

Modulações da ZCAS pelas temperaturas da superfície do mar no Atlântico Sudoeste

Paulo Nobre
Marta Malagutti
Rosane Rodrigues Chaves
Marcos Barbosa Sanches

Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos – CPTEC
Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE

ABSTRACT

A numerical modeling study of the South Atlantic Convergence Zone (SACZ) was performed using an atmospheric general circulation model to test the impact of contrasting sea surface anomaly patterns over the SW tropical Atlantic on the strength and position of the SACZ. The results suggest that on the short time scales, of the order of a week, warmer SST anomalies off the coast of SE Brazil have a significant influence on the positioning and strength of the SACZ. Also, it is shown that rainfall anomalies over the northern Nordeste may also be affected by anomalous positioning of the SACZ.

Introdução

A Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) é caracterizada por uma faixa de nebulosidade convectiva que se estende da região Amazônica até o Atlântico subtropical e tem papel fundamental na distribuição pluviométrica sobre a América do Sul (AS) durante os meses de primavera e verão. A variabilidade da circulação de monção e da precipitação sobre a AS está estreitamente associada às anomalias dos alísios sobre o Atlântico equatorial (Zhou e Lau 1998; Chaves e Cavalcanti 2001). Uma vez que anomalias de Temperatura na Superfície do Mar (TSM) nas regiões tropicais estão fortemente associadas com anomalias de vento na superfície (Bjerknes 1966), é possível que anomalias de TSM do Atlântico Sul modulem a convecção sobre o continente.

Robertson e Mechoso (2000) encontraram que a intensificação da ZCAS em escala interanual coincide com anomalias negativas (positivas) de TSM ao norte (sul) de 40°S e sugerem que estas anomalias negativas de TSM sobre o Atlântico sudoeste podem incrementar a persistência das anomalias de Radiação de Onda Longa (ROL) associadas à ZCAS, que por sua vez podem intensificar as anomalias de TSM. Desta forma estabelecida a circulação da ZCAS, as áreas oceânicas adjacentes a este sistema tenderiam a esfriar, intensificando a circulação de monção sobre a AS, através do aumento do gradiente leste-oeste de temperatura entre oceano e a atmosfera. com o aumento da convecção, a TSM tornar-se-ia mais fria, havendo então retroalimentação entre a atmosfera e o oceano. Por outro lado sabe-se que as anomalias positivas de TSM favorecem o aumento de evaporação, podendo favorecer a convecção da ZCAS através de maior disponibilidade de vapor d'água e instabilização das camadas inferiores da atmosfera.

Neste trabalho busca-se compreender os efeitos de anomalias de TSM sobre o Atlântico Sudoeste na posição e intensidade da ZCAS no intervalo de tempo de até uma semana, em luz às teorias existentes. Para tanto se utiliza o modelo de circulação geral da atmosfera (MCGA) do CPTEC com condições de contorno sobre os oceanos prescritas para simular a ocorrência de um caso de ZCAS observada durante o período de 17 a 25 de novembro de 1999 sobre o norte de Minas Gerais, sul da Bahia e Espírito Santo, estendendo-se sobre uma mancha de águas anormalmente frias sobre o Atlântico SE, como mostrado na Figura 1.

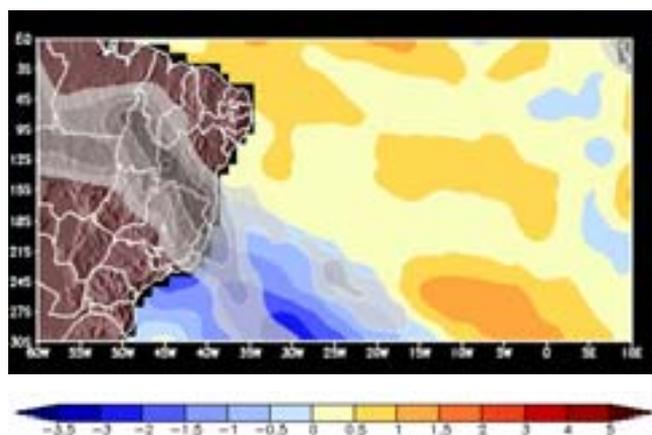


Figura 1: Anomalias de Temperatura da Superfície do Mar (°C) em cores, e Radiação de Onda Longa (W/m²) em tons de cinza, observadas no período de 17 a 25 de novembro de 1999. Fonte dos dados: NCEP.

