

## **UM PROCEDIMENTO PARA ESTIMATIVA DA ENERGIA ELÉTRICA PRODUZIDA POR MEIO DE PEQUENOS AEROGERADORES EÓLICOS**

Alex Maurício Araújo, ama@ufpe.br<sup>1</sup>

Gilberto Martins de Melo, giba1313@yahoo.com.br<sup>1</sup>

Armando Lúcio Ramos de Medeiros, armandolucio@bol.com.br<sup>1</sup>

Oyama Douglas Queiroz de Oliveira Filho, oyamadouglas@ymail.com<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pernambuco, Departamento de Engenharia Mecânica, Av. Prof. Moraes Rego, 1235 - Cidade Universitária, Recife - PE - CEP: 50670-901 | Fone PABX: (81) 2126.8000,

**Resumo:** A região Nordeste do Brasil está situada dentro da influência dos ventos alísios de SE, que são caracterizados por sua constância em intensidade e direção. Os dados de vento e temperatura do ar utilizados nesse trabalho foram medidos pela UFPE – Universidade Federal de Pernambuco numa área de testes, localizada na cidade de Olinda-PE, durante um período de 12 meses. As medições foram realizadas a uma altura de 20m do nível do solo com uma taxa de amostragem de 1 Hz e registradas a cada dez minutos. Os dados foram processados, via integração, para se obter as médias horárias. Neste trabalho, é proposta uma ferramenta alternativa com o objetivo de facilitar a utilização dos dados experimentais obtidos, na seleção de pequenos aerogeradores mais adequados ao regime eólico local. A base de comparação para a identificação buscada se estrutura na potencial produção anual de energia elétrica com as máquinas pré-escolhidas. Os resultados obtidos com a ferramenta proposta são comparados com a produção estimada de energia por meio de outros procedimentos clássicos da área.

**Palavras-chave:** estimativa de produção; energia elétrica; ventos; temperatura do ar

### **1 - INTRODUÇÃO**

A principal fonte de energia da Terra é a radiação solar. O ângulo de incidência dos raios solares que atingem determinado ponto da Terra varia ao longo do dia, devido ao movimento de rotação da Terra e ao longo do ano, ao seu movimento de translação.

O aquecimento da Terra é diferente para cada região em função da latitude e época do ano. Por outro lado, todas as regiões emitem durante as 24 horas ondas longas perdendo energia e se resfriando. As regiões tropicais têm saldo positivo de energia e as altas latitudes têm saldo negativo. É esse aquecimento desigual da Terra que resulta na formação dos ventos e das associadas correntes marítimas. Na busca do equilíbrio térmico em larga escala do planeta se processa o transporte de energia das regiões tropicais para as regiões de médias e altas latitudes por meio da circulação geral da atmosfera e pelas correntes oceânicas (Lobo et al, 2007 e Ahrens, 2000).

Nos baixos níveis da atmosfera, em escala planetária, as regiões nas latitudes entre 30°N e 30°S são servidas pelos ventos alísios. Entre o equador e 30°S são predominantes os ventos alísios de SE e entre o equador e 30°N são os ventos alísios de NE. A região Nordeste do Brasil está situada dentro da influência dos ventos alísios de SE, que são caracterizados por sua constância em intensidade e direção.

Para o levantamento das disponibilidades energéticas dos ventos aplicáveis no campo da energia eólica, no quadro tecnológico atual, o interesse fica restrito aos ventos em baixas altitudes. O fluxo do ar acima do terreno é retardado pela resistência friccional oferecida por sua superfície (efeito da camada limite). Esta resistência é caracterizada pela classe de rugosidade de sua superfície ou devido à vegetação, construções e outras estruturas instaladas acima do solo, Emeis (2007).

### **2. RECURSO EÓLICO DISPONÍVEL LOCAL**

#### **2.1. Parâmetros Levantados**

Os dados de vento e temperatura do ar utilizados nesse trabalho foram medidos pela UFPE – Universidade Federal de Pernambuco (Centro Brasileiro de Energia Eólica – CBEE) na área de testes dos aerogeradores, localizada na cidade de Olinda-PE, durante o período compreendido entre dezembro de 1996 e dezembro de 1998.

