

AVALIAÇÃO DO IMPACTO DA CAMADA LIMITE COM FECHAMENTO LOCAL E NÃO LOCAL SOBRE A SIMULAÇÃO DE UM CASO DE COMPLEXO CONVECTIVO DE MESOESCALA

Paulo Yoshio Kubota¹, Marcos J. Bottino¹, Dayana C. de Souza¹, Francisco Gomes¹, Tania Bustamante¹, Julio Pablo R. Fernandes¹, José Paulo Bonatti¹

¹Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, Cachoeira Paulista - SP, Bra. pkubota@cptec.inpe.br, bottino@cptec.inpe.br, castilhos@cptec.inpe.br, fgomes@cptec.inpe.br, tania@cptec.inpe.br, jpablo@cptec.inpe.br, bonatti@cptec.inpe.br

RESUMO: Com o propósito de melhorar o esquema de difusão vertical do MCGA/CPTEC foi implementado um esquema de fechamento não local desenvolvido por Boville (1992). Os resultados obtidos com este fechamento mostraram ser similares ou melhores ao esquema com fechamento local, para um caso do CCM ocorrido no dia 3 de dezembro de 2006. A intensidade do jato de baixos níveis simulada com o fechamento não local foi mais próxima ao da análise em relação ao simulado com o fechamento local. Observou-se que o esquema não local realiza a difusão de temperatura e umidade para níveis mais altos, propiciando um maior aquecimento diurno devido à redução de umidade em relação ao esquema local. Em ambos os esquemas, o campo de precipitação simulado não representou bem o campo observado, porém a intensidade da precipitação no esquema não local foi melhor simulada.

ABSTRACT: With the purpose of improving the scheme of vertical diffusion of MCGA/CPTEC was implemented a nonlocal closing scheme developed by Boville (1992). The results obtained with this closing scheme shown to be similar or better than the local closure scheme. In a case of Meso-scale Convective Complex occurred on December 03, 2006. The intensity of the low level jet simulated with the nonlocal closure was nearest of the analyses in relation local closing scheme. Can be noted that the nonlocal scheme makes diffusion of temperature and humidity to higher levels, providing a greater diurnal heating due to reduction of moisture in relation to the local scheme. In both schemes, the field of simulated precipitation was not represented in the field observed, but the intensity of rainfall in the nonlocal scheme was better simulated.

Palavras-Chave: CCM, MCGA/CPTEC, Fechamento local e não local.

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, vários avanços nos esquemas de parametrizações físicas, têm sido implementados nos modelos de circulação geral, devido às novas técnicas de parametrização e ao avanço computacional. A turbulência atmosférica, gerada através da interação dinâmica e termodinâmica do escoamento atmosférico com a superfície terrestre é complexa e geralmente sua parametrização sofre grandes aproximações sobre a sua teoria. A camada limite planetária, que incorpora a teoria da turbulência da atmosfera na formulação da difusividade vertical de grandezas físicas, está diretamente relacionada com o processo de convecção. Desta forma, o tipo de fechamento utilizado na sua formulação pode incorporar mais ou menos processos físicos. Os principais esquemas de fechamento para camada limite é o esquema local e o não local, descrito por diversos autores: (Mellor e Yamada 1982; Holtslag e Boville, 1992).

Dentre as parametrizações físicas existente no Modelo de Circulação Geral Atmosférico do Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos MCGA/CPTEC, o esquema de fechamento da camada limite implementado é o local, descrito por Mellor e Yamada (1982). Desta forma, a implementação de um esquema de fechamento não local é de fundamental importância, tanto para a previsão de tempo como para a previsão climática, pois estes diferentes esquemas influenciam de formas distintas os processos convectivos, como por exemplo, os casos de Complexos Convectivos de Mesoescala (CCM), Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), etc.

O aumento na resolução, leva a necessidade de calibração das parametrizações físicas à esta nova escala espacial. Assim sendo, este trabalho tem como objetivo avaliar o impacto da mudança da parametrização de camada limite com fechamento local para o fechamento não local no MCGA/CPTEC, com uma resolução de aproximadamente 60 km na tentativa de melhorar a simulação dos sistemas

convectivos como, por exemplo, um caso de Complexo Convectivo de Mesoescala (Silva Dias, 2006; Silva Dias, 2007).