Metodologia

Os experimentos numéricos realizados para elaboração deste trabalho consistiram em integrar a versão operacional do MCGA do CPTEC com resolução espectral T62 e 28 níveis na vertical (T62L28) para um conjunto de condições iniciais (CI) atmosféricas distintas e com condições de contorno (CC) sobre os oceanos especificadas. O MCGA foi integrado por sete dias a partir de um conjunto de dez CI, a saber: análises do NCEP para as zero horas GMT dos dias 1 a 5 e 13 a 17 de novembro de 1999. Nestes períodos os campos de radiação de onda longa observados (ROL) mostraram a predominância de uma banda de nebulosidade sobre a região de formação da ZCAS, indicando a presença da circulação da ZCAS nas CI utilizadas.

As CC para os experimentos numéricos consistiram em:

- **Integrações de controle**, nas quais o conjunto de dez integrações a partir de CI distintas utilizou campos de TSM observadas sobre os oceanos globais como CC;
- **Integrações de contraste**, nas quais anomalias de TSM sobre o Atlântico Sul foram multiplicadas por -1 e somadas ao campo climatológico relativo ao período do experimento; TSM observadas foram utilizadas sobre as demais áreas oceânicas.

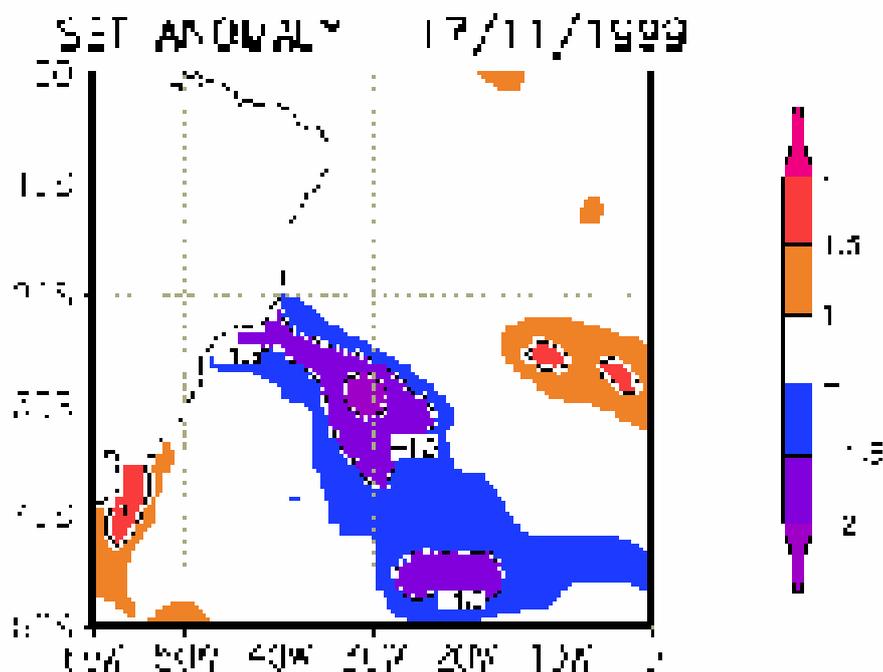


Figura 2: Campo das anomalias de TSM utilizado nas integrações de controle.

A Figura 2 mostra o campo de anomalias de TSM observado sobre o Atlântico SE para o período do experimento (i.e., 17 a 25 de novembro de 1999) e para as integrações de contraste (multiplicado por -1 e somado a climatologia). As anomalias de TSM globais externas à área mostrada na Figura 2 foram os valores observados no período tanto para os experimentos de controle como de contraste.

Resultados

A Figura 3 mostra os resultados dos campos de ROL para os conjuntos de integrações de controle (Fig.3a) e de contraste (Fig. 3b). É notável nesta figura, que embora ambos experimentos tenham gerado uma banda de nebulosidade alongada, com direção NW-SE sobre a região aproximada da ZCAS observada durante o período do experimento (vide Fig. 1), a banda de nebulosidade mostrada na Figura 3a, associada a anomalias negativas de TSM sobre o Atlântico SE, mostrou-se menos intensa e ligeiramente deslocada para o norte relativamente àquela mostrada na Figura 3b, resultado do experimento de contraste.

