

SÉRIE
RECURSOS ENERGÉTICOS

NOTA TÉCNICA DEA 09/10

**Instruções para as medições
anemométricas e climatológicas
Leilão de Energia de Reserva 2009
Revisão 1**

Rio de Janeiro
Maio de 2010



Empresa de Pesquisa Energética

Ministério de
Minas e Energia

(Esta página foi intencionalmente deixada em branco para o adequado alinhamento de páginas na impressão com a opção frente e verso - “*double sided*”)



GOVERNO FEDERAL

Ministério de Minas e Energia

Ministro

Márcio Pereira Zimmermann

Secretário Executivo

José Antônio Corrêa Coimbra

Secretário de Planejamento e Desenvolvimento Energético

Altino Ventura Filho



Empresa pública, vinculada ao Ministério de Minas e Energia, instituída nos termos da Lei nº 10.847, de 15 de março de 2004, a EPE tem por finalidade prestar serviços na área de estudos e pesquisas destinadas a subsidiar o planejamento do setor energético, tais como energia elétrica, petróleo e gás natural e seus derivados, carvão mineral, fontes energéticas renováveis e eficiência energética, dentre outras.

Presidente

Maurício Tiomno Tolmasquim

Diretor de Estudos Econômico-Energéticos e Ambientais

Amílcar Guerreiro

Diretor de Estudos de Energia Elétrica

José Carlos de Miranda Farias

Diretor de Estudos de Petróleo, Gás e Biocombustível

Elson Ronaldo Nunes

Diretor de Gestão Corporativa

Ibanês César Cássel

URL: <http://www.epe.gov.br>

Sede

SAN – Quadra 1 – Bloco B – Sala 100-A
70041-903 - Brasília – DF

Escritório Central

Av. Rio Branco, n.º 01 – 11º Andar
20090-003 - Rio de Janeiro – RJ

Série RECURSOS ENERGÉTICOS

NOTA TÉCNICA DEA 09/10

Instruções para as medições anemométricas e climatológicas Leilão de Energia de Reserva 2009 - Revisão 1

Coordenação Geral

Maurício Tiomno Tolmasquim

Amílcar Guerreiro

Coordenação Executiva

Amílcar Guerreiro

Equipe Técnica

Juarez C. Lopes

Torsten Schwab (GTZ)

Rio de Janeiro

Maio de 2010

(Esta página foi intencionalmente deixada em branco para o adequado alinhamento de páginas na impressão com a opção frente e verso - “*double sided*”)

Série
RECURSOS ENERGÉTICOS

NOTA TÉCNICA DEA 09/10

**Instruções para as
medições anemométricas e climatológicas
Leilão de Energia de Reserva 2009
Revisão 1**

SUMÁRIO

1	OBJETIVO	3
2	SOBRE AS ESTAÇÕES DE MEDIÇÃO	4
3	SOBRE OS EQUIPAMENTOS DE MEDIÇÃO	6
4	CADASTRAMENTO E INTERVENÇÕES	8
5	PROTOCOLO DE ENVIO E FORMATO DOS DADOS	9

(Esta página foi intencionalmente deixada em branco para o adequado alinhamento de páginas na impressão com a opção frente e verso - “*double sided*”)

1 OBJETIVO

Esta Nota Técnica apresenta as instruções gerais para o cumprimento do Artigo 5º, inciso XII, parágrafo 8º da Portaria MME 211, de 28 de maio de 2009, que se refere às medições anemométricas e climatológicas a serem realizadas e enviadas à EPE pelos proponentes vencedores do leilão de energia de reserva específico para a fonte eólica.

Tais medições constituirão banco de dados permanente e referencial para estudos sobre a energia eólica e para o desenvolvimento de instrumental técnico voltado ao planejamento, à operação e à integração de parques eólicos ao sistema elétrico nacional.

