

Variabilidade Intrasazonal da Precipitação da América do sul

Solange Aragão Ferreira, Manoel Alonso Gan
Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, São Paulo;
solange.aragao@cptec.inpe.br

ABSTRACT: The intra-seasonal variability of the precipitation associated with the South America monsoon system (SAMS) are investigated for a 30-yr period. The active and break periods of the monsoon were determined by the criterion based on a monsoon rainfall index (MRI) for the three wettest months applied to the West-Central Brazil region. Using the MRI 71 (46) cases of monsoon break (active) were identified. For active cases the precipitation composite shows a similar pattern to average summer rainfall, but with values exceeding 16mm over some areas of West-Central Brazil region and the wind circulation composite present a strong northwesterly flow from the western Amazon to southeastern Brazil. Composite anomaly pattern shown that active period is associated with 850-hPa northwesterly wind anomalies which converge in central Brazil. However, break periods are associated with wind anomalies from east to west over central Brazil.

Palavras-chave: Variabilidade Intrasazonal, Precipitação, Monção

1- INTRODUÇÃO

O ciclo anual da precipitação sobre a maior parte da América do Sul (AS) apresenta máximos durante os meses de verão (Dezembro-Fevereiro- DJF) e mínimos durante os meses de inverno, caracterizando, assim, o Sistema de Monção da América do Sul (SMAS) (Zhou e Lau, 2001; Gan et al., 2004). A precipitação associada ao SMAS pode sofrer grande variabilidade dentro da estação chuvosa, ocorrendo períodos de aumento ou diminuição da precipitação, as quais são chamadas de fases ativa e inativa da monção. Estas variações intrasazonais na precipitação da monção, em alguns casos, estão fortemente associadas a atividade convectiva da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) que favorece a um prolongado período de chuvas (período ativo), dependendo da região onde este sistema esteja atuando (Herdies, 2001). Por outro lado, na ausência da ZCAS podem ocorrer períodos de escassez da chuva caracterizando um período inativo (Herdies, 2001).

Jones e Carvalho (2002) estudaram as variações intrasazonais da circulação em baixos níveis nos períodos ativos e inativos do SMAS. Em seus resultados mostraram que anomalias de ventos de oeste na circulação em baixos níveis estiveram associadas a períodos ativos da monção, enquanto anomalias de ventos de leste a períodos inativos. Uma explicação para tal resultado é que as anomalias dos ventos de leste, observadas na estação chuvosa, representariam uma redução do fluxo de umidade oriundo da região Amazônica, que alimenta a convecção, na direção da região Sudeste do Brasil (SE) (Herdies et al., 2002; Jones e Carvalho, 2002; Gan et al., 2004). No caso de anomalia dos ventos de oeste o oposto é observado. No estudo de Gan et al. (2004) é destacado que os períodos ativos (inativos) sobre a região central da AS, também estão associados a anomalia negativa (positiva) no campo de pressão ao nível do mar (PNM), anomalia ciclônica (anticiclônica) na circulação em baixos níveis, e anomalia anticiclônica (ciclônica) na circulação em altos níveis.

As chuvas da monção de verão predominam em grande parte da AS, e compreender melhor a variabilidade intrasazonal deste sistema, torna-se essencial, tanto para setores da economia brasileira como a agricultura, para o gerenciamento de reservatórios hidrelétricos e também para a validação ou aprimoramento de modelos de previsão climática para a prevenção de desastres naturais. Pelo exposto, o objetivo deste trabalho é fazer uma análise da variabilidade intrasazonal dos períodos ativos e inativos do SMAS, além de encontrar padrões

de precipitação, e também analisar as principais interações entre a circulação atmosférica e as fases ativa e inativa da monção que ocorrem durante os meses de verão (DJF) utilizando um índice baseado nas anomalias diárias de precipitação.

2- DADOS E METODOLOGIA

Os dados utilizados neste estudo para os verões entre 1978/79 a 2007/08 são:

- Médias diárias das componentes zonal e meridional (u e v) do vento e pressão ao nível do mar com espaçamento de grade de 2,5° latitude x 2,5° longitude obtidas do conjunto de dados das Reanálises do *National Centers for Environmental Prediction-National Center for Atmospheric Research (NCEP-NCAR)* (Kalnay et al., 1996).
- Análises diárias da precipitação para a AS, obtidas no *Climate Prediction Center (CPC)* (Higgins et al., 2000). Estes dados estão dispostos em pontos de grade de 1° x 1° de latitude e longitude.

