

ANÁLISE METEOROLÓGICA DO EVENTO DE PRECIPITAÇÃO SEVERA EM SÃO LUÍS-MA EM 14 DE MARÇO DE 2023: CARACTERÍSTICAS, INTENSIDADE E FATORES CONTRIBUINTES

FELIPE FREITAS COSTA¹; LEONARDO AGUIAR²; ANDRÉ BECKER NUNES³;
GRACIELA REDIES FISCHER⁴; HENRIQUE NORNBORG DA SILVA⁵; IGOR
CARLOS CUNHA MORIM⁶

¹Universidade Federal de Pelotas-UFpel – felipefreitasc@hotmail.com

² Universidade Federal de Pelotas-UFpel – leonardo.aguiar@ufpel.edu.br

³Universidade Federal de Pelotas – beckernunes@gmail.com

⁴Universidade Federal de Pelotas – gracielafigscher@gmail.com

⁵Universidade Federal de Pelotas – hiquens8@gmail.com

⁶Faculdade Internacional de São Luís- Wyden – igor.morim@outlook.com

1. INTRODUÇÃO

Fenômenos climáticos extremos, como os que causam enchentes e deslizamentos de terra, têm o potencial de causar danos significativos, conforme observado por Marengo (2007). Para lidar com esses desafios e mitigar os efeitos das mudanças climáticas, uma abordagem eficaz é a realização de estudos que avaliem os riscos, vulnerabilidades e impactos relacionados a eventos extremos. Esses estudos desempenham um papel crucial no desenvolvimento de um planejamento estratégico, permitindo uma compreensão mais abrangente dos potenciais impactos das mudanças climáticas.

A técnica utilizada para caracterizar o evento ocorrido foi a análise rítmica, desenvolvida por Monteiro (1976;2003), para compreender a interação dos elementos climáticos e melhorar a classificação dos sistemas meteorológicos atuantes na região afetada. A análise da energética de área limitada também foi empregada para uma compreensão abrangente das trocas de energia que ocorreram ao longo de todas as etapas do evento examinado neste estudo.

Este estudo analisou a precipitação em São Luís durante março de 2023, com foco no evento de chuva intensa de 124,4 mm em 24 horas. O objetivo principal foi investigar detalhadamente as condições meteorológicas que causaram essa precipitação extrema.

2. METODOLOGIA

Para este trabalho, foram utilizados dados de reanálise do ERA5 (quinta geração de reanálise do Centro Europeu de Previsões Meteorológicas de Médio Prazo) com resolução espacial de 0,25 grau de latitude e longitude. A reanálise ERA5 fornece diversas variáveis, das quais foram utilizadas as componentes zonais (u), meridional (v) e ômega (ω) do vento nos níveis de 250 hPa, 500 hPa e 850 hPa para o dia 14 de março de 2023, com resolução temporal de 12 horas. As análises de anomalias basearam-se na diferença entre os valores instantâneos e as médias climatológicas no período de 1994 a 2023. Além disso, imagens do canal 16 (13,3 μ) do satélite GOES-16 foram utilizadas para a identificação de fenômenos meteorológicos. Os dados de reanálise do ERA5 foram recortados para abranger a região entre 2°N e 15°S de latitude e entre 55°W e 1°E de longitude.

A determinação das componentes do ciclo de energia e termos de conversão foi realizada utilizando a metodologia empregada por Michaelides (1987), o qual se baseou no particionamento da energia potencial disponível (APE) e energia cinética

(K) entre componentes zonal (AZ e KZ, respectivamente) e de perturbação (AE e KE, respectivamente) como proposto por Lorenz (1967).

Este trabalho também utilizou dados de precipitação de 10 Plataformas de Coleta de Dados (PCDs) instaladas em São Luís-MA, sendo nove do CEMADEN (Centro de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais) e uma do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos revelaram que, no ano de 2023, o acumulado de precipitação em março atingiu a marca de 517,4 mm, segundo informações da rede de monitoramento do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia). Esse valor é superior à média obtida dos últimos 30 anos, 464,6 mm. Já em outros equipamentos instalados no município de São de Luís-MA, a chuva acumulada chegou a 843,2 mm no pluviômetro do CEMADEN (Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais) instalado no bairro do Calhau.

Podemos observar na Figura 1 a distribuição espaço-temporal das chuvas no município de São Luís-MA no mês de março de 2023, com maiores volumes registrados nos bairros próximos ao litoral.

