

TABELAS DE PROBABILIDADES DA VELOCIDADE MÉDIA PENTADAL DO VENTO DE ALGUMAS LOCALIDADES DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

João Baptista da SILVA¹, Gisele dos Santos ZEPKA² Diego Oliveira de SOUZA³

Introdução

Os ventos destacam-se, dentre os elementos meteorológicos, pois é conhecido que a sua força é uma abundante e inesgotável fonte de energia renovável, limpa e disponível em todos os lugares e, também pelo seu papel fundamental de assegurar o desenvolvimento das plantas na Terra, portanto, garantir a continuação da vida.

Tabelas de probabilidades são usadas para avaliar o comportamento dos elementos meteorológicos em uma dada região. Já foram avaliadas para a região de Pelotas (campus da UFPel) e da Cascata (CPACT/EMBRAPA) as intensidades dos ventos a partir da sua velocidade média pentadal, indicando-se que nestes locais o vento apresenta-se como viável para a produção de energia eólica (BAPTISTA DA SILVA et al., 2000; BAPTISTA DA SILVA e BURGUEÑO, 2001).

O objetivo deste trabalho é, a construção de tabelas de probabilidades da velocidade média pentadal dos ventos para Caxias do Sul, Campo Bom, Santa Rosa e Taquari, no estado do Rio Grande do Sul.

Material e métodos

Na fase inicial do preparo dos dados surgiram inúmeras dificuldades, que atrasaram o andamento do projeto. As estações meteorológicas em melhores condições de trabalho, utilizadas neste momento, foram as de Caxias do Sul, Santa Rosa e Taquari, enviadas pela FEPAGRO e a de Campo Bom, coletada junto ao 8º DISME.

Os arquivos de dados da velocidade média diária, criados para um período de 10 anos (1991 a 2000), possibilitaram gerar os arquivos da velocidade média pentadal, que foram usados na construção das tabelas de probabilidade dessa variável climática, nas quatro localidades.

Inicialmente, verificou-se as propriedades de homogeneidade de variâncias (teste de Cochran) e de normalidade (testes de Fisher e de Shapiro e Wilk), existentes nos dados de cada localidade. Quando necessário, buscou-se transformações de dados adequadas para a obtenção destas propriedades.

Na construção das tabelas de probabilidades, foi utilizada a distribuição de t, para os níveis de probabilidade de 1% e 99%.

As probabilidades foram estimadas pela expressão:

$$Z_p = \bar{Z} + t_{p,(n-1)} S_z$$

onde: \bar{Z} e s_z são a média e o desvio padrão dos dados transformados (ou originais) de cada pântada

e $t_{p,(n-1)}$ é obtido da tabela de t unilateral para $p=1\%$ e 99% com $n-1$ graus de liberdade.

No caso de os dados terem sido transformados, volta-se aos dados originais pela transformação inversa correspondente.

As tabelas não puderam ser testadas em virtude da indisponibilidade de novos conjuntos de dados. Entretanto, acredita-se que a construção foi adequada, tendo em vista que o processo de construção já foi testado com outras variáveis climáticas.

Resultados e discussão

Em Caxias do Sul os desvios de normalidade pelo teste de Fisher (FISHER, 1941) foram significativos apenas em 4 pântadas (5%) nos dados originais.

O teste W de Shapiro & Wilk (SHAPIRO, 1990), para o caso de amostras de tamanho $n=10$ e ao nível de significância de $\alpha = 0,05$, apresentam um valor de $W = 0,842$. Desta forma, a hipótese de nulidade, ou seja, que os dados podem ser estudados pela distribuição normal, é rejeitada quando a estatística W é igual ou menor que 0,842 (teste unilateral à esquerda). Por este teste encontrou-se apenas 8 pântadas (11%) que não seguem a normalidade nos dados originais.

O teste de Cochran resultou para os dados originais um valor de $C = 0,0375$, não significativo a 5% ($C_{0,05;73;9} = 0,0520$), indicando homogeneidade de variâncias.

Em Campo Bom, no teste de Fisher, aplicado aos dados originais, apenas 4 pântadas (5%) não seguiram a distribuição normal.

O teste W de Shapiro & Wilk foi significativo a 5% ($W_{0,0510} = 0,842$) somente em 5 pântadas (7%) nos dados originais.

O resultado do teste de Cochran para os dados originais, apesar de significativo a 5% ($C_{0,05;73;9} = 0,0520$) em $C = 0,0792$, foi considerado irrelevante mediante a não significância desejada obtida pelos testes de normalidade.

Em Santa Rosa os desvios de normalidade pelo teste de Fisher foram significativos em 11 pântadas (15%) nos dados originais. A transformação que permitiu atingir a melhor aproximação à distribuição normal foi $Z=10X^{0,333}$. Após a transformação, apenas 8 pântadas (11%) não apresentaram normalidade.

Pelo teste de W de Shapiro & Wilk, encontrou-se, nos dados originais, 14 pântadas (19%) que não seguiram a distribuição normal e, nos dados transformados, apenas 9 pântadas (12%) não adquiriram esta propriedade.

O teste de Cochran resultou para os dados transformados em $C = 0,0444$, não significativo a 5% ($C_{0,05;73;9} = 0,0520$), indicando homogeneidade das variâncias.

