

SÉRIE  
RECURSOS ENERGÉTICOS

NOTA TÉCNICA DEA 04/13

# Leilões de Energia: Instruções para a Elaboração de Relatórios de Instalação e Manutenção das Estações Anemométricas do Sistema AMA - R1

Rio de Janeiro  
Junho de 2013



Empresa de Pesquisa Energética

Ministério de  
Minas e Energia

GOVERNO FEDERAL  
**BRASIL**  
PAÍS RICO É PAÍS SEM POBREZA

(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**

Edison Lobão

**Secretário Executivo**

Márcio Pereira Zimmermann

**Secretário de Planejamento e Desenvolvimento Energético**

Altino Ventura Filho

## Série RECURSOS ENERGÉTICOS

NOTA TÉCNICA DEA 04/13

### Leilões de Energia: Instruções para a Elaboração de Relatórios de Instalação e Manutenção das Estações Anemométricas do Sistema AMA - R1



Empresa de Pesquisa Energética

*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**

Alvaro Henrique Matias Pereira

**Coordenação Geral**

Maurício Tiomno Tolmasquim

Amílcar Guerreiro

**Coordenação Executiva**

Amílcar Guerreiro

**Coordenação Técnica**

Juarez C. Lopes

**Equipe Técnica**

Flávio Rosa

Gustavo Haydt

Claudia Bento (Tecnologia da Informação)

Roberto Castro (GIZ)

Igor Tupinambá (Estagiário)

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

**Sede**

SCN – Quadra 1 – Bloco C Nº 85 – Salas 1712/1714

Edifício Brasília Trade Center

70711-902- Brasília – DF

**Escritório Central**

Av. Rio Branco, n.º 01 – 11º Andar

20090-003 - Rio de Janeiro – RJ

Rio de Janeiro

Junho de 2013

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

# Leilões de Energia: Instruções para a Elaboração de Relatórios de Instalação e Manutenção das Estações Anemométricas do Sistema AMA - R1

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>OBJETIVO</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>RELATÓRIO DE INSTALAÇÃO</b>	<b>2</b>
2.1.	DESCRIÇÃO DO LOCAL DE INSTALAÇÃO DA ESTAÇÃO	3
2.2.	DESCRIÇÃO DA TORRE DE MEDIÇÃO	5
2.3.	INSTRUMENTOS DE MEDIÇÃO	13
2.4.	VERIFICAÇÃO DO FUNCIONAMENTO DOS INSTRUMENTOS	15
2.5.	ANEXOS	17
<b>3</b>	<b>RELATÓRIO DE MANUTENÇÃO</b>	<b>18</b>
3.1	MODELO DE RELATÓRIO DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA ANUAL	19
<b>4</b>	<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>25</b>

(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

Este documento tem como objetivo orientar a elaboração e estabelecer um padrão mínimo de informações que devem ser apresentadas nos relatórios de instalação e de manutenção anual das estações que fornecem medições climáticas e anemométricas ao sistema AMA, cujas especificações técnicas são descritas na Nota Técnica DEA 10/13.

Motiva este trabalho a diversidade dos relatórios de instalação das estações anemométricas registradas no sistema AMA, nem todos com suficiente quantidade, detalhamento ou clareza de informações que possibilitem a identificação de problemas verificados posteriormente, quando do início das medições anemométricas.

Sugere-se que o relatório de instalação seja cadastrado no sistema AMA antes da data prevista para o início do envio das medições anemométricas.

A EPE agradece os comentários recebidos de vários responsáveis pela operação das estações de medição, que ajudaram sobretudo a aprimorar este documento.

## 2 RELATÓRIO DE INSTALAÇÃO

O relatório de instalação da estação de medição deve descrever as características do local da estação, as características físicas e construtivas da torre e dos instrumentos nela instalados, aspectos relativos à montagem dos instrumentos e procedimentos de verificação do correto funcionamento desses instrumentos.

Deverão constar do relatório de instalação:

