

# CARACTERIZAÇÃO DA ESTIAGEM NA MONÇÃO DE VERÃO DE 2011/12 SOBRE A AMÉRICA DO SUL

Henri Rossi PINHEIRO, Caroline Vidal Ferreira DAGUIA, Kelen Martins ANDRADE, Monica Vaz LIMA, Luiz Kondraski de SOUZA, Gustavo Carlos Juan ESCOBAR, Fábio Pinto ROCHA.

<sup>1</sup>CPTEC/INPE, Cachoeira Paulista, Brasil, [henri.pinheiro@cptec.inpe.br](mailto:henri.pinheiro@cptec.inpe.br)

**RESUMO:** Parte da estação chuvosa de 2011/2012 foi bastante atípica, com estiagens nas Regiões Sul e Nordeste e precipitação irregular no Sudeste do Brasil. Por outro lado, a precipitação esteve acima da média no noroeste do continente sul-americano, provocando elevação dos níveis dos rios e enchentes em várias áreas da Região Amazônica. Neste trabalho foi feita uma análise do comportamento médio de grande escala, com ênfase no mês de fevereiro de 2012. Os resultados revelaram a presença da circulação da Alta Subtropical do Atlântico Sul mais intensa e próxima do continente. Este padrão permitiu o deslocamento da convergência de umidade em baixos níveis da Amazônia para o Norte da Argentina e parte do Sul do Brasil, causando ondas de calor e períodos de estiagem nas Regiões Sudeste, parte do Centro-Oeste e Nordeste brasileiro.

**ABSTRACT:** Part of the rainy season in 2011/2012 was very atypical, with droughts in the South and Northeast regions and irregular rainfall in Southeastern Brazil. On the other hand, precipitation was above average in the northwest of the South American continent, leading to rising river levels and flooding in several areas of Amazonia Region. In this paper an analysis of the large scale mean behavior was performed, with emphasis in February 2012. The results revealed the presence of the South Atlantic Subtropical High circulation more intense and close to the continent. This pattern allowed the displacement of the low levels moisture convergence from Amazon to northern Argentina and part of Southern Brazil, causing heat waves and droughts in the Southeast and part of the Midwest and Northeast Regions.

## 1 – INTRODUÇÃO

Climatologicamente, a estação de verão é caracterizada pelas abundantes chuvas na maior parte do Brasil, representando mais da metade do volume anual. Eventos extremos de chuva são comuns nesse período, provocando casualmente acidentes naturais, como as enchentes e os deslizamentos de terras. Por outro lado, a falta de chuva neste período pode ocasionar conseqüências no abastecimento de água, causando impactos nos setores de geração de energia hidrelétrica e na agricultura.

O período de verão de 2011/2012 foi caracterizado pela escassez das chuvas em grande parte do Brasil, levando vários municípios a decretar estado de emergência. A Região mais afetada foi o Nordeste brasileiro, que teve a pior seca dos últimos 30 anos e enormes prejuízos no setor agropecuário. De acordo com o Ministério da Integração Nacional, os prejuízos no Nordeste chegaram a 12 bilhões de reais. Poucos estudos se propuseram investigar a relação da redução da precipitação sobre a América do Sul com modos de variabilidade. Diante deste cenário atípico, o objetivo deste estudo é caracterizar o padrão anômalo da monção de 2011/12, visando analisar o comportamento médio da atmosfera do mês de fevereiro de 2012 e apontar possíveis mecanismos responsáveis por esta alteração climática.

## **2 - MATERIAL E MÉTODOS**

Para caracterização do comportamento médio e padrões de anomalia da atmosfera foram utilizadas análises do *National Centers for Environment Prediction (NCEP)*, dos campos de vento, pressão ao nível médio do mar e geopotencial em diferentes níveis isobáricos para o mês de fevereiro de 2012. Os campos de precipitação foram gerados a partir da interpolação entre dados de estações meteorológicas do INMET (automáticas e convencionais) e de Plataforma de Coletas de Dados do INPE. Para a análise da situação sinótica foram utilizadas imagens do satélite GOES-12, no canal infravermelho.

