

CAPACIDADE DO MODELO GLOBAL OPERACIONAL DO CPTEC/COLA T062L28 EM SIMULAR A EVOLUÇÃO DE CICLOGÊNESE DE MESO-ESCALA: ESTUDO DE CASO

José Paulo Bonatti
Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais INPE
Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos – CPTEC
Rodovia Pres. Dutra, km 40 SPRJ, Cachoeira Paulista, SP, 12.630-000
e-mail : bonatti@cptec.inpe.br

ABSTRACT

It is analyzed the performance of the operational CPTEC/COLA T062L28 global model in simulating the mesoscale cyclogenese over the Southeast Brazil and adjoining sea. The model is run with two kinds of deep convection: Kuo, modified by Anthes, and Relaxed Arakawa-Schubert. It is selected a case study during the period of 13 to 15 April 2000, in which the mesoscale cyclone becomes very strong over the warmer sea-water at the coast of Rio Grande do Sul state. The Kuo scheme seems to be the better to simulate the trajectory of the cyclone and the diabatic heating and the relaxed Arakawa-Schubert scheme shows better results for the magnitude of the surface winds.

INTRODUÇÃO

Um fenômeno que afeta a região sul-sudeste do Brasil é a ciclogênese de meso-escala, muitas vezes ocorrendo a intensificação desses ciclones extratropicais ao adentrarem a região marinha com águas relativamente quentes. Essa intensificação pode ser rápida gerando ventos muito fortes em baixos níveis que causam a geração de ondas marinhas de grande amplitude podendo causar, entre outros problemas, destruição no litoral. Um exemplo desses casos é um ciclone que ocorreu entre os dias 13 e 15 de abril de 2000 nas águas próximas ao litoral do Rio Grande do Sul. O objetivo desse trabalho é analisar a capacidade do modelo global operacional do CPTEC em prever esse tipo de fenômeno através da análise desse caso.

MATERIAL E MÉTODOS

Para a previsão foi utilizada a versão operacional do modelo global do CPTEC/COLA T062L28, onde T062 representa o truncamento triangular no número de onda zonal 62 e L28 indica que são utilizadas 28 camadas verticais em coordenadas sigma, correspondendo a uma grade na horizontal de $1,875^\circ$ por $1,875^\circ$ ou 200 por 200 km. Uma descrição da dinâmica e da física do modelo pode ser encontrada em Kinter et al (1997). Duas opções foram consideradas para a convecção profunda: a primeira usando a parametrização de Kuo (1965), modificada por Anthes (1977), e a segunda usando a parametrização de Arakawa-Schubert Relaxada, como descrito por Moorthi e Suarez (1992). Para esse experimento são utilizadas as análises espectrais T062L28 do NCEP (National Centers for Environmental Predictions – USA) de 6 em 6 horas para o período de 12,12 UTC, a 16 abril, 00 UTC. O modelo foi rodado com condições iniciais em 12 de abril, 12 UTC, por 3,5 dias.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados do pós-processamento (recomposição em pontos de grade, interpolação de níveis sigma para níveis de pressão e cálculo de variáveis derivadas) das análises do NCEP e da integração do modelo do CPTEC/COLA são apresentados a seguir.

A figura 1 mostra a temperatura da superfície do mar, sua anomalia e a água precipitável observadas médias para o período de 12 a 14 de abril de 2000, 12 UTC. Nota-se que a corrente do Brasil traz águas quentes da costa brasileira para a costa argentina (fig. 1A), proporcionando anomalia positiva de até 12 K na região de confluência com a corrente das Malvinas (fig. 2B). Há muita água precipitável disponível em toda a costa brasileira (fig. 1C). A ocorrência dessas águas quentes e de água disponível na atmosfera favorecem a amplificação/geração de sistemas de mesoescala nessa região.

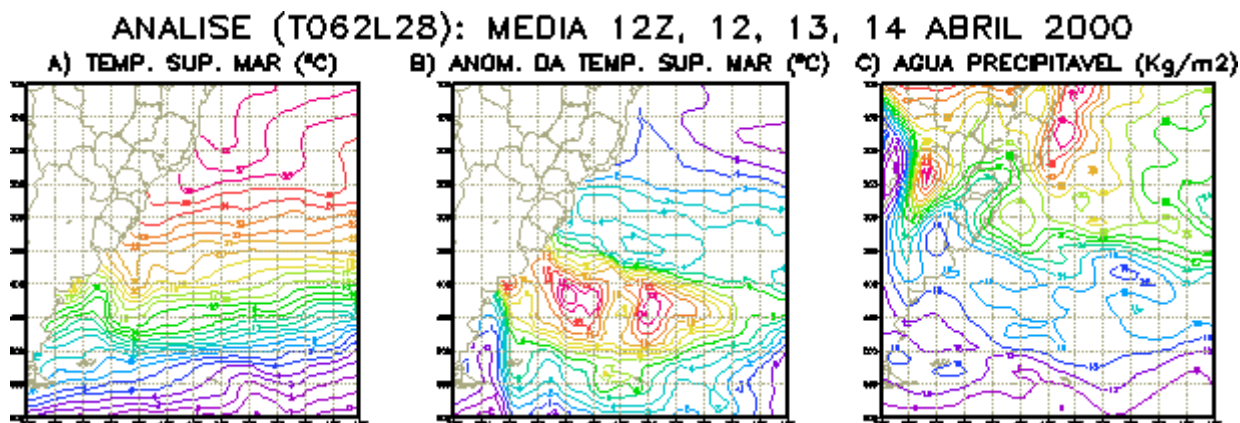


Figura 1 – Temperatura da superfície do mar, sua anomalia e água precipitável.

