

SONDAGENS REMOTAS TOVS NA AMAZÔNIA: UMA COMPARAÇÃO COM PERFIS MEDIDOS DURANTE O EXPERIMENTO AMC WET LBA

Wagner Flauber Araujo Lima e Juan Carlos Ceballos

CPTEC / INPE – 12630 Cachoeira Paulista – SP

e-mail: wagner@cptec.inpe.br, ceballos@cptec.inpe.br

Abstract

Atmospheric soundings obtained during the AMC WET LBA 1999 Experiment are used as reference for assessing the quality of TOVS retrievals produced by the software ITPP 5.0. Surface values provided by CPTEC model's forecasts were used for defining "anchors" of temperature and dew point at ground level as well as first guess profiles for the retrieving process. It is found that temperature profiles are satisfactorily retrieved. Dew point is accurately assessed in the planetary boundary layer (maybe due to anchoring) but progressive underestimation is observed for higher levels. The reasons of this behavior are presently under analysis.

1- Introdução

Os satélites de órbita polar da série TIROS-n/NOAA têm a bordo um sistema operacional de sondagem vertical TOVS (*TIROS-N Operational Vertical Souder*), que permite estimar perfis atmosféricos diários. Um dos métodos de processamento operacionais de sondagens TOVS é baseado no uso do software *International TOVS Processing Package* na versão 5.0 (ITPP 5.0), desenvolvido na Universidade de Wisconsin-EUA, o qual considera as radiâncias emergentes do planeta no espectro infravermelho térmico e infere os perfis de temperatura do ar (T) e do ponto de orvalho (Td) por inversão da Equação de Transferência Radiativa (ETR) numa atmosfera sem nuvens e com estratificação plano-paralela (Sakuragi, 1992). O ITPP5.0 oferece a possibilidade do uso de perfis verticais de temperatura provenientes de modelos de previsão numérica de tempo ou perfis médios climatológicos, como perfil inicial para a solução da ETR. Obter uma sondagem requer a detecção de pixels não contaminados por nuvens, sendo que a área associada a um pixel é de pelo menos 17 km de diâmetro no nadir do satélite. O ITPP estima um perfil médio a partir de um conjunto de 3x3 pixels (com não menos de seis pixels classificados como não contaminados).

Os arquivos de entrada para o ITPP 5.0 são os TIPs contendo informação sobre a radiância observada pelo sistema TOVS composto por três subsistemas: HIRS/2 (19 canais no infravermelho termal e 1 no visível), MSU (4 canais no espectro de microondas) e SSU (3 canais na banda de absorção de 15 μm do CO_2). Os dados de HIRS são utilizados para a sondagem propriamente dita. Os de MSU completam a informação no caso de existir nebulosidade. Os de SSU permitem avaliar temperatura na estratosfera. O ITPP5 transforma os dados originais em "counts" para radiâncias e para temperaturas de brilho, criando um arquivo de entrada

(hirsingo.dat) a partir do qual é realizada a sondagem. Os perfis recuperados para a passagem do satélite são gerados num arquivo de saída (tovsret???.dat).

O ITPP 5.0 é utilizado atualmente pelo Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC) para produzir até duas sondagens diárias baseadas no satélite NOAA-14, no período da manhã (06Z a 09Z) e da tarde (19Z a 22Z) numa extensa área da América do Sul, com base em arquivos detectados nas estações de Cuiabá – MT e Cachoeira Paulista – SP.

O objetivo desse trabalho foi verificar a confiabilidade das sondagens estimadas pelo modelo ITPP na versão 5.0 na região amazônica através de uma comparação com os perfis de temperatura gerados pelas radiossondagens realizadas durante o experimento AMC WET LBA.

