

## VELOCIDADE NOMINAL DO VENTO PARA LOCALIDADES DE SANTA CATARINA

Ana Rita Rodrigues VIEIRA<sup>1</sup>, Sérgio MARQUES JÚNIOR<sup>2</sup> e Leandro ZAGO da Silva<sup>3</sup>

### RESUMO

O objetivo do presente artigo foi estimar a velocidade nominal do vento assim como as curvas de duração da velocidade de vento e as curvas de potencial eólico relativo para as localidades de Florianópolis, Abelardo Luz e Laguna, Estado de Santa Catarina. Utilizando-se um procedimento de estimativa no qual determina-se um potencial eólico relativo à velocidade média diária do vento e ao tempo de ocorrência dessa velocidade ao longo do ano, verificou-se que para a série de anos utilizada, a localidade de Florianópolis apresentou, para um mesmo tempo de ocorrência, um maior valor de velocidade de vento diária em relação às outras localidades. Utilizando-se uma equação de ajuste à série de dados empregados no estudo, verificou-se que o valor diário de velocidade de vento que determina o aproveitamento de um maior potencial eólico para a região (velocidade nominal) foi de  $5,74 \text{ m.s}^{-1}$ . Para a localidade de Abelardo Luz, encontrou-se o valor de  $3,90 \text{ m.s}^{-1}$  e para Laguna o valor de  $5,45 \text{ m.s}^{-1}$ .

### INTRODUÇÃO

A utilização de fontes energéticas alternativas, não poluentes, com a função de gerar potência mecânica para as mais diversas utilidades, tem-se tornado uma das preocupações da sociedade moderna. Tal efeito é fruto principalmente dos altos custos na utilização das fontes convencionais assim como a inerente preocupação ambiental.

Em sua maioria, as propriedades agrícolas de Santa Catarina, são caracterizadas por áreas de dimensões pequenas, com mão-de-obra familiar. Criteriosamente dimensionada, a utilização de fontes alternativas de energia no processo produtivo acarretaria diminuição nos custos de produção gerando a elevação do nível de vida do homem no campo. Por exemplo, Tewari (1978) apud PANDA (1988) verificou que o custo de elevação de água realizada por um motor eólico modelo TOOL-ORP foi aproximadamente 39% mais barato do que a utilização de um sistema de bombeamento com motor a diesel.

Entretanto, face a intensa variabilidade espaço-temporal que o vento assume em um determinado local, o valor a ser adotado como representativo para uma região não deve estar baseado simplesmente na determinação de velocidades máximas que esse parâmetro assume ao longo do tempo, mas pela correlação com o tempo de ocorrência do fenômeno ao longo do ano, sua frequência e sua distribuição espaço-temporal. MARQUES *et al*, (1990) estudando o potencial

---

<sup>1</sup> Prof. Adjunto, Dra, CCA-Depto de Fitotecnia, Universidade Fed. Santa Catarina, e-mail: [arvieira@mbox1.ufsc.br](mailto:arvieira@mbox1.ufsc.br);

<sup>2</sup> Prof. Adjunto, Dr, CCA-Depto de Eng. Ruaral, Universidade Fed. Santa Catarina, e-mail: [smarques@mbox1.ufsc.br](mailto:smarques@mbox1.ufsc.br).

<sup>3</sup> Aluno do curso de graduação em Eng. Agrônômica da Un.Fed. Santa Catarina.

eólico para algumas localidades do Rio de Janeiro, aplicando a distribuição de Weibull, encontrou valores de potencial eólico satisfatórios apenas para 3 localidades onde a potência média variou entre 80 a 220 watts.  $m^{-2}$ . O estudo de MALAGUTTI et al, (1996) para avaliar o potencial eólico da região de Boquim, em Sergipe, apresentou baixos níveis de probabilidade de ocorrência para valores de velocidade do vento na ordem de 3,6 a 8,0  $m.s^{-1}$ , indicando um baixo potencial eólico para a região (para um gerador hipotético de 100KW).

