

IMPACTO DA ASSIMILAÇÃO DE PERFIS DE ALTURA GEOPOTENCIAL PROVENIENTES DO ATOVS NO SISTEMA REGIONAL DE ASSIMILAÇÃO/PREVISÃO DO CPTEC.

Jairo Geraldo Gomes Junior, Dirceu Luiz Herdies, Rita Valéria Andreoli, Luciano Ponzi Pezzi, Luiz Fernando Sapucci, Henrique de Melo Jorge Barbosa e Carlos Frederico Bastarz.

Centro de previsão do Tempo e Estudos Climáticos – CPTEC, Rod. Presidente Dutra, Km. 40 – Cachoeira Paulista – SP, Brasil. jairo@cptec.inpe.br, dirceu@cptec.inpe.br, rita@cptec.inpe.br, luciano@cptec.inpe.br, sapucci@cptec.inpe.br, hbarbosa@cptec.inpe.br e bastraz@cptec.inpe.br

RESUMO: O presente trabalho estuda o impacto dos perfis ATOVS de altura geopotencial no sistema RPSAS (Regional Physical-space Statistical Analysis System) usado operacionalmente no CPTEC, acoplado ao modelo regional Eta. Análises de impacto foram obtidas, por meio do cálculo do Erro Médio Absoluto entre os campos de análises dos experimentos com e sem a inclusão desses dados, e por meio de um índice de impacto calculado utilizando como referência as análises do NCEP, para o período de 1 a 31 de julho de 2007. Além disso, um estudo de caso foi realizado para se verificar o efeito da assimilação dos perfis ATOVS na previsão da precipitação acumulada em eventos de chuva severa, como o ocorrido na região Sul do Brasil entre os dias 09 e 11 de julho de 2007 devido à presença de um sistema frontal. Os resultados mostraram que a inclusão dos dados ATOVS proporcionou um ganho na qualidade nos campos de análises, mas não para toda a área do domínio do RPSAS.

ABSTRACT: The impact of ATOVS data in the CPTEC's data assimilation system RPSAS (Regional Physical-space Statistical Analysis System) is presented. An experiment was carried out by the Eta model assimilating of ATOVS geopotential retrievals and conventional data. The results are compared to a control run without ATOVS and a spatial distribution of this impact is obtained. An Analyses Impact index (IP) is also calculated taking the analyses from NCEP as reference to show the areas with positive/negative outputs to retrievals data assimilation process. Furthermore, a case study is presented showing the impact of ATOVS assimilation on the precipitation field from extreme rainy events that took place in the South region of Brazil in July of 2007.

Palavras-Chave: Assimilação de Dados, dados ATOVS, perfis atmosféricos de satélites, Data Assimilation e ATOVS retrievals.

1. INTRODUÇÃO

Em um sistema de assimilação de dados operacional, dados de satélite são combinados com outros dados meteorológicos convencionais e com previsões de curto prazo (first-guess) para produzir uma melhor estimativa do estado atmosférico, que servirá de condição inicial para as previsões numéricas. A combinação desses dados de satélite pode se processar por duas formas: a mais tradicional, a assimilação de variáveis geofísicas obtidas a partir dos perfis verticais, ou por assimilação direta da radiação no sistema de Assimilação de Dados (Joiner e da Silva, 1998).

Dentro desse contexto, este trabalho tem como objetivo principal avaliar o impacto da inclusão de perfis de geopotencial ATOVS nas análises geradas pelo sistema de Assimilação de Dados RPSAS do CPTEC e na previsão da precipitação gerada na região Sul do Brasil por um sistema frontal ocorrido em julho de 2007.

O sistema frontal escolhido teve início em 09 de julho, e originou-se a partir de um sistema de baixa pressão que se formou no interior do Rio Grande do Sul, intensificado pelo jato em baixos níveis e pelo cavado na média e alta troposfera, que deram suporte ao sistema em superfície. Pelo litoral, esse sistema deslocou-se rapidamente desde Florianópolis-SC até Campos-RJ, onde chegou no dia 12/07. Devido à sua forte intensidade, foram observados totais significativos de precipitação em sua área convectiva e frio intenso na região Sul do Brasil.