Esta revisão introduz algumas alterações na Nota Técnica original de modo a adequá-la, onde cabível, às instruções contidas no documento “MEASNET Evaluation of Site-Specific Wind Conditions - Version 1”, de novembro de 2009.

Para facilidade de identificação, as alterações introduzidas estão assinaladas em negrito ao longo da Nota.

2 SOBRE AS ESTAÇÕES DE MEDIÇÃO

2.1 Cada parque eólico vencedor do leilão, independentemente da potência instalada ou área ocupada, deverá instalar, dentro da área do parque, uma estação para medição, registro e envio à EPE, de dados anemométricos e climatológicos que deverão ser enviados à EPE conforme descrito nesta Nota Técnica.

2.2 As medições anemométricas e climatológicas serão permanentes e continuadas durante todo o período de vigência do contrato estabelecido no leilão de energia de reserva.

2.3 As medições anemométricas e climatológicas não são exclusivas da EPE e o proprietário do parque eólico poderá dispor delas livremente para verificação, controle e operação do parque.

2.4 A estação de medição deverá ser instalada em local definitivo e iniciar as medições, registros e envio das informações à EPE em até 180 (cento e oitenta) dias após a assinatura do Contrato de Energia de Reserva - CER.

2.5 Até o início das medições a estação de medição deverá ser cadastrada na EPE, de acordo com o procedimento estabelecido no Capítulo 4 - Cadastramento e Intervenções.

2.6 A estação de medição deve ser posicionada na parte frontal do parque eólico tendo como referência a direção predominante dos ventos, em local representativo do parque e onde obstáculos naturais ou turbulência produzida por aerogeradores não interfiram nas medições anemométricas.

2.7 A estação de medição deve ter adequada proteção contra descargas atmosféricas e atender às normas relativas à sinalização luminosa para o tráfego aéreo.

2.8 A estação de medição deve conter, além do registrador de medições (“*data logger*”), pelo menos os seguintes medidores:

- 02 (dois) anemômetros de concha;
- 02 (dois) medidores de direção dos ventos (“*wind vanes*”);
- 01 (um) medidor de umidade do ar;
- 01 (um) medidor de pressão barométrica; e
- 01 (um) termômetro.

2.9 A estação de medição deve receber manutenção preventiva anual e corretiva sempre que necessário para garantir a qualidade e os índices máximos de perdas das medições anemométricas e climatológicas.

2.10 As manutenções preventivas e corretivas e quaisquer modificações da estação de medição devem ser registradas em relatório de intervenção. As informações a serem prestadas nesse relatório são descritas no Capítulo 4 - Cadastramento e Intervenções.

2.11 O projeto e a montagem da estação, os equipamentos de medição e as rotinas de medição e manutenção devem observar as seguintes Normas Técnicas e publicações:

- a. IEA - INTERNATIONAL ENERGY AGENCY: 11. Wind speed measurement and use of cup anemometry; 1. Edition; Glasgow; 1999.
- b. MEASNET: Cup Anemometer Calibration Procedure; Version 1; Sep 1997.
- c. IEC - INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION: Wind turbines - Part 12-1: Power performance measurements of electricity producing wind turbines (IEC 61400-12-1:2005); 2005.
- d. MEASNET: Evaluation of site-specific Wind conditions; Version 1, Nov 2009.

3 SOBRE OS EQUIPAMENTOS DE MEDIÇÃO

3.1 Os anemômetros devem ser do tipo *Class 1* ou melhor, de acordo com a classificação da Norma IEC 61400-12-1.

3.2 A calibração inicial dos anemômetros deve ser realizada por instituição acreditada MEASNET.

3.3 Os medidores de direção dos ventos devem ser de precisão igual ou melhor que 2% e resolução de 1°.

3.4 Os medidores de direção de vento devem registrar corretamente o “*North Jump*”.

3.5 As medições de velocidade e direção dos ventos devem ser realizadas a cada segundo (frequência de 1 Hz) e integralizadas em intervalo de **10 (dez) minutos**.

