

SENSIBILIDADE DO MODELO BRAMS PARA RODADAS MENSAIS E DIÁRIAS PARA A ESTIMATIVA DO VENTO

Lucía I. Chipponelli Pinto^{1,2}, Fernando R. Martins¹, Enio B. Perreira¹

¹CCST/INPE, São Jose dos Campos - São Paulo/SP – ²lucia.chipponelli@inpe.br

RESUMO: Este trabalho mostra a comparação entre as simulações numéricas para estimativa de vento em diferentes alturas acima do solo utilizando o modelo BRAMS (Brazilian Regional Atmospheric Modeling System) configurado para rodadas com duração de 30 dias e de um dia (configuração operacional). Os resultados foram comparados aos dados de velocidade do vento medidos em duas torres anemométricas no Estado de Alagoas.

ABSTRACT: This work aims at comparing numerical simulations to estimate the wind in several heights by using model BRAMS (Brazilian Regional Atmospheric Modeling System) configured for 30-day and one-day runs (operational). The results were compared with wind data acquired at two wind masts located in the state of Alagoas in Brazilian Northeastern region.

1 - INTRODUÇÃO

As fontes renováveis de energia vêm sendo apresentadas como a principal alternativa para atender as demandas da sociedade com relação à qualidade e segurança do atendimento do consumo de eletricidade. E também são vistas como forma de mitigação para a questão das mudanças climáticas, pois apresentam redução nos danos ambientais decorrentes do consumo de energia. Neste contexto a energia eólica vem se tornando uma alternativa economicamente competitiva em diversas regiões do Brasil, com destaque para o Sul e Nordeste, (Pereira *et. al.*, 2008; Silva *et. al.*, 2005).

A energia eólica além de ser uma energia considerada limpa, é de suma importância nos períodos onde se tem escassez de recursos hídricos, pois aparece como fonte complementar na matriz energética regional, o que pouparia os estoques de água da região, isto pode ser comprovado com o aumento significativo do potencial eólico no Nordeste Brasileiro nos últimos anos (CBEE/UFPE, 2000).

No entanto, a escassez de dados meteorológicos de superfície ou de ar superior no Brasil e os custos para a implantação e operação de um sistema de aquisição de dados por um período suficientemente longo tem sido considerado uma barreira para o crescimento do setor (Martins *et. al.*, 2008).

Como alternativa para suprir esta carência de dados, a modelagem atmosférica vem sendo empregada. No entanto, esta metodologia está limitada em função dos recursos computacionais que restringem a resolução temporal e espacial dos dados gerados. Dessa forma, as variáveis

meteorológicas são representativas para uma determinada área (pontos de grade). Outro aspecto importante é a adequação das parametrizações adotadas para representar os processos físicos regionais e locais. O modelo atmosférico BRAMS (Brazilian Regional Atmospheric Modeling System) incorpora adequações na modelagem física com o intuito de representar da forma mais acurada os processos físicos da região tropical em que o Brasil está localizado (Fazenda *et. al.*, 2006).

Dentro do contexto que foi exposto, este trabalho tem como objetivo avaliar as estimativas de vento geradas pelo modelo BRAMS com dados medidos em duas torres anemométricas para o mês de maio de 2008 localizadas no estado de Alagoas. O foco principal nesta etapa foi avaliar a sensibilidade do modelo quando executadas rodadas para períodos de 30 dias (de agora em diante chamadas *S30d*) ou simulações para um único dia (chamadas de *S1d*).

2 - MATERIAL E MÉTODOS

Para este estudo foram utilizados dados de duas torres anemométricas instaladas no estado de Alagoas, Girau do Ponciano (sertão) e Roteiro (litoral). Na Tabela 1, encontram-se as especificações de cada localidade. Os dados de campo utilizados consistiram de observações de vento (velocidade e direção) realizadas com frequência de 10 minutos. As simulações numéricas foram realizadas com o modelo regional BRAMS, versão 4.2. Primeiramente, o modelo foi executado para o mês inteiro (*S30d*) e depois rodadas *S1d* para períodos de apenas um dia (dias 01, 15 e 28). Manteve-se a mesma configuração para todas as rodadas. Foram utilizadas duas grades aninhadas com resoluções horizontais de 8km x 8km e 2km x 2km.

