

CARACTERIZAÇÃO DO MÊS DE JANEIRO DE 2010 EM RELAÇÃO A NÃO OCORRÊNCIA DE ZCAS: UMA COMPARAÇÃO COM A CLIMATOLOGIA

Mariana Pallotta¹, Manoel Alonso Gan²

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) – São Paulo, Brasil

mariana.pallotta@cptec.inpe.br¹, manoel.gan@cptec.inpe.br²

RESUMO: A Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), fenômeno tão presente nos meses do verão brasileiro, não se mostrou ativa ao longo do mês de Janeiro de 2010 apesar dos recordes de precipitação na região Sudeste do Brasil, sobretudo no estado de São Paulo. Foi analisada então a climatologia para 23 Janeiros (1989-2011) em comparação aos campos médios do Janeiro de 2010 de diversos parâmetros meteorológicos em baixos, médios e altos níveis, com a finalidade de identificar os mecanismos que contribuíram para essa quebra no padrão climatológico do verão, não favorecendo a formação e persistência de episódios de ZCAS. Pode-se concluir que o escoamento em baixos níveis orientado N-S e o deslocamento de cavados na troposfera média desfavoreceram a persistência característica do fenômeno de ZCAS ao longo de Janeiro de 2010, canalizando toda a umidade proveniente da região tropical para a região Sul do Brasil.

ABSTRACT: The South Atlantic Convergence Zone (SACZ), characteristic phenomenon of summer months in Brazil, was not active throughout the month of January 2010 despite record rainfall in the southeastern region of Brazil, especially in São Paulo. A climatology of 23 Januaries (1989-2011) was analyzed in comparison with the average fields in January 2010 of several meteorological parameters at low, medium and high levels, in order to identify the mechanisms that contributed to this break in the pattern of the climatological summer that did not support the formation and persistence of episodes of SACZ. It can be concluded that the flow at low levels orientated to North and the displacement of troughs in the middle troposphere worked against the persistence of the phenomenon SACZ over January 2010, channeling all the moisture from the tropics to southern Brazil.

INTRODUÇÃO

A Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) é um importante sistema meteorológico atuante na América do Sul durante seu período de verão, que marca a estação chuvosa devido aos períodos associados de intensa precipitação. Caracterizada por uma banda de nebulosidade bem marcada orientada noroeste-sudeste, atua desde o sul da região Amazônica até o sudoeste do Atlântico Sul, passando pelas Regiões Centro-Oeste e Sudeste do Brasil (Kodama, 1992). Um de seus principais atributos é referente à persistência da precipitação associada ao sistema, sendo que alguns estudos estipulam uma duração mínima de 4 dias para

que seja classificada uma ocorrência de ZCAS (Ferreira et al., 2004), podendo persistir, no entanto, por 10 dias ou mais.

A área de atuação da ZCAS abrange uma região de grande concentração populacional, o sudeste do Brasil, e a precipitação intensa e persistente desse fenômeno está frequentemente associada a episódios de caos nas principais regiões metropolitanas, tais como as de São Paulo e do Rio de Janeiro, com ocorrências de inundações e deslizamentos de encostas povoadas. Além disso a ZCAS tem importante contribuição nos acumulados de precipitação no Centro-Oeste brasileiro, região de grande importância agrícola do país e que é fortemente dependente das condições do clima: chuvas muito intensas ou em quantidade menor do que a esperada podem afetar de maneira significativa a economia do Brasil. Tendo esses fatos em vista é possível perceber a importância dos estudos referentes a esse sistema meteorológico, que vem a permitir sua melhor compreensão, caracterização e previsão.