A utilização do vento como energia alternativa para sistemas agrícolas está baseada no aproveitamento da energia cinética ( $E_c$ ) gerada a partir de uma massa de ar em movimento cuja energia resultante pode ser dimensionada como:

$$E_c = \frac{m \cdot v^2}{2}$$

(1)

em que a componente “m” corresponde à massa de ar em movimento  $[M]$  e a componente “v” corresponde a velocidade do vento  $[L.T^{-1}]$ . A componente “m” pode ser estimada em função da massa específica ( $\rho$ ) do fluído em movimento  $[M.L^{-3}]$ , ou seja,

$$m = \rho \cdot A \cdot V \cdot t \quad (2)$$

em que “A” corresponde à área pela qual se desloca a massa de ar  $[L^2]$  e “t” o tempo no qual a massa de ar atravessa a área  $[T]$ . Haja visto que o fluído se encontra em movimento, o volume de ar “V” deslocado  $[L^3]$ , pode ser estimado pela relação entre área e velocidade de escoamento do fluído. A potência eólica  $P [F.L.T^{-1}]$  gerada no movimento da massa de ar, corresponde à energia produzida dentro de um intervalo de tempo, podendo ser então assumida como sendo,

$$P = \frac{\rho \cdot A \cdot v^3}{2} \quad (3)$$

Supondo-se constante a área de captação da massa de ar em movimento, a potência eólica pode ser expressa como sendo unicamente função da velocidade do vento, ou seja,

$$P = K \cdot v^3$$

(4)

em que K corresponde a uma constante formada pela multiplicação dos parâmetros massa específica do fluído em movimento e área de deslocamento da massa de ar.

A eq.4 representa, portanto, a potência a ser gerada por uma massa de ar em movimento. O potencial eólico (PE), em termos relativos, pode ser então representado pela seguinte relação:

$$PE = v^3 \cdot T_o \quad (5)$$

sendo que  $T_o$  representa o tempo de ocorrência  $[T]$  de um determinado valor de velocidade do vento. A adoção de um valor de velocidade do vento que caracterize uma certa região é polêmica. Velocidades máximas locais instantâneas ou médias são pouco representativas quando não se

conhece a distribuição do evento na região ao longo do tempo, o que pode gerar super dimensionamento de estruturas ou mecanismos desde que os padrões de dimensionamento não estejam baseados no conceito apresentado na eq. 5.

Para esse estudo, procurou-se utilizar uma metodologia baseada em curvas de duração da velocidade de vento, já empregada por MARQUES JÚNIOR *et al.* (1996). Baseando-se no conceito de MIALHE (1980), curvas de duração da velocidade de vento podem ser entendidas como distribuições que relacionem velocidade do vento com o número de dias em que ocorrem por ano.

Essa relação é obtida a partir da distribuição de valores de velocidade média diária do vento medidas ao longo do ano, em intervalo de classes pré-definidos que variam de zero até a máxima velocidade média horária existente no período. Para cada intervalo de classe, determina-se o número de dias durante os quais a velocidade do vento foi maior ou igual ao limite da classe, resultando-se então em uma curva de frequência acumulada de dados.

O objetivo do presente estudo foi, portanto, apresentar as curvas de duração da velocidade de vento, assim como as curvas de potencial eólico relativo e velocidade nominal do vento para as localidades de Florianópolis, Abelardo Luz e Laguna, todas do Estado de Santa Catarina, como subsídio para o aproveitamento do parâmetro vento como fonte de potência energética local.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

Coordenadas geográficas das localidades em estudo são apresentadas a seguir: Florianópolis, 27°35'S e 48°34'W com altitude de 1,84 m, Abelardo Luz 26°34'S e 52° 22'W com altitude de 860 m e Laguna , 28°29'S e 48°28'W com altitude de 30,89 m, sendo a série de dados utilizada para cada respectiva localidade de 19, 6 e 8 anos.

