

Estudo da influência do entranhamento de massa e do CAPMAX na simulação de precipitação pelo esquema convectivo de Grell para dois casos distintos de convecção.

*Marcelo Félix Alonso*¹

RESUMO

Estudou-se a influência do entranhamento de massa e da capacidade de ascensão de uma parcela de ar ao nível de livre convecção (CAPMAX) na Parametrização Convectiva de Grell. Com esse intuito, analisaram-se dois casos de sistemas precipitantes, influenciados por regimes distintos (extratropical e tropical). Em ambos casos, fez-se simulações alterando-se o raio da nuvem de 12 km (controle) para 2 e 5 km, e o parâmetro CAPMAX de 75 mb (controle) para 50 e 90 mb. No caso extratropical, a Parametrização Convectiva de Grell tornou-se mais eficiente diminuindo o raio da nuvem e, conseqüentemente, aumentando o entranhamento de massa do sistema. No segundo caso, a simulação controle foi a mais realista, porém, dos testes de sensibilidade, o mais próximo ao dado observado, foi justamente o experimento onde se modificou o raio da nuvem para 5 km. As simulações com maior entranhamento apresentaram convecção mais rasa.

ABSTRACT

The Aim of this numerical study is to evaluate the CAPMAX and entrainment influence in rainfall simulation from Grell Scheme in the two convection cases: a cold front and a Squall Line. In Both Cases, we changed the cloud radius, from the 12 km to 2 and 5 km, and the CAPMAX parameter from the 75 mb to 50 and 90 mb. In cold front case, the accumulated precipitation simulated from experiment with cloud radius 2 km better represented the rain intensity. In the Squall Line case, the standart experiment better represented the rainfall. The simulations with bigger entrainment taked the shallower convection.

Palavras-Chave: entranhamento, convecção, parametrização, BRAMS

INTRODUÇÃO

Para grades em torno de 40 km de resolução, a necessidade de se usar esquemas de parametrização convectiva, para simular com maior realidade os processos convectivos, é bem reconhecida. Sabe-se também que, em resoluções maiores (com espaçamento menor que 8 km), certos tipos de convecção organizada podem ser simulados pela microfísica sem a necessidade de esquemas convectivos de sub-grade. Nessa linha de pensamento, sabe-se que a Parametrização de Convecção desempenha um papel primordial na qualidade da simulação de eventos potencialmente destruidores, em grades com resolução inferior a 10 km.

Bougeault (1985), afirma que uma parametrização convectiva de processos cúmulus mais severos é de importância primária para a previsão numérica do tempo, tanto nos trópicos, quanto para previsões nas latitudes médias. Devido a esse fato, extensivos estudos foram desenvolvidos para avaliar e desenvolver novos esquemas, verificando e aperfeiçoando as teorias já existentes.

A parametrização Convectiva desenvolvida por Grell e Devenyi, em 2002, fornece um rol amplo de fechamentos, possibilitando mais liberdade de escolha ao usuário. Inclui os efeitos das

¹ Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, Pós-Graduação em Meteorologia, Av. dos Astronautas 1758 CEP 12227-010, fone: (12)31868575.

descendentes em escala convectiva e é bem adaptado em grades finas com 10 a 12 km. Este esquema assemelha-se em muitos aspectos à parametrização convectiva de Arakawa e Schubert (AS; 1974), portanto, a definição de entranhamento e desentranhamento possivelmente seguem os aspectos do esquema AS. O objetivo deste trabalho é analisar a influência do entranhamento de massa e da capacidade de ascensão de uma parcela de ar ao nível de livre convecção (CAPMAX) na simulação de chuva pela Parametrização Convectiva de Grell, analisando dois sistemas precipitantes distintos ocorridos no Brasil.

METODOLOGIA

As simulações numéricas foram realizadas com o Brazilian Regional Atmospheric Modelling System (BRAMS), rodado operacionalmente no Laboratório de Meteorologia do Grupo de Estudos em Previsão Regional Atmosférica (GEPR), utilizando um Cluster com 36 nodos Athlon XP de 1,5 Ghz e 512 MB de memória RAM, ambos em processamento paralelo, utilizando interface de rede Fast-Ethernet com ROM de boot.

O primeiro evento (CASO RS) refere-se à ocorrência de áreas de instabilidade associadas à passagem de uma Frente Fria no dia 11 de dezembro de 2003, sobre o estado do Rio Grande do Sul, que causou muitos estragos em todo estado gaúcho e provocou mortes na cidade de Antônio Prado. O segundo tipo de sistema (CASO AM) refere-se à passagem de uma Linha de Instabilidade sobre o estado do Amazonas no dia 17 de janeiro de 2005, que provocou rajadas de vento de até 70 km/h e devastou a cidade de Manacapuru, vizinha à Manaus. São fenômenos com escalas distintas e de regimes diferentes (extratropical versus tropical).