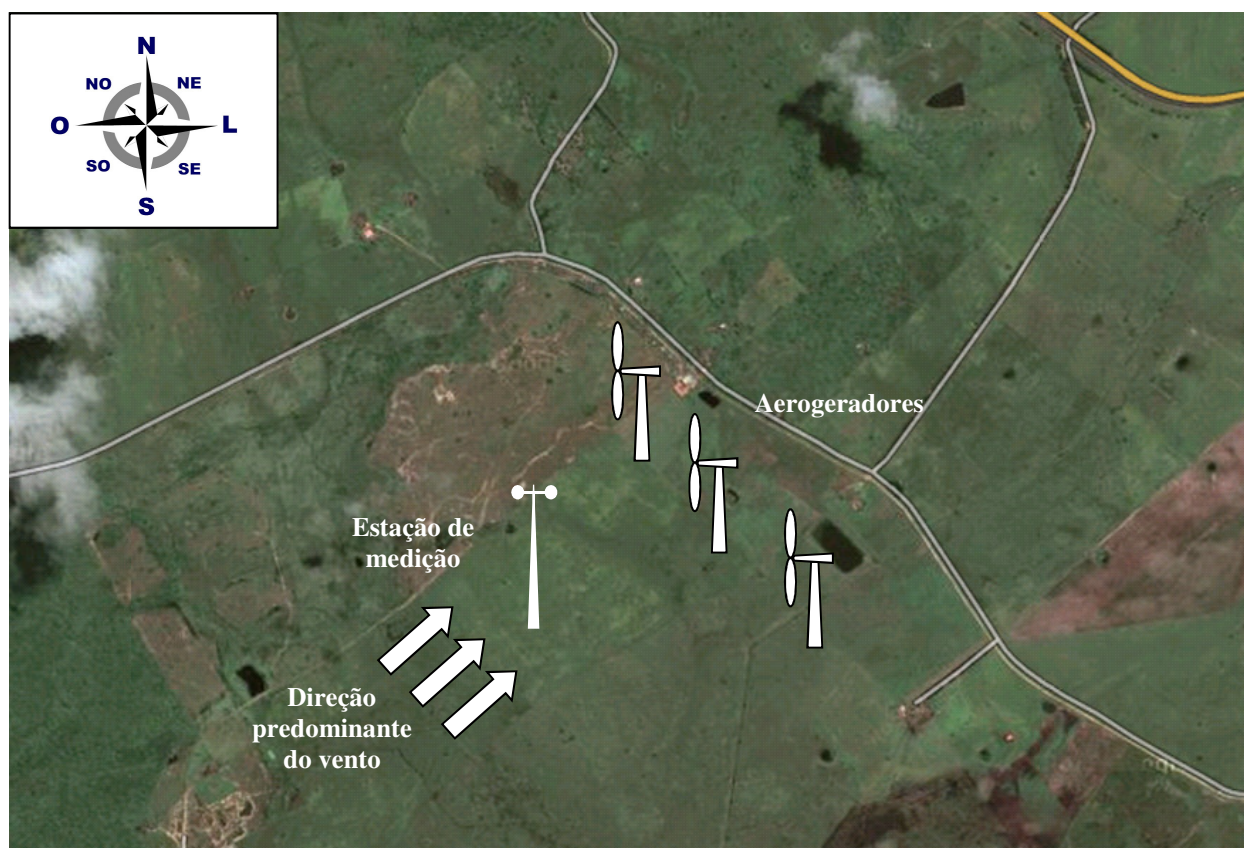
- Descrição do local de instalação da estação de medição;
- Descrição da torre de medição;
- Informações sobre os instrumentos instalados;
- Verificação do funcionamento dos instrumentos;
- Certificados de calibração dos anemômetros.

## 2.1. DESCRIÇÃO DO LOCAL DE INSTALAÇÃO DA ESTAÇÃO

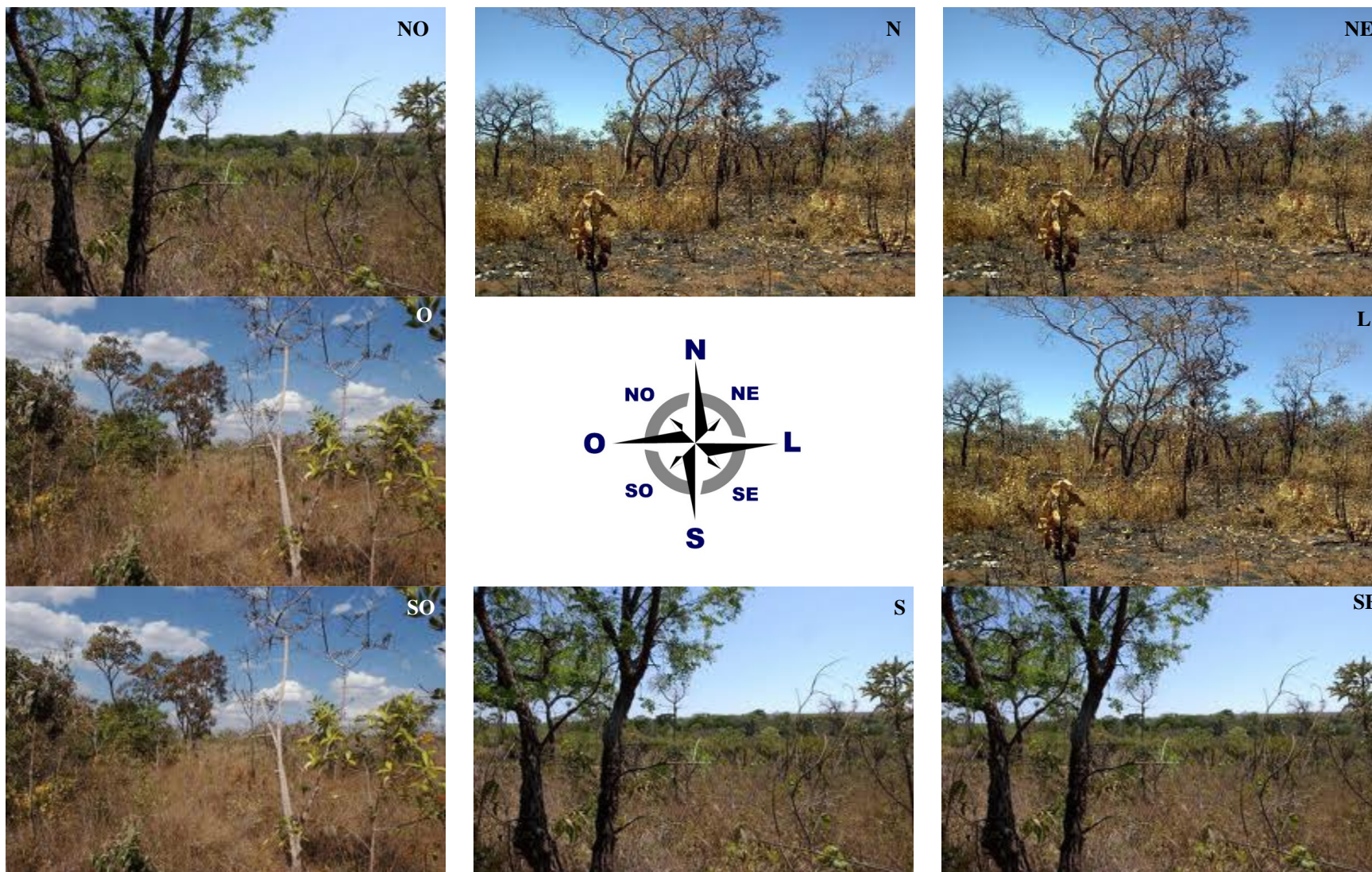
2.1.1 Neste item deverão constar pelo menos as seguintes informações sobre a localização, posicionamento e entorno da estação:

