

ESTUDO DO IMPACTO DAS SONDAGENS AIRS/AMSU NO MODELO DE CIRCULAÇÃO GERAL ATMOSFÉRICO CPTEC/COLA

Rita Valéria Andreoli⁽¹⁾

Sérgio Henrique Soares Ferreira⁽²⁾

Rodrigo Augusto Ferreira de Souza⁽³⁾

Dirceu Luis Herdies⁽⁴⁾

José Antônio Aravéquia⁽⁵⁾

Luiz Fernando Sapucci⁽⁶⁾

RESUMO: Este trabalho apresenta os resultados preliminares relacionados à inclusão das sondagens obtidas a partir do satélite AQUA no sistema de assimilação de dados no CPTEC. Análises de impacto desses dados, para o mês de março de 2004, têm sido realizadas usando o sistema de assimilação de dados “Physical-space Statistical Analysis System (PSAS)”. O Modelo espectral de Circulação Geral Atmosférico CPTEC/COLA é usado para gerar o “first guess” e as previsões para até 5 dias. O impacto é calculado em termos da diferença entre as previsões e o campo de análise. Os resultados indicam claramente uma melhora na qualidade das previsões, principalmente no Hemisfério Sul, quando as sondagens AIRS/AMSU são incluídas no sistema de assimilação/previsão de tempo. Este resultado mostra o considerável potencial das sondagens AIRS/AMSU para melhorar a qualidade das previsões de tempo geradas no CPTEC.

ABSTRACT: This work presents the preliminary results related the inclusion of the information from satellite AQUA into data assimilation system in the CPTEC. Impact analysis this data, for the month of march 2004, have been realized using the Physical-space Statistical Analysis System (PSAS) data assimilation system. The spectral Atmospheric Global Circulation Model CPTEC/COLA was used to generate the first guess and forecast up to 5 days. The impact is evaluated in terms of the difference between the forecasts and analysis fields. The results clearly indicate an improvement in the quality of the forecasts, mainly in the Southern Hemisphere, when soundings AIRS/AMSU are enclosed in the assimilation/forecast system. These results indicate the potential of AIRS/AMSU sounding system to improve operational forecast skill at CPTEC/INPE.

Palavras-Chave: Assimilação de Dados, Previsão Numérica de Tempo, Sondagens AIRS/AMSU

1. INTRODUÇÃO

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos, Rodovia Presidente Dutra, km 40, SP-RJ, 12630-000, Cachoeira Paulista, SP- Brasil. Tel: (12) 3186-8453⁽¹⁾, rita@cptec.inpe.br⁽¹⁾, sergioh@cptec.inpe.br⁽²⁾, rodrigo@cptec.inpe.br⁽³⁾, dirceu@cptec.inpe.br⁽⁴⁾, araveq@cptec.inpe.br⁽⁵⁾, lsapucci@cptec.inpe.br⁽⁶⁾

O CPTEC fornece diariamente previsões de tempo geradas por modelos regionais e globais de Previsão Numérica de Tempo (PNT). Durante os últimos anos, o ganho na qualidade das condições iniciais do estado da atmosfera, ou análises, utilizadas por esses modelos tornou-se um aspecto crítico para a melhora dessas previsões. Observações convencionais dos parâmetros atmosféricos são obviamente o principal ingrediente para uma boa análise. Observações de satélite que foram durante algum tempo o principal contribuinte de informações sobre o Hemisfério Sul, devido a escassez de dados nessa região, é considerada atualmente como fonte primária de informação para os modelos de PNT para todo o globo. Um exemplo disso é a forte dependência das observações de satélites na qualidade das análises e previsões de tempo geradas no “*National Centers of Environmental Prediction*” utilizando o sistema de “*Eta Data Assimilation/Forecast System*” como demonstrada por Zapotocny et al. 2005a e 2005b. Por essas razões, esforços constantes têm sido aplicados para incorporar mais observações, especialmente de satélites, nas análises operacionais em diversos centros de previsão de tempo.