## **3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A Figura 1a mostra o total pluviométrico sobre a América do Sul de fevereiro de 2012, destacando uma ampla área com anomalias negativas sobre as Regiões Sul, Sudeste, Centro-Oeste e parcialmente no Nordeste do Brasil (Figura 1b). Na área entre o norte de SP e sul de MG, a precipitação ficou entre 100 mm e 200 mm inferior a climatologia. Ressalta-se que a redução das chuvas no interior do país teve início em meados de janeiro, se estendendo pelos meses de fevereiro e março de 2012. Desta maneira, a média das anomalias secas repercutiram-se em todo o período de dezembro a fevereiro (Figura 1d), com exceção de algumas áreas entre o norte fluminense, sul do ES e leste de MG, que ficaram com anomalia chuvosa em consequência da atuação de episódios de ZCAS entre dezembro de 2011 e início de janeiro de 2012. Por outro lado, o período analisado foi caracterizado pela ocorrência de precipitação acima da média em grande parte da Amazônia, Bolívia, Argentina e Uruguai.

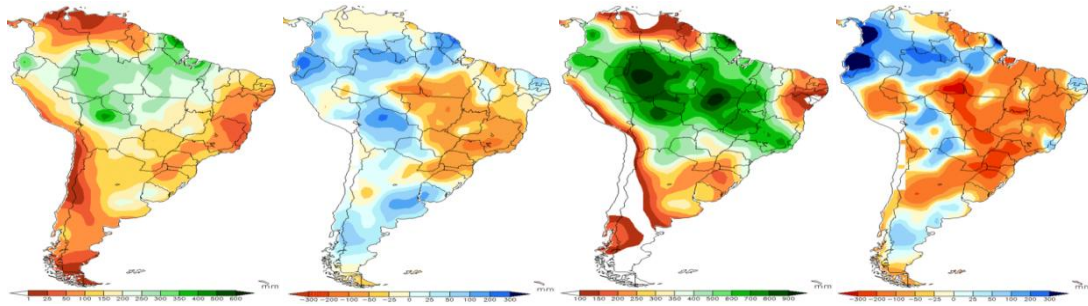


Figura 1: (a,c) Acumulado e (b,d) anomalia de precipitação para o mês de (a,b) fevereiro e para o período de (c,d) dezembro, janeiro e fevereiro de 2012.

A falta de chuva no interior do Brasil refletiu no aumento das temperaturas máximas, uma vez que na região tropical as chuvas agem como mecanismo regulador das temperaturas. Por outro lado, o tempo mais seco favoreceu um declínio maior das temperaturas mínimas no centro do país, em consequência da maior perda radiativa noturna. Na Região Sul, o aumento das temperaturas pode ser justificado por mecanismos advectivos, associados à ausência de sistemas frontais e a maior eficiência do transporte de calor da Região Norte pelo JBN. A Figura 2b indica maior frequência de dias sem chuva em praticamente toda a faixa leste e central do Brasil, sendo que algumas áreas de SP, RJ e MG apresentaram anomalias sem chuva de até 12 dias. Estes resultados ressaltam um comportamento anômalo desta estação chuvosa, com significativas reduções na frequência e na quantidade das chuvas em grande parte do país.

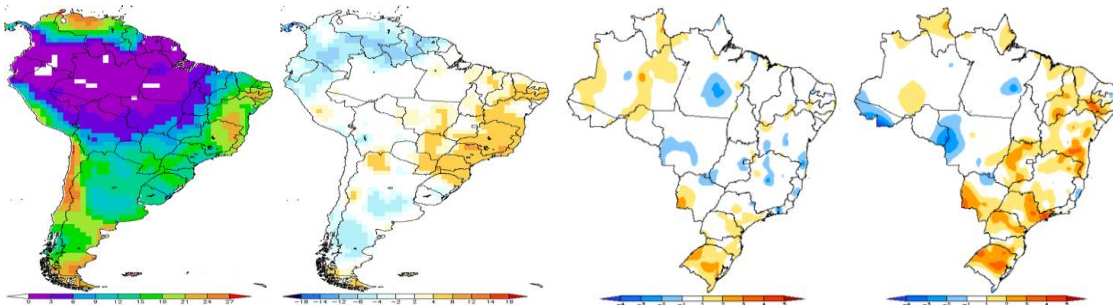


Figura 2: (a) Número total e (b) anomalia de dias sem chuva para fevereiro de 2012. Anomalia de temperatura (c) mínima e (d) máxima para fevereiro de 2012.

