

IMPACTO DA INICIALIZAÇÃO FÍSICA NA ANÁLISE E PREVISÃO DE CURTO PRAZO DA AMÉRICA DO SUL UTILIZANDO AS ANÁLISES DE UM SISTEMA ESTATÍSTICO EM ESPAÇO FÍSICO

Renata Weissmann Borges Mendonça¹

José Paulo Bonatti¹

Antônio Marcos Mendonça

Rita Valéria Andreoli de Souza¹

Luíz Fernando Sapucci¹

Dirceu Luís Herdies¹

José Antônio Aravéquia¹

RESUMO. O Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC-INPE) tem procurado melhorar sua análise global, bem como a previsão de curto prazo (24 horas) sobre a América do Sul através da assimilação de precipitação. Como um teste inicial, as estimativas de precipitação obtidas do satélite Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM), com resolução de 0.25 graus de latitude/longitude, foram assimiladas no modelo de circulação geral atmosférico (MCGA-CPTEC). As simulações foram realizadas utilizando as condições iniciais geradas pelo sistema de assimilação de dados Global Physical-space Statistical Analysis System (GPSAS/CPTEC), para o mês de março de 2004. Com o objetivo de avaliar os benefícios obtidos nesse processo, foi realizado um experimento com inicialização física, no qual a precipitação foi assimilada na faixa de latitudes entre -40°S e 40°N. Para avaliar o impacto sobre as variáveis prognósticas, tais como temperatura do ar, umidade específica e vento horizontal, foram realizadas comparações com um experimento de controle (sem inicialização física), análises globais e observações.

ABSTRACT. The Brazilian Center for Weather Prediction and Climate Studies seeks to improve its global analysis as well as the short range forecast over South America by assimilating precipitation. The Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM) merged high quality (HQ)/infrared (IR) precipitation estimates were assimilated in the atmospheric general circulation model as an initial test. The experiments were performed using the initial conditions generated by Global Physical-space Statistical Analysis System (GPSAS/CPTEC), for March 2004. Two experiments were carried out: (i) with physical initialization (PI), where the precipitation was assimilated in the region between -40°S to 40°N; and (ii) without physical initialization (no-PI). Evaluations of the impact on the prognostic variables, such as air temperature, specific humidity, and horizontal wind are provided based on comparisons with the control experiment, global analyses, and observations.

Palavras chave: assimilação de precipitação, inicialização física, modelo global

INTRODUÇÃO

O procedimento de inicialização física (IF), conforme descrito por Krishnamurti et al. (1991), foi implementado no modelo global do CPTEC-INPE, em 2002 (Nunes, 2002) e, atualmente,

¹ Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE /Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos- CPTEC
Rod. Presidente Dutra, km 40 - Cep:12630-000 -Cachoeira Paulista-SP, Brasil - Fone/Fax: 3101-2835
e-mail(s): renataw, bonatti, mendonca, rita, lsapucci, dirceu, araveq@cptec.inpe.br

encontra-se em fase de desenvolvimento e aprimoramento, sendo realizadas rodadas contínuas para assimilação de precipitação a partir das estimativas de chuvas derivadas do satélite Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM). Este esquema é denominado IF-CPTEC. O IF-CPTEC é constituído de três componentes básicas: (a) parametrização inversa da convecção profunda (*nudging* da chuva), (b) teoria da similaridade na forma inversa e (c) relaxação newtoniana (*nudging* dinâmico).

Neste trabalho, são apresentados resultados preliminares do IF-CPTEC aplicado às análises geradas pelo sistema de assimilação de dados (em fase pré-operacional) do CPTEC – o Global Physical-space Statistical Analysis System (GPSAS/CPTEC), utilizando-se o modelo de circulação geral atmosférico (MCGA-CPTEC). O objetivo principal é avaliar o impacto da assimilação de precipitação na qualidade destas análises, bem como da previsão de curto prazo sobre a América do Sul.

DADOS E METODOLOGIA

Dados

Neste estudo, são utilizados os dados de precipitação derivados do TRMM e as análises do GPSAS/CPTEC, com resolução T126L28 e horário das 12Z, para o período de março de 2004. Nesse conjunto de análises globais foram assimilados dados convencionais contidos no Global Telecommunication System (GTS) e de satélite, tais como *Advanced Operational Vertical Sounder* (ATOVS), *Nasa's Quick Scatterometer* (QUIKSKAT) e *Special Sensor Microwave/Imager* (SSM/I).

