

INCLUSÃO DAS SONDAGENS AIRS/AMSU NO SISTEMA GLOBAL DE ASSIMILAÇÃO/PREVISÃO DE TEMPO DO CPTEC/INPE

Rita Valéria Andreoli⁽¹⁾

Rodrigo Augusto Ferreira de Souza⁽²⁾

Sérgio Henrique Soares Ferreira⁽³⁾

Luiz Fernando Sapucci⁽⁴⁾

José Antônio Aravéquia⁽⁵⁾

Dirceu Luis Herdies⁽⁶⁾

RESUMO: Sondagens remotas têm sido consideradas como fontes primárias de informação para fornecer uma boa estimativa das condições iniciais para modelos de Previsão Numérica de Tempo. Atualmente, o CPTEC usa operacionalmente informações do sistema ATOVS/NOAA para suprir a escassez de perfis atmosféricos verticais e, neste trabalho foram realizados experimentos usando o sistema de sondagem AIRS/AMSU/AQUA para avaliar seu impacto nas análises e previsões de tempo. Nesses experimentos, perfis verticais são assimilados no 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. Os resultados dos experimentos iniciais que utilizam os perfis AIRS/AMSU no processo de assimilação indicam melhorias significativas na performance das previsões sobre o Hemisfério Sul e América do Sul, comparado com os experimentos sem a inclusão dos dados AIRS/AMSU. A melhora na performance da previsão em 4 dias para o Hemisfério Sul é equivalente a ganhar uma extensão da capacidade de previsão em torno de 6 horas. Este resultado indica o potencial desse novo sistema de sondagem para prover melhores previsões de tempo no CPTEC.

ABSTRACT: Remote sensing data have become the predominant source of information to provide good estimation of the initial conditions for Numerical Weather Prediction (NWP). Nowadays, the CPTEC operationally uses information from ATOVS/NOAA system to supply the lack of vertical profiles and the new experiments using AIRS/AMSU/AQUA sounding data have been conducting to evaluate its impact on weather analysis and forecasting. In these experiments, AIRS/AMSU retrievals were assimilated 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 results from the initial experiments with

AIRS/AMSU data indicate significant improvements in forecast skill over the Southern hemisphere and South America, compared with the experiment without AIRS/AMSU sounding system data. The improvement in forecast skill at four days in Southern Hemisphere is equivalent to gaining an extension of forecast capability of six hours. These results indicate the potential of AIRS/AMSU sounding system to improve operational forecast skill at CPTEC/INPE.

Palavras-Chave: Sondagem Atmosférica, PSAS, Previsão Numérica de Tempo

1. INTRODUÇÃO

O papel principal dos satélites geoestacionários e de órbita polar nas ciências atmosféricas é fornecer observações frequentes de boa qualidade sobre extensas áreas geográficas. Em regiões, principalmente do Hemisfério Sul (HS), onde as estações de coleta de dados convencionais são esparsas, e devido a grande extensão de regiões marítimas, essas observações tornam-se fonte primária de informação para os modelos de previsão numérica de tempo. 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*” (NCEP) utilizando o sistema de “*Eta Data Assimilation/Forecast System*” (EDAS), como demonstrada por Zapotocny et al. 2005a e 2005b.

No Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC), atualmente, está implementando operacionalmente o sistema de assimilação de dados gerado a partir do “*Physical-space Statistical Analysis System*” (PSAS), desenvolvido no “*Data Assimilation Office*” (DAO) do “*Goddard Space Flight Center/NASA*” (Da Silva et al., 1995, Cohn et al., 1998). Os dados utilizados para alimentar este sistema abrangem uma grande diversidade de observações meteorológicas, que incluem dados convencionais e dados de satélites da série NOAA (Cintra e Campos Velho, 2004). No entanto, informações obtidas a partir do satélite AQUA ainda não foram incluídas operacionalmente no processo de assimilação. Desde que, uma das limitações da previsão de tempo é a escassez de observações sobre regiões oceânicas e continentais, principalmente no HS, as sondagens remotas obtidas a partir de informações do satélite AQUA, que conta com um sistema de sondagem de última geração, vem como uma alternativa para minimizar esse problema. Em relação à qualidade dos perfis de temperatura inferidos pelo “*Advanced TIROS-N/NOAA Operational Vertical Sounder*” (ATOVS), o sistema de sondagem AIRS/AMSU (*Atmospheric InfraRed Sounder/ Advanced Microwave Sounding Unit*) do satélite AQUA mostra uma melhora de no mínimo 0,5 K (para uma camada vertical de 1km) quando comparados com os dados de radiossondagem (Divakarla, et al. 2006). Assim, este trabalho apresenta os resultados preliminares

relacionados à inclusão das informações obtidas a partir do satélite AQUA no sistema de assimilação/previsão de tempo do CPTEC.