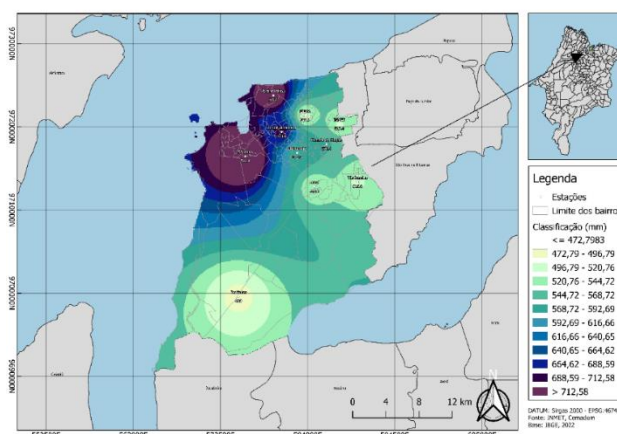


Figura 1- Interpoção da chuva registrada em março de 2023 em São Luís-MA através do método IDW. Fonte: Adaptado INMET e CEMADEN

No dia 14 de março de 2023, uma precipitação extrema de 124,4 mm afetou o município de São Luís, causando alagamentos e transtornos. Foram documentados alagamentos e transtornos em seis bairros específicos, conforme amplamente reportado nos meios de comunicação.

3.1 Análise sinótica do evento de precipitação severa ocorrido em São Luís-MA em 14/03/2023.

O ambiente sinótico que precedia o evento em 24 horas (13/03/2023 às 00z) já mostrava um aumento da convecção na região indicada pelos valores negativos de ômega (Figura 3a e b). É observado o comportamento dos alísios operando dentro dos parâmetros normais, como indicado na Figura 3c.

No dia 14/03/2023, observou-se anomalias positivas na Temperatura da Superfície do Mar (TSM), conforme evidenciado na Figura 3d. Essas anomalias sugerem um aumento na evaporação e uma intensificação na convecção da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT).

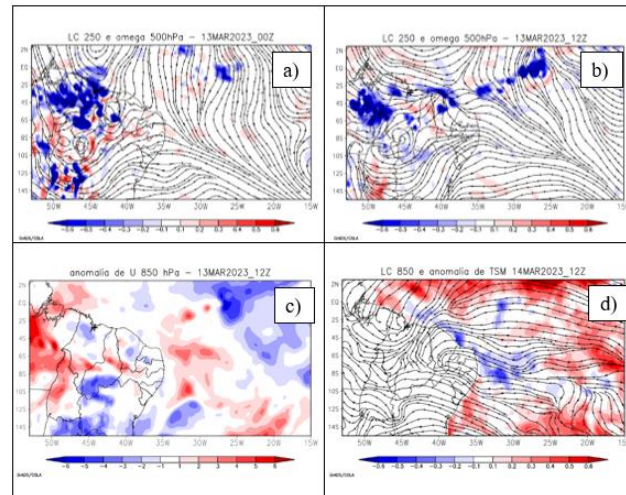


Figura 3 – Campos para o dia 13 de março de 2023 as 00z e 12z de (a) e (b) linhas de corrente em 250 hPa e ω (Pa s^{-1}) em 500 hPa (c) anomalia da componente zonal em 850 hPa (d) linhas de corrente em 850 hPa e anomalia de TSM em $^{\circ}\text{C}$ no dia 14/03/2023 12z

No dia 14/03/2023 as 09:00 GTM do GOES 16 (Figura 4c) destaca a ZCIT com forte atividade convectiva sobre o norte do Maranhão. O escoamento do vento em altitude ajudou a modular as instabilidades atmosféricas e proporcionou a formação de nuvens carregadas no litoral do estado, associada a uma sutil difluência em altos níveis (figura 4a e b). Além das condições atmosféricas já citadas, observa-se em baixos níveis o intenso transporte de umidade trazida do oceano (figura 4d), o que corroborou para o desenvolvimento e intensidade do sistema convectivo analisado.