Para a série de dados disponíveis e considerando a menor perda dos dados coletados, escolheu-se o ano de 1998 para o estudo. Ainda assim, nessa série histórica ocorreram perdas de registro referentes ao período de 06 a 17 de abril (273 amostras) e de 19 de setembro a 03 de outubro (337 amostras), o que representou cerca de 6,9% do total dos dados. Esses vazios na série de dados foram preenchidos com base na matriz de transição de Markov aplicados no software Windographer, que mantém as propriedades estatísticas da série (Melo et al, 2007; Araújo et al, 2009; Vergnet, 2007).



Figura 1. Localização da estação de medição dos ventos pela UFPE em Olinda-PE. Imagem DigitalGlobe (2007).

As medições foram realizadas a uma altura de 20m do nível do solo com uma taxa de amostragem de 1Hz e registradas a cada hora como média das amostras, portanto, os eventos das velocidades eólicas consideradas neste trabalho são médias horárias.

Foram utilizados nas medições anemômetros Maximum #40, termômetros e Loggers NRG 9200 e 9300, todos os equipamentos fabricados pela NRG Systems, com as especificações informadas na Tab. (1).

Tabela 1. Especificações dos equipamentos utilizados nas medições

Equipamento	Tipo do sensor	Faixa do sensor	Precisão
Anemômetro Maximum #40	Anemômetro de quatro copos	1m/s a 96 m/s	$\pm 0,1$ m/s
Termômetro	Circuito integrado; sensor de temperatura com seis placas; escudo de radiação	-40°C a 52,5 °C	$\pm 1,11$ °C

As principais características estatísticas da série usada foram estimadas com o auxílio de modelos simplificados (Melo et al, 2007; Araújo et al, 2009). Para a altura de 20m foram encontrados os seguintes resultados: para a velocidade média anual 5,58m/s; desvio padrão 1,77m/s e constantes da distribuição de Weibull,  $k = 3,49$  e  $c = 6,29$ m/s, representada na Fig. (2).

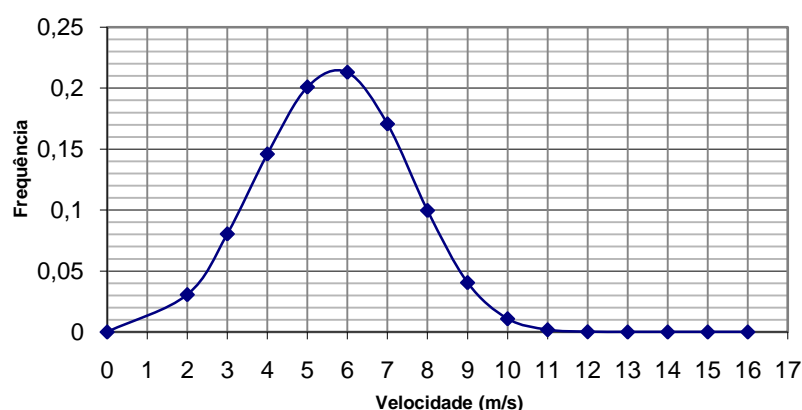


Figura 2. Distribuição de Weibull para ventos de Olinda – 20m (1998).

As temperaturas foram registradas com o termômetro instalado em uma altura de 20m, durante o período relativo ao ano de 1998. Os dados indicaram uma temperatura máxima de 32,1°C e uma temperatura mínima de 21,4°C. A temperatura média anual alcançou o valor de 27,5°C.

## 2.2. Parâmetros Estimados

Os valores da série histórica da massa específica do ar foram estimados, conhecidos a altura e a temperatura, utilizando-se a Eq. (1), conforme (Melo et al, 2007; Araújo et al, 2009), onde  $\rho$  é a massa específica em kg/m<sup>3</sup>,  $T$  a temperatura em graus Kelvin e  $Z$  a altura em metros.

$$\rho = \frac{353,049}{T} e^{\left(-0,034 \frac{Z}{T}\right)} \quad (1)$$

Com este procedimento, para  $Z = 20\text{m}$ , a massa específica média anual encontrada foi de  $1,177\text{kg/m}^3$ , a mínima  $1,156\text{kg/m}^3$  e a máxima  $1,22\text{kg/m}^3$ .