Para a análise da precipitação diária acumulada, no caso RS, utilizaram-se dados de precipitação coletados nas 22 estações de superfície do INMET, espaçadas ao longo dos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. Para validar os dados simulados de precipitação acumulada para o caso AM utilizaram-se dados de precipitação acumulada coletados nas estações do INMET localizadas nas cidades de Manaus, Codajás, Manicore e Hacoatiara; e dados estimados por satélite, conforme os projetos GPCP e TRMM.

Exceto pelos parâmetros intrínsecos ao código do módulo da Parametrização de Grell e Devenyi (2002), e pela diferença na Parametrização de Radiação, todos os experimentos possuem as mesmas características: Resolução vertical no primeiro nível de 100 metros, razão de incremento de 1,2, valor máximo de Δz igual a 1000 metros, passo de tempo de 60 segundos, assimilação dos dados semanais de temperatura da superfície do mar com resolução de 50 km, inicialização da umidade do solo heterogênea (Gevaerd, 2003), 5 pontos na fronteira lateral, caracterizando uma inicialização variada, escala de tempo na fronteira de 10800 segundos*, limite inferior no topo de

¹ Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, Pós-Graduação em Meteorologia, Av. dos Astronautas 1758 CEP 12227-010, fone: (12)31868575.

16000 metros, escala de tempo no topo de 10800 segundos, escala de tempo no centro de 0 segundos, esquema de topografia denominado orografia média, atualização na radiação a cada 900 segundos, Parametrização de Cúmulus Rasos desativada, Parametrização Convectiva de Grell com fechamento denominado quase-equilíbrio, atualização da convecção a cada 1200 segundos, esquema de difusão turbulenta de Mellor e Yamada (1974), condições da fronteira lateral de Klemp e Wilhemson (1978) e esquema de Microfísica no nível mais complexo, que ativa um conjunto de parametrizações que inclui água da nuvem, gelo, neve, granizo, dentre outros.

No caso RS, utilizou-se uma grade de 40 km, conforme figura 1a, com os campos atmosféricos iniciais do modelo Global T126L28 (CPTEC/INPE) e com a Parametrização de Radiação de Maher e Pille (1977) para onda longa e curta. No caso AM, utilizaram-se duas grades, dispostas conforme figura 1b, com os campos atmosféricos iniciais do modelo Global T126L28 e com a Parametrização de Radiação de Chen e Cotton (1987), para onda longa e curta.

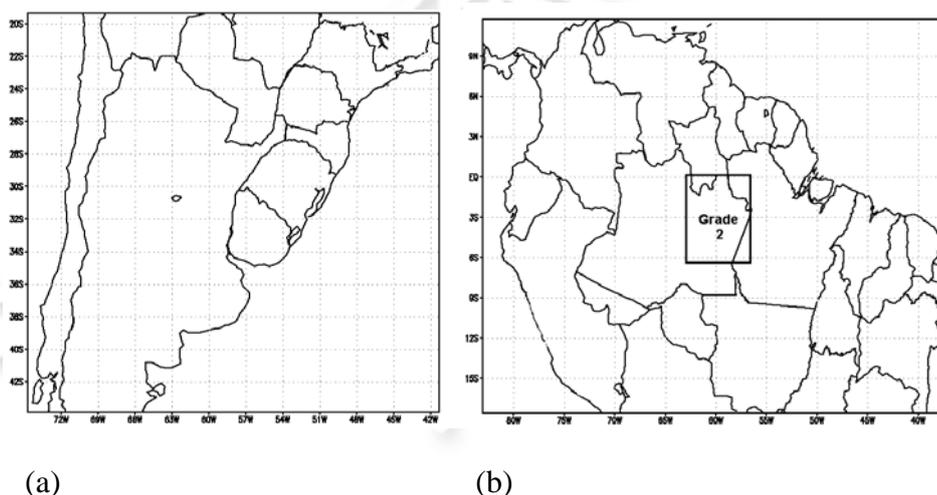


Figura 1 – Disposição das grades (a) Caso RS e (b) Caso AM.

Para a validação do resultado simulado, em relação ao observado, utilizaram-se o Viés Médio (VM) e o Erro médio quadrático normalizado pelo viés Médio (EmqMV).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Caso RS

Os experimentos SC2000 e SC5000 foram rodados para testar a sensibilidade da Parametrização Convectiva de Grell ao entranhamento de massa, alterando-se o raio da nuvem para 2 e 5 km, respectivamente. Quanto menor o raio da nuvem, maior o entranhamento de massa.

