

**MINISTÉRIO DA DEFESA  
COMANDO DA AERONÁUTICA**



**ELETRÔNICA**

**MCA 101-1**

**INSTALAÇÃO DE ESTAÇÕES METEOROLÓGICAS  
DE SUPERFÍCIE E DE ALTITUDE**

**2009**

**MINISTÉRIO DA DEFESA  
COMANDO DA AERONÁUTICA  
DEPARTAMENTO DE CONTROLE DO ESPAÇO AÉREO**



**ELETRÔNICA**

**MCA 101-1**

**INSTALAÇÃO DE ESTAÇÕES METEOROLÓGICAS  
DE SUPERFÍCIE E DE ALTITUDE**

**2009**



**MINISTÉRIO DA DEFESA**  
**COMANDO DA AERONÁUTICA**  
**DEPARTAMENTO DE CONTROLE DO ESPAÇO AÉREO**

PORTARIA DECEA Nº 269/DGCEA, DE 30 DE DEZEMBRO DE 2009.

Aprova a edição da Modificação do Manual que disciplina os procedimentos técnicos necessários para a Instalação de Estações Meteorológicas de Superfície e de Altitude.

**O DIRETOR-GERAL DO DEPARTAMENTO DE CONTROLE DO ESPAÇO AÉREO**, no uso das atribuições que lhe confere o art. 195, inciso IV, do Regimento Interno do Comando da Aeronáutica, aprovado pela Portaria nº 1049/GC3, de 11 de novembro de 2009, e o art. 11, inciso IV, do Regulamento do DECEA, aprovado pela Portaria nº 1212/GC3, de 27 de dezembro de 2006, resolve:

Art. 1º Aprovar a edição da Modificação do MCA 101-1 “Instalação de Estações Meteorológicas de Superfície e de Altitude”, que com esta baixa.

Art. 2º Esta Modificação entra em vigor na data de sua publicação.

Ten Brig Ar RAMON BORGES CARDOSO  
Diretor-Geral do DECEA

(Publicado no BCA nº 012, de 19 de janeiro de 2010)

**MCA 101-1 “INSTALAÇÃO DE ESTAÇÕES METEOROLÓGICAS DE SUPERFÍCIE  
E DE ALTITUDE”, DE 2009**

**1 SUBSTITUIÇÃO DE PÁGINAS:**

INSERIR		DESTRUIR	
PÁGINA	DATA	PÁGINA	DATA
17	2009	17	2009
19	2009	19	2009

**2 CORREÇÃO:**

PÁGINA	ITEM	SUBITEM	ALÍNEA	SUBALÍNEA	NOTA
17		3.4.4 (inclusão)			
17		3.4.5 (exclusão)			
19		5.1.2 (NR)			
19		5.1.3 (NR)			

**3 ARQUIVO:** Depois de efetuadas as substituições, inserir esta folha após a página de rosto da publicação original.

**4 APROVAÇÃO:** Portaria DECEA nº 269, de 30 de dezembro de 2009, publicada no BCA nº , de de de 2010.



**MINISTÉRIO DA DEFESA**  
**COMANDO DA AERONÁUTICA**  
**DEPARTAMENTO DE CONTROLE DO ESPAÇO AÉREO**

PORTARIA DECEA Nº 190/DGCEA, DE 10 DE JULHO DE 2009.

Aprova a edição do Manual que disciplina os procedimentos técnicos necessários para a Instalação de Estações Meteorológicas de Superfície e de Altitude.

**O DIRETOR-GERAL DO DEPARTAMENTO DE CONTROLE DO ESPAÇO AÉREO**, no uso das atribuições que lhe confere o art. 191, inciso IV, do Regimento Interno do Comando da Aeronáutica, aprovado pela Portaria nº 1220/GC3, de 30 de novembro de 2004, e o art. 11, inciso IV, do Regulamento do DECEA, aprovado pela Portaria nº 1212/GC3, de 27 de dezembro de 2006,

**RESOLVE:**

Art. 1º Aprovar a edição do MCA 101-1 “Instalação de Estações Meteorológicas de Superfície e de Altitude”, que com esta baixa.

Art. 2º Este Manual entra em vigor na data de sua publicação.

