

ANÁLISE DO VENTO EM RIO GRANDE (RS) ATRAVÉS DE MODELOS DE MESOESCALA E ESTATÍSTICOS PARA O ANO DE 2009.

Alex Santos da Silva¹, Leila Pinheiro de Castro¹, Venice Meazza¹ e João Baptista da Silva²

¹Faculdade de Meteorologia - Universidade Federal de Pelotas. Pelotas - RS, Brasil - email: alex.meteorologia@gmail.com

²Instituto de Física e Matemática, Universidade Federal de Pelotas (UFPeL). Campus Universitário s/n – Caixa Postal 354, Pelotas (RS), Brasil – CEP 96010-900.

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

RESUMO: A faixa litorânea do estado do Rio Grande do Sul costuma apresentar elevada velocidade de ventos em alguns períodos do ano. Notou-se um sistema típico de verão na América do Sul durante o dia 12 de dezembro de 2009, entre as cidades mais afetadas, inclui-se a de Rio Grande, onde foram registradas rajadas de vento da ordem de 80 km/h. Neste trabalho, utilizou-se imagens de satélite GOES e dados horários da velocidade média horária do vento, estes coletados da estação de praticagem da Barra de Rio Grande (32° 08' S; 52° 06' W) do mês de Dezembro de 2009. Uma análise estatística foi realizada sobre esses dados, com o objetivo de comparar os resultados com aqueles do modelo de mesoescala WRF-ARW. O modelo obtido pela análise harmônica das 24 horas, com 5 ondas senoidais mais destacadas, com representatividade de aproximadamente 54%, permitiu estimar para o horário do evento uma velocidade média do vento de cerca de 8,5 m/s. Comparando-se com o valor simulado pelo modelo de mesoescala, que alcançou velocidade na ordem de 26 m/s, ambos às 9:00 horas, pode-se inferir que o evento foi de caráter localizado.

Palavras-chave: centro de baixa pressão, modelo numérico de previsão, análise harmônica

WIND ANALYSIS IN RIO GRANDE (RIO GRANDE DO SUL STATE, BRAZIL) OVER MESOSCALE AND STATISTICS MODELS FOR THE 2009 YEAR.

ABSTRACT: The coastal region of Rio Grande do Sul usually has high speed winds in some seasons. It was noted a system typical of summer in South America during the 12th of December 2009, among the cities worst affected include the Rio Grande, where they were recorded wind gusts of 80 km/h. In this study, it has been using satellite GOES images and hourly data from the hourly mean speed of wind, those collected from the pilot station Barra de Rio Grande (32° 08' S; 52° 06' W) throughout the year 2009. A statistical analysis was performed on these data for the purpose of comparing the results obtained through simulations with those of the mesoscale model WRF-ARW. The model obtained by harmonic analysis of 24 hours, 5 senoidal waves with the most prominent and was representative of approximately 54%, allowed to estimate the time of the event a mean wind speed of of about 8,5 m/s. Comparing with the simulate value by the mesoscale model, reached speed of around 26m/s, both 9:00 am, can infer that the event was localized character.

Key words: low center pressure, forecasting numeric model, harmonic analysis

1 – INTRODUÇÃO

Estudos já realizados sobre sistemas de baixas pressões, associados à ocorrência de intensos valores de velocidade do vento abrangem regiões com elevados valores de anomalias da temperatura da superfície do mar - onde a massa de ar quente é diretamente transportada (Bjerknes et al., 1969; Manabe et al., 1974; Carnejo-Garrido and Stone, 1977; Liebmann and Hartmann, 1982; Gill and Rasmussen, 1983).

No início do dia 12 de dezembro de 2009 um sistema de baixa pressão com tais características produziu ventos que causaram efeitos consideravelmente danosos, tanto no setor econômico quanto social, sobre várias cidades gaúchas, particularmente na cidade de Rio Grande - onde ocorreu falta de energia elétrica, quedas de árvores, casas destelhadas e deixou o Porto impraticável para navegação do dia 12 as 2:00 até o dia 13 as 12:00.

Uma alternativa para esta representação é a análise dos mesmos com o emprego de modelos numéricos de previsão. O modelo escolhido para o presente trabalho foi o modelo numérico de mesoescala WRF-ARW, com dois domínios abrangendo parte do Oceano Atlântico.

