

ANÁLISE DAS CARACTERÍSTICAS ATMOSFÉRICAS ASSOCIADAS A EPISÓDIOS DE ESTIAGEM NO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

Ariane Frassoni dos Santos de Mattos¹, Jaqueline Nubia de Queiroz², Caio A. S. Coelho¹

1- Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, Rodovia Presidente Dutra, km 40, Cachoeira Paulista, SP

2 – Universidade Federal de Campina Grande, Unidade Acadêmica de Ciências Atmosféricas, Av. Aprígio Veloso, 882, Bairro Universitário, Campina Grande, PB

RESUMO: Este trabalho tem por objetivo investigar os padrões atmosféricos de grande escala associados a quatro episódios de estiagem no Rio Grande do Sul registrados na última década (2003-2012). Foram analisados mapas de anomalias de precipitação produzidos a partir de dados observados interpolados em ponto de grade e de anomalias de circulação e umidade atmosférica produzidos a partir de dados de reanálises. Os resultados indicam que o principal padrão de grande escala associado com os episódios de estiagem foi a propagação de um trem de onda de Rossby que contribuiu para a manutenção de uma anomalia de circulação ciclônica em altos níveis, desfavorecendo a atividade convectiva sobre o Rio Grande do Sul.

ABSTRACT: This study aims to investigate the large scale atmospheric patterns associated with four drought episodes in Rio Grande do Sul state, Brazil, during the last decade (2003-2012). We have analysed gridded observed precipitation anomaly data and atmospheric circulation and humidity anomalies from reanalysis. Results indicate that the main large scale pattern associated with drought episodes over Rio Grande do Sul was the propagation of a Rossby wave number 3, which contributed to the maintenance of an upper level anomalous cyclonic circulation and reduced convective activity over the region.

INTRODUÇÃO

Períodos de estiagem no Rio Grande do Sul causam grandes prejuízos aos setores agrícola e pecuário. Como consequência deste fenômeno, pode-se citar a perda de produtividade dos municípios gaúchos, ocasionando prejuízos ao Estado. De acordo com a Secretaria da Fazenda do Rio Grande do Sul, nos últimos 10 anos houve um comprometimento do potencial produtivo das lavouras gaúchas em 70%, aumentando a necessidade de irrigação suplementar às culturas de 80 mm para 300 mm.

Os períodos de estiagem observados no Rio Grande do Sul têm, em alguns casos, sido atribuídos aos padrões climáticos de grande escala. O Fenômeno El Niño Oscilação Sul (ENOS), em sua fase fria (La Niña), é responsável pela ocorrência da diminuição do regime de precipitação na Região Sul do Brasil (Hopelewski e Halpert, 1989, Grim et al., 2000).

Ao longo da última década, observou-se a ocorrência de longos períodos de estiagem em extensas áreas no Rio Grande do Sul. Mais recentemente, durante o primeiro semestre de 2012, houve o predomínio de anomalias negativas de precipitação, que tem sido noticiado como o episódio de estiagem mais intenso da última década. O presente trabalho tem por objetivo analisar as condições atmosféricas de grande escala associadas com episódios de estiagem no Rio Grande do Sul no primeiro semestre dos anos de 2000 a 2012.

DADOS E METOLOGIA

Foram utilizados dados médios mensais de precipitação em pontos de grade produzidos pelo Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (CPTEC/INPE). Estes dados são produzidos utilizando a base de dados das estações convencionais e estações meteorológicas automáticas do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e dados dos centros estaduais de meteorologia. O período de dados utilizado foi de janeiro a junho dos anos de 2000 a 2012 e a resolução espacial é de $0,25^\circ$ de lat/lon. Foram analisadas as anomalias de precipitação calculadas subtraindo a climatologia da precipitação com base nas Normais Climatológicas do INMET (1961-1990).

Com o objetivo de analisar a influência dos padrões de grande escala sobre os episódios de estiagem no Rio Grande do Sul, foram calculadas anomalias médias de temperatura da superfície do mar (TSM) para o período de janeiro a junho de cada ano (Reynolds et al., 2002) e de circulação e umidade atmosférica. As anomalias de circulação e umidade foram confeccionados utilizando os dados de vento (componentes zonal – u , e meridional – v) nos níveis padrões de pressão desde 850 hPa até 200 hPa e umidade específica (q) em 850 hPa, provenientes das reanálises do *National Centers for Environmental Prediction/National Center for Atmospheric Science* (NCEP/NCAR), com resolução de $2,5^\circ$ de lat/lon (Kalnay et al., 1996). Neste trabalho, também foi calculada a divergência do fluxo de umidade em 850 hPa e a advecção da componente vertical da vorticidade relativa em 500 hPa. A divergência do fluxo de umidade é definida pela seguinte expressão $\nabla \cdot (q\mathbf{V})$, onde \mathbf{V} é o vento horizontal nas componentes u e v . A advecção de vorticidade relativa em 500 hPa é dada por $-\mathbf{V}\nabla \cdot \zeta$, onde ζ é a componente vertical, dada por $\partial v/\partial x - \partial u/\partial y$.