Ten Brig Ar RAMON BORGES CARDOSO  
Diretor-Geral do DECEA

(Publicado no BCA nº 132, de 17 de julho de 2009)

## SUMÁRIO

<b>1 DISPOSIÇÕES PRELIMINARES</b> .....	9
1.1 <u>FINALIDADE</u> .....	9
1.2 <u>ÂMBITO</u> .....	9
1.3 <u>RESPONSABILIDADE</u> .....	9
1.4 <u>SUBORDINAÇÃO TÉCNICA</u> .....	9
1.5 <u>SIGLAS E ABREVIATURAS</u> .....	9
<b>2 CLASSIFICAÇÃO</b> .....	12
2.1 <u>CLASSIFICAÇÃO DAS ESTAÇÕES</u> .....	12
2.2 <u>ESTAÇÕES METEOROLÓGICAS</u> .....	12
2.3 <u>OBJETIVO</u> .....	12
2.4 <u>ORGANIZAÇÃO DAS ESTAÇÕES</u> .....	12
<b>3 INSTALAÇÃO DA EMS</b> .....	13
3.1 <u>PROCEDIMENTOS GERAIS</u> .....	13
3.2 <u>PROCEDIMENTOS ESPECÍFICOS</u> .....	13
3.3 <u>LOCALIZAÇÃO DOS SENSORES E SUBSISTEMAS</u> .....	15
3.4 <u>PARÂMETROS OBRIGATÓRIOS A SEREM DISPONIBILIZADOS</u> .....	16
<b>4 ATERRAMENTO ELÉTRICO E SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS</b> .....	18
4.1 <u>ATERRAMENTO ELÉTRICO</u> .....	18
4.2 <u>PÁRA-RAIOS</u> .....	18
<b>5 INSTALAÇÃO DE SENSORES E SUBSISTEMAS EM AEROPORTOS</b> .....	19
5.1 <u>PROCEDIMENTOS PARA INSTALAÇÃO DE TELEANEMÔMETRO</u> .....	19
5.2 <u>PROCEDIMENTOS PARA INSTALAÇÃO DE TELEBARÔMETRO</u> .....	21
5.3 <u>PROCEDIMENTOS PARA INSTALAÇÃO DE TELEPSICRÔMETRO</u> .....	22
5.4 <u>ALTITUDE RELATIVA À DENSIDADE DO AR</u> .....	23
5.5 <u>PROCEDIMENTOS PARA INSTALAÇÃO DE TETÔMETRO</u> .....	23
5.6 <u>TRANSMISSÔMETROS/ RVR - RUNWAY VISUAL RANGE</u> .....	26
5.7 <u>TELEPLUVIÔMETRO</u> .....	31
<b>6 INSTALAÇÃO DE SENSORES E SUBSISTEMAS EM HELIPONTOS E HELIPORTOS</b> .....	32
<b>7 EQUIPAMENTOS COMPLEMENTARES</b> .....	34
7.1 <u>PERFILADORES DE VENTO (WIND PROFILERS)</u> .....	34
<b>8 DISPOSIÇÃO DOS TELESENSORES NOS SÍTIOS METEOROLÓGICOS</b> .....	36
8.1 <u>POSICIONAMENTO DOS TELESENSORES</u> .....	36
<b>9 ESTAÇÕES METEOROLÓGICAS DE ALTITUDE – EMA</b> .....	37
9.1 <u>DEFINIÇÃO</u> .....	37
9.2 <u>FINALIDADE</u> .....	37
9.3 <u>OPERAÇÃO</u> .....	37
9.4 <u>TIPOS</u> .....	38
9.5 <u>PRÉDIO</u> .....	38
9.6 <u>MÓDULO DE MONITORAMENTO</u> .....	38

9.7 <u>MÓDULO DO GERADOR</u> .....	39
9.8 <u>MÓDULO DE ARMAZENAMENTO E ENCHIMENTO DOS BALÕES</u> .....	40
9.9 <u>CENTRAL DE GÁS ENGARRAFADO</u> .....	42
9.10 <u>TABELA DE AFASTAMENTOS DE SEGURANÇA</u> .....	43
9.11 <u>DETALHE DA DISPOSIÇÃO DOS CILINDROS NO INTERIOR DO ABRIGO</u> .....	44
9.12 <u>DIAGRAMA ESQUEMÁTICO DA CENTRAL DE CILINDROS</u> .....	45
9.13 <u>REQUISITOS DE SEGURANÇA PARA PROJETOS</u> .....	45
9.14 <u>ATERRAMENTO ELÉTRICO DOS CILINDROS</u> .....	46
9.15 <u>DISPOSITIVOS DE SEGURANÇA PARA ENCHIMENTO DOS BALÕES</u> .....	47
9.16 <u>ZONA DE PROTEÇÃO</u> .....	47
9.17 <u>INSTRUMENTOS COMPLEMENTARES PARA A EMA</u> .....	50
9.18 <u>SUGESTÃO DE PLANTA BAIXA PARA PRÉDIO DA EMA</u> .....	52
<b>10 DISPOSIÇÕES FINAIS</b> .....	<b>53</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>54</b>
<b>ÍNDICE</b> .....	<b>55</b>