3.6 Os registros das medições não poderão ter índice de perda de dados superior a 10% e o período contínuo máximo de interrupções não poderá ser superior a 15 dias.

3.7 O posicionamento dos equipamentos de medição deve estar em conformidade com as recomendações das Normas e publicações citadas nos itens 2.8 a e 2.8 c. Em especial deve-se observar:

- Um anemômetro deverá ser colocado no topo da estação de medição (anemômetro superior), em altura do solo igual à do eixo das turbinas do parque eólico e, no mínimo, a 50 metros de altura do solo;
- O anemômetro superior deve estar livre de perturbações e interferências causadas por outros instrumentos de medição;
- O segundo anemômetro deve ficar à distância mínima de 20 metros abaixo do anemômetro superior;
- O medidor superior de direção de vento deve ser instalado 1,5 metros abaixo do anemômetro superior;
- **Os medidores de direção de vento devem ser calibrados (*in situ*) de modo que a marca “0 (zero) graus” indique o norte geográfico;**
- O barômetro, o medidor de umidade relativa do ar e o termômetro devem ser instalados cerca de **10 metros abaixo do topo da estação de medição**.

3.8 O registrador de medições (“*data logger*”) deve ter os seguintes recursos:

- Canais para registro de, pelo menos, 2 (dois) anemômetros;
- Canais para registro de, pelo menos, 2 (dois) medidores de direção de vento;
- Frequência ajustável do intervalo de medição (no mínimo entre 10 por segundo (10 Hz) e 1 por minuto (1/60 Hz));
- Tempo ajustável do intervalo de integração (no mínimo entre 1 minuto e 1 hora);
- Canais para registro direto das velocidades máxima e mínima do vento no intervalo de integração e da média e do desvio padrão das medições realizadas no intervalo de integração;

- Canais para registro da média e do desvio padrão das medições de direção do vento realizadas no intervalo de integração;
- Canais para registro das medições de umidade relativa do ar, pressão barométrica e temperatura ambiente;
- Abastecimento de energia elétrica independente e seguro;
- Memória suficiente para garantir a retirada de dados *in situ* caso haja problema de transmissão;
- Leitura remota (GSM ou satélite).

3.9 Os anemômetros devem ser recalibrados pelo menos a cada 24 (vinte e quatro) meses por laboratório acreditado. A calibração deve obedecer aos procedimentos e recomendações da norma IEC 61400-12-1, anexo F.

3.10 A estação deve continuar operando normalmente durante a recalibração de equipamentos, ou seja, deve ser colocado um medidor calibrado quando da substituição dos anemômetros.

3.11 Os registros das medições devem ser encaminhados à EPE de acordo com os padrões definidos no Capítulo 5 - Protocolo de Envio e Formato dos Dados.

4 CADASTRAMENTO E INTERVENÇÕES

4.1 Antes do início de envio dos registros de medições anemométricas e climatológicas a estação de medição deverá ser cadastrada na EPE, via Internet, em endereço eletrônico a ser definido, ocasião em que será fornecido o código numérico de identificação da estação.

4.2 Por ocasião do cadastramento serão solicitadas as seguintes informações:

- Posição geográfica da estação de medição. A posição geográfica da estação deverá ser referenciada à projeção UTM, vinculado ao Sistema Geodésico Brasileiro - SIRGAS 2000, indicando qual o meridiano central ou zona;
- Nome, endereço para correspondência, telefone e endereço eletrônico do responsável pelas medições;
- Marca, modelo, fabricante e, onde cabível, número de série dos instrumentos de medição e “*data logger*”;
- **Desenho da estação de medição indicando o tipo da estrutura e suas dimensões, assim como a posição e altura em relação ao solo dos instrumentos de medição;**
- Relação de códigos de erros de medição e significado dos códigos;
- Registro fotográfico da estação de medição (4 fotografias), à distância de aproximadamente 50 metros, mostrando a estação a partir das direções Norte, Sul, Leste e Oeste;
- Certificados válidos de calibração dos instrumentos de medição anemométrica **emitidos por instituição acreditada MEASNET e fatores de calibração.**
- **“Off-set” dos medidores de direção de vento.**

4.3 Após manutenções preventivas, corretivas ou recalibração de instrumentos de medição o responsável pela estação de medição deverá apresentar Relatório de Intervenção, preenchido, via Internet, em endereço eletrônico a ser definido pela EPE.

