

ESTUDO DO COMPORTAMENTO ESTATÍSTICO DOS VENTOS PARA A REGIÃO CENTRAL DO RIO GRANDE DO SUL

Alexandre Ceretta Dalla Favera¹; Fernando Ramos Martins²; Nelson Jorge Schuch³; Márcio Ceconi¹;
Eduardo Weide Luiz¹

¹ UFSM – CRS/CCR/INPE – MCT, Bolsista PIBIC/INPE – CNPq/MCT

² Orientador - CCST/INPE – MCT

³ Co-Orientador - CRS/CCR/INPE – MCT

1. Introdução

Utilizamos tão cotidianamente a energia elétrica em nossas residências e trabalhos que não notamos o quanto ela é essencial. Períodos de crise energética, como o apagão em 2001, causado pela falta prolongada de chuva e conseqüente baixa vazão dos rios, fonte para geração nas hidroelétricas, mostraram o quanto o Brasil está vulnerável nesse setor. Somado-se a isso há a exigência de grandes quantidades energéticas para suprir o crescimento populacional e industrial intenso do país. Uma maneira de contornar essa vulnerabilidade é através da diversificação da matriz energética brasileira. Há uma tendência global para investimentos em fontes energéticas renováveis, sendo as principais a solar e a eólica.

A energia eólica é um recurso renovável de energia ainda pouco explorado no Brasil. Sua utilização não resulta emissão de poluentes, e consiste na transformação inicial da energia de movimento do vento para energia mecânica de uma hélice – turbina eólica, e a conseqüente conversão em energia elétrica. O aproveitamento energético das forças do vento demanda conhecimento sobre as regiões com maior potencial e estudos do comportamento do vento e a variabilidade deste recurso.[1]

O trabalho, desenvolvido no Laboratório de Recursos de Energia Renováveis do Centro Regional Sul de Pesquisas Espaciais (LRER/CRS/CCR/INPE – MCT), tem por finalidade estudar a predominância da direção e velocidade média dos ventos horizontais coletados nas proximidades de São Martinho da Serra, RS. Esse estudo estatístico dos ventos visa analisar o potencial eólico da Região Central do Rio Grande do Sul, viabilizando políticas públicas para implantação desse tipo de geração energética.

2. Método

O estudo do potencial eólico exige uma extensa base de dados históricos a fim de se obter uma confiabilidade mínima das análises. Os dados de direção e velocidade dos ventos utilizados foram coletados na Estação de Referência do projeto SONDA (Sistema de Organização Nacional de Dados Ambientais) localizada no Observatório Espacial do Sul, em São Martinho da Serra, RS. A estação além de apresentar sensores radiométricos e climatológicos, possui uma torre anemométrica que contém três anemômetros “Wind Monitor-MA Model 05106” da “R. M. Young Company”, nas alturas de 10, 25 e 50 metros acima do solo, como apresentado na Figura 1.

A série de dados selecionada para o estudo compreende o período de Janeiro de 2005 até Dezembro de 2009 para as alturas de 25 e 50 metros com resolução temporal das medidas de 10 minutos. Foram feitas análises anuais e trimestrais para os dados, nesta última agrupou-se os dados conforme as quatro estações do ano (Verão, Outono, Inverno e Primavera), obtendo a estatística sazonal dos ventos.

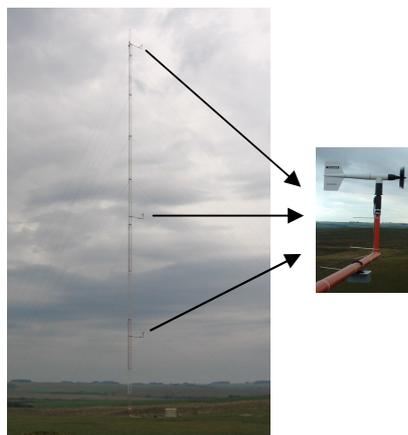


Fig. 1 Torre Anemométrica instalada no Observatório Espacial do Sul – OES/CRS/INPE – MCT. Em
¹Alexandre Ceretta Dalla Favera: alexandreceretta@lacsme.ufsm.br

destaque o posicionamento dos três anemômetros instalados a 10, 25 e 50 metros.

Através do programa computacional WasP® (*Wind Atlas Analysis and Application Program*) empregou-se os ajustes paramétricos de distribuição de Weibull de frequência dos ventos, calculado através da equação 1.

$$f_w = \frac{k}{A} \left(\frac{v}{A} \right)^{(k-1)} e^{-\left(\frac{v}{A} \right)^k} \quad (1)$$

onde f_w é a frequência de ocorrência de cada velocidade horizontal v do vento; k é o fator de forma e A é fator de escala.

