

Diagnosing CPTEC/AGCM atmospheric condition predictions for the Northeast Brazil MAM 2013 drought episode

Ariane F. dos Santos and Caio A. S. Coelho

Center for Weather Forecasting and Climate Studies, National Institute for Space Research, Rodovia Presidente Dutra, km 40, Cachoeira Paulista, São Paulo, Brazil, ariane.frasoni@cptec.inpe.br, caio.coelho@cptec.inpe.br

Abstract: The Northeast region of Brazil is typically affected by the occurrence of drought events, mainly due to the uneven rainfall distribution regime and for being located in a semi-arid climatic region. Atmospheric pattern changes can affect the quality of different rainfall regimes, particularly during the rainy season over Northeast Brazil, producing long periods of drought. Since mid-2012 persistent drought conditions have been observed in Northeastern Brazil. This characteristic has also persisted throughout 2013. The Center for Weather Forecasting and Climate Studies (CPTEC) of the National Institute for Space Research (INPE) routinely performs seasonal climate forecasts with the Atmospheric General Circulation Model (AGCM). The AGCM/CPTEC is integrated with fifteen different initial conditions, three different convective parameterization schemes and two boundary conditions: persisted sea surface temperature (SST) anomaly and forecast SST by the coupled ocean-atmosphere model of the National Centers for Environmental Prediction, National Center for Atmospheric Research (NCEP/NCAR), generating an ensemble of 90 members. The AGCM/CPTEC forecasts have consistently indicated rainfall deficit for Northeast Brazil, and such forecasts are consistent with observed patterns since 2012 and mid-2013. This study aims to evaluate the ability of AGCM/CPTEC in reproducing the large-scale atmospheric features associated with drought conditions occurred in Northeastern Brazil during March, April and May 2013 (MAM/2013). This period is one of the most important in terms of rainfall distribution, when expressive rainfall volumes are observed over most Northeast, particularly in the north portion of this region. In this study, wind fields at low and upper-levels, specific humidity, vertical velocity and precipitation ensemble forecasts are analyzed. Both January 2013 persisted SST anomalies and February to May 2013 forecast SST anomalies boundary conditions indicated warmer than normal conditions over tropical North Atlantic Ocean, and also indicated conditions ranging from normal to slightly below normal in the tropical South Atlantic Ocean. The forecasted upper-level circulation anomaly indicated a trough over Northeast Brazil. At low-levels, the forecast showed a prevailing anomalous anticyclonic circulation centered over the South Atlantic Ocean, near the Southeast coast of Brazil, generated an anticyclonic circulation perpendicular to the Northeast coast of Brazil. This pattern could have favored increased humidity availability in the coastal area. However, the vertical motion forecast at 500 hPa revealed prevailing downward air motion over the region, contributing to convective activity suppression and the forecast consistently indicated negative precipitation anomalies over Northeast Brazil. This anomalous precipitation forecast pattern was identified in all versions of the AGCM/CPTEC, but presented the most intense anomalies in model versions forced with forecast SST anomalies. The mechanism for the forecast precipitation deficit is the atmospheric response to warmer than normal oceanic conditions over the tropical North Atlantic ocean, generating a local Hadley Cell, with ascending air motion over the ocean and descending air motion over Northeast Brazil. The model forecast also indicated negative specific humidity anomalies over this region, a feature that was also more intense in the forecasts produced with forecast SST anomalies as boundary conditions. This pattern is suggested to be a possible compensatory response to the subsidence branch of the Hadley Cell, which favors upper-levels dry air subsidence over the Northeast region of Brazil.

Keywords: Seasonal climate forecasting, AGCM/CPTEC, Northeast Brazil

Diagnóstico das condições atmosféricas previstas pelo MCGA/CPTEC para a estiagem na Região Nordeste do Brasil durante o trimestre de MAM de 2013

Resumo: A Região Nordeste do Brasil é tipicamente afetada pela ocorrência de eventos de seca, principalmente devido à distribuição irregular dos regimes de chuvas e por localiza-se em região de clima semi-árido. Alterações nos padrões atmosféricos podem afetar a qualidade dos diferentes regimes chuvosos na Região, gerando períodos de secas prolongados. Desde meados de 2012 uma persistente condição de estiagem vem sendo observada na Região Nordeste do Brasil. Esta situação também tem persistido ao longo do ano de 2013. O Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC) do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) realiza rotineiramente a previsão climática sazonal utilizando o Modelo de Circulação Geral da Atmosfera (MCGA/CPTEC). O modelo é integrado com quinze condições iniciais distintas, três diferentes esquemas de parametrização convectiva e duas condições de contorno, a saber: anomalia de temperatura do mar (TSM) persistida e anomalia de TSM prevista pelo modelo acoplado Oceano-Atmosfera do *National Centers for Environmental Prediction, National Center for Atmospheric Research*, gerando um conjunto de 90 membros (realizações). As previsões do MCGA/CPTEC vêm indicando déficit de precipitação para a Região Nordeste do Brasil, sendo tais previsões condizentes com os padrões que vêm sendo observados ao longo dos anos de 2012 e 2013. O presente trabalho tem como objetivo avaliar as previsões climáticas sazonais produzidas pelo MCGA/CPTEC em reproduzir as características atmosféricas de grande escala associadas às condições de seca ocorridas na Região Nordeste do Brasil durante o trimestre de março, abril e maio de 2013 (MAM/2013). O trimestre em consideração é um dos mais importantes em termos de distribuição de chuva, sendo observados elevados volumes pluviométricos em grande parte a Região Nordeste, em particular no setor norte. Para este estudo, foram analisados campos de vento em baixos e altos níveis, umidade específica, velocidade vertical e precipitação do conjunto de previsões do MCGA/CPTEC. Tanto a anomalia de TSM persistida do mês de Janeiro de 2013 quanto as anomalias de TSM previstas para o meses de Fevereiro a Maio de 2013, ambas utilizadas como condições de contorno para o MCGA/CPTEC, indicavam o predomínio de anomalias positivas de TSM no Oceano Atlântico tropical norte e condições variando de normal a ligeiramente abaixo da normal climatológica no Oceano Atlântico tropical sul. Os campos de anomalia de circulação em altos níveis previstos pelo MCGA/CPTEC indicaram a predominância de um cavado cujo eixo se posicionou sobre a Região Nordeste do Brasil. Em baixos níveis, prevaleceu uma circulação anticiclônica anômala centrada sobre o Oceano Atlântico, próximo à costa da Região Sudeste, gerando uma circulação anticiclônica perpendicular à costa da Região Nordeste. Este padrão poderia favorecer o aumento da umidade na região litorânea da Região, porém, de acordo com o campo de movimento vertical em 500 hPa previsto pelo modelo, o predomínio de movimentos descendentes sobre a Região contribuiu para a ausência de convecção e anomalias negativas de precipitação. Este padrão anômalo foi identificado em todas as versões do MCGA/CPTEC, porém, com mais intensidade nas versões cuja condição de contorno é a anomalia de TSM prevista. Este mecanismo esteve associado à resposta atmosférica ao padrão de aquecimento na região do Oceano Atlântico tropical norte, gerando uma célula de circulação local do tipo Hadley sobre a Região Nordeste do Brasil. Também, a previsão do modelo indicou anomalia negativa de umidade específica, padrão este mais intenso também nas versões com TSM prevista. Este padrão sugere uma possível resposta à subsidência compensatória da célula local de Hadley, que favorece a subsidência de ar seco sobre a Região Nordeste, proveniente dos altos níveis da atmosfera.

Palavras-chave: Previsão climática sazonal, MCGA/CPTEC, Região Nordeste do Brasil