

INFLUÊNCIA DA PARAMETRIZAÇÃO DE CUMULUS E DO ACOPLAMENTO OCEANO-ATMOSFERA NA SIMULAÇÃO DO CLIMA DA AMÉRICA DO SUL DURANTE O VERÃO 2004/2005

Tatiana Jorgetti¹, Pedro Leite da Silva Dias², Paulo Nobre³ e Marta Malagutti⁴

RESUMO

O modelo atmosférico e o acoplado oceano/atmosfera usados na previsão climática sazonal do CPTEC diferem, além do acoplamento com o oceano, pelo tipo de parametrização de cumulus (Kuo/RAS, respectivamente). Neste trabalho descrevem-se alguns resultados que permitem avaliar o impacto relativo da parametrização e do acoplamento, baseados em integrações do verão austral 2004/05 na América do Sul. Mostra-se que a parametrização de cumulus tem efeito mais significativo que o acoplamento com o oceano, sobretudo na região tropical. A não linearidade associada à interação entre o efeito da parametrização e acoplamento também é significativa.

ABSTRACT

A numerical experiment was carried out with the atmospheric and coupled atmosphere-ocean general circulation models of CPTEC/INPE during the austral summer 2004/2005 in order to investigate the relative role of the atmosphere ocean coupling and the role of the cumulus parameterization that is not the same in the two models (Kuo and RAS, respectively) in the patterns of precipitation and circulation on the South America. The effect of the cumulus parameterization is more significant than the coupling, with larger impacts in the tropical region. The interaction between the two factors (cumulus and ocean/atmosphere coupling) indicates the importance of the non-linear effect in this combination.

Palavras -chave: parametrização de cumulus, acoplamento, verão austral

INTRODUÇÃO

A previsão sazonal no CPTEC é tradicionalmente realizada com um modelo atmosférico com a parametrização de cumulus do tipo Kuo (Kuo, 1974). Mais recentemente, introduziu-se um modelo experimental de previsão climática que consiste no mesmo modelo atmosférico, porém com duas diferenças importantes (a) é acoplado com um modelo oceânico (MOM – Rosati e Miyakoda,

1 Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas/Universidade de São Paulo, tatiana@master.iag.usp.br

2 Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas/Universidade de São Paulo, pldsdias@master.iag.usp.br

3 Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos/Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, pnobre@cptec.inpe.br

4 Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos/Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, marta@cptec.inpe.br

1988) e usa a parametrização de cumulus do tipo “Relaxed Arakawa_-Schubert” - RAS (Arakawa e Schubert Relaxado, Moorthi e Suarez, 1992). Neste trabalho explora-se o impacto do acoplamento e da parametrização de cumulus nas previsões da estação chuvosa do verão de 2004/05 sobre o Brasil.

METODOLOGIA

Neste trabalho foram utilizados o modelo de circulação geral atmosférico (MCGAt) e o modelo de circulação geral acoplado oceano-atmosfera (MCGAc) do CPTEC/INPE. A componente atmosférica é o modelo CPTEC/COLA no modo clima, com em resolução espectral T62 (resolução de aproximadamente 200km) e 28 níveis na vertical. Uma descrição detalhada deste modelo e dos processos físicos parametrizados é encontrada em Bonatti (1996), Kinter et al. (1997) e Cavalcanti et al. (2002). O modelo oceânico utilizado no acoplamento é o MOM3 (Modular Ocean Model) desenvolvido no Geophysical Fluid Dynamics Laboratory (GFDL). Este modelo é uma representação em diferenças finitas das equações primitivas que governam a circulação de grande escala do oceano, considerando-se as aproximações de Boussinesq e hidrostática (Rosati e Miyakoda, 1988).