A curva de potencial eólico relativo foi estimada, para cada localidade, a partir da eq. 5. O ponto de máximo dessa função, que corresponde ao ponto no qual a sua derivada de primeira ordem assume o valor nulo, corresponde ao valor da velocidade nominal do vento. Como complemento dessa estimativa, procurou-se avaliar as diferenças entre os dados originais e os valores ajustados.

Como critério de avaliação para as funções utilizadas para as estimativas, utilizou-se o coeficiente de determinação da equação de regressão obtida e o Teste F. Os resultados desse procedimento são apresentados a seguir.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A figura 01 apresenta as curvas de duração da velocidade de vento encontradas para as localidades em estudo, cujas estimativas foram obtidas a partir de uma distribuição de frequências de valores de velocidade diária distribuídas em classes de amplitude 0,5 m.s<sup>-1</sup>. Baseando-se nos coeficientes de determinação ( $r^2$ ) encontrados, verifica-se que o procedimento de

agrupar valores de velocidade de vento em classes, apresenta um grau de ajuste significativo ao modelo polinomial de terceira ordem.

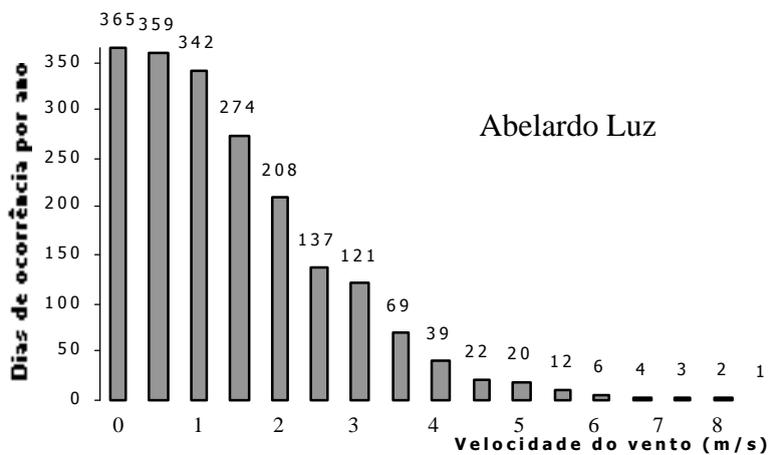
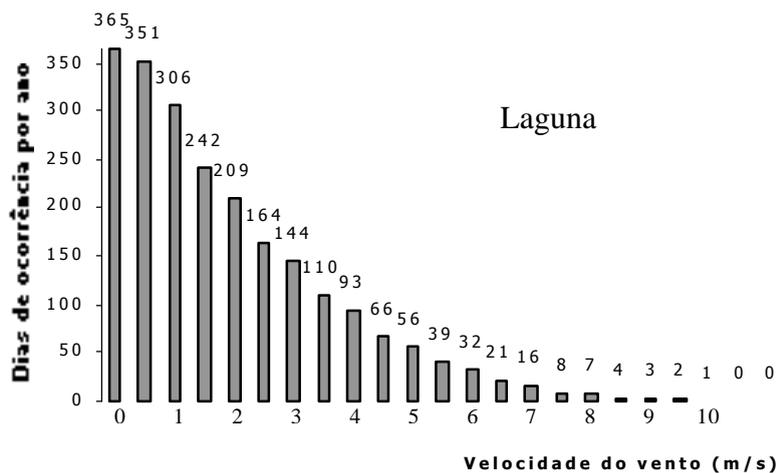
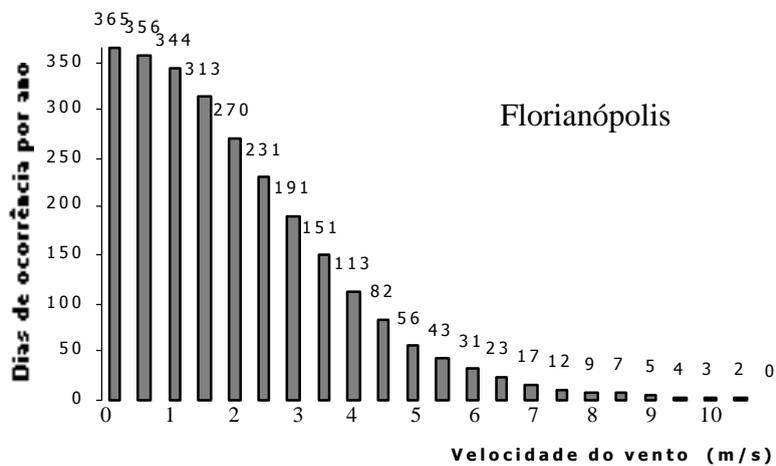
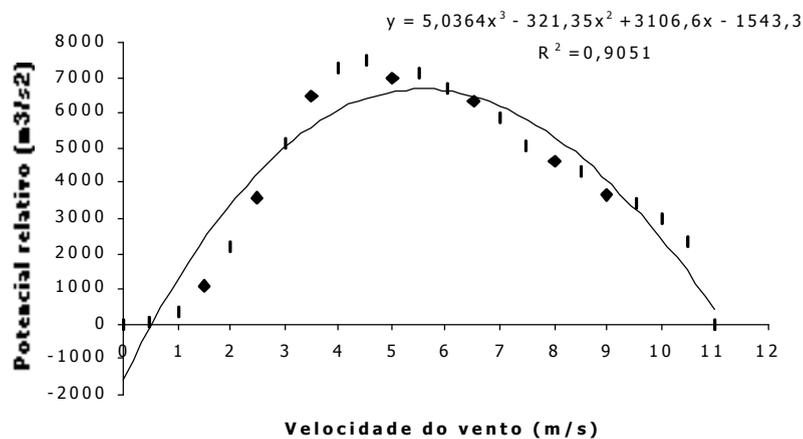
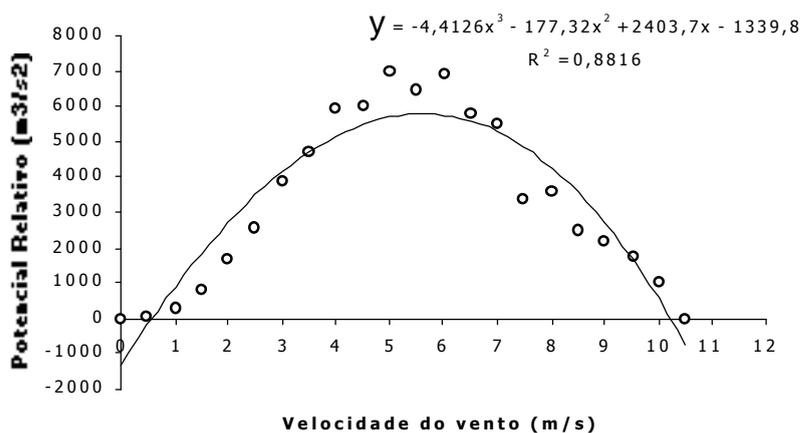


Figura 01 – Curvas de frequência acumulada de velocidade de vento para localidades de Santa Catarina

