

ESTÁGIO ATUAL DA OPERACIONALIZAÇÃO DO PSAS COM O MODELO GLOBAL DE PREVISÃO DO TEMPO DO CPTEC

Sergio Henrique S. Ferreira¹
Rita Valéria Andreoli
Luiz Fernando Sapucci
Dirceu Luis Herdies

RESUMO: Este artigo faz um resumo geral dos principais trabalhos que estão em desenvolvimento no Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC) no sentido de aprimorar os campos de análise gerados pelo sistema de assimilação de dados *Physical-Statistical Analysis System (PSAS)*, para serem utilizados como condições iniciais no Modelo Global de previsão do tempo. Dentre estes trabalhos é apresentada uma proposta de infra-estrutura operacional básica para processamento dos diversos tipos de dados observacionais necessários ao sistema. Também são abordados os principais resultados obtidos com a assimilação de SATOB de alta resolução e dados do satélite AQUA (Perfis de geopotencial e IWV). Em todos os casos os resultados indicam melhorias significativas das análises e previsões do tempo geradas com este sistema. A expectativa é de que, com o andamento dos trabalhos, este sistema possa produzir campos de análises e previsões com qualidade superior às obtidas com uso das análises do NCEP.

ABSTRACT: This paper shows an overview about the principal works that have been developed at *Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC)* in order to improve the analysis field generated by *Physical-Statistical Analysis System (PSAS)* to be used as initial conditions for CPTEC's Global Model. This presentation includes a proposal for the basic infrastructure for processing all kind of meteorological observed data that are necessary to this system and also the principal results of data assimilation of High Resolution SATOB data and AQUA satellites data (Geopotencial Hight and IWV from AIRS sensor). All of the results have shown a great improvement in the quality of analysis and forecast with PSAS. When the work is concluded, it is possible that this system will provides analysis and forecasts better than do actual Global Model with NCEP analysis does.

Palavras-Chave: Assimilação de dados, PSAS, Previsão numérica de tempo.

¹ Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos (INPE-CPTEC) Rodovia Presidente Dutra, km 40, SP-RJ, 12630-000, sergioh.rita:sapucci:dirceu@cptec.inpe.br.

Introdução

O Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC) tem operado e aperfeiçoado um modelo global de previsão numérica do tempo (Modelo Global do CPTEC), utilizando condições iniciais obtidas dos campos de análises gerados no National Center For Environment Division (NCEP). Paralelamente, esforços têm sido realizados no sentido de gerar localmente os campos de análises de forma operacional. O sistema de análise atualmente em teste é o *Physical-Statistical Analysis System (PSAS)* do *Global Modeling and Assimilation Office (GMAO)*, que junto com modelo global do CPTEC, formam um sistema cíclico de assimilação e previsão denominado de GPSAS. Nesse sistema, uma previsão curta de 6 horas do Modelo Global é utilizada como uma “primeira-aproximação” das condições atmosféricas reais (“*first-guess*”). O PSAS ajusta essa primeira-aproximação aos dados observacionais, de forma a produzir campos de análises, que por sua vez são utilizados pelo Modelo Global para produzir as previsões de tempo e primeiras-aproximações para o próximo ciclo.

A operacionalização desse processo de assimilação é algo bastante importante, pois além de gerar a autonomia do CPTEC em gerar previsões, traz uma série de vantagens. No processo cíclico de assimilação, as análises geradas pelo PSAS são mais consistentes com as características do Modelo Global e por conseqüência as mesmas geram melhorias nos campos de previsão de tempo gerados. Uma outra vantagem do sistema é permitir conhecer exatamente os dados que estão sendo utilizados assim como a introduzir dados meteorológicos produzidos localmente na instituição ou em experimentos de pesquisas diversos. Porém, os resultados alcançados em 2004 com a primeira versão do GPSAS, utilizando-se apenas dados convencionais e dados de ATOVS, ainda não atingiu todo o seu potencial. O sistema de aquisição e pré-processamento dos dados precisa ser aperfeiçoado e novos tipos de dados precisam ser incorporados ao ciclo de assimilação. Neste artigo apresenta-se uma visão geral do estágio atual de operacionalização da segunda versão do GPSAS, destacando-se a reestruturação do sistema de recepção dos dados e a inclusão de novos tipos de dados de satélites.

