

XXVI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HIDRÍCOS

CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS ASSOCIADAS A PRECIPITAÇÃO EXTREMA OCORRIDA NO MUNICÍPIO DE IPATINGA-MG EM JANEIRO DE 2025.

*Marcelo Henrique Pessoa Mendes¹; Giselle Drumond Lage Assis Coura²; Ana Carolina Vasques
Freitas³ & Alexandre Cunha Costa⁴*

Abstract: The municipality of Ipatinga is recognized as the main urban center in the Vale do Aço region of Minas Gerais and is characterized by its susceptibility to mass movement events. On January 12, 2025, the city experienced extreme rainfall that led to widespread flooding and landslides. This study aimed to analyze the meteorological conditions associated with this extreme weather event. To that end, data from meteorological stations, synoptic charts, and satellite imagery were utilized. A positive precipitation anomaly of 224.2 mm was recorded for January 2025. Notably, in the first 12 days of the month, the cumulative precipitation reached 318.8 mm. On January 12, the day the event occurred, the accumulated total in the Betânia neighborhood reached 204 mm, which is approximately 48% of the monthly total in a single day. This precipitation was concentrated over a six-hour period, peaking at 76.2 mm around 6:00 a.m. Synoptic charts and satellite images indicated the presence of the South Atlantic Convergence Zone (SACZ), aligned with a frontal system. The interaction between these systems intensified and prolonged the rainfall, contributing to the severity of the event. A comparative analysis with then neighboring city of Timóteo suggests that Ipatinga's higher degree of urbanization and lower vegetation cover may have exacerbated the impacts of the rainfall. Finally, it is evident that disaster risk management must be significantly improved across Brazilian municipalities overall.

Keywords – extreme precipitation, South Atlantic Convergence Zone, synoptic weather maps

Resumo: O município de Ipatinga é considerado a principal cidade na região do Vale do Aço em Minas Gerais, apresentando suscetibilidade aos movimentos de massa. No dia 12 de janeiro de 2025 a cidade foi atingida por chuvas extremas, que provocaram alagamentos e deslizamentos de terra. Este estudo teve como principal objetivo analisar as condições meteorológicas associadas a esse evento extremo. Para isso, foram utilizados dados de estações meteorológicas, cartas sinóticas e imagens de satélite. Verificou-se uma anomalia positiva de precipitação de 224,2 mm no mês de janeiro de 2025, sendo que nos 12 primeiros dias do mês a chuva acumulada foi de 318,8 mm, e no dia 12, quando ocorreu o evento, o total acumulado foi de 204 mm no bairro Bethânia, o que representou em torno de 48% do total mensal em um único dia. Esse total acumulado foi distribuído em 6 horas, com pico de 76,2 mm às 6 horas da manhã. Nas cartas sinóticas e imagens de satélite

1) Universidade Federal de Itajubá (Unifei), Rua Irmã Ivone Drumond nº 200, Bairro Distrito Industrial II, Itabira/MG, marcelohpm@yahoo.com.br

2) Universidade Federal de Itajubá (Unifei), Rua Irmã Ivone Drumond nº 200, Bairro Distrito Industrial II, Itabira/MG, d2024104630@unifei.edu.br

3) Universidade Federal de Itajubá (Unifei), Rua Irmã Ivone Drumond nº 200, Bairro Distrito Industrial II, Itabira/MG, ana.freitas@unifei.edu.br

4) Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (Unilab), Rua José Franco de Oliveira, s/n, CEP.: 62.790-970, Redenção/Ceará, cunhacos@unilab.edu.br

pôde-se verificar a atuação da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) em alinhamento com um sistema frontal, o que resultou nas chuvas volumosas, pois o sistema frontal impulsionou a ZCAS, aumentando a intensidade e a persistência das chuvas. Um comparativo com a cidade vizinha de Timóteo indica que a maior urbanização e menor arborização de Ipatinga pode ter contribuído para um maior impacto das chuvas. Por fim, verifica-se que a gestão de riscos de desastres precisa ser grandemente aprimorada nos municípios brasileiros, de modo geral.

