

ANÁLISE DE DESEMPENHO DO SISTEMA DE SONDAGEM ITPP5/NOAA-14 SOBRE A ARGENTINA

Rodrigo Augusto Ferreira de Souza (rodrigo@cptec.inpe.br)

Wagner Flauber Araújo Lima (wagner@cptec.inpe.br)

Juan Carlos Ceballos (ceballos@cptec.inpe.br)

Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos - CPTEC

Divisão de Satélites e Sistemas Ambientais - DSA

Rodovia Presidente Dutra km 40,
12630-000, Cachoeira Paulista - SP, Brasil

RESUMO

Este trabalho apresenta uma avaliação da qualidade dos perfis ITPP5/NOAA14 sobre a Argentina, gerados operacionalmente na DSA/CPTEC para fins de assimilação em previsão numérica de tempo, e também disponibilizados para usuários em geral. Os perfis foram comparados com dados de radiossondagens, consideradas como “verdade terrestre” e provenientes do Global Telecommunication System (GTS). Avaliou-se o viés e o erro médio quadrático (EMQ) para as sondagens remotas, em três diferentes níveis de pressão (período outubro 2004 a março 2005). A temperatura inferida pelo ITPP apresenta um viés médio por camada menor que 1,2 K e um EMQ não superior a 2 K. Erros maiores são observados na inferência dos perfis de temperatura do ponto de orvalho. Neste caso, o EMQ oscila entre 3 e 5 K nos níveis de 1000 a 850 hPa, podendo chegar a 9 K no nível de 500 hPa.

ABSTRACT

It is presented an analysis of the performance of ITPP5/NOAA14 retrievals over Argentine region, which are operationally produced at DSA/CPTEC for numerical weather prediction as well as released for general users. The atmospheric profiles were compared with those of radiosonde information (considered as “ground truth”) received from Global Telecommunication System (GTS). The bias (*b*) and standard deviation (*S*) for retrievals was assessed for three different pressure levels within the period October 2004 to March 2005. The ITPP-inferred temperature exhibits absolute bias generally lower than 1.2 K in any atmospheric layer, with *S* lower than 2 K. Higher deviations were found for dew point retrieval. In that case, *S* varies between 3 and 5 K within 1000 to 850 hPa layers, reaching up to 9 K at 500 hPa.

1. Introdução

O interesse pelo estudo da atmosfera tem aumentado nas últimas décadas em função da necessidade de se conhecer o impacto que ela provoca sobre as atividades humanas com vistas às possibilidades de melhor avaliação e planejamentos sócio-econômicos. No caso específico do Brasil, há uma

crescente demanda por informações e previsões meteorológicas por parte do setor produtivo visando o aumento da produção agrícola e a modernização deste setor, o monitoramento de recursos naturais para geração de energia, além da carência de uma rede adequada de coleta de dados e de observação convencional. O conceito de satélite meteorológico é aplicado àqueles que permitem a observação de fenômenos e medições de parâmetros físicos com fins meteorológicos, embora a sua utilização se estenda às aplicações como: hidrologia, agricultura entre outras. De maneira geral, a grande contribuição das informações de satélites tem sido na complementação dos dados meteorológicos convencionais disponíveis, cobrindo áreas remotas sobre os oceanos, continentes e também dados de altitude, que contribuem decisivamente para uma melhor compreensão e quantificação de fenômenos e parâmetros meteorológicos.

Para atender a essa crescente demanda, a Divisão de Satélites e Sistemas Ambientais (DSA) vinculada ao Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC), do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), tem desenvolvido não apenas técnicas para extração de informações a partir de dados transmitidos por satélites meteorológicos, mas também pesquisas aplicadas, acompanhamento de novas missões de satélites ambientais visando permanente atualização no uso de novos sensores e na análise de oportunidades em missões nacionais e estrangeiras. Como atividade de suporte e transferência de conhecimento, elabora aplicativos para tratamento de imagens, disponibiliza metodologias para setores operacionais e oferece treinamento na área.

No contexto de sondagem atmosférica, a DSA tem disponibilizado perfis verticais de temperatura e de umidade inferidos a partir de informações de satélites da série NOAA (14 e 16). Os perfis são inferidos operacionalmente mediante os aplicativos ITPP-5 (“International TOVS Processing Package”) para o sistema TOVS/NOAA14 (Smith et al., 1979) e ICI (“Inversion Coupled with Imager) para o ATOVS/NOAA16 (Lavanant et al., 1999). O desenvolvimento/aperfeiçoamento de metodologias para recuperação de perfis atmosféricos é de fundamental importância para a Previsão Numérica de Tempo (PNT), principalmente para o Hemisfério Sul onde existe um baixo número de radiossondagens. Além disso, devido à grande extensão territorial da América do Sul e à existência de áreas remotas como é o caso da Amazônia, torna-se difícil manter redes de observações convencionais. Dessa forma, estudos que possam contribuir no sentido de avaliar e aprimorar a qualidade de perfis atmosféricos obtidos a partir de dados de satélites são necessários.