Portanto, nos respectivos experimentos, aumentou-se a capacidade de mistura do ar ambiente com a nuvem, alterando a convecção. Já nos experimentos SCCAP50 e SCCAP90, alterou-se a capacidade de uma parcela de ar subir até atingir o nível de livre convecção, de 75 mb para 50 e 90

¹ Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, Pós-Graduação em Meteorologia, Av. dos Astronautas 1758 CEP 12227-010, fone: (12)31868575.

mb, respectivamente. Quanto maior for tal parâmetro, maior será a capacidade do modelo de simular a convecção. A característica peculiar de cada experimento está evidenciada na tabela 1.

Tabela 1 – Característica peculiar dos experimentos SC2000, SC5000, SCCAP50 e SCCAP90.

Experimento	CAP_MAX	Raio da Nuvem
SCGRELL (Controle)	75 mb	12 km
SC2000		2 km
SC5000		5 km
SCCAP50	50 mb	
SCCAP90	90 mb	

Os erros apresentados pelos experimentos SC2000 e SC5000 foram os mais baixos em três regiões gaúchas estudadas. O experimento SC2000 apresentou-se mais condizente com os dados de precipitação observados, no Planalto Meridional e na região da Depressão Central, com erros quadráticos médios normalizados pelo viés de 0,9 e 0,09, respectivamente. Na Região de Santa Catarina, o experimento SC5000 apresentou melhor desempenho na simulação da magnitude da precipitação acumulada no período analisado, com um EmqMV de 6,46. Portanto, para esse caso de convecção, diminuindo-se o raio da nuvem, a fim de aumentar o entranhamento de massa no sistema, melhora-se o desempenho da Parametrização Convectiva de Grell na simulação da magnitude da precipitação total acumulada.

Observa-se, na figura 2a, para um Box de 200 x 200 km centrado sobre a cidade de Antônio Prado, uma camada de aquecimento convectivo menos profunda no experimento SC2000, registrando-se queda no aquecimento a partir do nível de 400 hPa. Em suma, os experimentos SC2000 e SC5000 apresentaram convecção mais rasa.

A explicação para esse comportamento está na formulação original de AS (1974), já que o esquema de quase-equilíbrio de Grell (1993) é fundamentado no esquema de Arakawa e Schubert.

No esquema original de AS (1974), o desentranhamento total refere-se a diferentes tipos de nuvem. Quando a espessura da camada de desentranhamento é infinitamente pequena, o desentranhamento total numa camada compreendida entre z e $z+dz$, é igual ao fluxo de massa total, no nível z , de nuvens que perdem empuxo nesta camada. Portanto, o desentranhamento total é função da distribuição do fluxo de massa em diferentes tipos de nuvens com diferentes níveis com perda de empuxo. O fluxo vertical de massa num subconjunto aumenta exponencialmente com a altura devido ao entranhamento. Acima do nível de desentranhamento, o fluxo de massa torna-se zero, caracterizando este como o topo da nuvem. AS (1974) mostram que, nuvens menores (maior entranhamento), têm níveis de desentranhamento mais baixos do que as nuvens mais largas (menor

¹ Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, Pós-Graduação em Meteorologia, Av. dos Astronautas 1758 CEP 12227-010, fone: (12)31868575.

entranhamento). Essas nuvens de maior entranhamento perdem empuxo mais rapidamente do que as nuvens mais largas (figura 2b).