Na figura 2 são apresentados os campos de pressão à superfície do mar e de espessura da camada de 1000 a 500 hPa correspondentes à análise pós-processada. Nota-se a formação de uma baixa em pressão na costa dos estados do Paraná e São Paulo no dia 12 de abril à 18 UTC, que já no dia 13, 00 UTC possui uma isóbara fechada. O sistema se intensifica, até o dia 14, 06 UTC, começando, então a sua desintensificação e no dia 16, 00 UTC não tem mais um centro fechado definido. À medida que o ciclone se desenvolve, ele propaga-se no sentido NO-SE, e ganha características de frente fria. Durante a evolução do ciclone em superfície, verifica-se a formação de ondas curtas no campo de espessura, que se propagam para leste e mergindo no fluxo de grande escala no dia 16, 00 UTC.

A figura 3 apresenta os mesmos campos que a figura 2, porém para o caso de previsão do modelo utilizando a parametrização do tipo Kuo. Na figura 3A é mostrada a análise, já que as condições iniciais são para o dia 12 de abril, 12 UTC. Em geral, os campos de pressão à superfície são semelhantes ao analisado, porém o ciclone apresenta intensidade menor. A posição do centro é razoavelmente bem prevista. O campo de espessura tem boa correspondência com o analisado, porém as ondas curtas possuem amplitude maior na previsão e, a partir do dia 15, 00 UTC, as ondas curtas previstas estão adiantadas em fase.

A figura 4 mostra os mesmos campos que a figura 3, mas com o modelo usando a parametrização do tipo Arakawa-Schubert. As características do campo de pressão à superfície são semelhantes ao do caso com parametrização tipo Kuo, com intensidades menores que o campo analisado, porém a trajetória do centro de baixa pressão é mais norte e a sua propagação mais lenta, ressaltando-se a sua posição, bem clara, a NO do analisado no dia 15 às 00 UTC. As ondas curtas no campo de espessura não são bem definidas como nos outros casos e a amplitude da de maior escala é menor, mostrando um cavado menos intenso.

As figuras de 5 a 7 apresentam os campos de vento e vorticidade à superfície, para as análises e previsões com convecção tipos Kuo e Arakawa-Schubert, respectivamente, para 3 horários onde a intensidade do sistema é maior. Nota-se a grande magnitude dos ventos no entorno do ciclone e no litoral do Rio Grande do Sul (figura 5), com a vorticidade apresentando um núcleo bem intenso e concentrado. A previsão utilizando convecção tipo Kuo (figura 6), mostra que o modelo consegue captar bem o lado oriental do ciclone, porém no lado ocidental os ventos previstos tem intensidade inferior; além disso, a distribuição de vorticidade é menos concentrada e menos intensa. Ressalta-se que o centro do sistema é relativamente bem previsto. Já o caso usando convecção tipo Arakawa-Schubert tem uma distribuição espacial mais concentrada, com ventos mais intensos, porém com propagação mais lenta e mais ao norte, ocasionando uma defasagem para NO do sistema. Esses resultados tem impacto muito grande, se se pretende utilizar os ventos de superfície previstos por esse modelo, para a previsão de ondas marinhas. O caso Kuo, acarretaria em previsão de ondas marinhas menos intensas, e o caso Arakawa-Schubert implicaria em previsões de ondas marinhas em localidades diferentes das observadas. Há que se refinar a previsão dos ventos em superfície para esse fim. Uma forma seria aumentando a resolução do modelo, pois está-se discutindo a previsão de sistemas de mesoescala e usando-se uma resolução de 200 por 200 km.

ANALISE (T062L28)
 PRESSAO A SUPERFICIE (hPa, COLORIDA)
 ESPESSURA 1000-500 hPa (m, TRACEJADA)

