

# ESTUDO DE EVENTOS DE PRECIPITAÇÃO EXTREMA ASSOCIADOS A PRESENÇA DA ZCAS DURANTE O VERÃO AUSTRAL DE 2021/22

Maria Rita Lua de Quadros<sup>1</sup>, Mario Francisco Leal de Quadro<sup>1</sup>, Luciano Ponzi Pezzi<sup>2</sup>,  
Marcelo Santini<sup>2</sup>

[luaquadros@gmail.com](mailto:luaquadros@gmail.com). Autor/a correspondente.

<sup>1</sup>Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC)

<sup>2</sup>Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE)

**Palabras clave:** ZCAS Oceânica, Vórtice Ciclônico de Mesoescala, CONGREGMET XIV.

## 1) INTRODUÇÃO

A Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) é um fenômeno de interação oceano-atmosfera coexistente com o Sistema de Monção da América do Sul (SMAS), que surge através da inversão dos ventos anômalos de leste/oeste sobre a região continental da América do Sul durante o período de maior atividade convectiva, ou seja, no verão austral. Configurando-se uma anomalia climática perante aos padrões sazonais supracitados (ZILLI, 2008). A ZCAS quando se estende sobre o oceano adjacente é denominada Zona de Convergência do Atlântico Sul Oceânica (ZCO), a alta atividade convectiva associada a ZCO na troposfera, favorece uma circulação ciclônica na superfície em resposta ao predomínio de ventos de quadrante SE, com bombeamento de Ekman negativo e desfavorecimento as condições essenciais para ocorrência de ressurgência costeira (ROSA, 2017).

Ainda sobre a região oceânica António (2020) aponta regiões fontes e sumidouros de energia, indicando como fonte, forte área de convecção no Atlântico Sul, associadas a jatos subtropicais e vórtices transientes de latitudes médias. Aponta ainda que a ZCAS tem atuação sobre a distribuição de calor entre a região tropical e subtropical, enfatizando a peculiaridade da região e a importância da investigação sobre a variabilidade climática em escala regional.

Em seu estudo de caso de fortes chuvas sobre a região sudeste (SE) brasileira Brasiense et al. (2018) identificou a atuação do sistema de baixa pressão associado a ZCAS (o mesmo supracitado) como vórtice ciclônico, embebido ao sistema. Sistema este que para o presente estudo chamaremos de vórtice ciclônico de mesoescala (VCM) associado a Zona de Convergência do Atlântico Sul na porção Oceânica e costeira ZCO e ZCC respectivamente. Sendo este o sistema, denominado de VCM que vem a ser investigado com objetivo de identificar suas relações com a região litorânea SE brasileira e eventos de extrema precipitação, bem como as consequências denominadas desastres naturais (DNs).

Portanto, a presente pesquisa tem o intuito de identificar a evolução da atuação de VCMs em casos de ZCAS nos processos que afetam o meio ambiente em todas suas esferas sociais, econômicas e ecológicas, como os desastres naturais (DNs) associados aos sistemas atuantes supracitados. Análises deste tipo podem ser usadas pelos sistemas de alertas de desastres em centros operacionais e por consequência salvar vidas. Sendo que na zona costeira tempestades atuam com força suficiente para resultar em mudanças na costa, levando atividades humanas e o ambiente a suscetibilidade de inundação, ondas de tempestade, fortes correntes marinhas, entre outros efeitos ambientais que afetam diretamente a vida humana, propriedades e a navegação.

## 2) METODOLOGIA

Com o uso do produto de precipitação MERGE GPM-IMERG V06 (Rozante et al., 2010). Foi gerado utilizando os dados do Global Precipitation Measurement (GPM) Integrated Multi-satellitE Retrievals for GPM (IMERG) (Huffman et al. 2015a,b,c). Com resolução temporal de 30 minutos, resolução horizontal de 0.1° graus, resolução espacial 87% do globo, entre as latitudes 60°N e 60°S e executado em “tempo real”. Com este produto foi feita uma análise dos acumulados de chuva entre os 7 casos de ZCAS decorrentes entre o verão austral de 2012-2022. Baseado nessa metodologia de análise das precipitações intensas com suas ocorrências e consequências foi feito um levantamento pelo Sistema de Classificação e Codificação Brasileira de Desastres (COBRADE) do Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil (SINPDEC), os desastres naturais que ocorreram entre a estação de ZCAS de 2021 e 2022. Em uma segunda etapa foram selecionados os VCMs que se formaram durante os episódios de ZCAS, a partir do método proposto por Quadro (2012), e comparados com os eventos extremos e precipitação.