2. DADOS E METODOLOGIA

Foram realizados dois experimentos com o sistema RPSAS e o modelo regional atmosférico ETA na resolução de 20Km. Em um deles, chamado de C_ATOVS, foram assimilados os dados ATOVS e dados convencionais, que incluem estações de superfície e oceano, radiossondas e dados de aeronave, entre os dias 01 a 31 de julho de 2007. No segundo experimento, denominado S_ATOVS, somente dados convencionais foram assimilados, e a integração foi para o mesmo período. Os perfis de geopotencial utilizados nos experimentos foram obtidos a partir dos perfis de temperatura e umidade do sistema *Advanced TIROS-N/NOAA Operational Vertical Sounder* (ATOVS) disponibilizados via Sistema de Comunicação Global (GTS - Global Telecommunication System) e fazendo uso da equação da hidrostática.

A partir do resultado das integrações, foram feitas as seguintes verificações:

A) Cálculo do Erro Médio Absoluto (EMA) entre as análises dos experimentos C_ATOVS e S_ATOVS, para os horários sinóticos das 00, 06, 12 e 18Z (entre 01 e 31JUL2007), nos níveis de pressão de 850, 500 e 300hPa, e para a média dos horários de 00 e 12Z entre C_ATOVS e análises do NCEP entre 01 a 31JUL, para os campos de temperatura, umidade específica, altura geopotencial e vento zonal. No primeiro caso, a distribuição espacial do EMA indica as regiões onde ocorreram maiores impactos com a inclusão dos perfis de geopotencial, sem, entretanto, informar se houve ganho na qualidade da análise.

B) Cálculo do Índice de Impacto da Análise (IP) nas análises dos experimentos C_ATOVS e S_ATOVS em relação às análises do NCEP (ETA-20Km), como definido por Andreoli et al (2007), para o período de 01 a 31JUL2007:

$$IP = 100 * \left\{ \left[\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (S_ATOVS_i - NCEP_i)^2}{N}} - \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (C_ATOVS_i - NCEP_i)^2}{N}} \right] / \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (C_ATOVS_i - NCEP_i)^2}{N}} \right\}$$

Esse índice indica o impacto positivo/negativo obtido com a inclusão dos dados ATOVS, de forma percentual e normalizada, para os mesmos campos e níveis da análise anterior. Valores positivos indicam uma maior concordância entre as análises geradas pelo RPSAS (C_ATOVS) e as análises do NCEP. Os valores negativos indicam a situação oposta.

C) Verificação das previsões de precipitação para 1 a 3 dias, comparando-se, subjetivamente, os resultados dos experimentos C_ATOVS e S_ATOVS com os dados SYNOP, obtidos da rede de dados do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia) para o período de 09 a 11 de julho.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

As verificações com base nos Erros Médios Absolutos (EMA) mostraram que o impacto da assimilação dos perfis de geopotencial ATOVS é maior nos horários de 06 e 18Z, com exceção do campo de umidade específica (Figuras não mostradas). Tal fato pode estar associado à maior quantidade de perfis de geopotencial assimilados nesses horários, em função da órbita dos satélites (Figuras não mostradas). Assim, somente os campos de EMA para o horário das 06 UTC serão apresentados.

A Figura 1 mostra os valores de EMA para a temperatura, vento zonal, altura geopotencial e umidade específica para os níveis de 850, 500 e 300 hPa. É possível observar nesta figura as regiões onde a assimilação dos perfis de geopotencial implicou maiores alterações na temperatura, intensidade do vento zonal, altura geopotencial e umidade específica, em relação ao experimento S_ATOVS. Observa-se também que, exceto para o campo de umidade específica, os impactos da assimilação dos perfis de geopotencial sobre o experimento S_ATOVS foram mais significativos em 500 e 300hPa do que em 850hPa.

A Figura 2 mostra a média das diferenças absolutas entre as análises do experimento C_ATOVS e as análises do NCEP, indicando a “acurácia média” do modelo, ao se ter os dados das análises do NCEP como a representação do estado real ou “perfeito” da atmosfera, para os campos de Temperatura e vento zonal (os campos de altura geopotencial e umidade específica não são mostrados).