A energia disponível para um aerogerador é a energia cinética associada a um tubo de corrente de ar que se desloca a uma velocidade uniforme e constante  $V$  (m/s). O fluxo de massa de ar que atravessa a seção plana transversal  $A$  (m<sup>2</sup>) do rotor do aerogerador é  $\rho AV$  (kg/s), onde  $\rho$  é a massa específica do ar. Da consideração desses conceitos de mecânica dos fluidos, pode-se concluir que a potência disponível no vento  $P_{disp}$  (W) é proporcional ao cubo da sua velocidade de acordo com a Eq. (2), Patel (1999).

$$P_{disp} = \frac{1}{2} \rho AV^3 \quad (2)$$

A indústria eólica utiliza como padrão a massa específica do ar seco à pressão atmosférica no nível do mar a uma temperatura de  $15^\circ\text{C}$ , igual a  $1,225 \text{ kg/m}^3$ . Esse padrão é utilizado para o levantamento das curvas de potências dos aerogeradores, Patel (1999).

## 3. PROCEDIMENTO UTILIZADO PARA O LEVANTAMENTO ENERGÉTICO

Com os dados médios horários de temperatura e velocidade do vento, levantou-se o aqui denominado Perfil Energético Local (PEL), que é uma descrição em uma dada base temporal da distribuição das energias eólicas, em um local, por classes de velocidades dos ventos, através dos seguintes passos:

- 1) Estimou-se se utilizando a Eq. (1), para a altura de  $20\text{m}$ , as massas específicas médias horárias;
- 2) Estimou-se se utilizando a Eq. (2), para a altura de  $20\text{m}$ , as energias médias horárias disponíveis;
- 3) Calculou-se o somatório de toda a energia anual disponível por unidade de área do rotor ( $EAD - \text{Wh/m}^2\text{-ano}$ ), no período do ano de 1998;

$$\frac{EAD}{A} = \sum_{i=1}^{8760} \frac{1}{2} \rho_i V_i^3 \quad (3)$$

- 4) Procedeu-se a uma distribuição dos eventos das velocidades eólicas em classes pré-definidas ( $j = 1, 2, \dots, 32$ ) de comprimento de passo  $0,5\text{m/s}$ , variando esta segmentação de  $0$  a  $16\text{m/s}$ , que foi a amplitude das variações das médias horárias, estando a primeira classe entre  $0$  e  $0,5\text{m/s}$ , resultando esta divisão na seguinte série de  $\Delta_j$ :

$$\Delta_1 = 0 < V_{j,k} \leq 0,5; \Delta_2 = 0,5 < V_{j,k} \leq 1,0; \dots; \Delta_{32} = 15,5 < V_{j,k} \leq 16,0.$$

Onde  $V_{j,k}$  é a velocidade de cada evento contido na classe  $j$ , onde  $k = 1, 2, 3, \dots, n$ .

- 5) Integrou-se a energia disponibilizada no período para cada classe de velocidades de acordo com a Eq. (4), onde  $E_{V_{j,k}}$  é a energia associada com cada evento naquela classe de velocidades. Cada total de energia disponibilizada, por segmento de velocidade ( $E_{\Delta_j}$ ), foi dividida pela  $EAD$ , Eq. (5). O resultado gerou uma série de números adimensionais, variando em função da faixa da velocidade. A esta série resultante denominou-se Perfil Energético Local (PEL), para a altura de  $20\text{m}$ . Cada valor adimensional informa o percentual da energia anual disponibilizada no local, para aquela faixa de velocidade de vento.

$$E_{\Delta_j} = \sum E_{V_{j,k}} \quad (4)$$

$$PEL = \frac{E_{\Delta_j}}{EAD} \quad (5)$$

Os valores levantados do Perfil Energético Local (PEL) estão apresentados na Tab. (2).