Recepção e processamento dos dados

Para a nova implementação do GPSAS, a parte relativa à recepção dos dados foi reformulada, deixando de ter um único fluxo central de informações para ter vários fluxos distintos, o sistema de pré-processamento original foi reconfigurado, novas ferramentas para processar dados no BUFR (Binary Universal Form for Representation Meteorological Data) (Ferreira 2006) foram criadas para facilitar a inclusão dos dados de SATOB e Quick Scat

disponíveis no GTS, assim como sistemas específicos para processamento de dados do satélite AQUA para geração de perfis de altura geopotencial (Andreoli et al, 2006) e IWV (Sapucci et al, 2006). Também faz parte dos planos a inclusão dos dados das PCD (Plataformas de Coleta de Dados) (Ferreira, A.L.T et al, 2006) e a migração gradativa da recepção dos dados tradicionais na forma TAC para recepção direta em BUFR.

A idealização final é de um sistema complexo, que integra diferentes fontes de dados, processos e formatos de informação tal como é ilustrado na figura 1.

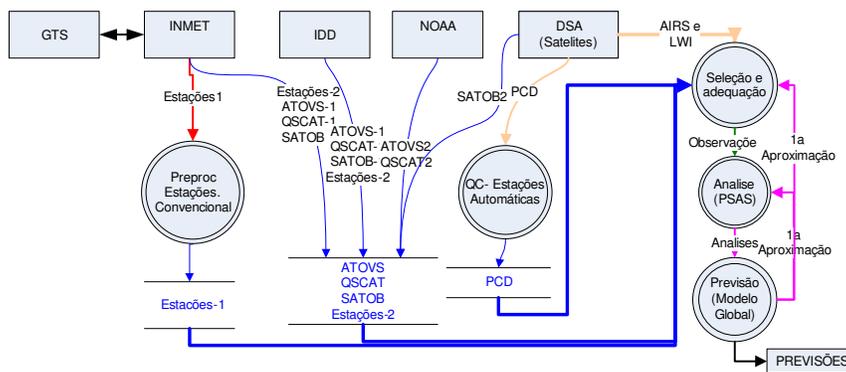


Figura 1 - Diagrama de Fluxo de Dados e Processos relacionados ao GPSAS. As cores das flechas indicam os formatos dos arquivos (Azul: BUFR, Vermelho: TAC, Laranja: TXT, Verde: ODS, violeta:HDF, Preto: Outros).

Nesta figura estão representadas as fontes externas de informação (INMET, GTS, IDD, NOAA e DSA), os principais fluxos de informação que entram no sistema (dados das estações convencionais, QuikSCAT, SATOB de alta resolução, ATOVS, IWV, AIRS, PCD) e os processos pelos quais passam os dados até serem geradas as análises e a previsão do tempo.

O pré-processamento dos dados de estação convencional consiste na fase de decodificação e controle de qualidade para eliminação dos erros inerentes ao processo manual de observações meteorológicas. O processo de controle de qualidade das estações automáticas difere do controle de qualidade das convencionais devido às características de erros inerentes a um e outro tipo de dado. Assim todos os dados precisam passar um processo de seleção e adequação, que consiste principalmente na extração e conversão das variáveis meteorológicas existentes para as variáveis que são efetivamente utilizadas pelo PSAS: a altura geopotencial, as componentes zonal e meridional do vento e a umidade específica. Esse processo ainda inclui a eliminação de dados não confiáveis, diluição da densidade de alguns tipos de dados de satélites e gravação no formato ODS (*Observation Data Stream*) utilizado pelo PSAS. Dentro do PSAS, os dados ainda passam

por outros processos de ajustes e controles de qualidades, antes do processamento da análise propriamente dito.

Para controlar todos os fluxos, estão sendo utilizados ainda os sistemas LDM (*Local Data Manager*) do UNIDATA e o AFD (*Automatic File Distributor*) do serviço meteorológico alemão. Outros sistemas de controle de qualidade de dados e da assimilação ainda estão sendo discutidos e planejados para auxiliar no controle.