Palavras-Chave – chuva intensa, Zona de Convergência do Atlântico Sul, cartas sinóticas

1. INTRODUÇÃO

A intensidade e frequência dos eventos extremos meteorológicos e climáticos vêm passando por alterações ao longo das últimas décadas em muitas regiões devido ao aumento na temperatura média global. As mudanças climáticas têm provocado alterações no ciclo hidrológico, as quais afetarão a disponibilidade global de água e a qualidade da mesma (UN-Water, 2018).

O Estado de Minas Gerais tem frequentemente enfrentado eventos de precipitação extrema, resultando em enchentes e inundações, como o evento ocorrido em janeiro de 2020, que afetou 90.000 pessoas e tem pelo menos 70% mais chances de ocorrer devido às mudanças climáticas induzidas pelo ser humano (Dalagnol et al., 2021).

Segundo dados do Atlas Brasileiros de Desastres Naturais (CEPED, 2013), Minas Gerais é uma das unidades da Federação que apresentou o maior número de ocorrência de enxurradas, inundações e deslocamentos de massa no período entre 2002-2012, com mais de 2000 ocorrências.

O município de Ipatinga está localizado no Estado de Minas Gerais, e é considerada a principal cidade na região do Vale do Aço, possuindo 227.731 habitantes (IBGE, 2022). Segundo Oliveira et al. (2007), 15% da área de Ipatinga apresenta topografia complexa, com encostas íngremes, localizadas, principalmente, na periferia do município, as quais são suscetíveis aos movimentos de massa. Os autores verificaram que grande parte das áreas de alta ou muito alta suscetibilidade a movimentos de massa se localizam no entorno da malha urbana do município.

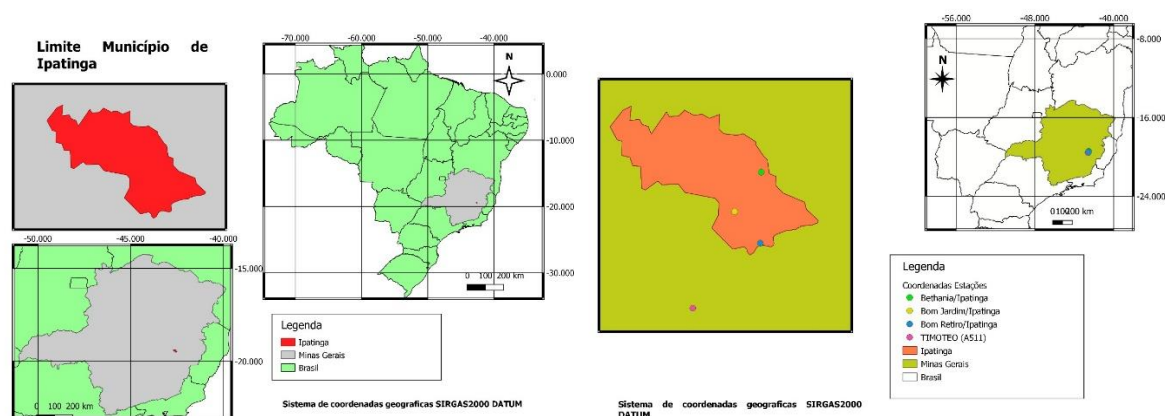
Depois do período de chuvas em dezembro de 2024, Ipatinga foi atingida por chuvas extremas em janeiro de 2025, que provocaram alagamentos e deslizamentos de terra em vários pontos da cidade, devido à saturação do solo, resultando em danos humanos, materiais e prejuízos econômicos. Segundo estudo preliminar da Prefeitura de Ipatinga o custo para reconstrução do município será superior a R\$ 650 milhões, sendo necessários mais de R\$ 150 milhões para obras imediatas de reparo em rodovias e taludes afetados e o restante será destinado a obras de grande porte a longo prazo, sendo que esses valores não incluem custos com assistência social para os moradores e comerciantes afetados pelas inundações (Oliveira, 2025). Assim, dados os impactos desse evento extremo, esse estudo teve por objetivo avaliar as condições meteorológicas associadas, e identificar os sistemas que resultaram nas intensas chuvas ocorridas.

