

AVALIAÇÃO DA DESTREZA DO MODELO ETA EM DIFERENTES RESOLUÇÕES

José R. Rozante e Sin.C. Chou
Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC)
Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE)
Cachoeira Paulista, SP, Brasil
e-mail:rozante@cptec.inpe.br

ABSTRACT

The purpose of this work is to evaluate the importance of resolution increase for the quality of the forecast. A frost case which occurred in the South of Brazil was chosen to test the resolution dependence. In this event the orography and surface conditions were important as snow was observed to fall over the high hills. The model was configured with 40 and 20 km horizontal resolution, and with 38 and 50 levels in the vertical. The increase of the horizontal and vertical resolution improves the topography representation and adds structure to the flow, consequently phenomena of smaller scale can be better represented. In the case studied, the increase of horizontal resolution produced larger impact on the quality of simulations.

1 - Introdução

Experimentos numéricos têm mostrado que o aumento da resolução tende a melhorar a qualidade das previsões de tempo, principalmente quando as condições de contornos laterais são corretamente tratadas, evitando assim que erros introduzidos nos contornos se propague para o interior do domínio.

Este trabalho tem o propósito de configurar o modelo regional Eta para um domínio menor com diferentes resoluções (horizontal e vertical), e verificar a performance de cada configuração comparando com dados observacionais.

2 - Descrição do modelo Eta

Utilizou-se para este estudo o modelo regional Eta (Mesinger et al., 1988; Black, 1994) desenvolvido na Universidade de Belgrado. Esse modelo usa a grade E de Arakawa (Arakawa e Lamb, 1977) e coordenada vertical η (Mesinger, 1984). A integração no tempo utiliza a técnica de 'split-explicit' (Gadd, 1978). Os processos turbulentos são tratados através do esquema de Mellor-Yamada (1974, 1982). O esquema de parametrização de radiação de ondas longas (Fels e Schwarzkopf, 1975) e curtas (Lacis e Hansen, 1974) foi desenvolvido pelo Geophysical Fluid Dynamics Laboratory. O modelo utiliza um esquema de Betts-Miller modificado para parametrizar a convecção (Janjic, 1994). O balanço hídrico é representado pelo esquema OSU (Chen et al., 1997). As condições iniciais e contornos são provenientes das análises do NCEP (T062 L28) e atualizados a cada 6 horas.

3 - Metodologia

Foram realizados experimentos com 4 diferentes configurações, utilizando como condições iniciais e de contorno as análises do NCEP (T062L28):

- 1º) resolução horizontal de 40 km com resolução vertical de 38 níveis, com domínio estendido, este domínio equivale a versão operacional do CPTEC, e compreende de 20°N, 60°S, 90°W, 20°E. Esta versão é denominada **o 40km_38Lo**.
- 2º) resolução horizontal de 40km com resolução vertical de 38 níveis, com domínio reduzido denominado **x 40km_38Lr**.
- 3º) resolução horizontal de 20km com resolução vertical de 38 níveis, denominado **20km_38L**.

4º) resolução horizontal de 20km com resolução vertical de 50 níveis, denominado ♦ 20km_50L.

A figura 1 mostra os domínios aproximados utilizados nos experimentos. O quadrado maior indica o domínio da configuração rodada operacionalmente no CPTEC e tomado como experimento de controle, enquanto que o quadrado menor é utilizado nas demais configurações sobre o domínio reduzido.

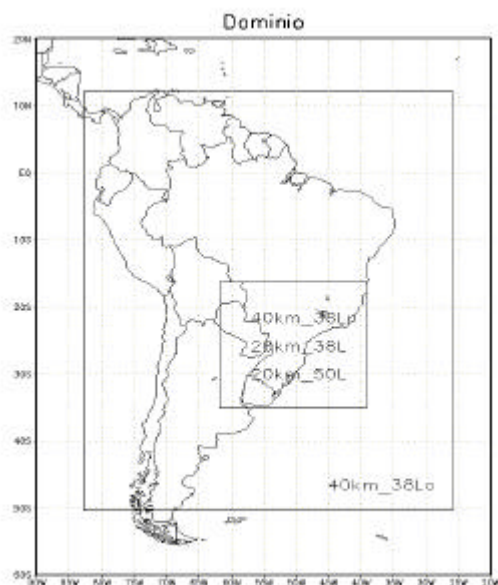


Figura 1: O quadrado maior corresponde aproximadamente o domínio da rodada de controle (operacional); o quadrado menor refere-se às outras configurações com domínio reduzido.

A performance de cada configuração do modelo foi avaliada utilizando dados observados de temperaturas e pressão ao nível médio do mar extraídos de mensagens SYNOP, METAR e de RADIOSSONDAGEM. Diferenças entre os pontos extraídos dos modelos e dados observados são efetuadas para os horários sinóticos (00Z 06 Z 12Z 18Z) e divididos em 3 classes : diferenças entre -1 e 1 são considerados como acertos, diferenças maiores que 1 são considerados como superestimativas, e diferenças menores que -1 são considerados como subestimativas.