4.4 O Relatório de Intervenção conterá as seguintes informações:

- Código de Identificação da estação anemométrica;
- Data da intervenção;
- Tipo da intervenção;
- Em caso de substituição de equipamento de medição:
 - Do equipamento retirado: tipo de equipamento, posição na torre de medição, fabricante, número de serie e motivo da troca do equipamento;
 - Do equipamento instalado: tipo de equipamento, posição na torre de medição, fabricante, número de serie e, **se substituídos anemômetros, cópia dos certificados e fatores de calibração.**

Caso sejam alterados os códigos de erros, deve ser fornecida nova relação de códigos e significados.

5 PROTOCOLO DE ENVIO E FORMATO DOS DADOS

- 5.1 Os registros das medições devem ser transmitidos à EPE a cada 15 (quinze) dias.
- 5.2 A plausibilidade das medições deve ser verificada antes do envio dos registros à EPE.
- 5.3 A EPE pode, a qualquer momento, retirar os dados diretamente na estação de medição.
- 5.4 Os registros das medições devem ser transmitidos à EPE em forma de arquivo digital do tipo texto, anexado à correspondência eletrônica enviada a endereço a ser definido pela EPE.
- 5.5 O arquivo digital conterá um cabeçalho (“*header*”) com o código de identificação da estação de medição e descritores dos dados informados e os registros de medição propriamente ditos, conforme exemplo mostrado no item 5.9.
- 5.6 Os registros de medição deverão conter, pelo menos, as seguintes informações e na sequência abaixo descrita:
 1. Dia do início do intervalo (de **10 minutos**) de medição - formato [AAAAMMDD]
 2. Horário do início do intervalo (de **10 minutos**) de medição - formato [hhmmss]
 3. Código de erro do intervalo, com “000” indicando medição sem erro - formato [xxx]
 4. Pressão do ar [hPa]: média do intervalo (800 .. 1100 hPa; ± 1 hPa) - formato [xxxx]
 5. Temperatura do ar [$^{\circ}$ C] : média do intervalo (-10 $^{\circ}$ C .. +60 $^{\circ}$ C; $\pm 0,1$ $^{\circ}$ C) - formato [sxx,x]
 6. Umidade relativa do ar [%rel]: média do intervalo (0 % .. 100 %; $\pm 0,1$ %) - formato [xx,x]
 7. Velocidades do vento do anemômetro superior [m/s] (0 m/s .. 99 m/s; $\pm 0,05$ m/s) - formato [xx,xx]:
 - a. Média do intervalo
 - b. Máximo do intervalo
 - c. Mínimo do intervalo
 - d. Desvio padrão do intervalo
 8. Direção do vento do medidor superior de direção do vento (0 $^{\circ}$.. 360 $^{\circ}$; $\pm 1^{\circ}$) - formato [xxx]:
 - e. Média do intervalo
 - f. Desvio padrão do intervalo
 9. Velocidade do vento do segundo anemômetro (0 m/s .. 99 m/s; $\pm 0,05$ m/s) - formato [xx,xx]:
 - g. Média do intervalo
 - h. Máximo do intervalo
 - i. Mínimo do intervalo
 - j. Desvio padrão do intervalo

10. Direção do vento do segundo medidor de direção do vento ($0^\circ \dots 360^\circ$; $\pm 1^\circ$) - formato [xxx]:

- k. Média do intervalo
- l. Desvio padrão do intervalo

5.7 O registro de horário das medições deverá estar referenciado à “UTC - 3” (“Coordinated Universal Time” menos três horas) e não acompanhará o horário de verão.