Este trabalho apresenta os resultados preliminares relacionados à inclusão das informações obtidas a partir do satélite AQUA no sistema de assimilação/previsão do CPTEC/INPE, principalmente no que concerne a análise de impacto. Perfis atmosféricos fornecidos pelo sistema de sondagem AIRS/AMSU (AIRS - *Atmospheric InfraRed Sounder* / AMSU- *Advanced Microwave Sounding Unit*) do satélite AQUA têm sido validados sobre superfícies oceânicas e continentais com um erro médio quadrático para o perfil de temperatura, variando de 0,6 K – 1 K, em regiões oceânicas entre 50°N e 50°S, e de 0,9 K - 1,3 K para a região global (Fetzer et al., 2005). Este resultado significa uma melhora substancial na inferência de perfis atmosféricos obtidos pelo sistema de sondagens AIRS/AMSU (Susskind, 2003), em relação aos perfis atmosféricos obtidos dos satélites da série NOAA (Reale, 2002). Desta forma, as sondagens AIRS/AMSU atuam como uma alternativa para minimizar o problema de escassez de dados em regiões onde, tradicionalmente, informações de radiossondas não são disponíveis. A próxima seção descreve os experimentos realizados e a metodologia de avaliação. Na seção 3, são apresentados os resultados da análise de impacto. As conclusões são apresentadas na seção 4.

2. DESCRIÇÃO DO EXPERIMENTO E METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO

Experimentos de assimilação/previsão têm sido realizados no CPTEC/INPE utilizando o *Global Physical-space Statistical Analysis System* (GPSAS), o qual representa uma combinação do Modelo Atmosférico de Circulação Geral do CPTEC (MGCA-CPTEC/COLA) e o esquema de assimilação de dados *Physical-space Statistical Analysis System* (PSAS) (Da Silva, et al. 1995). Os resultados apresentados aqui foram gerados com a versão de 2003 do PSAS e o modelo de previsão CPTEC/COLA, com uma resolução T126 L28, a qual corresponde a resolução horizontal de 100

km com 28 níveis em coordenada sigma na vertical. Essa nova versão do sistema de assimilação/previsão está em fase de operacionalização. Detalhes do MCGA-CPTEC/COLA e do sistema de assimilação de dados usados nesse estudo podem ser encontrados nos trabalhos de Cavalcanti et al., (2002); Cohn et al., (1998); Bloom et al., (2005).

Dois experimentos de previsão são realizados com o objetivo de avaliar o impacto da inclusão de novas observações no sistema de assimilação/previsão. O sistema de observação testado foi o sistema de sondagem AIRS/AMSU. Em um primeiro experimento, denominado C/AQUA, dados convencionais (*Global Telecommunication System*), água precipitável obtidas a partir do “Special Sensor Microwave Imager” SSM/I, dados de vento sobre o oceano (*Nasa’s Quik Scatterometer*), informações de temperatura e umidade do “Advanced TIROS-N/NOAA Operational Vertical Sounder” (ATOVS) e perfis de altura geopotencial obtidos a partir do sistema de sondagem AIRS/AMSU do satélite AQUA, em conjunto com o modelo MCGA-CPTEC/COLA geram a condição inicial utilizada no modelo de previsão. No segundo experimento denominado S/AQUA, as informações do sistema de sondagem AIRS/AMSU sobre o globo são excluídas do processo de assimilação.

Previsões para até cinco (5) dias foram realizadas para o período 01/03/2004 a 31/03/2004 e a avaliação das previsões é realizada utilizando campos de análise. Usualmente, quando se avalia o impacto de modificações no sistema de assimilação/previsão de tempo, cada experimento (com ou sem a inclusão de novas observações) é avaliado de encontro às suas próprias análises. Contudo, no contexto de estudos de impacto, uma representação mais precisa de cada tipo de observação é obtida quando o campo de análise que melhor represente o campo observado é usado para a avaliação. Neste estudo utiliza-se o campo de análise do experimento C/AQUA. Como em Zapotocny et al. (2005a), são calculados índices de impactos positivos/negativos na previsão fornecidos pela inclusão dos dados AQUA. Esse índice de impacto é determinado pela equação:

$$IP = 100 \times \left\{ \left[\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (D_i - A_i)^2}{N}} - \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (C_i - A_i)^2}{N}} \right] \div \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (C_i - A_i)^2}{N}} \right\} \quad (1)$$