Inclusão dos dados de SATOB em alta resolução

Os dados de vento obtidos por seguimento de nuvens (CDW), mas conhecido como “SATOB de alta resolução” vêm sendo testado no GPSAS desde outubro de 2005. Os dados utilizados são gerados pela JMA (*Japan Meteorological Agency*), pela NOAA (*National Oceanic & Atmospheric Administration*) e pelo INPE, na Divisão de Satélites e Sistemas Ambientais. Devido ao balanceamento físico do PSAS, a inclusão dos dados de ventos gera impactos significativos tanto nos campos de ventos quanto nos campos de geopotencial, os quais normalmente são percebidos através de uma melhoria na definição da forma e posição das cristas, cavados e sistemas frontais. Ferreira e Aravéquia (2006) apresentaram uma avaliação do impacto relativo a inclusão desses dados no sistema de assimilação do CPTEC, baseada na redução do erro médio quadrático (EMQ). Alguns desses resultados são apresentados na Figura 2, onde pode ser notada uma redução considerável do EMQ em função da inclusão dos SATOBS, principalmente nos níveis de 850 hPa e 250 hPa e nas primeiras horas de previsão.

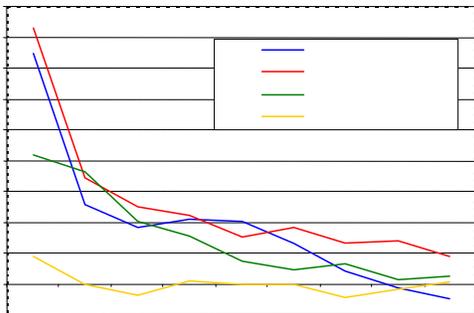


Figura 2 – Impacto em termos de redução percentual do erro médio das previsões em função do tempo de previsão com a inclusão de dados de SATOB.

Os resultados da inclusão dos dados sondagem AIRS/AMSU do satélite AQUA são apresentados por Andreoli et al. (2006) e mostram uma melhora significativa nas performances das previsões sobre o Hemisfério Sul (HS), com um ganho da capacidade de previsão em torno de 6 horas. Além disso, estatísticas relacionadas à estudos de impacto têm mostrado uma melhora

na qualidade das previsões quando os perfis AIRS/AMSU são incluídos no processo de assimilação. A Figura 3 mostra o impacto desses dados na redução do EMQ das previsões da altura geopotencial, de vento em vários níveis isobáricos e da a umidade específica em 850 hPa sobre o HS. Ao contrário do que ocorre quando os dados de SATOB são incluídos no processo de assimilação, o maior impacto das sondagens AIRS/AMSU ocorre para previsões de maior prazo.

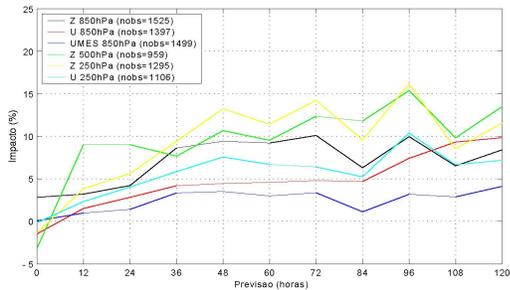


Figura 3 – Impacto em termos de redução percentual do erro médio das previsões em função do tempo de previsão: com a inclusão de perfis do sensor AIRS/AMSU do satélite AQUA.

Inclusão de estimativas de IWV

As observações de IWV (Integrated Water Vapor) não podem ser aplicadas diretamente na assimilação conforme mostrado por Sapucci et al (2006). Por não ser uma das variáveis prognósticas, tais como componentes do vento, temperatura ou umidade específica, para a inclusão desses valores é explorada a sua relação direta com o perfil de umidade específica. Mesmo assim os resultados alcançados em termos de impacto foram satisfatórios. Dentre estes é interessante destacar o impacto indireto do IWV no campo de geopotencial em 250 hPa. A Figura 4-a mostra o EMQ da altura geopotencial em 250 hPa em dois casos: um para rodadas de controle (sem dados de IWV), outro para rodadas com IWV. Os valores de EMQ menores com o IWV indicam impacto positivo considerável em altos níveis com inclusão dessas observações. Tal impacto positivo no geopotencial foi possivelmente causado pela melhoria dos campos de umidade em baixos níveis (Figura 4-b).