## **PREFÁCIO**

Este Manual tem por finalidade estabelecer os procedimentos técnicos necessários para a instalação das Estações Meteorológicas de Superfície e de Altitude do Comando da Aeronáutica, consoante as normas operacionais vigentes no SISCEAB.

As diretrizes técnicas materializadas nesta publicação são oriundas de exigências operacionais da OMM (Organização Meteorológica Mundial), da OACI (Organização de Aviação Civil Internacional), da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) e recomendações de segurança da NFPA.

## 1 DISPOSIÇÕES PRELIMINARES

### 1.1 FINALIDADE

Este Manual tem por finalidade fornecer os parâmetros técnicos necessários para as novas instalações e revitalizações de Estações Meteorológicas de Superfície e de Altitude, contemplando os requisitos técnicos pertinentes a cada modalidade de aeródromo que venha a compor o Sistema de Controle do Espaço Aéreo Brasileiro (SISCEAB).

### 1.2 ÂMBITO

Este Manual é aplicável no âmbito do SISCEAB.

### 1.3 RESPONSABILIDADE

São responsáveis pelo cumprimento do estabelecido nesta publicação, o DECEA e suas Organizações Subordinadas, a INFRAERO e as EPTA.

### 1.4 SUBORDINAÇÃO TÉCNICA

A manutenção das Estações Meteorológicas implantadas nos Destacamentos de Controle do Espaço Aéreo será realizada de acordo com o escalonamento de níveis (manutenção de nível orgânico – Destacamento; manutenção de nível base – Órgão Regional; e manutenção de nível parque – PAME), segundo as diretrizes emitidas pelo DECEA.

**1.4.1** As Estações Meteorológicas pertencentes à INFRAERO estão subordinadas, para fins de manutenção, à gerência daquela Empresa, devendo, contudo, atender aos parâmetros técnicos definidos neste Manual, para fins de manutenção.

### 1.5 SIGLAS E ABREVIATURAS

A	– Anemômetro;
ABNT	– Associação Brasileira de Normas Técnicas;
AD	– Altitude de Decisão;
AIS	– Serviço de Informações Aeronáuticas;
APP	– Centro de Aproximação;
CINDACTA	– Centro Integrado de Defesa Aérea e Controle de Tráfego Aéreo;
CISCEA	– Comissão de Implantação do Sistema de Controle do Espaço Aéreo;
CMA	– Centro Meteorológico de Aeródromo;
CMM	– Centro Meteorológico Militar;
COMAER	– Comando da Aeronáutica;
Cta	– Controladores de Tráfego Aéreo;
d	– Distância;
DC	– Corrente Contínua ( <i>Direct Current</i> );
DECEA	– Departamento de Controle do Espaço Aéreo;
D-ATIS	– Digital Air Traffic Information Service;
DME	– Equipamento de Medição de Distâncias ( <i>Distance Measuring Equipment</i> );
DTCEA	– Destacamento de Controle do Espaço Aéreo;
DV	– Direção do Vento;
EMA	– Estação Meteorológica de Altitude;
EMS	– Estação Meteorológica de Superfície;