Nome do parque eólico:	
Município/Estado:	Altitude (m):
Coordenadas (SIRGAS 2000)	
Zona:	
Coord. Norte (m):	Coord. Leste(m):
Latitude:	Longitude:
Declinação magnética (°):	em: xx/xx/xxxx (data de referência)
Direção predominante do vento (°):	

2.1.2 Imagem ou “croquis” indicando o posicionamento da estação de medição em relação ao posicionamento previsto dos aerogeradores e à direção predominante do vento no local.



2.1.3 Fotos do entorno da estação de medição (pontos cardeais e colaterais)



## 2.2. DESCRIÇÃO DA TORRE DE MEDIÇÃO

2.2.1 Neste item deverão ser apresentadas pelo menos as seguintes informações:

Fabricante:		
Data de instalação:	Altura <sup>1</sup> (m):	
Material:		
Geometria da torre (treliça ou tubular):		
Estaiamento	Alturas de fixação na torre (m):	
	Orientação dos estais (°):	
Dimensões dos elementos estruturais da torre	Distância entre Níveis (mm):	
	Largura da face (mm):	
Dimensões do suporte do anemômetro superior	Haste vertical	
	Altura (m):	Diâmetro (mm):
Dimensões dos suportes dos anemômetros e <i>windvanes</i>	Haste vertical	
	Altura (m):	Diâmetro (mm):
	Haste horizontal	
	Comprimento (m):	Diâmetro (mm):
Para-raios	Comprimento da haste horizontal (m):	
	Altura da haste vertical (m):	
	Diâmetro da haste vertical (mm):	
	Orientação (°):	

<sup>1</sup> A altura da estação anemométrica é definida pela distância entre a base da torre e o eixo do anemômetro de topo (anemômetro superior).

A tabela acima deve ser usada para torres treliçadas. Para torres de diferente geometria, deve ser elaborada uma tabela com informações análogas.

2.2.2 As seguintes fotos da estação de medição devem constar no relatório:

a. Vista geral da torre



b. Foto do topo da estação

Esta foto deve mostrar claramente a posição do para-raios e dos instrumentos.



c. Fotos dos instrumentos instalados em outros níveis



d. Foto da ancoragem dos estais (todas)