onde N é o número total de pontos de grade na superfície isobárica (total de 3630 pontos para a região da AS, entre 10°N-50°S; 80°W-30°W). As variáveis C e D são as previsões dos experimentos C/AQUA e S/AQUA, respectivamente, e A é o campo de análise usado para verificação. Um índice de impacto positivo significa uma melhora na previsão com a inclusão dos dados AQUA. A média temporal do IP exclui os primeiros 5 dias de cada experimento. Esta redução é feita com intuito de eliminar o impacto das sondagens AIRS/AMSU das condições iniciais do modelo e reduz o período de análise para 26 dias. Adicionalmente, campos espaciais foram gerados substituindo a média espacial (equação 1) pela média sobre todas as rodadas de

previsão do modelo (51 rodadas que juntas correspondem às previsões dos horários das 00 e 12 UTC).

3. RESULTADOS

A média temporal dos índices de impactos na previsão (IP) médios para a região da América do Sul, para a componente zonal do vento, a altura geopotencial, a temperatura e a umidade relativa, para os níveis de 1000, 850, 500, 300 e 200 hPa, são ilustrados na Figura 1, para as previsões de 24, 48, 72 e 96 horas. Para todas as variáveis analisadas, em geral, a inclusão das sondagens AIRS/AMSU teve um impacto positivo nas primeiras 96 horas de previsão, exceto no caso da temperatura em 300 hPa, a componente zonal do vento em baixos níveis e umidade relativa, quando impactos negativos surgem a partir de 96 horas de previsão. Para a componente zonal do vento, nas primeiras 72 horas o maior impacto ocorre no nível de 500 hPa. Para este nível ainda é notado um ligeiro decréscimo no IP em função do tempo de previsão. Para a umidade relativa o decréscimo no IP em função do tempo de previsão é notado para todos os níveis analisados. Os maiores IP são encontrados para o geopotencial em 500 hPa, onde os valores são próximos de 15% para as previsões de até 72 horas. Outra característica para essa variável, nas primeiras 72 horas, é o aumento do impacto em 200 e 300 hPa em função do tempo de previsão. Para a temperatura, uma característica notável é o aumento do IP em função do tempo de previsão no nível de 850 hPa.

