

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

PARTE I- ANÁLISE DE GRANDE ESCALA

JULIANA L. OLIVEIRA^{1,2}, ALEXANDRE A. COSTA³

1 Física, Estudante, Mestrado em Ciências Físicas Aplicadas, Universidade Estadual do Ceará, UECE, Fortaleza-CE, Fone: 31019904. 2 Física, Bolsista, Departamento de meteorologia, Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos, FUNCEME, Fortaleza - CE, Fone: (0xx85)31011117, julianaoliveira@funceme.br 3 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. Análises estatísticas sugerem que há uma correlação bastante significativa entre os índices climáticos (índices de Niño e dipolo) e a intensidade do vento sobre o Nordeste setentrional. Dados de reanálise do NCEP para eventos extremos (El Niño de 1982-83, comparados à La Niña de 1973-74) sugerem que, nesses casos, a influência da circulação geral é tal que eventos fortes de El Niño (La Niña) atuam no sentido de intensificar (enfraquecer) os ventos sobre essa região. Dessa forma, uma análise das condições de vento durante os eventos citados anteriormente é feita 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, Grande Escala, Correlações.

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: Para a análise de grande escala, a base de dados de reanálise do NCEP (National Centers for Environmental Prediction) foi utilizada. Foram feitas comparações entre o padrão de ventos em um período de La Niña e em um evento de El Niño. A partir daí, foram feitas correlações entre os índices de Niño do Pacífico (nas regiões de Niño 1+2, Niño 3, Niño 4, Niño 3+4), índices de dipolo do Atlântico (diferença entre as temperaturas da superfície do mar no Atlântico Norte e no Atlântico Sul) e as anomalias de vento (diferença entre o vento e a climatologia dos ventos no período de 1950 a 2005).

RESULTADOS: As condições atmosféricas sobre a bacia do Atlântico Tropical e o comportamento do oceano influenciam fortemente a variabilidade climática sobre a região Nordeste do Brasil (HASTENRATH,1990, RAO ET AL, 1993. ALVES, 2002). Assim como as condições oceânicas influenciam o tempo e clima no Nordeste, também a configuração da TSM no Pacífico equatorial apresenta reação com alterações na circulação atmosférica sobre o Nordeste. (ALEXANDER E SCOTT, 2002). O El Niño Oscilação Sul (ENOS) é um fenômeno de interação oceano-atmosfera que está associado ao comportamento anômalo da TSM e dos ventos alísios no Pacífico Equatorial. O ENOS é o fenômeno que isoladamente mais contribui para a variabilidade climática e uma escala global (ZEBIAK, 1993). A figura 1 mostra as médias da velocidade do vento a 925mb no período de julho a junho de 1973-74 e o mesmo período em 1982-83. Na diferença entre os dois eventos observa-se que valores positivos indicam que, sobre o Atlântico, na costa Leste da América do Sul, observa-se um diferença positiva de até 2,5m/s indicando ventos mais intensos no Período de El Niño. Na presença do evento de La Nina, as variações resultam em uma média de ventos mais fortes sobre o Pacífico Leste, com uma diferença entre 0,5m/s e 2m/s em relação ao mesmo período (julho a junho) com a presença do El Niño.