As Figuras 3 mostram o comportamento da precipitação e das temperaturas máximas e mínimas para as três capitais da Região Sudeste. Uma característica em comum a todas elas foi a distribuição irregular da precipitação e o aumento das temperaturas máximas, principalmente no Rio de Janeiro, que teve anomalia positiva de 4,6°C. A cidade que apresentou a menor precipitação foi Belo Horizonte-MG (33,9 mm), com apenas 16% da climatologia mensal. Por outro lado, o volume de chuva registrado em São Paulo-SP ficou próximo da climatologia, embora este valor tenha sido alcançado em poucos dias do mês. A interpretação deste resultado pode ainda ser estendida para um contexto de variabilidade climática, já que estudos recentes

revelam um aumento dos extremos de chuva na cidade de São Paulo (Oliveira, 2011).

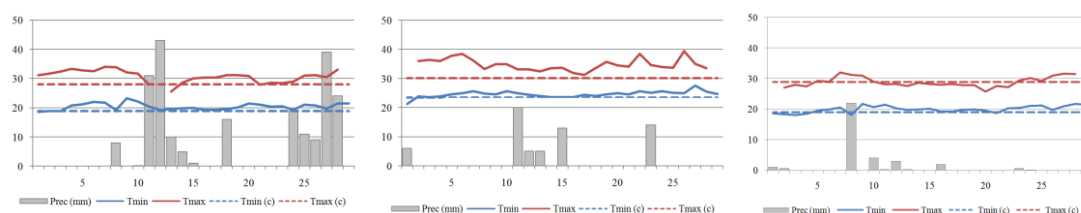


Figura 3: Dados observados para o mês de fevereiro de 2012 de precipitação (mm), temperatura mínima/máxima e climatologia de temperatura (representado pela letra c) para as estações convencionais do INMET: (a) São Paulo, (b) Rio de Janeiro, (c) Belo Horizonte e (d) Vitória.

As Figuras 4 mostram uma sequência de imagens de satélite para as 20Z entre os dias 3 e 6 de fevereiro de 2012. Este horário costuma representar o auge do ciclo diurno da convecção, associada ao forte aquecimento sobre o continente. É interessante notar neste período a ausência de nebulosidade significativa sobre as Regiões Sudeste, parte do Centro-Oeste e Nordeste do país, inibida pelo mecanismo de subsidência nestas áreas. Por outro lado, nota-se a que a convecção esteve ativa nas bordas desta área, atingindo principalmente as Regiões Norte e parte do Sul do Brasil.

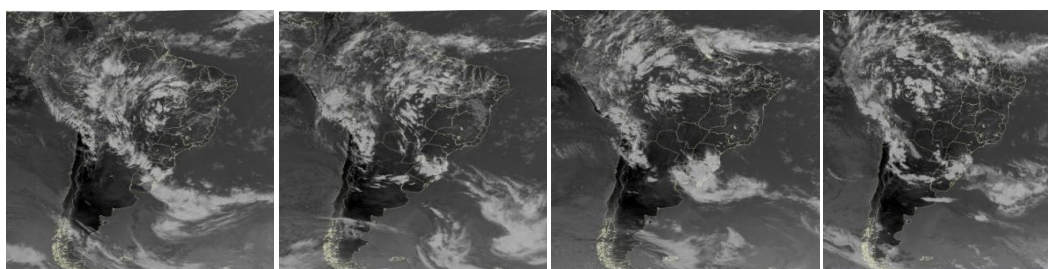


Figura 4: Imagens do Satélite GOES-12 no canal infravermelho para as 20Z do dias 3, 4, 5 e 6 de fevereiro de 2012.