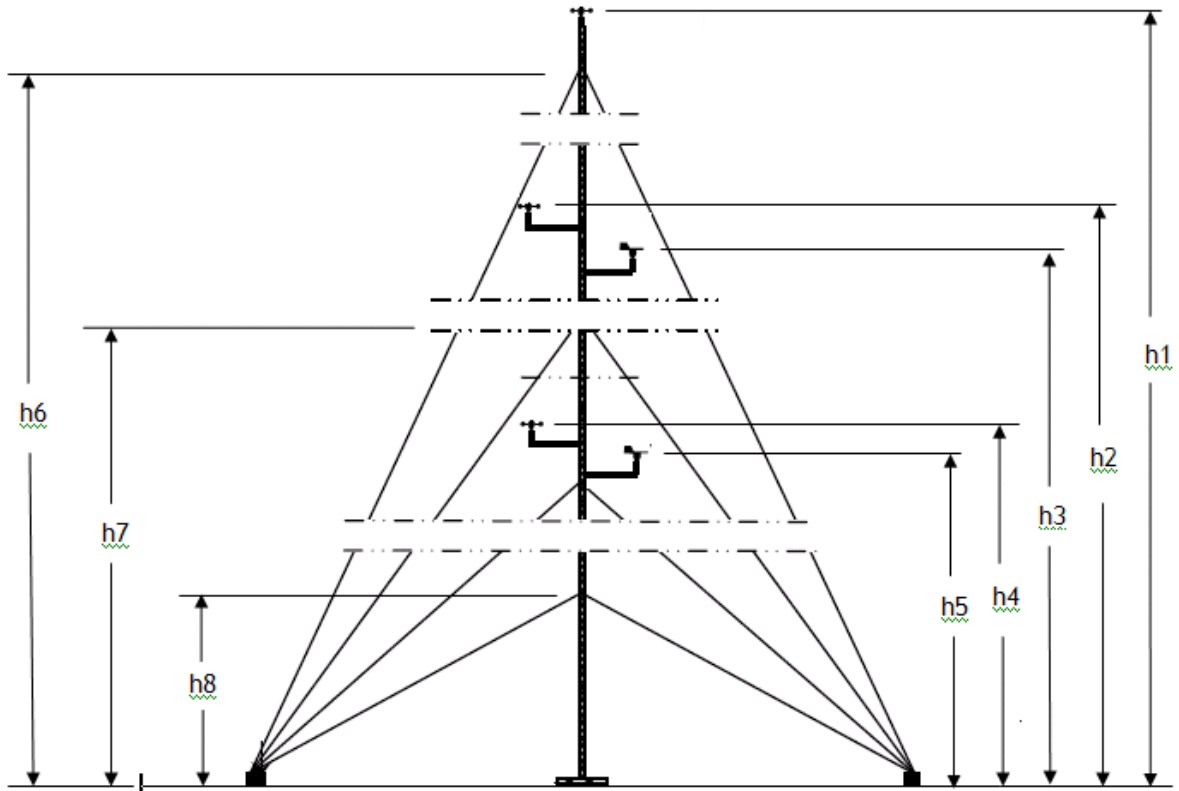
e. Foto da fixação dos estais à torre (foto de cada fixação em detalhe)



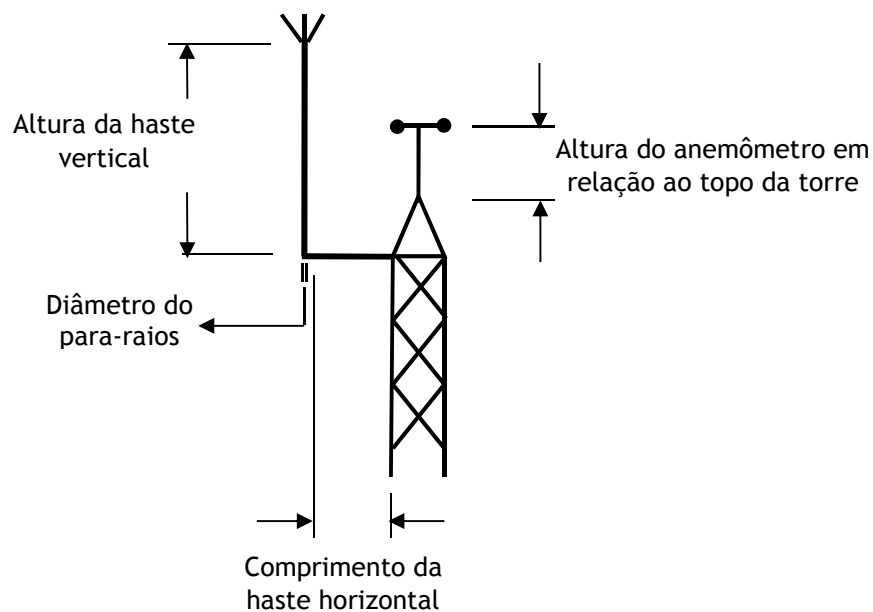
### 2.2.3 Vistas frontais

Neste item deverão constar as vistas frontais da estação de medição que indiquem a distribuição dos equipamentos e estaiamento.

#### a. Estais e torre

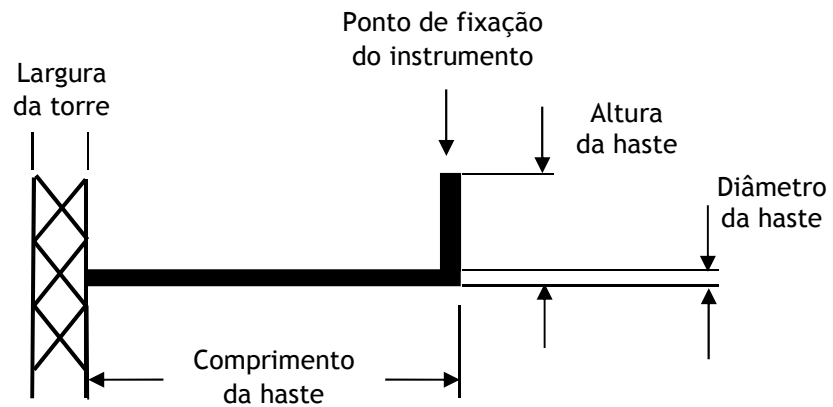


#### b. Nível 1 - topo da torre



A distância horizontal entre o para-raios e o anemômetro deve ser no mínimo de 50 vezes o diâmetro da haste vertical do para-raios. O para-raios deve ser fixado na estrutura da torre.