**Tabela 2. Perfil Energético Local – Olinda/98**

V (m/s)	PEL 20m (%)	V (m/s)	PEL 20m (%)
0,5	0,00	8,5	8,21
1,0	0,00	9,0	5,86
1,5	0,02	9,5	4,65
2,0	0,04	10,0	2,25
2,5	0,09	10,5	1,18
3,0	0,18	11,0	0,50
3,5	0,45	11,5	0,14
4,0	1,13	12,0	0,16
4,5	2,47	12,5	0,09
5,0	5,06	13,0	0,10
5,5	8,28	13,5	0,00
6,0	10,81	14,0	0,00
6,5	12,52	14,5	0,00
7,0	13,45	15,0	0,00
7,5	13,08	15,5	0,00
8,0	9,26	16,0	0,00

Para se reconstituir a energia anual disponível por unidade de área em determinada classe de velocidade ( $E_{\Delta_j}$ ), multiplica-se o percentual daquela classe, Tab. (2), pela respectiva EAD (para 20m,  $EAD = 1.143,98 \text{ kWh/m}^2\text{-ano}$ ) obtendo-se a energia anual disponível  $E_{\Delta_j}$  ( $\text{kWh/m}^2\text{-ano}$ ) no vento para a classe  $j$  de velocidade desejada.

#### 4. MÁQUINAS ESTUDADAS

O critério de escolha das máquinas estudadas foi o de possibilitar uma autoprodução pré-estimada como adequada para uso com carga residencial ou de pequena empresa.

Foram simulados quatro aerogeradores, conforme (Vergnet, 2007; Westwind, 2007; Eoltec, 2007; Enersud, 2009) detalhado na Tab. (3).

**Tabela 3. Características dos aerogeradores simulados**

Fabricante	Nome Comercial	Potência Nominal (kW)	Velocidade Projeto (m/s)	Nº de Pás	Diâmetro(m)	Área Varrida (m <sup>2</sup> )	Velocidade de Partida(m/s)
VERGNET	GEV 6/5	5,0	14,0	2	6,0	28,3	3,5
WESTWIND	5,5 KW	5,5	14,0	3	5,1	20,4	3,0
EOLTEC	Scirocco	6,0	11,5	2	5,6	24,7	2,7
ENERSUD	Verne555	6,0	12,0	3	5,55	24,2	2,2

##### 4.1. Estimativa da Potência Teórica Disponível no Vento na Pressão Atmosférica Padrão

A estimativa da potência teórica disponível no vento ( $P_{disp}$ ) na pressão atmosférica padrão (massa específica de  $1,225 \text{ kg/m}^3$ ) e a velocidade do vento arbitrada ( $V$ ), foi realizada com o uso da Eq. (2), simulando as condições de laboratório, e os resultados obtidos estão indicados na Tab. (4). Este procedimento possibilita a comparação direta dos dados de vento com as curvas de potência elétrica dos aerogeradores, que são levantadas à pressão atmosférica padrão.

**Tabela 4. Potência teórica disponível no vento por unidade de área à atmosfera padrão**

<b>V (m/s)</b>	<b>0,5</b>	<b>1,0</b>	<b>1,5</b>	<b>2,0</b>	<b>2,5</b>	<b>3,0</b>	<b>3,5</b>
$P_{disp}$ (W/m <sup>2</sup> )	0,077	0,61	2,07	4,9	9,57	16,54	26,26
<b>V (m/s)</b>	<b>4,0</b>	<b>4,5</b>	<b>5,0</b>	<b>5,5</b>	<b>6,0</b>	<b>6,5</b>	<b>7,0</b>
$P_{disp}$ (W/m <sup>2</sup> )	39,20	55,81	76,56	101,90	132,30	168,21	210,09
<b>V (m/s)</b>	<b>7,5</b>	<b>8,0</b>	<b>8,5</b>	<b>9,0</b>	<b>9,5</b>	<b>10,0</b>	<b>10,5</b>
$P_{disp}$ (W/m <sup>2</sup> )	258,398	313,60	376,15	446,51	525,14	612,50	709,04
<b>V (m/s)</b>	<b>11,0</b>	<b>11,5</b>	<b>12,0</b>	<b>12,5</b>	<b>13,0</b>	<b>13,5</b>	<b>14,0</b>
$P_{disp}$ (W/m <sup>2</sup> )	815,24	931,54	1.058,40	1.196,29	1.345,66	1.506,98	1.680,70
<b>V (m/s)</b>	<b>14,5</b>	<b>15,0</b>	<b>15,5</b>	<b>16,0</b>	<b>16,5</b>	<b>17,0</b>	<b>17,5</b>
$P_{disp}$ (W/m <sup>2</sup> )	1.867,28	2.067,18	2.280,87	2.508,80	2.751,43	3.009,21	3.282,62

