

POTENCIAL EÓLICO DO NORDESTE, PERÍODO 1977-81

Eduardo Jorge de B. Bastos, Zenaide R. Sobral e Juan C. Ceballos

Departamento de Ciências Atmosféricas - CCT/UFPb - Campus II
Campina Grande - Pb.

1. Introdução.

A eólica constitui uma fonte inesgotável de energia no Nordeste. Podem ser ressaltadas pelo menos três possibilidades concretas de utilização: geração de energia elétrica para interligar com redes principais; energia elétrica de média e baixa potência para fornecimento a pequenas comunidades, sem ligações com redes principais; bombeamento de água para irrigação.

As avaliações de potência eólica abrangem a distribuição geográfica de parâmetros que definem o regime de ventos, para uma região mais ou menos extensa. Tal aspecto permite uma definição e quantificação de sub-regiões com potencial eólico promissor.

Em 1981, o NMA-UFPb produziu um zoneamento do potencial eólico do Nordeste (convênio FINEP/UFPb) a partir de dados de Catavento Wild para o período 1961-70. Contudo, este trabalho permitiu uma definição preliminar do potencial eólico. Tomando como base esse trabalho, em 1986, o NMA-UFPb produziu um zoneamento energético do Nordeste: Energia Eólica (convênio CHESF/UFPb); mas a partir de dados anemográficos de 77 estações do Nordeste, processados e analisados para o quinquênio 1977-81.

2. Metodologia.

O Inventário Energético do Nordeste: Energia eólica-período 1977-81, produziu as seguintes informações:

- 1) Tabelas com características médias de velocidade do vento e potência eólica disponível no Nordeste, incluindo-se dados diários de potência eólica e distribuição de frequência de módulo e orientação do vento para as 77 estações;
- 2) Mapas de distribuição de potência eólica disponível no Nordeste, incluindo-se distribuição de frequências de calmarias;
- 3) Mapas de distribuição da potência esperável para aerogeradores de 2,5 e 100 Kw.

Os estimadores de média e variância foram avaliados como segue:

$$\bar{V} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N V_i \quad ; \quad s_V^2 = \frac{N}{N-1} (\overline{V^2} - \bar{V}^2) .$$

$$P_i = \frac{1}{N} \rho_i V_i^3 \quad ; \quad \bar{P} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N P_i$$

$$s_P^2 = \frac{N}{N-1} (\overline{P^2} - \bar{P}^2) \quad ; \quad s_{\bar{P}}^2 = s_P^2 / N$$

onde N é o número de dados; \bar{P} é o estimador da potencial média; s_V e s_P são os desvios padrão de V_i e P_i , respectivamente; $s_{\bar{P}}$ é o estimador para o desvio padrão esperável da potência média \bar{P} ; e ρ é a densidade do ar, para qual foi considerado um valor constante de 1,15 kg/m³ (Ceballos et alii, 1982).

3. Resultados e conclusões.

Considerando as isodinas médias anuais, ficam evidenciadas cinco regiões no Nordeste:

- 1) A maior potência eólica verifica-se no litoral norte, em particular nas regiões vizinhas a Macau (RN) e Acaraú (CE), com intensidades superiores a 80 w/m^2 . Estas regiões se adentram no continente uma centena de quilômetros.
- 2) No litoral Leste, tem-se entre 20 a 40 w/m^2 , com um máximo restrito a Aracaju (SE). Com relação a esta região, deve ser salientado que as estações climatológicas se encontram localizadas não muito próximas da costa (em geral, a uns 5 km dela), onde a experiência cotidiana indica que os ventos são constantes e de valores superiores aos registrados nas estações. Um valor típico para os alíseos pode ser $4-5 \text{ m/s}$, ou seja, uma potência de entre 30 a 60 w/m^2 .
- 3) No interior do Nordeste, uma região a SE do Piauí, ceste de Pernambuco e norte da Bahia apresenta valores maiores do que 40 w/m^2 , com máximo de 70 w/m^2 em torno de Paulistana.
- 4) Também no interior, encontra-se um máximo intenso localizado em torno de Caetitê (BA), no sul da Bahia, com 90 w/m^2 e rápida diminuição em torno do local. É razoável supor que existe grande influência orográfica nessa região.
- 5) Uma ampla região cobrindo o ocidente do Nordeste (grande parte do Piauí, Maranhão e oeste da Bahia) e mesmo o centro-sul da Bahia (em torno de Itaberaíba) exibe valores médios anuais muito baixos, inferiores a 20 w/m^2 . As baixas potências são observadas também em regiões de transição entre dois máximos (p. ex. Barbalha-CE, São Gonçalo-PB, Monte Santo-BA).