### 3) RESULTADOS E CONCLUSÕES

Durante o verão de 2021/22 foram registrados sete episódios de ZCAS destacados a seguir: Caso 1 de 03/11/2021 a 04/12/2021; caso 2 de 06/12/2021 a 10/12/2021; caso 3 de 05/01/2022 a 11/01/2022; caso 5 de 29/01/2022 a 02/02/2022; caso 6 de 07/02/2022 a 12/02/2022 e caso 7 de 21/02/2022 a 16/02/2022. A figura 1a mostra a precipitação acumulada do trimestre DEZ-FEV de 2021/22 que se apresentou com valores expressivos entre o litoral do nordeste brasileiro e o oceano adjacente, região que ganha destaque em comparação com uma climatologia, também do modelo MERGE (figura não mostrada).

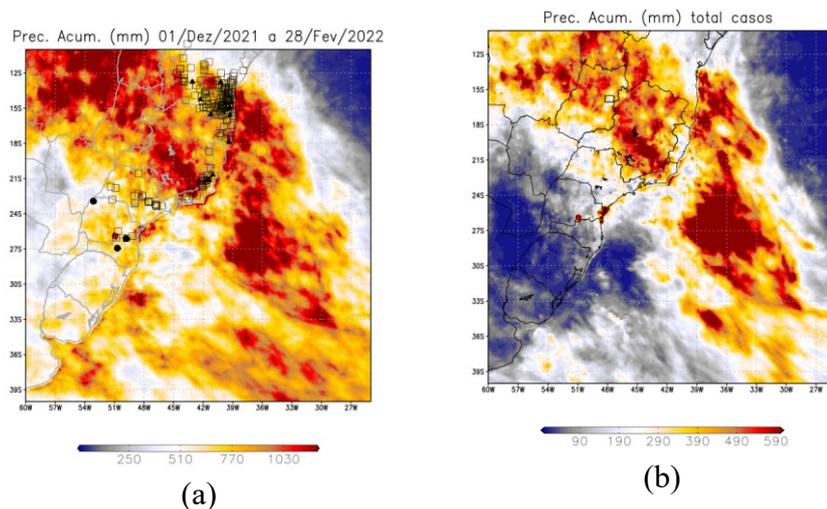
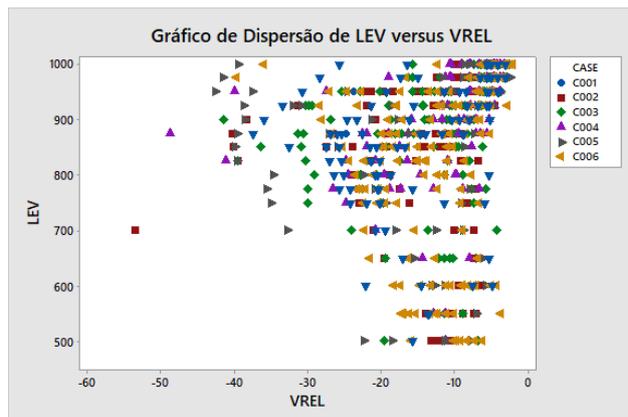


Figura 1: Mapa de precipitação acumulada (mm) entre os meses de dezembro de 2021 e fevereiro de 2022 e situações de emergência decretados pela Defesa Civil - quadrados abertos representam Tempestade Local Convectiva com chuva intensa; círculos fechados representam Tempestade Local Convectiva com granizo; símbolo de + representa deslizamento e losango representa um caso de enxurrada (a) e precipitação observada (mm) nos casos de ZCAS (b).