O fator de forma k , e o fator de escala A são parâmetros que definem a distribuição estatística dos ventos e estão relacionados respectivamente á forma da curva da distribuição de Weibull e á velocidade média dos ventos. [2]. De forma geral, quanto menor a oscilação da velocidade, menor é a intensidade de turbulência, maior é o fator de forma e mais concentrado é o gráfico da distribuição de frequência. Os valores médios da velocidade dos ventos (U) e de densidade de potência (P) também foram calculados.

3. Resultados e Discussão

A partir das distribuições estatísticas da velocidade dos ventos, representada pela Rosa dos Ventos, juntamente com o histograma ajustado pela distribuição de Weibull para as alturas de 25 e 50 metros representadas nas Figuras 2 a 3, observa-se as direções sudeste (SE) e o nordeste (NE) como sendo as predominantes em todas as alturas e para todo o período analisado.

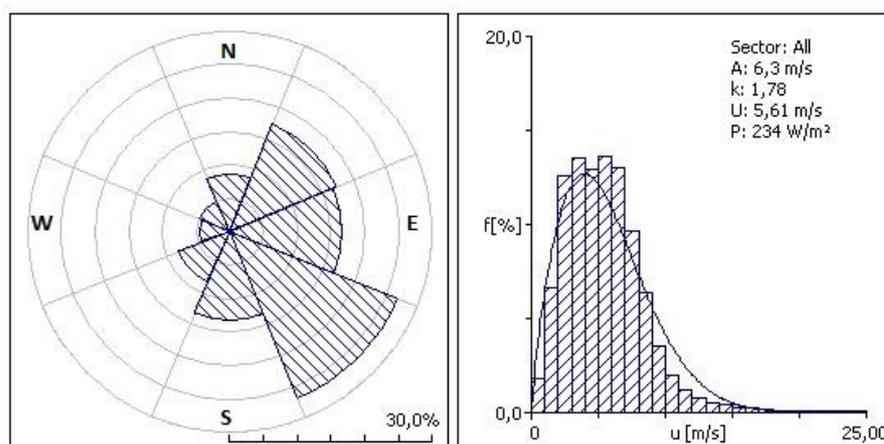


Fig. 2 Distribuição estatística dos ventos a 25m de altura de Janeiro de 2005 até Dezembro de 2009 medido no Observatório Espacial do Sul – OES/CRS/CCR/INPE – MCT.

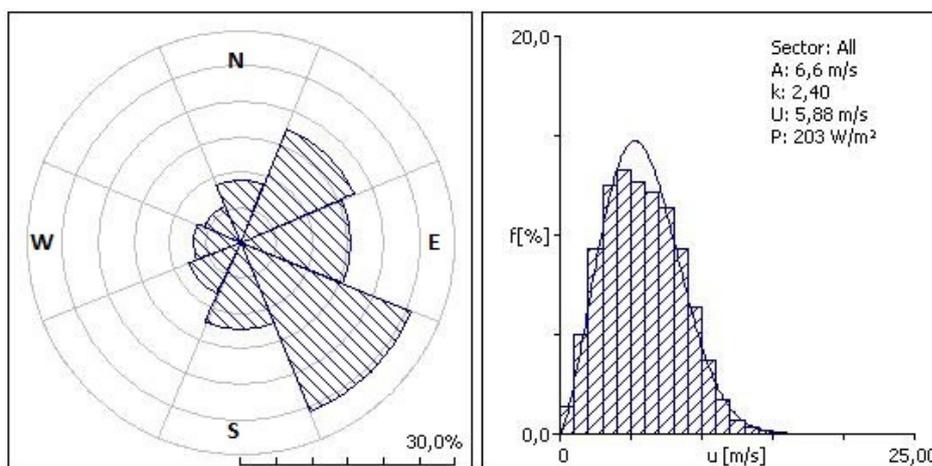


Fig. 3 Distribuição estatística dos ventos a 50m de altura de Janeiro de 2005 até Dezembro de 2009 medido no Observatório Espacial do Sul – OES/CRS/CCR/INPE - MCT.

Os valores médios da velocidade dos ventos (U) e de densidade de potência (P) determinados para as

diferentes alturas são apresentados na Tabela 1 juntamente com os valores do fator de forma k e o fator de escala A calculados pela função de Weibull.

- 1)
- 2)
- 3)
- 4)
- 5)
- 6)
- 7)
- 8)
- 9)

| Altura | U (m/s) | P (w/m ²) | k | A (m/s) |
|--------|---------|-----------------------|------|---------|
| 25 m | 5,61 | 234,00 | 1,78 | 6,30 |
| 50 m | 5,88 | 203,00 | 2,40 | 6,60 |

Tab. 1 Parâmetros da análise estatística dos ventos medidos no Observatório Espacial do Sul – OES/CRS/CCR/INPE - MCT.