Ao longo do mês de Janeiro de 2010, de acordo com o Boletim de Casos Significativos do GPT-CPTEC (**Ref. 1**), nenhuma ocorrência de ZCAS foi registrada, consta apenas duas ocorrências de um padrão similar a ZCAS, denominado Zona de Convergência de Umidade (ZCOU) (Sacramento Neto et al., 2010), cujo não favorecimento da persistência não permitiu a classificação clássica do fenômeno. Por outro lado, neste mesmo mês o estado de São Paulo, com destaque especial para sua região metropolitana, sofreu com chuvas intensas e por vários dias consecutivos, segundo relata o Boletim Climatológico da Estação Meteorológica do IAG-USP (**Ref. 2**), e que não podem ser inteiramente relacionadas com episódios de ZCAS.

OBJETIVOS

Este estudo tem por objetivo analisar a climatologia para o mês de janeiro no Brasil, focando os mecanismos dinâmicos que formam e permitem a persistência de episódios de ZCAS. Além disso são investigadas as possíveis anomalias que desfavoreceram ocorrências de ZCAS em Janeiro de 2010 e que, por outro lado, permitiram a ocorrência de eventos extremos de precipitação na região metropolitana de São Paulo.

MATERIAL E MÉTODOS

Os dados dos parâmetros atmosféricos utilizados para a composição da climatologia e cálculo das anomalias são médias mensais das Reanálises ERA-Interim, oriundas de observações meteorológicas assimiladas no modelo global do ECMWF, com resolução espacial de 1,5° de latitude por 1,5° longitude. Os dados fornecidos por essa fonte e seus respectivos níveis verticais considerados nesse estudo foram: Vento Zonal e Meridional (m/s) em 850, 500 e 200 hPa; Divergência (s^{-1}) em 850 e 200 hPa; Omega ($Pa s^{-1}$) em 500 hPa e Umidade Específica (kg/kg) em 850 hPa.

Foram utilizados também dados de Radiação de Onda Longa Emergente (ROLE ou

OLR), do sensor AVHRR a bordo de um dos satélites de órbita polar da NOAA. Trata-se de dados mensais interpolados, em W/m^2 , com resolução espacial de $2,5^\circ$ de latitude por $2,5^\circ$ de longitude.

A climatologia elaborada para o estudo foi feita com base nos dados disponíveis do ERA-Interim, ou seja, de 1989 à 2011, totalizando 23 Janeiros. Foram plotados os campos de anomalia que comparam a climatologia do mês de Janeiro com o Janeiro de 2010 de todas as variáveis, com exceção da Umidade Específica, que foi utilizada para calcular a Divergência do Fluxo e o próprio Fluxo Horizontal de Umidade no nível de 850 hPa. Para algumas das variáveis, tais como a Divergência de Umidade em 850 hPa e Omega em 500 hPa, foi preferível apresentar somente os campos plotados para Janeiro de 2010..

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Tendo em vista o padrão climatológico de comportamento da atmosfera durante o mês de janeiro (figuras não apresentadas), analisaram-se em baixos, médios e altos níveis as anomalias em relação à Janeiro de 2010, verificando o que pode não ter favorecido a persistência de episódios de ZCAS.

Começando pelos baixos níveis (850 hPa), a **Figura 1** apresenta o fluxo horizontal de umidade para o mês de Janeiro de 2010, onde se pode perceber que o escoamento tem uma preferência de orientação N-S, transportando então umidade em direção a região Sul, o que explica o mínimo de divergência (ou máximo de convergência) entre os estados de SC e RS. Porém essa preferência de escoamento destoa do esperado para favorecer a ocorrência e persistência de episódios de ZCAS, já que não há acoplamento da umidade transportada da Amazônia por um escoamento direcionado NO-SE com a que adentra o continente com o giro anticiclônico da Alta Subtropical do Atlântico Sul (ASAS), o que explica o estreitamento da faixa de convergência de umidade em relação a climatologia (figura não apresentada) principalmente na região Centro-Oeste. Vale a pena ressaltar que o estado de SP esteve sob influência direta da umidade transportada pela ASAS durante esse mês.