Com base na série de anomalias de chuva média do período de janeiro a junho de 2000 a 2012, 4 episódios foram selecionados. Estes episódios apresentaram como característica comum a ocorrência de anomalias negativas de chuva em grande parte da Região Sul do Brasil, abrangendo também o Estado do Rio Grande do Sul. A análise dos padrões de circulação atmosférica indicou características similares nos 4 episódios. Em vista dessa similaridade, foram construídos mapas compostos da circulação média dos 4 episódios, com o objetivo de analisar as principais características atmosféricas predominantes.

RESULTADOS

Entre os 10 anos analisados, foram identificados 4 episódios de estiagem que abrangeram todo o Estado do Rio Grande do Sul, a saber: 2004 (Figura 1a), 2006 (Figura 1b), 2009 (Figura 1c) e 2012 (Figura 1d). A principal característica encontrada nestes episódios é a grande abrangência

espacial das anomalias negativas. Estas variaram de -100 mm a pelo menos -300 mm. As anomalias mais expressivas (maiores que 300 mm) foram observadas no setor oeste. As isolinhas de anomalia de chuva de -300 mm cobriram uma maior área do Estado do Rio Grande do Sul nos anos de 2004 e 2012. Especialmente em 2012, as anomalias negativas mais intensas abrangeram uma maior área do Estado em comparação com os demais episódios. Com isso, considerou-se 2012 o ano mais crítico em termos de falta de chuva em comparação com os demais episódios. Nos anos de 2004 e 2009 ainda foram registradas pequenas áreas do Rio Grande do Sul com a ocorrência de anomalias positivas de chuva, mas nos anos de 2006 e 2012 isto não foi observado.

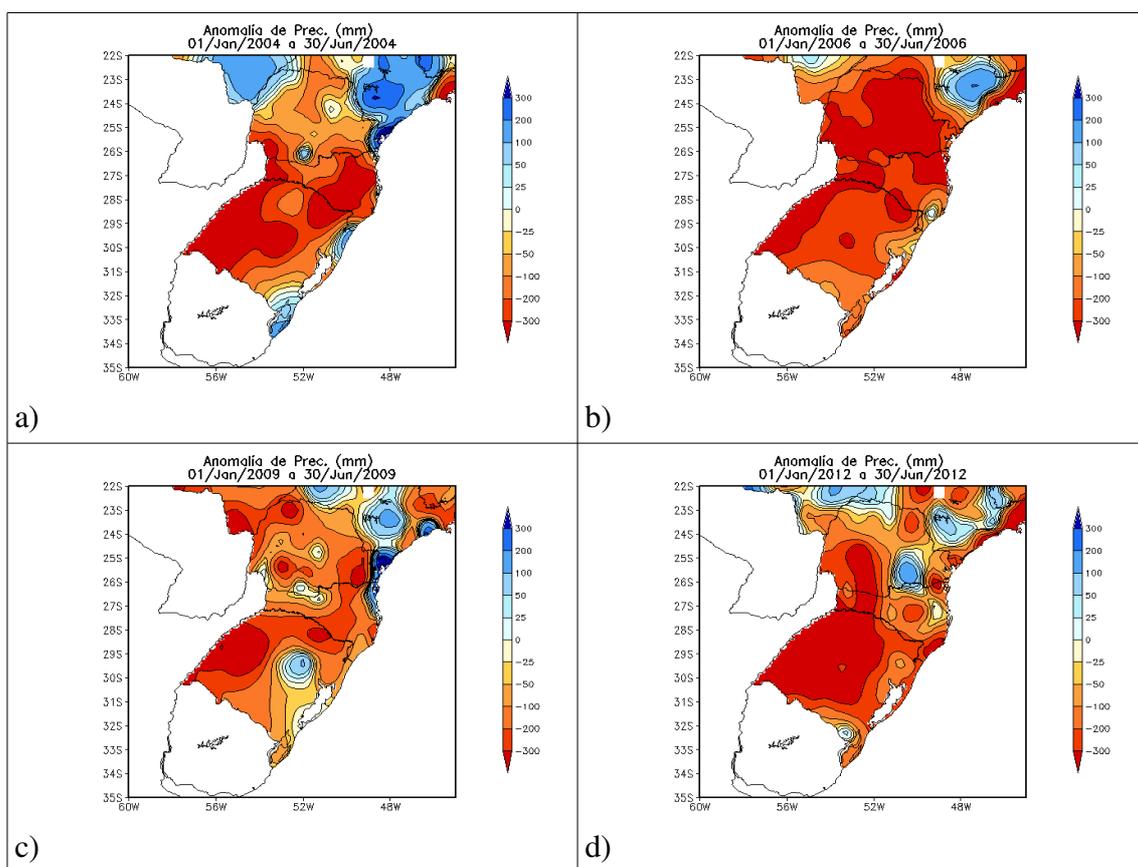


Figura 1: Anomalia de precipitação para o período de janeiro a junho de: a) 2004, b) 2006, c) 2009, d) 2012.