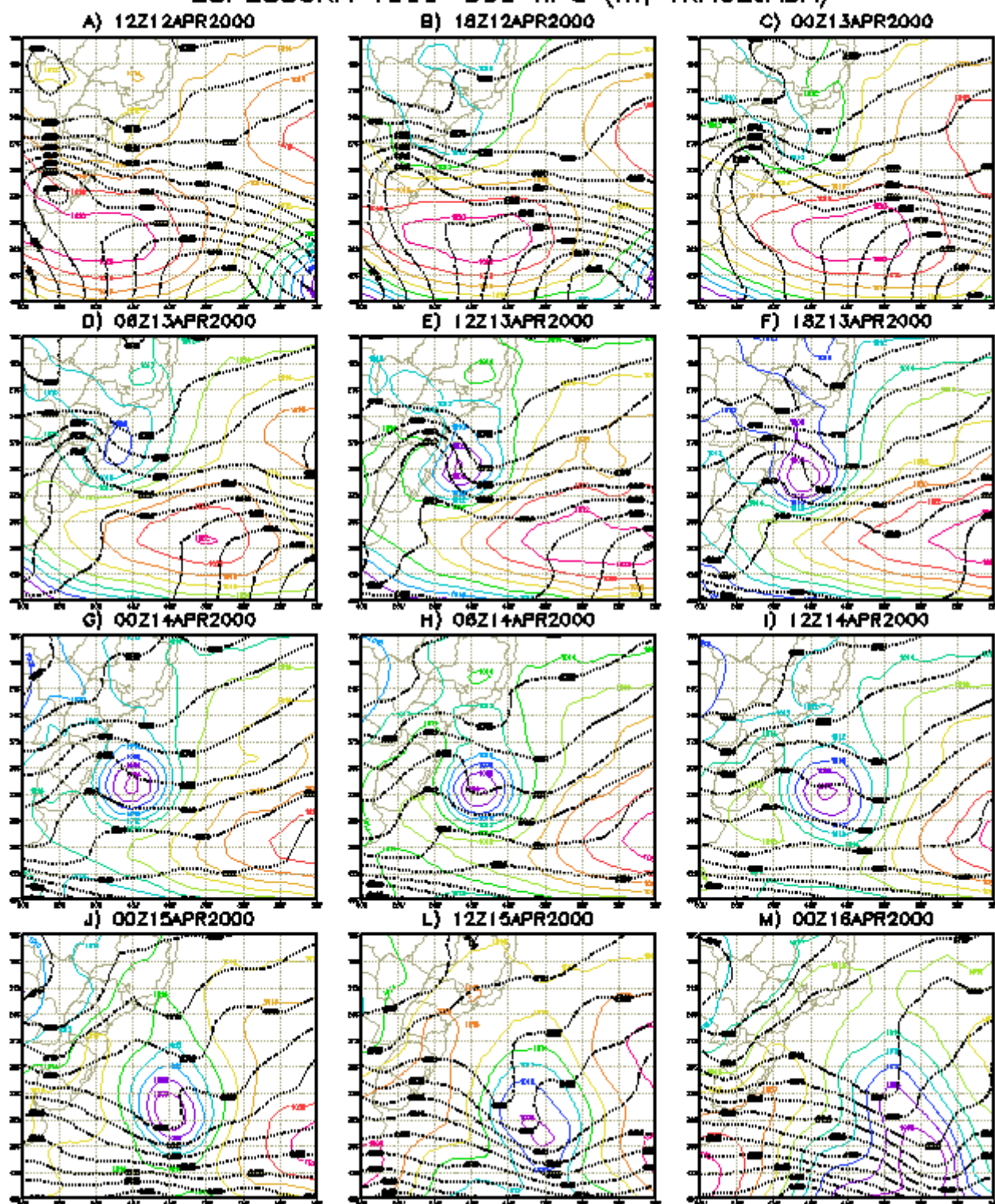


Figura 2 – Pressão à superfície e Espessura de 1000 a 500 hPa observadas.

PREVISAO (T062L28 – CONVECCAO TIPO KUO)
 PRESSAO A SUPERFICIE (hPa, COLORIDA)
 ESPESSURA 1000–500 hPa (m, TRACEJADA)