2. METODOLOGIA

Neste trabalho foi estudado um caso de Complexo Convectivo Mesoescala formado entre o nordeste da Argentina e o Paraguai, no dia 3 de dezembro de 2006. As simulações foram feitas utilizando o Modelo de Circulação Geral Atmosférica do Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos MCGA/CPTEC maiores detalhes (Cavalcanti et al, 2002). Para a avaliação das simulações foram utilizadas as análises do *National Centers for Environmental Prediction* NCEP, a cada 6 horas. Os arquivos de temperatura de superfície do mar TSM, são arquivos de dados observados e interpolados no NCEP na grade global de 1 x 1 grau.

O modelo MCGA/CPTEC foi configurado seguindo o padrão de operação utilizado pelo CPTEC, onde as principais características são: Dinâmica Euleriana, Resolução T213L42 (resolução de 60 km e 42 níveis sigma), Grade Quadrática no espaço espectral e Grade Gaussiana Reduzida no espaço latitude-longitude. As parametrizações físicas utilizadas foram: Radiação de Onda curta Clirad (Tarasova, 2006), Radiação de onda Longa Harshvardhan, Convecção profunda Kuo (Kuo, 1965), Convecção Rasa Tiedke, Camada limite Mellor Yamada 2.0 (Local) (Mellor e Yamada, 1982) e B. Boville (Não Local) (Boville, 1992), Superfície SsiB (Xue, 1991)

Foram realizadas várias simulações com o MCGA/CPTEC, referentes aos dias 30 de novembro e 01 e 02 de dezembro de 2006, iniciando sempre para o horário das 00:00Z. A avaliação baseou-se nos campos, temperatura e umidade, simulados comparando-os às análises (A), para os prazos de previsão 24, 48 e 72 horas.

Para a avaliação de precipitação foram utilizados campos interpolados com totais diários, derivados de pluviômetros em superfície e complementados por estimativas do satélite TRMM (produto em implementação no CPTEC). Os totais diários de precipitação foram comparados com previsões de precipitação acumulada em 36, 60 e 84 horas, calculadas pela média dos horários 18, 00, 06 e 12 UTC. Na comparação a seguir, os campos “observados” foram interpolados linearmente para grade do modelo.

3. RESULTADOS

Observou que o jato de baixos níveis, que são responsáveis pelo transporte de umidade para a região da formação dos CCMs são mais intensos para os horários das 06z e 12z, referentes aos horários locais de 2 e 8 da manhã. Este comportamento está relacionado ao resfriamento radiativo que ocorre durante a noite, que gera um gradiente de temperatura próximo à superfície propiciando a intensificação do escoamento. Durante o dia, devido ao forte aquecimento da superfície, a camada próxima ao solo torna-se bem misturados devidos aos turbilhões, gerando uma camada de mistura que pode atingir 3 km. Esta camada de mistura geralmente enfraquece os jatos de baixos níveis.

Analisando a série temporal dos jatos obtidos das análises dos dias 2 e 3, Figura 1, observa-se que realmente há uma redução acentuada na intensidade dos jatos no período das 18z e 00z referentes aos horários locais de 14 e 18 horas do dia 2, mostrando que houve um forte aquecimento durante o dia. Em resposta ao forte aquecimento diurno do dia 2, o resfriamento noturno também é intenso, gerando um jato de baixos níveis bem intenso na madrugada do dia 3, que transporta muita umidade da região amazônica para a região centro sul da América do Sul. Observa-se também um escoamento no sentido contrário próximo a Cordilheira dos Andes, que evita o jato de baixo nível seja mais intenso.

Constatou-se na Figura 2, que nenhum dos fechamentos conseguiu simular a redução da intensidade do jato de baixo nível, como o observado na análise. Porém, o modelo com o fechamento não local apresentou uma melhor simulação para os três horários de previsão, com uma maior redução na intensidade do jato em relação ao fechamento local. Isto indica que o aquecimento da superfície no fechamento não local foi mais intenso, aproximando-se mais dos dados da análise.

Devido ao fato da intensidade do jato de baixos níveis serem superestimados em ambos os fechamentos, acredita-se que foi um dos fatores que deslocou o padrão de precipitação mais para sul.

A Figura 3 mostra um corte meridional de 10N a 60S das diferenças dos perfis (entre 1000 a 600 hPa) e previsão de 72 horas para os campos de umidade específica e temperatura para o fechamento local e não local e a análise. Na região onde ocorreu a formação do CCM, em ambos os fechamentos foram constatados uma concentração menor de umidade em baixos níveis em relação à análise, porém através do fechamento

não local este padrão foi intensificado além de ocorrer o umedecimento nos níveis superiores, resultados similares aos que foram encontrados por Boville (1992).