2. DADOS E METODOLOGIA

Foram utilizados dados de 3 pluviômetros automáticos do Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN) localizados em pontos diferentes de Ipatinga que apresentaram os maiores totais pluviométricos (bairros Bom Jardim, Bom Retiro e Bethânia – Figura 1). De modo a realizar um comparativo, foram utilizados dados do Instituto Nacional de Meteorologia

(INMET) da estação automática de Timóteo (código A511), que é um município localizado a aproximadamente 17 km de distância de Ipatinga, que também apresenta topografia acidentada e foi impactado pelas chuvas extremas ocorridas em 12 de janeiro de 2025.

Figura 1 – Localização de Ipatinga e das estações pluviométricas utilizadas nesse estudo.



Fonte: Autores

Cartas sinóticas também foram utilizadas na análise do evento e foram obtidas no site do Centro de Hidrografia da Marinha (CHM). Imagens de satélite também complementaram a análise das cartas sinóticas e foram obtidas no site do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Por fim, foi utilizado o mapa de CAPE (*Convective Available Potential Energy*), que mede a energia potencial disponível para a convecção atmosférica, previsto pelo modelo GFS (*Global Forecast System*) no dia do evento, sendo obtido no aplicativo Ventusky (2025).

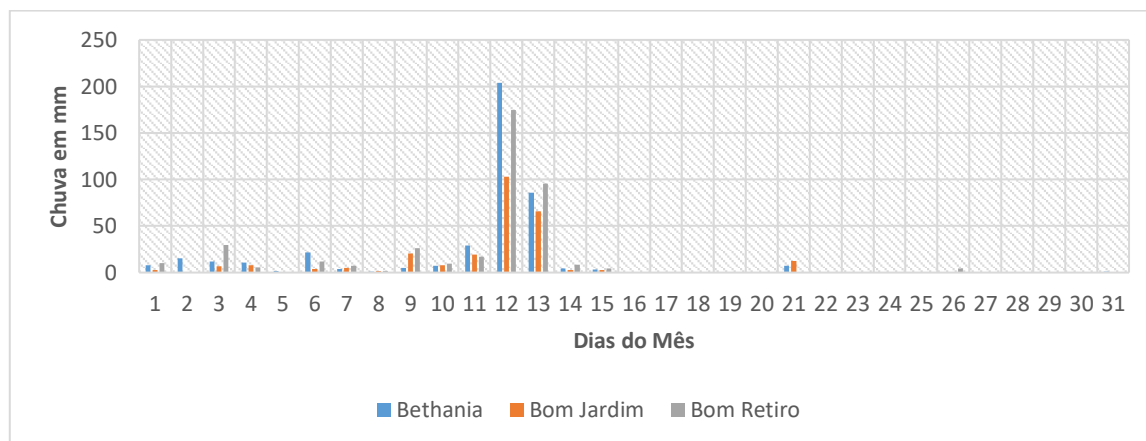
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Análise comparativa dos totais pluviométricos

De acordo com os pluviômetros do Cemaden nos bairros Bethânia e Bom Jardim, que apresentaram os maiores totais pluviométricos em Ipatinga no mês de dezembro a chuva foi em média 332,4 mm, o que representa uma anomalia positiva de 105,7 mm em relação a climatologia para esse mês no período de 1961-1990 (INMET, estação Usiminas). Já de acordo com a estação meteorológica de Timóteo (A511 - INMET), no mês de dezembro de 2024 choveu 372,4 mm, o que representa uma anomalia positiva de 145,7 mm, de acordo com a mesma climatologia.

Em janeiro de 2025, o total acumulado nos bairros Bethânia e Bom Retiro em Ipatinga, que apresentaram os maiores valores, foi de 414 mm em média, o que representa uma anomalia positiva de precipitação de 224,2 mm. Já em Timóteo, o total acumulado em janeiro de 2025 foi de 409,4 mm, o que representa uma anomalia positiva de precipitação de 219,6 mm. Nos 12 primeiros dias do mês a chuva acumulada em Timóteo foi de 297,6 mm e no bairro Bethânia em Ipatinga, com o maior acumulado, foi de 318,8 mm, representando aproximadamente 77% do total mensal, conforme pode-se observar na Figura 2.

Figura 2 – Precipitação total diária em Ipatinga em janeiro de 2025.