Para avaliar a performance na vertical, foram calculadas diferenças entre o perfil de temperatura extraído do modelo e dados de radiossondagem, juntamente com o erro quadrático médio das diferenças - RMS. Para avaliar as condições laterais utilizadas no modelo, comparações entre previsões do modelo Eta, análises do NCEP e dados observados foram efetuadas .

4 - Descrição do Caso

O caso estudado foi o primeiro episódio frio, ocorrido na segunda quinzena de abril de 1999. Este caso foi de intensidade considerável visto que a advecção de ar frio provocou um queda acentuada de temperatura na região norte do Brasil. Na região sul do Brasil, as menores temperaturas foram registradas em Santa Catarina, onde a ocorrência de neve pode ser constatada.

Um sistema de altas pressões desloca-se desde o sul da Argentina, e chegou atingir a Bolívia no dia 18 de abril de 1999. Enquanto que no sul do Brasil atuava um sistema frontal que teve um rápido deslocamento para a região sudeste, posteriormente à formação de uma ciclogênese no litoral do Rio Grande do Sul e Uruguai.

As figuras 2 a - c mostram a sequência de mapas de satélites onde nebulosidade associada a um sistema frontal na região sul se desloca rapidamente para região sudeste.

As figuras 3 a - c mostram uma queda acentuada de temperaturas em torno de 10 a 15 °C nas localidades da região central e sul do Brasil entre os dias 16 e 17 abril. As temperaturas mantiveram-se baixas no dia 18, com ligeiro aumento no dia 19.

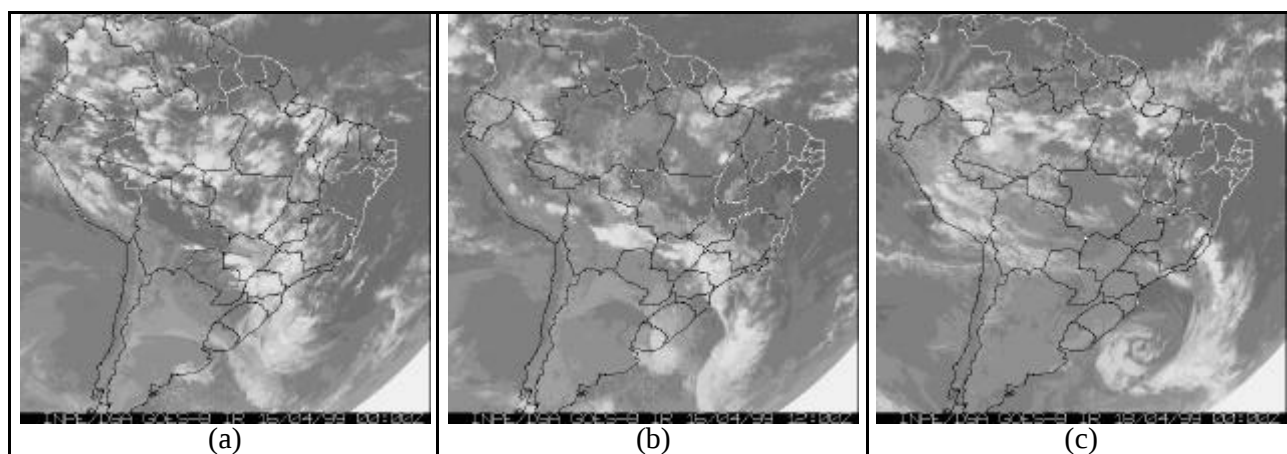


Figura 2: Evolução das imagens GOES para o período estudado:

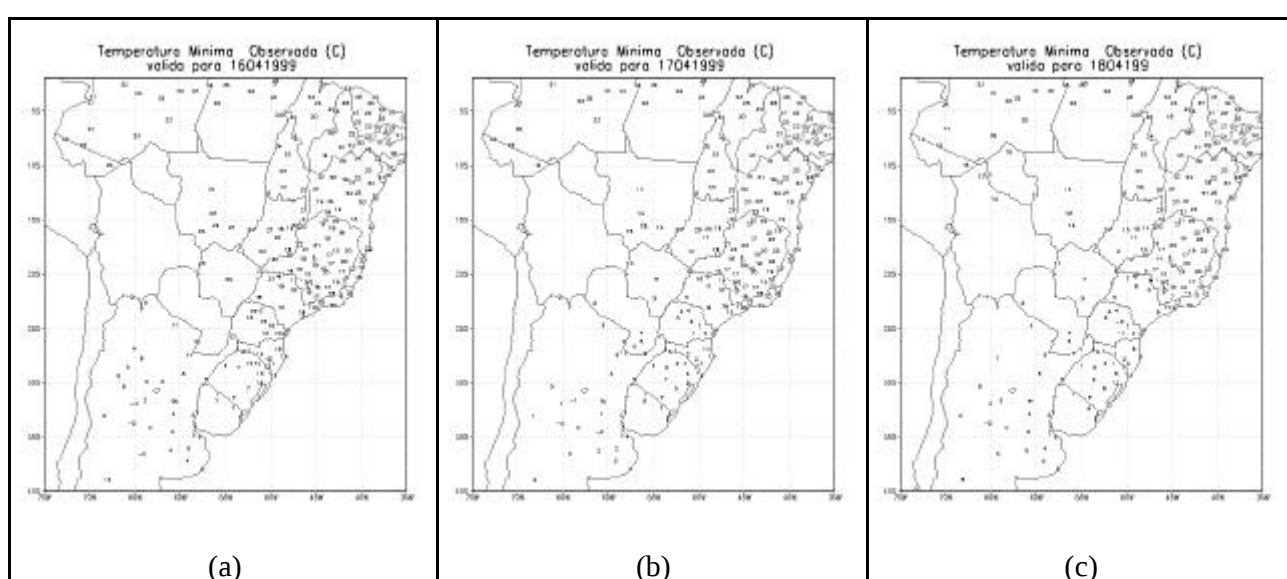


Figura 3: Temperaturas mínimas extraídas de SYNOP para o período estudado (°C).