¹ Engº Agrônomo, Livre Docente, Doutor, Professor Titular (Aposentado) do Instituto de Física e Matemática (UFPel), Bolsista do CNPq, e-mail: jbsilva@ufpel.tche.br

² Meteorologista, Aluna do Curso de Pós-Graduação (FURG), Ex-bolsista de Iniciação Científica da FAPERGS.

³ Aluno do Curso de Graduação em Meteorologia da UFPel, Bolsista de Iniciação Científica da FAPERGS.

Em Taquari os desvios da normalidade pelo teste de Fisher foram significativos em 24 pântadas (33%) nos dados originais. A transformação que permitiu atingir a melhor aproximação à distribuição normal foi $Z = \ln X$. Após a transformação, apenas 4 pântadas (5%) não apresentaram normalidade.

Pelo teste W de Shapiro & Wilk, encontrou-se, nos dados originais, 34 pântadas (47%) que não seguiram a distribuição normal e, nos dados transformados, somente 6 pântadas (8%) não adquiriram esta propriedade.

Pelo teste de Cochran resultou para os dados transformados em $C = 0,0455$, não significativo a 5% ($C_{0,05;73;9} = 0,0520$), indicando homogeneidade das variâncias.

A seguir, as tabelas foram construídas com os dados observados (ou os transformados) por meio da distribuição de t para os níveis de probabilidade de 1% a 99%.

Amostras das tabelas de probabilidades da velocidade média pentadal do vento a 7 metros do solo, a partir de 10 anos de observações (1991/2000), para os níveis de probabilidade de 25%, 50% e 75%, nas 73 pântadas do ano, para as localidades de Caxias do Sul, Campo Bom, Santa Rosa e Taquari podem ser vistas abaixo:

PENT. PROB.	P - 1 V (m/s)	P - 2 V (m/s)	P - 3 V (m/s)	P - 4 V (m/s)
0,75	1,93	2,28	2,20	2,04
0,50	1,61	1,77	1,57	1,60
0,25	1,29	1,26	1,26	1,16

Tabela 1: Valores estimados para as velocidades médias pentadais do vento (m/s), nos níveis de probabilidade de 25, 50 e 75%, para as quatro primeiras pântadas do ano, em Caxias do Sul, RS.

PENT. PROB.	P - 1 V (m/s)	P - 2 V (m/s)	P - 3 V (m/s)	P - 4 V (m/s)
0,75	1,90	2,47	1,89	1,88
0,50	1,57	1,89	1,62	1,73
0,25	1,24	1,31	1,35	1,57

Tabela 2: Valores estimados para as velocidades médias pentadais do vento (m/s), nos níveis de probabilidade de 25, 50 e 75%, para as quatro primeiras pântadas do ano, em Campo Bom, RS.

PENT. PROB.	P - 1 V (m/s)	P - 2 V (m/s)	P - 3 V (m/s)	P - 4 V (m/s)
0,75	1,03	1,01	1,00	0,99
0,50	0,98	0,96	0,94	0,91
0,25	0,93	0,92	0,88	0,84

Tabela 3: Valores estimados para as velocidades médias pentadais do vento (m/s), nos níveis de probabilidade de 25, 50 e 75%, para as quatro primeiras pântadas do ano, em Santa Rosa, RS.

PENT. PROB.	P - 1 V (m/s)	P - 2 V (m/s)	P - 3 V (m/s)	P - 4 V (m/s)
0,75	1,09	1,30	0,91	0,98
0,50	0,84	0,92	0,70	0,79
0,25	0,64	0,65	0,55	0,64

Tabela 4: Valores estimados para as velocidades médias pentadais do vento (m/s), nos níveis de probabilidade de 25, 50 e 75%, para as quatro primeiras pântadas do ano, em Taquari, RS.

A partir das tabelas construídas para as quatro localidades pode-se observar que os valores esperados da velocidade média do vento em Caxias do Sul e Campo Bom são superiores àqueles das outras duas localidades (Santa Rosa e Taquari), o que resulta em promissoras indicações do uso do vento como fonte alternativa de energia para estas duas cidades.

Conclusão

Os dados de Santa Rosa e de Taquari tiveram de ser transformados para se atingir uma melhor aproximação à distribuição normal. Os demais dados (Caxias do Sul e Campo Bom) se ajustaram à distribuição normal, não necessitando de transformação prévia.

Caxias do Sul e Campo Bom apresentaram resultados de disponibilidade de ventos aceitáveis para a geração de energia elétrica.

Os resultados apresentados pelas tabelas servem como subsídio para diversas aplicações dependentes da intensidade dos ventos.

Referências bibliográficas

- BAPTISTA DA DILVA, J., LARROZA, E.G., BURGUEÑO, L.E.T. Estimativa do potencial eólico no Campus da Universidade Federal de Pelotas, em Pelotas, RS. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 8, n. 1, p. 111-119, 2000.
- BAPTISTA DA DILVA, J., BURGUEÑO, L.E.T. Estimativa do potencial eólico a partir de tabelas de probabilidades da velocidade média pentadal do vento, na Cascata, em Pelotas - RS. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 9, n. 2, p. 333-338, 2001.
- SHAPIRO, S.S. **How to test normality and other distributional assumptions**. 2^a ed. American Society for Quality Control, Wisconsin, 92 p. 1990 (v.3)
- FISHER, R. A. **Statistical methods for research workers**. 8. ed. London: Oliver and Boyd, 1941, 35p.

Agradecimentos

Agradecemos os dados diários cedidos pela FEPAGRO e pelo 8º DISME.