A região de estudo está localizada entre as latitudes de 10°N e 40°S e as longitudes de 20°W e 120°W. Para determinar a variabilidade intrasazonal dos períodos ativos e inativos, foi determinado um índice com base nas anomalias diárias da precipitação (Krishnamurthy e Shukla, 2007) medidas na área entre as latitudes 10°S e 20°S e as longitudes 50°W e 60°W (ver Figura 1 de Gan et al., 2004) para os meses de DJF do período de 1979 a 2008. Esta área foi escolhida, pois segundo Gan et al. (2004) ela é a região central do SMAS. Assim, essas anomalias são referidas como Índice de Precipitação da Monção (IPM). O critério adotado para identificar a fase ativa (inativa) foi quando o índice IPM estivesse acima (abaixo) da precipitação média diária, acrescida (subtraída) de meio desvio padrão por, pelo menos, 5 dias consecutivos. Através da técnica das composições, os eventos ativos e inativos da monção foram selecionados através do seguinte critério: a persistência de 5 dias para os casos ativos e inativos de curta duração. Assim, foram feitos compostos da precipitação, vento e pressão ao nível do mar. Com esses compostos pretende-se verificar as características da precipitação e da circulação atmosférica em baixos e altos níveis que servirá para identificar se alguns sistemas atmosféricos tais como alta da Bolívia (AB) e ZCAS estão associados com as fases ativa e inativa da monção na área de estudo.

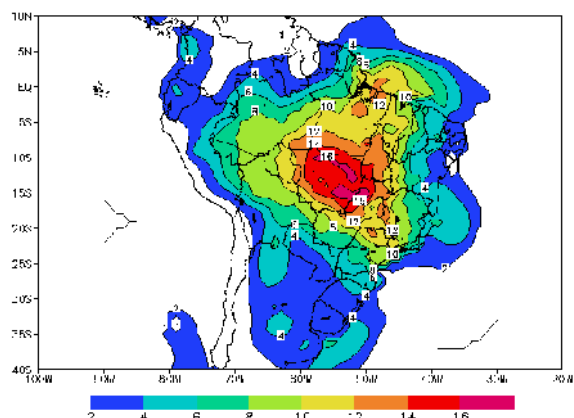
3- RESULTADOS

Os compostos foram construídos na intenção de obter as características atmosféricas dos extremos períodos ativos e inativos da monção sobre o Centro-Oeste do Brasil durante o pico da estação chuvosa (DJF). Do total de 46 casos ativos da monção durante o período de 30 anos foram selecionados apenas os eventos com duração de 5 dias para a determinação dos campos dos compostos que apresentaram um total de 20 casos. Já do total de 71 casos inativos foram selecionados 23 casos com duração de 5 dias. Optou-se por escolher apenas os casos com duração de 5 dias, pois além de haver um equilíbrio entre a quantidade de casos inativos e ativos, os eventos de longa duração podem estar associados com outras condições atmosféricas.

Os campos médios dos compostos dos casos ativos para a precipitação e vetor vento em 850 hPa estão apresentados na Figura 1. A precipitação na fase ativa da monção mostra um padrão similar ao da precipitação média de verão (Figura não mostrada), porém com valores excedendo 16 mm sobre algumas áreas da região Centro-Oeste do Brasil e valores menores que 6 mm sobre as regiões Nordeste e Sul do Brasil. Uma região de baixa pressão (conhecida como baixa do Chaco) sobre o Paraguai, e um cavado estendendo-se para o leste da região SE do Brasil são observados no campo da PNM (Figura não mostrada). No campo de vento em 850 hPa observa-se uma circulação ciclônica centrada na fronteira entre o Paraguai e o Brasil, e um forte fluxo de noroeste passando para oeste, estendendo-se desde o oeste da Amazônia até o SE. Em altos níveis (Figura não mostrada) observa-se a circulação

anticiclônica com centro sobre a Bolívia (AB), ventos subtropicais de oeste mais forte ao sul desse centro, e uma circulação ciclônica sobre o lado oeste do Oceano Atlântico Sul.

