

# COMPARAÇÃO ENTRE DIVERSOS SISTEMAS DE ASSIMILAÇÃO DE DADOS DURANTE O SALLJEX

*Dirceu L. Herdies, José A. Aravéquia, Luiz F. Sapucci e Rita Andreoli<sup>1</sup>*

## RESUMO

Neste trabalho foram comparados os resultados da assimilação de dados realizados por diferentes modelos e sistemas de assimilação. Foram utilizados dois modelos globais, do CPTEC/INPE e do NCEP, e o modelo regional Eta do CPTEC/INPE, com os sistemas operacionais de assimilação de dados dos dois centros, CPTEC/INPE – PSAS e NCEP-GSI. Os diversos resultados de reanálise foram comparados entre si e com as observações coletadas durante o experimento SALLJEX, que ocorreu entre novembro de 2002 e janeiro de 2003. Claramente os resultados do sistema operacional do NCEP e do CPTEC/INPE apresentam valores mais coerentes quando comparados à observação de vento, e umidade específica. Os piores resultados foram os obtidos com o CDAS2 que subestima os valores de vento e superestima a umidade específica. O RPSAS embora tenha apresentado resultados superiores aos do CDAS2, em geral subestima o vento e a umidade.

## ABSTRACT

A data assimilation study was performed to assess the impact of observations from the South American Low-Level Jet Experiment (SALLJEX) on analyses in the region east of the Andes Mountains. The data assimilation systems, CDAS2 (NCEP/NCAR), operational NCEP, GPSAS and RPSAS from CPTEC/INPE, were run with the additional SALLJEX radiosondes observations. Clearly, the results from operational NCEP and GPSAS are better than the RPSAS and CDAS2, where the last systems in general underestimate the values of meridional wind and specific humidity.

*Palavras Chaves:* Assimilação de dados, SALLJEX, PSAS.

## INTRODUÇÃO

Durante os últimos anos houve um aumento crescente no reconhecimento da importância do papel representado pela bacia Amazônica e da bacia do Prata no clima da América do Sul. O aprofundamento do conhecimento destas regiões está em grande parte associado a número crescente de experimentos de campo que vem ocorrendo nestas regiões, tais como o WETAMC/LBA(1999), DRY2WET(2002) e SALLJEX(2002-2003). Estes experimentos, além de propiciarem um aumento no conhecimento do clima da América do Sul, via a utilização dos dados obtidos em estudos observacionais e de modelagem, têm constituído a base de um banco de dados para estudos futuros.

Devido a grande lacuna de informação nas regiões compreendidas pelas bacias Amazônica e do Prata, os diversos estudos têm utilizado os dados coletados durante os experimentos para estudos

---

<sup>1</sup> Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos – CPTEC/INPE  
Rodovia Presidente Dutra km 39, Cachoeira Paulista – SP  
Tel: (12)3186-8564 – dirceu@cptec.inpe.br

locais, e os resultados das diversas reanálises disponíveis (NCEP/NCAR, ERA/ECMWF e GMAO/NASA) para estudos de modelagem e de clima. Entretanto, em nenhuma destas reanálises foram incorporados os dados obtidos durante os experimentos, o que as torna válidas para a realização de comparação independente (Herdies et al. 2002, Marengo et al. 2003, Salio et al. 2002, entre outros), mas não representam precisamente o padrão de circulação da região.

Em 2004, Herdies et al. e Cavalcanti e Herdies apresentaram os primeiros resultados onde os dados do experimento SALLJEX foram incorporados ao procedimento de assimilação de dados. Os resultados destes trabalhos deixam evidente a subestimativa dos valores de vento meridional e de umidade em baixos níveis na região central da Bolívia e Paraguai. Herdies et al. 2006 (em fase de revisão) apresentaram os resultados da incorporação dos dados obtidos durante o SALLJEX nos diversos sistemas de assimilação disponíveis no NCEP, evidenciando novamente as diferenças existentes entre os padrões observados sem a inclusão dos dados e após a inclusão dos mesmos. Em um trabalho recente, Herdies e Aravéquia (2006, em fase de submissão) apresentam os resultados de reanálise regional utilizando o modelo Eta, com a inclusão dos diversos experimentos na região da bacia Amazônica e do Prata, o qual evidencia a influência destes dados no padrão de circulação da América do Sul.