2- Materiais e Métodos

Nesta pesquisa foram utilizados dados de radiossondagens do experimento AMC WET/LBA (LBA Atmospheric Mesoscale Campaign for the Wet Season), no qual realizaram-se sondagens de 3 em 3 horas na localidade de Rebiu Jarú (10,14S; 61,91W), no período de 24 de janeiro a 24 de fevereiro de 1999. Foram considerados também perfis atmosféricos processados pelo ITPP 5.0 no mesmo período do projeto LBA. As sondagens foram geradas utilizando como *first guess* saídas do modelo do CPTEC(perfis fornecidos pela previsão para seis e dezoito horas). Os perfis TOVS correspondentes a locais específicos foram extraídos para 15 níveis de temperatura do ar e 6 níveis de temperatura do orvalho, a partir de um programa em Fortran fazendo a leitura do tovsret???.dat. O programa localiza o pixel de satélite mais próximo do local escolhido, através da latitude e longitude do local e do pixel, e retira os valores de temperatura do ar e do ponto de orvalho para cada nível pré-determinado pelo o ITPP 5.0. A distância máxima escolhida para a sondagem mais próxima foi de 100 km.

As passagens do NOAA-14 recebidas nas estações de Cuiabá – MT e Cachoeira Paulista – SP nem sempre incluíam um pixel próximo de Rebiu Jarú. Por outro lado, nem todos os dias do período foram feitas radiossondagens no horário das 09Z e 18Z. Em virtude disto, o número de dias para comparação reduziu-se para 11 no período da madrugada e 14 dias para a tarde.

3 – Resultados e Discussão

As figuras 1 apresentam os perfis médios de temperatura medidos (radiossondagens) e obtidos pelo ITPP5 nos períodos da madrugada (a) e da tarde (b). Evidencia-se um bom ajuste dos perfis TOVS com os de radiossondagens. A figura 2 apresenta a série temporal de temperatura em vários níveis da atmosfera. Observa-se que a temperatura em níveis $p \leq 850$ hPa apresentou flutuações pequenas ao longo de 20 dias, e que os perfis recuperados do TOVS exibem erros pequenos. Ainda, a inversão na tropopausa é bem representada. A temperatura em 1000 hPa tem flutuações maiores e apresenta os erros mais elevados. Deve-se observar que o *first guess* fornecido pelo modelo numérico do CPTEC refere-se ao horário de 06Z, e a recuperação do perfil segue o critério de “ancorar” a temperatura em 1000 hPa com os valores fornecidos pelo modelo. Ainda mais, as passagens de satélite acontecem entre 06 e 09Z e a temperatura medida à superfície é a que apresenta as variações mais pronunciadas com (como ilustrado na figura 2).

As figuras 3 evidenciam algumas regularidades estatísticas dos perfis obtidos: a) os desvios médios são inferiores a 1°C (em valor absoluto) entre 500 e 900 hPa; b) existe erro sistemático da

ordem de $-1,5^{\circ}\text{C}$ em 400 hPa; c) o erro médio é quase nulo em 200 hPa; d) na tropopausa (~ 100 hPa), o erro médio se situa entre -2°C e -3°C , com flutuações relativamente grandes; e) em geral, o desvio padrão das diferenças entre perfis recuperados e medidos é da ordem de 1°C .

Assim, em termos gerais pode-se dizer que os perfis de temperatura foram recuperados satisfatoriamente dentro das limitações impostas pela não coincidência de horários entre passagens de satélite e horários da previsão usada como *first guess*. Contribuiu para isso a pouca variabilidade temporal dos perfis atmosféricos de temperatura.

As figuras 4 ilustram o ajuste para perfis de umidade para a passagem da madrugada. Observa-se que: a) a ancoragem da umidade induziu erro médio nulo de T_d entre a superfície e o nível de 850 hPa; b) as flutuações dos erros entre esses níveis foram da ordem de $2-3^{\circ}\text{C}$; c) a partir de 850 hPa verifica-se um desvio progressivo entre o perfil recuperado e o medido: a atmosfera recuperada é menos úmida que a observada, enquanto que as flutuações dos desvios continuam sendo da ordem de $2-3^{\circ}\text{C}$.

