

SONDAGENS TOVS E ATOVS: UMA COMPARAÇÃO ENTRE RESULTADOS DO ITPP 5 E DO ICI (INVERSION COUPLED IMAGER)

Wagner Flauber Araujo Lima, Juan Carlos Ceballos,

Suzana Rodrigues Macedo e Luiz Gonzaga Barbedo Santuci...

CPTEC / INPE – 12630 Cachoeira Paulista – SP

Emails: wagner, ceballos, suzana e lgonzaga @cptec.inpe.br

Abstract

A comparison is made between results of ITPP 5.0 software (operationally used at CPTEC for TOVS/NOAA-14 processing) and new generation software ICI, which allows processing ATOVS/NOAA-15 and -16 archives. A preliminary analysis suggests that both softwares provide atmospheric profiles with similar quality, at least in clear-sky conditions, in spite of higher complexity of ICI procedure. The use of CPTEC's numerical circulation model for first guess appears as a main condition for such result.

Introdução

Os satélites da série NOAA vêm sendo utilizados desde a década de 1970 para sondagem remota da atmosfera, determinando perfis de temperatura e umidade. A informação básica fornecida pelos satélites consiste de radiancias emergentes no topo da atmosfera, medidas por três instrumentos grupados no TOVS ou "Tiros Operational Vertical Sounder": HIRS (canais no infravermelho termal, entre 3,8 e 15 μm), MSU (canais no espectro de microondas, nas bandas de absorção do oxigênio) e SSU (canais no infravermelho, numa banda de absorção do CO_2). As finalidades desses instrumentos são, respectivamente, avaliar perfis de temperatura e umidade na presença de nuvens, avaliar (grosseiramente) perfil de temperatura em condições de céu nublado, e estimar temperaturas na estratosfera (Kidder e Vonder Haar, 1995). Programas utilitários como o ITPP (International TOVS Processing Package), desenvolvido na Universidade de Wisconsin, vêm permitindo avaliar perfis atmosféricos a partir dos dados TOVS. No CPTEC, a versão 5.0 deste pacote é utilizada para processar os dados do satélite NOAA-14 (ver endereço internet www.cptec.inpe.br → satélites → produtos TOVS).

Com o objetivo de aprimorar as sondagens em situações de céu aberto e com cobertura de nuvens, os satélites NOAA-15 e NOAA-16 incorporaram o sistema ATOVS (Advanced TOVS). Este sistema mantém basicamente o mesmo esquema para os canais do HIRS mas introduz 20 canais em microondas: 15 no sensor AMSU-A mais 5 no AMSU-B. O AMSU-A permite as sondagens mesmo em condições de céu coberto, e o AMSU-B fornece informação integrada sobre vapor d'água e água líquida. A resolução é melhor que nos MSU e SSU; o HIRS destina-se a aprimorar a definição vertical de perfis para pixels não contaminados por nuvens. Foram desenvolvidas novas metodologias de inversão, conduzindo uma delas ao *software* ICI: *Inversion Coupled Imager* (Lavanant *et al.* 1995). O ICI é um pacote computacional desenvolvido no Centre de Météorologie Spatiale (CMS, Lannion, França) e vem sendo utilizado em vários países além da França, como Senegal, China e Hungria para recuperação de perfis verticais atmosféricos. O ICI se integra com outro software (AAPP) para processar tanto

dados TOVS como ATOVS. A diferença funcional com pacotes anteriores (que integravam todo o processo de recuperação a partir dos dados brutos do satélite) é que um utilitário específico (AAPP) pré-processa os dados NOAA, incluindo calibração, navegação, e mascaramento de nuvens a partir do AVHRR, entregando um arquivo de radiâncias para o ICI (*software* específico para realizar a inversão).

A versão 3.0 do pacote AAPP+ICI foi instalado em 2001 na DSA/CPTEC, com a colaboração principal do CMS-Lannion, e atualmente processa passagens de NOAA-16. Vêm sendo realizadas análises de resultados, comparando seu desempenho com relação ao ITPP-5.0. Neste trabalho apresentamos uma comparação entre os resultados obtidos pelos dois *softwares*. Este produto ATOVS está em regime de processamento operacional, em etapa de teste, e brevemente será fornecido para assimilação em modelos de circulação regionais como o ETA.

Materiais e métodos

Para fins de ilustração neste trabalho, foram processadas as passagens de madrugada de 15 de abril de 2002 do NOAA-14 (pelo ITPP-5.0), horário de 0940Z, e do NOAA-16 (pelo ICI-3.0), horário 0612Z. Um processamento adicional (passagem do NOAA-14 pelo ICI) teria aportado informação valiosa para a comparação, mas esta opção encontra-se ainda em fase de instalação definitiva.