Neste trabalho serão apresentados os resultados da comparação entre as diversas reanálises produzidas com a inclusão dos dados do SALLJEX e a sua importância para a região. Os resultados serão comparados com os valores observados para verificar a validade dos mesmos e a habilidade dos sistemas em aceitar estes dados.

## **ASSIMILAÇÃO DE DADOS**

Os primeiros resultados de assimilação de dados, onde foram incluídos os dados do SALLJEX (Herdies et al. 2004, Cavalcanti e Herdies 2004), foram gerados utilizando o modelo global do CPTEC (Cavalcanti et al., 2002), com uma resolução horizontal de aproximadamente 100 km e 28 níveis na vertical, e a primeira versão do sistema de assimilação de dados globais do CPTEC – GPSAS (Global Physical-space Statistical Analysis System), adaptado do PSAS utilizado no GMAO/NASA (Cohn et al. 1998).

Os resultados mais recentes de assimilação de dados, que incluem os dados do SALLJEX, fazem uso do modelo regional Eta, com resolução horizontal de 40km e 38 níveis na vertical, e da versão 2003 do RPSAS (Regional Physical-space Statistical Analysis System), com a inclusão de processamento paralelo (Herdies e Aravéquia, 2006).

Os dados utilizados no sistema de assimilação de dados do CPTEC/INPE compreendem: a) Dados convencionais de estação de superfície e ar superior (SYNOP e TEMP); b) Dados de satélite:

ventos em baixos e altos níveis (SATOBS), ventos sobre a superfície do oceano (Quikscat), água precipitável (TPW) e dados de temperatura/geopotencial (ATOVS).

O segundo conjunto de reanálise que foi processado utilizou o mesmo sistema de assimilação e modelo que foram utilizados para gerar a reanálise do NCEP/NCAR, em sua segunda versão CDAS2 (Kalnay et al. 1996 e Kanamitsu et al. 1998), e o atual sistema operacional do NCEP, o GDAS. A resolução dos sistemas foi de aproximadamente 250 km no caso do CDAS e 100 km no caso do sistema operacional. A grande diferença no caso operacional é que também foram incluídos os dados de radiação, que resultam em um significativo incremento no volume total de dados, e uma melhora significativa na qualidade final das análises.

Em todos os processos de assimilação de dados, com os diversos sistemas, os dados do SALLJEX que foram utilizados foram sempre os mesmos. As estações de radiossondagem consideradas foram: Santa Cruz – Bolívia, Mariscal Estigarribia – Paraguai, Rio Branco e Dourados – Brasil e Santiago del Estero e Resistência – Argentina. Foram assimilados os dados de vento, umidade específica, temperatura (no caso dos sistemas do NCEP) e geopotencial (nos sistemas do CPTEC), além da pressão de superfície.

## **RESULTADOS**

A Figura 1 mostra o campo de vento em baixos níveis (850 hPa) observado durante o período do SALLJEX (vermelho), e o resultado de diversas análises que incluem os dados do experimento. Claramente os resultados mostram que a inclusão dos dados SALLJEX foi bem representada pelos sistemas de assimilação do CPTEC/INPE e pelo NCEP, quando comparados aos experimentos de controle (Figura não apresentada). Entretanto, apesar de melhor representado na reanálise do NCEP, CDAS2 (Kanamitsu et al., 1998), os valores continuam subestimados. Isso em parte pode ser associado a baixa resolução do sistema espacial (250 km), quando comparado aos demais (100 km para a análise operacional do NCEP e do GPSAS e 40 km para o RPSAS), e em parte ao modelo e sistema de assimilação utilizado no CDAS2. Na Figura 2 são apresentados os mesmos resultados para a estação de Mariscal no Paraguai. A comparação com os resultados da Figura 1 mostra um ganho significativo de qualidade, principalmente com o CDAS2, mostrando novamente a importância da resolução espacial e o efeito da topografia, que é bem mais significativo próximo a Santa Cruz do que Mariscal.

