

VARIABILIDADE ESPACIAL DA PRECIPITAÇÃO EM BELÉM-PARÁ-BRASIL, A PARTIR DA ANÁLISE DE UM EVENTO EXTREMO

Edmir dos Santos Jesus¹, Douglas Batista da Silva Ferreira¹, Naurinete de Jesus da Costa Barreto¹, Nilzele de Vilhena Gomes Jesus², Ana Paula Paes dos Santos¹, João de Athaydes Silva Júnior³, Paulo Afonso Fischer Kuhn³, Cláudia Priscila Wanzeler da Costa¹, Renata Gonçalves Tedeschi¹, Vânia dos Santos Franco¹, Antônio Vasconcelos Nogueira Neto¹, Kleber Renato da Paixão Ataíde⁴
edmir.jesus@pq.itv.org

¹Instituto Tecnológico Vale (ITV)

²Centro Gestor e Operacional do Sistema de Proteção da Amazônia (CENSIPAM)

³Universidade Federal do Pará (UFPA)

⁴Instituto Nacional de Meteorologia (INMET)

Palavras chave: precipitação, convecção, estações meteorológicas, Belém.

1) INTRODUÇÃO

Diferente do que ocorre em latitudes médias, em regiões equatoriais, o clima em regiões equatoriais é caracterizado por pouca variação da temperatura ao longo dos meses do ano e alta variabilidade da precipitação (ALVARES *et al.*, 2013). Na Região Norte do Brasil, particularmente no município de Belém, estado do Pará, o avanço da urbanização, em contraste com pequenos espaços florestados e ilhas definidas como Áreas de Preservação Ambiental têm demonstrado que os totais pluviométricos se distribuem de modo desigual no espaço e no tempo.

Nesse contexto, a maioria das pesquisas são focadas em estudar a variabilidade espacial da precipitação em escala regional ou superior, e a variabilidade temporal nas escalas mensais, sazonais, anuais ou climatológica (SILVA FERREIRA *et al.*, 2015). Durante o período chuvoso, notadamente na região entre os meses de dezembro e maio, é observada a atuação de sistemas atmosféricos de diversas escalas espaciais, desde a planetária (MARENGO *et al.*, 2012) a mesoescala (SANTOS; LUCIO; SILVA, 2015) e local, as quais estão associadas à circulação de brisa litorânea (ALCÂNTARA *et al.*, 2011). O presente estudo buscou uma abordagem peculiar, na qual foi analisada a ocorrência de um evento extremo de precipitação em Belém (PA), a partir dos registros horários de Estações Meteorológicas Automáticas (EMA) em superfície, com o intuito de identificar o comportamento espaço-temporal deste evento sobre uma região com características fisiográficas desiguais.

Assim, este trabalho teve como objetivo principal, investigar as características de deslocamento e intensidade de uma tempestade ocorrida no dia 18 de abril de 2021, em Belém. Adicionalmente, foram feitas análises da incidência de descargas atmosféricas e do acumulado pluviométrico no intervalo de tempo da tempestade, e sua relação com a fisiografia local.

2) DADOS E METODOLOGIA

A área alvo corresponde a Região Metropolitana de Belém (RMB), localizada entre as coordenadas geográficas de latitude 1,24° e 1,50°S e de longitude 48,50° e 48,25°W, no estado do Pará, Brasil. Para este trabalho, foram utilizadas as bases de dados de 2 (duas) estações meteorológicas automáticas, sendo 1(uma) do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), 1 (uma) do Instituto Tecnológico Vale (ITV), abrigada dentro da Universidade Federal do Pará (UFPA), além de registros de precipitação de 7 (sete) pluviômetros

automáticos do Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN), distribuídas ao longo da RMB. As informações de descargas atmosféricas foram obtidas por meio da base de dados do Grupo de Eletricidade Atmosférica do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (ELAT/INPE). Os dados são oriundos de redes em *Low Frequency* (LF) e *Very Low Frequency* (VLF), além de sensores a bordo de satélite.

As imagens do Google Earth foram utilizadas para a identificação das características fisiográficas de superfície, e de pontos de descargas elétricas sobre a RMB enquanto as imagens do satélite GOES-16, no canal infravermelho realçado foram utilizadas para a análise sinótica do sistema atmosférico causador do evento extremo de precipitação.

3) RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Figura 1a mostra o acumulado de precipitação para as estações selecionadas no intervalo das 1700 às 2100UTC do dia 18/04/2021. A partir da análise dos dados distribuídos espacialmente na RMB, observou-se que os valores extremos se concentraram na porção sul, nas estações ITV/UFPA (70,8 mm) e Terra Firme/Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA) (76,8 mm). Para o período estudado, mês de abril, é comum a ocorrência de eventos mais setorizados, uma vez que, em episódios de precipitações convectivas, a evaporação da água dos rios, a transpiração da superfície vegetada e a diferença térmica em áreas urbanizadas, elevam a energia potencial dos sistemas atmosféricos tornando os sistemas meteorológicos locais aptos a precipitarem. A Figura 1b mostra as características de uso e cobertura do solo na RMB, onde é possível notar as diferenças de superfície, com destaque para as porções mais ao sul e centro-oeste, nas quais as áreas urbanizadas predominam, em contraste com a porção leste, com setores florestais. As Figuras 1a e 1b mostram que a precipitação convectiva ocorreu na direção sudeste-noroeste sendo intensificada pela diferença térmica em superfície (área urbanizada) e tendo a grande disponibilidade de água (rios) ao redor. Logo, pressupõe-se que a tempestade que deu origem ao evento extremo de precipitação na RMB no dia 18/04/2021 apresentou características do tipo convectiva, até mesmo pela curta duração e com descargas elétricas (Figura 1b) na maior parte da capital.

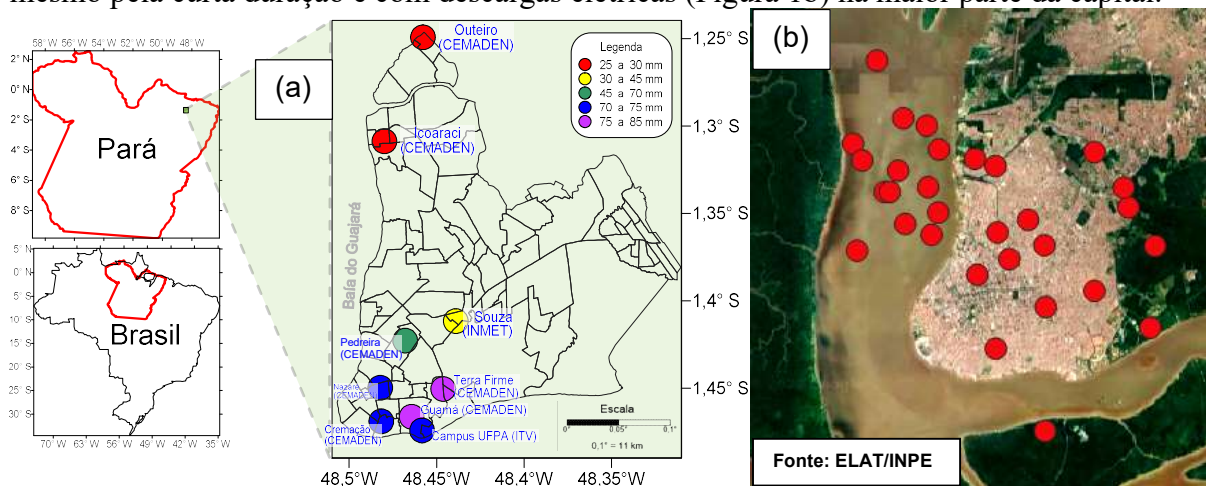


Figura 1. (a) Localização geográfica das Estações pluviométricas Automáticas contendo os registros de precipitação para o evento do dia 18/04/2021 no horário das 1700 às 2100Z na RMB e (b) imagem territorial de Belém destacando os pontos com descargas atmosféricas registradas.

Segundo Moraes (2017) as taxas de precipitação por apresentarem picos máximos no horário das 1800 e 1900UTC (entre 15 e 16 do horário local), são influenciadas diretamente pela atuação da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), principal mecanismo indutor de