Os padrões de anomalias de TSM indicaram algumas características semelhantes entre os 4 episódios (figura não mostrada). Foram observadas anomalias positivas de TSM na região do Oceano Pacífico central, entre o equador e 30°S, e condições próximas à neutralidade na região do Oceano Pacífico equatorial central. A exceção foi o ano de 2012, onde se observou nesta mesma área, o predomínio de anomalias negativas de TSM. Este padrão esteve associado ao predomínio das anomalias negativas de TSM ao longo do Oceano Pacífico equatorial devido ao fenômeno La Niña que, apesar de ter apresentado decaimento no início de 2012, esteve bem estabelecido no primeiro trimestre deste ano.

Os compostos das anomalias de circulação em 850 hPa (Figura 2a) indicaram o predomínio de anomalias de oeste no Oceano Pacífico leste, padrão associado ao enfraquecimento dos ventos alísios. Já na região do Oceano Pacífico oeste, observou-se o predomínio de anomalias de leste, sugerindo a intensificação dos ventos associados à circulação da Alta Subtropical do Pacífico. Na América do Sul, observou-se o predomínio de uma circulação anticiclônica no sul do continente. Sobre o Rio Grande do Sul, notou-se um escoamento de sudoeste que convergiu sobre a Bolívia juntamente com o escoamento de noroeste proveniente da bacia Amazônica. Em altos níveis (Figura 2b), um par de ciclones anômalos simétricos com relação à linha do equador ficou posicionado na região do Oceano Pacífico. Este padrão está associado à propagação de um trem de ondas de Rossby em direção à América do Sul, contribuindo para a manutenção de uma circulação ciclônica anômala sobre o sul do continente. Esta configuração tipicamente afeta a Região Sul do Brasil, quando uma crista ou um cavado localiza-se a sudoeste da América do Sul (Cavalcanti e Ambrizzi, 2009).

O composto das anomalias de advecção de vorticidade relativa em 500 hPa (Figura 3a) indica o predomínio de advecção de vorticidade anticiclônica sobre a Região Sul do Brasil, com maior magnitude sobre o oeste do Rio Grande do Sul. A advecção de vorticidade anticiclônica em 500 hPa favorece o movimento subsidente e pode contribuir para desintensificar um ciclone e intensificar um anticiclone. De acordo com o composto de anomalias de divergência de umidade em 850 hPa (Figura 3b), notou-se divergência de umidade anômala sobre a Região Sul do Brasil, com maior intensidade sobre o Rio Grande do Sul.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho apresentou uma análise das características atmosféricas associadas a episódios de estiagem no Estado do Rio Grande do Sul. O padrão de circulação anômala observado em altos níveis mostrou-se similar ao padrão típico durante a manifestação de episódios de La Niña, quando se observa a formação do par de ciclones anômalos associados à falta de chuva no Pacífico central, que dispara um trem de ondas de Rossby e atinge a América do Sul. A manutenção da circulação ciclônica em altos níveis impediu a formação de atividade convectiva do sul da América do Sul. Além disso, o predomínio de advecção de vorticidade anticiclônica em 500 hPa contribuiu para aumentar o movimento subsidente na região. As condições dinâmicas desfavoráveis e a redução da disponibilidade de umidade verificada no padrão do composto de anomalias de divergência de umidade em baixos níveis mostraram-se com fatores adicionais que contribuíram para as condições de estiagem observadas no Estado do Rio Grande do Sul nos 4 episódios analisados.

AGRADECIMENTOS

CASC agradece auxílio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), processo 306664/2010-0.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- GRIMM, A. M., V. R. BARROS, E M. E. DOYLE. Climate variability in Southern South America associated with El Niño and La Niña events. *Journal of Climate*, 13, 35-58, 2000
- KALNAY, E., M. KANAMITSU, R. KISTLER, W. COLLINS, D. DEAVEN, L. GANDIN, M. IREDELL, S. SAHA, G. WHITE, J. WOOLLEN, Y. ZHU, M. CHELLIAH, W. EBISUZAKI, W. HIGGINS, J. JANOWIAK, K. C. MO, C. ROPELEWSKI, J. WANG, A. LEETMAA, R. REYNOLDS, R. JENNE, AND D. JOSEPH. The NMC/NCAR 40-Year Reanalysis Project". *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, 77, 437-471, 1996
- KRIGE, D.G. A statistical approach to some basic mine valuation problems on the Witwatersrand. *J. Chem. Metall. Min. Soc. S. Afr.*, 52, 119-139, 1951
- Matheron,
- REYNOLDS RW, RAYNER NA, SMITH TM, STOKES DC, WANG W. An improved in situ and satellite SST analysis for climate. *J. Clim.* 15: 1609–1625, 2002