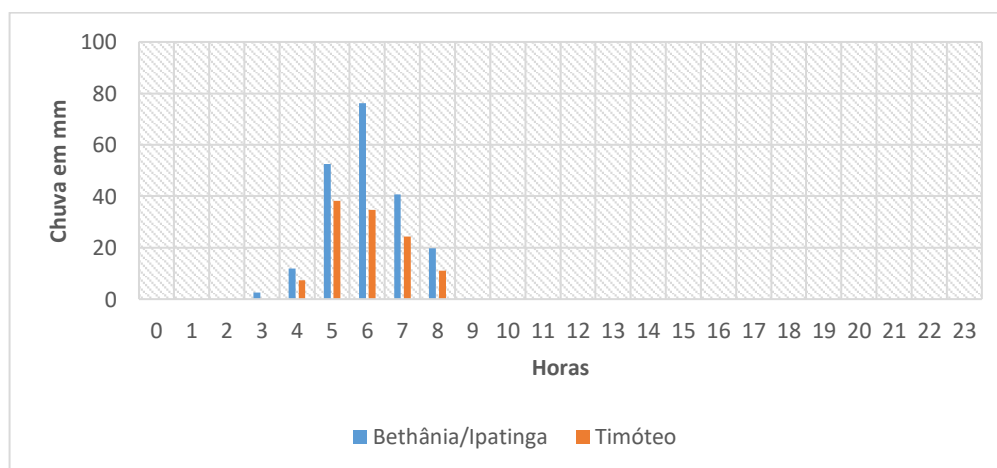


Fonte: Autores com base em dados do CEMADEN.

Nota-se também na Figura 2 que o dia 12/01 foi o que apresentou o maior total acumulado de 204 mm no bairro Bethânia, o que representa em torno de 48% do total mensal em um único dia. Ressalta-se também que de todas as estações do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), distribuídas em todo o território nacional, a estação de Timóteo foi a que apresentou o maior acumulado de chuva no dia 12 de janeiro, sendo igual a 115,8 mm, sendo que o INMET não possui estações em Ipatinga com dados disponíveis para esse período.

Ao se considerar os últimos 30 dias de chuva na região antes do dia 12 de janeiro, o acumulado foi de 539,6 mm no bairro Bethânia e 503 mm em Timóteo. Quando se analisa a chuva acumulada por hora, verifica-se, na Figura 3, que o total acumulado no dia 12 de janeiro foi distribuído em 5-6 horas, com pico de 38,2 mm às 5h00 da manhã em Timóteo e de 76,2 mm às 6h00 da manhã no bairro Bethânia em Ipatinga. Portanto, o total acumulado no dia 12 de janeiro foi 88,2 mm maior em Ipatinga, de acordo com os dados do CEMADEN, do que em Timóteo, de acordo com os dados do INMET.

Figura 3 – Precipitação total horária na estação de Timóteo e no bairro Bethânia em Ipatinga no dia 12 de janeiro de 2025.



Fonte: Autores com base em dados do CEMADEN e INMET.

3.2 Impactos do evento extremo

No dia 12 de janeiro de 2025, o prefeito de Ipatinga declarou situação de emergência (Ipatinga, 2025) e no dia 14 foi declarado o estado de calamidade pública (ALMG, 2025a) nas áreas do município afetadas pelas chuvas intensas e descritas no Formulário de Informações do Desastre – FIDE. A chuva deixou 10 mortos, 47 pessoas desabrigadas, 144 desalojadas e outros 15.000 afetados, além da danificação de 105 unidades habitacionais, 6 instalações públicas de saúde e 5 instalações públicas de ensino, e 18 obras de infraestrutura pública destruídas (S2iD, 2025). Na Figura 4 pode-se observar os impactos do evento extremo do dia 12 de janeiro no bairro Bethânia em Ipatinga.

Figura 4 – Imagens dos impactos verificados no bairro Bethânia em Ipatinga no dia 12 de janeiro de 2025.