Uma análise harmônica será realizada sobre as velocidades médias horárias do mês de Dezembro de 2009 desde dados coletadas da Estação de Praticagem da Barra de Rio Grande, com o objetivo de comparar os resultados com aqueles do modelo de mesoescala WRF-ARW para melhorar a compreensão desse evento. Comparar-se-á os dois modelos para verificar se o evento está associado a algum efeito local.

2 - METODOLOGIA

Os dados convencionais de superfície observados e coletados sobre a cidade de Rio Grande, para todo o ano de 2009 foram armazenados para uma melhor análise do evento. Apesar de tratar-se de uma série anual, os dados convencionais, não permitem por si uma análise detalhada e fidedigna da fenomenologia ocorrida. Assim, adicionalmente, procedeu-se a simulação com o modelo de mesoescala WRF-ARW, para o período compreendido entre o dia 11 de dezembro (18UTC) a 13 de dezembro (00UTC) de 2009.

As condições iniciais e de contorno, para o processamento do modelo WRF, foram obtidas das análises e previsões do modelo global GFS do NCEP. O modelo foi configurado conforme apresentado na Figura 1, com duas grades aninhadas e com resoluções espaciais de 18 km e 6 km, respectivamente para os domínios D1 e D2.

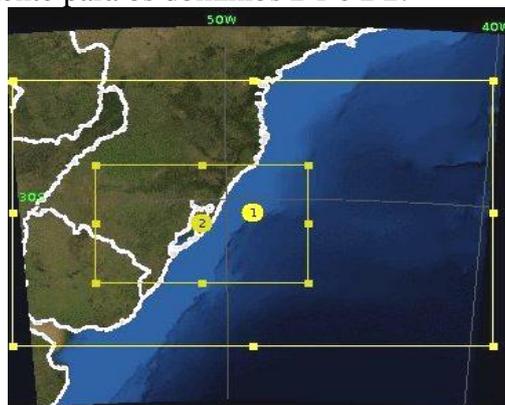


Figura 1. Domínios do modelo WRF-ARW.

A simulação foi feita com integração simultânea dos dois domínios (“two-way nesting”) com passo de tempo de 54 segundos para o D1. Os devidos ajustes para excluir os

efeitos do spin-up na integração temporal do modelo foram realizados para uma melhor representação do sistema de baixa pressão (Figura 2).

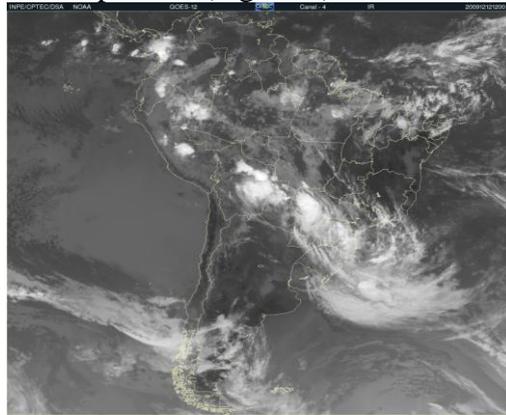


Figura 2. Imagem de Satélite do dia 12 de dezembro de 2009, às 12:00 UTC.

Os dados para a análise estatística foram coletados na Estação de Praticagem da Barra de Rio Grande ($32^{\circ}08'S$; $52^{\circ}06'W$) referentes às velocidades médias horárias do vento no mês de dezembro de 2009. Na modelagem destes dados utilizar-se-á a análise harmônica das 24 observações, que redundam em 12 ondas senoidais, das quais as ondas a serem selecionadas serão as de maiores amplitudes, atendendo uma adequada representatividade, mas mantendo o modelo parcimonioso (BAPTISTA DA SILVA, et al, 2005).

3 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das simulações realizadas com o modelo WRF-ARW mostraram que, quando ocorreu a maior intensidade do centro de baixa pressão, sobre o oceano Atlântico ($31.7^{\circ}S$, $50.3^{\circ}W$), houve uma gradual elevação da velocidade do vento do oceano para a cidade de Rio Grande. Este fato é constatado, principalmente no nível próximo a superfície.