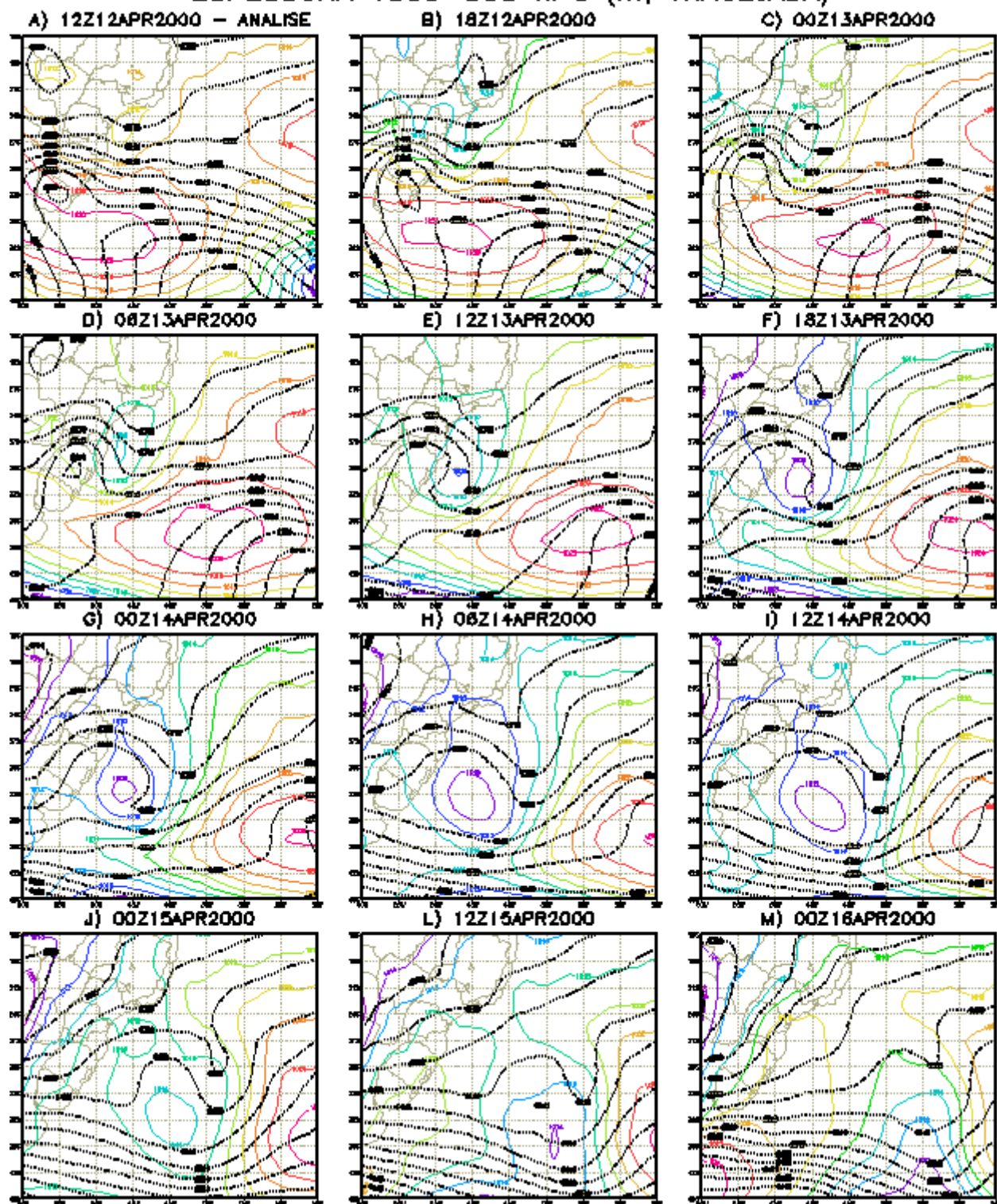


Figura 3 – Pressão à superfície e Espessura de 1000 a 500 hPa simulados pelo modelo do CPTEC T062L28 usando parametrização de convecção profunda tipo KUO.

PREVISAO (T062L18 – CONVECCAO TIPO ARAKAWA-SCHUBERT)
 PRESSAO A SUPERFICIE (hPa, COLORIDA)
 ESPESSURA 1000-500 hPa (m, TRACEJADA)

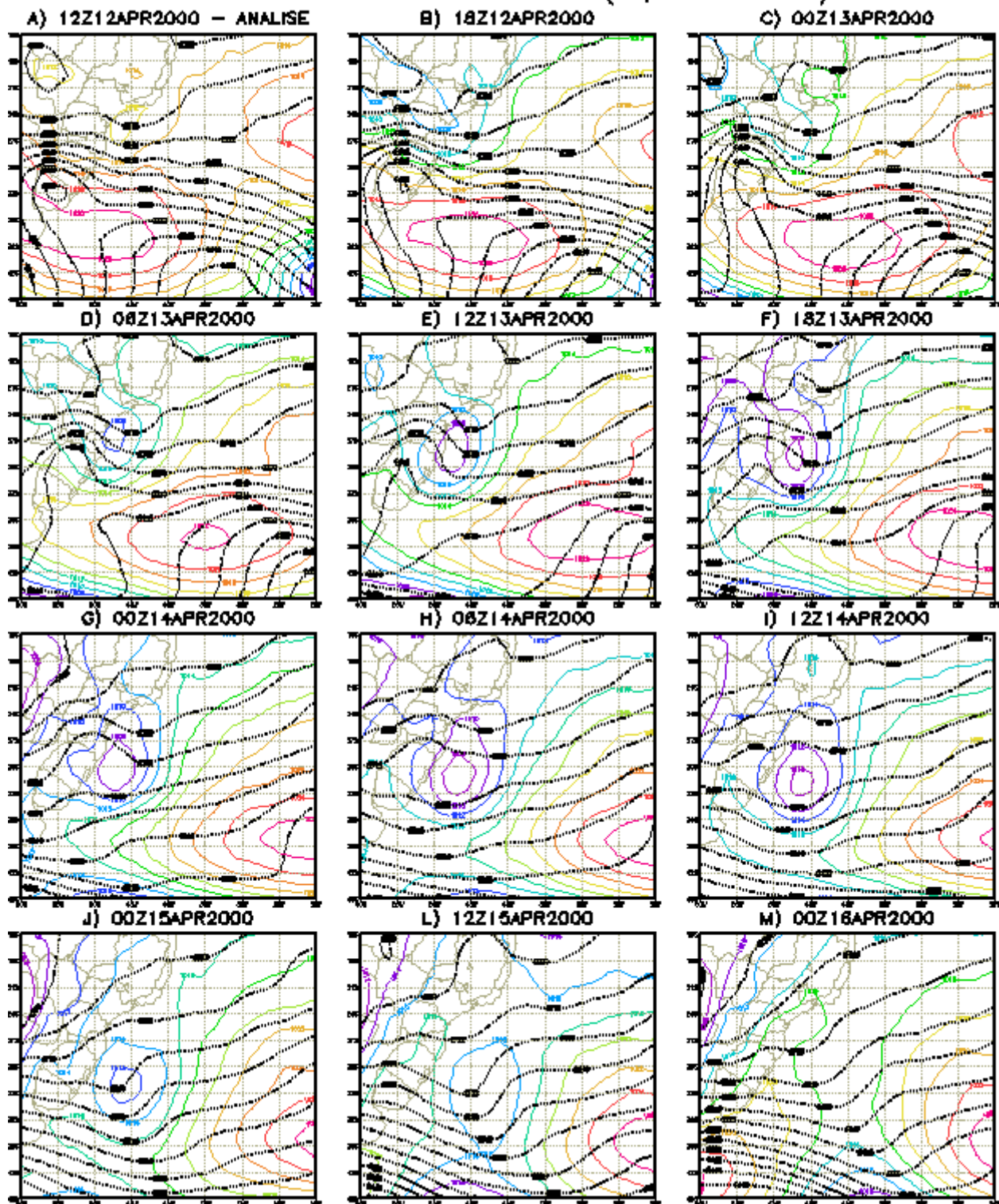


Figura 4 – Pressão à superfície e Espessura de 1000 a 500 hPa simulados pelo modelo do CPTEC T062L28 usando parametrização de convecção profunda do tipo Arakawa- Schubert.