5 - Resultados

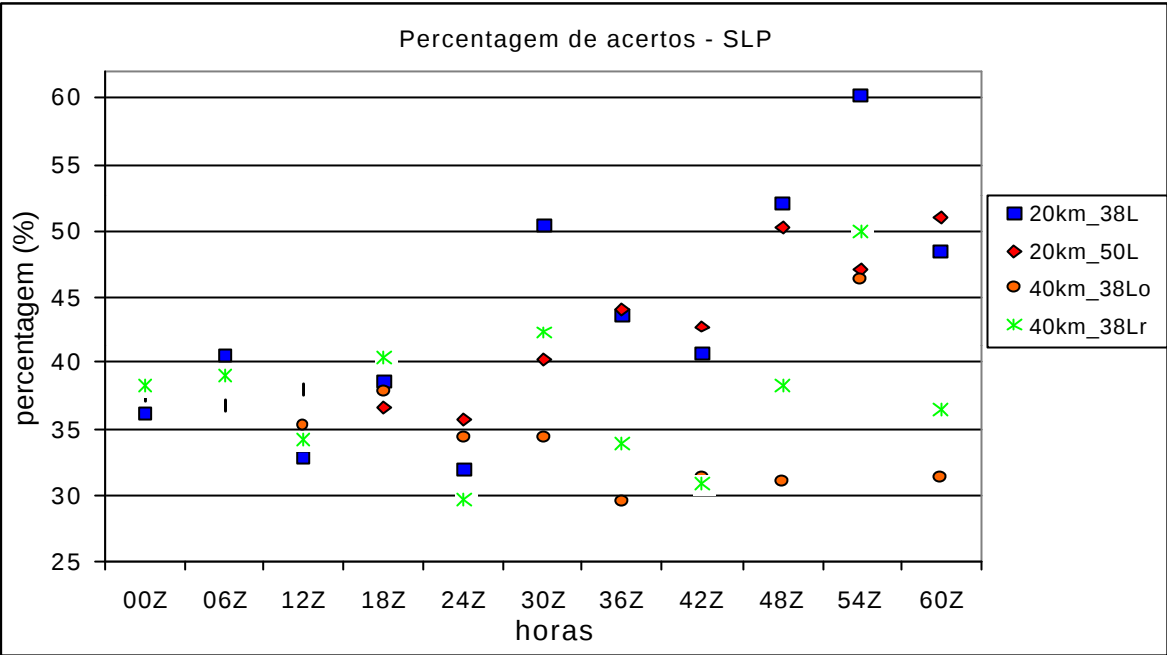
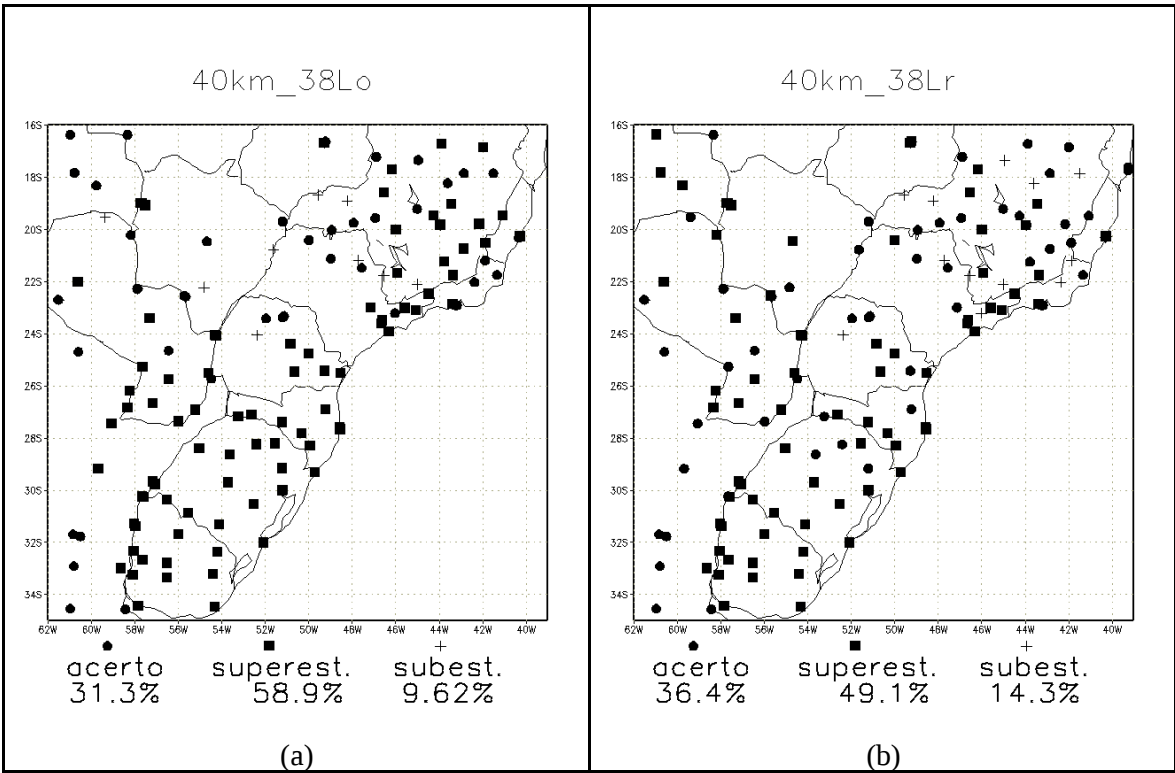


