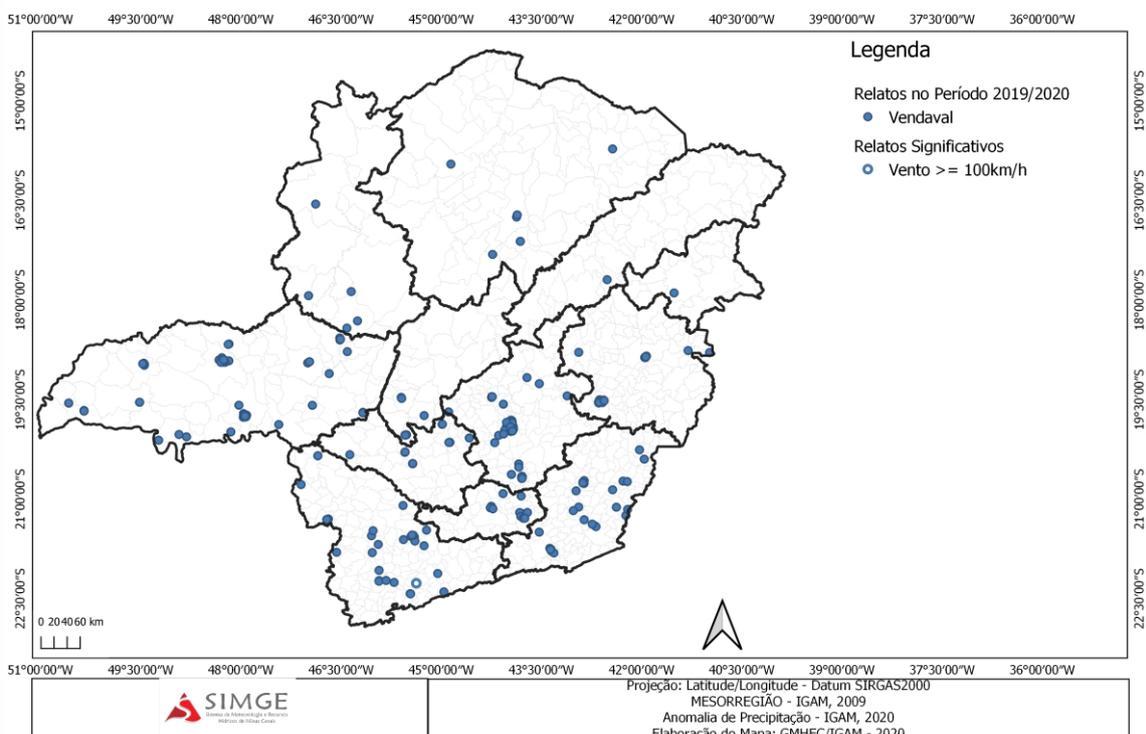
Os eventos severos de vendaval foram bem distribuídos no estado de Minas, com registro em todas as mesorregiões, mas apresentando o maior número de relatos entre a Zona da Mata mineira, Metropolitana, Oeste, Campo das Vertentes e Triângulo Mineiro, enquanto os eventos do tipo granizo se concentraram na porção centro/sul do estado, destacando o Sul de Minas e a região Metropolitana. Os eventos tornádicos foram registrados na faixa centro/oeste, cabendo destacar, aqui, que os tornados registrados no período 2019/2020 em MG não estiveram associados com tempestades supercelulares. O episódio registrado em Três Marias foi classificado como sendo uma tromba d'água, termo técnico para nomear tornados que tocam superfícies líquidas (Figura 28). O outro evento de tornado, ocorreu na zona rural do município de Unaí, sendo classificado como do tipo landspout. Este se encontra na classificação mais baixa de tornados, situando-se no limiar da escala Fujita de F0/F1 com ventos que variam de 105 – 175 km/h. O fenômeno em Unaí não provocou danos nas áreas remotas de campo e fazendas.