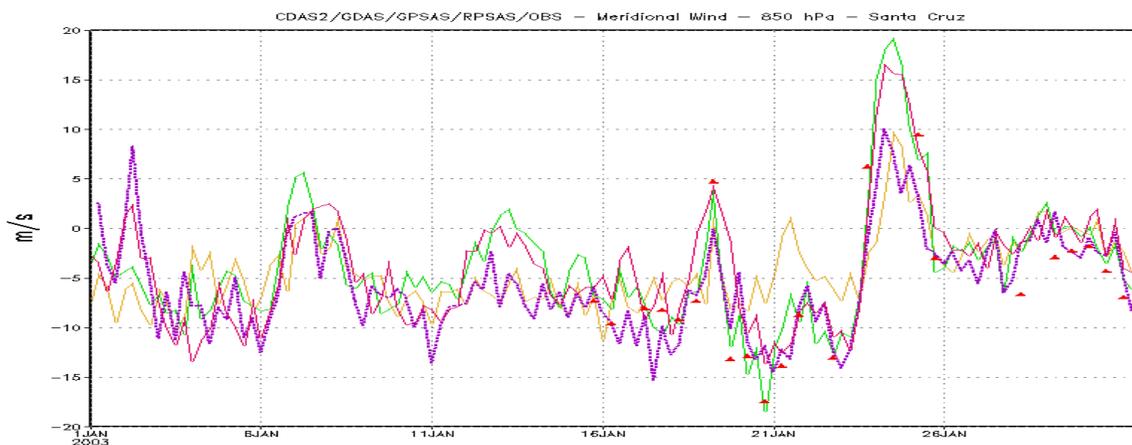


Figura 1 – Série temporal do vento meridional em 850 hPa na localidade de Santa Cruz, Bolívia, onde os dados observacionais de radiosondagens estão representados por triângulos vermelhos. Os dados de análise da reanálise do CDAS2 (amarelo), NCEP operacional (vermelho), GPSAS (azul) e RPSAS (verde). Os valores estão em m/s.

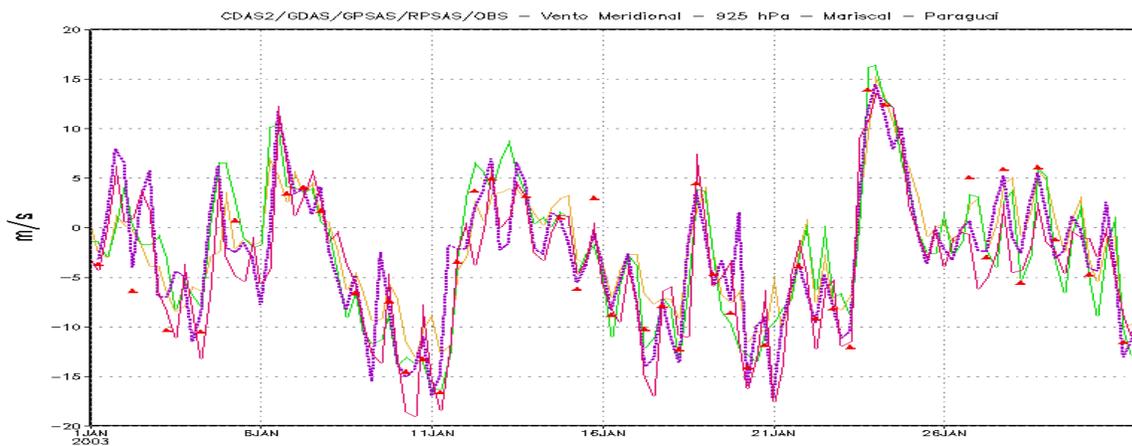


Figura 2 – Série temporal do vento meridional em 925 hPa na localidade de Mariscal, Paraguai, onde os dados observacionais de radiosondagens estão representados por triângulos vermelhos. Os dados de análise da reanálise do CDAS2 (amarelo), NCEP operacional (vermelho), GPSAS (azul) e RPSAS (verde). Os valores estão em m/s.

