

RESULTADOS PRELIMINARES SOBRE A VERIFICAÇÃO DAS PREVISÕES DO MODELO WRF INSTALADO NO CPPMET/UFPel: PREVISÃO X OBSERVAÇÃO

CRISTIANO DA SILVA CARDOSO¹, FABRÍCIO PEREIRA HÄRTER², JONAS DA COSTA CARVALHO², CLÁUDIA REJANE JACONDINO CAMPOS².

¹ Mestrando em Meteorologia, Faculdade de Meteorologia, UFPel, Pelotas - AL, Fone: (0 xx 53) 8833- 8357.
cristianoufal@yahoo.com.br

² Professor Doutor, Faculdade de Meteorologia, UFPel, Pelotas – AL.
fabricao.harter@ufpel.edu.br , jonas.carvalho@ufpel.edu.br , cjcampos@ufpel.edu.br

Apresentado no XVI Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 18 a 21 de Julho de 2011 – SESC Centro de Turismo de Guarapari, Guarapari, ES.

RESUMO: Esse trabalho teve como objetivo apresentar resultados preliminares da verificação das previsões do modelo de previsão WRF instalado no Centro de Pesquisas e Previsão Meteorológicas (CPPMET) da UFPel, onde comparou-se os resultados do modelo com os resultados das observações feitas nas estações de superfície do Instituto Nacional de Meteorologia de toda a região sul do País.

PALAVRAS – CHAVE: Verificação, previsão e CPPMET.

PRELIMINARY RESULTS ON THE VERIFICATION OF WRF MODEL FORECASTS OF INSTALLED IN CPPMET / UFPel: FORECAST X OBSERVATION

ABSTRACT: This paper aims to present preliminary results of the verification of model predictions forecasting WRF installed at the Research Center and Weather Forecast (CPPMET) Federal University of Pelotas, where we compared the model results with the results of observations of surface stations National Institute of Meteorology of the entire region south of the country.

KEY -WORDS: Verification, preview and CPPMET.

INTRODUÇÃO: O Centro de Pesquisas e Previsões Meteorológicas (CPPMET) da UFPel, disponibiliza diariamente à sociedade, produtos gerados pelo sistema previsor de tempo baseado no *The Weather Research and Forecasting Model* (WRF). Este sistema previsor é composto por três fases: (1) construção da condição inicial e de fronteiras para integração do modelo; (2) processamento do modelo e (3) avaliação dos resultados, elaboração de gráficos e envio para *Web Page*. Embora modelos numéricos de equações primitivas, tais como o WRF, sejam ferramentas extremamente úteis na previsão de tempo, apresentam erros intrínsecos. Estes erros têm varias causas, tais como, imperfeição do método numérico que aproxima as equações diferenciais por equações de diferenças finitas, resolução da grade, dificuldade em representar os termos não-lineares das equações do modelo e erros nos dados observados usados na elaboração da condição inicial. Neste trabalho, apresentam-se resultados parciais sobre a verificação do modelo WRF em ponto de grade do modelo, ou seja, comparando-se a

previsão com a análise GFS, interpolada para a resolução, coordenada e níveis verticais configurados na implementação em questão do WRF, conforme Härter (2008).

MATÉRIAS E METODOS: Este trabalho está inserido no projeto intitulado “Avaliação do Modelo Numérico WRF Instalado no CPPMET”, que visa quantificar o viés e os erros do WRF instalado no CPPMET (Centro de Previsão e Pesquisas Meteorológicas). O projeto prevê que a estatística seja calculada primeiramente para um período de 12 meses, onde se visa avaliar o desempenho do modelo nas quatro estações do ano de 2009.

Neste trabalho apresenta-se o resultado de um caso, útil para avaliarmos se os algoritmos estão adequadamente escritos.

