

MODELO REGIONAL DE PREVISÃO NUMÉRICA DO TEMPO DA "FLORIDA STATE UNIVERSITY"

Ana Maria Bueno Nunes

Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos(CPTEC)

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE)

1. Introdução

Os modelos numéricos globais são muitas vezes complementados por modelos numéricos regionais e de área limitada. Uma vantagem no uso de modelos regionais é sua relativa economia computacional em relação aos modelos globais. Por vezes, a utilização de uma física mais detalhada é permitida exatamente devido ao relativo baixo custo operacional dos modelos de área limitada. No entanto, a maior desvantagem no emprego dos modelos regionais está relacionada com as condições de fronteiras das quais um modelo de área limitada não pode escapar.

Para uma boa "performance" dos modelos de previsão, tanto os globais quanto os regionais, é importante que as condições iniciais representem de forma adequada o comportamento da atmosfera naquele dado instante. A representação da convecção profunda, típica da região tropical, é irremediavelmente comprometida quando os campos iniciais de umidade são incluídos de forma deficiente nos modelos de previsão de tempo.

2. - Descrição Sucinta Do Modelo Regional FSU

O modelo regional desenvolvido pela "Florida State University" (FSU) é um modelo hidrostático, de equações primitivas, com um esquema de integração semi-lagrangiano e semi-implícito e coordenada vertical "sigma" ($\sigma = p/ps$, onde p é pressão em qualquer nível e ps é a pressão na superfície da Terra).

Apresenta-se na, [Tabela 1](#) um sumário com as principais características da versão do modelo regional FSU utilizada no CPTEC (Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos) para realização de pesquisas. Uma descrição minuciosa das parametrizações e demais esquemas pode ser encontrada em Krishnamurti et al. (1990).

Na versão do modelo regional FSU/CPTEC, a orografia é representada através dos dados da "U.S. Navy"

os quais possuem resolução de 1/6 de grau. Um filtro é utilizado na orografia, depois de degradá-la para a resolução do modelo regional. A condição inicial é obtida a partir das análises do NCEP. As condições laterais de contorno são extraídas a cada 6 horas dos campos previstos do modelo global CPTEC/COLA.

3. - Uma Avaliação Subjetiva da "Performance" do Modelo Regional FSU

As análises de dados observados, para o período 16-18/04/1996, indicaram o deslocamento de um sistema frontal entre as regiões Sul e Sudeste do Brasil, e as imagens de satélite mostraram intensa convecção sobre a região Norte.

A [Fig. 1](#) mostra estimativas de precipitação realizadas através de dados de imagens do satélite GOES-8 no canal infravermelho, entre os dias 16-17 ([Fig. 1 a](#)) e 17-18/04/1996 ([Fig. 1 b](#)). Para obter as estimativas de precipitação observada foi empregada a "Convective Stratiform Technique" (CST). Na CST, utiliza-se um valor limiar de temperatura para a localização dos pontos de atividade convectiva. Este valor limite de temperatura deve ser determinado para cada região. Ainda sobre a CST, pode-se acrescentar a capacidade de reconhecer cirrus não precipitante e de separar a precipitação convectiva da estratiforme (Härter e Scofield, 1996). Para obter o valor acumulado de precipitação estimada por satélite foi feita uma soma dos valores de precipitação encontrados para cada imagem de satélite, sendo as imagens disponíveis a cada 3 horas. As técnicas de estimativa de precipitação por satélite não têm o caráter contínuo das medidas obtidas dos pluviogramas e, portanto, tendem a subestimar os valores de precipitação em relação aos observados. Além disso, não foi possível contar com os valores de precipitação das imagens de satélite das 06 UTC para ambos dias (16-17 e 17-18) e das 09 UTC do segundo dia (17-18). No entanto, a estimativa de precipitação por satélite é indicada como um instrumento para avaliação qualitativa da distribuição de precipitação, quando os dados observados são esparsos.

A precipitação prevista pelo modelo global do CPTEC (resolução de ~ 200 km) é apresentada na [Fig.2 a](#) e [Fig.2 b](#), para 24 e 48 h de previsão, respectivamente. Nesta figura, a precipitação acumulada em 24 h (entre os dias 16-17 e 17-18) prevista, apresenta núcleos superiores a 60 mm sobre o Nordeste e na costa nordestina, os quais não são encontrados sobre o campo de precipitação estimada ([Fig.1a](#) e [Fig.1 b](#)). A precipitação sobre a Amazônia foi prevista pelo modelo global para os dois períodos (24 e 48 h), de forma deficiente, com valores abaixo dos estimados por satélite, sendo que os maiores valores previstos se encontravam deslocados para o sul em relação à posição dos valores das estimativas por satélite. Nas proximidades das regiões Sul e Sudeste sobre o oceano Atlântico, o modelo global apresentou núcleos com valores elevados de precipitação (na previsão de 24 h, acima de 60 mm e , na de 48 h, acima de 120 mm) ligeiramente ao norte da posição estimada por satélite. De um modo geral, o modelo global superestimou a precipitação para o caso estudado, exceto na região Amazônica.