Os campos de temperatura gerados pelo ITPP bem como pelo ICI para diversos níveis da atmosfera e também o campo das diferenças entre os resultados do ICI e ITPP foram representados utilizando-se do SURFER-6.0.

Discussão de resultados

No que segue são apresentados resultados para o 15 de abril. A figura 1 ilustra os campos de nebulosidade observados às 09Z sobre a América do Sul.

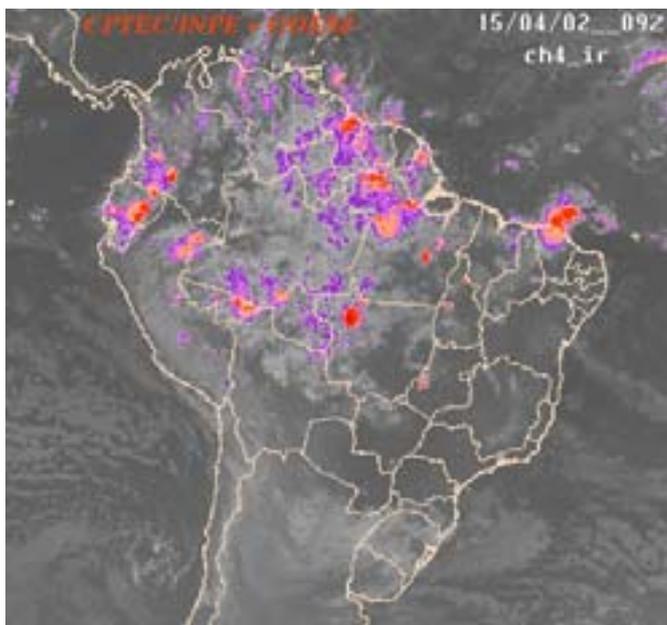
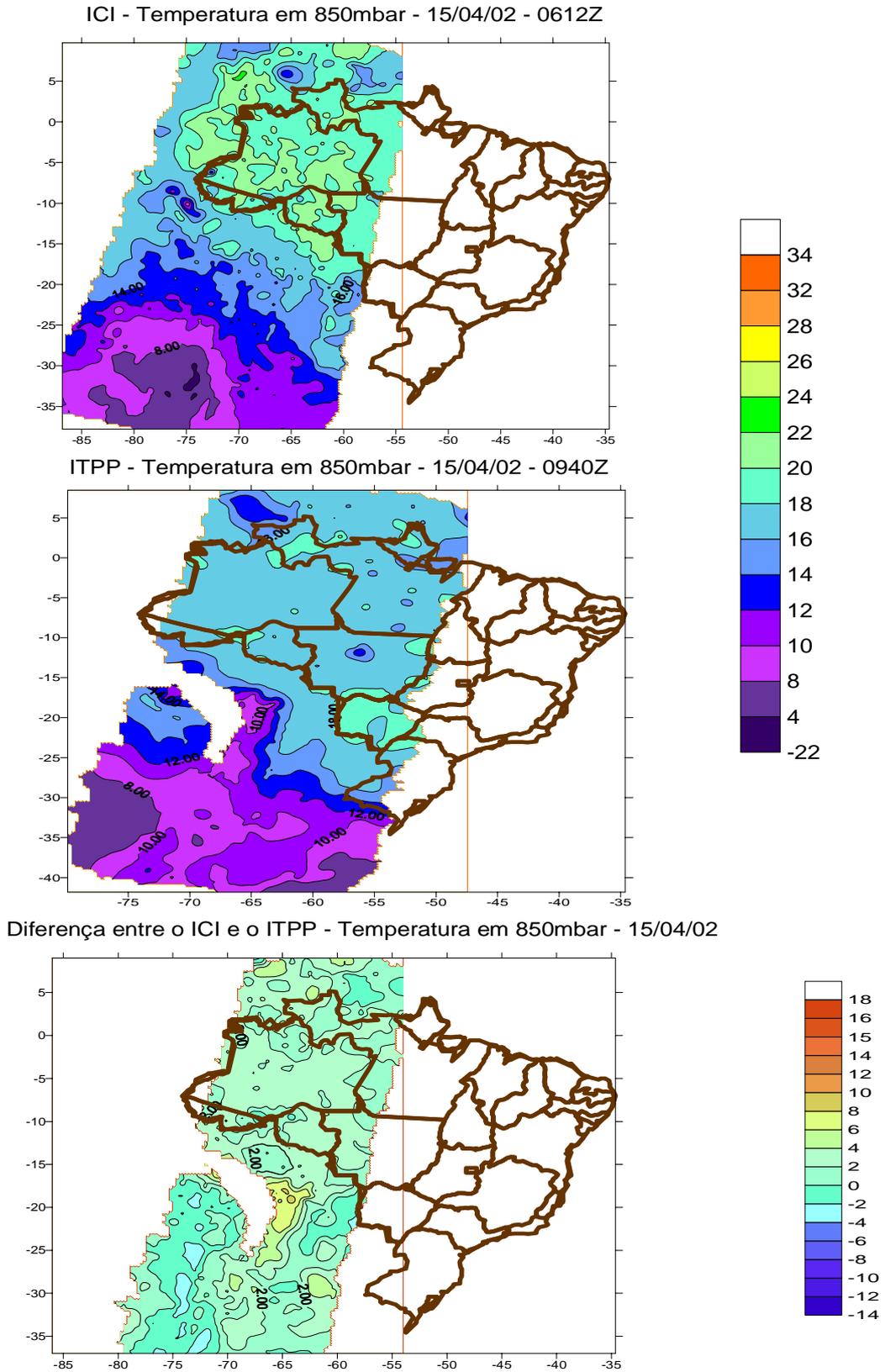