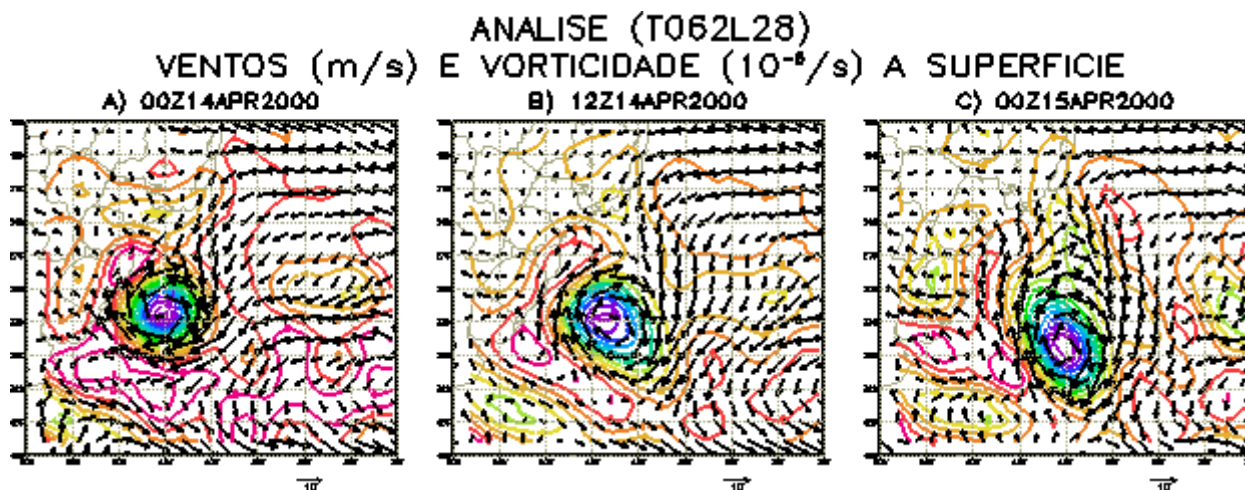


Figura 5 – Ventos e vorticidade à superfície observados.

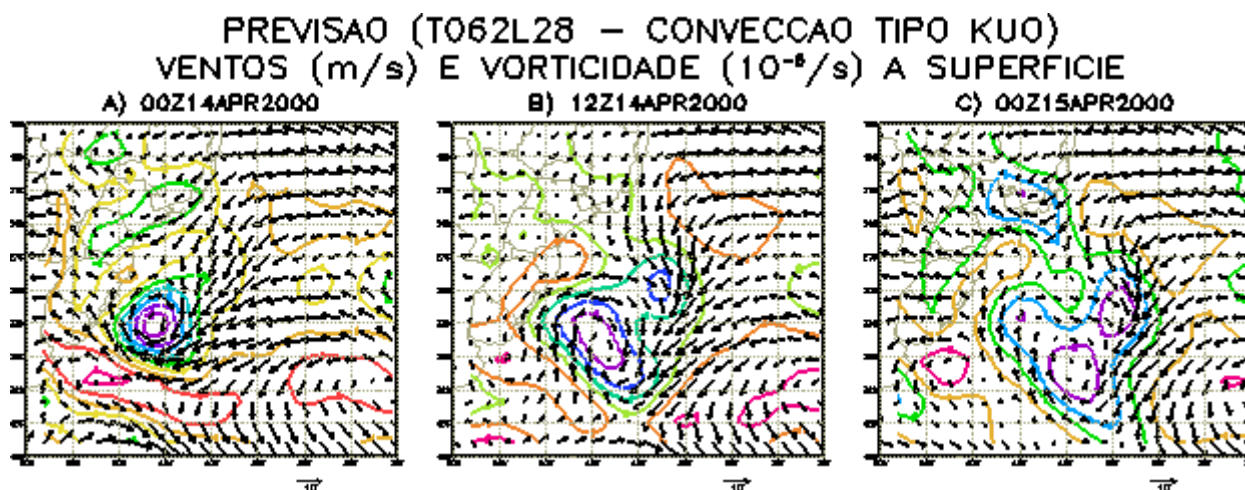


Figura 6 – Ventos e vorticidade à superfície simulados pelo modelo do CPTEC T062L28 usando parametrização de convecção profunda do tipo Kuo.