Algumas pesquisas realizadas no Brasil têm mostrado o desempenho destes dois sistemas de sondagem, dentre elas citam-se: Sakuragi (1992), Lima e Ceballos (2002), Lima et al. (2002), Carvalho (2002), Macedo (2003) e Souza et al. (2004), entre outros. Dentro desse contexto, o objetivo central do presente trabalho é analisar a qualidade de sondagens remotas sobre a Argentina, uma vez que esses dados podem ser utilizados pelos centros de meteorologia argentinos para auxiliar a previsão de tempo para a região.

2 – Dados e Metodologia

Os dados utilizados foram informações coletadas pelos sensores do sistema TOVS/NOAA14, os quais foram utilizados para gerar os perfis verticais de temperatura e de temperatura do ponto de

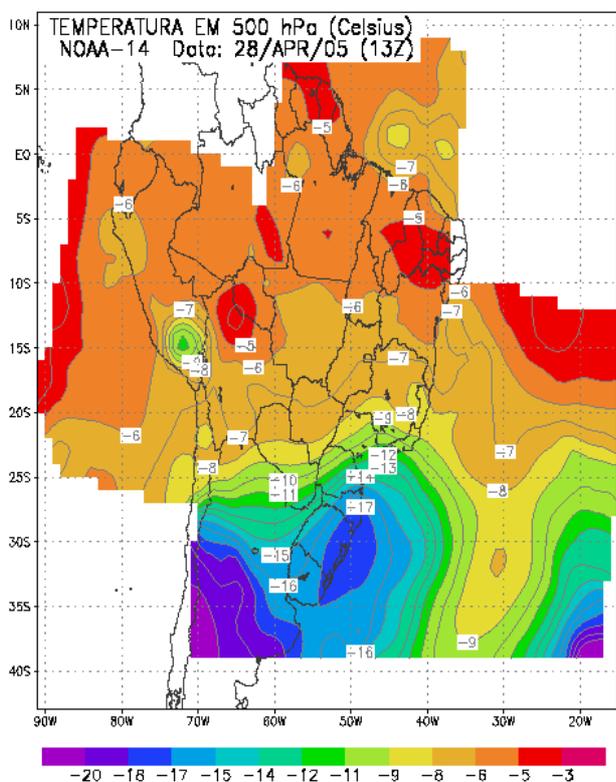
orvalho, e radiossondagens disponíveis no CPTEC nos horários das 12UTC, entre os meses de outubro de 2004 e março de 2005. A Figura 1 ilustra a localização dos seis sítios estudados (Foz do Iguaçu, Resistência, Salta, Córdoba, Ezeiza e Santa Rosa).



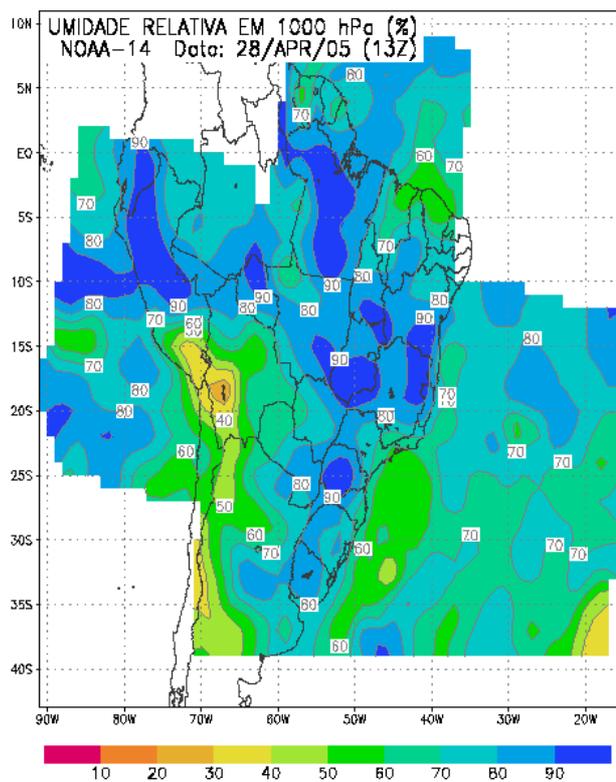
Figura 1 – Localização geográfica dos sítios considerados nas análises.