Figura 4 : Percentagem de acertos (diferenças entre -1 e 1 hPa) para pressão ao nível do mar sobre o domínio reduzido.

Na figura 4 podemos observar que nas primeiras 24 horas as 4 configurações têm comportamento semelhante com percentagem de acertos entre 35% e 40%, porém nos horários posteriores as configurações com 20 km na horizontal, em geral, apresentam melhores resultados, com valores em torno de 50%.



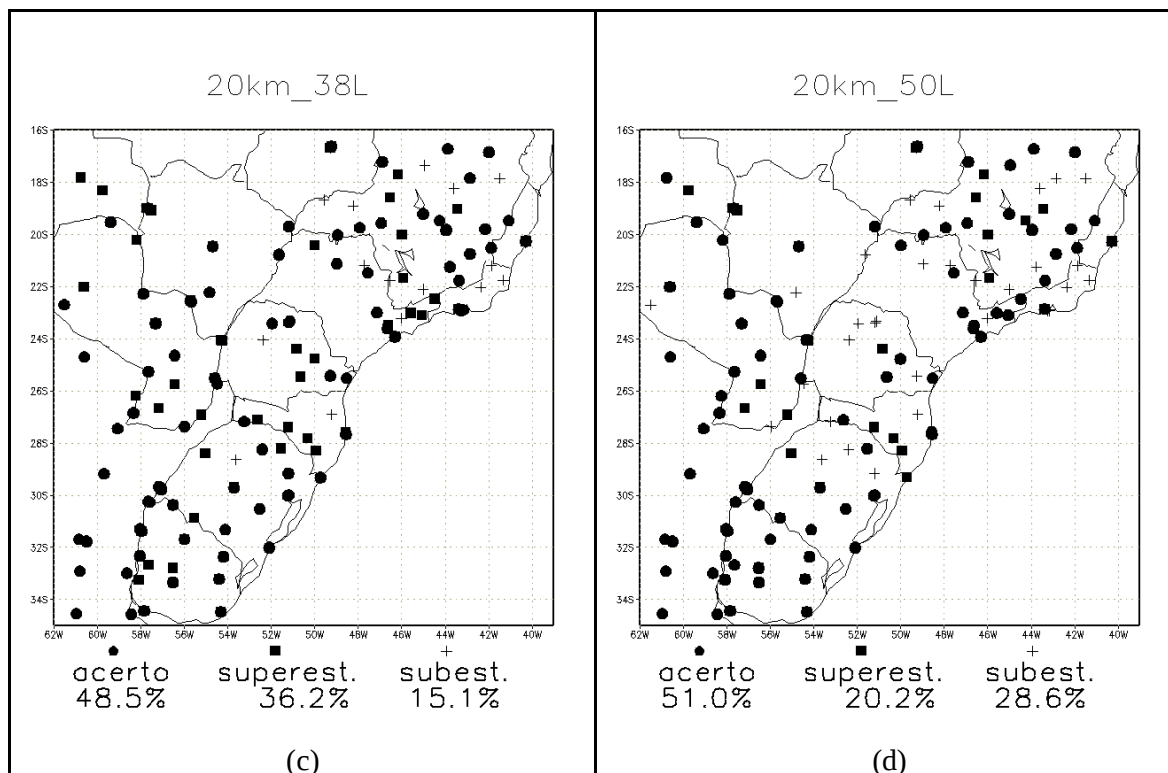


Figura 5 : Distribuição espacial dos acertos, subestimativas e superestimativas de pressão ao nível do mar para o horário de 60 horas de previsão.

Através da figura 5 pode-se notar que as configurações de 20 km tiveram, no caso estudado, um desempenho superior às configurações de 40 km, principalmente sobre a parte sul do domínio, sendo que a resolução de 20km_50L apresentou os melhores índices de acertos .