Tabela 1- Descrição das 2 torres utilizadas neste estudo.

	Latitude	Longitude	Altitude	Altura da torre
Girau do Ponciano	09°31'27" S	36°49'17" W	410m	50m
Roteiro	09°48'13" S	35°54'25" W	60m	50m

Para verificar o desempenho do modelo realizou-se uma avaliação estatística com o cálculo do viés (BIAS) e da raiz do erro quadrático médio (RMSE). No caso da previsão do vento para o setor energético, estas análises estatísticas são extremamente importantes, tendo em vista que a densidade de potência eólica varia em função do cubo da velocidade do vento. O RMSE é a medida da magnitude média dos desvios observados, varia de 0 a infinito e o seu valor de previsão perfeita ocorre para RMSE=0. O BIAS é a medida da média dos erros que permite verificar se a previsão (modelo) é sistematicamente subestimada ou superestimada.

3- RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1 são apresentadas as simulações para o dia 01, onde é observado que a diferença entre as simulações *S1d* e *S30d* é praticamente nula para ambas as localidades. Há uma melhor representação do modelo BRAMS para a localidade de Girau do Ponciano. Os resultados de

Roteiro mostram que o modelo encontra dificuldade com os valores extremos no decorrer do dia, superestimando os valores mais elevados e subestimando os valores mais baixos de intensidade do vento, este fato pode estar associado à dificuldade que o modelo enfrenta para representar fenômenos como brisa marítima.

Para o dia 15 os resultados das simulações já não são mais tão similares, o que é de se esperar uma vez que o modelo não sofre tanta influência das condições iniciais na simulação *S30d* (Figura 2). No entanto, os desvios observados são praticamente os mesmos, independente do tempo da simulação.

Os gráficos do dia 28 (Figura 3) mostram que o modelo tem dificuldade para simular pequenas mudanças na intensidade do vento no decorrer do dia, conforme observado nas Figuras 3c e 3d, onde o modelo subestima fortemente o momento do dia de menor intensidade do vento.

Na Tabela 2 estão os valores dos índices estatísticos BIAS e RMSE, onde os resultados mostram que os valores entre as simulações diárias e mensais não sofre influência significativa do tempo da simulação em ambas localidades e para as duas resoluções espaciais utilizadas.

Deve ser levado em conta que o melhor desempenho observado ocorreu para Girau do Ponciano. A hipótese para tal fato baseia-se no fato de se tratar de uma região continental, onde os efeitos da turbulência costeira não são relevantes e também ao fato de que esta localidade apresentar um relevo de baixa complexidade quando comparado com as outras duas localizadas no litoral.

