

PRECIPITAÇÃO SOBRE A AMÉRICA DO SUL PARA UMA SITUAÇÃO DE EL NIÑO CONJUGADA COM DIPOLO POSITIVO E NEGATIVO DE TSM NO ATLÂNTICO EM SIMULAÇÕES COM O MCG CPTEC/COLA.

Luciano P. Pezzi e Iracema F. A. Cavalcanti

*Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC/INPE)
Cachoeira Paulista, São Paulo - Brasil*

ABSTRACT

The role of the Atlantic Ocean in an El Niño episode over Northeast of Brazil is investigated using the CPTEC/COLA GCM. Two sets of integrations are performed using the same Sea Surface Temperature (SST) positive anomaly in the Tropical Pacific Ocean and changing the SST in the Atlantic Ocean. A positive dipole (SST higher than normal at the Tropical North Atlantic and below normal at the Tropical South Atlantic) and a negative dipole (opposite conditions), are set as boundary conditions of SST in the Atlantic Ocean in the two experiments. Four initial conditions were integrated in each case in order to obtain two ensemble of results. When the negative dipole (warmer than normal at the Tropical South Atlantic) was applied, the results showed above normal precipitation over Northeast of Brazil. The positive dipole of SST over Tropical Atlantic resulted in dry conditions over Northeast. Thus, the conditions over Atlantic Ocean have a greater effect on the precipitation of Northeast than the Pacific Ocean. However, areas as Amazonia Region are more influenced by the Pacific Ocean conditions, although with less intensity when the negative dipole was used.

Palavras Chave: El Niño, Simulação, Dipolo de SST

1. Introdução

A seca no Nordeste do Brasil na estação chuvosa desta região (MAM) tem sido relacionada a episódios de El Niño, quando a Temperatura da Superfície do Mar (TSM) no Pacífico Tropical se apresenta bem mais alta do que a normal, Kousky et al (1984). Nestas condições, anomalias de convecção no Pacífico Central e Leste modificariam o comportamento da célula de Walker, e anomalias no ramo subsidente afetariam a região Nordeste e Oceano Atlântico. Outros estudos também relacionam a seca no Nordeste com a TSM do Atlântico (Hastenrath e Heller, 1977). A presença de um dipolo norte-sul no Atlântico Tropical Norte e Sul foi estudada por Moura e Shukla (1981), Nobre e Shukla (1996) e foi verificado que quando as águas no Atlântico Norte estavam com anomalias positivas de temperatura e as do Atlântico Sul com anomalias negativas, havia déficit de precipitação no Nordeste. Este caso foi chamado de dipolo positivo. Com a presença de um dipolo oposto, denominado dipolo negativo, chuvas acima da média ocorriam sobre o Nordeste. Nestes dois casos mudanças na célula de Hadley com movimentos ascendentes ou subsidentes sobre o Nordeste estariam associadas a variações na precipitação.

O objetivo deste estudo é analisar a precipitação sobre a América do Sul e principalmente sobre o Nordeste do Brasil quando há uma situação de El Niño no Pacífico em casos com um dipolo positivo no Atlântico e em casos com um dipolo negativo. A

intenção é analisar o papel do Oceano Atlântico na chuva do Nordeste, mesmo quando há uma situação desfavorável no Pacífico para ocorrência de precipitação na estação chuvosa do Nordeste.

2. Metodologia e dados

Para essa análise foram feitas duas integrações usando-se o Modelo de Circulação Global Atmosférico (MCGA) do CPTEC/COLA, que é descrito em maiores detalhes em Nobre et al (1995). Esse é um modelo dinâmico global espectral, e nesse estudo foi usado com resolução T42L18, que significa 42 ondas na coordenada horizontal (aproximadamente 250 x 250 km), e 18 níveis na vertical. Realizou-se dois conjuntos de integrações com 4 membros cada uma, para o período de dezembro a junho, totalizando pouco mais de seis meses de integração. Os dias 24, 25, 26, e 27 de dezembro de 1997, foram usados como condição inicial (CI) atmosférica, para inicializar cada um dos 4 membros de integração em cada conjunto.

Para cada conjunto de 4 integrações, usou-se dois campos distintos de anomalias de TSM como condição de contorno. Em ambos casos foi aplicada sobre a bacia do Pacífico Tropical uma situação de El Niño intenso e bem definido. Sobre a bacia do Atlântico Tropical foram consideradas duas situações distintas com padrões diferentes de “Dipolo do Atlântico” (Moura e Shukla, 1981; Hastenrath e Heller, 1997; Servain e Legler, 1986; Nobre e Shukla, 1996).

