

CICLONE NA ALTA TROPOSFERA TROPICAL: PADRÕES DE ECOS DE RADAR E IMPACTOS NA REGIÃO METROPOLITANA DO RECIFE

Damião Franceliton Marques de Sousa
Universidade Federal de Campina Grande (Brasil)
marquesosousa@gmail.com

Maria Regina da Silva Aragão
Universidade Federal de Campina Grande (Brasil)
silva_aragao@yahoo.com.br

Magaly de Fatima Correia
Universidade Federal de Campina Grande (Brasil)
magaly_correia@yahoo.com.br

Edvânia Pereira dos Santos
Agência Pernambucana de Águas e Clima (Brasil)
fisica.edvania@gmail.com

Introdução

Eventos de chuvas intensas e estiagens prolongadas ocorrem em todo o Brasil, apresentando variabilidade espacial e temporal associada à dinâmica climática e às características fisiográficas. No Nordeste do Brasil (NEB), esses eventos estão relacionados à atuação de sistemas atmosféricos de grande escala, como a ZCIT, VCAN, ZCAS e DOL, além de sistemas convectivos de mesoescala, como linhas de instabilidade, aglomerados convectivos e frentes frias em dissipação.

A Região Metropolitana do Recife (RMR) foi atingida por um evento extremo de precipitação na primeira semana de fevereiro de 2025, em um período incomum para a ocorrência de chuvas para o Nordeste do Brasil. Diante disso, este trabalho teve como objetivo investigar os mecanismos atmosféricos associados a esse evento, associado à atuação de um Vórtice Ciclônico de Altos Níveis (VCAN).

A partir de dados observacionais, imagens de satélite, informações de radar meteorológico e modelagem numérica, investigou-se a estrutura atmosférica em escala sinótica e as características da precipitação em mesoescala, com ênfase no dia 05, quando foram registrados os maiores impactos socioambientais.

Objetivos

Este estudo teve como objetivo investigar os mecanismos atmosféricos associados ao evento, por meio da integração da análise da circulação em escala sinótica, em diferentes níveis de pressão, com a caracterização da precipitação em mesoescala, utilizando dados observacionais imagens de satélites, dados de radar e de modelagem numérica.

Área de Estudo

A Região Metropolitana do Recife (RMR) (Fig. 1c), localizada na faixa litorânea leste do NEB (Fig. 1a), destaca-se por concentrar grande parte da população, infraestrutura e atividades econômicas de Pernambuco (Fig. 1b). Atualmente composta por 14 municípios, a RMR apresenta relevo predominantemente plano e clima tropical úmido, com chuvas mais intensas entre os meses de março e agosto, especialmente entre abril e julho, e menores índices entre setembro e outubro.

Figura 1: Localização Geográfica da Área de estudo



Metodologia

- Dados pluviométricos (APAC e CEMADEN) para caracterizar o regime de precipitação na RMR.
- Imagens de satélite GOES-16 (canal IR 13) para identificação e acompanhamento do sistema atmosférico atuante.
- Dados de reanálise ERA5 (0,25° x 0,25°) para análise da circulação atmosférica.
- Dados de radar meteorológico (APAC) para análise da intensidade da precipitação por meio da refletividade (CAPPI - dBZ).

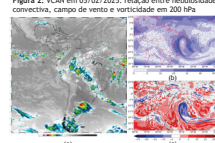
Bibliografia

- (1) KOUSKY, V. E.; GAN, M. A. (1981) - Upper tropospheric cyclonic vortices in the tropical South Atlantic.
- (2) RAMÍREZ, M. C. V.; KOUSKY, V. E.; GAN, M. A. (1999) - Padrões climáticos dos vórtices ciclônicos em altos níveis no Nordeste do Brasil.
- (3) VALE SILVA, Thiago Lutz et al. (2023) - Previsão de extremos de chuva em Pernambuco: os eventos de maio de 2022.

Resultados

No dia 05 de fevereiro de 2025, a imagem de satélite evidenciam a presença de nuvens com topos muito frios (até -70 °C) concentradas nas bordas do sistema, enquanto o centro apresenta menor nebulosidade, associado à subsidência (Fig. 2a).

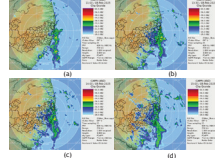
Figura 2: VCAN em 05/02/2025: relação entre nebulosidade convectiva, campo de vento e vorticidade em 200 hPa.



Esse padrão está em concordância com os campos de vento e vorticidade em 200 hPa (Fig. 2b e 2c), que mostram um VCAN bem definido, com circulação ciclônica fechada e núcleo sobre o litoral do NEB, caracterizado por ventos mais fracos no centro e mais intensos nas periferias, além de vorticidade negativa no núcleo e positiva nas bordas.

As imagens de radar (Fig. 3) evidenciam chuvas intensas e organizadas ao longo do dia na Região Metropolitana do Recife (RMR). A partir das 11:00 UTC (Fig. 3a), núcleos convectivos inicialmente sobre o oceano avançaram para o continente, com refletividades entre 33 e 44 dBZ e picos de até 49 dBZ, indicando precipitação forte. No horário das 13:00 UTC (Fig. 3b), as células se organizaram de forma mais estruturada, avançando para o interior.

Figura 3: Imagens do radar do APAC do dia 05/02/2025



A partir das 14:00 UTC (Fig. 3c), observa-se uma redistribuição dos núcleos, com enfraquecimento sobre a RMR e maior concentração ao norte de Pernambuco, especialmente na região de Golaná. Por volta das 15:00 UTC (Fig. 3d), há uma redução geral da intensidade, com predomínio de chuva fraca a moderada, refletindo o deslocamento do sistema e a diminuição da convecção mais intensa.

Do ponto de vista termodinâmico, o ambiente atmosférico apresentava alta disponibilidade de umidade e instabilidade, reforçada pela convergência do transporte de umidade do oceano para o continente e por movimentos ascendentes em múltiplos níveis (ômega negativo em 200, 500 e 700 hPa). Essa combinação favoreceu a manutenção da convecção profunda ao longo do dia, sustentando os núcleos intensos observados no radar. Em contraste, o núcleo do VCAN, já deslocado para o interior, manteve características mais estáveis, com movimentos descendentes, enquanto sua borda leste concentrou as condições mais favoráveis à formação de nuvens e à ocorrência de chuvas intensas.

Discussão

O VCAN modulou a convecção sobre o litoral do NEB, em especial de Pernambuco, com maior intensidade em sua borda leste. As análises indicam que a distribuição das chuvas está associada à dinâmica do sistema e às condições termodinâmicas, evidenciando uma relação direta entre circulação em altos níveis, convergência de umidade e organização da convecção.

Conclusão

Os resultados mostram que o VCAN, mesmo com uma variabilidade espaço-temporal de poucos dias, teve grande influência na organização da convecção sobre o leste do Nordeste, em especial, na época do verão austral.

RISCOS



ASSOCIAÇÃO PORTUGUESA
DE RISCOS, PREVENÇÃO
E SEGURANÇA