As Figuras 2a, 2b, 2c e 2d apresentam campos horizontais de temperatura em 500 hPa, umidade relativa em 1000 hPa, água precipitável e o índice de instabilidade por levantamento em 500 hPa, respectivamente. Esses campos são produtos gerados operacionalmente a partir de dados do NOAA14 e disponibilizados diariamente na DSA. Além de campos horizontais em diferentes níveis de pressão, a Divisão também disponibiliza os perfis verticais em cada pixel de sondagem (Figura 3). O TOVS é o primeiro sistema de sondagem operacional, sendo o “International TOVS Processing Package” (ITPP) o pacote computacional que permite inferir perfis atmosféricos a partir das informações desse sistema de sondagem. Esse pacote foi desenvolvido pela “Cooperative Institute for Meteorological Satellite Studies” (CIMSS) da Universidade de Wisconsin em Madison, nos Estados Unidos da América.

A análise de desempenho do sistema de sondagem TVOS foi realizada comparando os perfis de temperatura e de temperatura do ponto de orvalho inferidos pelo modelo de inversão ITPP5, com os perfis obtidos pelas radiossondagens. É importante observar que na comparação com cada perfil da radiossonda foi considerado apenas o perfil TOVS mais próximo de cada sítio de lançamento. As análises basearam-se em cálculos de erros médios (viés) e erros médios quadráticos (EMQ) em três diferentes níveis de pressão (1000, 850 e 500 hPa), para cada um dos meses estudados.



(a)



(b)