2. DESCRIÇÃO DO EXPERIMENTO

O sistema de assimilação de dados utilizado nos experimentos é o PSAS (da Silva et al., 1995). O *Global Physical-space Statistical Analysis System* (GPSAS), o qual representa uma combinação do Modelo Atmosférico de Circulação Geral do CPTEC (MACG-CPTEC/COLA) e do esquema de assimilação de dados PSAS, é o sistema de análise para o modelo global CPTEC/COLA (Herdies, 2002). Atualmente, esse sistema encontra-se operacional, principalmente, no que se refere aos dados de satélite, como discutido anteriormente, apesar da quantidade de dados utilizados ser menor do que a quantidade disponível. Os resultados apresentados aqui foram gerados com a versão de 2003 do PSAS e o modelo de previsão CPTEC/COLA, com uma resolução T126L28, 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 e Cohn et al., 1998.

Dois experimentos de previsão são realizados. Em um primeiro experimento, denominado controle (EXP CTL), os dados gerados no “*Data Assimilation Office da National Aeronautics Space Administration*” (DAO/NASA), em conjunto com o modelo GPSAS geram a condição inicial utilizada no modelo de previsão. O conjunto de dados incluem: 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 Quick Scatterometer*) e informações de temperatura e umidade do ATOVS. Contudo, para assimilar informações de temperatura e umidade do ATOVS, é necessário que tais observações sejam convertidas em perfis de altura geopotencial, a partir da equação hidrostática, e que os mesmos sejam ancorados com um campo de pressão em superfície. No segundo experimento (EXP CTL+AQUA), os perfis de altura geopotencial, obtidos a partir dos perfis de temperatura inferidos remotamente pelo sistema de sondagem AIRS/AMSU sobre o globo (dados do nível L2, versão 4 do algoritmo de inversão da NASA, Susskind, et al., 2003), são incluídos no processo de assimilação, em conjunto com os dados utilizados no experimento EXP CTL. Vale salientar, que a ancoragem dos perfis ATOVS é feita com o “*first-guess*” do modelo, enquanto que os perfis AIRS/AMSU são gerados independentemente do “*first-guess*” do modelo. Ainda, a seleção dos perfis de temperatura, do sistema de sondagem AIRS/AMSU, foi feita levando-se em consideração o controle de qualidade dos mesmos (Fetzer, 2005). Assim, somente perfis considerados de ótima qualidade em baixa, média e alta troposfera, simultaneamente foram utilizados.

Previsões para até cinco (5) dias foram realizadas para o período 01/03/2004 a 31/03/2004. O coeficiente de Correlação de Anomalias (CA) é estimado para avaliar a performance da previsão. O CA leva em consideração informações espaciais e temporais, e fornece uma indicação confiável da performance do modelo. O CA é a correlação entre desvios dos campos de análises obtidos no EXP CTL e as previsões para experimento EXP CTL+AQUA. Esses desvios são calculados considerando as condições climatológicas do modelo. Além disso, cálculos de erro médio quadrático (EMQ) das previsões em relação aos dados de radiossondas são apresentados. Neste caso, os campos do modelo foram interpolados para o mesmo ponto de observação e as diferenças entre as previsões e as observações foram utilizadas. As análises de erros são realizadas separadamente, para o Hemisfério Sul e para a região da América do Sul (10°N-50°S; 80°W – 30°W). Um total de 1525, 959 (301, 214) observações da altura geopotencial em 850 e 500 hPa, respectivamente, foram utilizadas nas avaliações para a região do Hemisfério Sul (América do Sul). Para a componente zonal do vento o número total de observações é 1397 (276) para o nível de 850 hPa e 1106 (383) para o nível de 250 hPa sobre o hemisfério sul (América do Sul).