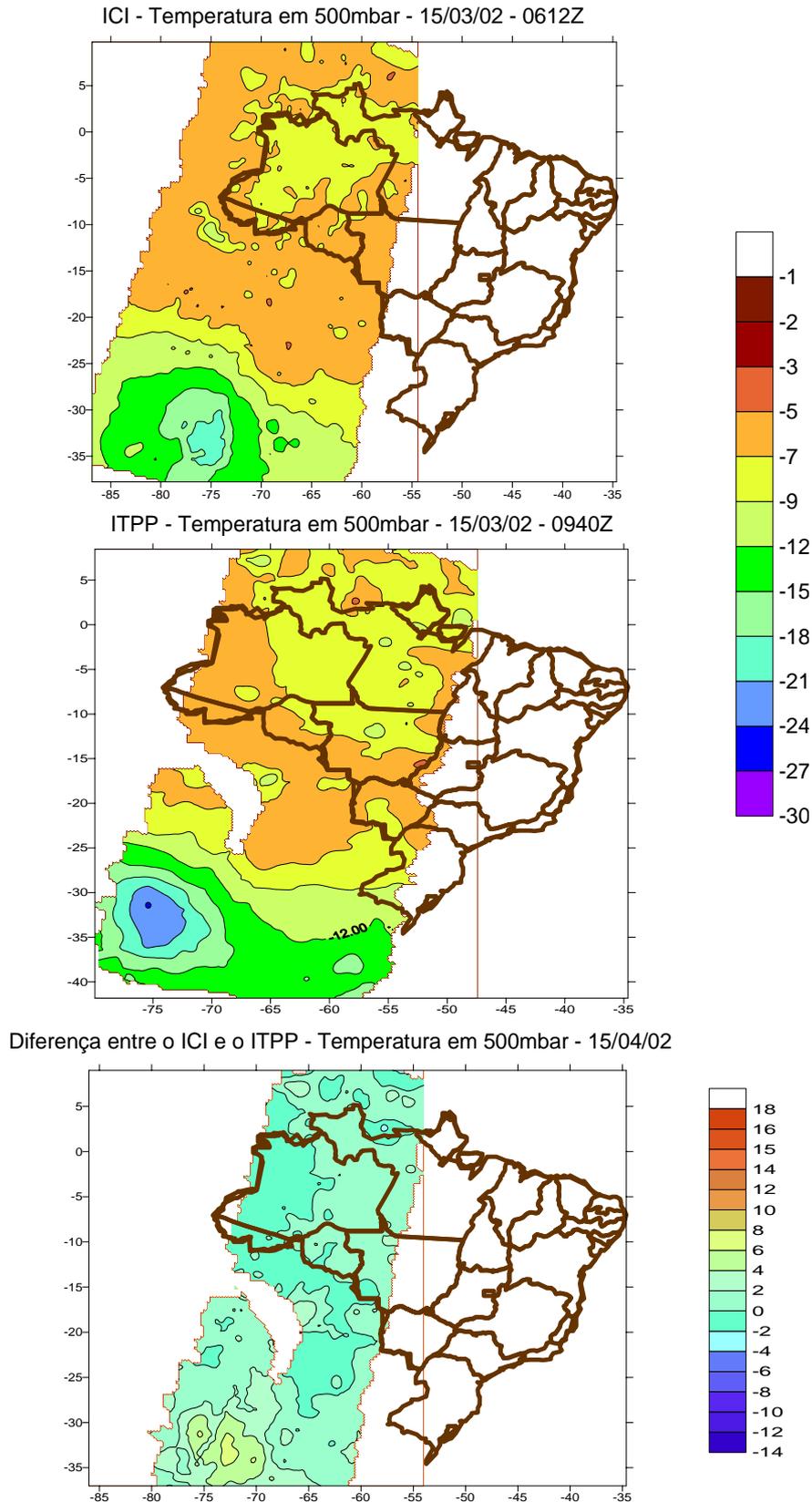
Figura 1. Imagem GOES de 09Z de 15 de abril de 2002, canal infravermelho termal.

