

AVALIAÇÃO PRELIMINAR DA ZONA DE CONVERGÊNCIA INTERTROPICAL SIMULADOS PELOS MCGOA, MCGA E ETA

Isabel Lopes Pilotto Domingues¹, Chou Sin Chan¹, Paulo Nobre¹

¹ Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC)/Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), Rodovia Presidente Dutra km 39, Cachoeira Paulista-SP, Brasil. isabel.pilotto@cptec.inpe.br

RESUMO: Este estudo verifica a presença de duas bandas de precipitação convectiva, uma mais ao norte associada à Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) e a outra mais ao sul, no Oceano Atlântico a partir de simulações sazonais com o modelo de circulação geral oceano-atmosfera (MCGOA) e modelo de circulação geral atmosférico (MCGA) do INPE e com o modelo Eta aninhado à estes dois modelos globais no verão austral de 2007. A precipitação e temperatura da superfície do mar (TSM) são comparadas com quatro bóias PIRATA distribuídas na região da ZCIT. Os resultados indicaram que os dois modelos globais produziram as duas bandas de precipitação convectiva na ZCIT, com maior intensidade no MCGA. Este resultado sugere que o problema da formação da ZCIT em bandas duplas seja mesmo causado pela componente atmosférica do MCGOA, como indicam alguns autores. O Eta aninhado aos dois modelos globais produziram um padrão de ZCIT mais próximo à observação. A partir de comparações nos campos de precipitação e (TSM), sugere-se que a precipitação dos modelos globais seja mais dependente da TSM do que no Eta. Em geral, os valores de TSM prevista e persistida (usada no MCGA) seguiram a mesma tendência dos valores medidos pelas bóias, ao contrário da precipitação.

ABSTRACT: This study verifies the presence of two bands of convective precipitation, one more to the north associated with the intertropical convergence zone (ITCZ) and the other further south over Atlantic Ocean from austral summer seasonal simulations of the coupled general circulation model (CGCM) and atmospheric general circulation model (AGCM) from INPE and Eta model nested in two global models in 2007. The precipitation and sea surface temperature (SST) are compared with four PIRATA buoys distributed in the region of ZCIT. The results indicated that the two global models produced the two bands of convective precipitation in ZCIT, with more intensity in MCGA. This suggests that the problem of formation of ZCIT in double bands is caused by atmospheric component of CGCMs, as some authors suggest. The Eta nested in the two global models produced a pattern closer to the observation. From comparisons in the fields of precipitation and SST, it is suggested that the precipitation in global models is more dependent on the SST than in Eta. In general, the values of forecasted and persisted SST followed the same trend of the values measured by buoys, in contrast to the precipitation.

Palavras-Chave: Zona de Convergência do Atlântico Sul, Modelagem Global e Modelagem Regional

1 INTRODUÇÃO

Os padrões da circulação de grande escala são simulados com certa acurácia pelos Modelos de Circulação Geral da Atmosfera (MCGAs). Entretanto estes ainda

apresentam erros sistemáticos significativos, principalmente os modelos de circulação geral acoplados oceano-atmosfera (MCGOAs). Como exemplo, a reprodução da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) em bandas duplas é um problema persistente na maioria dos MCGOAs. De acordo com Schneider (2002), este problema é causado principalmente pela componente atmosférica dos MCGOAs. Alguns estudos mostraram que modificações nos MCGAs, tais como na resolução horizontal e vertical (Mechoso, 2006), no esquema de convecção (Frey et al., 1997; Zhang e Wang, 2006), na formulação da tensão de cisalhamento do vento à superfície (Luo et al., 2005), podem diminuir estes erros.

Os objetivos deste trabalho são verificar a presença de duas bandas convectivas no Oceano Atlântico nas simulações dos MCGOA (Nobre et al., 2009) e MCGA do INPE (Cavalcanti et al., 2002) e do modelo regional Eta (Mesinger et al., 1988 e Chou et al., 2005) aninhado aos referidos modelos globais, em integrações sazonais de verão austral e comparar os valores de precipitação e temperatura da superfície do mar (TSM) com quatro bóias PIRATA distribuídas na região da ZCIT.

2 METODOLOGIA

Foram realizadas integrações por conjunto de 3 membros com o MCGOA, MCGA e modelo Eta aninhado à estes dois modelos globais. As integrações foram divididas em quatro experimentos, como mostrado na Tabela 2.1.

Tabela 1: Descrição das integrações.

