

# ANÁLISE DO COMPORTAMENTO ESTATÍSTICO ANUAL E SAZONAL DOS VENTOS PARA A REGIÃO CENTRAL DO RIO GRANDE DO SUL

**Alexandre C. Dalla Favera, Fernando R. Martins, Nelson J. Schuch**

Centro de Tecnologia – Universidade Federal de Santa Maria – UFSM

Caixa Postal 1000 – 97105-900 – Santa Maria – RS

alexandreceretta@lacsom.ufsm.br, fernando.martins@inpe.br, njschuch@lacsom.ufsm.br

**Resumo.** *O desenvolvimento industrial e social de um país exige grandes quantidades de energia, principalmente a elétrica. Para acompanhar o desenvolvimento com uma rede elétrica eficiente, procuram-se meios alternativos viáveis tanto economicamente quanto ecologicamente. A utilização de fontes renováveis, como a força dos ventos é um desses meios. Contudo, para a implantação de parques eólicos é necessário o estudo prévio do perfil dos ventos da região de interesse. Com esse intuito, este trabalho ocupa-se de realizar a análise estatística dos ventos, coletados a 25 e 50 metros na Estação da Rede SONDA instalada em São Martinho da Serra, Região Central do Rio Grande do Sul no Observatório Espacial do Sul – OES/CRS/CCR/INPE – MCT. Através da utilização do software Wasp® foi possível obter as distribuições frequências das direções e velocidade horizontais dos ventos, o que possibilitou a obtenção de curvas da função de Weibull. As análises foram realizadas de modo anual e sazonal, a fim de se ter maior especificidade. O estudo mostrou que as direções nordeste (NE) e a sudeste (SE) são as direções predominantes dos ventos para a Região Central do Rio Grande do Sul, assim como as maiores velocidades foram registradas durante o inverno e a primavera. No entanto, a análise de uma série maior de dados é necessária para dar maior confiabilidade ao estudo.*

**Palavras-chave:** *Energia Eólica, Energia Renováveis, Projeto SONDA.*

## 1. INTRODUÇÃO

O atual modelo energético brasileiro é constituído principalmente da geração elétrica por usinas hidroelétricas, a qual utiliza do potencial hidráulico existente em um rio. A utilização da energia elétrica em nossas residências e ambiente de trabalho é tão comum e estável que não notamos o quanto ela é essencial. Porém, períodos de crise energética, como o apagão em 2001, causado pela falta prolongada de chuva e consequente baixa vazão dos rios, mostraram o quanto o Brasil está vulnerável nesse setor. Além disso, há uma demanda crescente de energia necessária para o desenvolvimento populacional e industrial intenso do país. A vulnerabilidade da rede elétrica brasileira pode ser contornada diversificando a matriz, através de fontes energéticas renováveis, como a eólica.

A energia eólica é um recurso renovável 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 consequente 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), em Santa Maria, RS, tem por finalidade estudar a predominância da direção e velocidade média dos ventos horizontais coletados no Observatório Espacial do Sul – OES/CRS/CCR/INPE-MCT, em São Martinho da Serra (SMS), 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. METODOLOGIA

A fim de se obter uma confiabilidade mínima do potencial eólico de uma região, é necessário uma extensa base de dados. Os dados de direção e velocidade dos ventos utilizado no trabalho provem da 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 de hélices da “Wind Monitor-MA Model 05106” da “R. M. Young Company”, nas alturas de 10, 25 e 50 metros acima do solo, como apresentado na Fig. 1.

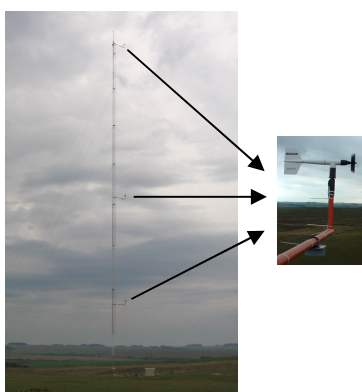


Figura 1. Torre Anemométrica instalada no Observatório Espacial do Sul – OES/CRS/CCR/INPE – MCT. Em destaque o posicionamento dos três anemômetros instalados a 10, 25 e 50 metros.

A base 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 em 10 minutos. Os dados foram agrupados de forma anual, assim como de forma trimestral, a fim de se obter a análise por estações do ano (Verão, Outono, Inverno e Primavera), obtendo a estatística sazonal dos ventos.