Nas análises feitas acima foi verificado que na região da formação do CCM, houve suporte térmico e dinâmico para a sua formação, ou seja, umidade disponível para convecção e valores altos de temperatura, além do jato de em altos e baixos níveis (responsáveis pelo transporte de umidade para a região de formação do CCM). A partir dos campos de previsão de precipitação na Figura 4, foram verificados que para o tempo de integração menor (36h) o modelo não simulou a precipitação ocorrida na região do CCM, o qual pode ser atribuído a condição inicial, que não forneceu suporte dinâmico e termodinâmico para a formação do CCM, diferente do que ocorreu para os tempos de previsão de 60 e 84h, nas quais a condição inicial pode ter dado suporte para a formação e intensificação do CCM, assim como o modelo teve mais tempo de integração para ajustar a sua física e consequentemente gerar as condições para a formação do sistema.

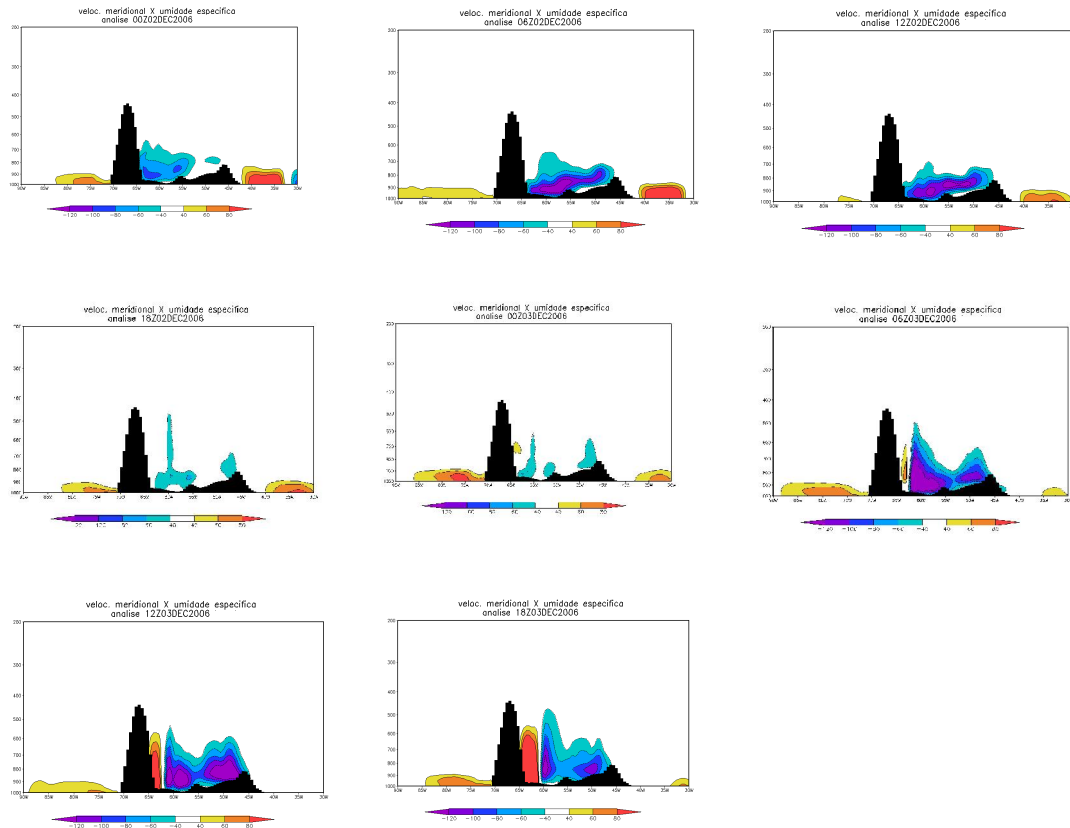


Figura-1. Transporte meridional de umidade (média entre 25S e 20S), representando o jato de baixos níveis da série temporal das análises, no período de 2 a 3 de dezembro de 2006.