Em 500 hPa (**Figura 2**) nota-se que o cavado à leste dos Andes é de pouca amplitude, o que permite inferir que não houve favorecimento da persistência de zonas de convergência ao longo do mês devido a perturbações na atmosfera média, quebrando o padrão do cavado de deslocamento lento, praticamente estacionário, observado na climatologia. O campo de Omega é condizente com a convergência de umidade nos baixos níveis, pois apresenta estreitamento dos valores mínimos na região Centro-Oeste e indica levantamento vertical intenso sobre o estado de SP e a região Sul do Brasil.

Nos altos níveis (**Figura 3**), pode-se observar anomalia positiva de divergência entre os estados do AM, PA, RO e MT, que condiz com os máximos de convergência de umidade e de Omega observados, respectivamente, nas **Figuras 1 e 2**. O padrão de dipolo que a anomalia do

escoamento em 200 hPa apresenta é a explicação para a anomalia positiva de divergência sobre o estado de São Paulo, que favorece ainda mais o levantamento vertical já alimentado pela umidade transportada pela ASAS nos baixos níveis. Além disso toda a Região Sul apresenta anomalia positiva de divergência, o que reforça o argumento de que houve durante janeiro de 2010 um favorecimento da precipitação nessa região, quebrando o padrão esperado para ocorrência e persistência de ZCAS.

Para resumir o que foi analisado nesses três níveis atmosféricos, a **Figura 4** apresenta a anomalia de ROLE, e nela vê-se anomalias negativas sobre o estado de SP e a Região Sul, ou seja, maior nebulosidade e, conseqüentemente, maior precipitação. Por outro lado foram observadas anomalias positivas ao longo da orientação preferencial da ZCAS, o que permite inferir que não houve persistência da banda de nebulosidade característica ao longo desse mês.

CONCLUSÕES

Esse estudo permitiu concluir que o não favorecimento da ocorrência e persistência de episódios de ZCAS ao longo do mês de Janeiro de 2010, esteve ligado A dois fatores principais: (1) A circulação em baixos níveis (850 hPa) favorecia uma situação de Não-ZCAS (Nieto-Ferreira et al., 2003), devido ao escoamento, (em uma situação de ZCAS ele é orientado NO-SE desde o sul da Amazônia até a região Sudeste), apresentar-se praticamente N-S, transportando a umidade que deveria se acoplar com a oriunda da ASAS, diretamente para a região Sul; (2) Há o deslocamento de cavados na troposfera média, fato que desfavorece a persistência da precipitação ao longo da orientação preferencial da ZCAS, já que na média mensal o escoamento à leste dos Andes é praticamente zonal.

A quebra no padrão de persistência da ZCAS permitiu a ocorrência de máximos de convergência de umidade em baixos níveis e Omega na região Sul do Brasil, bem como anomalias positiva de divergência em 200 hPa e negativa de OLR, o que pode ter favorecido precipitação acima da média durante esse mês (**Ref. 4**). Por sua vez, os recordes de acumulado e dias consecutivos de chuva na região metropolitana de São Paulo estiveram ligados ao transporte de umidade da ASAS e a divergência anômala em altos níveis.

AGRADECIMENTOS: Ao ECMWF e NOAA pela disponibilidade dos dados utilizados nesse trabalho, ao CNPq pelos recursos financeiros e à Renata Yumi Nakazato, cujas idéias iniciais ajudaram a tornar possível esse estudo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] CENTRO DE PREVISÃO DO TEMPO E ESTUDOS CLIMÁTICOS (CPTEC-INPE): Apresenta cartas sinóticas, boletins técnicos e análise de casos significativos a cada mês. Disponível em: <<http://tempo.cptec.inpe.br/>>. Acesso em: Set. 2010.