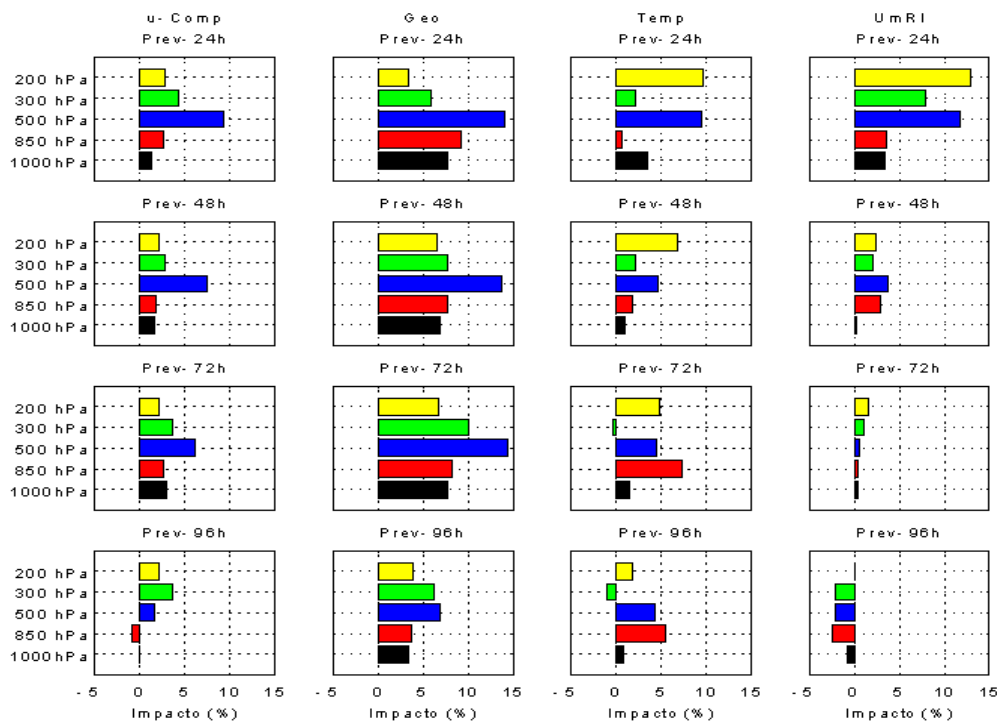


Figura 1 – Média temporal do impacto nas previsões da 00 e 12 UTC (%) para a componente zonal do vento, a altura geopotencial, a temperatura, e a umidade relativa nos níveis de 1000, 850, 500, 300, 200 hPa. Períodos de previsão são 24, 48, 72 e 96 horas.

A Figura 2 mostra a distribuição espacial do índice de impacto (%) na previsão, para a umidade relativa em 850 hPa, a temperatura em 500 hPa, a altura geopotencial em 500 hPa e a componente zonal do vento em 300 hPa para 48 horas de previsão. É interessante notar para umidade relativa, que os maiores impactos (5-30%) são encontrados nas regiões tropicais, e do Hemisfério Sul. Os maiores impactos na temperatura, na altura geopotencial e na componente zonal do vento são notados na região do hemisfério sul, ao sul 30°S. Restringindo a região da América do Sul, impactos positivos (15-30%) na umidade relativa e na temperatura são encontrados principalmente na região norte, onde a disponibilidade de observações é baixa. Para a altura geopotencial uma extensa área com impacto positivo, com máximos de 15%, cobre toda a região norte e nordeste da AS. Ao sul de 30°S, o impacto positivo nas previsões para essa variável pode atingir valores máximos de até 30%, o que indica claramente que a inclusão dos dados do AQUA melhora a previsão, reduzindo a incerteza em regiões com poucas observações convencionais. Para componente zonal do vento melhorias na previsão atingem valores em torno de 5-15% em diversas regiões da AS.

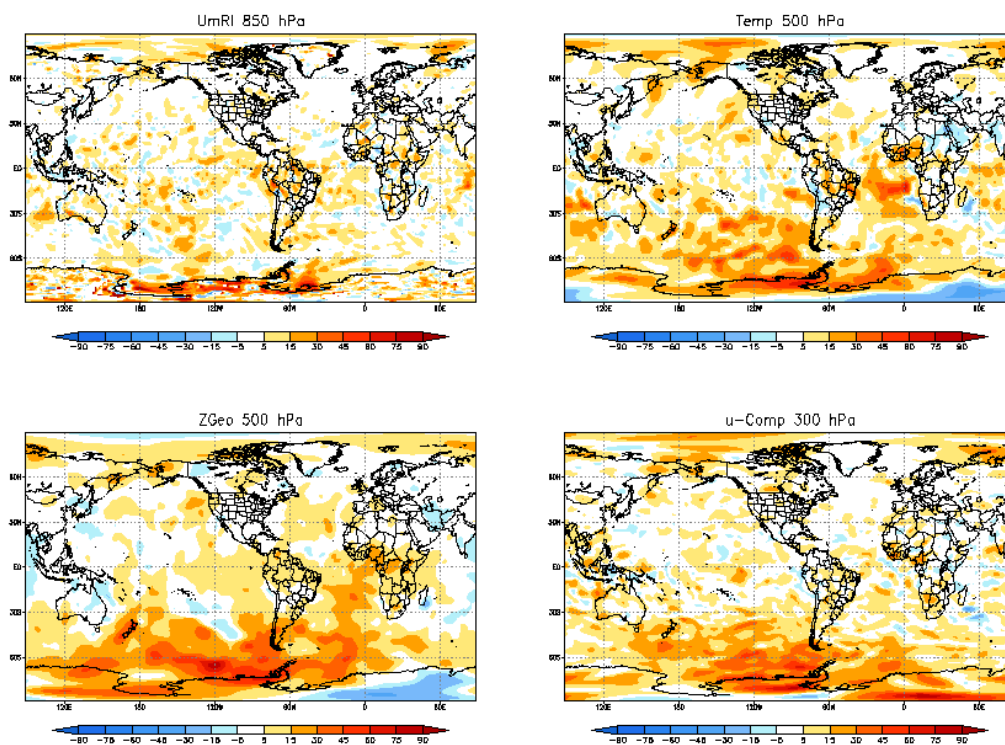


Figura 2 – Distribuição geográfica do impacto na previsão (%) da a umidade relativa em 850 hPa, da temperatura em 500 hPa, da altura geopotencial em 500 hPa e da componente zonal do vento em 300 hPa, para 48 horas de integração.