Fonte: Autores

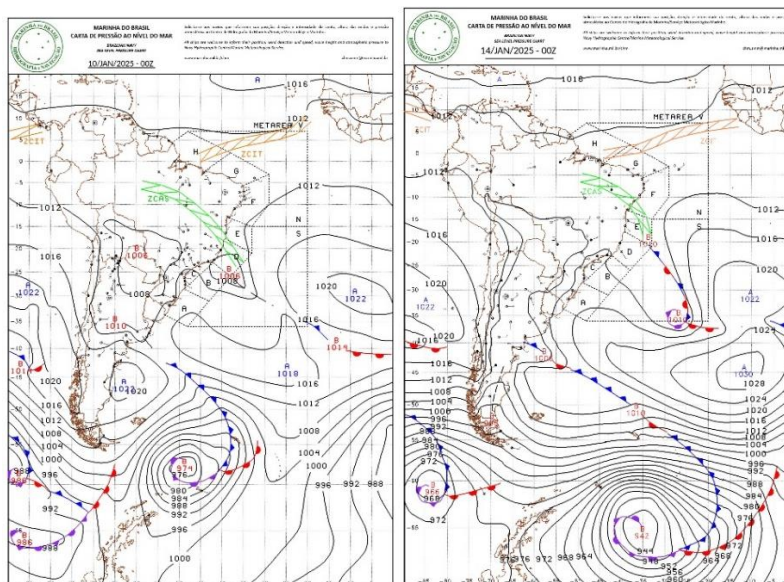
Segundo Aerton (2025), a população de Ipatinga foi pega de surpresa, pois não recebeu alertas antecipados nos celulares e os alertas sonoros da Defesa Civil só chegaram quase 24 horas após as intensas chuvas. Além disso, ainda de acordo com Aerton (2025), o governo local informou uma previsão de chuva 10 vezes menor do que o registrado e a administração municipal de Ipatinga informou que não recebeu antecipadamente a previsão de riscos do CEMADEN, embora esse órgão tenha informado que emitiu alertas antecipados. Esses aspectos demonstram que a gestão de riscos precisa ser grandemente aprimorada nos municípios brasileiros.

Ressalta-se que, embora o total acumulado no dia 12 de janeiro tenha sido maior em Ipatinga, o município de Timóteo também sofreu com esse evento extremo. A prefeitura municipal de Timóteo, assim como Ipatinga, declarou situação de emergência nas áreas do município afetadas pelas chuvas intensas no dia 12 de janeiro (ALMG, 2025b). Contudo, segundo dados do S2iD (2025) não houve ocorrência de mortes e 22 pessoas ficaram desalojadas, enquanto ocorreram 10 mortes e 144 pessoas desalojadas em Ipatinga. Timóteo também possui topografia complexa com suscetibilidade a movimentos de massa; porém, apresenta menor população do que Ipatinga (227.731 em Ipatinga e 81.579 em Timóteo) (IBGE, 2022). Além disso, segundo dados do IBGE (2022), Ipatinga possui 77,8% de urbanização de vias públicas e 88,5% de arborização de vias públicas, já Timóteo possui 66,2% de urbanização e 93,1% de arborização, o que pode ter propiciado uma maior mitigação dos impactos, mesmo tendo sido o acumulado de chuvas menor em Timóteo.

3.3 Análise dos sistemas meteorológicos envolvidos

Na Figura 5 pode-se observar as cartas sinóticas 2 dias antes (10/01) e depois do evento (14/01) às 00Z. No dia 10 de janeiro nota-se a presença da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) e um sistema de baixa pressão na costa da região sudeste, que auxilia a organizar as instabilidades, além da presença de um sistema frontal no Oceano Atlântico Sul, próximo ao sul da América do Sul. Já no dia 14 de janeiro, verifica-se o deslocamento para norte da ZCAS em relação ao dia 10, sendo que este sistema se encontra alinhado a um sistema frontal no Atlântico Sul com um ramo estacionário.

Figura 5 – Cartas sinóticas para os dias 10 e 14 de janeiro de 2025 às 00Z.



Fonte: Centro de Hidrografia da Marinha (CHM).