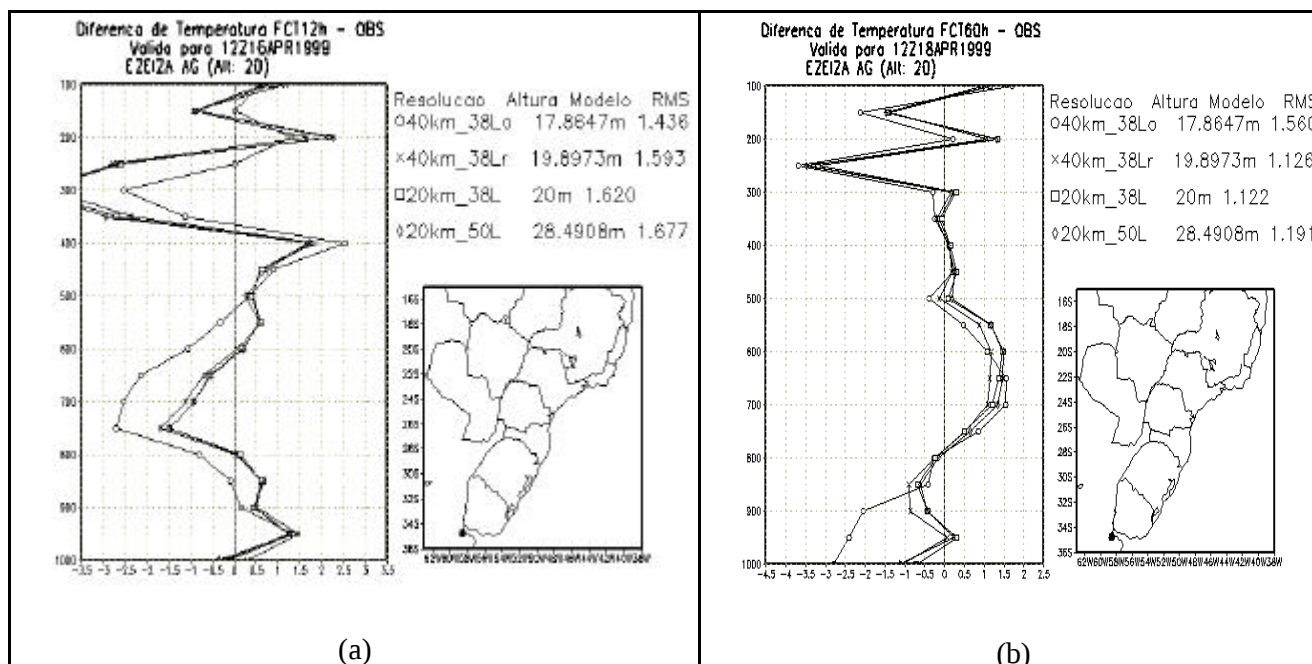


Figura 6: Perfis das diferenças entre previsões dos modelos e radiosondagens para as 4 configurações. As localizações das radiosondagens são indicadas no mapa ao lado dos perfis.

As figuras 6a e 6b mostram os perfis das diferenças entre previsões dos modelos e radiosondagens para Ezeiza: nas diferenças referentes a 12 horas de simulação os domínios reduzidos têm comportamentos similares, enquanto que a de domínio estendido se afasta desses perfis. As magnitudes dos desvios são bastante próximas entre as diferentes configurações, sendo que o menor desvio foi a resolução de 40km_38Lo. Nas diferenças de 60 horas de simulação os erros dos modelos com domínio reduzido diminuíram consideravelmente em relação aos de 12 horas, sendo que o menor erro foi o da configuração 20km_50L.

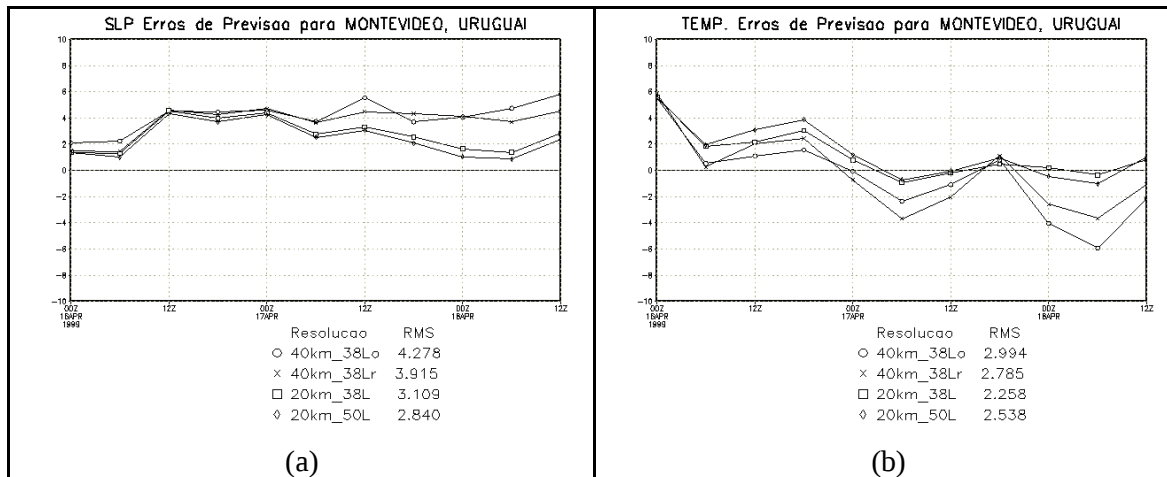


Figura 7: Evolução dos erros de previsão da pressão ao nível do mar e temperatura para Montevideo.