O modelo foi integrado com dez condições iniciais (16-25/11 de 2004), resultando em dez conjuntos de médias mensais. Foram realizadas 4 simulações (ensaios) que tiveram como diferencial a parametrização de cumulus e o acoplamento. As análises foram realizadas através do método de separação de fatores (Stein e Alpert, 1993) também conhecido por planejamento fatorial (Barros Neto et al. 1995). Este método permite obter a contribuição individual de cada um dos parâmetros envolvidos na previsão de um campo meteorológico. Na presente análise, dois parâmetros são variados, sendo necessário 4 ensaios para a identificação da contribuição de cada um deles (o número de ensaios é igual a 2^n , sendo n o número de fatores envolvidos). A Tabela 1 mostra os ensaios realizados.

Tabela 1 -Ensaio realizados para verificar o efeito do acoplamento e da parametrização de cumulus na Precipitação da América do Sul.

Ensaio	Parametrização de cumulus	Acoplamento	Precipitação Prevista
1	Kuo (-)	MGCAAt (-)	P_1
2	RAS (+)	MGCAAt (-)	P_2
3	Kuo (-)	MGCAC (+)	P_3
4	RAS (+)	MGCAC (+)	P_4

Segundo Barros Neto et al. (1995), os efeitos da parametrização de cumulus, do acoplamento e da interação entre os dois parâmetros sobre o campo de precipitação previsto são dados por:

$$cúmulos = 1/2 [P_2 - P_1 \quad P_4 - P_3] \quad (1)$$

$$modelo = 1/2 [P_3 + P_4 - P_1 + P_2] \quad (2)$$

$$pcmod = 1/2 [P_1 + P_4 - P_2 + P_3] \quad (3)$$

O método de separação de fatores foi aplicado também aos campos de pressão no nível do mar, vento em 850 hPa e vento em 200 hPa.

RESULTADOS

O efeito de cada um dos fatores e da interação entre eles no campo de precipitação pode ser observado na Figura 1. O efeito da parametrização de cumulus é similar nos 3 meses analisados, apenas passando por uma intensificação ao longo do tempo. Este padrão reflete a redução da precipitação na região tropical em áreas mais próximas à costa e aumento na região central da Amazônia. Com relação à Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) verifica-se uma redução na precipitação, principalmente na Bahia e Minas Gerais. O efeito da modelagem acoplada pode ser observado em uma área mais restrita, estando principalmente associado à redução da precipitação na ZCIT e um ligeiro aumento da precipitação no Atlântico SW. Considerando a interação entre o efeito da parametrização de cumulus e do acoplamento oceano-atmosfera nos 3 meses é verificada uma redução da precipitação no norte do Amazonas e Colômbia. Sobre a região de influência da ZCAS nota-se um pequeno aumento da precipitação em dezembro, que é mantido apenas na porção marítima em janeiro, quando é observada uma redução da precipitação na porção continental da ZCAS. Em fevereiro esta parte da ZCAS volta a apresentar um ligeiro aumento da precipitação e a porção oceânica torna-se ainda mais ativa. Além disso, pode ser observada uma redução da precipitação no Atlântico tropical, que aumenta de magnitude ao longo do tempo e atinge a costa do NE Brasileiro em fevereiro. Os campos de vento em 850 e 200 hPa também apresentam efeitos mais significativos associados ao esquema de cumulus e mostram-se coerentes com o padrão de precipitação obtido. No vento em 850 hPa o efeito da parametrização de cumulus em dezembro aparece na forma de um enfraquecimento do escoamento de leste próximo à costa do N e NE do Brasil e do fluxo de norte na região central e da Alta Subtropical do Atlântico Sul (ASAS). Em janeiro a principal característica causada pela mudança na parametrização de cumulus foi uma forte convergência na porção oeste da Amazônia. O enfraquecimento da ASAS persiste, porém em menor magnitude. Em fevereiro, além da convergência na Amazônia, outras importantes alterações ocorrem entre 10-20°S, onde observa-se um forte escoamento de leste sobre o continente, e na região subtropical, onde é evidente a circulação ciclônica com centro sobre São Paulo. O efeito devido ao acoplamento apresentou-se na forma de um enfraquecimento dos alísios e da ASAS. O efeito da interação entre os dois parâmetros apresentou-se pouco significativo em dezembro. Observa-se em janeiro que o escoamento de leste entre 10-20°S na região central do continente é o efeito mais marcante. Finalmente no mês de fevereiro fica evidente uma região de convergência em baixos níveis na porção oeste da Amazônia e sobre Minas Gerais além do enfraquecimento da

ASAS.

