EXPERIMENTOS CLIMÁTICOS REGIONAIS USANDO A TÉCNICA DE PREVISÃO POR CONJUNTO

Julio Pablo Reyes Fernández, Sérgio Henrique Franchito e Vadlamudi Brahmananda Rao

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - LMO/CPTEC - INPE
CP 515, 12201-970, São José dos Campos, SP
e-mail: pablo@cptec.inpe.br

ABSTRACT

Ensemble simulations with the Regional Climate Model (RegCM2) were perfomated using different convection scheme and microphysics formulations. The member ensembles were realized on South America for january of 1997 (wet), based in monthly precipitation anomalies over the Amazonian Basin as determinated from Global Precipitation Climatology Project (GPCP) data. As expected the ensemble results improvement the individual members perfomance. The upper level circulation is well simulated. However, the simulated precipitation is overestimated, mainly in the central region of South America, ZCAS, ITCZ and near the Andes.

INTRODUÇÃO

Nos modelos regionais de tempo a incerteza inerente na condição inicial é a que determina a variabilidade das características atmosféricas previstas. Uma forma de diminuir esta incerteza é usando um conjunto de varias integrações, nas quais a condição inicial é ligeiramente modificada, onde a média deste aproxima-se mais à real condição atmosférica numa dada situação. Entretanto, nos modelos regionais climáticos a previsão é determinada pelas condições de fronteira bem como os processos físicos são representados (Peagle et al., 1997). Experimentos utilizando a técnica de previsão por conjuntos, mudando parâmetros dos esquemas de parametrização ou eles próprios, foram realizados com o intuito de minimizar as incertezas devidas às suposições e limitações particulares destes (Yang e Arritt, 2001).

Neste contexto o modelo regional climático RegCM2 do NCAR (Giorgi et al., 1993a,b) implantado no CPTEC (Fernandez et al., 2000), para estudos do clima regional, pode ser utilizado neste tipo de experimentos devido a possuir vários esquemas para resolver a convecção, microfísica, processos de superfície, camada limite e radiação (Shields et at., 1994; Bi, 1999). Será dada maior atenção a convecção e microfísica por sua associação direta com a simulação da precipitação, não deixando de ressaltar a importância dos outros processos físicos.

Como opcões para resolver os processos convectivos o RegCM2 considera as parametrizações: a) **Anthes-Kuo** (ou de ajustamento), utilizado por Anthes et al. (1987) e modificado por Giorgi et al. (1993a), a qual é um tipo de parametrização Kuo, baseada na convergência de umidade integrada na vertical e a atmosfera ser convectivamente instável; b) **Grell** (ou de fluxo de massa), refere-se a um esquema de Arakawa-Schubert modificado, baseado no índice de desestabilização de uma só nuvem com fluxo ascendente e descendente e no aquecimento e umedecimento do perfil de temperatura e umidade (Grell, 1993). Entretanto, os processos não convectivos de precipitação (microfísica) são considerados utilizando: a) um esquema explícito de umidade o qual inclui duas equações prognósticas: uma de água liquida da nuvem e a outra de água liquida da chuva (Hsie et al., 1984); e b) um esquema implícito que tem só a equação prognóstica de água liquida da nuvem e outra diagnóstica para água liquida da chuva, o qual foi desenvolvido a fim de tornar mais rápida a integração temporal, em aproximadamente 30% (Giorgi e Shields, 1999).

Neste estudo é realizado um conjunto de simulações utilizando as diferentes parametrizações de convecção cumulus e microfísica disponíveis no RegCM2, com o objetivo de diminuir os erros na média respeito às observações e também, facilitar a identificação dos esquemas ou parâmetros mais apropriados do modelo sobre uma determinada região, no presente caso sobre América do Sul. Esta adaptação e/ou validação do RegCM2 permitirá seu posterior uso em simulações climáticas regionais mais acuradas sobre a região.

METODOLOGIA

O dominio do modelo, para a realização dos diferentes experimentos climáticos, corresponde à região compreendida entre 100W a 30W de longitude e entre 45S a 15N de latitude, centrada em 15S e 65W. A resolução espacial é de 180km, com dimensões da grade de 65x40 com 14 níveis na vertical e utiliza-se a projeção mercator. As condições iniciais e de fronteira (atualizada cada 6 horas) e a da temperatura da superfície do mar foram obtidas da reanálise do NCEP/NCAR (Kalnay et al., 1996) e das média mensais de Reynolds e Smith (1995), respectivamente.