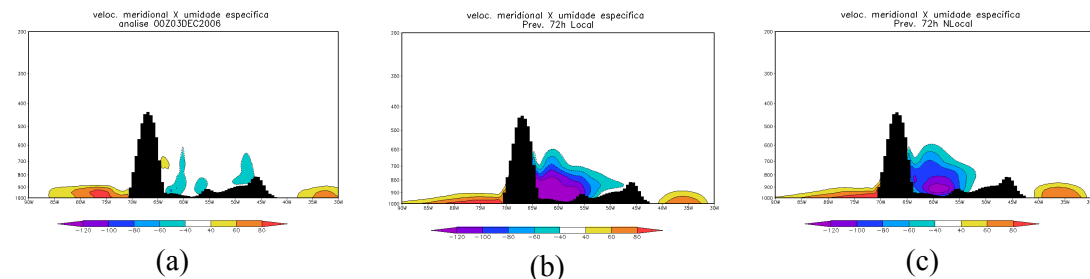


Figura-2. (a) Análise e (b e c) simulação do transporte meridional de umidade, representando o Jato de baixos níveis para o dia 3 às 00Z.

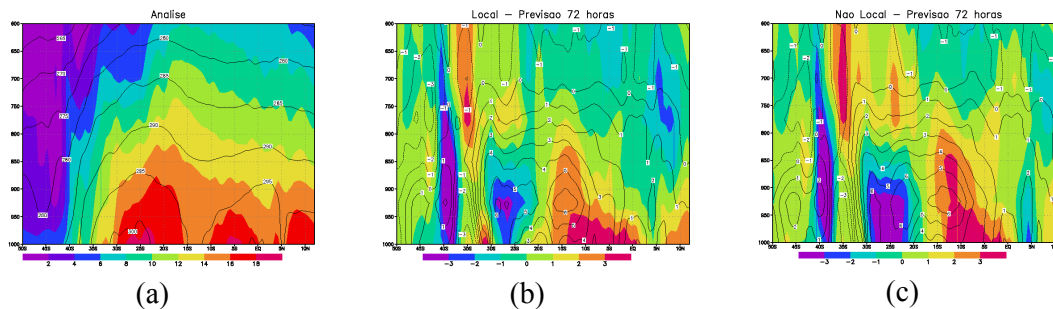


Figura-3. (a) Perfis verticais médios entre 63W-53W, de umidade específica (sombreado, em g/kg) e temperatura (contorno, em K), para 03/12/2006 00 UTC. (b e c). As previsões correspondem a diferença com a análise.

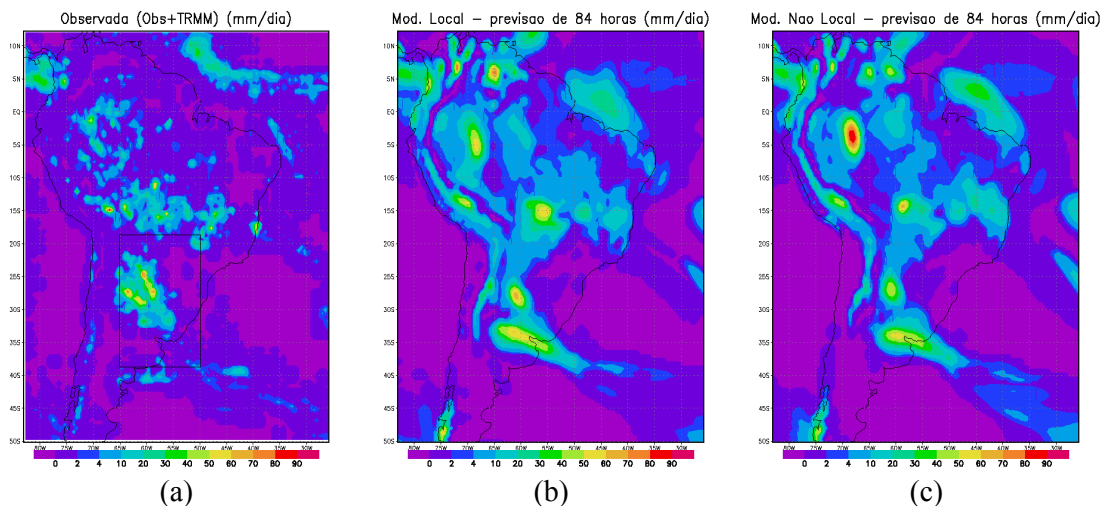


Figura-4. (a) O campo de precipitação representa uma composição de pluviômetros e estimativa por satélite. (b e c) Simulação da precipitação acumulada diária para 03/12/2006 12 UTC (mm/dia).