Pode-se observar na figura 7a que os valores de pressão em Montevideo são superestimados em todas as configurações, no entanto as configurações de 20 km tiveram melhores desempenhos, sendo que 20km_50L possui os menores desvios. Já no caso da temperatura (figura 7b), nas primeiras 24 horas de simulação as configurações de 20 km não apresentaram um bom desempenho, porém no restante do período os desvios diminuíram consideravelmente.

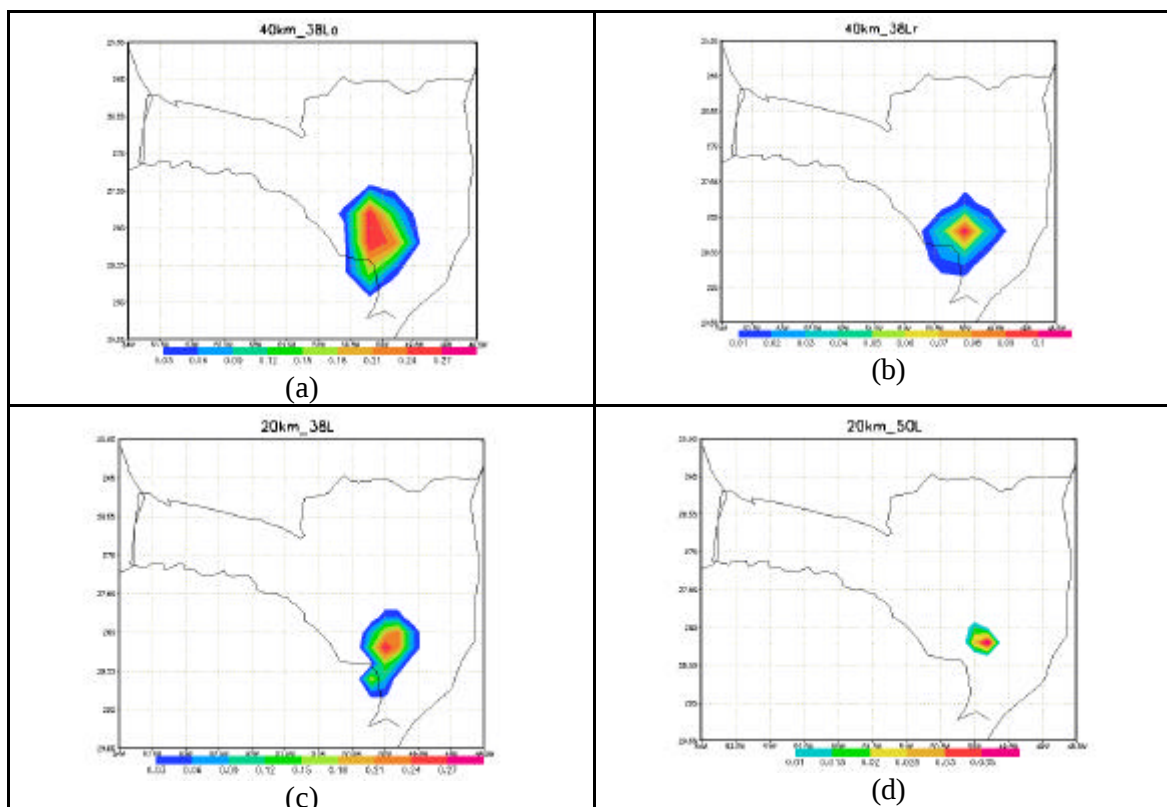


Figura 8: Neve acumulada para as 4 configurações :

As regiões onde ocorreu neve foram identificadas em todas as configurações, porém as resoluções de 40 km (figuras 8a e 8b) estenderam as regiões de ocorrência. Enquanto que os modelos de 20 km (figuras 8c e 8d) restringiram mais essa área de ocorrência.

A verificação das bordas foi realizada comparando as previsões do modelo Eta com as análises do NCEP. Através das figuras 9 a - d pode-se verificar que a resolução 40km_38L posiciona para leste os sistemas de pressão, principalmente o centro de baixa associado à frente, enquanto as configurações com domínio reduzido conseguiram simular bem os sistemas, principalmente as configurações de 20 km.