Em termos gerais, pode-se dizer que estas regiões se conservam durante ano, ainda que com um ciclo anual de intensidades. No trimestre SON (setembro-outubro-novembro) observam-se máximos (p.ex. em Acaraú e Macau excedem 150 w/m^2), e os mínimos são verificados no trimestre MAN (março-abril-maio). A exceção é o sul da Bahia, que apresenta máximo em JJA (junho-julho-agosto); as razões climatológicas deste comportamento podem ser devidas à influência de sistemas sinóticos de latitudes médias agindo desde o sul do Brasil (é a época de inverno).

No litoral, os alíseos fortalecem a penetração de brisa marítima no continente durante os períodos de máximo. Nestas épocas, maiores intensidades de potência eólica encontram-se adentradas no continente.

As estações situadas no centro do Nordeste (especialmente Paulistana, Petrolina e São João do Piauí) tem comportamento anômalo (seus máximos e mínimos não estão em sincronismo com o resto da região). A causa pode ser devida a diversos fatores, dentre eles eventual localização particular das estações com relação à topografia regional, e efeitos micro-meteorológicos não detectáveis em escala sinótica.

Com relação às calmarias é interessante notar que os locais com potência máxima apresentam, em geral, um mínimo de calmaria. Ao mesmo tempo, algumas estações do Nordeste, descontada a influência da calmaria nas suas médias, poderiam apresentar potência eólica relativamente elevada quando tiverem vento. Em particular, esta situação pode ser aplicável ao comportamento ao ocidente do Nordeste.

Finalmente, deve ser apontado que os resultados do presente trabalho têm caráter necessariamente preliminar, apesar de considerável massa de dados analisada. O fato das estações se encontrarem distribuídas com propósitos sinóticos obriga a uma detecção somente genérica de áreas favoráveis do

ponto de vista eólico. Uma caracterização mais detalhada requereria de medições com perspectiva micro-meteorológicas, com densidade maior de estações com centradãs especialmente em regiões "a priori" mais favoráveis. Nesse sentido, o presente zoneamento tem o mérito central de indicar quais são essas regiões.

RESUMO.

Foi determinada a distribuição de isodinas (linhas de igual potência eólica média) para o Nordeste, período 1977/81. Os dados básicos foram velocidade e direção do vento horário proveniente de 77 estações da Rede Meteorológica do Nordeste, medidos com Anemôgrafos Duess (altura: 10 metros).

Dos mapas de distribuição espacial de potência eólica evidenciam-se regiões particularmente energéticas: 1) litoral norte da região, em particular de Acaraú(CE) a Macau(RN); 2) no litoral leste, com máximo restrito a Aracaju(SE); 3) no interior do Nordeste, uma região a sudeste do Piauí, oeste de Pernambuco e norte da Bahia; 4) também no interior, encontra-se um máximo intenso em torno de Caetité(BA), no sul da Bahia.

Uma ampla região cobrindo o ocidente do Nordeste (grande parte do Piauí, Maranhão e oeste da Bahia), o centro-sul da Bahia (em torno de Itaberaíba) e a região de transição entre dois máximos (p. ex.: Barbalha-CE, São Gonçalo-Pb e Monte Santo-BA) existem valores médios de potência eólica muito baixos.

BIBLIOGRAFIA.

Bastos, E.J.B; Sobral, Z.R; Ceballos, J.C. & Simões, F.A. - Inventário Energético do Nordeste: energia eólica - Relatório Final - Convênio BRASCEP-CHESF/ATECEL-UFPb-NMA, Campina Grande - 1986.

Ceballos, J.C. & Bastos, E.J.B. - "Litoral e interior do Nordeste: Algumas características do regime de potência eólica" - 19 Congresso Brasileiro de Meteorologia, Campina Grande (Pb); Núcleo de Meteorologia Aplicada, UFPb (1980).

———, Bastos, E.J.B & Lucena, G.H. de - "Nomogramas de potência eólica para Campina Grande (Pb), período 1978" - 31a. Reunião da SBPC, Fortaleza; pub. interna Núcleo de Meteorologia Aplicada, UFPb (1979).

———, Bastos, E.J.B. & Lucena, G.H. - "Zoneamento Eólico Preliminar do Nordeste Brasileiro - Relatório Final" - Conv. FINEP/UFPb nº B-020-025; Núcleo de Meteorologia Aplicada, UFPb (1981).

———, Bastos, E.J.B; Lucena, G.H. - Potencial eólico do Nordeste. IN: Congresso Brasileiro de Meteorologia, 2; Anais. Pelotas/125, 1982.

der Kinderen, W.J.L.J.; Van Meel, J.J.E. & Smuiders, P.T. - "Effects of wind fluctuations on windmill behaviour" - Wind Engng. 1:126-140 (1977).

ELETRÓBRÁS - "Projeto Levantamento de Potencial Eólico" - Cnv. ELETRÓBRÁS/CONSULPUC nº ECV-152 B - Rio de Janeiro (1978).

Golding, E.W. - "The generation of electricity by wind power" - Spon Ltd., London (1955).

Hennessey, J.P. - "Some aspects of wind power statistics" - J. of App. Meteor. 16:119-128 (1977).