## c. Instrumentos em outros níveis



A distância vertical entre os instrumentos de medição e a haste horizontal deve ser no mínimo de 15 vezes o diâmetro da haste horizontal.

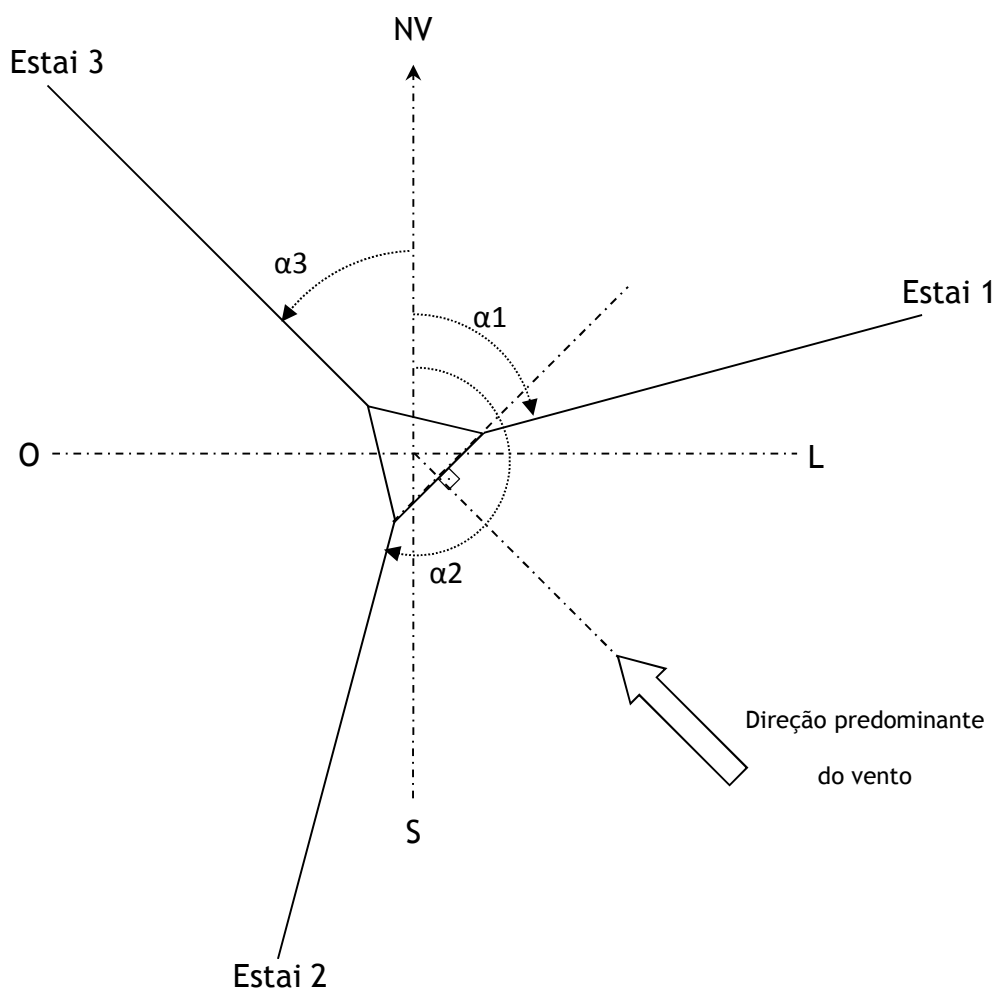
A distância horizontal entre a torre e os instrumentos de medição deve ser no mínimo de 5,7 vezes a largura da torre.

### 2.2.4 Vistas de topo

Neste item deverão constar vistas de topo da estação de medição que indiquem a orientação dos estais, do para-raios e dos suportes dos anemômetros e *windvanes*. Para cada nível, deverá ser feita uma vista de topo, indicando a orientação em relação ao **norte verdadeiro (NV)**. Recomenda-se que a torre seja montada de forma que exista um ângulo de  $90^\circ$  entre a direção predominante e uma das faces da torre.