Inicialização Física

A inicialização física é realizada por um período de pré-integração de 24 horas do modelo global do CPTEC, com resolução T126L28, em uma faixa de latitudes entre 40S e 40N. O dia -1 é considerado o início da inicialização física e o dia 0 o final da integração e início da previsão. Os arquivos de precipitação utilizados como precipitação “observada” correspondem às estimativas de precipitação acumulada em 24 horas derivadas do satélite TRMM. A versão do IF-CPTEC utilizado aqui inclui a parametrização inversa da convecção profunda e a relaxação newtoniana, as quais são executadas de forma independente do ciclo de assimilação de dados realizado pelo GPSAS.

Experimentos

Para avaliar o impacto da assimilação de precipitação na qualidade das análises do GPSAS foram realizados dois experimentos: (i) com inicialização física (IF) e (ii) sem inicialização física

ou controle (sem-IF), para o mês de março de 2004, ressaltando-se que no período de 24 a 28 de março, esteve atuando na região sul do Brasil o ciclone Catarina com características híbridas de sistemas tropicais e extratropicais, o qual descreveu um episódio significativo de precipitação na região da América do Sul. A escolha desse período tem o objetivo de investigar futuramente a contribuição da assimilação de precipitação em um estudo de caso para esse fenômeno.

A avaliação do impacto da inicialização física sobre as variáveis prognósticas do modelo, tais como temperatura do ar, umidade específica e vento horizontal, é realizada a partir das comparações com o experimento de controle, análises globais e observações. Para isto, é aplicado um teste de sensibilidade, conforme adaptado de Zapotocny et al. (2005). Inicialmente é avaliado o impacto da assimilação de precipitação na análise do GPSAS. O impacto é apresentado como impacto positivo/negativo em relação a um dado particular, neste caso, as análises globais do National Centers for Environmental Prediction (NCEP), e é calculado a partir da seguinte expressão:

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

onde C e IF são as análises do GPSAS sem e com inicialização física, respectivamente; e A é a análise do NCEP e N é o total de dias do mês.

As análises do NCEP foram consideradas para esta verificação, por ser um conjunto de dados independentes aos utilizados no procedimento de inicialização física deste trabalho. Além disso, estas análises são, atualmente, as condições iniciais utilizadas para as rodadas operacionais do MCGA-CPTEC. Uma análise similar é também aplicada para as previsões de curto prazo (24 horas). Neste caso, é fixada a análise inicializada fisicamente como análise de referência e compara-se as previsões de 24 horas dos experimentos com e sem inicialização física em relação a análise IF.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Figura 1 mostra a precipitação acumulada durante o período de inicialização (assimilação). Nota-se que o modelo foi hábil em assimilar a precipitação. As correlações da precipitação acumulada em relação as estimativas do satélite TRMM são apresentadas na Tabela 1. Observa-se que ao aplicar o procedimento de inicialização física, o coeficiente de correlação excedeu 0.9, enquanto que no experimento sem inicialização física a correlação foi de 0.58, indicando que houve sucesso na assimilação de precipitação. Estes resultados concordam com os resultados apresentados por Krishnamurti et al. (1994) e são verificados também para casos individuais de precipitação

intensa (não apresentado), como no período em que o ciclone Catarina esteve atuando na região sul do Brasil.