Na Figura 3 são apresentados os resultados do campo de umidade específica, onde novamente pode-se observar o baixo desempenho do CDAS2 quando comparado com os demais sistemas, onde a umidade em geral está sendo superestimada, apresentando valores superiores a 20 g/kg. Os demais sistemas apresentam uma ligeira subestimação, mostrando que para a região de Santa Cruz os resultados apesar de serem bem superiores ao controle (sem a inclusão dos dados SALLJEX) ainda não representam os dados observados. Para a região de Mariscal (Figura não apresentada) os resultados são bem superiores aos de Santa Cruz, similares aos do campo de vento meridional, evidenciando os problemas associados à resolução espacial – topografia.

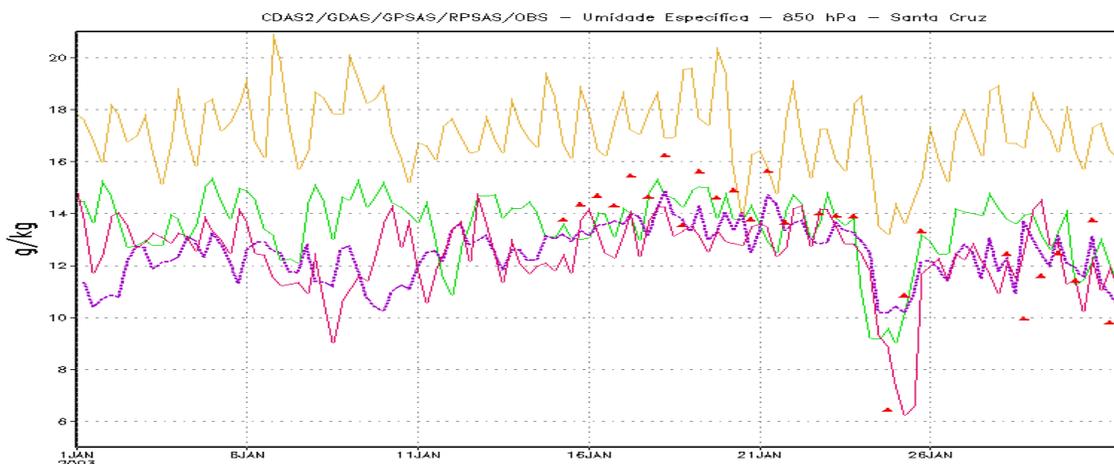


Figura 3 – Série temporal da umidade específica em 850 hPa na localidade de Santa Cruz, Bolívia, onde os dados observacionais de radiosondagens estão representados por triângulos vermelhos. Os dados de análise da reanálise do CDAS2 (amarelo), NCEP operacional (vermelho), GPSAS (azul) e RPSAS (verde). Os valores estão em g/kg.

A Figura 4a apresenta o perfil vertical do campo de vento meridional para o dia 21/01/2003, quando se observou a ocorrência do Jato de Baixos Níveis a leste dos Andes (JBN), na localidade de Santa Cruz, e para a localidade de Mariscal no dia 23/01/2003 (Figura 4b). Claramente os melhores resultados foram obtidos com o NCEP operacional e o GPSAS (Figura 4a), e o pior resultado foi obtido com o CDAS2. Para a estação de Mariscal, novamente os resultados foram bem melhor representados, principalmente pelo NCEP operacional e o GPSAS, com os piores resultados apresentados pelo CDAS2, que em geral subestimam os valores do vento em baixos níveis.