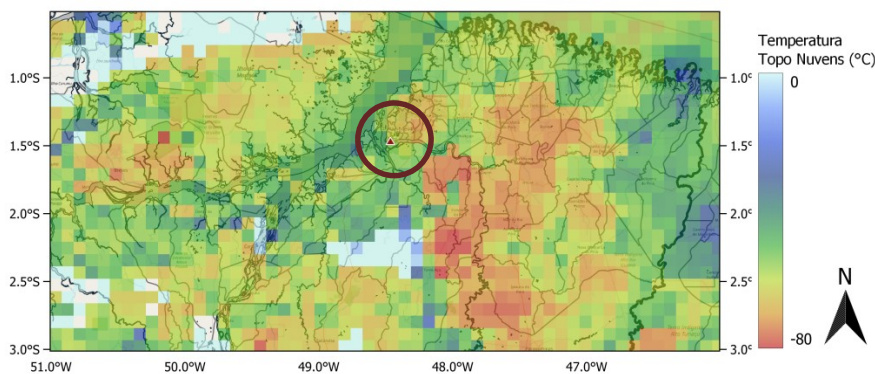


Figura 2. Imagem de satélite no canal infravermelho do topo das nuvens realçada do dia 18/04/2021 as 1800UTC destacando a área sobre a capital do Estado do Pará. Fonte: CPTEC/INPE/EUMETSAT.

precipitação na RMB durante o período chuvoso (nos meses de dezembro a maio), mas também por Linhas de Instabilidade (LI) e sistemas locais. Neste contexto, a imagem de satélite no canal infravermelho realçada da Figura 2 ratifica a presença de aglomerados de nuvens

convectivas (com temperatura do topo das nuvens em torno de -60°C) próximo a RMB, particularmente com características de LI, que se propagam no sentido leste-oeste, do litoral ao interior do continente, com eventos de precipitação típicos ao final de tarde (OYAMA; OLIVEIRA, 2016), como o que ocorreu na RMB no dia 18/04/2021.

Os dados apresentados na Tabela 1 mostram os registros de precipitação horária feitos pelas EMA localizadas ao sul da RMB. Notou-se os valores mais intensos de precipitação ($\geq 60\text{mm}$) foram registrados às 18:00UTC (15:00 Hora Local), com acumulado acima de 70,0 mm às proximidades do campus da UFPA (ITV), como em Cremação (74,0mm) e Guamá (80,6mm) no intervalo das 1800 às 1900UTC.

Tabela 1. Dados pluviométricos registrados no dia do evento em diferentes pontos da Região Metropolitana de Belém-PA.

Local da Estação Automática	Precipitação Horária (UTC)					total (mm)
	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	
Cremação (CEMADEN)	0,8	60	14	0	0	74,8
Guamá (CEMADEN)	3,2	68,4	12,2	0	0	83,8
Terra Firme-UFRA (CEMADEN)	7,8	63,4	5,6	0	0	76,8
Campus UFPA (ITV)	0,8	60,8	9,2	0	0	70,8

4) REFERENCIAS

- ALCÂNTARA, Clênia R. et al. Verification of the role of the low level jets in Amazon squall lines. *Atmospheric Research*, v. 100, n. 1, p. 36-44, 2011.
- ALVARES C.A., STAPE J.L., SENTELHAS P.C., DE MORAES GONCALVES J.L., SPAROVEK G., (2013): Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, Vol. 22, No. 6, 711–728. DOI 10.1127/0941-2948/2013/0507.
- MARENGO, J.A.; TOMASELLA, J.; SOARES, W.R.; ALVES, L.M.; NOBRE, C.A. Extreme climatic events in the Amazon basin climatological and hydrological context of recent floods. *Theoretical and Applied Climatology*, v. 107, n. 1-2, p. 73-85, 2012.
- MORAES, D. S. S. Contribuição das chuvas do período da tarde em Belém do Pará para os totais mensais e possíveis relações com a média climatológica. Dissertação (Mestrado em Meteorologia). Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, 2017.
- OYAMA, M. D., OLIVEIRA, G. M. Eventos de Precipitação Extrema na Região do Centro de Lançamento de Alcântara. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v. 31, n. 4(suppl.), 662-674, 2016.
- SANTOS, Eliane Barbosa; LUCIO, Paulo Sérgio; SILVA, Cláudio Moisés Santos e. Precipitation regionalization of the Brazilian Amazon. *Atmospheric Science Letters*, v. 16, n. 3, p. 185-192, 2015.
- SILVA FERREIRA, D. B. S.; DE SOUZA, E. B.; MORAES, B. C.; MEIRA FILHO, L. G. (2015). Spatial and temporal variability of rainfall in Eastern Amazon during the rainy season. *The Scientific World Journal*, v. 2015, p.1-9, 2015.