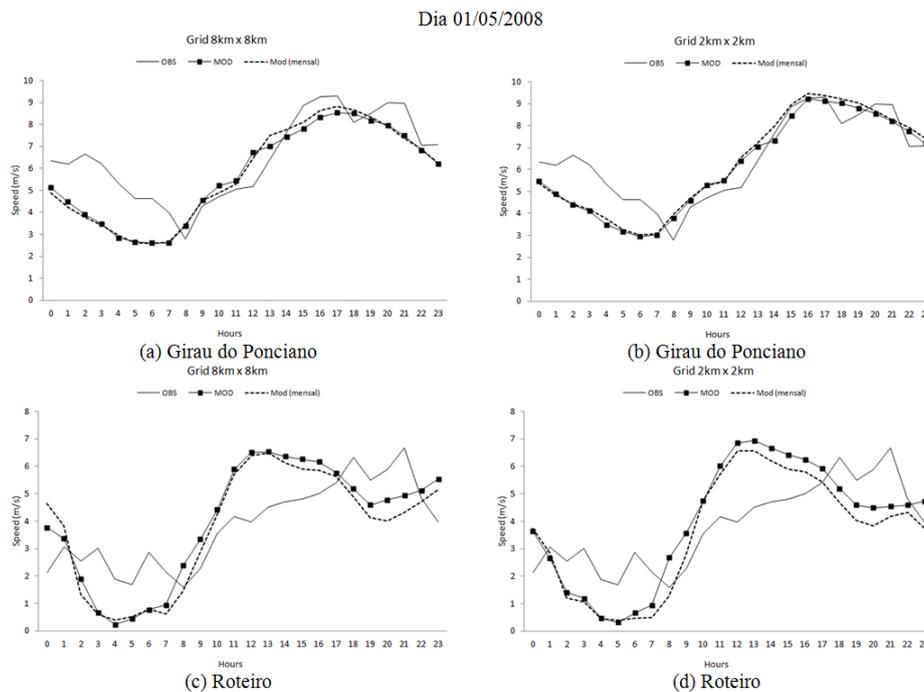


Figura 1 – Evolução temporal da velocidade do vento para o dia 01 de maio.

Dia 15/05/2008

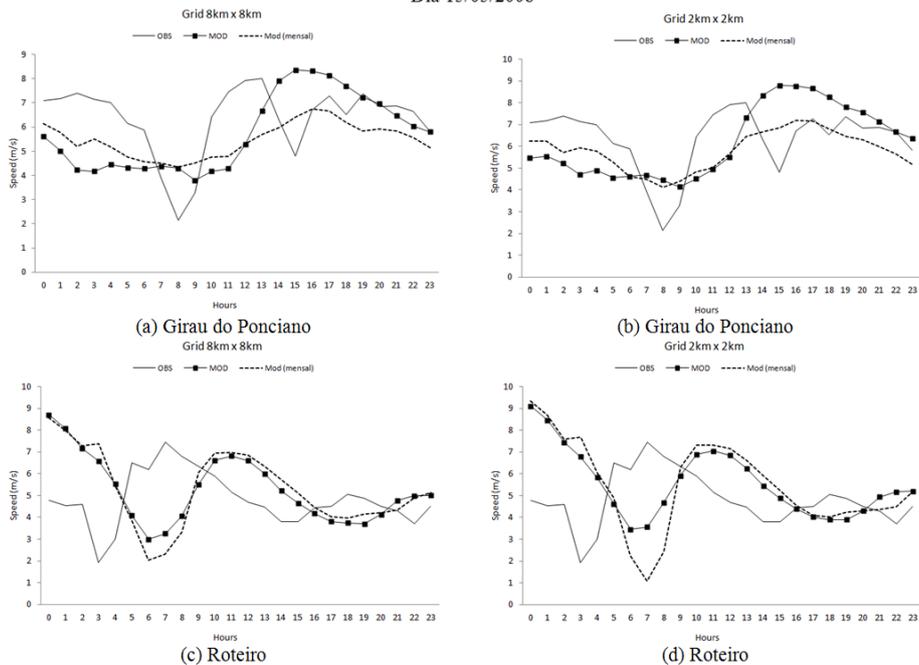


Figura 2 – Idem à Figura 1 com evolução temporal do vento para o dia 15 de maio.