Experimentos	Convecção	Microfísica
F1	KUO	EXPL.
F2	KUO	IMPL.
F3	GRELL	EXPL.
F4	GRELL	IMPL.
F5	GRELL-MM5	EXPL.
F6	GRELL-MM5	IMPL.

Tabela 1: Descrição dos experimentos com diferentes parametrizações.

Na tabela 1 se tem a descrição simplificada dos 6 experimentos realizados. A diferença entre GRELL e GRELL-MM5 reside no fato que no primeiro caso utiliza-se a formulação original de Grell (1993) e implementada no RegCM2, enquanto que a segunda sofreu modificações em alguns de seus parâmetros quando implementada no MM5. Em todos os experimentos a parametrização dos processos de superfície e de radiação é a mesma, BATS (Dickinson et al., 1993) e CCM3 (Kielh et al, 1996), respectivamente.

Os experimentos são realizados sobre a América do Sul para janeiro de 1997 (úmido na bacia amazônica), baseado nas anomalias de precipitação mensal calculados com os dados do Global Precipitation Climatology Project (GPCP); esta característica se torna adequada para se avaliar as simulações de precipitação do modelo.

As simulações se iniciaram as 00Z do 15 de dezembro de 1996 indo até as 00Z de 1 de fevereiro de 1997. Os primeiros 17 dias foram descartados para evitar problemas relativos ao "spin up". Logo após, foi feita uma média para se obter a média do modelo referente a janeiro de 1997 para cada experimento; finalmente a média dos experimentos foi comparada com as observações. Considera-se como observações os dados da reanálise NCEP/NCAR, no caso dos campos dinâmicos, e os produtos do GPCP (Huffmann et al., 1997) para a precipitação. Preliminarmente, as avaliações são feitas, comparando-se campos dinâmicos em altos e baixos níveis (200 e 850hPa) e a precipitação principalmente. A resolução dos dados da reanálise é de 2.5˚x2.5˚ e a do GPCP de 1.˚x1.˚.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1 é apresentada a média do conjunto de experimentos e as observações para janeiro de 1997. O modelo consegue reproduzir as principais características da circulação em altos níveis (Alta da Bolivia e o Cavado do Nordeste) quanto à posição; entretanto, a intensidade é menor que a dos dados da reanálise. Em baixos níveis é bem mais intensa a circulação, na Bolivia e norte da Argentina (jato de baixos níveis), aparentemente associada à precipitação anômala sobre os Andes dessa região. Também, no norte do Perú uma circulação perpendicular ao litoral (não observado na reanálise) impede o ingresso de umidade proveniente da floresta tropical, o que provoca a ausência de precipitação sobre esta região. O máximo de precipitação sobre o continente está deslocado mais ao sudoeste da sua posição observada. Entretanto, a posição da zona de convergência intertropical (ZCIT) é bem simulada como também à Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), porém super-estimando seus valores.

Em todos os experimentos simulados, com exceção do F1, conseguiu-se reproduzir o padrão da circulação em altos