3. RESULTADOS

As Figuras 1a e 1b mostram os coeficientes de CA da altura geopotencial em 500 hPa para o MCGA- CPTEC/COLA sobre a região global do Hemisfério Sul, entre 20°S-80°S, e da América do Sul, respectivamente, para o mês de março de 2004, para previsões de 1 a 5 dias com e sem a inclusão dos dados do sistema de sondagem AIRS/AMSU. As correlações de anomalias apresentadas representam uma média temporal dos impactos positivos/negativos. A inclusão das sondagens AIRS/AMSU, em média, tem um impacto positivo na performance das previsões sobre o Hemisfério Sul (HS) a partir de 36 horas durante este período, com ganho de 6 horas de extensão da capacidade de previsão de 4 dias. Restringindo-se à região do América do Sul, impactos positivos surgem a partir de 24 horas de previsão e o ganho da extensão da capacidade de previsão para previsões de 5 dias é de aproximadamente 12 horas. Análises para a região do Hemisfério Norte (HN) não apresentam, em média, um impacto significativo na performance das previsões quando esses dados são incluídos no processo de assimilação (figuras não mostradas). Resultados similares, para as regiões dos HN e HS, foram mostrados por Atlas (2005), utilizando o sistema de assimilação de dados FVSSI, o qual representa uma combinação do modelo de circulação geral da NASA com o sistema de assimilação de dados (*Spectral Statistical Interpolation*, SSI) da NOAA/NCEP.

Os valores de EMQ para os campos de geopotencial em 850 hPa e 500 hPa e da componente zonal do vento em 850 hPa e 250 hPa em função do tempo de previsão, médios para as regiões do Hemisfério Sul e da América do Sul são apresentados na Figura 2. Os resultados consideram todas

as previsões das 12 UTC para o período de 6 de março a 31 de março de 2004, e indicam que as previsões obtidas quando incluídas as sondagens AIRS/AMSU na assimilação são ligeiramente mais precisas, comparadas àquelas obtidas sem a inclusão desses dados. Consistente com as análises de correlação, os cálculos de erro mostram um impacto positivo da inclusão das sondagens AQUA no sistema global de assimilação/previsão de tempo no CPTEC.

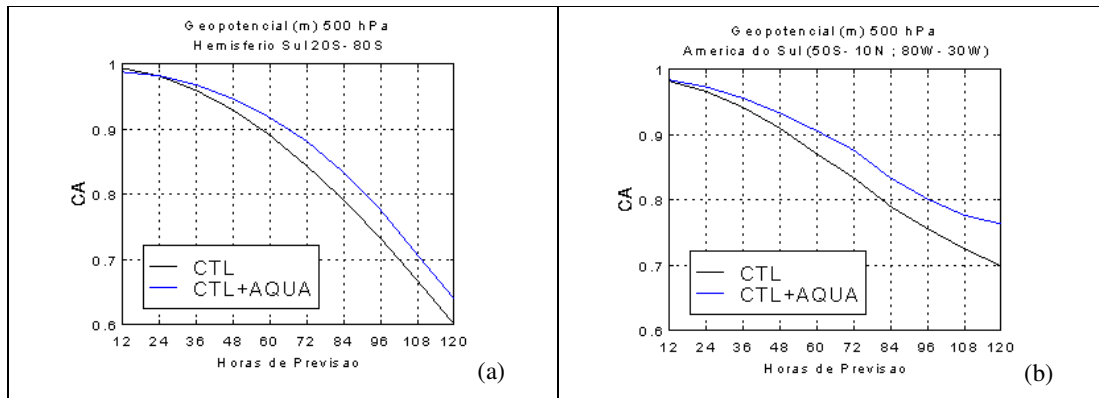


Figura 1 – Coeficiente de Correlação de Anomalias de geopotencial em 500 hPa para MCGA-CPTEC/COLA com e sem a inclusão das sondagens AIRS/AMSU para as regiões: (a) Hemisfério Sul e (b) América do Sul.