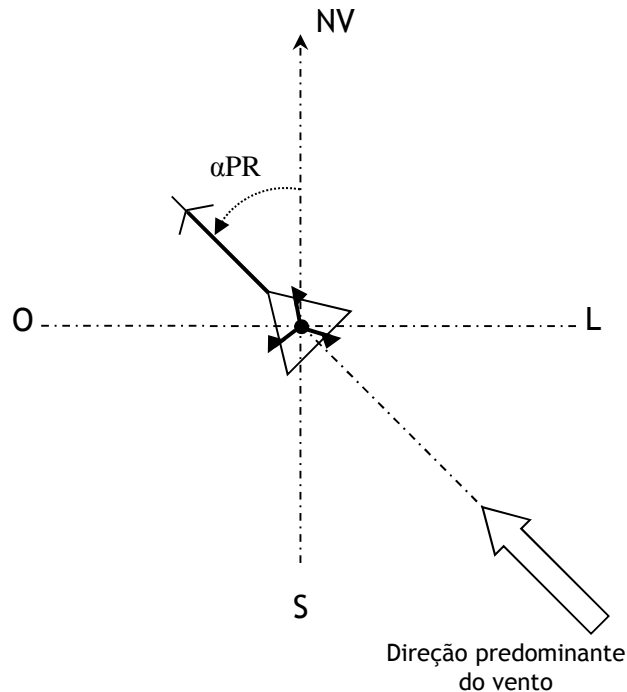
#### a. Estais e torre

A figura deve indicar os ângulos entre estais e o norte verdadeiro.



b. Nível 1 - topo da torre

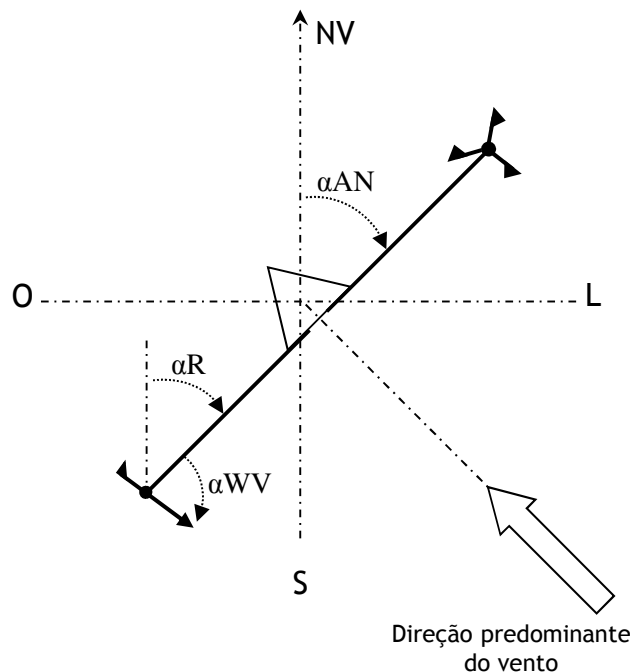
A figura deve indicar o ângulo do para-raios ( $\alpha_{PR}$ ). O para-raios deve ser colocado atrás do anemômetro, em relação à direção predominante do vento.



c. Instrumentos em outros níveis

A figura deve indicar os ângulos dos instrumentos. Recomenda-se que os suportes horizontais dos equipamentos estejam dispostos a aproximadamente  $90^\circ$  em relação à direção do vento predominante. Deve ser indicado o *offset* do *windvane* ( $\alpha_R$ ).

O ângulo corrigido, que é o dado enviado ao sistema AMA, é calculado por:  $\alpha = \alpha_R + \alpha_{WV}$ , onde  $\alpha_{WV}$  é o ângulo medido pelo sensor e  $\alpha_R$  é o *offset*.



## 2.3. INSTRUMENTOS DE MEDIÇÃO

### 2.3.1 Foto dos instrumentos com números de série visíveis



2.3.2 Nesta tabela devem ser registradas características dos instrumentos de medição e parâmetros de calibração.

EQUIPAMENTO	FABRICANTE/ MODELO	Nº DE SÉRIE	DATA DA INSTALAÇÃO	ALTURA (m)	ORIENTAÇÃO DO SUPORTE (°) <sup>1</sup>	CALIBRAÇÃO			CALIBRAÇÃO NO DATA LOGGER	
						DATA	SLOPE	OFFSET	SLOPE	OFFSET
Barômetro					-					
Termômetro					-					
Higrômetro					-					
Anemômetro superior					-					
<i>Windvane</i> superior										
Anemômetro inferior										
<i>Windvane</i> inferior										
Anemômetro intermediário										
<i>Datalogger</i>					-		-	-	-	-

<sup>1</sup> Direção em relação ao norte verdadeiro

2.3.3 Configuração do *datalogger* - Nesta parte deve-se incluir as telas (“*print screen*”) do software com todas as configurações do *datalogger*.

## 2.4. VERIFICAÇÃO DO FUNCIONAMENTO DOS INSTRUMENTOS

Para verificar a plausibilidade das medições dos sensores, após sua instalação na torre, sugere-se que os valores medidos sejam confrontados com dados da região da instalação da torre, bem como com outros registros de instrumentos instalados na torre. Esta verificação ajudará na identificação de eventuais problemas ocorridos durante a instalação e permitirá sua correção tempestiva.