Experimento	Modelo	CC*	TSM
1	MCGA	-	OI*/NOAA persistida de Nov.
2	MCGOA	-	MOM3
3	Eta	MCGA	OI/NOAA persistida de Nov.
4	Eta	MCGOA	MOM3

CC = Condição de contorno, OI=Optimum Interpolation, NOAA= National Oceanic and Atmospheric Administration

Em todos os experimentos foram utilizados como CIs as análises do National Center for Environment Predictions (NCEP), a técnica de aninhamento do modelo Eta

foi a “one-way” e o período de integração se estende de 16, 17 e 18 de novembro de 2006 (3 membros de “ensemble”) a 28 de fevereiro de 2007.

As variáveis dos modelos avaliadas foram precipitação e TSM. Para efeito de comparação, utilizou-se a precipitação do CPC Merged Analysis of Precipitation (CMAP) fornecido pela *NOAA/OAR/ESRL PSD, Boulder, Colorado, USA, de seu Web site <http://www.cdc.noaa.gov/>*. A precipitação gerada pelos modelos e a TSM do Modular Ocean Model Version 3 (MOM3) e persistida da NOAA foram também comparadas com medidas de quatro bóias PIRATA localizadas na região de estudo e indicada na Figura 1.

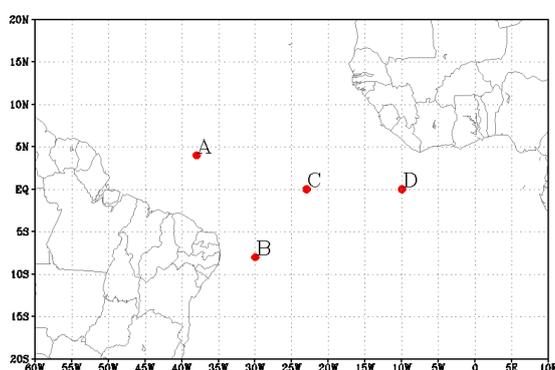


Figura 1 – Os pontos vermelhos A,B,C e D representam a localização das bóias em $4^{\circ}\text{N}38^{\circ}\text{W}$, $8^{\circ}\text{S}30^{\circ}\text{W}$, $0^{\circ}\text{N}23^{\circ}\text{W}$ e $0^{\circ}\text{N}10^{\circ}\text{W}$, respectivamente.

3 RESULTADOS

De acordo com as Figuras 2(a) e (b) pode-se notar a existência de um padrão contendo duas bandas de precipitação convectiva, com núcleos de maior intensidade no MCGA do que no MCGOA. Nesta região a TSM que foi usada no MCGA é maior que a TSM usada no MCGOA (Fig.2e), havendo uma associação direta entre a precipitação e a TSM. O modelo acoplado e o atmosférico apresentam redução (aumento) de chuva principalmente onde as TSMs apresentam diferenças negativas (positivas) (Fig.2e), portanto mais frias (quentes), o que reforça a idéia de haver uma associação direta entre a precipitação e a TSM.

Comparando as Figuras 2(c) e (d) nota-se que o modelo Eta aninhado aos dois modelos globais reproduz um padrão de precipitação mais próximo do padrão observado (Fig.2(f)). O Eta aninhado ao MCGOA chega a produzir dois núcleos de precipitação, embora seja menos significativo comparado aos núcleos gerados pelos

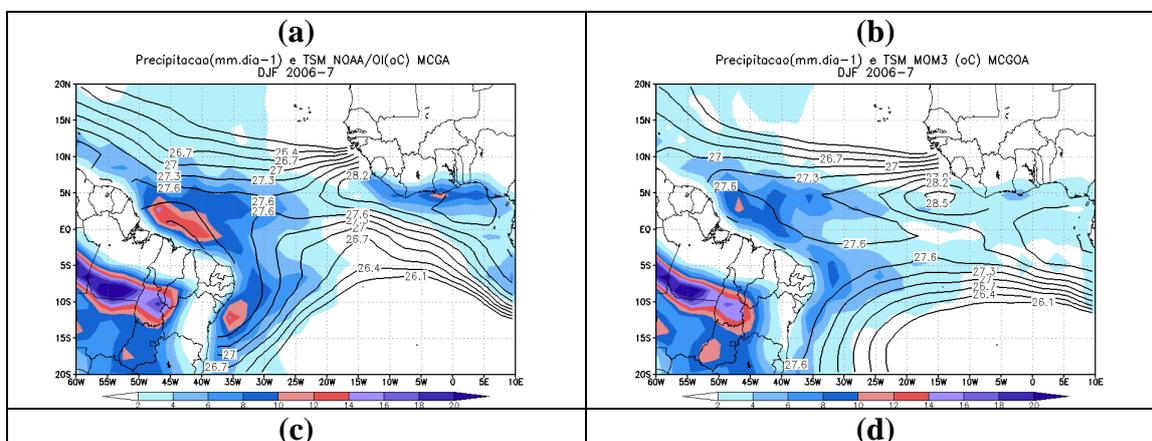
modelos globais. É importante ressaltar que a precipitação gerada pelo modelo Eta parece não ser tão dependente da TSM quanto os modelos globais.