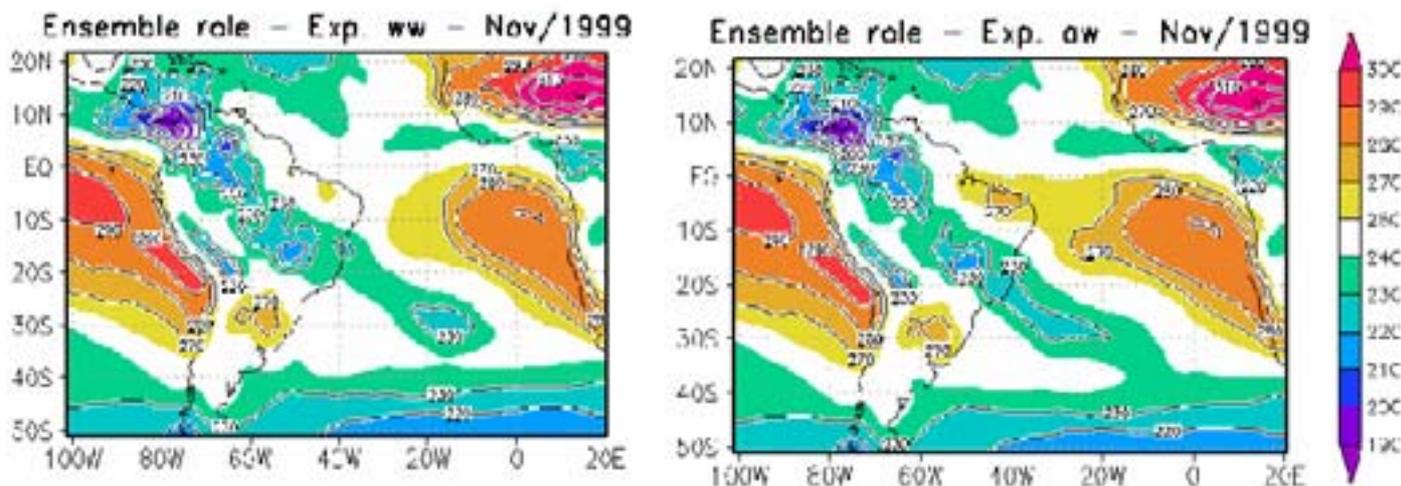


Figura 3 – Campo médio de ROL (W/m^2) dos conjuntos de experimentos de controle (a) e contraste (b) com CI dos dias 01 a 05 e 13 a 17 de novembro de 1999 .

A diferença nos campos de ROL entre os experimentos de contraste e controle é mostrada melhor na Figura 4, que evidencia não somente o deslocamento da ZCAS mais para o sul e com maior intensidade sobre as águas mais aquecidas do Atlântico SE, mas a notável redução da nebulosidade sobre o Nordeste do Brasil e possível deslocamento para o norte da zona de convergência intertropical (ZCIT) sobre o Atlântico Equatorial.

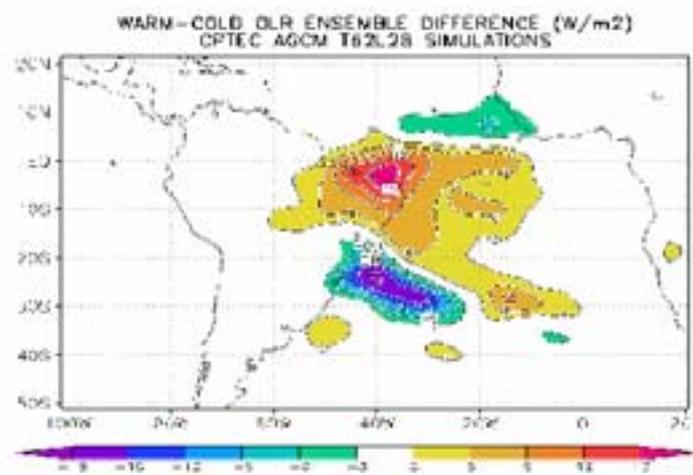


Figura 4: Diferença entre os campos de ROL (W/m^2) obtidos a partir das médias dos conjuntos dos experimentos com TSM de contraste e de controle.

O acoplamento entre baixos e altos níveis da atmosfera no aparente deslocamento e intensificação da ZCAS sobre as águas mais aquecidas do caso de contraste é claramente identificável na Figura 5, que mostra os campos de diferenças (média do conjunto dos casos de contraste menos controle) num corte latitude-altura sobre a faixa de longitudes de 45°W a 35°W para os campos de velocidade potencial e omega. A Figura 5 sugere que ocorra aumento da convergência em baixos níveis, divergência em altos níveis e movimento vertical ascendente (omega negativo) sobre as águas mais aquecidas do caso de contraste e movimento compensatório subsidente principalmente ao norte da região de máximo movimento ascendente, com convergência em altos níveis e divergência em baixos níveis.