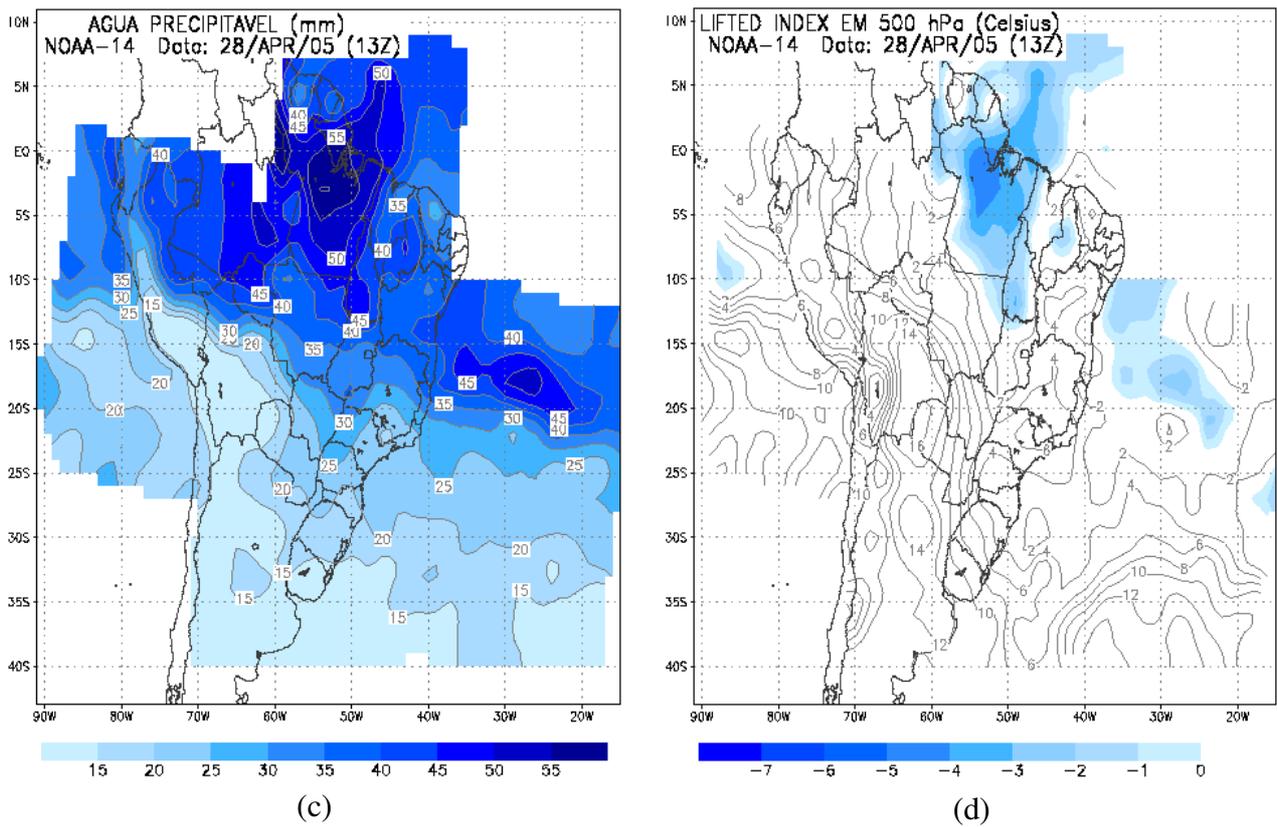


Figura 2 – Campo de temperatura em 500 hPa (a) e de água precipitável (b), gerados pelo ITPP-5 a partir de dados do sistema TOVS/NOAA-14.

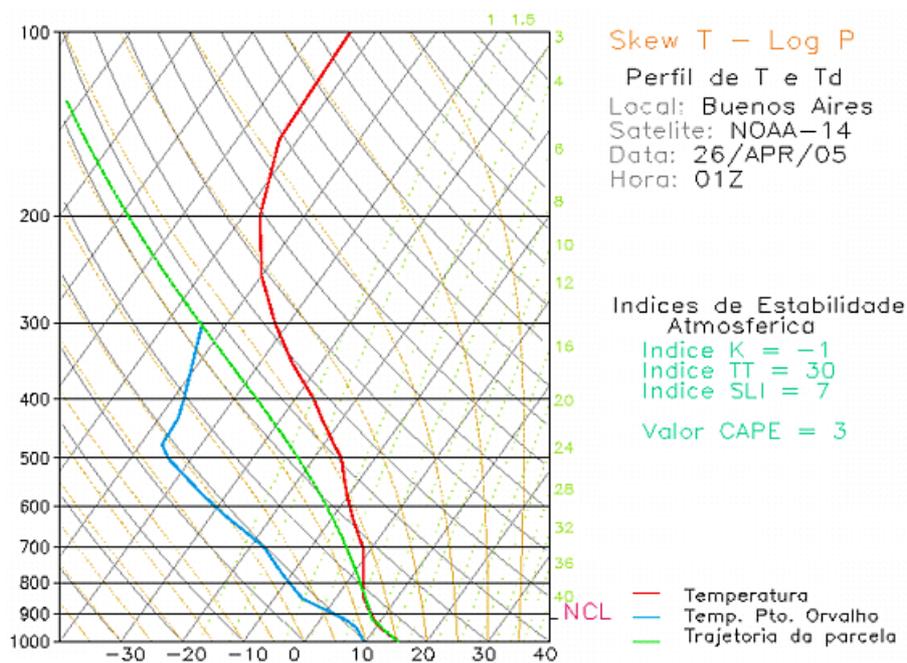


Figura 3 – Exemplo de uma sondagem TOVS sobre Buenos Aires para o dia 26 de abril de 2005.

3 – Resultados e Discussões

As análises foram realizadas considerando os dados de radiossondagens como sendo a “verdade terrestre”. A Tabela 1 apresenta o viés e o EMQ entre os perfis inferidos pelo ITPP5 e os perfis observados (radiossondagens), em três diferentes níveis de pressão (1000, 850 e 500 hPa). A temperatura inferida pelo ITPP apresenta um viés médio por camada menor que 1,2 K e um EMQ não superior a 2 K. Erros maiores são observados na inferência dos perfis de temperatura do ponto de orvalho. Neste caso, o EMQ oscila entre 3 e 5 K nos níveis de 1000 a 850 hPa, podendo chegar a 9 K no nível de 500 hPa.

Tabela 1 - Viés e EMQ para as sondagens ITPP5/NOAA-14 sobre a Argentina.

Argentina												
ITPP5	Viés – Temperatura (C)						EMQ – Temperatura (C)					
Pressão (hPa)	2004			2005			2004			2005		
	Out.	Nov.	Dez.	Jan.	Fev.	Mar.	Out.	Nov.	Dez.	Jan.	Fev.	Mar.
1000	0,23	-0,33	-1,26	-1,23	1,31	0,40	2,26	1,93	3,49	3,56	1,60	2,13
850	-1,15	-0,65	-0,48	1,41	0,42	-0,71	2,42	2,09	2,02	4,46	1,32	1,67
500	-0,63	-0,60	-0,41	1,15	-0,75	-0,45	1,33	1,65	1,66	2,30	0,96	1,50
ITPP5	Viés – Temperatura do Orvalho (C)						EMQ – Temperatura do Orvalho (C)					
1000	0,04	-0,22	-1,95	-4,29	1,28	-1,30	4,73	3,91	5,54	5,98	2,49	4,04
850	0,28	0,55	-0,38	-5,15	-1,82	-0,52	5,74	4,46	3,87	5,98	2,97	4,05
500	3,19	1,66	1,86	2,33	6,45	2,25	7,07	6,73	5,48	9,96	9,12	6,16