Modelo WRF e Dados de Superfície

O WRF é um modelo de equações primitivas desenvolvido pelo National Center for Atmospheric Research (NCAR) em colaboração com o National Centers for Environmental Prediction/ National Oceanic and Atmospheric Administration (NCEP/NOAA) e o Forecast Systems Laboratory (FSL). O WRF constitui um sistema de previsão numérica de tempo de última geração, podendo ser implementado em várias arquiteturas de computadores, suportando diferentes diretivas de paralelismo e pode ser integrado tanto no modo hidrostático como não-hidrostático.

Neste trabalho é utilizada a versão 3.2 do WRF, integrado por 72 horas no modo hidrostático com resolução horizontal de 20 km, 28 níveis verticais (27 níveis mais a superfície), modelo de solo com 4 camadas e passo de tempo de 2 minutos. As condições iniciais e de fronteira são obtidas do Global Forecast System (GFS), modelo global com aproximadamente 100 km de resolução horizontal e 64 níveis verticais integrado no National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA).

Os dados de estações automáticas de superfície são obtidos através do site do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), <http://www.inmet.gov.br/sonabra/maps/automaticas.php>. As variáveis analisadas são: pressão ao nível médio do mar, temperatura do ar a 2 m, temperatura do ponto de orvalho, vento e umidade relativa.

A metodologia consiste em calcular a cada 3 horas, o Viés e o Erro Médio Quadrático (EMQ), entre as previsões e as observações para um período de 72 horas de previsão para 71 localidades da Região Sul do Brasil, através das seguintes equações:

Onde:

I_d: representa cada uma das 71 localidades da Região Sul do Brasil, as quais o INMET disponibiliza dados de estações automáticas de superfície;

P_{id}: representa a previsão do modelo WRF;

O_{id}: representa as observações.

Pelo fato dos pontos de grade do modelo e as localidades não estarem na mesma posição geográfica é necessário interpolar-se os pontos de grade do modelo para os pontos de observação. Esta tarefa é executada através da função *gr2stn* do software de visualização gráfica “The Grid Analysis and Display System” (GrADS). É necessário também, converter

os dados das estações automáticas do formato “American Standard Code for Information Interchange” (ascii) para binário.

Valores negativos de viés indicam regiões onde o modelo tende a subestimar os valores das variáveis, enquanto valores positivos de viés indicam regiões onde o modelo tende a superestimar os valores das variáveis. Viés zero é ótimo, uma vez que se considera a observação como verdade terrestre.

O EMQ elimina os valores negativos, fornecendo valores absolutos de erro para cada localidade e variável.

RESULTADOS E DISCUSSÕES: Apresenta-se na Figura 1, a comparação previsão x observação (coluna da esquerda), Viés (coluna do centro) e EMQ (coluna da direita) para as seguintes variáveis: Pressão ao Nível Médio do Mar em hPa (PNM), Temperatura do ar a 2m (T2m) em graus Celsius, Umidade Relativa (UR) (adimensional) e Vento à Superfície (Vs) em ms^{-1} . Os dados referem-se a estação do INMET localizada em Porto Alegre, cujo as coordenadas de latitude e longitude são respectivamente 30,05 S e 51,17 W.