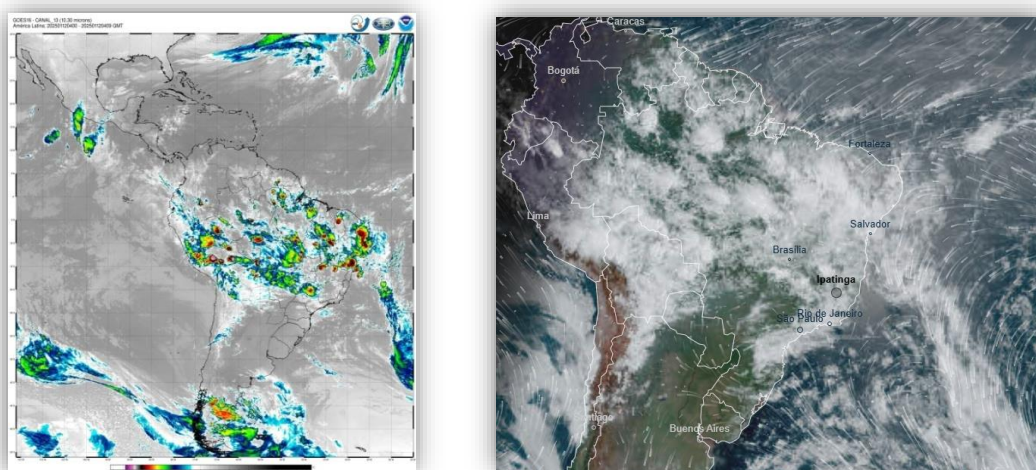
Os sistemas frontais e as ZCAS são os principais sistemas meteorológicos responsáveis pelas chuvas na região sudeste do Brasil, sendo que os primeiros afetam a região por um ou dois dias, enquanto o segundo é um sistema quase-estacionário que permanece sobre o Sudeste e Centro-Oeste por no mínimo 4 dias (Lima et al., 2010).

Satyamurty *et al.* (1998) verificaram que durante o verão, os sistemas frontais permanecem por mais tempo na região sudeste, podendo ser tornar estacionários em algumas ocasiões, provocando eventos de ZCAS. No entanto, em determinadas situações, alguns sistemas frontais que se deslocam em direção a região sudeste do Brasil podem se associar a ZCAS, tornando-a mais intensa, podendo resultar em tempestades. Scheuer (2017) também verificou que a interação de sistemas frontais com a ZCAS fornece suporte e intensificação para que o sistema continue ativo por mais tempo.

Assim, embora no dia 10 de janeiro já houvesse a presença da ZCAS (Figura 5), a chegada do sistema frontal após o dia 10, se alinhando com a ZCAS, conforme pode ser observado na carta sinótica do dia 14 de janeiro resultou em chuvas volumosas, pois o sistema frontal impulsionou esse sistema, aumentando a intensidade e a persistência das chuvas. Nota-se na Figura 2 a diminuição dos totais pluviométricos em Ipatinga a partir do dia 14, o que pode ser explicado pelo deslocamento gradativo da ZCAS para norte.

Na Figura 6 pode-se verificar as imagens do satélite GOES16 no dia 12 de janeiro às 04 UTC (01h00 da manhã em Ipatinga) na faixa de 10,3 μm , que é adequada para monitorar tempestades e chuvas intensas, pois nuvens mais profundas apresentam temperaturas abaixo de -40°C . Verifica-se a presença de várias instabilidades e nuvens com grande desenvolvimento vertical. Pode-se ver também na imagem do GOES no canal visível às 12 UTC (9h00 da manhã em Ipatinga) a atuação da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) em alinhamento com o sistema frontal, conforme observado na Figura 5 para o dia 14/01, o que favoreceu o grande acumulado de chuva na região.

Figura 6 – Imagens do satélite GOES nos canais infravermelho (imagem da esquerda) e visível (direita) no dia 12 de janeiro de 2025 às 04 UTC (esquerda) e 12 UTC (direita).