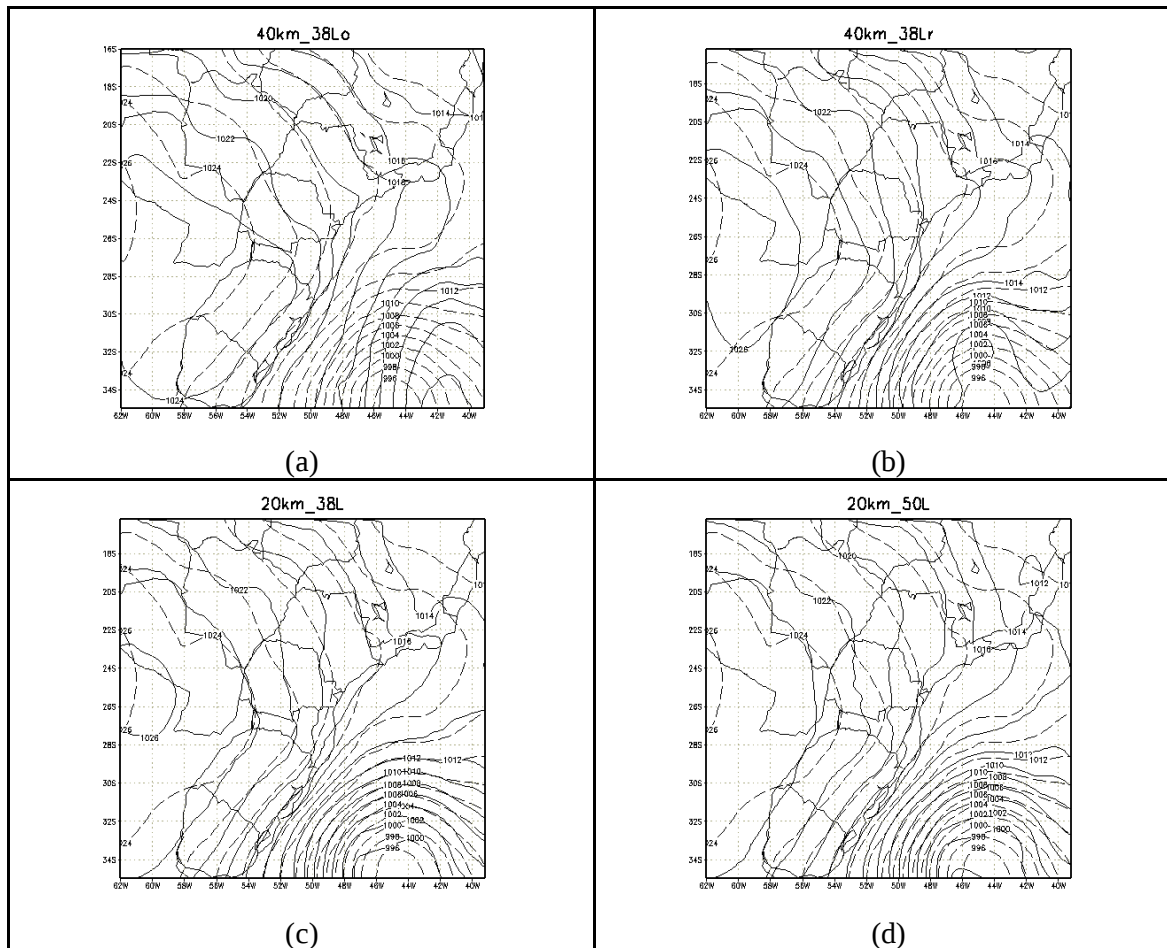


Figura 9: Simulação de 48 horas de pressão ao nível médio do mar para as 4 configurações do modelo Eta (linhas contínuas) e análise do NCEP (linhas tracejada).

Através da figura 10 podemos observar que nas primeiras 24 horas todas as configurações têm comportamento similares, todos superestimam a pressão. Nas primeiras 6 horas pode-se notar a fase de ajuste do modelo, onde há pequenas e rápidas oscilações da pressão. O restante do período as configurações de 20km ficaram mais próximas das observações. As análises do NCEP tiveram o comportamento similar as resoluções de 20km. As fases da onda são mantidas e as tendências de pressão são acompanhadas.

