

# INFLUÊNCIA DA CIRCULAÇÃO GERAL E DA VARIABILIDADE INTERANUAL SOBRE O POTENCIAL EÓLICO DO NORDESTE BRASILEIRO.

## PARTE II - SIMULAÇÃO DE MESOESCALA

JULIANA L. OLIVEIRA <sup>1</sup>, OTACÍLIO LEANDRO DE M. NETO <sup>2</sup>, ALEXANDRE A. COSTA <sup>3</sup>

<sup>1</sup> Física, bolsista, Departamento de meteorologia, Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos, FUNCEME, Fortaleza - CE, Fone: (0xx85)31011117, julianaoliveira@funceme.br <sup>2</sup> Físico, estudante, Mestrado em Ciências Físicas Aplicadas, Universidade Estadual do Ceará, UECE, Fortaleza – CE, <sup>3</sup> Físico, Prof.Dr, Departamento de meteorologia, Fundação Cearense de Meteorologia FUNCEME, Fortaleza -CE.

**RESUMO:** O propósito deste trabalho é analisar a influência da variabilidade climática e os impactos da circulação geral no comportamento dos ventos sobre o Nordeste do Brasil, com enfoque na geração de energia eólica. Como circulações em menor escala, associadas ao sistema de brisa e a forçantes topográficos é bastante relevante para determinar as características do vento local, o modelo atmosférico de mesoescala *Regional Atmospheric Modeling System, RAMS*, foi utilizado para simular a velocidade e direção dos ventos de julho a junho de 1982-83 e 1973-74, a fim de estimar a variabilidade dos ventos em uma escala de tempo interanual e os possíveis impactos dessas variações na produção de energia eólica no Nordeste.

**PALAVRAS-CHAVE:** El Niño e La Niña, Energia Eólica, RAMS

**INTRODUÇÃO:** Na sociedade moderna, a demanda por energia é cada vez maior, especialmente em países em processo de desenvolvimento como o Brasil. Toda uma estrutura econômica e social está atrelada ao setor energético. Na matriz energética brasileira predomina a fonte hidráulica e a geração de energia hidrelétrica esbarra nos impactos ambientais decorrentes da construção das barragens e no uso concorrente da água, fator de extrema importância no contexto do semi-árido nordestino, que enfrenta ainda hoje sérios problemas de escassez. O aproveitamento dos ventos como fonte de energia em escala comercial tem apresentado crescimento significativo na última década e surge como uma ótima alternativa às fontes não-renováveis e poluidoras. O litoral do Nordeste brasileiro, graças à sua disposição geográfica favorece a intensidade e constância dos ventos alísios, oferecendo boas condições para a exploração desse recurso. No entanto, o vento tem sua intrínseca relação com os fenômenos meteorológicos, tornando imprescindível entender de que maneira a circulação geral, as condições de tempo e clima distintos e a variabilidade interanual do sistema de ventos podem influenciar a geração de energia eólica. Esse estudo visa fornecer uma base para que futuros esforços na construção de um sistema de previsão e avaliação de potencial eólico possa tornar-se uma importante ferramenta para um melhor planejamento energético e uma utilização mais eficiente dos recursos, com redução de riscos e melhor gerenciamento do sistema de geração, tornando-o mais seguro e econômico.

**MATERIAL E MÉTODOS:** Com o propósito de verificar como as alterações nos padrões de ventos de grande escala influenciam a circulação em menor escala, o *Regional Atmospheric Modeling System* – RAMS (PIELKE ET AL. 1992, COTTON ET AL. 2003), foi utilizado na simulação das condições de vento sobre o Nordeste do Brasil, com duas grades aninhadas, a maior sobre o Nordeste, com 60km, e a menor, com 40km, sobre o estado do

Ceará. O modelo foi inicializado a partir dos dados de reanálise do NCEP. Os esquemas de parametrização utilizados foram: Kuo para convecção, Mellor-Yamada para turbulência (MELLOR, G. L., YAMADA, T., 1974), Harrington para radiação (COTTON ET AL. 2003, HARRINGTON ET AL. 2001) e microfísica de um momento (WALKO ET AL. 1995).