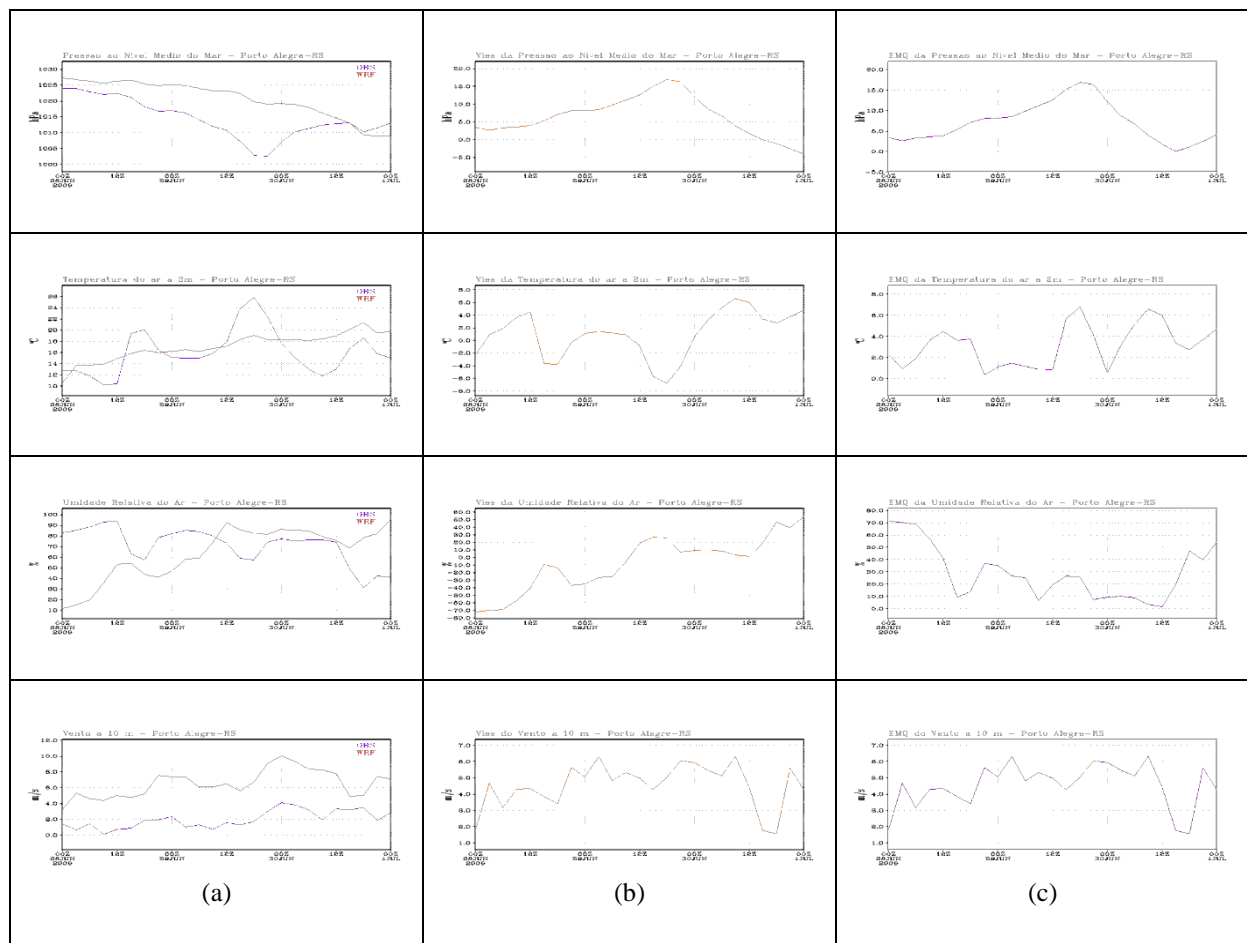


Figura 1: Evolução temporal por 72 horas: (a) variáveis previstas e observadas (b) Viés e (c) EMQ.

O exemplo de verificação do modelo apresentado na Figura 1, referente ao dia 28 de junho de 2009, não é representativo da qualidade do mesmo, pois se refere a um único evento. Entretanto, durante o desenvolvimento do projeto, pretende-se fazer verificações diárias que servirão de base para médias sobre as quatro estações do ano. Este algoritmo deve permanecer

em uso no CPPMET, de forma que a amostra seja cada dia maior e mais representativa da qualidade do modelo WRF implementado no CPPMET. Todavia, observa-se que os algoritmos estão funcionando de maneira apropriada.