EPI	– Equipamentos de Proteção Individual;
EPTA	– Estação Prestadora de Serviços de Telecomunicações e Tráfego Aéreo;
FC	– Força Cisalhante;
FCK	– Coeficiente de Resistência a Compressão do Concreto;
FD	– Força de Deformação;
Ft	– Pé;
h	– Altura;
hPa	– hectopascal;
IFR	– Regras de voo por instrumento ( <i>Instrument Flight Rules</i> );
ILS	– Sistema de aproximação de precisão ( <i>Instrument Landing System</i> );
INFRAERO	– Empresa Brasileira de Infra-estrutura Aeroportuária;
ISA	– Parâmetros Atmosféricos Padrão ( <i>Internation Standard Atmosphere</i> );
m	– Metro;
m <sup>2</sup>	– Metro quadrado;
METAR	– Mensagem meteorológica de observação horária;
mgp	– Metros geopotenciais;
NBR 5418	– Instalações Elétricas em Atmosferas Explosivas;
NBR 6146	– Invólucro de Equipamentos Elétricos;
NM	– Norte magnético;
NMM	– Nível Médio do Mar;
NV	– Norte verdadeiro;
OACI	– Organização de Aviação Civil Internacional;
OBM	– Observador Meteorologista;
OMM	– Organização Meteorológica Mundial;
PAME-RJ	– Parque de Material de Eletrônica da Aeronáutica do Rio de Janeiro;
PAPI	– Indicador de Aproximação de Precisão ( <i>Precision Approach Path Indicator</i> );
PCD	– Plataforma Coletora de Dados;
PNC	– Pressão de Nível de Cuba dos Barômetros;
PO	– Ponto de Orvalho;
po	– Ponto de Origem do PAPI ou VASIS;
PP	– Precipitação Pluviométrica/ Pluviômetro;
PSI	– Libra por polegada Quadrado( <i>Pound Square Inch</i> );
PVC	– Policloreto de Vinila;
QFE	– Redução da Pressão ao Nível da Estação;
QFF	– Redução da Pressão ao Nível Médio do Mar;
QNE	– Pressão Padrão Relativa ao Nível Médio do Mar (1013,25 hPa);
QNH	– Redução da pressão da Estação ao ajuste do altímetro;
r	– Raio;
ROTAER	– Manual Auxiliar de Rotas Aéreas;
RVR	– Alcance Visual na Pista ( <i>Runway Visual Range</i> );
SDTE	– Subdepartamento Técnico do DECEA;
SDOP	– Subdepartamento de Operações do DECEA;
SISCEAB	– Sistema de Controle do Espaço Aéreo Brasileiro;
SRPV-SP	– Serviço Regional de Proteção ao Voo de São Paulo;
ST	– Sala Técnica;
STVD	– Sistema de Tratamento e Visualização de Dados;
TA	– Temperatura do Ar Ambiente;
TPS	– Terminal de Passageiros;
TT	– Tetômetro;

TWR	– Torre de Controle;
Va	– Velocidade de Ascensão;
VASIS	– Indicador de Aproximação Visual( <i>Visual Approach System Indicator</i> )
VV	– Velocidade do Vento;
UPR	– Unidades de Processamento Remoto; e
UR	– Umidade Relativa.

## **2 CLASSIFICAÇÃO**

### **2.1 CLASSIFICAÇÃO DAS ESTAÇÕES**

A classificação das Estações Meteorológicas adotadas neste Manual é a contida na ICA 105-2 “Classificação dos Órgãos Operacionais de Meteorologia Aeronáutica”, contemplando dois grupos a saber: de superfície e de altitude.

### **2.2 ESTAÇÕES METEOROLÓGICAS**

São Sistemas destinados a fornecer dados meteorológicos observacionais necessários aos órgãos operacionais. Compreende o sistema de sensoriamento e a sala do operador meteorologista.

### **2.3 OBJETIVO**

Este Manual visa fornecer informações necessárias à instalação de sistemas eletrônicos, mecânicos e eletromecânicos projetados para prover continuamente e em tempo real, as condições atmosféricas à superfície e em altitude nos aeródromos do SISCEAB.

### **2.4 ORGANIZAÇÃO DAS ESTAÇÕES**

**2.4.1** As Estações Meteorológicas de Superfície e de Altitude do SISCEAB possuem as seguintes nomenclaturas:

- a) EMS-1 - Estação Meteorológica de Superfície dotada de sistema eletrônico de coleta de dados;
- b) EMS-2 - Estação Meteorológica de Superfície dotada de sistema eletrônico de coleta de dados, desprovida de transmissômetro;
- c) EMS-3 - Estação Meteorológica de Superfície constituída de instrumentos básicos utilizados somente para informação aos aeronavegantes (AFIS);
- d) EMS-T - Estação Meteorológica Tática de Superfície, de uso eventual, constituída de instrumentos básicos para operações presidenciais e militares em campo; e
- e) EMA - Estação Meteorológica de Altitude dotada de sistema eletrônico de coleta de dados do ar superior e de instrumentos meteorológicos para a coleta de dados da área de lançamento;

**2.4.2** Estas Estações Meteorológicas estão presentes nos seguintes Órgãos:

- a) DTCEA - órgãos operacionais de controle do espaço aéreo, pertencentes ao COMAER;
- b) GNA - órgãos operacionais de controle do espaço aéreo, sob a responsabilidade da INFRAERO; e
- c) EPTA - órgãos operacionais civis ou militares de controle do espaço aéreo dotados de instrumentos necessários à sua categoria de operação.