**RESULTADOS:** Com o intuito de avaliar o comportamento do vento face à diferentes padrões de variabilidade e circulação de grande escala, dois períodos com características bastante distintas foram escolhidos para a simulação: Julho de 1973 a junho de 1974 e Julho de 1982 a Julho de 1983. O primeiro período corresponde a um evento de La Niña forte e o último corresponde ao evento de El Niño mais forte registrado entre 1940 e 1997 responsável por um período muito seco sobre o Nordeste setentrional. No estado do Ceará, os meses de fevereiro a maio correspondem à quadra chuvosa, onde são registrados os maiores índices pluviométricos associados a ventos de intensidade reduzida, enquanto que o período de agosto a setembro é marcado por menor ou nenhuma ocorrência de chuva e caracterizado pela maior intensidade de ventos. Observando a figura 1, percebe-se diferença significativa no regime de precipitação entre 1974 (La Niña) e 1983 (El Niño) nos meses de fevereiro a maio

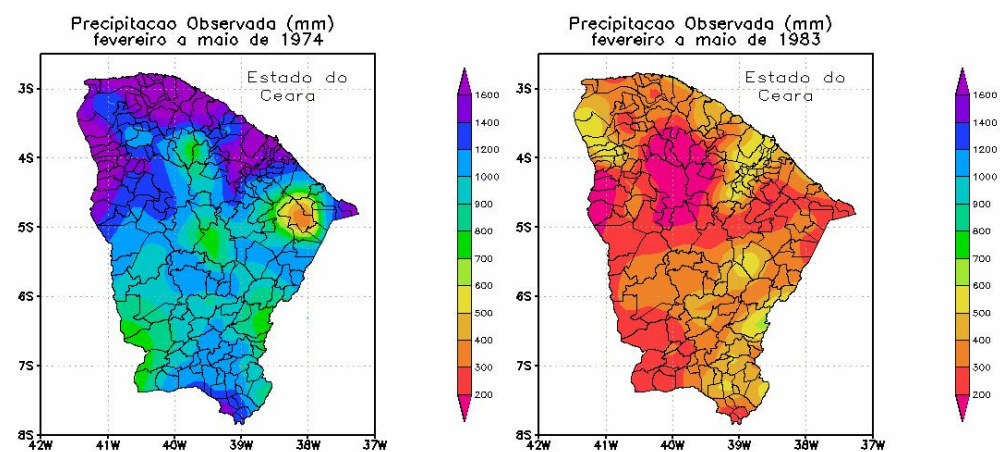


Figura 1. Precipitação observada de fevereiro a maio em 1974 (à esquerda) e em 1983 (à direita). Fonte: FUNCEME.

Os resultados da simulação dos eventos de El Niño (82-83) e La Niña (73-74) para o período de fevereiro a maio podem ser vistos na figura 2. Observa-se a diferenças significativas no regime de ventos sobre o Nordeste Brasileiro no quadrimestre Fevereiro-Março-Abril-Maio de 74 e o mesmo quadrimestre de 83. Percebe-se, nos casos de eventos extremos, que o comportamento do vento sofre alterações bastante significativas em decorrência da presença das alterações nos padrões de dipolo do Atlântico e do comportamento anômalo da TSM do Pacífico. As variações do vento entre os dois eventos são de no mínimo 2m/s, sendo que os maiores valores de velocidade de vento são encontradas no evento de 1983 (El Niño). Isto é coerente, pois, nos eventos de El Niño há alterações na circulação atmosférica que resultam num ramo descendente sobre o Nordeste, intensificando os ventos na região. Na figura 3 observa-se o comportamento do vento no trimestre de setembro a novembro. O vento tem valores mais pronunciados, independente da presença de fenômenos de larga escala como os analisados neste trabalho. No entanto, quando da presença dos mesmos (em 1973 e 1982), percebe-se que entre cada fenômeno há diferenças consideráveis na velocidade e na direção do vento. Pode-se observar a zona de ventos mais fortes sobre a parte Norte do Nordeste (Rio Grande do Norte, Ceará e Piauí), especialmente sobre o litoral Norte do estado do Ceará e

parte do litoral Leste.