Dia 28/05/2008

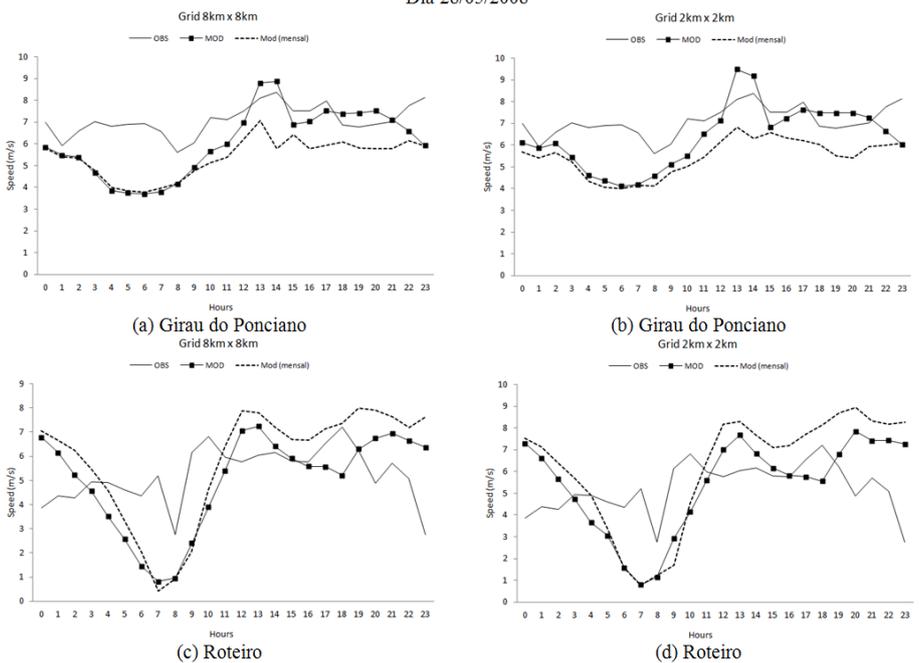


Figura 3 – Idem à Figura 1 com evolução temporal do vento para o dia 28 de maio.

CONCLUSÃO

Analisando os resultados concluiu-se que não há necessidade de realizar as simulações de para dias específicos, pois o desempenho do modelo para as rodadas de 30 dias foi praticamente igual. Importante salientar que no trabalho foram avaliadas apenas as estimativas de vento,

devido ao fato destes testes de sensibilidade fazerem parte do projeto sobre os recursos de energia eólica das regiões Nordeste e Sul do Brasil.

A respeito de trabalhar com duas resoluções espaciais (8 e 2 km) os resultados indicam que o refinamento do modelo tem um limite de otimização que deve ser considerado, pois o tempo computacional é muito elevado para resoluções espaciais altas que nem sempre representa menores desvios e maior confiabilidade das estimativas produzidas. É certo que novas simulações com modelo BRAMS ainda devem ser realizadas com o intuito de verificar o comportamento das diversas parametrizações oferecidas pelo código. A adequação das parametrizações adotadas com as características locais é essencial para o desempenho do modelo. Neste estudo, as parametrizações adotadas permitiram a redução dos desvios no interior do estado quando a resolução espacial foi refinada para 2km. O mesmo não ocorreu para a estação localizada no litoral.

Tabela 2 - Índices estatísticos calculados para cada localidade. (valores em m/s)

Dia 01/05/2008					
Localidade		Girau do Ponciano		Roteiro	
Índices Estatísticos		RMSE	BIAS	RMSE	BIAS
Rodadas	Grade 8km	1,38	-0,78	1,44	0,14
Diárias	Grade 2km	1,06	-0,34	1,53	0,12
Rodadas	Grade 8km	1,39	-0,75	1,53	-0,08
Mensais	Grade 2km	1,07	-0,19	1,51	-0,25
Dia 15/05/2008					
Rodadas	Grade 8km	1,91	-0,60	2,26	0,43
Diárias	Grade 2km	1,80	-0,14	2,29	0,71
Rodadas	Grade 8km	1,52	-0,87	2,53	0,48
Mensais	Grade 2km	1,28	-0,55	2,84	0,63
Dia 28/05/2008					
Rodadas	Grade 8km	1,60	-1,04	2,05	-0,27
Diárias	Grade 2km	1,35	-0,74	2,20	0,10
Rodadas	Grade 8km	1,86	-1,71	2,32	0,52
Mensais	Grade 2km	1,73	-1,62	2,67	0,91

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CBEE/UFPE, 2000. **Centro brasileiro de energia eólica.**

FAZENDA, A. L.; DEMERVAL, S. M.; ENARI, E. H.; PANETT, J.; RODRIGUES, L. F., 2006. **First Time User's Guide BRAMS**, ver.2, p 4-5.

MARTINS, F.R.; GUARNIERI, R.A.; PEREIRA, E.B., 2008. O aproveitamento da energia eólica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v.1, p. 1-13.

PEREIRA, E. B.; MARTINS, F. R.; ABREU, S. L.; RUTHER, R.; AMARANTE, O.; CHAN, C.S.; LIMA, E., 2008. **Solar and Wind Energy Brazilian Report.** São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, v.1, p. 100.

SILVA, N.F.; ROSA, L.P.; ARAÚJO, M.R., 2005. The utilization of Wind energy in the Brazilian electric sector's expansion. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v.9, p. 289-309.