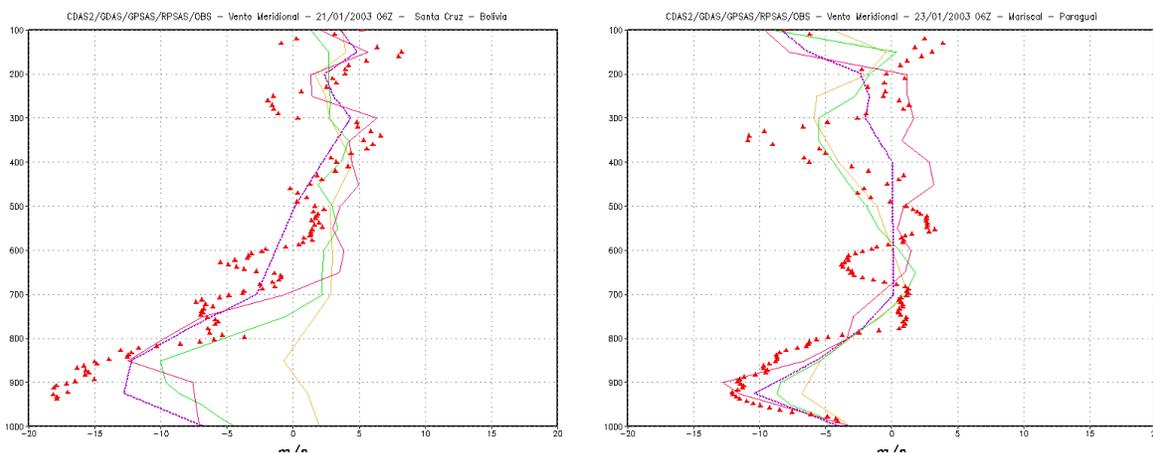


Figura 4 – a) Perfil vertical do campo de vento meridional na localidade de Santa Cruz, Bolívia, onde os dados observacionais de radiosondagens estão representados por triângulos vermelhos. Os dados de análise da reanálise do CDAS2 (amarelo), NCEP operacional (vermelho), GPSAS (azul) e RPSAS (verde). b) os mesmos valores para a localidade de Mariscal, Paraguai. Os valores estão em m/s.

## CONCLUSÃO

Para a estação de Mariscal Estigarribia – Paraguai (Figuras 2 e 5) os resultados de assimilação apresentam resultados bem mais próximo do observado, quando comparado com a estação de Santa Cruz (Figuras 1, 3 e 4). Em parte, isso se deve ao fato de Mariscal encontrar-se mais afastada dos Andes, com a topografia melhor representada pelos modelos, reduzindo assim o erro associado à topografia. Os melhores resultados foram os apresentados pelo sistema de assimilação operacional do NCEP, ficando ligeiramente superiores ao GPSAS do CPTEC/INPE, o que pode ser facilmente explicado pelo fato do sistema do NCEP ser mais robusto, com a possibilidade de incluir mais dados de satélite (radiâncias) e utilizar os níveis significativos além dos níveis padrões das radiossondagens. Isto é uma deficiência do PSAS (tanto o RPSAS como o GPSAS) e merece atenção especial no futuro. O CDAS2 merece uma atenção redobrada, pois mesmo com a inclusão dos dados adicionais os problemas persistem, e estes dados são em geral utilizados como o melhor resultado possível para esta região (sem a inclusão dos dados adicionais) e diversas outras partes do globo. O RPSAS também apresentou resultados inferiores ao esperado, principalmente devido sua alta resolução espacial e representação da topografia, uma análise posterior deverá ser realizada para verificar o nível de rejeição dos dados que foram disponibilizados para o sistema de assimilação.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cavalcanti, I. F. A. and D. L. Herdies, 2004: Data Assimilation Study using SALLJEX Data. **CLIVAR Exchanges**, Southampton - UK, v. 29, n. 9, p. 23-25.
- Cohn, S.E., A. Da Silva, J. Guo, M. Sienkiewicz, and D. Lamich, 1998: Assessing the Effects of Data Selection with the DAO Physical-space Statistical Analysis System. **Mon. Wea. Rev.**, 126, 2913-2926.
- Herdies, D.L, V. E. Kousky, W. Ebisuzaki, 2006: The Impact of High-Resolution SALLJEX data on NCEP Global Analyses. **Journal of Climate** (Submitted).
- Herdies, D. L. and P. L. Silva Dias, 2004b: Data Assimilation Impact on the Moisture Transport from the Amazon to the Plata Basin. **III LBA Scientific Conference**. Brasilia – DF, Brazil.
- Herdies, D. L, R. Cintra, J. A. Aravéquia and I. F.A. Cavalcanti, 2004a: Data Assimilation at CPTEC/INPE during the period of SALLJEX. **First International CLIVAR Science Conference**. Baltimore – MD.
- Herdies, D. L.; Da Silva, A.; Silva Dias, M.A.F.; Nieto-Ferreira, R., 2002: The Moisture Budget of the Bimodal Pattern of the Summer Circulation over South America. **Journal of Geophysical Research**, Washington-DC, v. 107, n. D20, p. 42-1-42-10.