- [2] ESTAÇÃO METEOROLÓGICA DO IAG-USP: Boletim Climatológico Trimestral DJF 2009/2010 – Verão. Disponível em: <<http://www.estacao.iag.usp.br/Boletins/DJF20092010.pdf>>. Acesso em: Ago. 2011.
- [3] FERREIRA, N. J.; SANCHES, M.; SILVA DIAS, M. A. F. Composição da zona de convergência do Atlântico Sul em períodos de El Niño e La Niña. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 19, n. 1, p. 89-98, 2004.
- [4] INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET): Desvio de Chuva Acumulada Total Mensal (mm) para Janeiro de 2010. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/html/climatologia.php?lnk=../webcdp/climatologia/chuva_desv_men/>. Acesso em: Ago. 2011.
- [5] KODAMA, Y. Large-Scale Common Features of Subtropical Precipitation Zones (the Baiu Frontal Zone, the SPCZ, and the SACZ) Part I: Characteristics of Subtropical Frontal Zones. **Journal of the Meteorological Society of Japan**, 70(4):813-836, Aug. 1992.
- [6] NIETO-FERREIRA, R.; RICKENBACH, T.; HERDIES, D. L.; CARVALHO, L. M. V. Variability of South American convective cloud systems and tropospheric circulation during January–March 1998 and 1999. **Monthly Weather Review**, 131, p. 961–973, 2003.
- [7] SACRAMENTO NETO, O. B.; ESCOBAR, G. C. J.; SILVA, P. E. D. Método objetivo para identificar episódios de Zonas de Convergência de Umidade (ZCOU) no ambiente operacional do Centro de Previsão de Tempo e Estados Climáticos - CPTEC. **XVI Congresso de Meteorologia**, 2010.

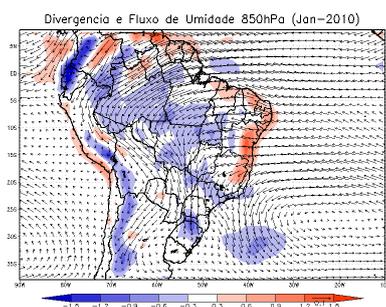


Figura 1. Médias do mês de Janeiro de 2010 da Divergência do Fluxo Horizontal de Umidade, em Sombreado, ($10^6 \text{ kg kg}^{-1} \text{ s}^{-1}$) e Fluxo Horizontal de Umidade, em vetor, para o nível de 850 hPa.

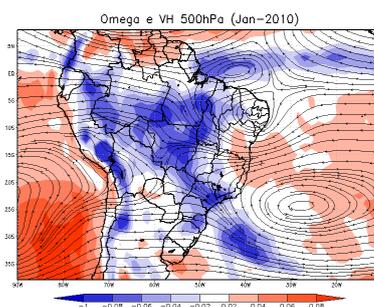


Figura 2. Médias do mês de Janeiro de 2010 de Omega (10^5 Pa s^{-1}), em sombreado, e Escoamento Horizontal (m/s), em linhas de corrente, no nível de 500 hPa.

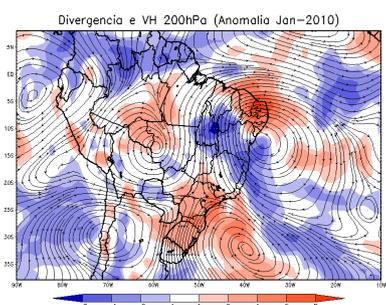


Figura 3. Anomalias para Janeiro de 2010 da Divergência (10^5 s^{-1}), em sombreado, e Escoamento Horizontal (m/s), em linhas de corrente, no nível de 200 hPa.

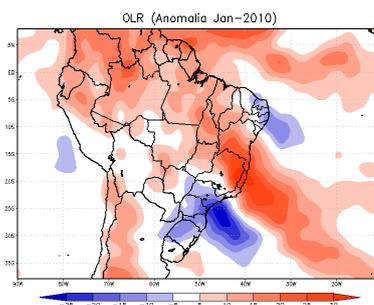


Figura 4. Anomalia para Janeiro de 2010 de Radiação de Onda Longa Emitida (W/m^2).