5.8 Caso existam mais de dois anemômetros e/ou “*wind vanes*” na estação de medição, os campos referidos nos subitens 7 e 8 do item 5.4 devem ser repetidos. Caso inexistentes, esses campos devem ser preenchidos com “-“ (hífen).

5.9 As colunas dos registros das medições devem ser separados pelo símbolo “|” (*pipe*) e zero ou mais “ ” (espaço) e o símbolo “,” (vírgula) deve ser usado como separador de decimais. Os registros de medições devem ser iniciados com uma linha contendo a palavra “*dados*”, finalizados com uma linha contendo a palavra “*fimdados*” e cada linha deve terminar com “*line feed*”.

5.10 Exemplo: arquivo “000002_20101216_20101216.TXT” (a seguir)

Estação	000002
Início	20101216130500
Fim	20101216131500
CH01	Dia do início do intervalo (de 10 minutos) de medição [AAAAMDD]
CH02	Horário do início do intervalo (de 10 minutos) de medição [hhmmss]
CH03	Código de erro do intervalo, com "0" indicando medição sem erro
CH04	Pressão do ar [hPa]: média do intervalo
CH05	Temperatura do ar [°C] : média do intervalo
CH06	Umidade relativa do ar [% rel]: média do intervalo
CH07	Anemômetro superior (80m), velocidade do vento [m/s]: média do intervalo
CH08	Anemômetro superior (80m), velocidade do vento [m/s]: máximo do intervalo
CH09	Anemômetro superior (80m), velocidade do vento [m/s]: mínimo do intervalo
CH10	Anemômetro superior (80m), velocidade do vento [m/s]: desvio padrão do intervalo
CH11	Wind Vane superior (78,5m), direção de vento [°]: média do intervalo
CH12	Wind Vane superior (78,5m), direção de vento [°]: desvio padrão do intervalo
CH13	Anemômetro 2 (50m), velocidade do vento [m/s]: média do intervalo
CH14	Anemômetro 2 (50m), velocidade do vento [m/s]: máximo do intervalo
CH15	Anemômetro 2 (50m), velocidade do vento [m/s]: mínimo do intervalo
CH16	Anemômetro 2 (50m), velocidade do vento [m/s]: desvio padrão do intervalo
CH17	Wind Vane 2 (49,5m), direção de vento [°]: média do intervalo
CH18	Wind Vane 2 (49,5m), direção de vento [°]: desvio padrão do intervalo
CH19	Anemômetro 3 (77m), velocidade do vento [m/s]: média do intervalo
CH20	Anemômetro 3 (77m), velocidade do vento [m/s]: máximo do intervalo
CH21	Anemômetro 3 (77m), velocidade do vento [m/s]: mínimo do intervalo
CH22	Anemômetro 3 (77m), velocidade do vento [m/s]: desvio padrão do intervalo
CH23	Inexistente
CH24	Inexistente

	CH01	CH02	CH03	CH04	CH05	CH06	CH07	CH08	CH09	CH10	CH11	CH12	CH13	CH14	CH15	CH16	CH17	CH18	CH19	CH20	CH21	CH22	CH23	CH24
dados																								
	20101216	130000	0	1009	32,9	56,2	8,65	9,50	7,80	0,48	16	3	8,44	9,40	7,50	0,55	15	3	8,74	9,50	7,80	0,46	-	-
	20101216	131000	0	1008	33,0	56,4	8,64	9,50	7,80	0,50	16	2	8,34	9,30	7,40	0,57	16	1	8,70	9,55	7,75	0,50	-	-
	20101216	132000	0	1008	32,9	56,6	8,56	9,50	7,70	0,52	16	1	8,50	9,35	7,50	0,56	15	2	8,50	9,50	7,80	0,48	-	-
fimdados																								