Em relação ao Índice de Impacto da Análise (IP), os resultados mostram (Figura 3) as comparações tendo as análises do NCEP como referência e expressam uma informação “relativa”.

Para o campo de temperatura impactos negativos nas regiões Norte e Sul do Brasil, e oceano Atlântico adjacente em 500hPa e impactos positivos a oeste da Colômbia e Peru. Em 300hPa, impactos positivos são observados sobre as regiões norte e nordeste do Brasil, sudeste da Argentina, e impactos negativos sobre as regiões Sudeste e sul do Brasil, e oceano adjacente. Para o campo do vento zonal, observa-se um impacto negativo sobre as regiões Sul e Sudeste do Brasil e oceano Atlântico adjacente, em 500 e 300hPa. Impacto positivo (acima de 35%) é observado ao norte da região Norte do Brasil, também em 500 e 300hPa. No campo de altura geopotencial, impactos negativos são observados sobre o oceano Atlântico contíguo às regiões Sul e sudeste do Brasil, em 500 e 300hPa, e positivos na região NE do Brasil e oceano Atlântico adjacente, em 500hPa. Para o campo de umidade específica, de forma relevante observam-se, em 500hPa, impactos negativos sobre as regiões Centro-oeste do Brasil, Sudeste do Brasil e oceano Atlântico adjacente. Impactos positivos são observados, nesse mesmo nível, na região Nordeste do Brasil.

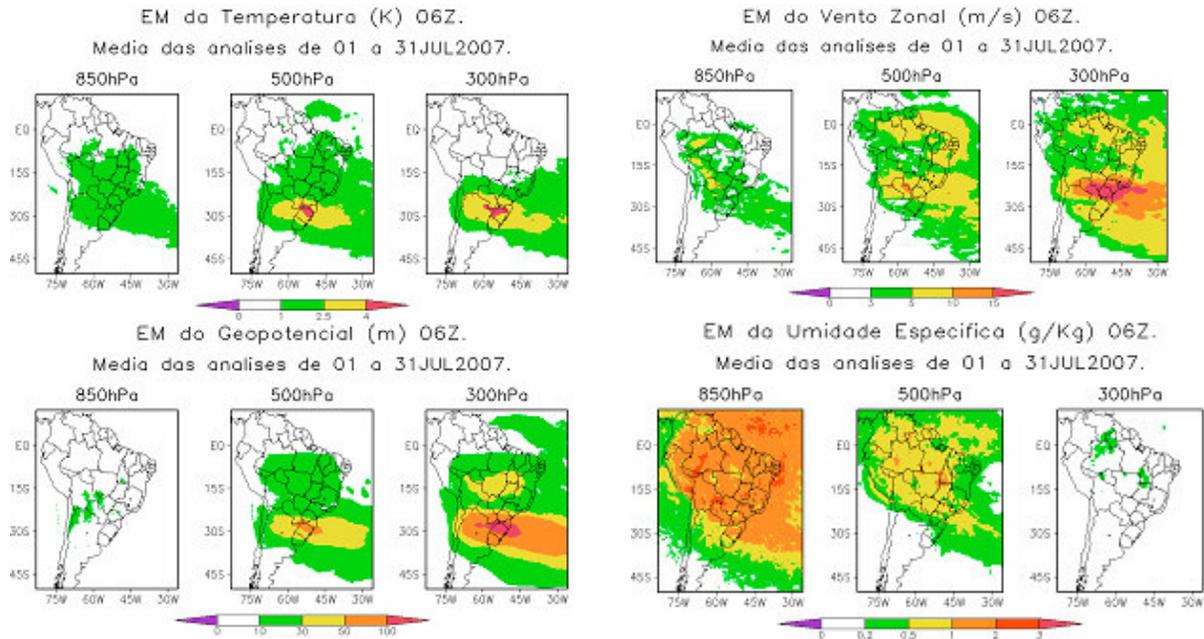


Figura 1: Valores médios do erro médio absoluto médio da temperatura (K), intensidade do vento zonal (m/s), altura geopotencial (m) e umidade específica (g/Kg) calculados para as análises C_ATOVS e S_ATOVS para o horário sinótico de 06Z no período de 01/07/07 a 31/07/07. Os campos para os horários de 00, 12 e 18Z (não mostrados) apresentaram valores menos expressivos.