Para o caso específico do barômetro, cujos valores medidos dependem da altitude da instalação do sensor, a fórmula abaixo pode ser usada como uma referência para verificação da plausibilidade da medida do sensor:

$$\text{Pressão atmosférica [hPa]} = 1013,25 \times (1 - h \times 2,25577 \times 10^{-5})^{5,25588}$$

onde h é a altitude do sensor (altitude do local + altura do sensor na torre)

DADOS DE COMISSIONAMENTO			
	N° Série	Leitura instantânea	Leitura coerente?
Barômetro			
Termômetro			
Higrômetro			
Anemômetro superior			
Anemômetro inferior			
Anemômetro intermediário			
Windvane superior			
Windvane inferior			
Horário no <i>datalogger</i> :	Horário LOCAL:		
Transferência de dados com sucesso?	<input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO		
Observações:			

A referência horária do *datalogger* deve ser “UTM-3”. Diferenças de fuso ou horário de verão no local da estação anemométrica devem ser descartadas.

## 2.5. ANEXOS

Cópia dos certificados de calibração dos anemômetros.

### 3 RELATÓRIO DE MANUTENÇÃO

Um plano de monitoramento de uma estação de medição, com registros de intervenções e esclarecimentos acerca de quaisquer perdas de dados, é essencial para garantir a alta qualidade e confiabilidade das medições. Neste sentido, a manutenção preventiva é uma atividade importante em qualquer campanha de medição de ventos, independente de sua duração.

A EPE, além de solicitar verificação e correção dos sensores sempre que necessário, estabelece que a estação receba manutenção preventiva no mínimo uma vez por ano. Para cada intervenção na estação de medição, deve ser gerado um relatório que será enviado ao sistema AMA.

Os principais elementos de um plano de operação e manutenção são:

- Procedimentos de verificação dos dados observados
- Manual com procedimentos de manutenção em campo
- Equipe de campo treinada
- Visitas periódicas a estação de medição
- Estoque de equipamentos para reposição
- Registro das intervenções e inspeções executadas

A equipe de gestão do parque deve, rotineiramente, verificar se há erros sistemáticos no histórico dos dados medidos, para orientação da equipe de manutenção. Essa verificação pode ser feita através do sistema AMA, que oferece o ferramental necessário para a identificação de defeitos.

A equipe de manutenção da estação de medição deve adotar, no mínimo, os seguintes procedimentos:

1. Verificação das condições de segurança da torre.
2. Antes de qualquer intervenção na torre ou nos instrumentos, o *datalogger* deve ser verificado para confirmação de seu correto funcionamento. Neste momento, deve ser feito um *download* dos dados.
3. Toda a estação de medição deve ser vistoriada e os sensores que apresentarem defeitos devem ser substituídos.
4. Após a inspeção e as intervenções necessárias, o *datalogger* deve ser novamente verificado para confirmação de que a estação de medição opera adequadamente após a manutenção. Caso o *datalogger* tenha sido desligado durante o procedimento de manutenção, atenção deve ser dada ao horário da sincronização desse equipamento.

O item a seguir apresenta um modelo de Relatório de Manutenção Anual, com os itens mínimos que devem ser verificados pelas equipes de campo.

### 3.1 MODELO DE RELATÓRIO DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA ANUAL

Nome do Parque:
Empresa Responsável Nome: CNPJ:
Técnico responsável:
Data da manutenção (dd/mm/aaaa às HH:MM) Chegada:                      às                      Saída:                      às
Problemas verificados na análise dos dados:

VERIFICAÇÃO ANTES DA MANUTENÇÃO <sup>1</sup>						
Tipo	Altura (m)	Fabricante/ Modelo	N° Série	Dir. do braço <sup>2</sup> (°)	Leitura instantânea	Leitura coerente?
BAR.						
TERM.						
HIGR.						
ANEM.						
ANEM.						
ANEM.						
W.V.						
W.V.						
Horário no DATALOGGER:			Horário LOCAL <sup>3</sup> :			
Download dos dados com sucesso?				<input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO		
Observações/recomendações:						

<sup>1</sup> As informações dos sensores devem ser preenchidas com os dados do relatório de instalação da torre

<sup>2</sup> A referência da direção dos braços deve ser o norte geográfico

<sup>3</sup> Deve-se informar se existe diferença entre a hora do *Datalogger* e a hora local

<b>LISTA DE VERIFICAÇÕES</b>		
<b>ASPECTOS DO ENTORNO DA TORRE</b>		
1	A área está livre de vandalismo	<input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO
2	Há condições de segurança para realizar a manutenção	<input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO
Observações/recomendações:		
<b>ASPECTOS ESTRUTURAIS DA TORRE</b>		
1	A torre está alinhada, vertical e não há danos em sua estrutura	<input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO
2	Os estais estão bem ancorados e esticados	<input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO
3	Não há sinais de oxidação nas bases de ancoragem e esticadores dos estais	<input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO
4	Não há sinais de oxidação na torre	<input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO
Observações/recomendações:		
<b>ASPECTOS ELÉTRICOS DA TORRE</b>		
1	O painel solar está limpo e com a orientação correta	<input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO
2	O sistema de proteção contra descargas elétricas está adequado (Deve ser feito teste de resistividade do sistema de aterramento)	<input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO
3	Não há cabos danificados	<input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO
4	Todos os cabos estão bem fixados à torre	<input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO
Observações/recomendações:		