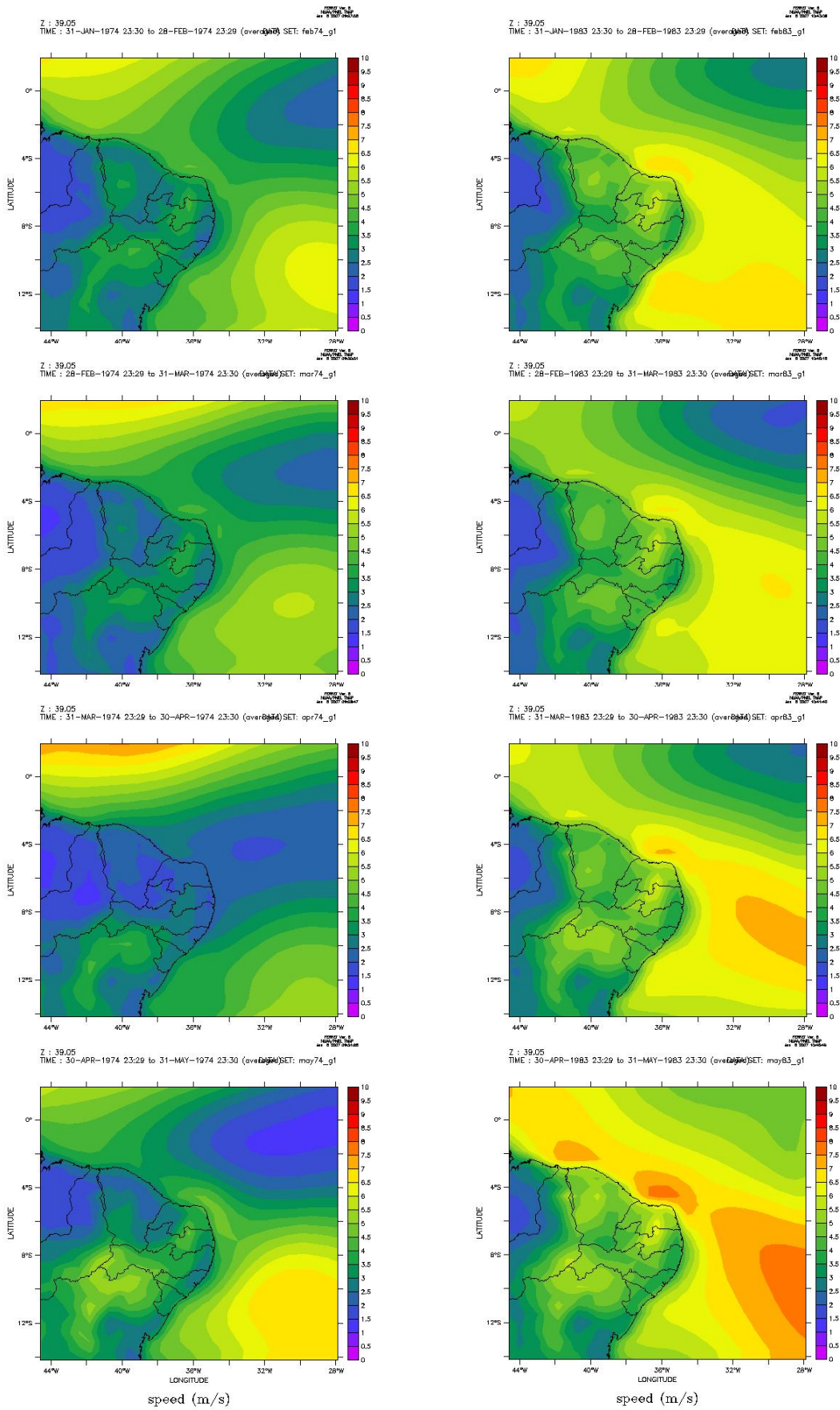


Figura 2. Resultados da simulação de ventos sobre o Nordeste no quadrimestre de fevereiro a maio. À esquerda os resultados para 1974 e à direita os resultados para 1983.