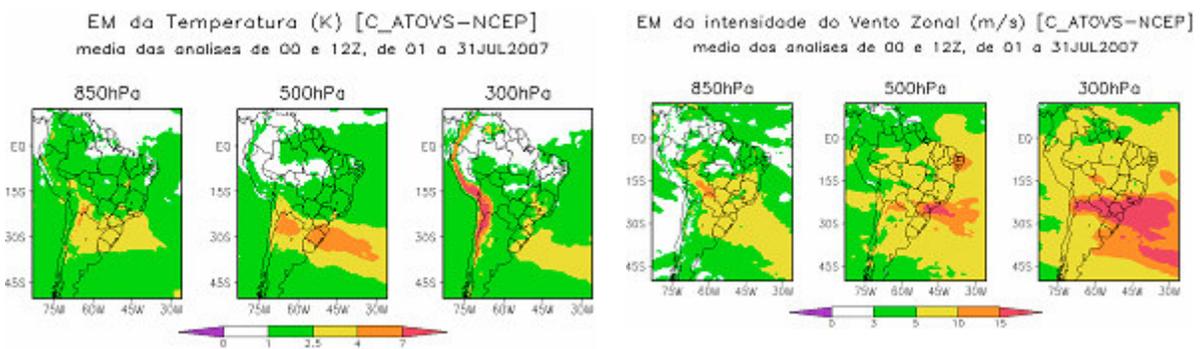


Figura 2: Valores médios do erro médio absoluto médio da temperatura (K) e intensidade do vento zonal (m/s), para as análises C_ATOVS e NCEP. Média para o horário sinótico de 00 e 12Z no período de 01/07/07 a 31/07/07.

A Figura 4 mostra as previsões de 24, 48 e 72 horas da precipitação para os experimentos S_ATOVS e C_ATOVS e a precipitação observada para o dia 10 de julho para a região Sul do Brasil. As comparações entre

as previsões para os dias 9 e 11 de precipitação obtidas com os experimentos S_ATOVS e C_ATOVS e a precipitação observada (SYNOP), indicam que a inclusão dos dados ATOVS não proporcionou uma melhora na previsão de precipitação e esse fato pode estar associada à deficiências do modelo ETA para prever a precipitação (Figuras não mostradas). Para o período estudado, de 09 a 11 de julho, as previsões de 48 e 72h mostraram resultados mais satisfatórios que as previsões de 24h, o que já é uma resposta conhecida operacionalmente do modelo ETA (ESPINOZA et al, 2002,2004).

Na Figura 5 são mostrados os perfis verticais da temperatura para a localidade de Passo Fundo – RS (latitude=28°15'S e longitude=52°24'W). Observa-se que a temperatura foi subestimada nos dois experimentos.