Nota-se que na troposfera alta (Figura 5a) predominou a circulação típica de verão, com a Alta da Bolívia aproximadamente na sua posição climatológica e o Vórtice Ciclônico (VC) do Nordeste bem configurado e com clara penetração continental. Em várias ocasiões, observou-se o VC atuando sobre o interior do Brasil, contribuindo desta forma para a redução da nebulosidade e das chuvas. A Figura 5b mostra a presença de uma crista em 500 hPa sobre o Atlântico Oeste, que predominou ao longo do mês e favoreceu o aumento do geopotencial sobre o centro-sul do Brasil. Uma característica interessante foi a maior intensidade e o posicionamento deslocado para oeste do Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul (Figura 5d), bastante atípico para esta época do ano. Este comportamento associado à maior frequência do JBN, observado através das anomalias negativas da componente meridional do vento em 850 hPa (Figura 5c), foi decisivo para a diminuição das chuvas no Brasil Central e aumento na Patagônia Argentina.

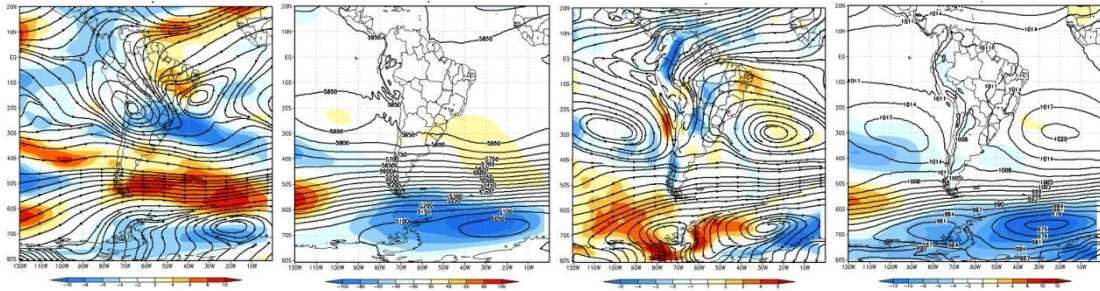


Figura 5: (a) Linhas de corrente e anomalia da componente zonal do vento em 250 hPa; (b) Altura geopotencial e anomalia de geopotencial em 500 hPa; (c) Linhas de corrente e anomalia da componente meridional do vento em 850 hPa; (d) pressão ao nível médio do mar e anomalia de pressão, para o período de fevereiro 2012.

#### 4 - CONCLUSÕES

Neste estudo foi feita uma análise de uma monção atípica sobre a América do Sul, que apresentou períodos mais secos e com temperaturas mais elevadas sobre grande parte do interior do Brasil e chuvas acima da média na Região Amazônica. Esta condição esteve associada à convergência dos ventos na troposfera baixa, que esteve na maior parte do período direcionada entre a Região Norte do Brasil e a Argentina. A circulação da Alta Subtropical do Atlântico Sul esteve mais intensa e próxima do continente, impedindo o avanço de sistemas frontais para latitudes mais baixas e reduzindo as chuvas no Sul, Sudeste e Nordeste brasileiro.

Outro elemento importante foi a anomalia de temperatura da superfície do mar (ATSM) no Pacífico equatorial, que se tornou negativa em fevereiro de 2012, associada ao enfraquecimento da La Niña, fenômeno que vinha atuando desde meados de 2010. É provável também que as ATSM no Atlântico exerçam um papel importante no regime de precipitação sobre o Brasil, representando mais elemento fundamental para determinação do clima.

Sabe-se que as influências das alterações atmosféricas, causadas por ATSM nos Oceanos Pacífico e Atlântico, não são muito evidentes na Região Sudeste e centro do Brasil, representando quase sempre um desafio para a previsão climática. Por isso, sugere-se a necessidade da realização de outros estudos, a fim de conhecer os mecanismos responsáveis por alterações climáticas, permitindo tomar ações que minimizem os prejuízos causados pelo clima.

#### REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICAS

OLIVEIRA, N. Análise da evolução de eventos extremos de precipitação na cidade de São Paulo. **In: Simpósio Internacional de Climatologia**, João Pessoa - PB. Mudanças Climáticas e Eventos Extremos de Tempo e seus Impactos nas Áreas Urbanas, 2011.