O primeiro caso, denominado de “Caso Quente” (CQ) ou dipolo positivo como mencionado na literatura, foi considerado com o Oceano Pacífico em uma situação típica de um Evento El Niño e o Oceano Atlântico Tropical com o padrão de um Dipolo Positivo. Este apresentando anomalias positivas médias de TSM ($0,8^{\circ}\text{C}$) sobre a região norte do dipolo ($2,5^{\circ}\text{N}$ - $17,5^{\circ}\text{N}/50^{\circ}\text{W}$ - 20°W) na bacia norte do Atlântico Tropical e negativas sobre a região sul do dipolo ($17,5^{\circ}\text{S}$ - $2,5^{\circ}\text{S}/35^{\circ}\text{W}$ - 5°W) com TSM média de ($-0,1^{\circ}\text{C}$) na bacia sul do Atlântico Tropical, como visto na Fig. 1a. No segundo caso, denominado de “Caso Frio” (CF) ou dipolo negativo as condições de TSM foram as mesmas sobre o Pacífico e os demais oceanos. No Atlântico foi considerado um dipolo negativo na região compreendida entre as latitudes de 30°S a 30°N , como mostrado na Fig. 1b, com anomalias negativas ao norte ($-0,2^{\circ}\text{C}$, média sobre a área) e anomalias positivas ao sul ($0,9^{\circ}\text{C}$, média sobre a área). Esses dois campos de anomalias foram persistidos como condição de contorno de TSM ao longo do experimento. Foi calculada também a climatologia do modelo integrando-se quatro membros usando-se as mesmas CI atmosféricas. Como condição de contorno para a simulação climatológica do GCM usou-se os campos de TSM climatológicos.

O padrão do dipolo gera um gradiente térmico meridional e inter-hemisférico sobre o Atlântico Equatorial (Wagner, 1996). Esse gradiente influencia diretamente no posicionamento e deslocamento norte/sul na posição da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) (Nobre e Shukla, 1996).

3. Resultados

As figuras 2a e 2b mostram as anomalias sazonais de precipitação média calculadas a partir dos quatro membros dos dois conjuntos de integração. Na Fig. 2a, que refere-se ao “Caso Quente” pode-se ver que para o trimestre de Março, Abril e Maio aparece uma

extensa região com déficit de precipitação que estende-se desde a região Norte do Brasil, passando pelo Nordeste do Brasil até parte do Sudeste, avançando sobre o Oceano Atlântico. A Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) aparece mais ao norte de sua posição climatológica causando um excesso de precipitação sobre o Oceano Atlântico Tropical norte, coincidente com a região onde foram colocadas anomalias positivas de TSM. Sobre a Região Nordeste, que tem sua estação chuvosa centrada nesses meses, aparecem os maiores desvios negativos de precipitação, principalmente sobre o sertão, chegando até a -4 mm/dia. Esse resultado sobre o Nordeste Brasileiro é concordante com o estudo observacional de Souza (1997), onde em anos de dipolos positivos (sem levar em consideração a condição do Pacífico) foram encontrados desvios de até -40% para a estação chuvosa dessa região. Sobre a parte oeste da Região Sul do Brasil, Uruguai, norte da Argentina, Paraguai e Bolívia ocorreram anomalias positivas de precipitação, mostrando uma situação inversa àquela verificada no Norte e Nordeste da América do Sul. As anomalias de Radiação de Onda Longa (ROL), não mostradas aqui, apresentam um comportamento semelhante àquele da precipitação, ocorrendo maiores valores positivos sobre o Nordeste do Brasil o que indica um déficit na convecção. Os ventos alísios (850 hPa) sobre o Atlântico Tropical, ficaram mais fortes do que o normal apresentando anomalias com orientação SE/NW. Sobre o Pacífico, os alísios ficaram mais fracos que o normal com as anomalias apontando para leste, coerente com a situação de El Niño verificada sobre esse Oceano. Em altos níveis (200 hPa) ocorreram anomalias intensas de oeste sobre toda a Região Norte e Nordeste, com uma ligeira inclinação ciclônica sobre essa última região.

No “Caso Frio”, pode-se verificar que ocorre uma inversão no padrão da precipitação principalmente sobre a Região Nordeste. Com o aquecimento das águas sobre o Atlântico Tropical Sul ocorrem anomalias positivas de precipitação sobre o Nordeste do Brasil estendendo-se sobre o Atlântico Tropical Sul, com anomalias que chegam até a 3 mm/dia. Novamente esses resultados são coerentes com aqueles de Souza (1997) que para essa situação de dipolo (sem levar em consideração a condição do Pacífico) foram encontradas anomalias de até 50% acima da média para a estação chuvosa do Nordeste brasileiro. Porém sobre o Norte e parte do Sudeste verificam-se áreas com um déficit de precipitação, assim como sobre o Atlântico Tropical norte onde também ocorrem áreas com anomalias negativas de precipitação. As anomalias de ROL (não mostradas aqui) apresentam um comportamento similar ao da precipitação com atividade convectiva mais intensa que o normal sobre o Nordeste e o Pacífico Tropical.