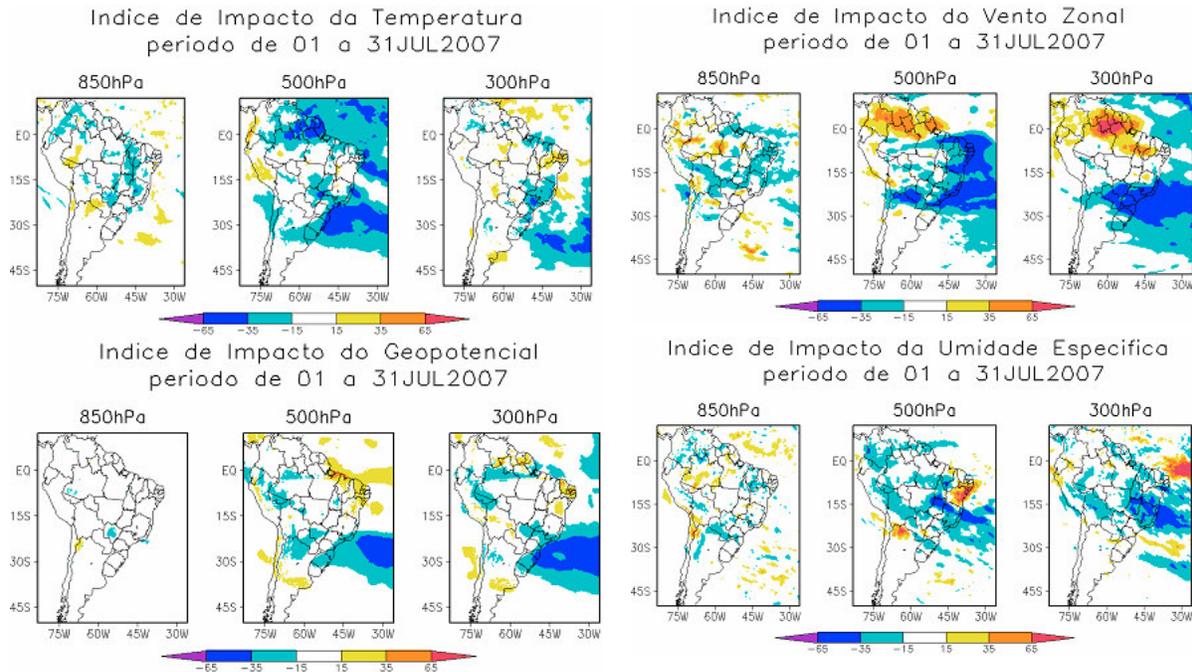


Figura 3: Distribuição espacial do índice de impacto (%) nos campos de análise da temperatura, intensidade do vento zonal, altura geopotencial e umidade específica devido à inclusão dos perfis ATOVS, em relação às análises do NCEP (ETA-20Km), média para os horários das 00 e 12Z, no período de 01JUL2007 a 31JUL2007.

Previsão de Precipitação (mm) para 10JUL2007 12Z

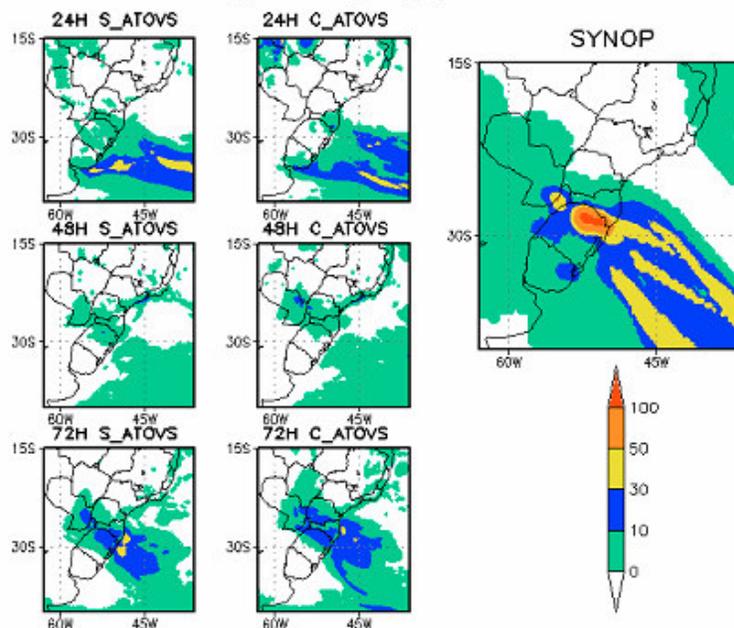


Figura 4: Comparação das previsões de 1 a 3 dias com os dados observados SYNOP (oriundos da rede de estações do INMET), para o dia 10 de julho de 2007.