Relatos de Granizo em MG/Plataforma PRETS



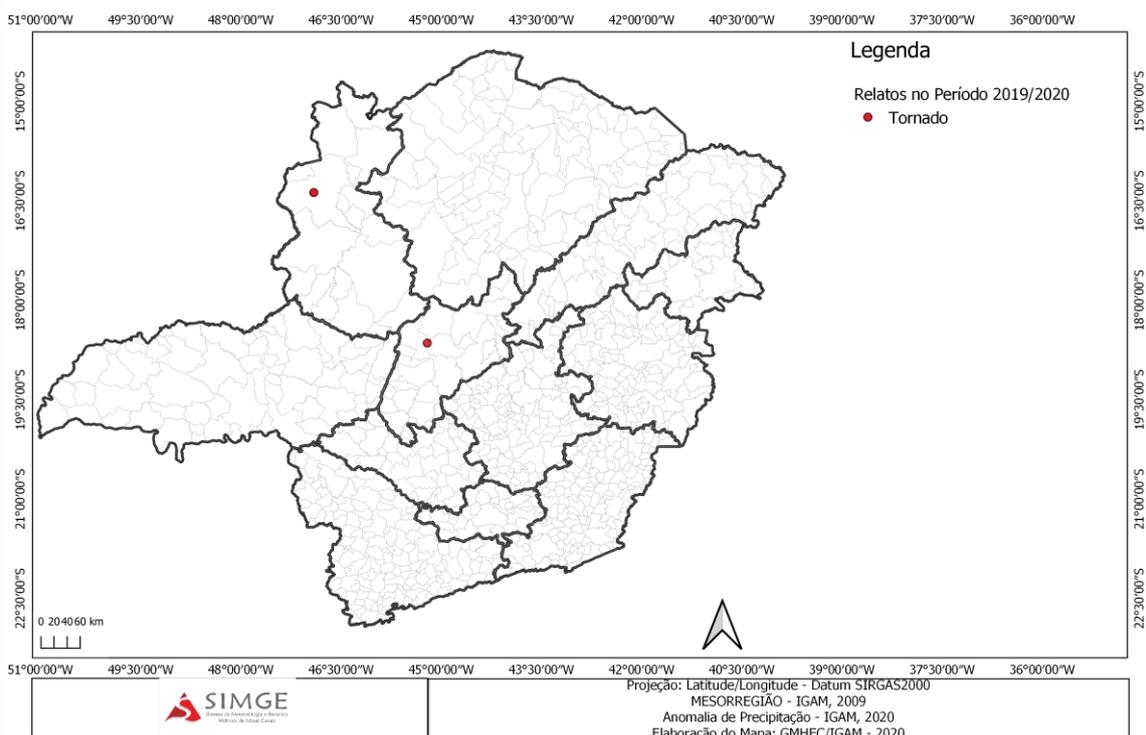
(a)

Relatos de Vendaval em MG/Plataforma PRETS



(b)

Relatos de Tornado em MG/Plataforma PRETS



(c)

Figura 28: Mapas categorizados por evento de tempo severo: (a) granizo; (b) vendaval e (c) tornado

A Figura 29, mostra a evolução dos relatos de granizo e vendaval no decorrer da temporada 2019/2020. Observa-se que a maior quantidade de eventos de granizo, ocorreu nos meses da primavera, início do período chuvoso, com 58 relatos em setembro e 55 relatos no mês de outubro. Além disso, foi também nestes meses que foram registrados os eventos de granizo com maior diâmetro (médio a grande), com tamanhos de 3 a 6 cm. Em novembro, o número de relatos por granizo caiu drasticamente, ficando em uma média de 11 relatos por mês, entre os meses de novembro e fevereiro. Em março de 2020, não houve relatos do fenômeno, ficando o pico de eventos severo relacionados a granizo ocorren

do em setembro com 58 casos. Por outro lado, os eventos associados a vendaval, tiveram rápida ascensão entre setembro e outubro de 2019, passando de 26 em setembro para 72. Depois, nos meses do verão, de novembro a fevereiro, os relatos se mantiveram em uma média de 54 relatos/mês de vendaval. O pico de relatos de vendaval foi no mês de outubro de 2019 com 72 relatos, caindo drasticamente no mês de março. O total de relatos de Tempo Severo na temporada foi de 481.