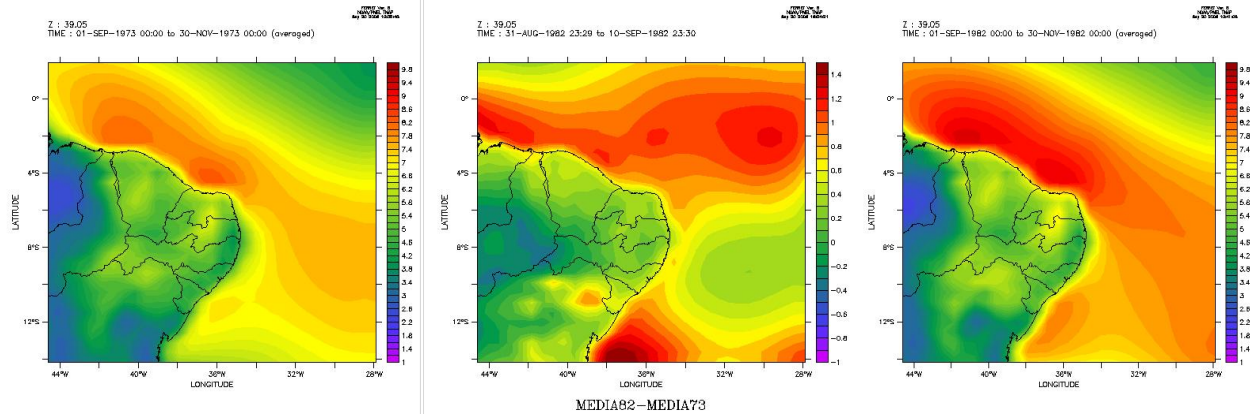


Figura 3. Resultados da simulação de ventos sobre o Nordeste. Média do trimestre de setembro a novembro em 1973 (à esquerda), 1982 (à direita) e A diferença entre os dois eventos (centro).

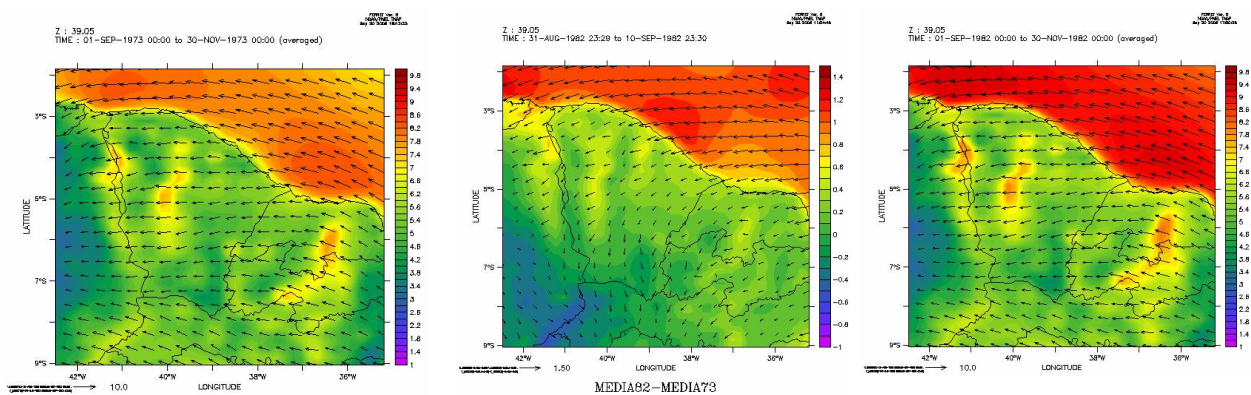


Figura 4. Direção dos ventos no trimestre de setembro a novembro em 1973 (à esquerda), 1982 (à direita) e a diferença entre os dois eventos (centro).

Analisando o período de setembro a novembro, observa-se a direção do vento sobre o Atlântico, próximo à costa, mais zonal e aproximadamente constante, e ventos mais de sudeste sobre o oceano Atlântico, dificultando o deslocamento da Zona de Convergência Intertropical (Figura 4).

**CONCLUSÃO:** A geração de energia eólica pode ser afetada em função da variabilidade climática interanual e das alterações no padrão da Circulação geral da atmosfera, uma vez que a energia a ser gerada depende da intensidade do vento. Dessa forma, eventos como o de 1983 (El Niño) apresentam condições mais favoráveis à geração de Energia Eólica. De imediato, com os resultados preliminares obtidos com a simulação de 1973-74 e 1982-83, pode-se concluir que condições melhores para a geração de energia eólica são encontradas em períodos de El Niño e de dipolo positivo. Mas independente desses eventos, o Nordeste brasileiro, em especial o estado do Ceará, mostra-se como um local bastante adequado para a produção de energia eólica, apresentando valores elevados e relativamente constantes de vento durante todo o ano, com ápice no quadrimestre de agosto a novembro.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

Holton, R. J. (1992): *An Introduction to dynamic Meteorology*. Terceira edição. Academy Press.

Cotton, W.R., et al. *RAMS 2001: current status and future directions*. Meteorology and Atmospheric Physics 82, 5–29.

Harrington J.Y., Olsson, P.Q., 2001a. *A method for the parameterization of cloud radiative properties within numerical models. Implications for Arctic cloudy boundary layers*. Atmospheric Research., 57, 51-80.

Holton, R. J. (1992): *An Introduction to dynamic Meteorology*. Terceira edição. Academy Press.

Mellor, G. L., et al. *A hierarchy of turbulence closure models for planetary boundary layers*. J Atmos Sci 31: 1791–1806

Pielke, R. A., 1974: *Mesoscale Meteorological Modeling*. New York, N.Y.: Academic Press 612pp.