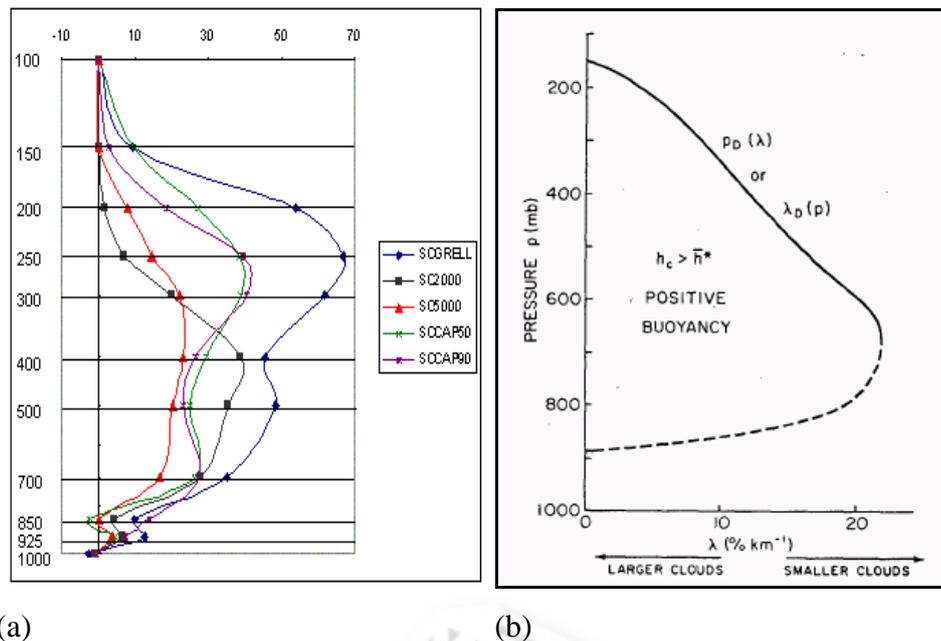


Figura 2: (a) 18:00 do dia 17/01/05: Perfis médios aquecimento / resfriamento e (b) A função $p_D(\lambda)$ é a pressão do nível de desentranhamento, $\lambda_D(p)$ é a função inversa de $p_D(\lambda)$, h_c é a energia estática úmida na escala convectiva e \bar{h}^* é a energia estática úmida do ambiente saturado. [AS (1980)]

Caso AM

Os mesmos experimentos foram realizados para o dia 17 de janeiro de 2005, na região Amazônica, sendo intitulados LI2000 e LI5000 (com raio da nuvem modificado para 2 e 5 km, respectivamente) e LICAP50 e LICAP90 (com CAPMAX em 50 e 90 mb, respectivamente). Observando a tabela 2, nota-se que não houve melhora na eficiência da simulação de precipitação total acumulada no período estudado. O teste de sensibilidade que mais se aproximou do dado observado foi o LI5000. Portanto, dentre os experimentos realizados nesse item, obtém-se uma melhor simulação da chuva, em relação ao dado observado, alterando-se o raio da nuvem para 5000 metros, na área compreendida entre as estações analisadas.

Tabela 1 – ViésM (viés médio) e EmqMV (Erro médio quadrático normalizado pelo Viés), em milímetros acumulados no período das 12 TMG do dia 17/01/05 às 12 TMG do dia 18/01/05.

	ViésM	EmqMV
LIGRELLA	0,34	0,26
LI2000	-0,91	0,68
LI5000	-0,41	0,31
LICAP50	-1,26	0,95

¹ Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, Pós-Graduação em Meteorologia, Av. dos Astronautas 1758 CEP 12227-010, fone: (12)31868575.

Analisando-se o perfil de umedecimento e aquecimento convectivos (não mostrado), observa-se claramente que os experimentos controle e LICAP90 geraram uma convecção mais intensa. Na área analisada, nota-se que há um aquecimento maior na média troposfera nestas simulações, o que ocorre devido à ascensão mais intensa num ambiente mais úmido (não mostrado).

CONCLUSÃO

Para o caso RS, a Parametrização Convectiva de Grell tornou-se mais eficiente diminuindo o raio da nuvem e, conseqüentemente, aumentando o entranhamento de massa do sistema. No segundo caso (caso AM) não houve melhora na eficiência da simulação de precipitação total acumulada no período estudado, em relação ao experimento controle. O experimento de sensibilidade que mais se aproximou do dado observado foi o LI5000. Portanto, nos casos estudados neste trabalho, pode-se obter uma boa eficiência da Parametrização convectiva de Grell, em relação à magnitude da precipitação diária acumulada, diminuindo-se o raio da nuvem, aumentando o entranhamento de massa no sistema. Como resultado, obtém-se uma convecção mais rasa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arakawa, A., e W. H. Schubert. Interaction of a Cúmulus cloud ensemble with the large – scale environment. Part I. **J. Atmos. Sci.**, 31, 674 – 701, 1974.
- Bougeault, P. A simple parameterization of the large-scale effects of cúmulus convection. **Mon. Wea. Rev.**, 113, 2108 – 2121, 1985.
- Chen C. and Cotton W. R. The physics of the marine stratocúmulus-capped mixed layer. **J Atmos Sci** 44, 2951–2977, 1987.
- Gevaerd, R. And Freitas, S.R. Determinação operacional da umidade do solo para assimilação em modelos de previsão numérica do tempo. In: XI Simpósio Internacional de Iniciação Científica da USP, São Carlos. **Anais do Simpósio**. 2003.
- Grell, G. A., and Dezsó Devenyi. A generalized approach to parameterizing convection combining ensemble and data assimilation techniques. **Geophysical Research Letters**, vol. 29, no. 14, 2002.
- Mahrer, Y. e Pielke, R.A. A numerical study of the airflow over irregular terrain. **Beitrag zur Physik der Atmosphere** 50: 98–113, 1977.