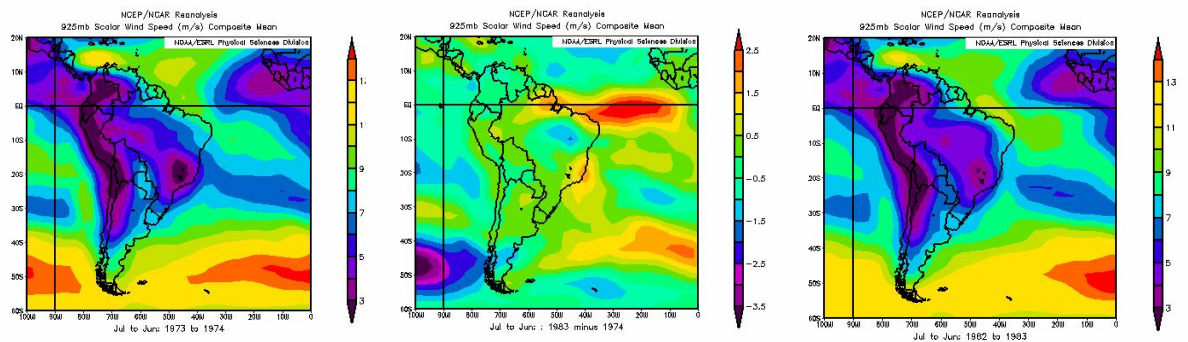


Figura 1. Médias da velocidade dos ventos (m/s) a 925mb. À esquerda, julho a junho de 1973-74 e à direita julho a junho de 1982-83. No centro, a diferença entre as médias de 82-83 e 73-74. Dados da reanálise do NCEP/NCAR. Fonte: www.cdc.noaa.gov

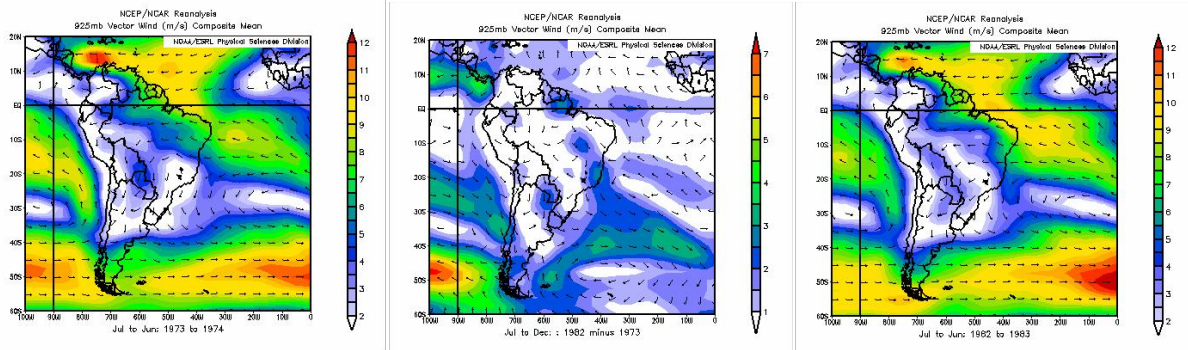


Figura2. Direção dos ventos (m/s) a 925mb. À esquerda, julho a junho de 1973-74 e à direita julho a junho de

1982-83. No centro, a diferença entre as médias de 82-83 e 73-74. Dados da reanálise do NCEP/NCAR. Fonte: www.cdc.noaa.gov.

Na figura 2, a diferença entre as direções do vento nos dá resultantes que apontam para uma configuração de ventos mais de sudeste sobre o Atlântico durante o evento de El Niño. Ventos de sudeste mais intensos como nesse caso, não favorecem o deslocamento da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) para o sul, de forma a favorecer chuvas sobre o Nordeste brasileiro. A ZCIT é o principal sistema responsável pelas chuvas no Nordeste Setentrional brasileiro no quadrimestre de fevereiro a maio. Esse comportamento do vento em baixos níveis é bastante coerente com o que acontece em eventos de El Niño que, em geral, são associados a períodos mais secos sobre o Nordeste. Na figura 3, é possível observar a diferença na velocidade do vento entre os dois eventos: em 1983-83 os menores valores estão em torno de 7m/s, enquanto em 1973-74 os menores valores encontrados são inferiores a 4m/s.