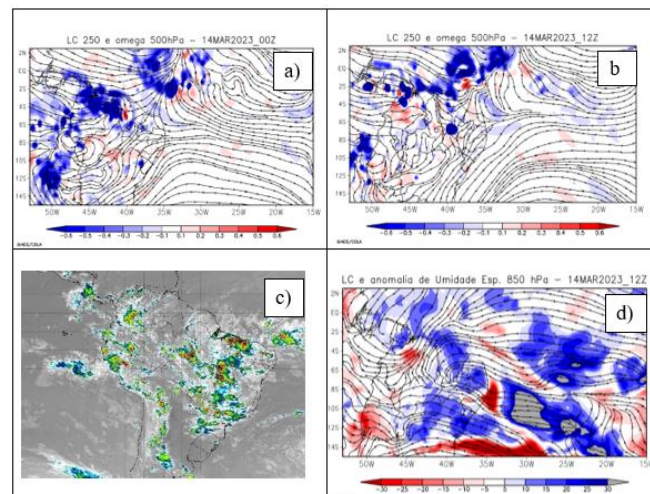


Figura 4 – Campos para o dia 14 de março de 2023 as 00z e 12z de (a) e (b) linhas de corrente em 250 hPa e ω (Pa s^{-1}) em 500 hPa (c) anomalia de umidade específica (g/Kg) em 850 hPa (d) imagem do satélite Goes-16 canal 16.

3.2 Energética do evento de precipitação severa ocorrido em São Luís-MA em 14/03/2023.

Os eventos meteorológicos em regiões tropicais, como tempestades ou sistemas convectivos, a análise energética deve levar em consideração as

influências de sistemas regionais, como as brisas marítimas, que podem afetar o ciclo energético da região.

Nas 24 horas que precediam a atuação de sistemas convectivos, são observadas diminuições nos armazenamentos de AZ e KZ (Figura 5a), havendo uma relação inversamente proporcional entre a precipitação e a variação de AZ e KZ na região analisada. Deve-se destacar que a redução de KZ indica um enfraquecimento dos ventos alísios, estando associado com uma maior atuação da ZCIT no extremo norte do Maranhão.

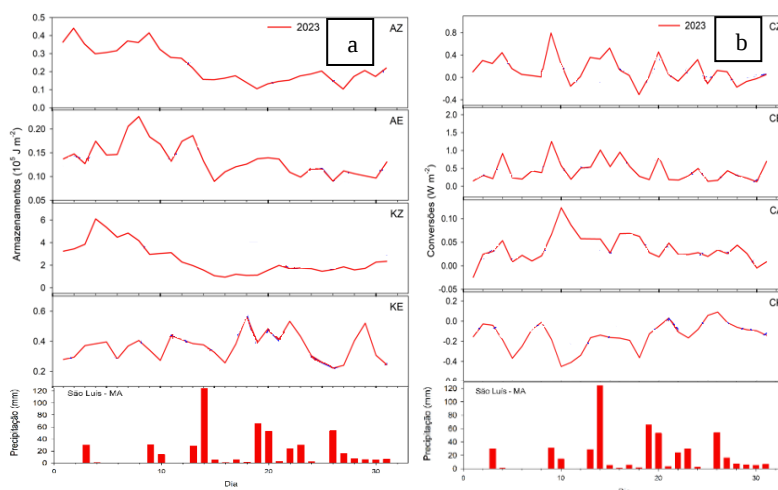


Figura 5 – Série temporal de precipitações e armazenamentos (a), conversões (b) de energia para um evento de chuva intensa ocorrido em março de 2023.

4. CONCLUSÕES

Este estudo identificou as principais causas do evento intenso de precipitação ocorrido no dia 14 de março de 2023. As características locais das regiões tropicais, como o transporte de calor do continente e a umidade do oceano, desempenharam um papel fundamental no desenvolvimento desses sistemas.

A análise energética de área limitada contribuiu para entender um pouco mais a dinâmica atmosférica da região abordada neste trabalho. A acentuada redução da energia cinética zonal nos períodos de maior ocorrência de precipitação ao longo do mês sugere uma importante contribuição do enfraquecimento dos alísios na ocorrência desse ambiente sinótico propício para fortes precipitações. A redução de AZ nos períodos de precipitação indica a possibilidade de sua utilização na formulação de um índice de precipitação na região, juntamente com KZ, CZ e CE.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- LORENZ, E. N. The nature and theory of the general circulation of the atmosphere. Geneva: World Meteorological Organization, 1967. 161 p.
- MERENGO, J, A. Cenários de Mudanças Climáticas para o Brasil em 2100. *Ciência & Ambiente*. v.34, p.100-125, 2007a.
- MICHAELIDES, S. C. Limited Area Energetics of Genoa Cyclogenesis. *Monthly Weather Review*, v. 115, p. 13-26, 1987.
- MONTEIRO, CA de F. Teoria e clima urbano In: *Série Teses e Monografias*, Instituto de Geografia, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, nº 25, p. 30, 1976.