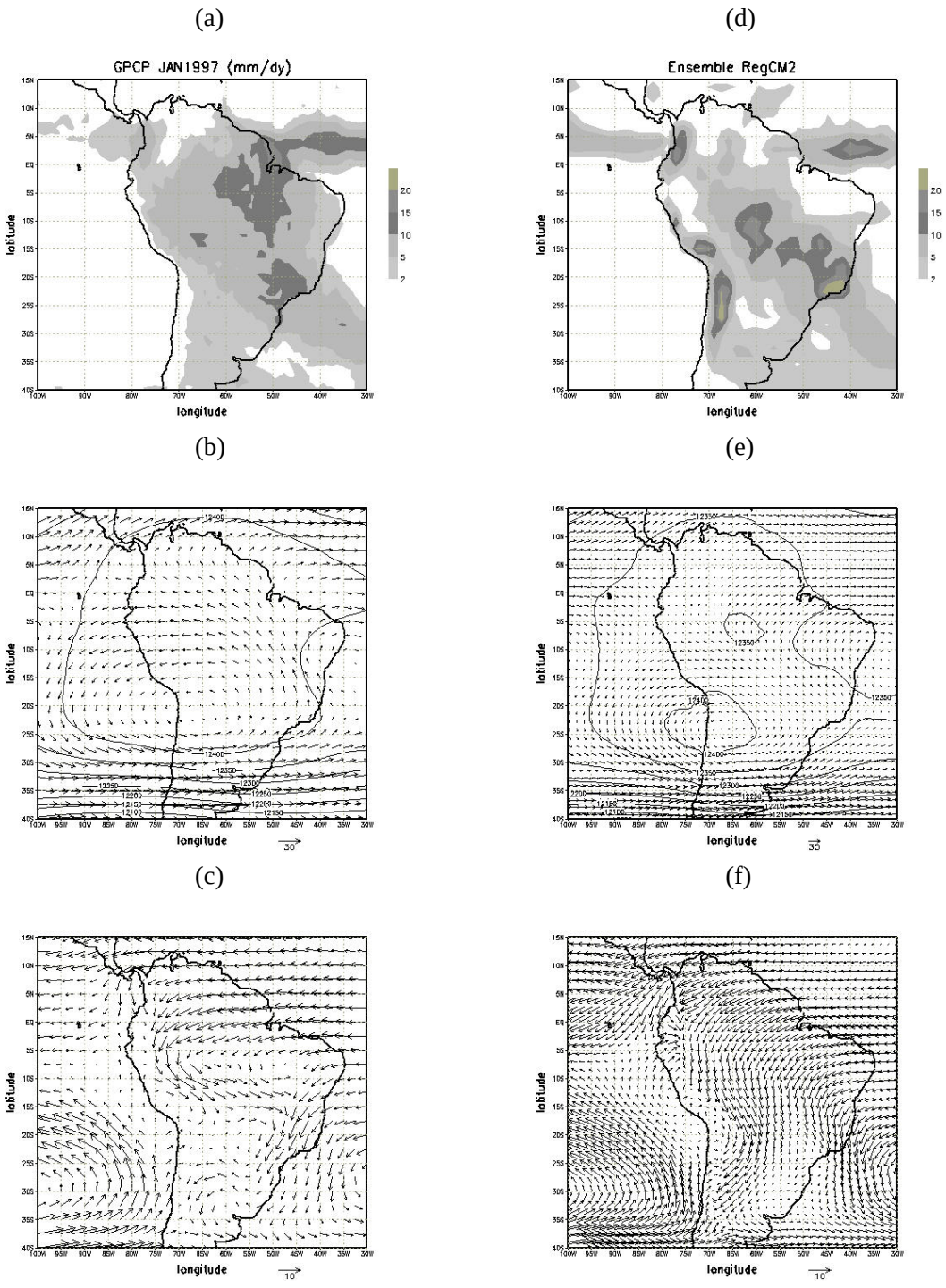

Figura 1: Campos médios de precipitação (mm dia^{-1}) e circulação em altos e baixos níveis (m s^{-1}), para a observação: a), b) e c); e para o conjunto: d), e) e f).

níveis. No caso do experimento F1 a combinação de convecção Kuo e microfísica explícita não consegue simular a distribuição de precipitação sobre o continente em comparação aos outros experimentos (figuras não mostradas). Entretanto, tanto em altos como em baixos níveis circulações mais fortes foram encontradas nos experimentos que usam microfísica implícita (F2, F4 e F6). Isto é refletido no conjunto como foi visto na Figura 1.

Estes resultados referentes à microfísica devem ser mais explorados, para se determinar a origem destas diferenças. Uma possível explicação seria que os parâmetros dos esquemas de convecção utilizados neste trabalho foram estabelecidos ou ajustados à microfísica implícita, o que poderia explicar porque em todos os experimentos onde ela foi utilizada se encontrou uma melhor distribuição espacial da precipitação, independente do tipo de parametrização de convecção utilizada. Também, a baixa resolução utilizada podería haver contribuido nestes resultados e tornar prematura a conclusão de que a microfísica implícita é melhor em reproduzir a distribuição de precipitação.

CONCLUSÕES

Este trabalho apresenta os resultados de um conjunto de simulações sobre América do Sul, para janeiro de 1997, usando um modelo climático regional (RegCM2) em baixa resolução. Neles foram utilizadas as opções de parametrização de convecção e microfísica disponíveis no modelo.

A média do conjunto de simulações reproduz as características principais da circulação de altos e baixos níveis do mês de janeiro de 1997, com maiores intensidades na baixa troposfera e na distribuição de precipitação sobre a América do Sul e ZCIT. Porém, nas regiões norte do Brasil, Perú e Argentina teve uma sub-estimação da precipitação.

As diferenças encontradas entre as simulações e observações podem ser atribuidas as deficiências das parametrizações a resoluções muito menores para as quais foram desenhadas e/ou à escolha arbitrária dos parâmetros nelas atribuidas, no que diz respeito à convecção e a microfísica. As características destas parametrizações foram adequadas em regiões muito diferentes à da América do Sul, portanto, uma adaptação delas se faz necessária. Para isto, um conjunto com maior número de experimentos deve ser desenhado, considerando primeiro um aumento na resolução da grade e segundo que se tomem em conta variações razoáveis nos parâmetros nelas contidas.