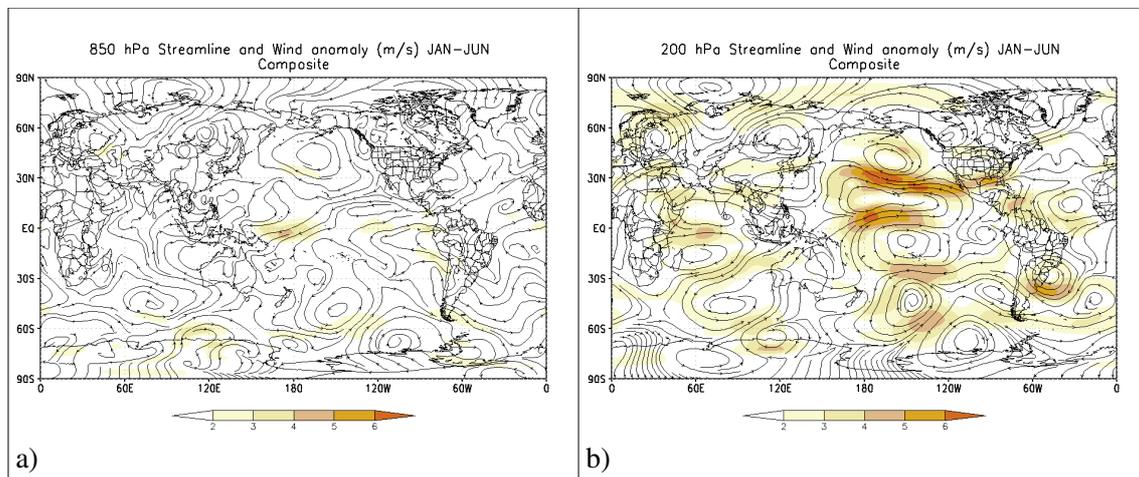


Figura 2: Compostos das anomalias do vento (m/s) e linhas de corrente em: a) 850 hPa, b) 200 hPa para os 4 episódios analisados.

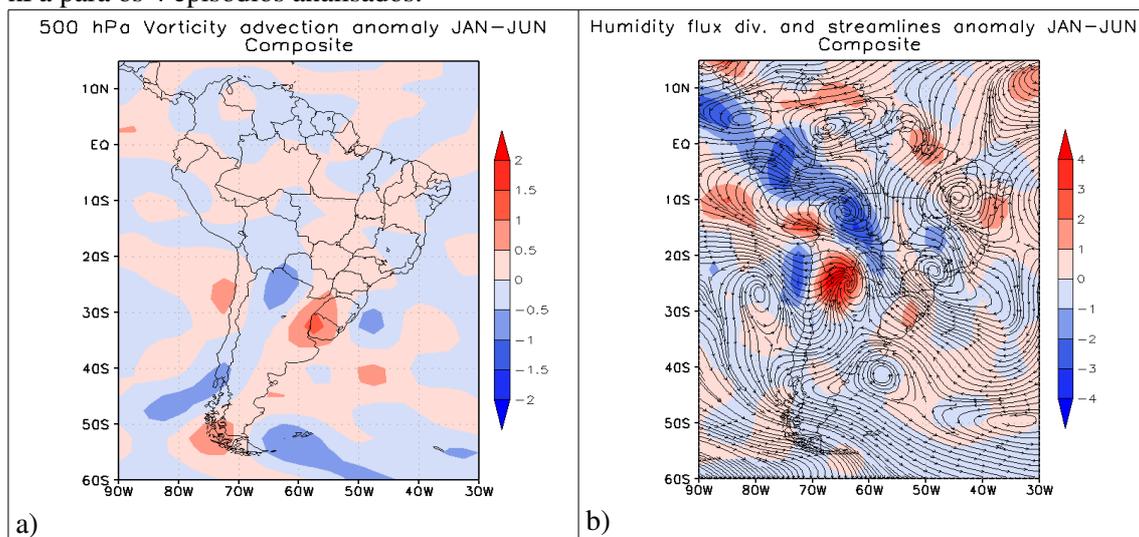


Figura 3: Compostos de: a) anomalia da advecção de vorticidade em 500 hPa e b) anomalia da divergência do fluxo de umidade e linhas de corrente em 850 hPa para os 4 episódios analisados.