Deve-se notar que a radiação emitida perto da superfície em frequências das bandas absorção do vapor d'água é inteiramente absorvida nas primeiras centenas de metros da atmosfera, de modo que o HIRS não pode receber informação sobre essa camada. O ajuste médio a valores de T_d deve ser atribuído à ancoragem ao modelo. Por outro lado, por razões que escaparam ao controle dos autores, não foi possível resgatar os perfis de umidade fornecidos pelo modelo; esta informação poderia ter contribuído para esclarecer se em níveis superiores aos da camada limite atmosférica o modelo do CPTEC é menos úmido que o real e induz –em conjunto com a ancoragem à superfície– uma subestimativa da umidade pelo ITPP5.

3. Conclusões

Nas condições de uma atmosfera extremamente úmida como a amazônica na época chuvosa (fevereiro), o ITPP5 reproduz adequadamente o perfil de temperatura quando é introduzida ancoragem com os valores à superfície fornecidos pelo modelo de previsão do CPTEC. Os erros sistemáticos são inferiores a 1°C até 500 hPa e entre 300 e 100 hPa; na camada intermediária são negativos e podem atingir -2°C . As flutuações aleatórias dos erros são da ordem ou menores que 1°C .

A ancoragem produz erros médios de ponto de orvalho desprezíveis até 800 hPa. Entretanto, por cima desse nível o perfil de umidade recuperado no presente estudo se desvia sistematicamente para valores negativos. As razões desse comportamento estão em análise.

Agradecimentos. Os autores agradecem a colaboração da Dra. Elizabeth P. Silvestre na adequação operacional de procedimentos seguidos pelo ITPP 5.0.

Referências bibliográficas

Sakuragi, J. **Sondagens TOVS: Impacto na análise sinótica entre 18 e 19 de março de 1991 na região Sul e Sudeste do Brasil.** (Dissertação de Mestrado em Meteorologia). Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos. (INPE-5497-TDI/512), 138p., 1992.

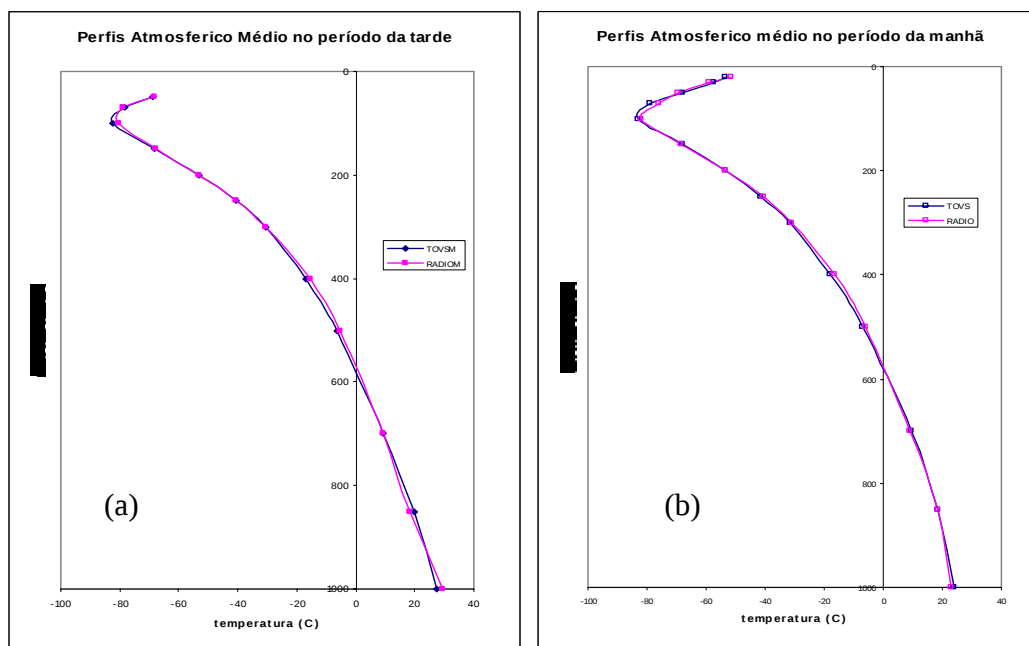


Figura 1 – Perfis médio da temperatura do ar, para Rebiu Jarú no período 24/01/99 a 24/02/99 e para o ITPP 5.0 em dois horários: (1a) madrugada e (1b) tarde.