(a) Precipitação (mm/d)



(b) Vento 850 hPa

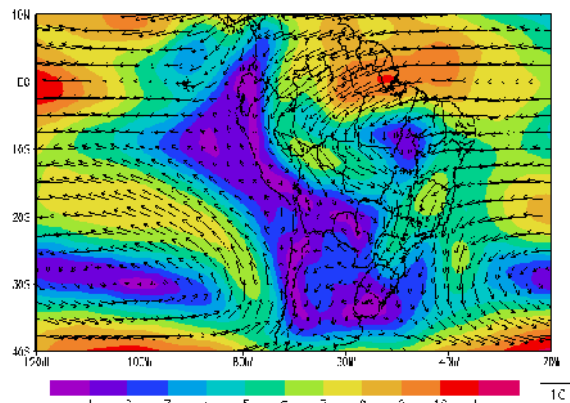
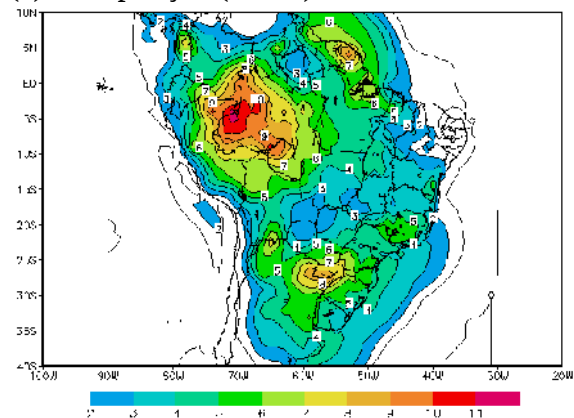


Figura 1- Compostos da precipitação em mm/dia (a) e vetor vento em 850 hPa (b) para os casos ativos da monção.

Os padrões de precipitação para os casos inativos do SMAS são apresentados na Figura 2a, onde notam-se valores menores que 4 mm na região Centro-Oeste do Brasil, valores maiores que 10 mm sobre o oeste do Amazonas e maiores que 9 mm em algumas porções da região Sul do Brasil e nordeste da Argentina. A região SE apresenta valores menores que 6 mm. No campo da PNM (Figura não mostrada), a baixa do Chaco é observada sobre o Paraguai e norte da Argentina, e uma crista estendendo-se do Atlântico Oeste sobre o SE, ligeiramente mais ao sul do que nos eventos ativos.

(a) Precipitação (mm/d)



(b) Vento 850 hPa

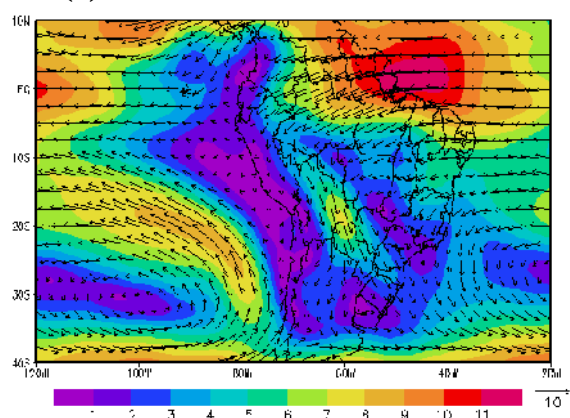


Figura 2- Compostos da precipitação em mm/dia (a) e vetor vento em 850 hPa (b) para os casos inativos da monção.

A circulação anticiclônica em baixos níveis (Figura 2b) sobre o Centro-Sul do Brasil, com fluxo de leste para nordeste estendendo do Atlântico oeste à fronteira do Brasil com a Bolívia, e um jato de baixos níveis de noroeste sobre o nordeste da Bolívia em direção ao do sul do Brasil. Em altos níveis (Figura não mostrada) a circulação anticiclônica sobre a região Central da AS, com um centro sobre a Bolívia, ao sul da posição dos casos ativos. Estes resultados estão de acordo com os encontrados no estudo de Gan et al. (2004) para os 30 dias mais secos e mais chuvosos em janeiro dos anos de 1979 a 1987.