#### 4.2. Estimativa do Coeficiente de Potência do Aerogerador

Os fabricantes de sistemas de aerogeradores de pequeno porte denominam como  $C_p$  a relação entre a potência elétrica levantada ( $P_e$ ) com a potência teórica disponível naquela velocidade de vento. Eles fornecem em catálogo a potência elétrica produzida através de sua curva de potência elétrica [ $P_e$  (kW) vs.  $V$  (m/s)].

Para se obter os valores correspondentes das potências elétricas que seriam produzidas, utilizaram-se os mesmos valores das velocidades de vento da Tab. (4). Utilizando a Eq. (6), estimou-se o coeficiente de potência ( $C_p$ ) para cada velocidade de vento através da relação entre as potências elétricas de saída ( $P_e$ ) por unidade de área dos aerogeradores, previstas pelos fabricantes, e a potência teoricamente disponibilizada ( $P_{disp}$ ) naquela velocidade.

$$C_p(V) = \frac{P_e}{P_{disp}} \quad (6)$$

#### 5. SELEÇÃO DO AEROGERADOR

Do conceito do  $PEL$ , que é uma descrição em uma dada base temporal da distribuição das energias eólicas em um local, por classes de velocidades dos ventos, portanto um adimensional que dá a característica do rendimento energético do vento local, com o conceito do  $C_p(V)$ , que fornece o rendimento do conjunto aerogerador, pode-se inferir um coeficiente de desempenho ( $CD$ ) do aerogerador conforme indicado pela Eq.(7).

$$CD = \sum PEL \times C_p(V) \quad (7)$$

Onde  $CD$  é o coeficiente de desempenho,  $PEL$  o perfil energético local para determinada velocidade e  $C_p(V)$  o correspondente coeficiente de potência.

Com os dados disponibilizados na Tab. (2) e os valores de  $C_p(V)$  apresentados na Tab. (7), os valores correspondentes a cada velocidade foram multiplicados e os resultados obtidos integralizados, encontrando-se o coeficiente de desempenho ( $CD$ ) para cada aerogerador.

Este procedimento indicará a máquina com desempenho mais adequado às características de vento do local. O aerogerador mais adequado será o que apresentar o maior  $CD$ .

Os resultados encontrados para os aerogeradores analisados, calculados pela Eq. (7), estão apresentados na Tab. (5).

**Tabela 5. Coeficientes de desempenho dos aerogeradores**

Aerogerador	GEV 6/5	5.5 kW	Scirocco	Verne555
$CD$	0,20990	0,29086	0,33043	0,27445

A energia anual total por cada aerogerador ( $EAT$  em kWh-ano), foi determinada multiplicando-se o coeficiente de desempenho ( $CD$ ), Tab. (5), pela energia total disponível ( $EAD$  em kWh/m<sup>2</sup>-ano) e a área do seu rotor ( $A$  em m<sup>2</sup>), Tab. (3).

O cálculo da energia anual total de cada aerogerador é obtido utilizando a Eq. (8). Os resultados obtidos estão indicados na Tab.(6).

$$EAT = CD \times EAD \times A \quad (8)$$

Tabela 6. Energia anual total produzida pelos aerogeradores em kWh-ano

Aerogerador	GEV 6/5	5.5 KW	Scirocco	Verne 555
EAT (kWh-ano)	6.115,91	6.109,08	8.403,08	7.595,97

Tabela 7. Potências elétricas dos aerogeradores e respectivos coeficientes de potência