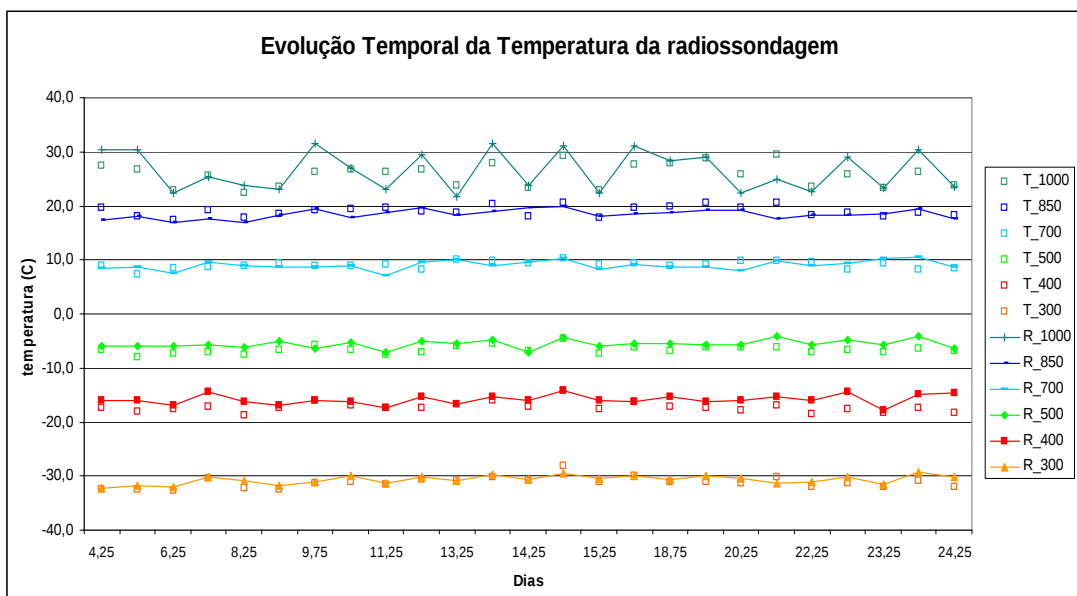


Figura 2 – Série temporal de temperatura para os níveis de 1000 a 300 hPa, para sondagens do ITPP5 e radiossondagens, no período de 4 a 24 de fevereiro de 1999.