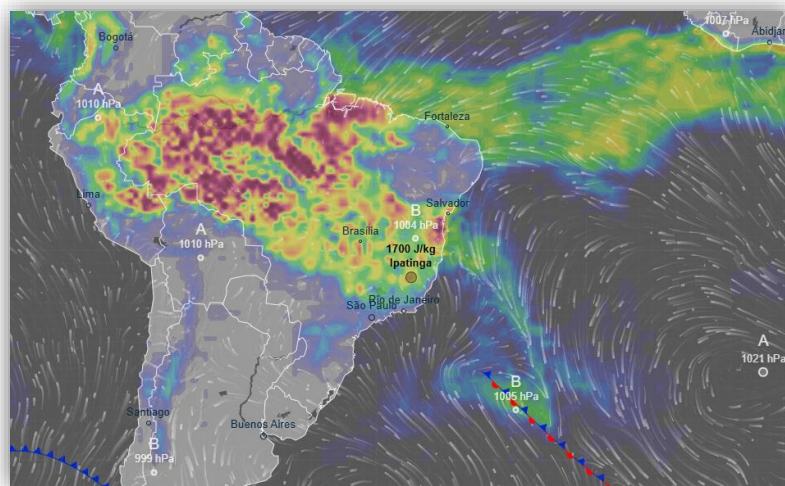


Fonte: INPE e Ventusky (2025).

Por fim, na Figura 7 pode-se notar o mapa com o máximo CAPE previsto pelo modelo GFS no dia 12 às 15h00. Nota-se que o modelo previu um CAPE de 1700 J/kg em Ipatinga às 15h00, o que

representa uma instabilidade moderada. Verifica-se também que o modelo indicou a presença do sistema frontal em alinhamento com a ZCAS, conforme observado anteriormente.

Figura 7 – CAPE (J/kg) no dia 12 de janeiro de 2025 às 15h00.



Fonte: Ventusky (2025).

4. CONCLUSÕES

Este estudo teve como principal objetivo analisar as condições meteorológicas associadas a um evento extremo de chuva ocorrido no município de Ipatinga, MG, no dia 12 de janeiro de 2025, que resultou em inúmeros danos humanos, materiais e prejuízos econômicos.

Uma anomalia positiva de precipitação de 224,2 mm foi verificada no mês de janeiro de 2025, sendo que nos 12 primeiros dias do mês a chuva acumulada foi de 318,8 mm, e no dia 12, quando ocorreu o evento, o total acumulado foi de 204 mm no bairro Bethânia, o que representou em torno de 48% do total mensal em um único dia. Esse total acumulado foi distribuído em 6 horas, com pico de 76,2 mm às 6 horas da manhã. Nesse sentido, verificou-se que o modelo GFS previu uma instabilidade moderada no dia do evento, com pico às 15:00 horas da tarde, divergindo do que foi observado.

Nas cartas sinóticas e imagens de satélite pode-se verificar a atuação da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) em alinhamento com um sistema frontal, o que resultou nas chuvas volumosas, pois o sistema frontal impulsionou a ZCAS, aumentando a intensidade e a persistência das chuvas.

Por fim, um comparativo também foi realizado com o município vizinho de Timóteo, o qual também declarou situação de emergência nas áreas do município afetadas pelas chuvas intensas no dia 12 de janeiro. Contudo, em Timóteo não houve ocorrência de mortes e este apresentou, de modo geral, um impacto menor do que em Ipatinga. As razões para isso, podem estar associadas ao fato de que o acumulado no dia do evento foi 88,2 mm menor em Timóteo, e este município possui uma menor população, menor urbanização e uma maior arborização do que Ipatinga, o que propicia uma maior mitigação dos impactos. Assim, sugere-se que o município de Ipatinga invista para ampliar o número de áreas verdes na zona urbana.

Concluiu-se também que os municípios brasileiros, de modo geral, precisam aprimorar grandemente a gestão de riscos de desastres adotando abordagens integradas que combinem tecnologia, planejamento urbano e políticas públicas eficazes, além de melhorar a articulação entre as defesas civis municipais e os órgãos governamentais por meio do Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil (SINPDEC), o que exige ações coordenadas, capacitação contínua e canais de comunicação eficientes.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001 e da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) através do Convênio CAPES/UNESP Nº. 951420/2023. Agradecemos ao Programa de Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos – ProfÁgua pelo apoio técnico científico aportado até o momento.