Os padrões de anomalias de precipitação e vento em 850 hPa para os períodos ativos do SMAS são apresentados na Figura 3. Anomalias positivas de precipitação podem ser vistas sobre grande parte do Brasil, apresentando valores de até 7 mm.d^{-1} sobre a região Centro-Oeste do Brasil, mostrando que a região de estudo é representativo de uma região maior. O gradiente de pressão anômalo entre a região Centro-Oeste do Brasil e a Argentina gera ventos anômalos de sudeste em 850 hPa sobre o nordeste da Argentina, norte do Paraguai e Bolívia. Ainda em baixos níveis, anômalos ventos de noroeste para sudeste são encontrados desde o oeste da Amazônia até o Brasil central e, ventos anômalos de nordeste são observados sobre o SE. Em altos níveis (Figura não mostrada) uma circulação anticiclônica anômala domina sobre a região tropical do Brasil, com centro em 55°W - 10°S .

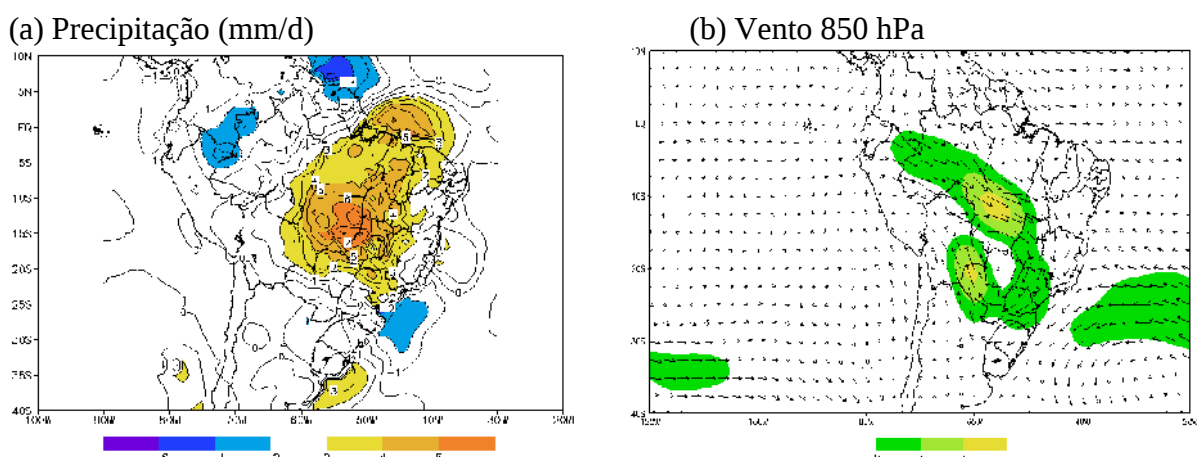


Figura 3- Anomalias dos compostos da precipitação em mm/dia (a) e vetor vento em 850 hPa (b) para os casos ativos da monção.

Os padrões de anomalia para os compostos dos períodos inativos (Figura 4) apresentam características quase opostas às descritas para os períodos ativos. As anomalias negativas de precipitação são encontradas sobre o Brasil central, apresentando valores abaixo de -6 mm.d^{-1} sobre esta região. Anomalias positivas de PNM (Figura não mostrada) e circulação anticiclônica anômala em baixos níveis são encontradas sobre o sul, SE e Centro-Oeste do Brasil.