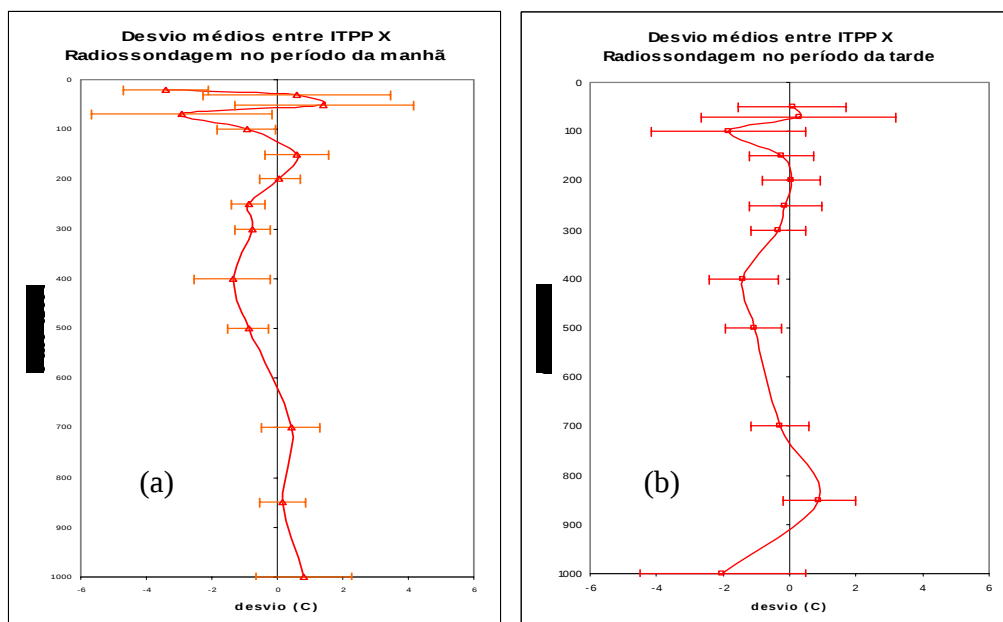
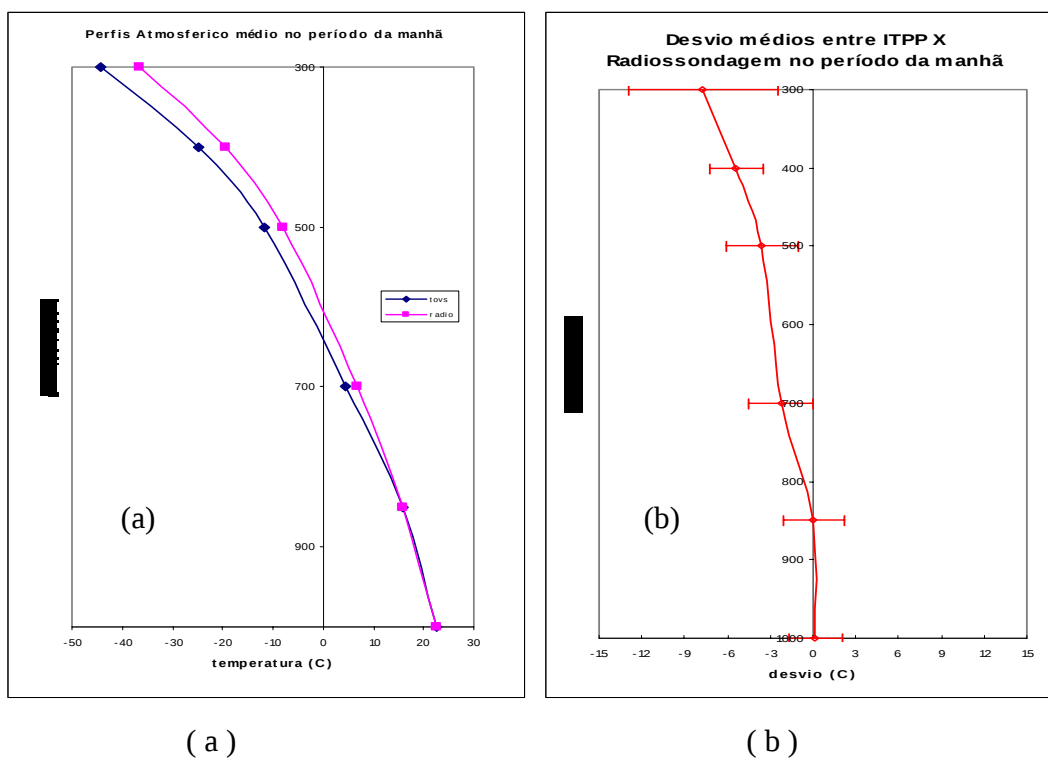


Figura 3 – Desvio médio para os perfis de temperatura do ar, para Rebiu Jarú no período 24/01/99 a 24/02/99 e para o ITPP 5.0 em dois horários: (2a) madrugada e (2b) tarde.



Figuras 4 – Perfis de temperatura de orvalho no período da madrugada para Rebiu Jarú no período 24/01/99 a 24/02/99 e para o ITPP 5.0 (a): Perfil médio da temperatura do orvalho; (b): perfil de desvio médio do ITPP5 com relação à radiossondagem.