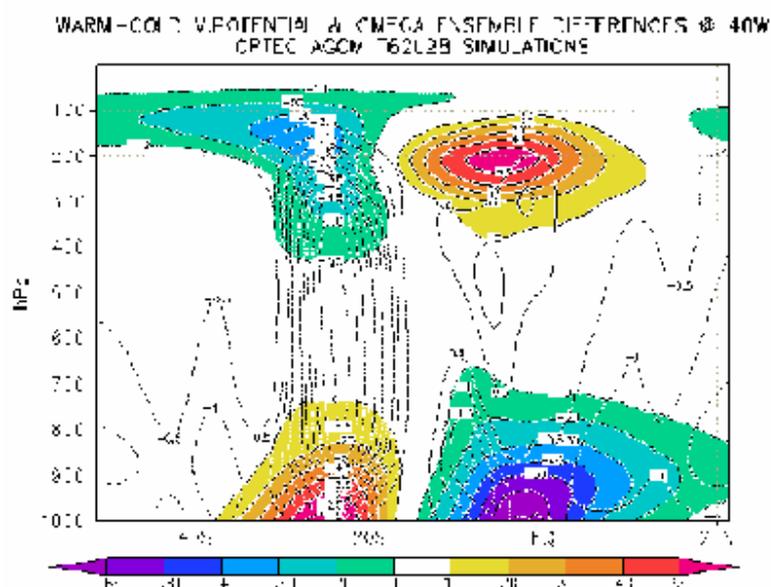


Figura 5: Diferença entre os campos de Velocidade Potencial (m^2/s) e Omega (Pa/s) a 40W, obtidos a partir das médias dos conjuntos dos experimentos de contraste e de controle.

O aumento da convergência horizontal dos ventos em baixos níveis do movimento vertical sobre as águas mais aquecidas nos resultados do modelo estão possivelmente associados ao efeito de instabilização causada pelo aumento da evaporação associado às anomalias positivas de TSM no curto prazo (de uma semana).

Conclusões

Os resultados do experimento numérico realizado com o MCGA do CPTEC, utilizando condições de contorno de TSM sobre o Atlântico SE contrastantes e um conjunto de condições iniciais nas quais já existia uma situação favorável ou estabelecida de ZCAS indicam que num espaço de tempo de alguns dias, o efeito de hidrostática é dominante na modulação da intensidade e posição da ZCAS no modelo, de tal forma que anomalias positivas de TSM favorecem o aumento da convecção e movimento vertical ascendente sobre as águas aquecidas, aumentando consequentemente a subsidência compensatória principalmente ao norte da banda de nebulosidade mais intensa associada à ZCAS.

Assim, ao menos para situações onde condições favoráveis à formação da ZCAS já estejam presentes nas condições iniciais do modelo, no curto intervalo de tempo de aproximadamente uma semana os efeitos de anomalias positivas de TSM sobre o Atlântico SE, por abaixamento hidrostático da pressão, aumento da convergência de massa em baixos níveis e de movimento vertical ascendente sobre as regiões mais aquecidas, favorece o desenvolvimento de caso de ZCAS mais intensa do que a presença de águas mais frias sobre o Atlântico SE.

Deve-se ressaltar, contudo, que os resultados deste estudo estão de certa forma circunstanciados pelo curto intervalo de tempo de integração do MCGA, sendo assim os campos de TSM moduladores de condições dinâmicas favoráveis à ocorrência de ZCAS já presentes nos campos de análise das CI utilizadas para as integrações dos membros dos conjuntos. Por exemplo, outros estudos indicam que anomalias de TSM remotas podem desempenhar um papel dominante na modulação da intensidade e posição da ZCAS (Chaves e Nobre 2002).

Referências Bibliográficas:

Bjerknes, J, 1966: A possible response of the atmospheric Hadley circulation to equatorial anomalies of ocean temperature. *Tellus*, **18**, 820-829.

XII Congresso Brasileiro de Meteorologia, Foz de Iguaçu-PR, 2002

- Chaves R. C., P. Nobre, 2002: Avaliação da influência dos oceanos na precipitação do Brasil no verão de 2001/2002 através do modelo MCG do CPTEC/COLA. *XII Congresso Brasileiro de Meteorologia, Foz do Iguaçu, 4 a 9 de agosto de 2002.*
- Chaves R. C., I. F. A. Cavalcanti, 2001: Atmospheric circulation features associated with the precipitation variability over the southern Northeast Brazil. *Monthly Weather Review*, **129**, 2614-2626.
- Robertson, A. W., C. R. Mechoso, 1998: Interannual and Decadal Cycles in River Flows of Southeastern South America. *Journal of Climate*, **11**, 2570-2581.
- Zhou J., K.-M. Lau, 1998: Does a Monsoon Climate Exist over South America? *J. Climate*, **11**, 1020 -1040.