Na Figura 3 é apresentada a direção e a velocidade do vento simuladas para 950hPa das 00:00UTC e 12:00UTC do dia 12 de dezembro de 2009. Constata-se que o fluxo de massa de ar na ordem de 26,5 m/s, nos baixos níveis (00:00UTC) favoreceram o início da instabilidade convectiva sobre a região sul do Brasil, especialmente sobre a cidade de Rio Grande, devido ao transporte de ar mais quente e úmido do oceano para o continente e para o instante de maior intensidade do evento.

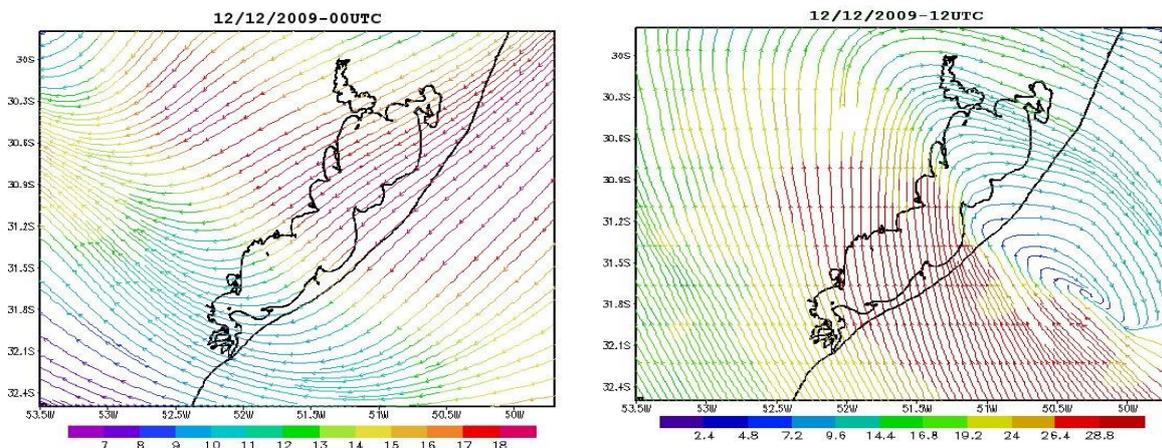


Figura 3. Direção e velocidade (m/s) dos fluxos de massa de baixos níveis às 00UTC para o dia 12 de dezembro de 2009 e às 12UTC da mesma data.

Utilizou-se a regressão linear com o objetivo de verificar a estacionariedade dos dados, pois o periodograma, ferramenta utilizada para estimar os parâmetros do modelo, exige que a série seja estacionária, ou seja, desenvolva-se no tempo em torno de uma média constante (PRIESTLEY, 2004). Como os dados apresentaram tendência linear significativa, então foi necessário torná-los estacionários. Após isso, foi feita a análise harmônica para determinar as ondas senoidais, das quais foram selecionadas para o modelo aquelas mais destacadas quanto às suas magnitudes, de acordo com o periodograma (Tabela 1).

Tabela 1. Resultados da Análise Harmônica sobre as médias horárias da velocidade do vento durante o mês de dezembro de 2009. Apresentadas apenas as cinco ondas selecionadas.

Onda	Frequência	Período	Coefficiente Cosseno	Coefficiente Seno	Periodograma	R ² (%)
1	0.041667	24.00000	-0.196892	-0.290705	1.479313	15.6
2	0.083333	12.00000	0.284168	0.093307	1.073493	11.3
3	0.125000	8.00000	0.278189	0.271350	1.812235	19.1
4	0.166667	6.00000	0.122627	0.153477	0.463109	4.9
5	0.416667	2.40000	0.143338	-0.039764	0.265523	2.8

No modelo estatístico baseado na análise harmônica trabalhou-se com uma serie de dados de 24 horas do mês de Dezembro de 2009, estimando-se as 12 ondas senoidais . O modelo formado com as 5 ondas senoidais de maior amplitude (períodos 24; 12; 8; 6 e 2,4 horas) apresentou um coeficiente de determinação, de aproximadamente 54%.

$$\begin{aligned}
 Y_t = & 8,3 - 0,1969 * \cos(0,2618 t) - 0,2907 * \text{sen}(0,2618 t) + \\
 & 0,2842 * \cos(0,5236 t) + 0,09331 * \text{sen}(0,5236 t) + \\
 & 0,2782 * \cos(0,7854 t) + 0,2714 * \text{sen}(0,7854 t) + \\
 & 0,1226 * \cos(1,0472 t) + 0,1535 * \text{sen}(1,0472 t) + \\
 & 0,1433 * \cos(2,6180 t) - 0,03976 * \text{sen}(2,6180 t)
 \end{aligned}$$

para t=0,1,2,3,...,23 horas.