A TSM prevista pelo MOM3 é subestimada em média 0.2°C nos três meses avaliados (DJF), em relação à bóia PIRATA localizada no ponto A. A TSM OI da NOAA apresenta valores próximos da TSM medida pela bóia, exceto no mês de fevereiro em que a TSM OI está em torno de 0.2°C mais fria. A precipitação na maioria das bóias apresenta uma tendência diferente de todos os modelos e observação do CMAP em todos os meses. Em fevereiro, a precipitação do MCGA e do Eta+MCGOA estão mais próximas da precipitação da bóia.

A TSM OI da NOAA apresenta valores menores (no máximo em torno de 0.3°C) que a TSM medida na bóia B, em todos os meses. A TSM prevista também apresenta valores menores (no máximo em torno de 0.6°C) que a TSM da bóia, exceto em fevereiro onde estão praticamente iguais. A precipitação nesta bóia e na bóia C apresentam valores menores que a precipitação prevista nos quatro modelos e da CMAP.

Na bóia C, a TSM está muito próxima da TSM OI em dezembro e nos outros meses está com valores maiores. Já a TSM prevista é maior que a TSM da bóia ($\sim 0.2^{\circ}\text{C}$) em dezembro e menor (valor máximo em torno de 0.4°C) nos outros meses.

A TSM prevista concorda melhor com a TSM da bóia em D no mês de dezembro e apresenta valores maiores ($\sim 1.0^{\circ}\text{C}$) nos outros meses. A TSM persistida é superestimada ($\sim 0.3^{\circ}\text{C}$) em relação à TSM da bóia em todos os meses. A precipitação de ambos os modelos globais concordam mais com a precipitação do CMAP. A precipitação da bóia apresenta uma tendência mais próxima do Eta+MCGA, nos meses de janeiro e fevereiro. O modelo Eta+MCGOA atingiu o valor mais próximo ($\sim 0.5 \text{ mm.dia}^{-1}$) da bóia, que foi em janeiro.