Modelo	GEV		5.5 KW		Scirocco		Verne 555	
	$P_e$ (kW)	$C_p(V)$	$P_e$ (kW)	$C_p(V)$	$P_e$ (kW)	$C_p(V)$	$P_e$ (kW)	$C_p(V)$
0,5	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00
1,0	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00
1,5	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00
2,0	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00
2,5	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,17
3,0	0,0	0,00	0,1	0,19	0,1	0,34	0,1	0,19
3,5	0,0	0,00	0,1	0,23	0,2	0,34	0,1	0,19
4,0	0,1	0,11	0,2	0,26	0,3	0,35	0,2	0,24
4,5	0,3	0,16	0,3	0,28	0,5	0,35	0,4	0,26
5,0	0,5	0,23	0,5	0,32	0,7	0,36	0,6	0,31
5,5	0,7	0,23	0,6	0,31	0,9	0,36	0,7	0,30
6,0	0,9	0,24	0,9	0,34	1,2	0,36	1,0	0,31
6,5	1,2	0,26	1,1	0,31	1,5	0,35	1,3	0,32
7,0	1,6	0,27	1,4	0,33	1,8	0,35	1,5	0,29
7,5	2,0	0,27	1,8	0,34	2,2	0,35	1,8	0,29
8,0	2,5	0,28	2,1	0,33	2,7	0,35	2,2	0,29
8,5	2,9	0,27	2,4	0,31	3,3	0,35	2,6	0,29
9,0	3,3	0,26	2,8	0,31	3,9	0,35	3,1	0,29
9,5	3,6	0,24	3,2	0,30	4,4	0,34	3,6	0,28
10,0	4,0	0,23	3,5	0,28	5,0	0,33	4,0	0,27
10,5	4,4	0,22	3,8	0,26	5,3	0,30	4,6	0,27
11,0	4,6	0,20	4,2	0,25	5,6	0,28	4,9	0,25
11,5	4,9	0,19	4,6	0,24	5,8	0,25	5,2	0,23
12,0	5,1	0,17	4,8	0,22	6,0	0,23	5,6	0,22
12,5	5,4	0,16	4,9	0,20	6,0	0,20	5,8	0,20
13,0	5,7	0,15	5,2	0,19	6,0	0,18	6,0	0,18
13,5	6,0	0,14	5,5	0,18	6,0	0,16	5,9	0,16
14,0	5,9	0,13	5,5	0,16	6,0	0,15	5,9	0,15
14,5	5,8	0,11	5,3	0,14	6,0	0,13	5,6	0,13
15,0	5,6	0,10	5,1	0,12	6,0	0,12	5,5	0,11
15,5	5,2	0,08	4,7	0,10	6,0	0,11	5,0	0,09
16,0	5,0	0,07	4,4	0,09	6,0	0,10	4,7	0,08

## 6. COMPARATIVO ENTRE O PEL E OUTROS PROCEDIMENTOS

Com a série temporal de velocidades de vento médias horárias na altura de 20m foram encontrados os seguintes resultados: velocidade média anual 5,58m/s; desvio padrão 1,77m/s; constantes da distribuição de Weibull,  $k = 3,49$  e  $c = 6,29$ m/s; massa específica média anual  $\rho = 1,177$ kg/m<sup>3</sup> (Melo et al, 2007; Araújo et al, 2009). Com esses dados e utilizando o software Windographer, produzido e distribuído pela Mystaya Engineering Inc., foram encontradas as produções de energia para os aerogeradores em estudo, conforme Tab. (8).



Tabela 8. Comparativo da produção pelos aerogeradores em kWh – ano

Método	Aerogerador	GEV 6/5	5.5 KW	Scirocco	Verne 555
Windographer	Torre 20m	8.249,00	7.677,00	10.229,00	8.399,00
Weibull		8.569,80	7.954,50	10.538,00	8.576,80
PEL		6.115,91	6.109,08	8.403,08	7.595,97

Os valores encontrados pelo método *PEL* foram sempre inferiores aos fornecidos pelo software e o método utilizando os parâmetros de Weibull. A diferença encontrada poderia ser motivada pelo processo de discretização das classes de velocidades. A utilização dos aerogeradores em um teste de campo monitorado por sensores de energia elétrica, temperatura e velocidade do vento poderia esclarecer as diferenças entre os resultados obtidos.