4. CONCLUSÕES

O impacto das sondagens AIRS/AMSU no sistema de assimilação/previsão de tempo do CPTEC tem sido avaliado para o mês de março de 2004. Esse índice de impacto é calculado em termos da diferença entre as previsões e o campo de análise que inclui todas as observações. Os resultados apontam claramente uma melhora na qualidade das previsões, principalmente no Hemisfério Sul, quando as sondagens AIRS/AMSU são incluídas no sistema de assimilação/previsão de tempo. Este resultado indica o considerável potencial das sondagens AIRS/AMSU para melhorar a qualidade das previsões de tempo geradas no CPTEC. Experimentos considerando a contribuição individual dos diversos sistemas de observação (convencionais ou não-convencionais) ainda precisam ser realizados. Além disso, outros experimentos estão sendo avaliados com o intuito de avaliar se existe uma dependência da escolha do período na performance dos experimentos. Estudos dessa natureza fornecem um completo entendimento de como utilizar as informações já existentes e as futuras e são essenciais para o aprimoramento da qualidade das análises e das previsões numéricas de tempo geradas no CPTEC.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bloom, S., da Silva, A., Dee, D., et al. Documentation and Validation of the Goddard Earth Observing System (GEOS) Data Assimilation System – Version 4. *Technical Report Series on Global Modeling and Data Assimilation*. NASA/TM—2005–104606, Vol. 26, 2005.
- Cavalcanti, I. F. A., et al. Global climatological features in a simulation using the CPTEC-COLA AGCM. *Journal of Climate*, 15(21), 2965-2988, 2002.
- Cohn, S. E., Da Silva, A.; Guo, J.; Sienkiewicz, M.; Lamich, D.; Assessing the effects of the data selection with the DAO physical-space statistical analysis system. *Mon. Wea. Rev.*, 126, 2913-2926, 1998.
- Da Silva, A.; Pfaendtner, J, Guo, J.; Sienkiewicz, M.; Cohn, S.E.;. Assesing the effects of Data Selection with the DAO's Physical-space Statistical Analysis System, 1995. *Proceedings of the second international symposium on the assimilation of observations in meteorology and oceanography*, Tokyo, Japan, WMO and JMA
- Fetzer, E.; et al. Validation of AIRS/AMSU/HSB core products for Data Release Version 4.0. JPL D-31448, 2005.
- Herdies, D. L.; Ferreira. S. H.; Bonatti, J. P.; Cintra, R.; da Silva, A. O sistema de assimilação de dados atmosféricos global do CPTEC/INPE. *XII Congresso Brasileiro de Meteorologia*, Foz do Iguaçu-PR, 2002.
- Reale, A L. NOAA operational sounding products for advanced-TOVS, *NOAA Tech. Rep. NESDIS* 107, 29pp. U.S. Dep. Of Commer., Washington, D. C., 2002.
- Susskind, J., Barnet C. D.; Blaisdell, J. Retrieval of atmospheric and surface parameters from AIRS/AMSU/HSB data under cloudy conditions, *IEEE Trans. Geosci. Remote Sens.*, 41(2), 390– 409.
- Zapotocny, T. H., et al. A Four-Season impact study of rawinsonde, GOES, and POES data in the ETA Data Assimilation system. Part I: The Total Contribution. *Weather and Forecasting*, 20(2), 161-177, 2005a.
- Zapotocny, T. H., et al. A Four-Season impact study of rawinsonde, GOES, and POES data in the ETA Data Assimilation system. Part II: Contribution of the Components. *Weather and Forecasting*, 20(2), 178-198, 2005b.