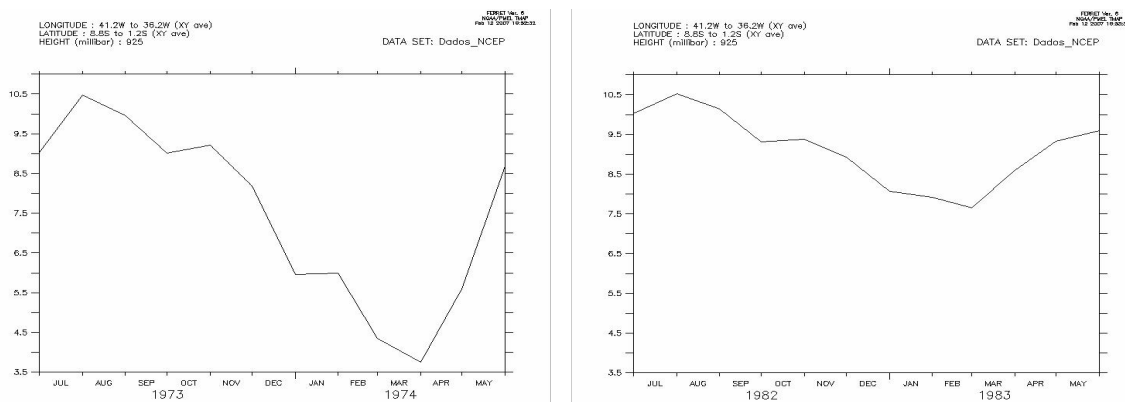


Figura 3. Médias do vento a 925mb sobre o Nordeste Brasileiro com destaque para os anos 1973-74 (à esquerda) e 1982-83 (à direita).

Após análise das informações do modelo Global, foram feitas correlações entre as anomalias de vento (diferença entre a velocidade do vento e a média das velocidades dentro de um período de cinquenta e seis anos) com os índices de Niño do Pacífico e Dipolo do Atlântico de 1950 a 2005. As correlações foram feitas por trimestre entre as anomalias de vento e os índices de Niño 1+2, 3, 4 e 3+4, e entre as anomalias de vento e os índices de Dipolo. Primeiramente sem *lag* e posteriormente com *lag* de 2 meses. O objetivo é averiguar se há alguma defasagem na resposta do vento à influência das variações da Temperatura da Superfície do Mar (TSM) no Pacífico e o padrão de Dipolo no Atlântico. As correlações mais significativas foram encontradas no primeiro semestre, nos meses de fevereiro e maio, tanto nas correlações com os índices de Niño, como nas correlações com o Dipolo.

Trimestre	Dipolo	Niño 1+2	Niño 3	Niño 4	Niño 3+4
Fevereiro-Março-Abril	0,47548	0,44317	0,52276	0,43495	0,49951
Março-Abril-Maio	0,56258	0,48205	0,588659	0,45459	0,55014
Abril-Maio-Junho	0,57295	0,45383	0,566584	0,47490	0,54648
Maio-Junho-Julho	0,45237	0,42276	0,527321	0,50715	0,52808

Tabela1. Valores de correlações mais significativas entre o vento e os índices de Niño e de Dipolo.

Trimestres	Dipolo	Niño 1+2	Niño 3	Niño 4	Niño 3+4
JFM x MAM	0,452523	0,432676	0,432676	0,415547	0,393298
FMA x AMJ	0,531089	0,474772	0,474772	0,451143	0,445645
MAM x MJJ	0,59212	0,459485	0,459485	0,432912	0,479784

AMJ x JJA	0,378697	0,193032	0,193032	0,160822	0,393512
-----------	----------	----------	----------	----------	----------

Tabela2. Valores das correlações mais significativas entre os índices de Niño e de Dipolo e o vento com *lag* de dois meses.