## 7. CONCLUSÕES

Para o usuário, a aplicação do Perfil Energético Local (*PEL*) associado ao coeficiente de potência do aerogerador, facilitará a escolha da máquina mais adequada. Para o projetista, o uso do *PEL* servirá de parâmetro para otimizar o desempenho do aerogerador.

Os dados dos equipamentos que foram utilizados são para efeito demonstrativo dos procedimentos testados, necessitando que as curvas e coeficientes utilizados na aplicação sejam certificados por uma instituição credenciada para tal fim. O procedimento proposto neste trabalho poderia também ser utilizado para máquinas de maior porte.

## 8. AGRADECIMENTOS

À CAPES – Programa Pró-Engenharias e ao CNPq – Edital Universal.

## 9. BIBLIOGRAFIA

- Lobo, P. R. V. e Soares, C. A., 2007, “Meteorologia e Oceanografia”, DHN, 465 p.
- Ahrens, C. D., 2000, “Essential of Meteorology”, Thomson-Brooks/Cole, Belmont, USA, 454 p.
- Emeis, S., Türk, M., 2007, “Comparison of Logarithmic Wind Profiles and Power Law Wind Profiles and their Applicability for Offshore Wind Profiles”, Wind Energy Colloquium Proceedings of the Euromech, Springer, 363 p.
- Melo, G. M., Araújo, A. M., 2007, “Simulação da Produção de Energia Elétrica com Turbinas Eólicas de Pequeno Porte em Regime de Ventos de Olinda / BR”, 8º Congresso Iberoamericano de Engenharia Mecânica.
- Araújo, A. M., Melo, G. M., Medeiros, A.L.R., Santos, M. J., 2009, “Simulación de la Producción de Energía Eléctrica con Aerogeneradores de Pequeño Tamaño”, Información Tecnológica, Vol. 20 No. 3.
- Patel, M.R., 1999, “Wind and Solar Power Systems”, CRC Press LLC, Boca Raton, USA, 351 p.
- Vergnet SA - [http://www.vergnet.fr/Commun/tele/EN/Eole/GEV\\_6-5\\_EN.pdf](http://www.vergnet.fr/Commun/tele/EN/Eole/GEV_6-5_EN.pdf). Acessada em 24/05/2007.
- Westwind Wind Turbines, <http://www.westwind.com.au/turbines/5kw.htm>, Acessada em 24/05/2007.
- Eoltec Wind Turbines - [http://www.eoltec.com/English/Main\\_en.htm](http://www.eoltec.com/English/Main_en.htm) – Acessada em 24/05/2007.
- Enersud, <http://www.enersud.com.br/produtos.asp> - Acessada em 12 de janeiro de 2009

## 10. DIREITOS AUTORAIS

Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo do material impresso incluído no seu trabalho.

## A PROCEDURE TO ESTIMATE OF ELECTRICITY PRODUCED BY MEANS OF SMALL WIND TURBINES

Alex Maurício Araújo, ama@ufpe.br<sup>1</sup>

Gilberto Martins de Melo, giba1313@yahoo.com.br<sup>1</sup>

Armando Lúcio Ramos de Medeiros, armandolucio@bol.com.br<sup>1</sup>

Oyama Douglas Queiroz de Oliveira Filho, oyamadouglas@ymail.com<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal de Pernambuco, Departamento de Engenharia Mecânica, Av. Prof. Moraes Rego, 1235 - Cidade Universitária, Recife - PE - CEP: 50670-901 | Fone PABX: (81) 2126.8000,

**Abstract:** *The Northeast region of Brazil is located within the influence of winds from SE, characterized by its constancy in intensity and direction. Data on wind and air temperature used in this study were measured by UFPE - Federal University of Pernambuco in a test area located in the city of Olinda-PE, for a period of 12 months. Measurements were made at a height of 20m from ground level with a sampling rate of 1 Hz and recorded every ten minutes. The data were processed via integration, to obtain the hourly averages. In this paper, we propose an alternative tool in order to facilitate the use of experimental data obtained in the selection of small wind turbines more suitable for the local wind regime. The basis of comparison for the identification structure is sought in potential annual production of electric machines with pre-selected. The results obtained with the proposed tool are compared with the estimated production of energy through other traditional procedures in the area.*

**Keywords:** *estimation of production; electric power; wind; air temperature*