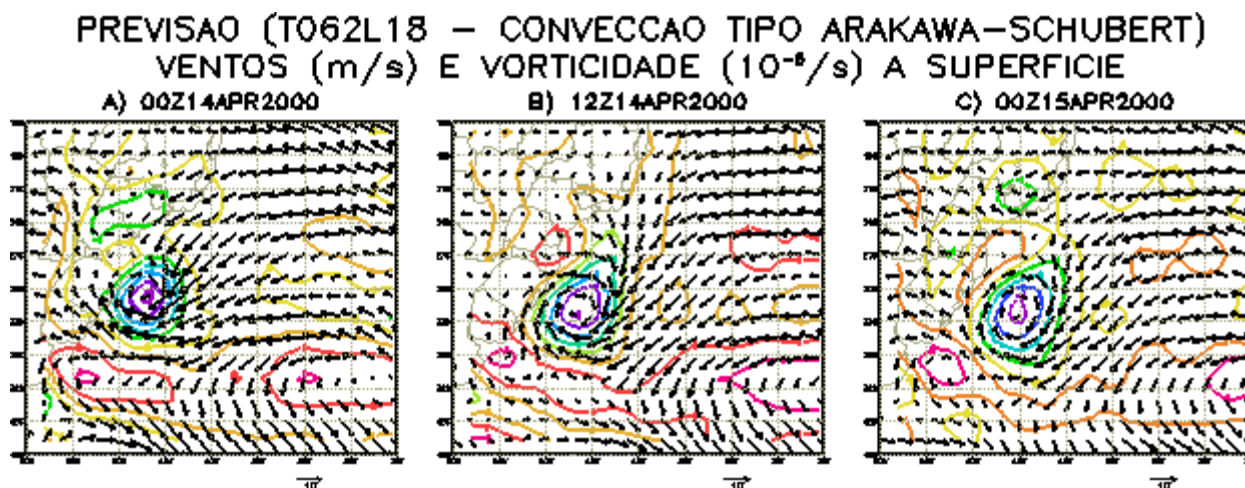


Figura 7 – Ventos e vorticidade à superfície simulados pelo modelo do CPTEC T062L28 usando parametrização de convecção profunda do tipo Arakawa-Schubert.

Já que não se dispõe de dados de precipitação sobre o oceano, nas figuras 8, 9 e 10 são apresentadas, respectivamente, o aquecimento diabático para o caso das análises, da previsão utilizando esquema de convecção profunda tipo Kuo e tipo Arakawa-Schubert. O aquecimento adiabático foi obtido como resíduo da equação da energia termodinâmica, seguindo o procedimento descrito em Borges Mendonça (2000). As figuras A, B e C apresentam o aquecimento diabático para baixos níveis, enquanto que D, E e F dá o aquecimento para altos níveis. Nota-se que o aquecimento diabático derivado das análises (figura 8) é bem profundo na região do sistema de mesoescala (figuras 5), apresentando uma configuração bem definida e concentrada chegando a mais de 25 K/dia. O aquecimento diabático derivado das previsões com esquema Kuo (figura 9) tem configuração semelhante à da analisada, porém mais intenso, já o caso de previsão com esquema Arakawa-Schubert (figura 10), os campos não são tão bem definidos como no caso anterior e os valores são abaixo do analisado. A implicação é que o esquema Kuo acaba gerando precipitação maior que o de Arakawa-Schubert. Como a escala do modelo é de 200 por 200 km, essa característica do aquecimento diabático inferido das previsões não implica necessariamente que o esquema Kuo preve mais chuva e o esquema Arakawa-Schubert preve menos chuva que o observado.