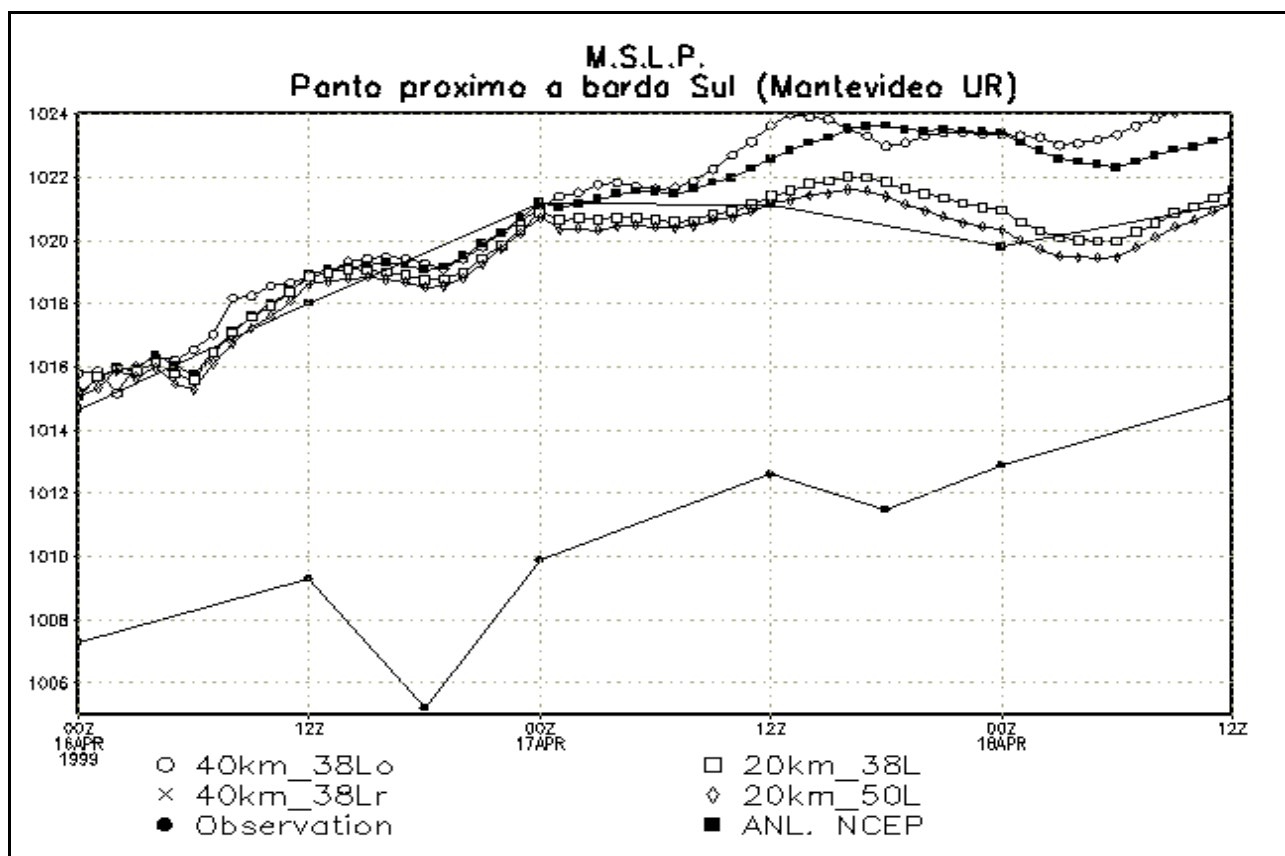


Figura 10: Evolução temporal da pressão ao nível do mar próxima a borda sul Montevideo, juntamente com os dados observados (em azul) e análises do NCEP (preto).

Notou-se que na borda norte, assim como na borda sul, todas as configurações superestimam e têm o mesmo comportamento, acompanhando as análises do NCEP. Pode-se observar também a concordância entre os resultados dos modelos numéricos com as análises, entretanto as análises de pressão ao nível médio do mar são sistematicamente maiores que as observações.

6 - Conclusões

- Para o evento estudado, os resultados baseados em pressão ao nível do mar e perfis de temperaturas, mostraram-se bastante favoráveis utilizando modelos com resoluções de 20km, principalmente após as primeiras 24 horas de simulação: Entretanto as temperaturas próximas a superfície não apresentaram resultados tão satisfatórios.
- A configuração 20km_50L não mostrou benefícios significativos para as previsões quando comparado com 20km_38L, em algumas situações 38 níveis teve um desempenho superior ao de 50 níveis, principalmente próximo a superfície. Isso se deve talvez às distribuições das coordenadas verticais.
- Em relação às condições de contorno, os resultados mostram que não há necessidade de se colocar muitos pontos nas bordas, é necessário que esses pontos de bordas sejam corretamente tratados.
- O trabalho está sendo continuado testando-se mais casos para que se possa avaliar as configurações em outras situações sinóticas.

8 – Agradecimentos

Este trabalho é apoiado parcialmente pela FAPESP.

9 - Bibliografia

Arakawa, A., and Lamb, V. R., 1977: Computational design of the basic dynamical processes of the UCLA general circulation model. **Methods Comput. Phys.**, 17, 173-265.

Black, T. L.; 1994: The new NMC mesoscale Eta model: Description and forecast examples. **Wea. Forecasting**, 9, 265-278.

Betts, A. K., 1986: A new convective adjustment scheme. Part I: Observational and theoretical basis. **Quart. J. Roy. Meteor. Soc.**, 112, 1306-1335.

Chen, F., Z. I. Janjic, K. Mitchell 1997: Impact of atmospheric surface - layer parameterization in the new land - surface scheme of NCEP. **Bound. - Layer Meteor.**, 85, 391 - 421.

Fels, S. B., and Schwarzkopf, M. D., 1975: The simplified exchange approximation. A new method for radiative transfer calculations. **J. Atmos. Sci.**, 32, 1475-1488

Gadd, A. J., 1978: A split explicit integration schema for numerical weather prediction. **Quart. J. Roy. Meteor. Soc.**, 104, 569-582

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

Mellor, G. L., and Yamada, T., 1974: A hierarchy of turbulence closure models for planetary boundary layers. **J. Atmos. Sci.**, 31, 1791-1806.

—; —, 1982: Development of a turbulence closure models for geophysical fluid problems. **Rev. Geophys. Space Phys.**, 20, 851-875.

Mesinger F., 1984: Ablocking for representation of mountains in atmospheric models. **Riv. Meteor. Aeronaut.**, 44, 195-202.

—, and Black, T. L., 1995: Impact of resolution and of the Eta coordinate on skill of the Eta model precipitation forecasts. **Numerical Methods in Atmospheric and Oceanic Modelling.**, 399-423.

—, Janjic, Z. I., and Nickovic, S., and Deaven, D. G., 1988: The step-mountain coordinate: Model description and performance for cases of Alpine lee cyclogenesis and for a case of Appalachian redevelopment. **Mon. Wea. Rev.**, 116, 1493-1518