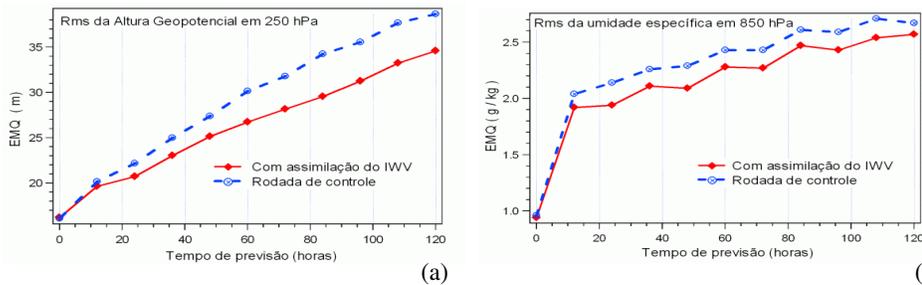


Figura 4 – Erro médio quadrático entre observações e previsões com e sem assimilação do IWV: (a) para campo de geopotencial em 250 hPa, (b) para campo de umidade específica em 850 hPa.

Conclusões

Os resultados apresentados mostram que os dados de vento por satélite em geral beneficiam o detalhamento dos cavados, cristas e a definição de ondas curtas nos campos de análise e previsão. Possivelmente o impacto desses dados não seja muito perceptível em previsões acima de 96 horas devido à baixa resolução do modelo. Por outro lado, as informações de perfis atmosféricos (sistema de sondagem AIRS/AMSU) e de IWV melhoram as previsões de maior prazo. Em conjunto todos estes dados contribuem significativamente para melhoria análises e previsões.

Além dos avanços aqui mostrados, se ainda for considerado que: (1) existem outras fontes de dados a serem exploradas; (2) encontram-se em andamento diversos trabalhos para aumentar a resolução do modelo; (3) implementação adequada de processos de controle de qualidade e fluxo dos dados observacionais; é grande o potencial desse sistema em gerar melhorias na previsão de tempo geradas no CPTEC. A expectativa é que em pouco tempo possamos ter um sistema de análise com qualidade suficiente para substituir as análises do NCEP para a rodada do Modelo Global.

Referências

- ANDREOLI, R.V. et al. Inclusão das sondagens AIRS/AMSU no sistema global de assimilação/previsão de tempo do CPTEC/INPE, Submetido ao XIV Congresso Brasileiro de Meteorologia, 2006.
- FERREIRA, S.H.S.; ARAVEQUIA, J.A. A sensibility study of the inclusion of the cloud drift wind data in the CPTEC global data assimilation system. In: 8th International Conference on Southern Hemisphere Meteorology and Oceanography, Foz do Iguaçu, 2006.
- FERREIRA, S.H.S.; ALMEIDA, W.G. Módulo para Codificação e Decodificação de Dados Meteorológicos no Formato BUFR: Guia Básico de Utilização e Desenvolvimento. São José dos Campos, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), No prelo 2006.
- FERREIRA, A.L.T. et al. Implementação de Sistema para Controle de Qualidade dos Dados Meteorológicos da Rede de PCDs do INPE. Submetido ao XIV Congresso Brasileiro de Meteorologia, Florianópolis, 2006.
- LIMA, A.A. et al. O Sistema Global de Telecomunicações. Submetido ao XIV Congresso Brasileiro de Meteorologia, Florianópolis, 2006.
- MACHADO, L.A.T et al. CPTEC Atmospheric Montion Vectors: Validation, Assimilation and Characteristics. In: 8th Internaciona Winds Workshop, Beijing, Chine, 2006.
- SAPUCCI, L. F., et al. Inclusão de Estimativas do IWV provenientes dos sensores AIRS, AMSU e SSM/I no Sistema de Assimilação do CPTEC. Submetido ao XIV Congresso Brasileiro de Meteorologia, Florianópolis, 2006.