A precipitação diária para a região do CCM (retângulo na Figura-3) foi avaliada pela média apresentadas na Tabela-1. Independente da disposição da chuva, o dois esquemas mostram uma média de precipitação superior ao observado, principalmente em 60 e 84 horas de previsão. Entretanto, o fechamento não local ficou mais próximo do observado.

Observação	4,9		
Modelo / previsão	36 horas	60 horas	84 horas
Local	6,2	8,1	8,8
Não local	5,5	7,7	7,6

Tabela-1. Precipitação média na região 65W-50W e 38S-18S (retângulo na Figura-4).

4. CONCLUSÕES

Através de várias análises dos resultados obtidos com a simulação numérica realizada com o MCGA/CPTEC, podem-se retirar algumas conclusões sobre a simulação do CCM ocorrido no dia 3 de dezembro de 2006. O MCGA/CPTEC em ambos os esquemas de fechamento local e não local, superestimaram a intensidade do jato de baixos níveis, devido ao forte aquecimento diurno verificado que proporcionou um resfriamento radiativo noturno muito maior em relação ao observado. Este ciclo diário de aquecimento e resfriamento foi verificado na simulação devido a baixa concentração de umidade em baixos níveis em relação à análise. Como existe um acoplamento entre o jato de baixos níveis e o jato subtropical de

altos níveis, houve a tendência de posicionar o jato de altos níveis mais ao sul devido o jato de baixos níveis serem mais intenso em relação a análise. Isto posicionou o CCM mais para sudeste.

Em relação aos esquemas de fechamento local e não local. Ambos seguiram o mesmo padrão, porém, devido as características do fechamento não local de realizar uma difusão de umidade próxima a superfície para níveis relativamente mais altos em relação ao fechamento local. Os campos de umidade e temperatura simulados com o fechamento não local tenderam a ser mais secos e quentes na superfície. Porém em níveis superiores, a concentração de umidade foi relativamente maior. Este padrão influenciou na convecção, não somente na região do CCM, mas principalmente na região amazônica.

O padrão de precipitação foi suavemente modificado, mesmo que nenhum dos fechamentos tenha posicionado os CCM. A precipitação média simulada na região de ocorrência de CCM na América do Sul foi superestimada em ambos os fechamentos, contudo o esquema não local ficou mais próximo da observação (Tabela-1).

AGRADECIMENTOS: Os autores agradecem ao Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos, pelo apoio técnico e de infra-estrutura para realização deste trabalho.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CAVALCANTI, I.F.A., et al. Global Climatological features in a simulation using the CPTEC-COLA AGCM. *Journal of Climate*, v.15, n. 21, p. 2965-, 2002.

Lacis A. and J. E. Hansen, 1974: A parameterization of the absorption of solar radiation in the Earth's atmosphere. *J. Atmos. Sci.*, **31**, 118-133..

HOLTSLAG, A. A. M.; BOVILLE B. A. 1992. Local versus nonlocal boundary-layer diffusion in a global climate model. *J. of Climate*, v. 6, p. 1825-1842.

Kuo, H. L., 1965: On the formation and intensification of tropical cyclones through latent heat release by cumulus convection. *J. Atmos. Sci.*, **22**, 40-63.

MELOR G. L. AND YAMADA T., 1982: Development of a Turbulence Clousure Model for Geophysical Fluid Problems. *Reviews of Geopysics and Space Physics*. V 20, N 4, Page 851-875 nov 1982.

SILVA DIAS, M. A. F. Complexos Convectivos de Mesoescala Sobre A Região Sul Do Brasil, Departamento de Ciências Atmosféricas, 2006

SILVA DIAS, M. A. F., 1987: Sistemas de mesoescala e previsão de tempo a curto prazo. *Rev. Brasil. Meteor.*, 2, 133-150.

Tarasova, T.A., H.M.J. Barbosa, S.N. Figueroa, Incorporation of new solar radiation scheme into CPTEC GCM. Sao José dos Campos: INPE/CPTEC, 44 p., 2006. (INPE-14052-NTE/371).

XUE Y.; SELLES P. J.; KINTER J. L. ; SHUKLA J., 1991: A Simplified Biosphere Model for Global Climate Studies. *Journal Of Climate*, V. 4, No 3, March 1991.