Foram realçados pixels com temperatura de brilho inferior a -35°C .

A imagem mostra sistemas convectivos eclodindo na Amazônia, em meio a extensos campos de nuvens com topos mais baixos. Campos de nuvens com menor desenvolvimento vertical cubriam Argentina, Uruguai e Rio Grande do Sul. Um centro de desenvolvimento se observava no Pacífico, frente ao litoral central do Chile

Nas figuras abaixo são representados os campos de temperatura gerados a partir do TOVS/NOAA14 e ATOVS/NOAA-16, níveis de 850 hPa (figuras 2) e 500 hPa (figuras 3).





Note-se que os dois satélites passaram com cerca de três horas de diferença, o que pode modificar a temperatura em baixos níveis ou permitir deslocamento de frentes.

No nível de 850 hPa, observa-se notável coerência de campos, tanto na região tropical como na região com menor temperatura, sobre Argentina, Chile e o Pacífico. O campo de diferenças apresenta valores entre -2 e $+2^{\circ}\text{C}$, exceto em locais com topografia elevada (faixa estreita a oeste da Cordilheira dos Andes). Nestes locais existe também diferença de critério entre os dois *softwares*: o ITPP5 desconsidera locais onde a altitude é superior à do nível de 850 hPa. Já o ICI realizaria uma interpolação entre os valores de temperatura a ambos os lados da cordilheira. Com relação à diferença de horários, nota-se que na região tropical o ITPP5 (hora local em torno de 0540Z) apresenta temperaturas um pouco menores que aquelas do ICI (hora local em torno de 0212Z). esta diferença é coerente com o fato de as temperaturas mínimas se apresentarem pouco antes do amanhecer. A diferença é da ordem de $2-3^{\circ}\text{C}$, o que sugere que os dois campos são virtualmente coincidentes (havida conta desta diferença meteorológica associada aos horários de passagem).

No nível de 500 hPa, observa-se coincidência semelhante. Os campos diferem genericamente em $\pm 2^{\circ}\text{C}$. O centro com formação de nuvens no Pacífico apresenta um mínimo em torno de 18 a -21°C segundo o ICI, e de -21 a -24°C segundo o ICI. Um deslocamento relativamente pequeno ao longo de 3 horas poderia gerar diferenças de -6°C como as observadas na figura 3 (campo inferior), de forma que um julgamento sobre desvios superiores a 2°C entre os dois *softwares* implica em análise mais detalhada.

Conclusões e comentários

O exemplo possui as limitações de uma comparação entre observações de satélites cuja passagem local de madrugada está defasada de 3,5 horas. Todavia, os campos de temperatura evidenciam coerência satisfatória, com desvios de $\pm 2^{\circ}\text{C}$ entre os resultados dos dois métodos de sondagem remota.

Uma diferença importante entre os dois *softwares* se refere à quantidade de informação utilizada para *first guess* (perfil inicial para começar o processo de inversão da equação de transporte radiativo). O ITPP5 baseia-se apenas no espectro de radiancias obtido para um pixel determinado, e da previsão do modelo do CPTEC para considerar o *first guess*. Já o ICI requer a entrada de uma coleção de perfis de referência (vários dias de dados do modelo de circulação do CPTEC, tanto de previsão como de análise), com base nos quais elabora-se um arquivo dinâmico com perfis de referência da região. Neste contexto, apesar da complexidade maior do ICI, os resultados sugerem que a qualidade dos dois *softwares* é semelhante (pelo menos para pixels com céu aberto), e que dispor de um modelo de circulação como referência é fundamental. A comparação sistemática dos dois procedimentos encontra-se em andamento; especial atenção deverá ser devotada às situações com cobertura total de nuvens.

Agradecimentos. Os autores reconhecem a colaboração de João C. Carvalho e J. Sakuragi. Fazem menção especial à ação da Dra. Lydie Lavanant do CMS (Lannion) na solução dos problemas de adaptação e compatibilidade do ICI.

Referências bibliográficas

Lavanant, L.; Brunel, P.; Rochard, G. **TOVS sounding products at CMS: the ICI model.** Tech. Proceedings of the Eight International TOVS Study Conference, p. 319-326. 1995.

Lavanant, L.; Brunel, P. **Description document for the "ICI" sounding software related to NOAA orbiting satellites.** [on line] Scientific Section. Météo France, 02, 1999. http://www.meteorologie.eu.org/ici/articles/ici_s_a.html.