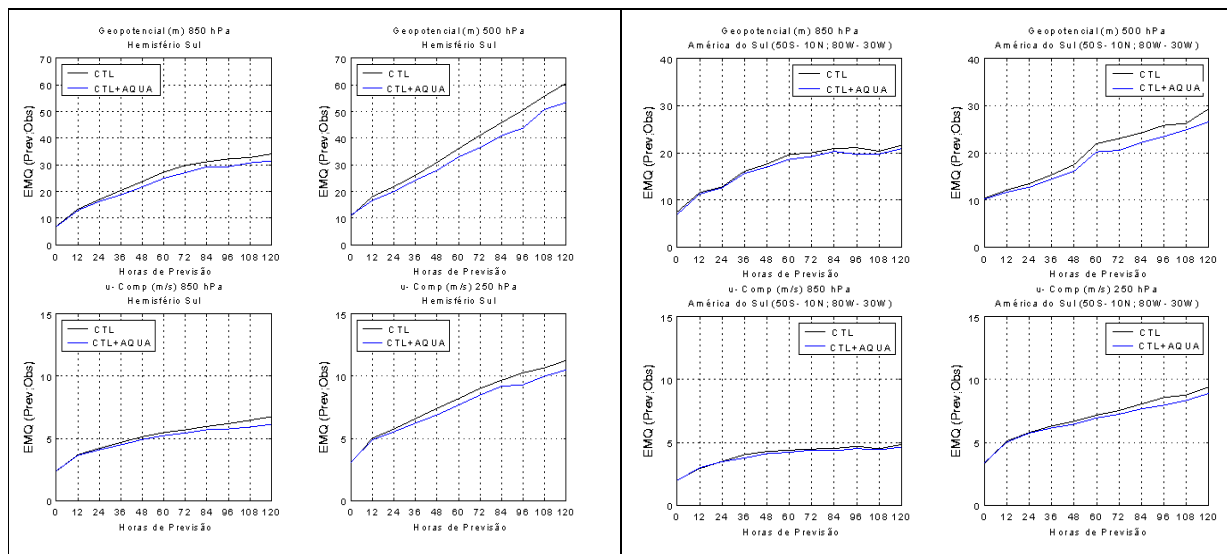


Figura 2 – Erro médio quadrático da a altura geopotencial em 850 e 500 hPa e da componente zonal do vento em 850 hPa e 250 hPa, com e sem a inclusão das sondagens AIRS/AMSU, para as regiões do Hemisfério Sul e da América do Sul no período de março de 2004.

4. CONCLUSÕES

Experimentos preliminares têm sido realizados com o objetivo de avaliar a performance do modelo MCGA-CPTEC/COLA, quando as sondagens AIRS/AMSU do satélite AQUA são incluídas no sistema de assimilação de tempo implementado no CPTEC. Os resultados dos experimentos iniciais com os dados AQUA indicam uma melhora significativa na performance das previsões sobre o Hemisfério Sul e América do Sul, comparado com o experimento sem a inclusão das sondagens AIRS/AMSU. Informações adicionais das sondagens AIRS/AMSU resultam em um ganho da capacidade de previsão da ordem de 6 horas. Este resultado indica o considerável potencial das sondagens AIRS/AMSU para melhorar a qualidade das previsões de tempo geradas no CPTEC. No entanto, novos experimentos estão sendo realizados a fim de avaliar se existe uma dependência temporal na performance do modelo. Há também que se verificar se o desempenho do sistema com sondagens AIRS/AMSU melhora com a retirada dos dados ATOVS, verificando assim o impacto relativo de cada um.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Atlas, R. The impact of AIRS data on weather prediction. *Proc. SPIE Conf. Algorithms Technol. Multispectral Hyperspectral Ultraspectral Imagery XI*, 5806, 599-606, 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.
- Cintra, R.; H. F. Campos Velho. Preparação de dados de observação para o sistema de assimilação de dados do CPTEC. *Anais do XIII Congresso Brasileiro de Meteorologia*, 2004. Fortaleza - CE.
- 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.; Assessing 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
- Divakarla, M. G.; et al. Validation of atmospheric Infrared Sounder temperature and water vapor retrievals with matched radiosonde measurements and forecasts. *Journal Geophysical Research*, 111, D09S15, doi:10.1029/2005JD006116, 2006.
- Fetzer 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.
- 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.