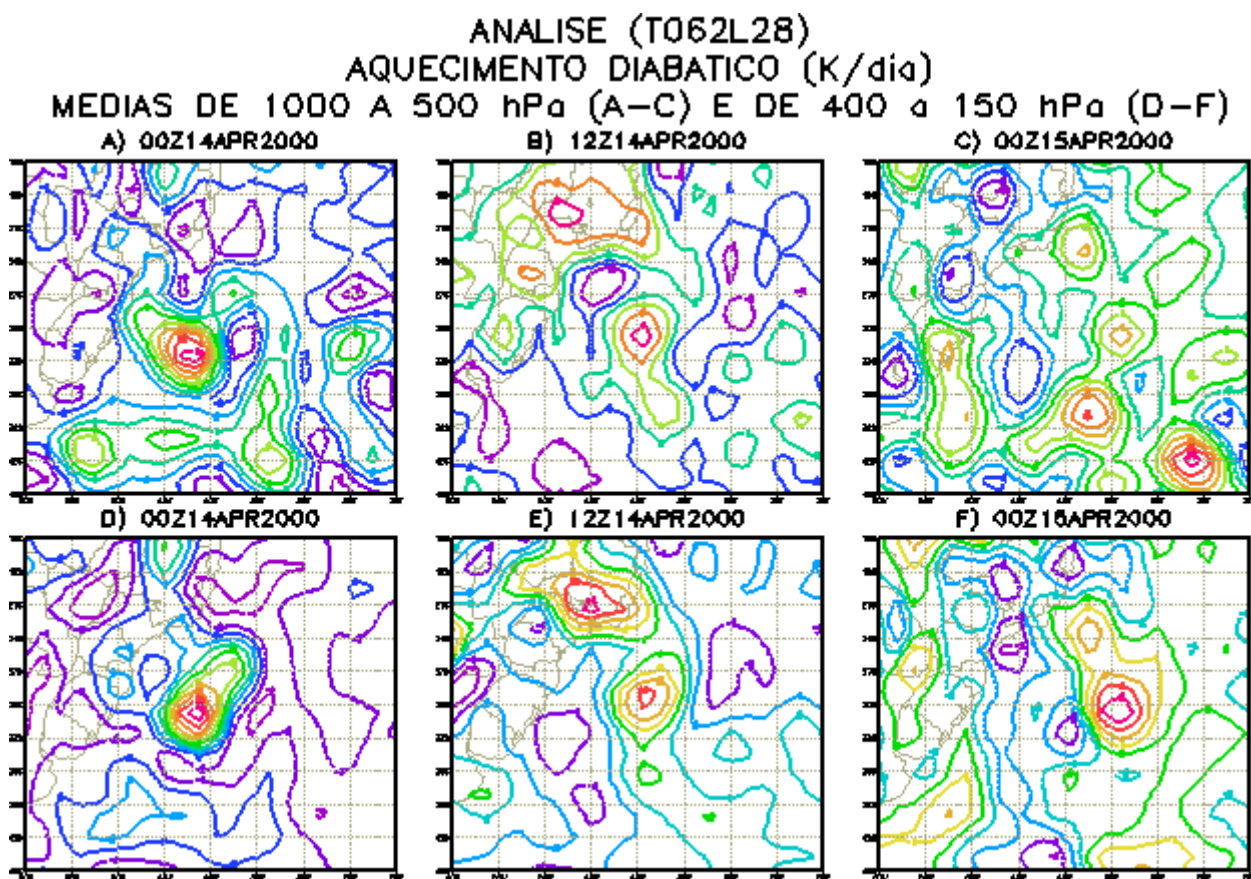


Figura 8 – Aquecimento diabático médio para níveis baixos e altos, obtidos a partir das análises.

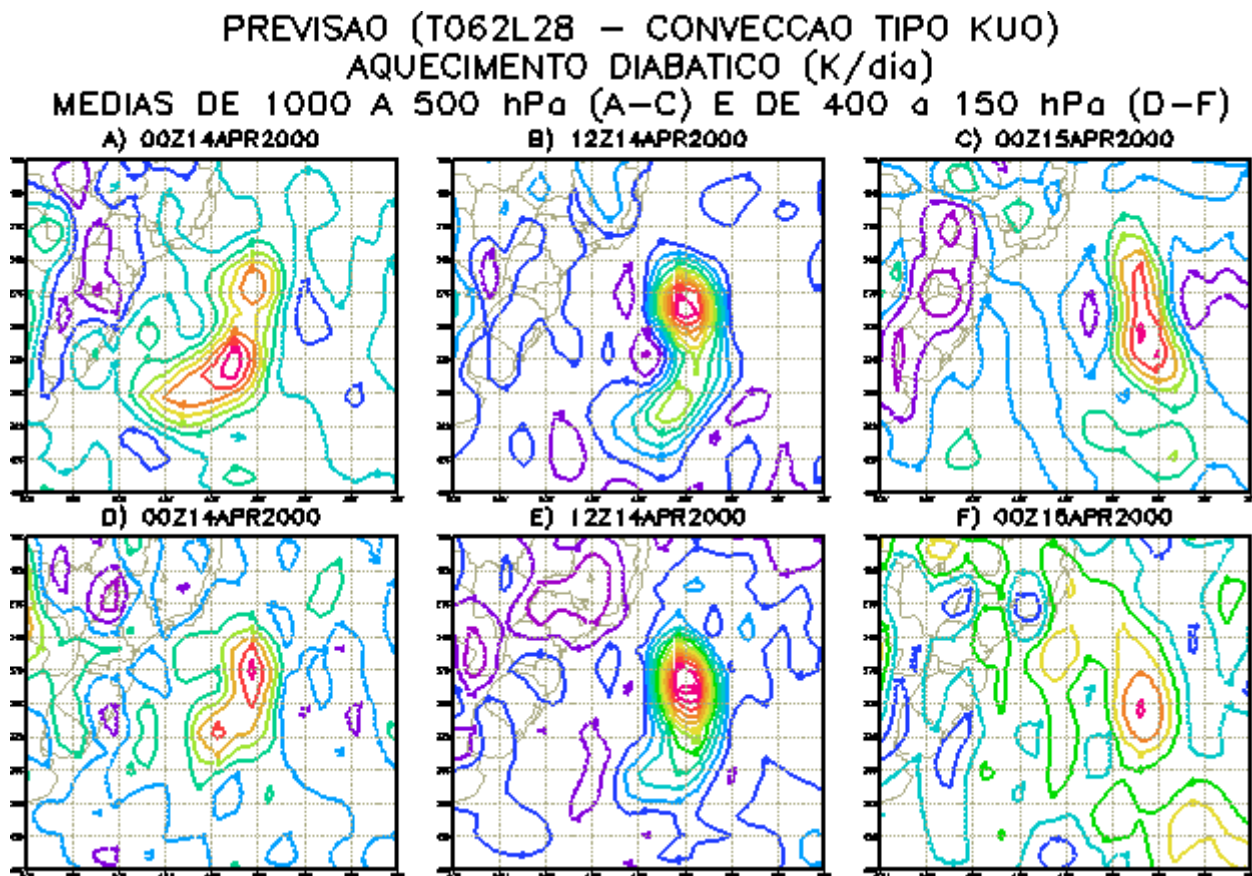


Figura 9 – Aquecimento diabático médio para níveis baixos e altos, obtidos a partir de simulação do modelo global do CPTEC usando parametrização de convecção profunda do tipo Kuo.

CONCLUSÕES

Foi avaliada a capacidade do modelo operacional global do CPTEC/COLA T062L28 em prever a evolução de ciclogênese de mesoescala, através de estudo de caso ocorrido entre os dias 12 e 16 de abril de 2000 sobre os oceanos adjacentes ao sul-sudeste do Brasil e extremo norte da Argentina. Notou-se a presença de águas anormalmente quentes nessa região e água precipitável disponível na atmosfera, favorecendo a intensificação de sistemas de mesoescala nessa região. O desenvolvimento e evolução do sistema observado foi relativamente bem previsto pelo modelo.