No dia 2 de junho de 2009, o WRF superestimou o campo de pressão na localidade nas primeiras 42 horas aproximadamente, onde atingiu um máximo de erro e passou a subestimar a variável a até o final do período de integração. Como esperado, o campo de pressão foi bem previsto pelo modelo, com erros na ordem de 1% do valor da variável. O campo de Temperatura, que sofre considerável influência da superfície superestima e subestima alternadamente a temperatura observada nas primeiras 48 horas de previsão. Entretanto, no terceiro dia de previsão o modelo superestima a temperatura observada. O modelo apresenta erros entre 0 e 6 graus de temperatura, todavia os erros são maiores no terceiro dia de integração, o que vai ao encontro do esperado, pois a previsibilidade, em média, deve diminuir com o aumento do período de integração. A umidade relativa apresenta erros maiores nas primeiras 12 horas de integração. Caso esta característica permaneça ao se obter médias mensais e sazonais, deve-se descobrir a causa desta incoerência. Supõe-se que a falta do procedimento de inicialização, seja a causa desta incoerência. O modelo passará a ser inicializado através do Filtro Digital (Härter, 2010). Inicializar significa reduzir o ruído gerado por ondas de gravidade nas primeiras horas de integração do modelo. Todavia, ressalta-se que o campo de tendência de pressão a superfície é uma variável indicativa para este tipo de análise e não o campo de Umidade Relativa. O Viés, por sua vez, é superestimado pelo modelo durante as 72 horas de previsão, sendo que os erros chegam ter a ordem de magnitude da variável.

CONCLUSÕES: Modelos numéricos são importantes ferramentas para a previsão, pois tem explicitamente o tempo como variável independente. Contudo, modelos numéricos não fazem previsão de tempo, são ferramentas extremamente importantes no auxílio da previsão elaborada pelo meteorologista. Ciente desta importância, inúmeras linhas de pesquisa são desenvolvidas no intuito de aprimorar os modelos numéricos. Para tal é necessário o conhecimento dos seus erros. Neste artigo foram apresentadas as métricas estatísticas Viés e EMQ, calculadas entre o WRF e variáveis de superfície, coletadas na estação do INMET localizada na cidade de Porto Alegre-RS.

Um único evento não é significativo para se avaliar o desempenho do modelo, por isso, o projeto no qual este trabalho está inserido, contempla que as verificações sejam feitas para o ano de 2009 e os algoritmos fiquem continuamente quantificando os erros do modelo WRF instalado no CPPMET/UFPel.

O intuito deste trabalho é testar se os algoritmos até o momento implementados na fase de pós-processamento do modelo estão corretos. Conclui-se que o sistema está funcionando adequadamente e que será possível avaliar o desempenho do WRF assim que houver uma amostra significativa de integrações do mesmo.

AGRADECIMENTOS: Os autores agradecem a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro, através da bolsa de mestrado fornecida ao Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Meteorologia da Universidade Federal de Pelotas, com o qual foi contemplado o Mestrando Cristiano da Silva Cardoso. Agradecemos também ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) pelos dados das estações automáticas de superfície.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

WILKS, D.S. **Statistical Methods in the Atmospheric Sciences**. San Diego: Elsevier, 2006. 627 p.

Ehrendorfer, M.; MURPHY A.H. **Comparative Evaluation of Weather Forecasting Systems: Sufficiency, Quality and Accuracy**. Monthly Weather Review, v. 116, p. 1757-1770, 1992.

HÄRTER, F.P.; BARROS, F.J.G.; BRAGA, T.T.; SANTOS, R.R. ; BONATTI, G.R.; MOL, J.M.D.; QUIXABA FILHO, F.; ALVES, F.; GUEDES, J. M. F. **Um Sistema Previsor Baseado no WRF em Fase de Testes no INMET**. Boletim da Sociedade Brasileira de Meteorologia, v. 32, p. 35-41, 2008.

HÄRTER, F. P. ; SILVEIRA, R.B. ; BONATTI, G.R. . **An Assessment of the DFI on DWD-HRM**. Far East Journal of Applied Mathematics, 2010. (no prelo)

KRZYSZTOFOWICZ, R.; LONG, D. **Forecast Sufficiency Characteristic: Construction and application**. International Journal Forecasting, v. 7, p. 39-45, 1991.

MURPHY, A.H. **What is a Good Forecast? An essay on the Nature of Goodness in Weather Forecasting**. Weather Forecasting, v. 8, p. 281-293,1993.