REFERÊNCIAS

- AERTON, E. (2025). “*Município de Ipatinga afirma que não recebeu alerta antecipado sobre riscos de deslizamentos e enxurradas no dia 12/1*”. Disponível em: <https://www.diariodoaco.com.br/noticia/0121656-municipio-de-ipatinga-afirma-que-nao-recebeu-alerta-antecipado-sobre-riscos-de-deslizamentos-e-enxurradas-no-dia-121>
- ALMG. (2025a). Assembleia Legislativa de Minas Gerais. “*Reconhece o Decreto Municipal nº 11.416, de 14 de janeiro de 2025, do Prefeito Municipal de Ipatinga, que declarou ESTADO DE CALAMIDADE PÚBLICA nas áreas do município afetadas por Chuvas Intensas – 1.3.2.1.4*”. Disponível em: <https://www.almg.gov.br/legislacao-mineira/texto/DNE/29/2025/>
- ALMG. (2025b). Assembleia Legislativa de Minas Gerais. “*Reconhece o Decreto Municipal nº 6.104, de 12 de janeiro de 2025, do Prefeito Municipal de Timóteo, que declarou SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA nas áreas do município afetadas por Chuvas Intensas – 1.3.2.1.4*”. Disponível em: <https://www.almg.gov.br/legislacao-mineira/texto/DNE/60/2025/>
- CEPED. (2013). “*Atlas brasileiro de desastres naturais 1991 a 2012. 2ª edição. Revista do Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres*”. Disponível em: <https://www.ceped.ufsc.br/atlas-brasileiro-de-desastres-naturais-1991-a-2012/>.
- DALAGNOL, R. et al. (2021). “*Extreme rainfall and its impacts in the Brazilian Minas Gerais state in January 2020: Can we blame climate change?*” Climate Resilience and Sustainability, 1(1) <https://doi.org/10.1002/cli2.15>
- IBGE. (2022). Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Panorama. Cidades. Ipatinga*. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/ipatinga/panorama>
- INMET. (2025). Instituto Nacional de Meteorologia. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/>
- IPATINGA. (2025). Câmara Municipal de Ipatinga. “*Decreto Nº11413 de 12/01/2025. Declara situação de emergência no âmbito do Município de Ipatinga, em decorrência das áreas afetadas*

pelas chuvas intensas - 1.3.2.1.4 (COBRADE).” Disponível em: <https://camaraipatinga.mg.gov.br/normas-juridicas/19404?slug=declara-situacao-de-emergencia-no-ambito-do-municipio-de-ipatinga-em-decorrencia-das-areas-afetadas-pelas-chuvas-intensas-13214-cobra-de>

LIMA, K. C.; Satyamurty, P.; Fernández, J. P. R. (2010). “*Large-scale atmospheric conditions associated with heavy rainfall episodes in southeast Brasil.*” Theoretical and Applied Climatology, v. 101, n. 1-2, p. 121-135.

OLIVEIRA, R. (2025). “*Ipatinga estima gasto de R\$ 650 mi para reconstrução, mas governos garantem menos de 1% do recurso.*” OTempo. Disponível em: <https://www.otempo.com.br/cidades/2025/1/16/ipatinga-estima-gasto-de-650-mi-para-reconstrucao-mas-governos-garantem-menos-de-1-do-recurso.amp>

OLIVEIRA, F. A. et al. (2007). “*Identificação e discriminação de áreas de risco no entorno urbano de Ipatinga, Brasil.*” Rev. Int. de Desastres Naturales, Accidentes e Infraestructura Civil. v. 7(1) 59.

S2iD. (2025). Sistema Integrado de Informações sobre Desastres. *Relatório Gerencial – Danos Informados*. Disponível em: <https://s2id.mi.gov.br/paginas/relatorios/>

SATYAMURTY, P.; MATTOS, L.F.; NOBRE, C.A.; SILVA DIAS, P. L. (1998). “*Tropics - South America*”, in *Meteorology of the Southern Hemisphere*. Org. por Kauly, D. J. e Vincent, D. G., Meteorological Monograph. American Meteorological Society, Boston, 119-139.

SCHEUER, P. R. (2017). “*Sistemas frontais associados a episódios de ZCAS*”. Trabalho de Conclusão de Curso (graduação). Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Físicas e Matemáticas. Graduação em Meteorologia. Florianópolis, SC, 90 p.

UN WATER. (2018). “*Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 6: Relatório-síntese 2018 sobre Água e Saneamento*”. https://www.unwater.org/sites/default/files/app/uploads/2018/11/UN-Water_SDG6_Synthesis_Report_2018_Executive_Summary_BRZ.pdf

VENTUSKY. (2025). Disponível em: <https://www.ventusky.com/>