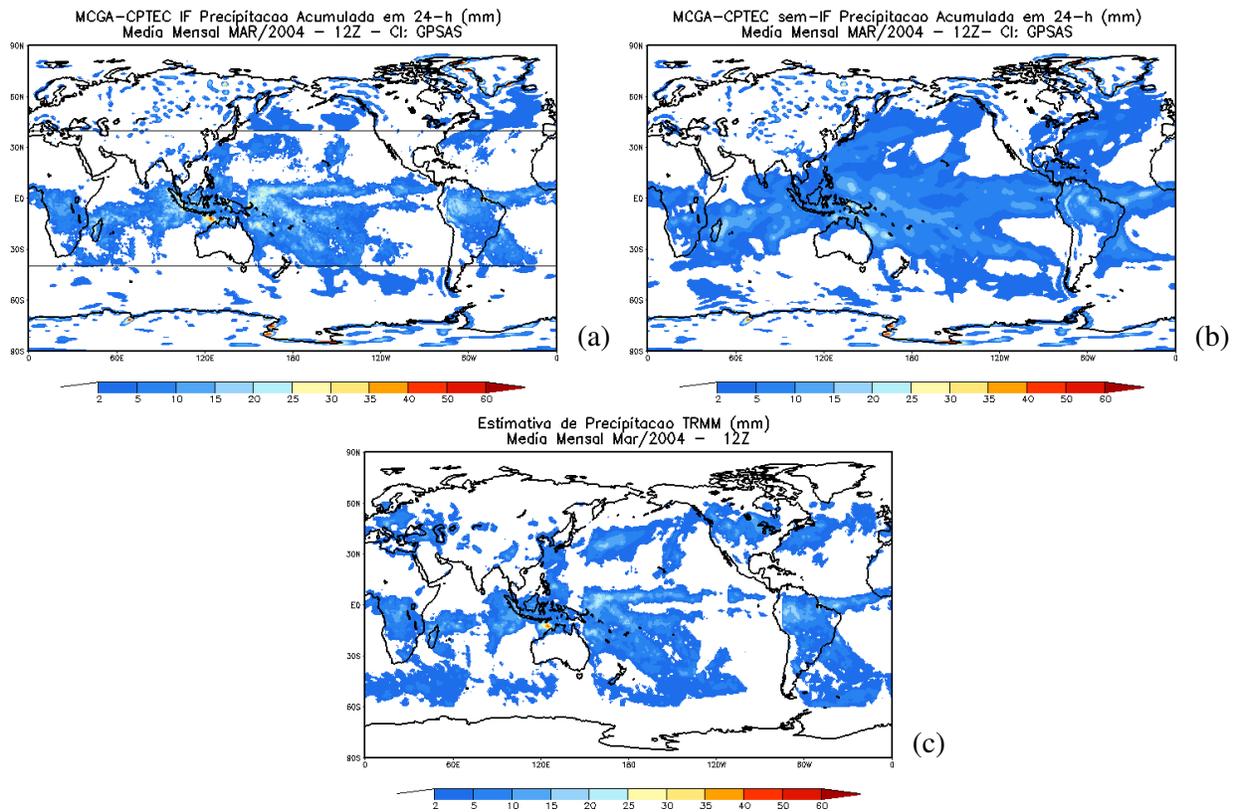


Figura 1 - Campos da média mensal da precipitação acumulada em 24-h (mm), março/2004 12Z: (a) MCGA com IF, (b) MCGA sem-IF, (c) Estimativa TRMM

Tabela 1 – MCGA-CPTEC vs. Estimativas TRMM

Precipitação Acumulada em 24h (mm): Coeficiente de Correlação		
Período	Com-IF	Sem-IF
Média mensal Março/2004(Globo)	0.92	0.58

Outros campos, tais como temperatura, vento horizontal são modificados pelo procedimento de inicialização física. Uma avaliação do impacto da inicialização física nas variáveis prognósticas do modelo é apresentada na Figura 2. Observa-se, em geral, que tanto para a temperatura, quanto para as componentes zonal e meridional do vento horizontal em 850 e 250 hPa, há um impacto positivo da assimilação de precipitação, especialmente sobre a região tropical, onde foi definido o domínio da inicialização física. Isto significa que, para os campos de temperatura e ventos zonal e meridional, a análise inicializada fisicamente apresenta uma maior concordância com a análise do NCEP, considerada como a análise de referência.

Na Figura 3, é apresentado o impacto da assimilação de precipitação para a previsão de 24 horas das variáveis temperatura, umidade específica e componentes do vento horizontal . Um

impacto positivo maior é notado nas variáveis temperatura e umidade específica, principalmente na região tropical. Já para as componentes do vento zonal e meridional em 850hPa (Fig. 3c,3e) e 250 hPa (figura não apresentada), há ainda um impacto positivo, entretanto não tão significativo quanto nos campos de temperatura e de umidade.

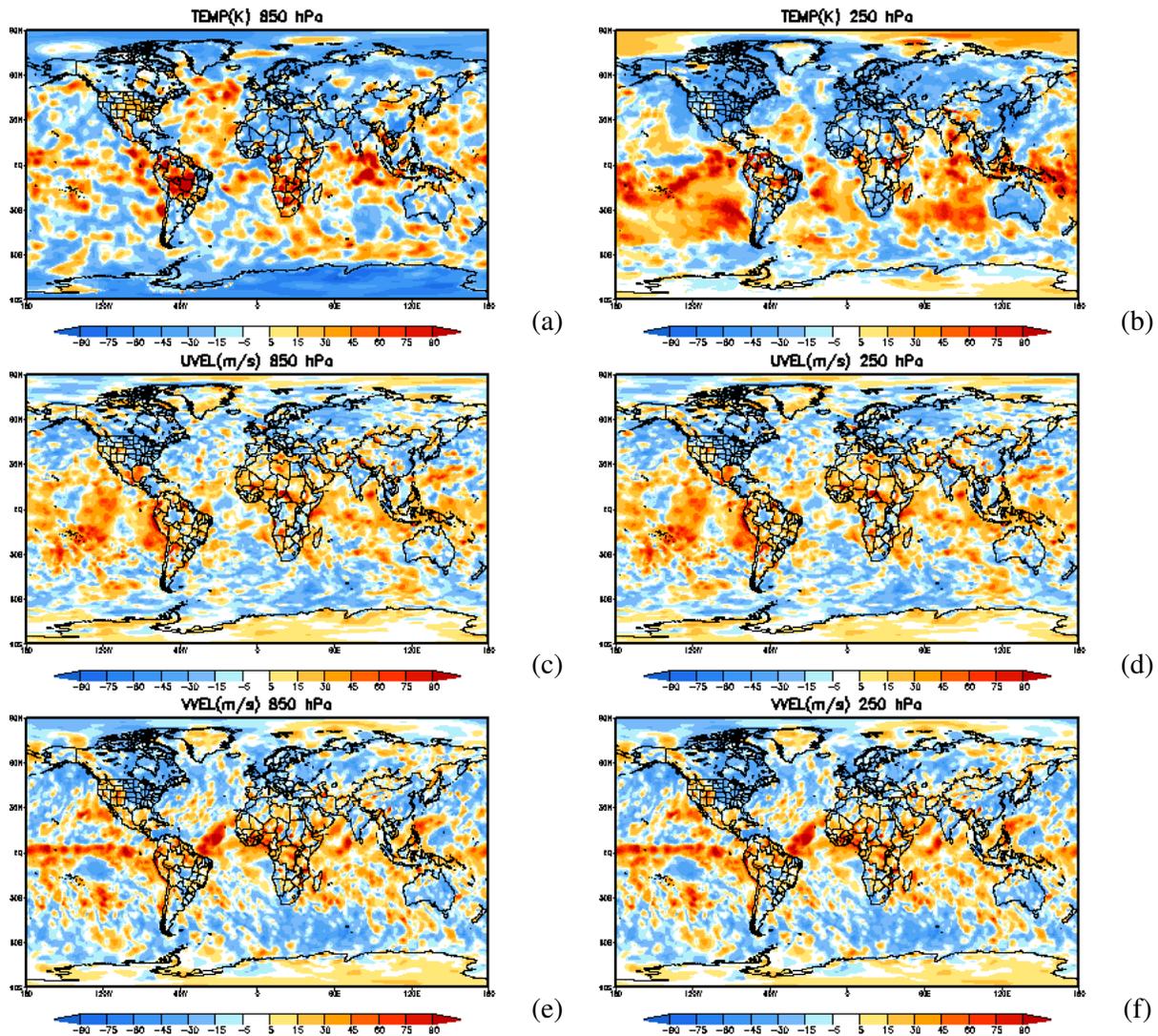


Figura 2 – Impacto da assimilação de precipitação (%) na análise do GPSAS, média mensal, para as variáveis temperatura, vento zonal e vento meridional, respectivamente: (a), (c) e (e) 850 hPa; (b), (d) e (f) 250 hPa.

CONCLUSÕES

Os resultados preliminares deste estudo indicam que a assimilação de precipitação tem um impacto positivo, sugerindo que a inicialização física pode contribuir para melhorar a qualidade das condições iniciais, bem como das previsões de curto prazo sobre a região tropical e, em particular, sobre a América do Sul. Alguns aprimoramentos no procedimento IF-CPTEC, tais como a inclusão

do *nudging* dos processos físicos e o seu acoplamento ao sistema de assimilação de dados pode contribuir para reduzir os erros sistemáticos da condição inicial sobre continentes e oceanos.

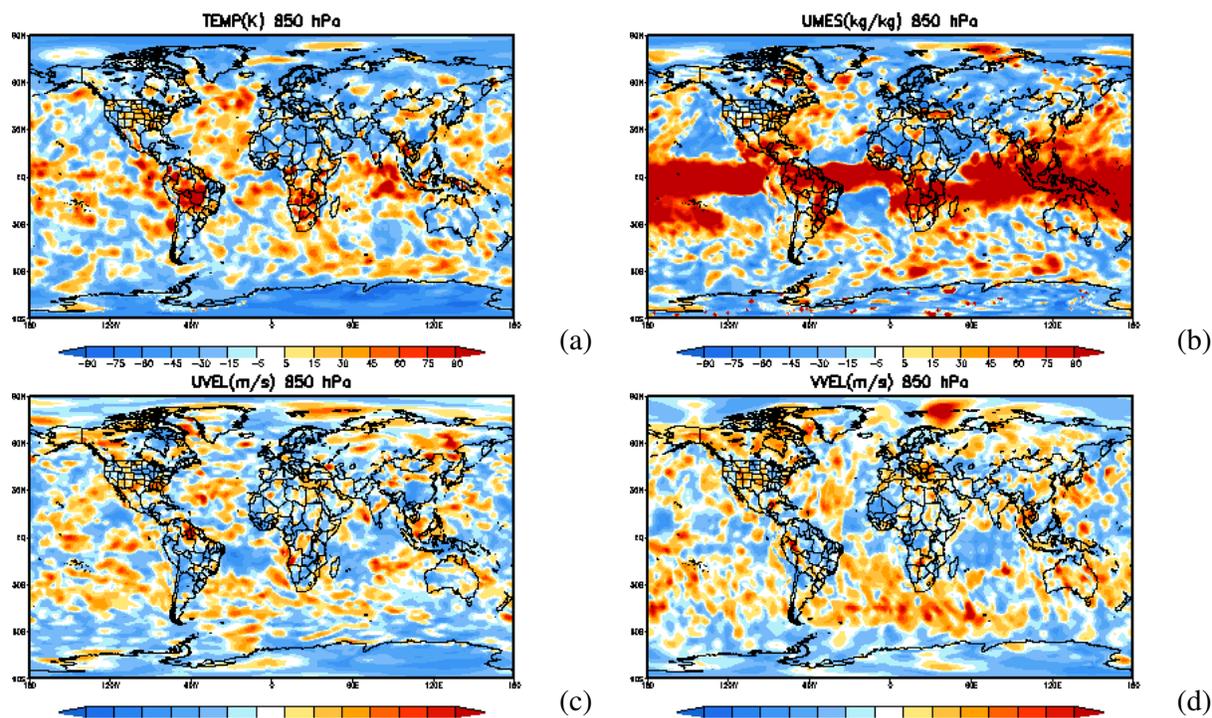


Figura 3 – Impacto da assimilação de precipitação (%) na previsão de 24 horas, média mensal, para as variáveis: (a) temperatura (850 hPa), (b) umidade específica (925 hPa), (c) vento zonal (850hPa) e (d) vento meridional (850hPa)..

AGRADECIMENTOS. Os autores agradecem a Ana Nunes na Universidade da Califórnia, pela colaboração e suporte na implementação do procedimento de inicialização física no MCGA-CPTEC.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Krishnamurti, T.N. et al. Physical initialization for numerical weather prediction over the tropics. *Tellus*, v. 43A, p. 53-81, 1991.

Krishnamurti, T.N. et al. On the improvement of precipitation forecast skill from physical initialization. *Tellus*, v. 46A, p. 598-614, 1994.

Nunes, A.M.B. **Inicialização física em modelos de previsão de tempo e estudo de seus efeitos na partição de energia em modos verticais e horizontais nos trópicos e na América do Sul.** 2002. 217p. (INPE-9359-TDI/821) Tese (Doutorado em Meteorologia) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2002.

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*, v. 20, p. 178-198, 2005.