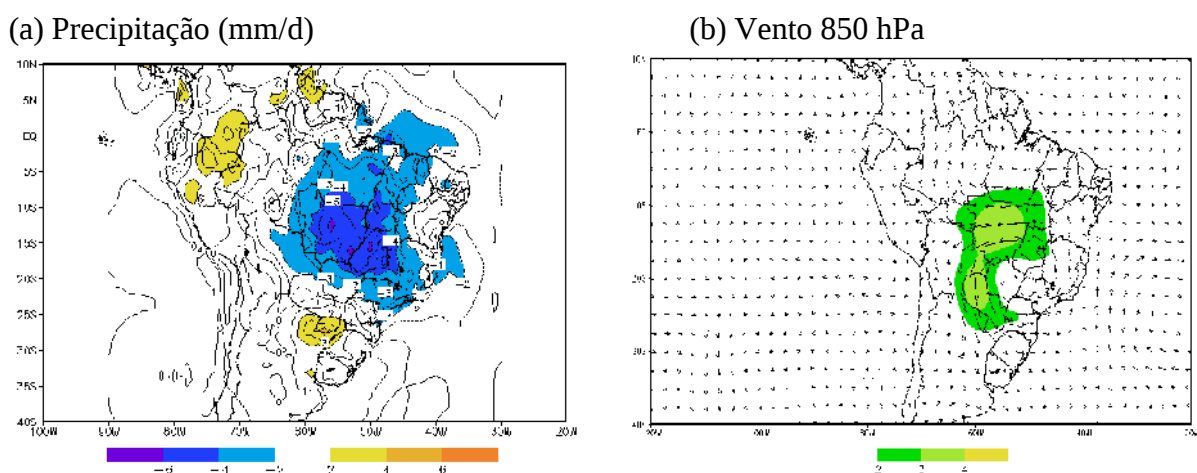


Figura 4- Anomalias dos compostos da precipitação em mm/dia (a) e vetor vento em 850 hPa (b) para os casos inativos da monção.

O gradiente de pressão anômalo entre o sul do Brasil e a Argentina dá origem a anômalos ventos de oeste e noroeste em 850 hPa sobre o nordeste da Argentina, Paraguai, Uruguai e sul do Brasil. Estas anomalias podem estar associadas a anômalos jatos de baixos níveis. Ainda em baixos níveis são encontrados ventos de leste anômalos sobre o Brasil central, a oeste de 45°W. Em nível superior (Figura não mostrada) observa-se uma circulação ciclônica anômala sobre a região central da AS.

4- CONCLUSÕES

A análise apresentada neste trabalho mostra uma descrição da variabilidade intrasazonal do SMAS e para suas fases ativa e inativa utilizando dados de precipitação e da circulação atmosférica durante os meses de verão. Sobre a região de estudo os períodos inativos foram os que apresentaram o maior número de casos com um total de 71 e, 23 destes casos com duração de 5 dias. Os períodos ativos ocorreram em menor quantidade e, do total de 46 casos 20 apresentaram duração de 5 dias.

Durante o verão a precipitação média do Brasil apresentou máximos sobre as regiões do Mato Grosso que se expandem desde Rondônia, sul do Amazonas, sudoeste do Pará até a região SE, máximos estes de precipitação associados com a ZCAS. A análise dos compostos da precipitação média para os períodos ativos e inativos mostrou que durante a fase ativa da monção a mesma esteve associada com ventos de noroeste em baixos níveis convergindo sobre a região Centro-oeste do Brasil, que apresentou configuração semelhante a períodos em que a ZCAS está mais ativa (Herdies et al., 2002). Por outro lado, durante a fase inativa, os ventos de noroeste em 850 hPa se intensificam sobre a Bolívia e o Paraguai. Sobre a região Centro-oeste do Brasil têm-se ventos de nordeste. Semelhante aos resultados obtidos por Gan et al. (2004), neste trabalho encontrou-se anomalia negativa de PNM, anomalia ciclônica na circulação em 850 hPa e anomalia anticiclônica em altos níveis para o período ativo da monção. Enquanto que, característica quase opostas foram encontradas para o período inativo.

AGRADECIMENTOS: Ao CNPq pela concessão de bolsa de estudo para o primeiro autor.

5- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Gan, M. A.; Kousky; V. E.; Ropelewski; C. F. The South America Monsoon Circulation and Its Relationship to Rainfall over West-Central Brazil. **Journal of Climate**, 17: 47–66, 2004.
- Herdies, D.L., Silva, A., Silva Dias, M.A., Ferreira, R. N. Moisture budget of the bimodal pattern of the summer circulation over South America. **Journal of Geophysical Research**, 107, 42/1-42/10, 2002.
- Higgins, R. W., W. Shi, E. Yarosh, and R. Joyce. Improved United States Precipitation Quality Control System and Analysis. **NCEP/Climate Prediction Center Atlas 7**, 40 pp, 2000.
- Jones, C.; Carvalho, L. M.V. Active and break phases in the South American monsoon system. **Journal of Climate**, 15: 905–914, 2002.
- Kalnay, E., Kanamitsu, M., Kistler, R. The NCEP/NCAR 40-Year Reanalysis Project. **Bulletin of American Meteorological Society**, 77, 437–471, 1996.
- Krishnamurthy V.; Shukla, J. Intraseasonal and seasonally persisting patterns of Indian monsoon rainfall. **Journal of Climate**. 20:3–20, 2007.
- Zhou, J.; Lau, K. M. Does a monsoon climate exist over South America? **Journal of Climate**, 11: 1020–1040, 1998.