Conjuntamente, a figura 1a mostra uma distribuição da situação de emergência declarada pelos municípios através do sistema COBRADE. É possível observar situações de emergência por alagamentos principalmente na região da Bahia, deslizamentos que

ocorreram na região do Rio de Janeiro, estiagem para os extremos de atuação em relação a área de atuação da ZCAS, tanto no norte da Bahia quanto nos estados de Santa Catarina e Paraná, bem como tempestade local convectiva (TLC) com chuvas intensas e granizo por toda a faixa litorânea analisada, com maiores taxas de ocorrência entre as latitudes de  $-10^{\circ}\text{S}$  e  $-25^{\circ}\text{S}$ . A figura 1b mostra altas taxas de precipitação durante o período de atuação da ZCAS, tanto em sua parte continental quanto sobre o Oceano Atlântico sudoeste verificou-se uma região peculiar com menos precipitação no total dos 7 casos analisados. Sobre o litoral sudeste do Brasil notou-se uma descontinuidade das altas taxas de precipitação, coincidindo com a área de ressurgência de Cabo Frio no estado do Rio de Janeiro, tanto no perfil dos casos 7 casos atuais analisados quanto na climatologia.

Uma análise de dispersão para VCMs contidos nos 7 casos de ZCAS que ocorreram no verão austral de 2020-2022, feita entre o Nível (LEV) de ocorrência e a vorticidade relativa máxima (VREL) representativa do núcleo do vórtice é apresentada na figura 2.



Esta figura mostra que os VCMs apresentam ampla distribuição entre os casos, na baixa troposfera principalmente dentro de uma faixa de 1000 – 800 hPa. Entre 700 – 500 hPa os VCMs foram menos frequentes. Além disso os VCMs registrados na baixa troposfera apresentaram as maiores VREL.

Figura2 - Análise de dispersão para VCMs contidos nos 7 casos de ZCAS que ocorreram no verão austral de 2020-2022, feita entre o Nível de pressão (LEV) de ocorrência e a vorticidade relativa máxima (VREL).

Conclui-se deste trabalho que, através da comparação das figuras 1a e 1b, a precipitação associada a ZCAS durante o verão austral de 2021/22 foi representativa de mais de 50% do total do acumulado total da estação em determinadas regiões continentais e também sobre o oceano. Estes totais foram responsáveis pela decretação de 349 situações de emergência relacionadas a inundações e alagamentos que provocaram perdas materiais e humanas. Alguns episódios estavam associados a atuação de VCMs (figuras não mostradas) que contribuíram com a intensificação das chuvas e os consequentes desastres naturais. Ressalta-se a importância de continuar avaliando essa relação de ocorrência de episódios de precipitação extrema localizados com sistemas meteorológicos de mesoescala como os VCMs.

## REFERENCIAS

**ANTÔNIO, J. F., 2020:** Energética da zona de convergência do Atlântico Sul (ZCAS). Dissertação (Mestrado em Meteorologia) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), São José dos Campos, 2020. Disponível em: <<http://mtc-m21c.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/mtc-m21c/2020/02.13.14.07/doc/publicacao.pdf>>.. 148p.

**BRASILIANSE, C. S et al., 2018:** Synoptic analysis of an intense rainfall event in Paraíba do Sul river basin in southeast Brazil. Meteor. Appl., 25, 66-77, 2017. doi:10.1002/met.1670.

**HUFFMAN, G. J. et al., 2015a:** NASA Global Precipitation Measurement (GPM) Integrated Multi-satellite Retrievals for GPM (IMERG). Algorithm Theoretical Basis Doc., version 4.5, 26.

- HUFFMAN, G. J. et al., 2015b:** Integrated Multi-satellite Retrievals for GPM (IMERG) technical documentation. NASA Doc., 47
- HUFFMAN, G. J. et al., 2015c:** Day 1 IMERG final run release notes. NASA Doc., 9 pp.
- QUADRO, M.F.L., 2012:** Estudo de Vórtices Ciclônicos de Mesoescala associados à Zona de Convergência do Atlântico Sul. 2012. 141 f. Tese (Doutorado em Meteorologia) – Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- ROSA, Eliana Bertol., 2017:** Identificação de episódios de zcas utilizando um método automático de classificação de imagens orbitais de rol. 2017. 119 f. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - Inpe, São José dos campos.
- ROZANTE, José Roberto, et al.** “Combining TRMM and Surface Observations of Precipitation: Technique and Validation over South America”. *Weather and Forecasting*, vol. 25, no 3, junho de 2010, p. 885–94. DOI.org (Crossref), <https://doi.org/10.1175/2010WAF2222325.1>.
- ZILLI, Márcia Terezinha, 2008:** Variabilidade interanual da precipitação de primavera e verão na América do Sul, suas interconexões e seu impacto nos principais aproveitamentos hidrelétricos brasileiros. 2008. 212 fl. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental, Hidráulica e Saneamento) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba