



---

## EVALUATING AEROSOLS IMPACTS ON NUMERICAL WEATHER PREDICTION: A CASE STUDY

J. L. M. Freire <sup>(1)</sup>, A. M. Zarzur <sup>(1)</sup>, V. J. F. Oliveira <sup>(1)</sup>, D. M. A. Eiras <sup>(1)</sup>, S. R. Freitas <sup>(2)</sup>, and C. A. S. Coelho <sup>(1)</sup>

(1) Center for Weather Forecast and Climate Studies, National Institute for Space Research, Cachoeira Paulista, Sao Paulo, Brazil ([jullianalarise@gmail.com](mailto:jullianalarise@gmail.com)).

(2) National Aeronautics and Space Administration, Goddard Space Flight Center, Greenbelt, Maryland, EUA.

**ABSTRACT:** The suspended aerosol particles in the atmosphere greatly influence the radiative balance of the Earth, time and weather conditions, atmospheric chemistry, visibility and human health, both regionally and globally. Quantifying antropogenic aerosol radiative effects on weather and climate conditions is a complex and challenging task. This study aims to evaluate the impact of aerosols on 2 meter temperature and precipitation numerical weather predictions on the variables temperature at 2 meters and precipitation. The analysis focused on two extreme aerosol emission events. An event of high aerosols concentration produced by biomass burning in Brazil, during in the period 5 to 15 September 2012, and an event of extreme pollution in Beijing, China, resulting from industry and transport, during the period 12-16 January 2013, where the air quality index was the worst (the highest value) ever observed in the region. This study was developed with in the context World Meteorological Organization project (WMO) which aims to improve the understanding of the importance of aerosols in numerical weather prediction (NWP) and air quality, through numerical modeling and thus check current capacities of numerical models of different centers worldwide to simulate the impacts of aerosols on NWP. Each center simulated case studies using their operating models PNT including aerosol feedback with radiation (direct effect) and clouds (indirect effect). To evaluate the performance of the models in terms of impact of aerosol on the evolution of the atmosphere, the metrics RMSE and BIAS statistics on the area of South America (35S-15N/90W-30W) and Beijing (15N-40N/100E-140E) were competed. The result for South America show a reduction in BIAS and RMSE for 2 meter temperature when considering the effect of the aerosol in the simulation. The models of the National Aeronautics and Space Administration/Goddard Space Flight Center (NASA/GSFC) and the European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF) were those with the largest difference. For precipitation, the differences were not so expressive, except for the simulations with the Center for Weather Forecasting and Climate Studies (CWFCs) and ECMWF models. The results for Beijing that the Japan Meteorological Agency (JMA) and the National Centers for Environmental Prediction (NCEP) models presented a more significant reduction of RMSE and BIAS, temperature variable to 2 meters. As for the precipitation variable, only the model NASA/GSFC showed a expressive difference when comparing the simulation with and without the presence of aerosols. In general, all models showed a reduction in RMSE and BIAS when the effect of the aerosol was considered primarily for 2 meter temperature during the daytime simulations in both domains. However, more detailed with studies incorporating a greater number of extreme events are needed to improve the understanding of the response of the atmosphere when considering aerosol forcing.

**Key words:** Aerosols, NWP



## AVALIAÇÃO DO IMPACTO DOS AEROSSÓIS NA PREVISÃO NUMÉRICA DE TEMPO: UM ESTUDO DE CASO

**RESUMO:** As partículas de aerossóis em suspensão na atmosfera influenciam fortemente o balanço radiativo da Terra, as condições de tempo e clima, química da atmosfera, visibilidade e a saúde humana, tanto a nível regional como global. Quantificar os efeitos radiativos dos aerossóis provenientes de atividades antropogênicas é uma tarefa complexa e desafiadora. Assim, o presente estudo tem como objetivo avaliar o impacto dos aerossóis na previsão numérica de tempo sobre as variáveis temperatura a 2 metros e precipitação. As análises foram concentradas em dois eventos extremos de emissões de aerossóis. Um caso de alta concentração de aerossóis proveniente da queima de biomassa no Brasil, ocorrido no período de 5 a 15 de setembro de 2012. E, um episódio de poluição extrema em Beijing na China resultante da indústria e do transporte, entre 12 e 16 de janeiro de 2013, onde o índice de qualidade do ar foi o pior já observado na região. Este estudo faz parte de um projeto da Organização Meteorológica Mundial (OMM) que tem como objetivo melhorar a compreensão sobre a importância dos aerossóis na previsão numérica de tempo (PNT) e na qualidade do ar, através da modelagem numérica e, assim, verificar as atuais capacidades dos modelos numéricos de diferentes centros mundiais para simular os impactos dos aerossóis na PNT. Cada centro simulou os estudos de casos utilizando seus respectivos modelos operacionais de PNT incluindo *feedback* do aerossol com a radiação (efeito direto) e com as nuvens (efeito indireto). Para avaliar o desempenho dos modelos, em termos de impacto do aerossol sobre a evolução da atmosfera, foram utilizadas as métricas estatísticas RMSE e BIAS sobre o domínio da América do Sul (35S-15N/90W-30W) e de Beijing (15N-40N /100E-140E). Na América do Sul observa-se uma redução do BIAS e do RMSE para a variável temperatura a 2 metros, quando considerado o efeito do aerossol na simulação. Os modelos da *National Aeronautics and Space Administration/Goddard Space Flight Center* (NASA/GSFC) e do *European Centre for Medium-Range Weather Forecasts* (ECMWF) foram os que apresentaram uma diferença mais expressiva. Para a variável de precipitação, o desvio observado não foi tão expressivo, exceto, para as simulações com os modelos do Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC) e ECMWF. No caso de Beijing foi verificado que os modelos da *Japan Meteorological Agency* (JMA) e do *National Centers for Environmental Prediction* (NCEP) apresentaram uma redução mais expressiva do RMSE e BIAS, na variável de temperatura a 2 metros. Já para a variável de precipitação, apenas o modelo da NASA/GSFC apresentou uma diferença relevante na simulação quando comparado a simulação sem a presença de aerossóis. De modo geral, os modelos analisados apresentaram uma redução do BIAS e RMSE, principalmente para a temperatura a 2 metros, quando o efeito do aerossol foi considerado, principalmente, durante o período diurno das simulações, em ambos os domínios. No entanto, estudos mais detalhados e com um maior número de eventos extremos são necessários para melhorar o entendimento sobre a resposta da atmosfera, quando inserida a forçante aerossóis.

**Palavras Chave:** Aerossol, PNT