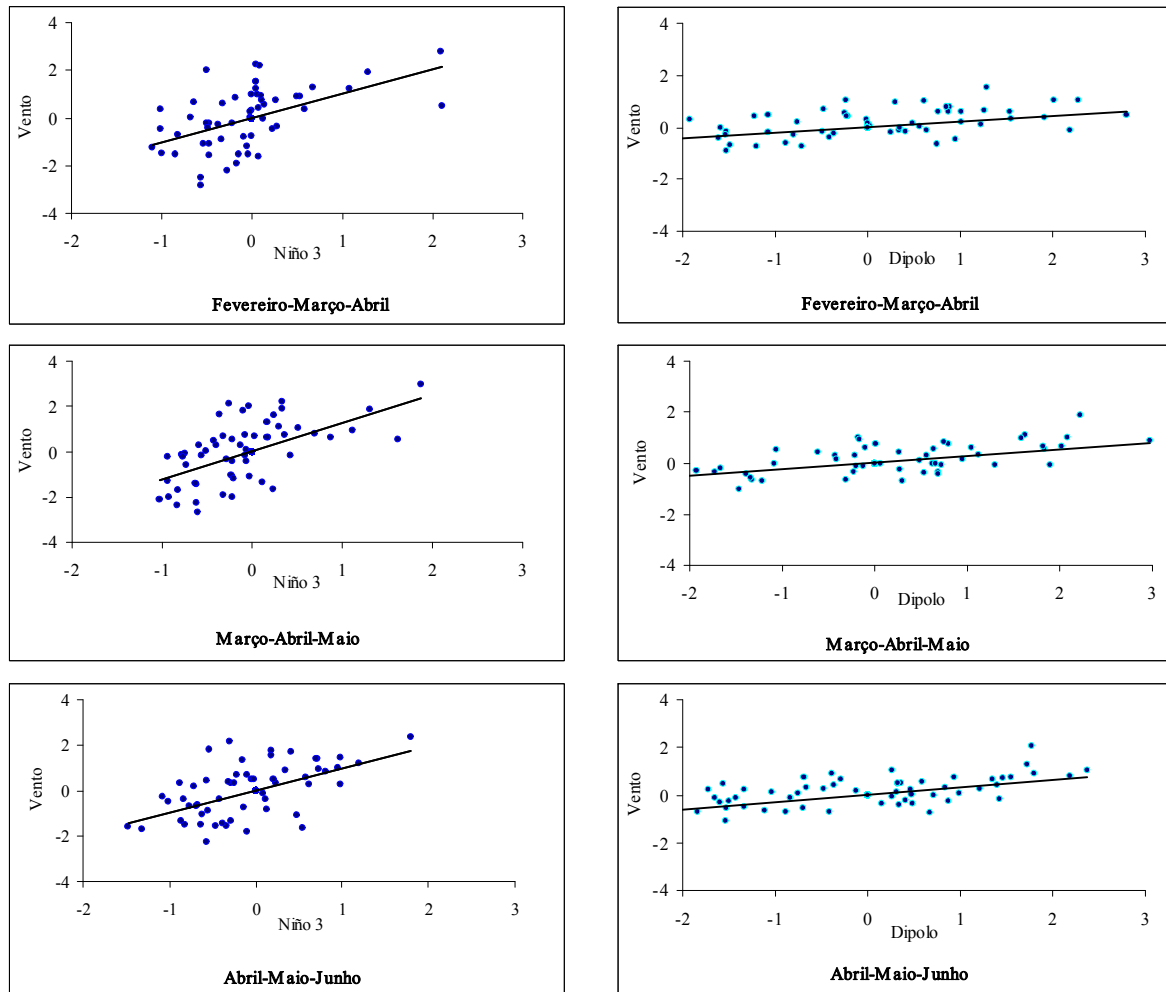


Figura 4. Gráficos de dispersão entre vento e índice de Niño3 (à esquerda) e índice de dipolo (à direita).

Nas figuras 4 e 5 podemos observar os gráficos de dispersão que confrontam vento e índices de Niño na região 3 e vento e índices de Dipolo. As correlações diretas (fig.4) entre vento e Dipolo do Atlântico mostraram-se maiores que as correlações diretas entre vento e índices de Niño 4, 1+2 e 3+4, enquanto que a região de Niño 3 aparece como a que mais tem correlação com o vento nesse período. Quando feitas com *lag* de dois meses, os índices de Niño 3 ainda apresentam correlações melhores do que o Dipolo do Atlântico, mas valores próximos, caracterizando um melhor preditor para as condições de vento sobre o Nordeste no primeiro quadrimestre. Isso indica uma certa defasagem na resposta do vento às alterações nos padrões de circulação do Pacífico Equatorial, enquanto que a resposta em função das alterações na TSM do Pacífico, aparece de forma mais imediata. O teste de significância determina que estas correlações tem significância da ordem de 99% já que, para amostras superiores a trinta anos, uma correlação de 0,30 é considerada alta