É importante observar que a qualidade das sondagens remotas depende de condições de contorno impostas (por exemplo, temperatura e umidade à superfície) assim como da escolha apropriada de canais do sistema sondador. Dentro deste contexto, poderiam se esperar melhores resultados para os perfis inferidos pelo ICI uma vez que o sistema de sondagem ATOVS/NOAA16 é mais avançado do que o ITPP/NOAA14, isto é, o sistema ATOVS conta com um maior número de canais em microondas disponíveis para efetuar sondagens remotas. No entanto, análises similares utilizando perfis ICI não foram realizadas porque não existiam radiossondagens disponíveis nos horários próximas das 6 e 18 UTC (passagens do NOAA-16). Souza et al. (2004) apresentou uma análise similar para os perfis gerados a partir do ICI (NOAA16) sobre a região Amazônica, durante os meses de setembro e outubro de 2002. Seus resultados mostraram que os perfis de temperatura e de umidade estimados pelo modelo ICI atingiram níveis de qualidade dentro das especificações dos sensores, que prevêem erros de até 1,5 K para perfis de temperatura e de 1,5 g/kg para os de umidade.

Avaliar o nível de qualidade dos perfis gerados operacionalmente na DSA é de grande importância para a Divisão, dado que eles devem ser assimilados nos modelos de previsão numérica de tempo do CPTEC e podem ser aproveitados por usuários em geral para serem utilizados em diferentes

aplicações. Os perfis atmosféricos gerados operacionalmente a partir de informações NOAA (aplicativos ICI e ITPP-5) podem ser encontrados em <http://satelite.cptec.inpe.br/>. Atualmente, estes perfis estão sendo comparados com dados de radiossondagens disponíveis no CPTEC.

4 – Referências Bibliográficas

- Carvalho, J. C. Modelagem e análise de sondagens remotas sobre o Brasil utilizando-se o sistema ICI. 2002. 217 p. **Tese de Doutorado em Meteorologia** – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2002.
- Lavanant, L.; Brunel, P.; Rochard, G.; Labrot, T. NOAA15 Soundings profiles retrieved with the ICI scheme. In: International TOVS Study Conference, 10. (ITSC), 27 January - 02 February 1999, Bolder, Colorado. **Proceedings of the Tenth International TOVS Study Conference**, Boulder: ITSC, 1999.
- Lima, W. F. A. e Ceballos, J. C. Sondagens remotas TOVS na Amazônia: uma comparação com perfis medidos durante o experimento AMCWET LBA. In: Congresso Brasileiro de Meteorologia, 12. 2002, Foz do Iguaçu. **Anais do XII Congresso Brasileiro de Meteorologia**. São José dos Campos: INPE, 2002. 1CD-ROM.
- Lima, W. F. A.; Ceballos, J. C.; Macedo, S. R.; Santuci, L. G. B. Sondagens TOVS e ATOVS: uma comparação entre resultados do ITPP-5 e do ICI. In: Congresso Brasileiro de Meteorologia, 12. 2002, Foz do Iguaçu. **Anais do XII Congresso Brasileiro de Meteorologia**. São José dos Campos: INPE, 2002. 1CD-ROM.
- Macedo, S. R. Um estudo das sondagens do ICI (Inversion Coupled Imager) mediante o processamento de perfis atmosféricos brasileiros. 2003. 109 p. **Dissertação Mestrado em Meteorologia** – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2003.
- Sakuragi, J. Sondagens TOVS: Impacto na análise sinótica entre 18 e 19 de março de 1991 na região sul e sudeste do Brasil. 1992. 126 p. (INPE-5497-TDI/512). **Dissertação Mestrado em Meteorologia** - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 1992.
- Smith, W.L.; Woolf, H.M.; Hayde, C.M.; Wark, D.C.; McMillin, L.M. The TIROS operational vertical sounder. **Bulletin of the American Meteorological Society**, 60(10):1177-1187, Oct. 1979.
- Souza, R. A. F.; Ceballos, J. C., Barnet, C. D. Análise de desempenho dos sistemas de sondagem AQUA e ICI/NOAA sobre Rondônia durante o experimento dry-to-wet LBA. In. **III Conferência Científica do LBA**, Brasília-DF, 2004.