Na [Fig. 3](#), são apresentadas as previsões de precipitação acumulada em 24 h do modelo FSU, com resolução em torno de 100 km, na região tropical, entre os dias 16-17 ([Fig. 3a](#)) e 17-18 ([Fig.3b](#)) de abril de 1996 às 12 UTC. O modelo obteve melhor "performance" na previsão de precipitação sobre a região Sudeste do Brasil. O modelo apresentou núcleos irreais de precipitação a leste da Cordilheira dos Andes sobre o Peru e parte oeste da Bolívia (valores acima de 60 mm), e no Nordeste do Brasil (com valores acima de 120 mm sobre o Rio Grande do Norte), tanto para a previsão de 24 h quanto para a de 48 h. No caso da região Norte do Brasil, o inverso foi observado, sendo que nas primeiras 24 h, o modelo não indicou a precipitação ocorrida sobre a região, apresentando pequena melhora sobre a região na previsão de 48 h.

Os núcleos de precipitação, com valores acima de 40 mm na região da Cordilheira dos Andes (sobre o Peru e parte da Bolívia), parecem estar associados à elevada convergência de umidade induzida pela topografia em ambos modelos.

É provável que a ausência de precipitação sobre a região Norte, no caso da previsão de 24 h do modelo regional FSU, e a representação deficiente do modelo global (sobretudo na previsão de 48 h) sobre esta região, sejam conseqüência de uma inadequada representação do campo de umidade nas condições iniciais sobre região Amazônica. A melhora encontrada, nas 24 h posteriores no caso do modelo regional, indica um ajuste no campo de umidade sobre aquela região ao longo da simulação.

Apresentam-se simulações feitas com o modelo regional FSU, onde o campo inicial de umidade obtido da análise do NCEP, sobre a região Amazônica, foi modificado através da multiplicação por um fator, independente da coordenada vertical, que é representado pela seguinte função:

$$F = \left\{ 1 + 2 \exp - \left[\left(\frac{x - x_0}{x_d} \right)^2 + \left(\frac{y - y_0}{y_d} \right)^2 \right] \right\}$$

onde x_0 (55W) e y_0 (5S) são a longitude e a latitude do ponto central da função F , e x_d e y_d representam os eixos longitudinal e latitudinal da mesma, respectivamente, sendo que $x_d = 10$ e $y_d = x_d$ (estes valores foram escolhidos com base na estimativa de precipitação por satélite das 24 horas anteriores à condição inicial). Os valores de umidade decaem exponencialmente com a distância. O campo inicial resultante desta operação é corrigido a fim de impedir o aparecimento de valores de umidade relativa acima de 99,5 % e inferiores a 10 %.

O procedimento anterior pretende simular o esquema de "iniciação física", que visa retificar o campo inicial de umidade, especialmente na região Amazônica, onde as análises são deficientes em representá-lo, principalmente acima de 500 hPa.

Na [Fig. 4a](#), a precipitação prevista pelo modelo regional FSU, com a condição inicial modificada, se aproxima da estimada por satélite em comparação com a [Fig. 3a](#). A precipitação sobre a Amazônia, ausente na [Fig. 3a](#), está presente em [Fig. 4a](#) e [Fig. 4 b](#), embora forçada pela introdução do fator acima descrito. A intensa precipitação sobre o Nordeste ([Fig. 3a](#) e [Fig. 3b](#)) provocada pela forte convergência de umidade (nas proximidades de regiões montanhosas) e favorecida pela adoção do esquema de convecção profunda do tipo Kuo, parece reduzida na [Fig. 4 b](#), talvez pela, agora, presente convergência de umidade sobre a Amazônia.

O presente estudo tem por objetivo justificar a necessidade de uma adequada representação do campo inicial de umidade sobre a região tropical, visto que as análises parecem subestimá-lo. A utilização de um procedimento de iniciação que corrigisse, de forma consistente, a condição inicial, sem dúvida, levaria a uma previsão (de curto prazo) da precipitação sobre a região tropical mais acurada.

Referências Bibliográficas

Davies, R. **Documentation of the Solar Radiation Parameterization in GLAS Climate Model**, NASA Tech. Memo. 83961. Goddard Space Flight Center, Greenbelt, Maryland, 1982. Apud Krishnamurti et al., 1990.

Harshvardhan; Corsetti, T.G. **Longwave parameterization for UCLA/GLAS GCM**. NASA Tech. Memo. 86072. Goddard Space Flight Center, Greenbelt, Maryland, 1984. Apud Krishnamurti et al., 1990.

Härter, F.P.; Scofield, G.B. Descrição das técnicas GPI, NAWT e CST. **Curso de Estimativa de Precipitação por Satélite**, CPTEC, Cachoeira Paulista, 1996. pp. 8.

Krishnamurti, T.N.; Low-Nam, S.; Pasch, R. Cumulus parameterization and rainfall rates II. **Monthly Weather Review**, 111:815-828, 1983.

Krishnamurti, T.N.; Kumar, A.; Yap, K.S.; Dastoor, A.P.; Davidson, N.; Sheng, J. Performance of a high-resolution mesoscale tropical prediction model, **Advances in Geophysics**, 32:133-286, 1990.

Kuo, H.L. Further studies of the parameterization of the influence of cumulus convection on large-scale flow. **Journal of the Atmospheric Sciences**, 31:1232-1240, 1974.

Louis, J.F.; Tiedtke, M; Geleyn, J.F. A short history of the operational PBL-Parameterization at ECMWF. **Workshop Planetary Boundary Layer Parameterization**, ECMWF, Reading, 1981. pp. 59-79.

Sugi, M. Dynamic normal mode initialization. **Journal of the Meteorological Society of Japan**, 64:623-636, 1986.

Tiedtke, M. The sensitivity of the time-mean large-scale flow to cumulus convection in the ECMWF model. **Workshop Convection Large-Scale Numerical Models**, ECMWF, 1984. pp. 297-316.