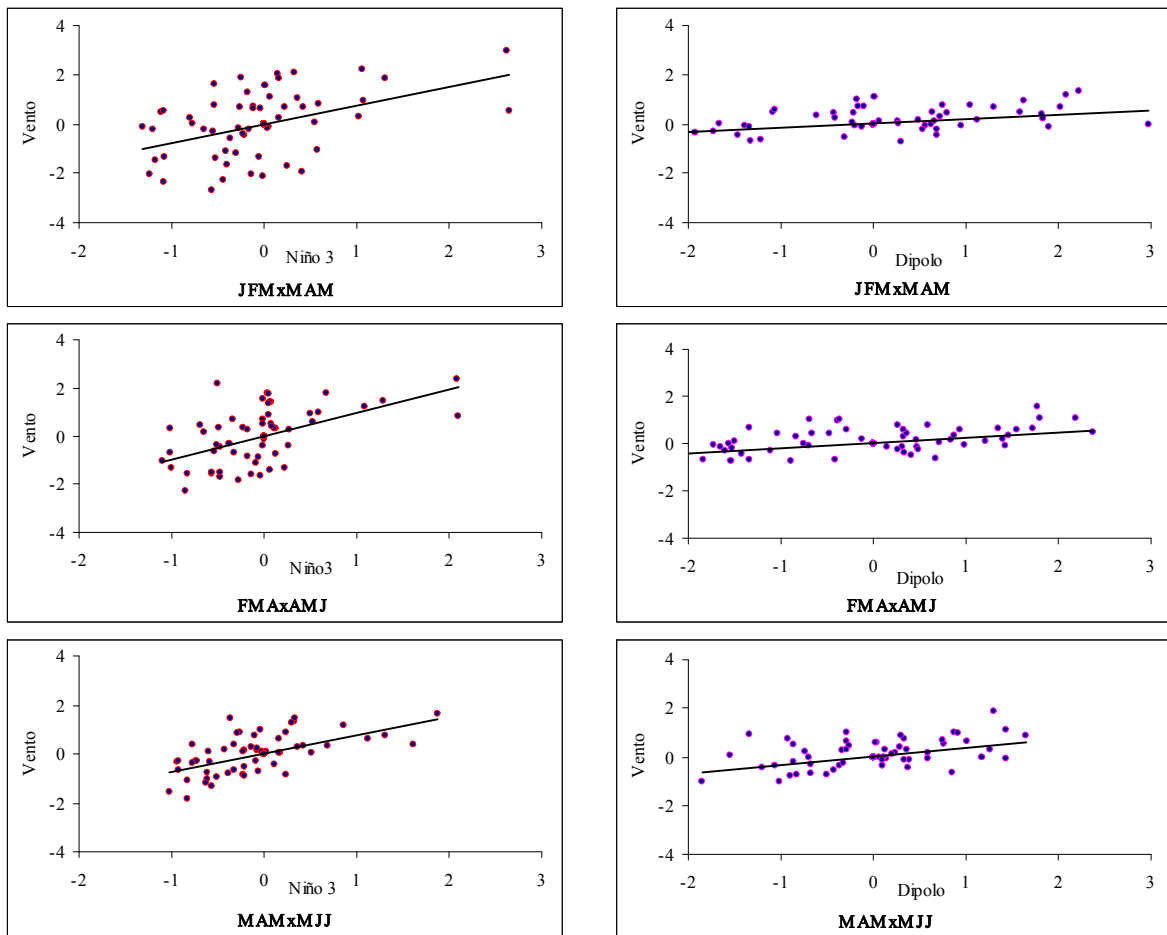


Figura5. Gráficos de Dispersão entre vento e índice de Niño3 (à esquerda) e índice de dipolo (à direita) com *lag* de 2 meses.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

Alexander, M., Scott, J. 2002. *The influence of Air-Sea interaction in the Atlantic. Geophysical research letters*, 14.

Hastenrath, S., 1990: *Prediction of Northeast Brazil rainfall anomalies*. *J. Climate*, **3**, 893.

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

Rao, V. B., et al, 1993. *Seasonal and interannual variations of rainfall over eastern Northeast Brazil*. *J. of Climate*, **6**, 1754-1763.