Os dados agrupados de forma sazonal para as duas alturas têm os seus principais resultados estatísticos da distribuição apresentados na Tabela 2. De modo geral, observa-se a ocorrência de maiores fatores de escala, densidade de potência e velocidades médias do vento durante o inverno e a primavera.

| Altura | Estação | U (m/s) | P (w/m ²) | k | A (m/s) |
|--------|-----------|---------|-----------------------|------|---------|
| 25 m | Primavera | 5,64 | 182,00 | 2,35 | 6,40 |
| | Verão | 4,97 | 133,00 | 2,16 | 5,60 |
| | Outono | 5,32 | 197,00 | 1,80 | 6,00 |
| | Inverno | 6,22 | 349,00 | 1,65 | 7,00 |
| 50 m | Primavera | 6,28 | 272,00 | 2,14 | 7,10 |
| | Verão | 5,28 | 151,00 | 2,31 | 6,00 |
| | Outono | 5,40 | 169,01 | 2,19 | 6,10 |
| | Inverno | 6,93 | 297,00 | 2,81 | 7,80 |

Tab. 2 Parâmetros da análise estatística sazonal dos ventos medidos no Observatório Espacial do Sul – OES/CRS/CCR/INPE - MCT.

Durante o período da primavera-verão-inverno observa-se predomínio dos ventos na direção sudeste (SE) e para o outono na direção nordeste (NE) para altura de 25 metros. Na altura de 50 metros observou-se predominância da direção SE para primavera e verão e NE para outono e inverno. O perfil sazonal dos ventos nas suas direções predominantes é apresentado na Tabela 3.

| Altura | Estação | Direção | Frequência (%) | U (m/s) | P (W/m ²) | k | A (m/s) |
|--------|-----------|---------|----------------|---------|-----------------------|------|---------|
| 25 m | Primavera | SE | 34,50 | 5,95 | 206 | 2,46 | 6,70 |
| | Verão | SE | 29,70 | 5,24 | 137 | 2,54 | 5,90 |
| | Outono | NE | 20,40 | 6,05 | 237 | 2,20 | 6,80 |
| | Inverno | SE | 22,50 | 6,16 | 354 | 1,60 | 6,90 |
| 50 m | Primavera | SE | 33,40 | 6,65 | 232 | 3,57 | 7,40 |
| | Verão | SE | 28,20 | 5,78 | 166 | 3,00 | 6,50 |
| | Outono | NE | 20,00 | 6,75 | 265 | 2,99 | 7,60 |
| | Inverno | NE | 22,50 | 6,93 | 297 | 2,81 | 7,80 |

Tab. 3 Análise estatística sazonal dos ventos em suas direções predominantes a 25 e 50 metros.

4. Conclusão

A partir do banco de dados de velocidade e direção dos ventos coletados pelos anemômetros instalados

na estação de referência SONDA – SMS, em operação no Observatório Espacial do Sul, em São Martinho da Serra, RS, foi obtido o perfil preliminar do potencial eólico da região central do Estado do Rio Grande do Sul.

Os valores de velocidade média (U), densidade de potência (P) e fator de escala (A) da distribuição estatística de Weibull foram maiores durante o inverno e a primavera, e o fator de forma (k) foi maior durante a primavera e o verão para as alturas de 25, enquanto que a 50 metros foi durante o verão e o inverno. Ao analisar as direções predominantes, observou-se alta frequência do vento sudeste (SE) para as quatro estações, porém para as estações outono-inverno há predomínio do vento nordeste (NE).

Ao comparar os fatores de escala (A) superiores a 6 aliados a um fator de forma (k) da ordem de 2 observados neste estudo com literaturas especializadas, observou-se que a região central do Rio Grande do Sul é adequada para possível exploração econômica da energia eólica. No entanto, a base de dados analisada deverá ser ampliada com a finalidade de minimização das incertezas discutidas neste trabalho, de forma a tornar possível a obtenção de informações mais confiáveis acerca do potencial eólico da Região Central do Rio Grande do Sul, visando maior segurança a futuros investimentos no setor energético nesta região.

Referências

- [1] GRIMM, A. M., Meteorologia Básica – Notas de Aula. In: Site da Universidade Federal do Paraná (<http://fisica.ufpr.br/grimm/aposmeteo/>). Acessado em Julho de 2010.
- [2] CARVALHO, P. **Geração Eólica**. Fortaleza, Imprensa Universitária, 146p. 2003.