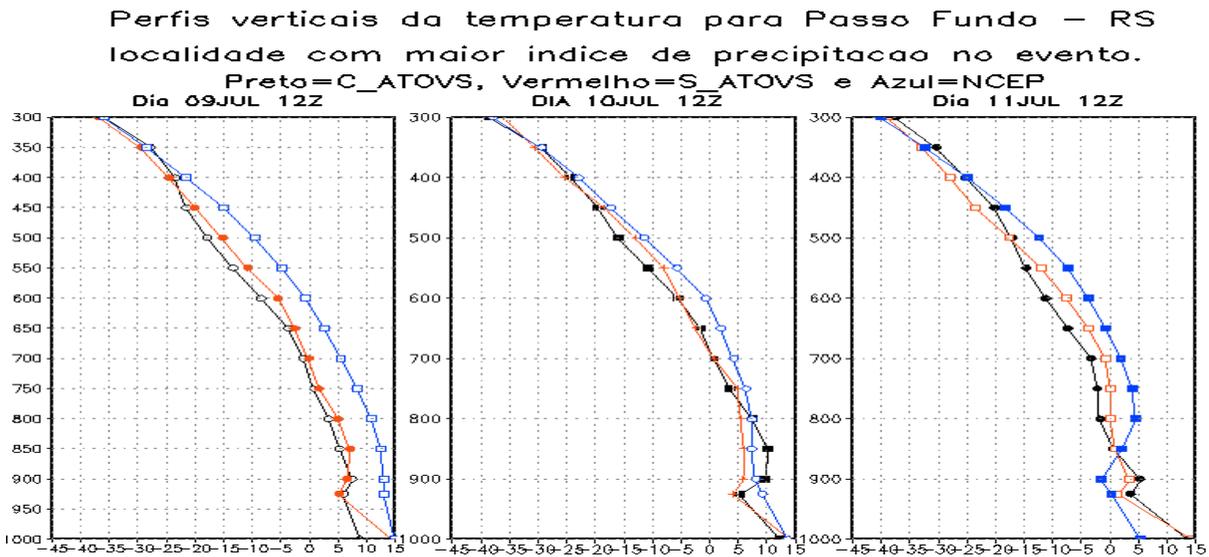


Figura 5: Perfis verticais de temperatura ($^{\circ}\text{C}$) para a localidade de Passo Fundo – RS, para os dias 09 a 11JUL2007. Essa localidade registrou um índice de 135,8mm de precipitação no dia 10JUL2007 (Fonte: INMET).

4. COMENTÁRIOS FINAIS E AGRADECIMENTOS

Este estudo preliminar sugere que a assimilação dos dados ATOVS, para o período de 1 a 31 de julho proporcionou um ganho significativo na qualidade nos campos de análises mas não para toda a área do domínio do RPSAS. Mais estudos diagnósticos serão necessários para que se possa determinar com maior confiabilidade e acurácia os impactos da assimilação dos dados ATOVS com o RPSAS sobre a América do Sul, principalmente, com intuito de avaliar se existe uma dependência temporal (mensal ou sazonal) na performance dos experimentos.

O primeiro autor agradece à Simone Shizue Tomita pelo apoio na implementação dos recursos da supercomputação no ambiente do SX-6 do CPTEC e aos colegas de Mestrado Weber Andrade Gonçalves e Isabel Pilotto Lopes Domingues pelas revisões do texto.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDREOLI, R. V.; SOUZA, R. A. F.; SAPUCCI, L. F.; SOARES, S. H. F.; HERDIES, D. L.; ARAVEQUIA, J. A. **Inclusão das sondagens AIRS/AMSU no sistema global de assimilação/previsão de tempo do CPTEC/INPE: estudo de impacto.** Revista Brasileira de Meteorologia, no prelo, 2007.

ESPINOZA, E.S, BONATTI, J.P, ARAVÉQUIA, J.A., HERDIES, D., BUSTAMANTE, J., GOMES J., CINTRA R. **Sistema de Assimilação Eta/RPSAS.** [CR-ROM] in: XII congresso Brasileiro de Meteorologia. Foz de Iguaçu , 4-9 de agosto de 2002. Anais.

ESPINOZA, E. S., ARAVÉQUIA, J. A., CINTRA, R. **Inclusão de umidade do ATOVS na assimilação regional – resultados preliminares.** [CD-ROM] in: XIII Congresso Brasileiro de Meteorologia. 29/08 a 03/09 de 2004. Fortaleza – CE. Anais.

JOINER, J., DA SILVA, A. M., 1998: **Efficient methods to assimilate Satellite remotely sensed data Based on Information Content.** Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society. v. 124, n. 549, p.1669-1694, July. 1998.