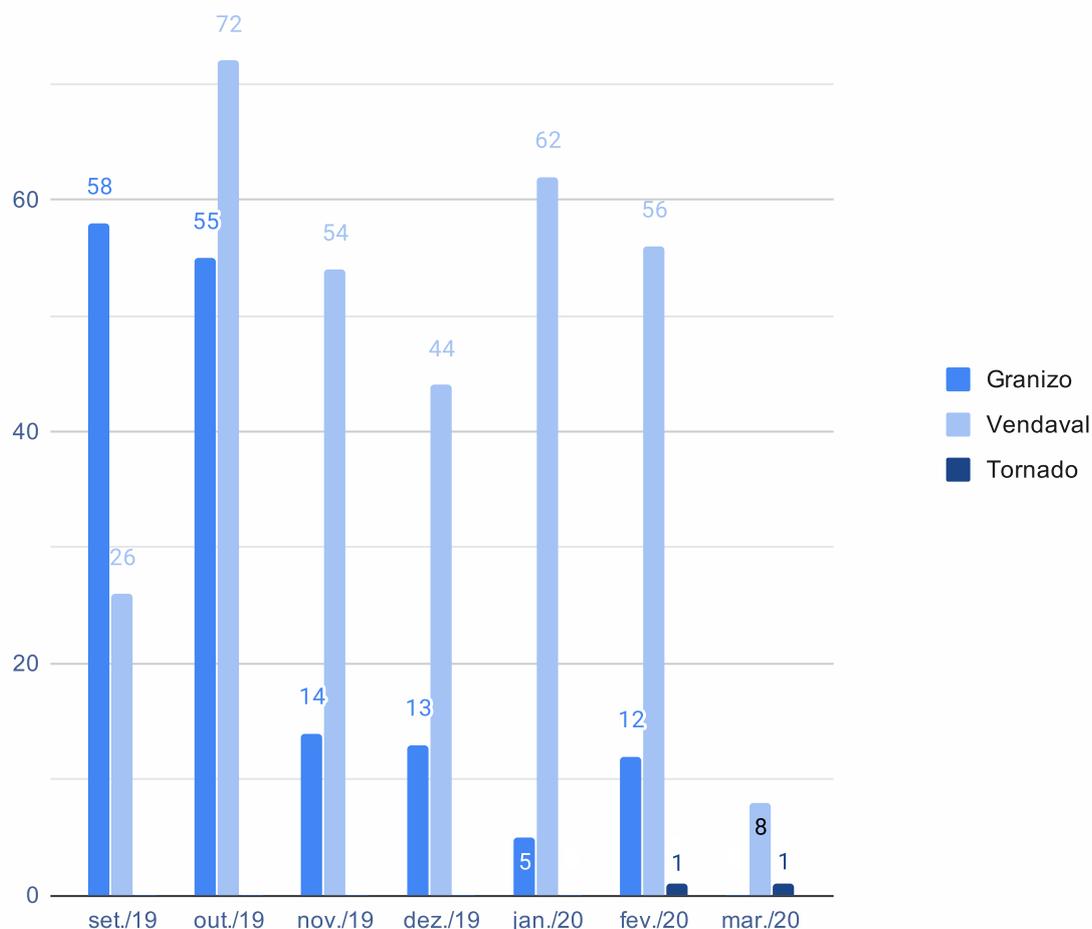


Figura 29: Quantidade mensal total de relatos de tempo severo categorizado.

Com relação ao diâmetro do granizo, a Figura 30, mostra a quantidade de relatos de granizo por tamanho em cada mês. Observa-se que a grande maioria dos relatos, 143 no total, foram de granizo de tamanho de 0,5 cm até 2,5 cm, considerados de miúdo a pequeno, ou seja, os relatos de granizo miúdos e pequenos representaram 71,9% do total, enquanto que os granizos de tamanho médio representaram 5% e os grandes com tamanho de 4 – 6 cm, representaram apenas 3,8%. Os granizos de médio a grande porte são os responsáveis por provocar danos, desde quebrar vidraças de casas, edifícios, carros, destelhar casas, até ferir pessoas e matar animais de pequeno porte.