A partir do software WASP® (Wind Atlas Analysis and Application Program) realizou-se os ajustes paramétricos da distribuição de frequência dos ventos pela função de Weibull, 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 à forma da curva da distribuição de Weibull e à 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

A análise das distribuições estatísticas da velocidade e direção dos ventos para as alturas de 25 e 50 metros são representadas pela Rosa dos Ventos, juntamente com o histograma ajustado pela distribuição de Weibull nas Fig. 2 a 3. Observam-se as direções sudeste (SE) e o nordeste (NE) como sendo as predominantes

em todas as alturas e para todo o período analisado.

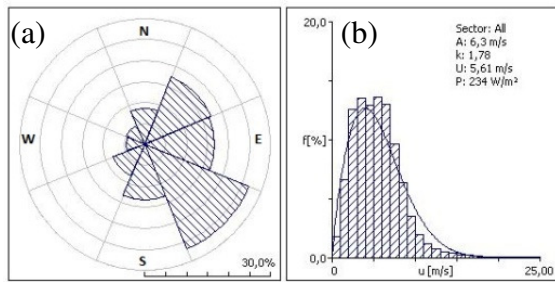


Figura 2. Distribuição estatística dos ventos a 25m, representado pela Rosa dos Ventos (a) e o Histograma (b).

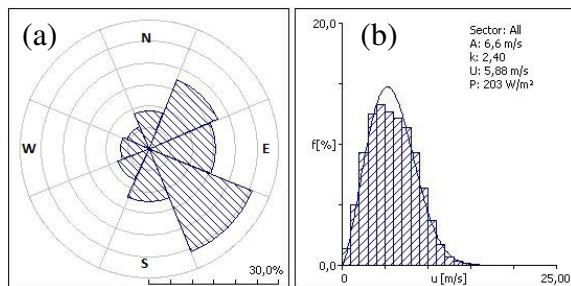


Figura 3. Distribuição estatística dos ventos a 50m, representado pela Rosa dos Ventos (a) e o Histograma (b).

Os fatores de forma (k) e de escala (A) calculados pela função de Weibull, assim como os valores médios da velocidade dos ventos (U) e de densidade de potência (P) para as diferentes alturas são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Parâmetros da análise estatística dos ventos medidos no Observatório Espacial do Sul.

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

A partir da análise sazonal dos parâmetros eólicos para as duas alturas obtiveram-se os resultados 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.

Tabela 2. Parâmetros da análise estatística sazonal dos ventos medidos no Observatório Espacial do Sul.

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

Durante o trimestre do outono observa-se predomínio dos ventos na direção na direção nordeste (NE), enquanto que nas demais estações do ano (primavera, verão e inverno) há predomínio de ventos na direção sudeste (SE) 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.

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

Altura (m)	Estação do ano	Principal Direção	Frequência (%)	U (m/s)	P (W/m <sup>2</sup> )
25	Primavera	SE	34,5	5,95	206
	Verão	SE	29,7	5,24	137
	Outono	NE	20,4	6,05	237
	Inverno	SE	22,5	6,16	354
50	Primavera	SE	33,4	6,65	232
	Verão	SE	28,2	5,78	166
	Outono	NE	20	6,75	265
	Inverno	NE	22,5	6,93	297

#### 4. CONCLUSÃO

A partir da série dos dados coletadas, do início de 2005 ao final de 2009, pelos anemômetros instalados na estação SONDA – SMS na Região Central do Rio Grande do Sul obteve-se o perfil preliminar do potencial eólico da região.

De modo geral, tanto para a altura de 25 quanto 50 metros, os valores calculados da distribuição estatística: fator de escala (A), velocidade média (U), densidade de potência (P) foram maiores durante os trimestres do inverno e da primavera, enquanto que o fator de forma (k) foi maior durante a primavera e o verão.

Ao analisar as direções predominantes, observou-se alta frequência do vento sudeste (SE) para as quatro estações, porém para a estação do outono 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 amostra de dados analisada deverá ser ampliada com a finalidade de minimização das incertezas discutidas no 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.

### ***Agradecimentos***

À FINEP/MCT e à Petrobrás pelo financiamento do Projeto SONDA, ao Programa PIBIC/INPE – CNPQ/MCT pela aprovação dos Projetos de Iniciação Científica e ao LACESM/CT – UFSM por apoios prestados.

### **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, 2003, p. 146.