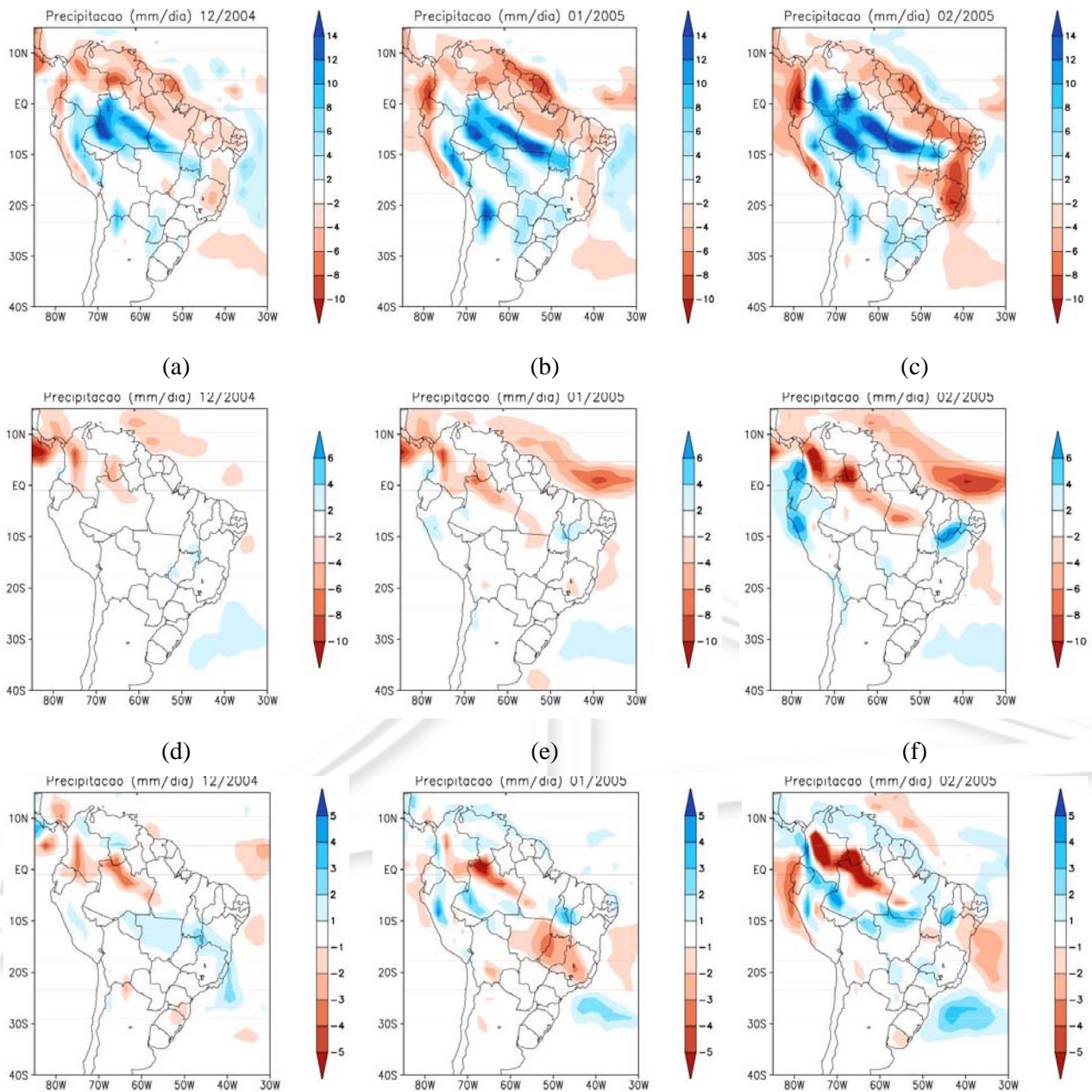


Figura 1 - Termos das Equações 1,2 e 3 ilustrando os efeitos principais da parametrização de cumulus (*a, b, c*), da modelagem acoplada (*d, e, f*) e da interação entre esses efeitos (*g, h, i*) sobre a precipitação prevista para 12/2004, 01/2005 e 02/2005.