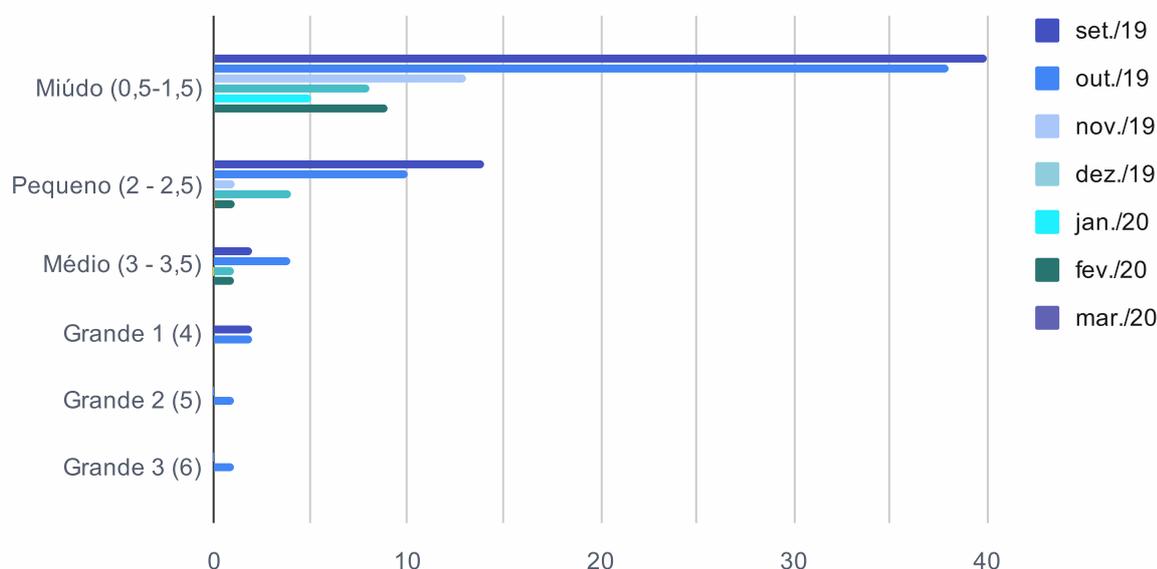


Figura 30: Quantidade de relatos de granizo mensal separados pelo diâmetro.

O Tempo Severo Significativo é o mais danoso e causa maiores impactos a sociedade. Na sua classificação deve haver a ocorrência de granizo com 4 cm ou mais de diâmetro, tornado classificado a partir de F2 e rajadas de vento maiores ou iguais a 100 km/h.

Os eventos de granizo de tamanho grande, ocorreram nos meses de setembro, outubro e fevereiro, e são mostrados na Tabela 2. As cidades afetadas foram: Iturama no Triângulo Mineiro, Santa Rita do Sapucaí, Serrania e São Tomás de Aquino no Sul de Minas e Rio Acima, na região Metropolitana de Belo Horizonte. Desta, destacamos as tempestades severas que ocorreram em Santa Rita do Sapucaí e em São Tomás de Aquino.

Em Santa Rita do Sapucaí o granizo chegou a 5 cm de diâmetro com acumulação de gelo sobre a cidade. O granizo quebrou vidros de carros, telhas e, ainda, o vento forte associado a tempestade, derrubou uma árvore sobre uma mulher que acabou entrando em óbito. Já em São Tomás de Aquino, o granizo registrado foi o maior da temporada no estado mineiro, com 6 cm de diâmetro. A chuva de gelo na cidade durou 15 minutos e provocou grandes danos aos telhados das residências daquele município.

GRANIZO		
Data	Município	Intensidade (cm)
01/09/2019	Iturama	4.0
24/10/2019	Santa Rita do Sapucaí	5.0
26/10/2019	Serrania	4.0
26/10/2019	Rio Acima	4.0
04/02/2020	São Tomás Aquino	6.0

Tabela 2: Datas e cidades afetadas por ocorrência de tempo severo significativo por granizo \geq 4 cm

Os eventos de Tempo Severo associados a vendaval significativo ocorreram nos meses da primavera, sendo 2 eventos em Setembro; 1 em Outubro e 1 em Novembro (Tabela 3). As cidades afetadas foram Maria da Fé no Sul de Minas, Belo Horizonte na região Metropolitana e Dores do Indaiá na mesorregião Central. As rajadas de vento durante as tempestades severas que atingiram estas cidades chegaram a 113 km/h, 131 km/h e a 110,2 km/h respectivamente, provocando destelhamentos, quedas de postes, de árvores e de placas.

VENDAVAL		
Data	Município	Intensidade (km/h)
01/09/2019	Maria da Fé	113.0
26/10/2019	Belo Horizonte	131.0
23/11/2019	Dores do Indaiá	110.2

Tabela 3: Datas e cidades afetadas por ocorrência de tempo severo significativo por vendaval com rajadas \geq 100 km/h

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

No decorrer do período chuvoso 2019/2020 em Minas Gerais, foram observados comportamentos meteorológicos distintos. Enquanto a primeira metade (4º trimestre 2019) exibiu um cenário desfavorável à ocorrência regular de chuvas, a segunda (1º trimestre 2020) se iniciou com ocorrência regular de chuvas e elevados acumulados de precipitação, muito além da média histórica principalmente nos meses de janeiro e fevereiro, o que compensou os baixos valores registrados nos primeiros três meses. Outro fato importante é que em alguns municípios, o total de precipitação registrado durante o período chuvoso superaram não somente os valores climatológicos do período chuvoso, mas também a climatologia anual, como nos casos de Belo Horizonte, Florestal, Ibirité, Viçosa e Diamantina.