O caso utilizando esquema de convecção profunda tipo Kuo, preve melhor a trajetória e posição do centro do ciclone que o caso com convecção do tipo Arakawa-Schubert, porém a intensidade dos ventos em superfície é melhor prevista no caso Arakawa-Schubert.

O aquecimento diabático é melhor representado pelo esquema Kuo em configuração que no caso Arakawa-Schubert, porém superestima a intensidade, enquanto que o caso Arakawa-Schubert subestima.

PREVISÃO (T062L18 – CONVECCAO TIPO ARAKAWA-SCHUBERT)
 AQUECIMENTO DIABATICO (K/dia)
 MEDIAS DE 1000 A 500 hPa (A-C) E DE 400 a 150 hPa (D-F)
 A) 00Z14APR2000 B) 12Z14APR2000 C) 00Z15APR2000

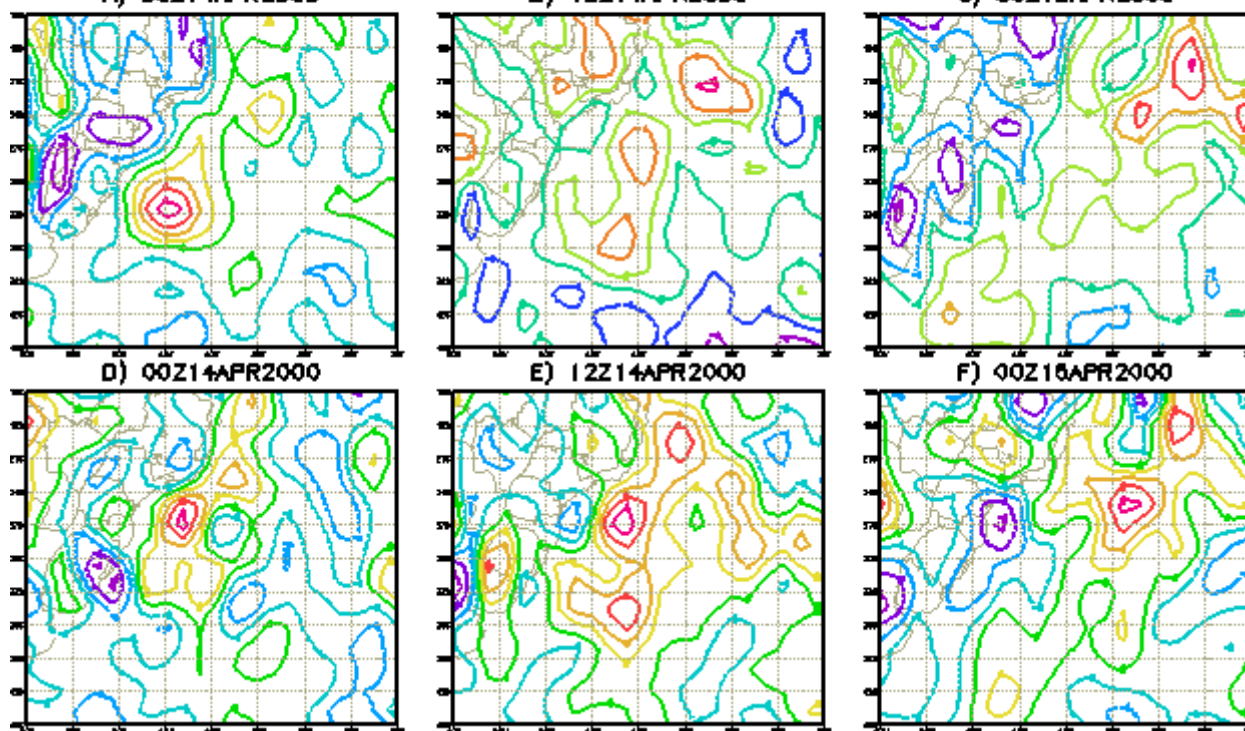


Figura 10 – Aquecimento diabático médio para níveis baixos e altos, obtido a partir de simulação do modelo global do CPTEC usando parametrização de convecção profunda do tipo Arakawa-Schubert.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anthes, R.A. A cumulus parameterization scheme utilizing a one-dimensional cloud model. **Mon. Wea Rev.**, v.105, p. 270-286.
- Borges Mendonça, R.W. **Análises dos balanços de vorticidade, calor e umidade no Modelo Global do CPTEC/COLA para previsão de tempo.** São José dos Campos, 2000, 128p. Dissertação (Mestrado em Meteorologia), Instituto de Pesquisas Espaciais - INPE.
- Kinter, J.L., DeWitt, D., Dirmeyer, P.A., Fennessy, M.J., Kirtman, B.P., Marx, L., Schneider, E.K., Shukla, J., Strauss, D.M. **The COLA Atmosphere-Biosphere General Circulation Model Volume 1: Formulation.** Calverton, MD, 1997, 46p. Report No. 51, Center for Ocean-Land-Atmosphere Studies - COLA .
- Moorthi, S., Suarez, M.J. Relaxed Arakawa-Schubert: A parameterization of moist convection for general circulation models. **Mon. Wea Rev.**, v.120, p.978-1002.