O efeito parametrização de cumulus em 200 hPa provocou, em dezembro, o fortalecimento do escoamento de oeste entre 10-30°S e forte convergência no Atlântico equatorial o que deve induzir o aumento da subsidência nesta região. Em janeiro a alteração do vento é caracterizada pelo fortalecimento do escoamento de oeste na região subtropical, aumento da convergência no Atlântico equatorial e fortalecimento da circulação associada à Alta da Bolívia. O fortalecimento do escoamento de oeste é mantido em fevereiro, entretanto a convergência no Atlântico é deslocada para sul. Além disso foi observado que a circulação ciclônica sobre o NE do Brasil e circulação anticiclônica ao sul, com centro sobre os estados de São Paulo e Paraná ficam mais intensas. O

efeito causado pelo acoplamento é mais significativo na região tropical norte, onde verifica-se a intensificação do fluxo de oeste, e em menor magnitude o escoamento de leste no Atlântico tropical sul. A interação entre os dois fatores em dezembro, provoca uma circulação ciclônica sobre o Atlântico SW e escoamento de oeste na região tropical norte, que é mantida em janeiro. Outra característica observada para este mês foi o anticiclone com centro sobre os estados de São Paulo e Paraná. No mês de fevereiro nota-se divergência sobre região Amazônica e convergência sobre o sul do Brasil.

CONCLUSÕES

No caso analisado verificou-se que mudanças na parametrização de cumulus têm conseqüências mais significativas do que o acoplamento oceano-atmosfera e em ambos os casos os principais efeitos ocorrem na região tropical. Entretanto, apesar do acoplamento não apresentar mudanças significativas na região de influência da ZCAS, quando os dois parâmetros interagem, os efeitos não são apenas os observados com a mudança do esquema de cumulus, o que indica a importância da interação não linear entre esses fatores.

AGRADECIMENTO

Ao CPTEC/INPE pelo suporte no desenvolvimento deste trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARROS NETO, B., SACARMINIO, I.S. AND BRUNS, R.E. } **Planejamento e Otimização de Experimentos**. Editora da Unicamp, Campinas, 1995, 277p.
- BONATTI, J. P. Modelo de circulação geral atmosférico do CPTEC. **Climanálise Especial** (comemorativo de 10 anos), 5pp, 1996. Disponível em:
<<http://atiaia/products/climanalise/cliesp10a/bonatti.html>>.
- CAVALCANTI, I.; ET AL. Global Climatological Features in a Simulation Using the CPTEC-COLA AGCM. **Journal of Climate**, v. 15, n. 21, p. 2965-2988, 2002.
- KINTER, J. L.; DEWITT, D.; DIRMEYER, P.; FENESEY, M.; KIRTMAN, B.; MARXS, L.; SCHNEIDER, E.; SHUKLA, J. S.; STRAUS, D. The COLA Atmosphere-Biosphere General Circulation Model, volume: 1 Formulation. COLAR 51, 46pp., 1997.
- KUO, H. L. Further studies of parameterization of the influence of cumulus convection on large scale flow. **J. Atmos. Sci.**, v. 31, p. 1232-1240, 1974.
- MOORTHI, S.; SUAREZ, M. J. Relaxed Arakawa-Schubert: A parameterization of moist convection for general circulation models. **Mon. Wea. Rev.**, v. 120. p. 978-1002.
- ROSATI, A.; MIYAKODA, K. A. A General Circulation Model for Upper Ocean Simulation. **Journal of Physical Oceanography**, v. 18, p. 1601-1626, 1988.
- STEIN, U.; ALPERT, P. Factor Separation in Numerical Simulations. **Journal of the Atmospheric Sciences**, v. 50, n. 14, p. 2107-2115, 1993.