As Figuras 3a e 3b mostram as séries temporais das anomalias de precipitação médias sobre a Região Nordeste do Brasil, área 15°S a 0°S e 45°W a 35°W. Essas figuras mostram as dispersões entre os 4 membros de integração para o “Caso Quente” (Fig. 3a) e para o “Caso Frio” (Fig. 3b). Em ambos conjuntos pode-se ver que há uma boa concordância entre as integrações que compõem cada conjunto no que refere-se ao sinal das anomalias. No caso quente (Fig. 3a) todos os membros convergem para anomalias negativas sobre a região durante o trimestre março, abril e maio. Para o caso frio ocorre o mesmo. Os membros aparecem agrupados também, porém agora com anomalias positivas. Esse padrão de agrupamento entre os membros demonstra que essa região apresenta uma boa previsibilidade em relação às condições iniciais bem como dão uma maior confiabilidade nos resultados do modelo quando analisado o campo médio dos membros.

4. Conclusões

Nesse estudo foram realizados dois conjuntos de integrações usando-se o AGCM do CPTEC/COLA. Em um dos conjuntos de integrações usou-se como condição de contorno um campo de TSM com El Niño configurado no Pacífico e dipolo positivo no Atlântico (Caso Quente). No outro (Caso Frio) usou-se uma situação de dipolo negativo no Atlântico Tropical porém com as mesmas condições do Caso Quente nos demais oceanos. Os resultados mostraram que em anos de El Niño as regiões Norte e Nordeste do Brasil são fortemente afetadas pela diminuição de precipitação, durante o trimestre de março, abril e maio em uma situação de dipolo negativo. A situação de El Niño e o dipolo inibem a convecção sobre essas regiões. Observou-se que a ZCIT ficou mais ao norte de sua posição normal causando um déficit de precipitação sobre o Nordeste. Quando inverteu-se o padrão de anomalias de TSM do Atlântico, deixando-se o Atlântico Sul com anomalias mais quentes, os padrões de precipitação inverteram-se também quando comparados com o caso anterior, ocorrendo anomalias positivas sobre o Nordeste. Essa região mostrou ter uma boa previsibilidade, uma vez que todos os membros das integrações concordaram em sinal, tanto no caso quente como no frio, diferindo um pouco entre eles em relação à magnitude. Na Região Amazônica, nota-se que o Atlântico pode amenizar o impacto dos efeitos do El Niño quando ocorre uma situação de dipolo negativo, entretanto ainda se verificam extensas áreas com déficit de precipitação, o que sugere que o Pacífico tem maior influência nessa região do que o Atlântico. Sobre a parte oeste da Região Sul do Brasil, Uruguai, norte da Argentina, Paraguai e Bolívia ocorrem condições que vão desde a normalidade até precipitações excessivas no caso do dipolo positivo. Sobre a Região Sul do Brasil e vizinhanças, com o mesmo padrão de anomalias de TSM ao sul de 30°S, os impactos de anomalias excessivas de precipitação observados no caso dipolo positivo tendem a ser amenizadas no caso do dipolo negativo, predominando a situação de normalidade.

5 - Referências Bibliográficas

- Hastenrath, S. and Heller, L., 1977. Dynamics of climatic hazards in northeast Brazil. *Quat. Jour. Roy. Met. Soc.*, 103:77-92.
- Kousky, V. E., Kagano, M. T., Cavalcanti, I. F. A. A Review of the Southern Oscillation: Oceanic-atmospheric circulation changes and related rainfall anomalies. *Tellus*, 36A:490-504.
- Moura, A. D. and Shukla, J., 1981. On the dynamics of droughts in northeast Brazil: Observations, theory and numerical experiments with a general circulation model. *Jour. Atm. Scien.*, 38(7):2653-2675.
- Nobre, P. and Shukla, J., 1996. Variations of sea surface temperature, wind stress and rainfall over the Tropical Atlantic and South America. *Jour. Clim.*, 10(4):2464-2479.
- Nobre, P., M. L. Abreu, I. F. A. Cavalcanti, M. Quadro, L. P. Pezzi, 1995. Climate ensemble forecasting at CPTEC. Proceedings of 20 annual Climate Diagnostics Workshop. Seattle, Washington, Oct.23-27. pp 417-420.
- Servain, J., Legler, D. M., 1986. Empirical orthogonal function analyses of Tropical Atlantic sea surface temperature and wind stress: 1964-1979. *Jour. Geo. Res.*, 91(C12):14;181-14,191.
- Souza, E. B., 1997. Um estudo observacional sobre o padrão do dipolo de anomalias de TSM no Oceano Atlântico Tropical. Diss. de Mestrado. INPE, São José dos Campos-SP, INPE-6392-TDI/608.
- Wagner, R. G., 1996. Mechanisms controlling variability of the interhemispheric sea surface temperature gradient in the tropical Atlantic. *Jour. Clim.*, 9(7):2010-2019.

1000