AGRADECIMENTOS

O primeiro autor realiza este trabalho com o suporte da FAPESP (processo 98/16035-6).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Anthes, R.A.; Hsie,E.Y.; Kuo,Y.H. Description of the Penn State/NCAR Mesoscale Model version 4 (MM4). NCAR, Technical Note, NCAR/TN-282+STR, Boulder, CO, May, 66p. 1987.

Bi, X. RegCM: Tutorial Class Notes. Physical of Weather and Climate. International Center for Theorical Physical (PWC/ICTP). Trieste, Italy. 1999.

Dickinson, R.E.; Henderson-Sellers, A.; Kennedy, P.J. and Giorgi, F. Biosphere-Atmosphere Transfer scheme, version 1e as coupled to the NCAR Community Climate Model, NCAR Technical Note, NCAR/TN-387+STR, 72pp. 1993.

Fernandez, J.P.R.; Moraes, E.C.; S.H. Franchito and V.B. Rao. Estudo climático preliminar sobre a América do Sul em escala regional usando o RegCM2. XI Congresso Brasileiro de Meteorologia. Rio de Janeiro. 2000.

Giorgi, F.; Marinucci, M.R.; Bates, G.T. Development of a second-generation regional climate model (RegCM2). Part I: Boundary-layer and radiative transfer process. *Mon.Wea.Rev.*, 121: 2794-2813. 1993a.

Giorgi, F.; Marinucci, M.R.; Bates, G.T.; DeCanio, G. Development of a second-generation regional climate model

(RegCM2). Part II: Convective process and assimilation of lateral boundary conditions. *Mon.Wea.Rev.*, 121: 2814-2832. 1993b.

Giorgi, F. and L.O. Mearns. Introduction to special section: Regional climate modeling revisited. *J.Geophys.Res.*, 104(D6): 6335-6352, 1999.

Giorgi, F. and C. Shields. Tests of precipitation pararametrizations available in latest version of NCAR regional climate model (RegCM) over continental United States. *J.Geophys.Res.*, 104(D6): 6353-6375, 1999.

Grell, G. Prognostic evaluation of assumptions used by cumulus parameterizations. *Mon. Wea. Rev.*, 121: 764-787. 1993.

Hsie, E.Y.; R.A. Anthes; D. Keyser. Numerical simulation of frontogenesis in a moist atmosphere. *J.Atmos.Sci.*, 41, 2581-2594, 1984.

Huffmann, G.J.; Adler, R.F.; Arkin, P.A.; Chang, A.; Gruber, A.; Janowiak, J.; McNab, A. Rudolf, B. and U. Schneider. The Global precipitation climatology project (GPCP) combined precipitation dataset. *Bull.Americ.Meteor.Soc.*, 78(1): 5-20. 1997.

Kalnay, E.; M. Kanamitsu; R. Kister; W. Collins; D.Deaven; L. Gandin; M. Iredell; S. Saha; G. White; J. Woollen; Y. Zhu; M. Chelliah; W. Ebisuzaki; W. Higgins; J. Janowiak; K. C. Mo; C. Ropelewski; J. Wang; A. Leetmaa; R. Reynolds; R. Jenne and D. Joseph. The NCEP/NCAR 40-year reanalysis project. *Bull.Amer.Meteor.Soc.* 77: 437-471, 1996.

Kielh, J.T.; Hack, J.J.; Bonan, G.B.; Boville, B.A.; Briegleb, B.P.; Williamson, D.L. and P.J. Rasch. Description of the NCAR Community Climate Model (CCM3), NCAR Tech. Note, NCAR/TN-420+STR. 152pp. 1996.

Peagle, J.; Q. Yang and M. Wang. Predictability in limited area and global models. *Meteoro.Atmos.Phys.*, 63: 53-69.

Reynolds, R.W. and T. Smith. A high-resolution global sea surface temperature climatology. *J.Climate.*, 8(6): 1571-1583, june 1995.

Shields, C.A.; D'Ambra, C. and S. Thompson. **RegCM2 User documentation** National Center for Atmospheric Research. Boulder. Colorado. 1994.

Yang, Z. and R. Arritt. Test of a perturbed ensemble approach for Regional Climate modeling. *J.Climate*, submetido. 2001.