Na figura 4, estão representados os dados observados e o modelo estimado pela análise harmônica onde se observa uma razoável concordância entre os mesmos. Nota-se que os valores obtidos através dos cálculos estatísticos distanciam-se dos revelados pelo modelo de mesoescala, por se tratar de médias horárias. Às 9:00 , horário da ocorrência das rajadas de vento, o valor médio indicado pelo modelo situa-se próximo a 8,5 m/s.

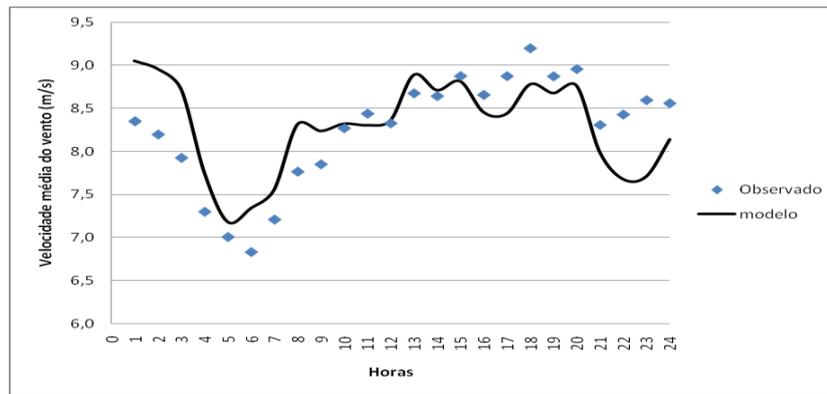


Figura 4. Distribuição dos dados observados e do modelo estimado para a Análise Harmônica.

4. CONCLUSÕES

O método de simulação usado apresentou resultados relevantes – proporcionando detalhes, com alta resolução tanto espacial como temporal, dos ventos e dos fluxos em geral. Ele processou de forma coerente com as observações, o deslocamento e o desenvolvimento do evento analisado. Adicionalmente, notou-se o processo da elevação da temperatura do ar sobre o oceano em relação ao do continente, momentos antes da formação do ciclone, que favoreceu o início de rajadas de ventos em baixos níveis e fluxo vertical do ar moderado, estes apenas um ajuste do fluxo horizontal. O modelo permitiu estimar para o horário do evento uma velocidade média do vento de cerca de 8,5 m/s. Comparando-se com o valor simulado pelo modelo de mesoescala, que alcançou velocidade na ordem de 26 m/s, ambos às 9:00 horas, pode-se inferir que a ocorrência de rajadas de vento na cidade de Rio Grande foi de caráter localizado.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAPTISTA DA SILVA, J.; BASGALUPP, M. P. ; PAZ, S. R. 2005: Comportamento das precipitações pluviais mensais em Pelotas, Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.13, n.1, p.155-159.
- BJERKNES, J. 1969: Atmospheric teleconnections from the equatorial Pacific. *Mon. Wea. Rev.*, 97, p.163-172.
- CONERJO-GARRIDO, A.G. and P. H. Stone, 1977: On the heat balance of the Walker circulation. *J. Atmos. Sci.* 34, p.1155-1162.
- GILL, A. E. and E. M. Rasmusen, 1983: The 1982-83 climate anomaly in the equatorial Pacific. *Nature*, 306, p.229-234.
- LIEBMANN, B. and D. L. Hartmann, 1982: Interannual variations of outgoing IR associated with tropical circulation changes during 1974-78. *J. Atmos. Sci.*, 39, p.1153-1162.
- MANABE, S., D. G. Hahn and J. L. Holloway, 1974: The seasonal variation of tropical circulation as simulated by a global model of the atmosphere. *J. Atmos. Sci.*, 31, p.43-83.
- PRIESTLEY, M. P. 2004: **Spectral analysis and time series**. Vols I e II, Elsevier Academic Press, San Diego, Californian, USA 890p.