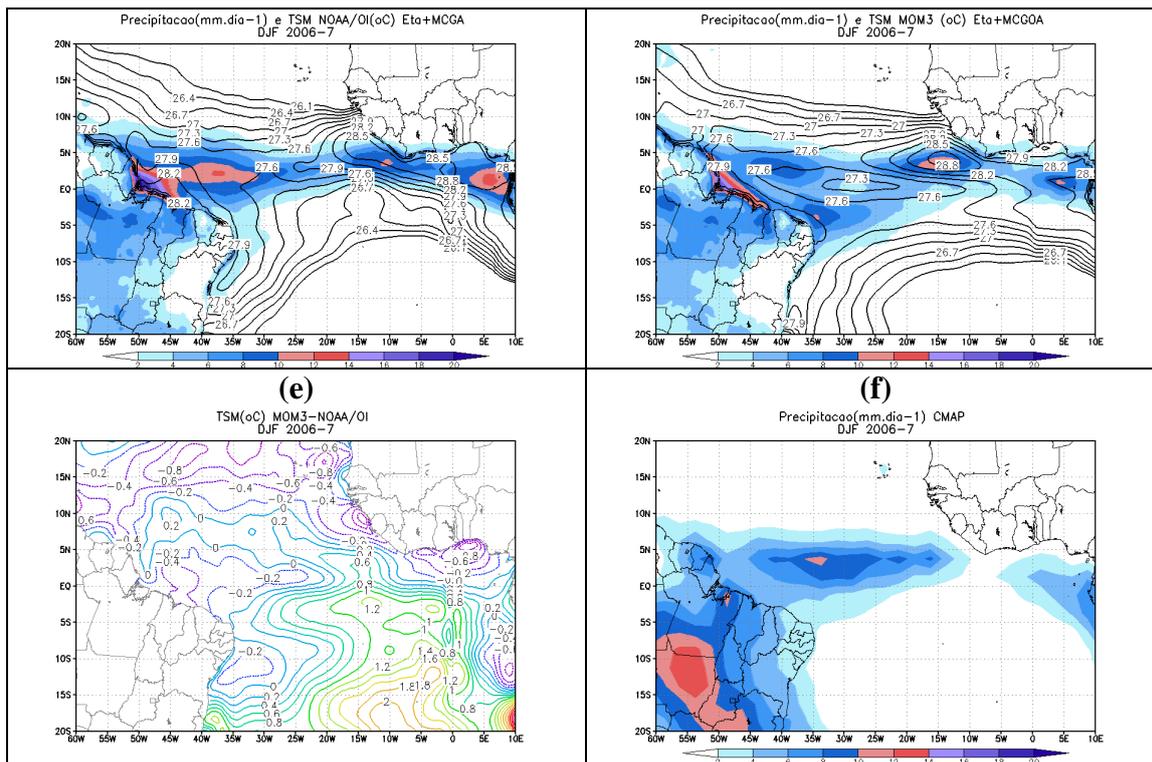


Figura 2 – Média dos 3 membros de ensemble para DJF, da precipitação (sombreado) e TSM (contorno) do MCGA (a), MCGOA (b), Eta aninhado ao MCGA (Eta+MCGA;c) e Eta aninhado ao MCGOA (Eta+MCGOA;d). (e) representa a diferença entre a TSM do MCGA e a TSM persistida OI da NOAA. (f) é a precipitação do CMAP para DJF.

4 CONCLUSÕES

Ambos os modelos globais produzem as duas bandas de precipitação convectiva, sendo que a precipitação nos núcleos da ZCIT é mais intensa no MCGA. Com este resultado, sugere-se que o problema da produção da ZCIT em bandas duplas seja causado pela componente atmosférica dos MCGOAs como discutido por Schneider (2002). O modelo Eta aninhado aos dois modelos globais não produz um padrão claro da ZCIT em bandas duplas de precipitação, embora o Eta aninhado ao MCGOA chega a gerar dois núcleos de precipitação inter-hemisférico na ZCIT, mas de fraca distribuição espacial se comparado aos modelos globais.

Com base no campo de diferença entre a TSM prevista e persistida e sabendo que a TSM usada no MCGOA e no Eta+MCGOA é a mesma, assim como no MCGA e Eta+MCGA. Sugere-se que nos modelos globais a precipitação é mais dependente da TSM do que no modelo Eta. Isto pode estar associado ao fato dos modelos globais utilizados não representarem a camada limite superficial em seu esquema de superfície, e ao esquema de convecção que nos modelos globais (RAS) devem ser mais sensíveis à

TSM do que no esquema utilizado pelo Eta (Betts-Miller).

Em geral, as TSMs previstas pelo MOM3 e observada da NOAA seguiram a mesma tendência das TSMs medidas nas quatro bóias PIRATA, e como já era esperado as TSMs da NOAA concordam melhor com as TSMs medidas pelas bóias. Em geral, a precipitação dos quatros modelos e da CMAP não seguiram a tendência da precipitação medida pelas bóias.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CAVALCANTI, I. F. A., et al. Global climatological features in a simulation using the CPTEC-COLA AGCM, *Journal of Climate*, 15, 21, 2965–2988, 2002.

CHOU, S. C., et al. Evaluation of Eta Model seasonal precipitation forecasts over South America. *Nonlinear Processes in Geophysics*, 12, 537–555, 2005.

FREY, H.; LATIF, M.; STOCKDALE, T. The coupled GCM ECHO-2. Part I: The tropical Pacific. *Monthly Weather Review*, 125, 703–720, 1997.

LIN, J.-L. The Double-ITCZ Problem in IPCC AR4 Coupled GCMs: Ocean–Atmosphere Feedback Analysis. *Journal of Climate*, 20, 4497–4525, 2007.

LUO, J. J., et al. Reducing climatology bias in an ocean–atmosphere CGCM with improved coupling physics. *Journal of Climate*, 18, 2344–2360, 2005.

MESINGER, F. et al. The step-mountain coordinate: model description and performance for cases of alpine lee cyclogenesis and for a case of an Appalachian redevelopment. *Monthly Weather Review*, 116, 1493–1518, 1988.

NOBRE, P., et al. Amazon deforestation and climate change in a coupled model simulation. *Journal of Climate*, DOI: 10.1175/2009JCLI2757.1, 2009.

SCHNEIDER, E. K. Understanding differences between the equatorial Pacific as simulated by two coupled GCMs. *Journal of Climate*, 15, 449–469, 2002.

XIE, P.; ARKIN, P. A. Global precipitation: A 17-year monthly analysis based on gauge observations, satellite estimates, and numerical model outputs. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 78, 2539 – 2558, 1997.

ZHANG, G. J.; WANG, H. Toward mitigating the double ITCZ problem in NCAR CCSM3. *Geophysical Research Letters*, v. 33, L06709, 2006.