Além dos valores excessivos de chuva registrados na segunda metade do período chuvoso, durante todos os meses ocorreram muitos eventos de tempo severo, nos quais, acumulados expressivos de precipitação foram registrados em curtos períodos de tempo, na maioria das vezes acompanhados de rajadas de vento, raios e granizo. Os eventos severos de vendaval foram bem distribuídos no estado de Minas, com registro em todas as mesorregiões, mas apresentando o maior número de relatos entre a Zona da Mata mineira, Metropolitana, Oeste, Campo das Vertentes e Triângulo Mineiro, enquanto os eventos do tipo granizo se concentraram na porção centro/sul do estado, destacando o Sul de Minas. Os eventos tornádicos foram registrados na faixa centro/oeste.

A região centro-sul do estado foi a que concentrou a maior densidade de ocorrências de tempo severo. A primavera, como esperado, se mostrou a época do ano mais propícia para os eventos de tempo severo significativo, como granizo de diâmetro acima dos 4 cm e rajadas de vento acima dos 100 km/h. Observou-se, também, que conforme evoluíamos para os meses de verão os eventos de granizo deram lugar aos eventos mais frequentes de vendaval, isso pode ser resposta ao aquecimento da atmosfera, e falta da entrada de Cavados anômalos, na média troposfera, que pudessem gerar condições mais favoráveis a ocorrência do granizo. Ainda, os eventos amplos de ZCAS que ocorreram podem ter inibido também as ocorrências de granizo e favoreceram mais os eventos relacionados a chuva extrema associada a vento.

Um ponto de destaque é a aplicação da metodologia utilizada pelo IGAM para identificação, classificação, tratamento e monitoramento do tempo severo. Observa-se um grande avanço quanto a assertividade no envio de alertas à CEDEC, como pode ser observado na figura 25, que apresenta o quantitativo de alertas enviados juntamente com os relatos da ocorrência de eventos severos. Diante do observado, é muito importante manter e aprimorar as metodologias, que tratam especificamente de tempo severo, no monitoramento e previsão destes eventos, para que possamos aumentar o banco de dados de tempo severo para uma melhor avaliação futura destes eventos meteorológicos extremos. Ainda, com a manutenção de monitoramento meteorológico e a difusão da informação de tempestades severas junto a população poderão ser mitigadas perdas de vidas, assim como diminuição de danos e perda econômica com criação de planos de contingência e de ação juntos com a emissão de alertas com boa antecedência.

No que se refere ao envio de alertas, durante todo o período chuvoso, foram 3828 alertas de tempestades severas, destacando-se, a possibilidade de ocorrência de granizo, vendaval, raios e chuva intensa, em 746 municípios distintos em todo território de Minas Gerais. Portanto, o período chuvoso 2019/2020 se caracterizou por chuvas que causaram inúmeros impactos como alagamentos, enxurradas e movimentos de massa, o que resultou em diversos danos materiais, além de desabrigados e óbitos registrados no estado de Minas Gerais.

Nesse sentido, a intensificação da parceria IGAM e CEDEC se mostrou extremamente exitosa, e apresenta um importante avanço nas ações do Estado quanto à gestão de riscos e mitigação de eventos críticos. No âmbito dessa parceria entre CEDEC e IGAM, cabe destacar, aqui, o importante apoio e atuação da Companhia Energética de Minas Gerais - CEMIG que, com sua equipe de meteorologia, também apoiou no envio de alertas de tempo severo quando dos plantões realizados, sobretudo nos dias de maior criticidade e em horários não cobertos pela equipe do IGAM. Existem pontos de atenção que devem ser atacados em nível operacional e gerencial, tendo em vista que as ocorrências de tempo severo se dão em qualquer hora do dia e da semana, apesar de se concentrarem no período vespertino, como mostrado anteriormente. Outras ações devem ser analisadas e implementadas com vistas ao aprimoramento da proteção e defesa civil frente às ocorrências de tempo severo.