LISTA DE VERIFICAÇÕES		
<b>ANEMÔMETROS</b>		
1	Os braços e hastes de fixação estão corretamente fixados à torre, sem inclinação	<input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO
2	Todos os braços estão orientados de acordo com o relatório de instalação da torre	<input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO
3	A altura dos anemômetros está de acordo com o relatório de instalação da torre	<input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO
4	Os números de série dos anemômetros estão de acordo com o relatório de instalação da torre	<input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO
5	As conexões entre os anemômetros e o <i>datalogger</i> estão adequadas	<input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO
6	Não há anemômetros fisicamente danificados	<input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO
7	Todos os anemômetros estão bem fixados aos braços	<input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO
Observações/recomendações:		
<b>WINDVANES</b>		
1	Os braços e hastes de fixação estão corretamente fixados à torre, sem inclinação	<input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO
2	Todos os braços estão orientados de acordo com o relatório de instalação da torre	<input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO
3	A altura dos <i>windvanes</i> está de acordo com o relatório de instalação da torre	<input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO
4	Os números de série dos <i>windvanes</i> estão de acordo com o relatório de instalação da torre	<input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO
5	As conexões entre os <i>windvanes</i> e o data logger estão adequadas	<input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO
6	Não há <i>windvanes</i> fisicamente danificados	<input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO
7	Todos os <i>windvanes</i> estão bem fixados aos braços	<input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO
Observações/recomendações:		

LISTA DE VERIFICAÇÕES	
<b>BARÔMETROS, TERMÔMETROS E HIGRÔMETROS</b>	
1	A altura dos sensores está de acordo com o relatório de instalação da torre <input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO
2	Os números de série dos sensores estão de acordo com o relatório de instalação da torre <input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO
3	As conexões entre os sensores e o <i>datalogger</i> estão adequadas <input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO
4	Não há sensores fisicamente danificados <input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO
5	Todos os sensores estão bem fixados à torre <input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO
Observações/recomendações:	
<b>DATA LOGGER</b>	
1	A altura do <i>datalogger</i> está de acordo com o relatório de instalação da torre <input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO
2	O número de série do <i>datalogger</i> está de acordo com o relatório de instalação da torre <input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO
3	As conexões elétricas do <i>datalogger</i> estão adequadas <input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO
4	O <i>datalogger</i> não está fisicamente danificado <input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO
5	O <i>datalogger</i> está bem fixado à torre <input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO
Observações/recomendações:	

FOTOS
-------

Neste item, devem ser colocadas fotos que comprovem os seguintes itens verificados:

- Os estais estão bem ancorados e esticados
- Não há sinais de oxidação nas bases de ancoragem e esticadores dos estais
- Não há sinais de oxidação na torre
- Todos os braços estão fixados à torre corretamente, sem inclinação
- Não há sensores fisicamente danificados

VERIFICAÇÃO APÓS A MANUTENÇÃO <sup>1</sup>						
Tipo	Altura (m)	Fabricante/ Modelo	N° Série	Dir. do braço <sup>2</sup> (°)	Leitura instantânea	Leitura coerente?
BAR.						
TERM.						
HIGR.						
ANEM.						
ANEM.						
ANEM.						
W.V.						
W.V.						
Horário no DATA LOGGER:			Horário LOCAL <sup>3</sup> :			
Transferência de dados com sucesso?				<input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO		
Observações/recomendações:						

<sup>1</sup> As informações dos sensores devem ser preenchidas com os dados observados após a manutenção. No caso de substituição de equipamentos, atentar para o preenchimento correto do N° de série.

<sup>2</sup> A referência da direção dos braços deve ser o norte geográfico

<sup>3</sup> Deve-se informar se existe diferença entre a hora do *datalogger* e a hora local

## 4 REFERÊNCIAS

- International Electrotechnical Commission - IEC: Wind turbines - Part 12-1: Power Performance Measurements of Electricity Producing Wind Turbines, 2005
  - International Energy Agency - IEA: Recommended Practices for Wind Turbine Testing and Evaluation, Part 11 Wind Speed Measurement and Use of Cup Anemometry, 1º Edition 1999.
  - National Renewable Energy Laboratory - NREL: Wind Resource Assessment Handbook, April 1997.
  - Network of European Measuring Institutes - MEASNET: Evaluation of site-specific Wind conditions, Version 1, November 2009.
  - New York State Energy Research and Development Authority - NYSERDA: Wind Resource Assessment Handbook, October 2010.