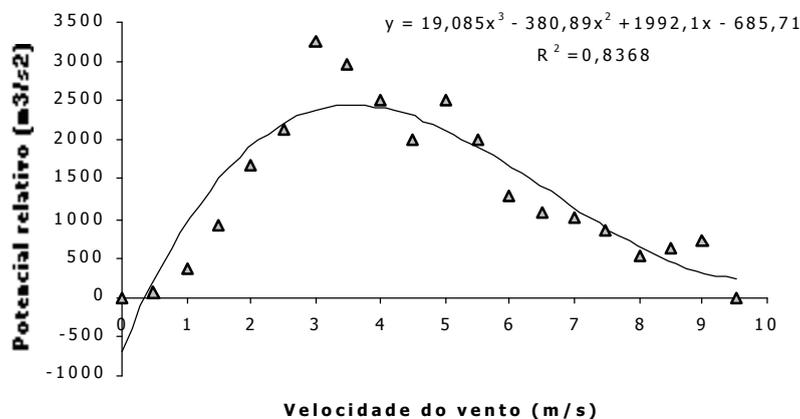
Comparando-se as localidades, verifica-se que a região de Florianópolis apresentou, a partir da média da série de anos utilizada, para um mesmo tempo de ocorrência, um maior valor de velocidade de vento (diária), o que permite detectar um maior potencial eólico disponível. A partir dessa estimativa, procurou-se estimar o potencial eólico relativo para as regiões, utilizando-se a eq. 5, cujas respostas são apresentadas na figura 02 ,03 e 04. Essas curvas representam a relação que existe entre o valor da velocidade do vento diária (expressa pelo maior valor da classe) e por quanto tempo (em números de dias) esse valor permanece dentro de uma classe, ao longo do ano:



**Figura 02** – Valores calculados e curva ajustada de potencial eólico relativo para Florianópolis



**Figura 03** – Valores calculados e curva ajustada de potencial eólico relativo para Laguna



**Figura 04** – Valores calculados e curva ajustada de potencial eólico relativo para Abelardo Luz

Os valores apresentados na ordenada só apresentam sentido na sua forma dimensional, já que expressam um potencial relativo. O ponto de máximo das funções apresentadas nas figuras representa o valor da classe de velocidade de vento que apresenta o maior potencial energético relativo para a região, apesar da discrepância que ocorreu entre os valores originais e os valores ajustados pelo modelo matemático. A esse valor de velocidade convencionou-se chamar de *velocidade nominal* do vento (MIALHE, 1980). Essa valores são apresentados na tabela 03:

**Tabela 03** – Valores de velocidade nominal do vento (m/s) em termos médios diários, para as localidades, a partir da série de dados utilizadas.

Procedência dos Dados	<u>Localidade</u>		
	Florianópolis	Abelardo Luz	Laguna
Dados originais *	4,50	3,50	5,50
Ajuste	5,74	3,90	5,45
Máximo valor na série	19,00	12,60	10,70

(\*) expressos através do valor médio da classe.

É de se ressaltar que os máximos de velocidade de vento encontrados na série valores da série, apesar da variação significativa na magnitude de seus valores quando comparados com os

valores da velocidade nominal, necessariamente não implicam em um maior potencial eólico para a região, já que, e eventualmente, valores nessa ordem de grandeza podem ocorrer em apenas algumas ocasiões, inviabilizando assim a sua utilização como o indicador do potencial eólico de uma região.

## CONCLUSÕES

Apesar da discrepância entre os dados originais e os dados ajustados é possível estimar o potencial eólico relativo de uma região utilizando-se a velocidade nominal do vento. Para a localidade de Florianópolis o valor encontrado foi de  $5,74 \text{ m.s}^{-1}$ . Para Abelardo Luz, o valor encontrado foi de  $3,90 \text{ m.s}^{-1}$  e para Laguna, o valor encontrado foi de  $5,45 \text{ m.s}^{-1}$ .

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

MALAGUTTI, M.; MACEDO, A. P.B.A ; SOUSA, I.F. de. Avaliação do Potencial Eólico de Boquim-SE. **In** CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA. Campos de Jordão. 1996. Anais.. p.224-227.

MARQUES JÚNIOR, S.; VIEIRA, A.R.R.;MOURA M.V.T. de. Curvas de Duração da Velocidade do Vento para Botucatu-SP. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**. vol.4. 1996. p 127-132.

MARQUES, V. da S.; WASHINGTON, D.C.; SUCHAROV, E. C. Estimativa do Potencial Eólico par Algumas Localidades do Rio de Janeiro. **In** CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA. Salvador. 1990. Anais.. p.583-587..

MIALHE, L. G. **Máquinas motoras na agricultura**. v 1, 1ª ed. , São Paulo. Editora Universidade de São Paulo. 1980. 289 p.