### **3 INSTALAÇÃO DA EMS**

#### **3.1 PROCEDIMENTOS GERAIS**

Para a implantação de uma EMS é necessária a confecção de um projeto de instalação. Nesse projeto, serão levantadas informações nos diversos órgãos do SISCEAB que definirão as peculiaridades técnicas e operacionais de cada aeródromo.

NOTA: O projeto de instalação deverá contemplar uma sala de operação com área mínima de 12 m<sup>2</sup>.

##### **3.1.1 DEFINIÇÃO DA QUANTIDADE DE SENSORES**

As EMS deverão ser instaladas consoante aos parâmetros operacionais definidos no MCA 105-2 “Manual de Estações Meteorológicas de Superfície” e pelos procedimentos recomendados pela OMM e OACI que vierem a ser adotados pelo DECEA, nas disposições e quantidades de sensores pertinentes à composição das várias categorias dos aeródromos do SISCEAB.

##### **3.1.2 ESPECIFICAÇÃO DOS SUBSISTEMAS**

Para atender estas especificações, as EMS deverão possuir basicamente três subsistemas:

- a) sensoriamento remoto;
- b) processamento de dados sensorizados; e
- c) visualização remota dos dados.

##### **3.1.3 CLASSIFICAÇÕES DOS AERÓDROMOS**

Os aeródromos, para fins de implantação, são classificados em aeródromos de operação de aproximação de precisão e não precisão, dependendo dos equipamentos instalados para o auxílio ao pouso e decolagem das aeronaves sendo, desta forma, distribuídos em categorias.

#### **3.2 PROCEDIMENTOS ESPECÍFICOS**

##### **3.2.1 CLASSE I (EMS-1)**

A implantação de uma EMS-1 deverá ser feita em aeródromos que operem com aproximação de precisão ou de valor estratégico. Para sua implantação, deverá ser procedida uma criteriosa avaliação da exata localização dos sítios de sensores, levantados os meios técnicos necessários para a sua infra-estrutura, bem como os afastamentos em relação à(s) pista(s), de maneira que seus sensores, em segurança, sejam representativos da(s) pista(s) e do aeródromo, de acordo com as Figuras 1 e 2.

##### **3.2.2 CLASSE II (EMS-2)**

A implantação de uma EMS-2 deverá ser feita em aeródromos que não operem com aproximação de precisão. Para sua implantação, deverá ser procedida uma criteriosa avaliação da localização dos sítios de sensores, onde serão levantados os meios técnicos necessários, bem como os afastamentos em relação à(s) pista(s), de maneira que seus

sensores, em segurança, sejam representativos da(s) pista(s) e do aeródromo, de acordo com as Figuras 1 e 2.

### 3.2.3 CLASSE III (EMS-3)

A implantação de uma EMS-3 deverá ser feita em aeródromos cujos requisitos para instalação não justifiquem a implantação de uma EMS-1 ou EMS-2. Deverá ser procedida uma criteriosa avaliação da localização dos sítios de sensores, onde serão levantados os meios técnicos necessários, bem como os afastamentos em relação à(s) pista(s), de maneira que seus sensores, em segurança, sejam representativos da(s) pista(s), de acordo com a Figura 1.

NOTAS: 1 - Os critérios de priorização para implantação de EMS estão definidos na ICA 105-2 “Classificação dos Órgãos Operacionais de Meteorologia Aeronáutica”.

2 - As implantações das Estações Meteorológicas de Superfície nas EPTA são normalmente classificadas, como EMS-1 ou EMS-2 na EPTA de Categoria Especial e como EMS-3 na EPTA de Categoria A e M.

### 3.2.4 ESTAÇÃO METEOROLÓGICA TÁTICA (EMS-T)

A instalação de uma EMS tática deverá ser feita nos serviços de apoio de campanha, realizada pelos Órgãos Regionais em pistas que não possuem qualquer instrumento meteorológico. Para sua instalação deverá ser procedida a calibração dos seus telessensores e orientados para as condições locais. Deverá ser altamente portátil, fabricada em material leve, ajustável, para utilização rápida, fácil e em terrenos difíceis. Conterá 5 sensores básicos e um sistema de energia solar (painel e bateria interna). Realizará medições, cálculos estatísticos, registros e relatos de dados, configuráveis. Utilizará transmissão de dados feita por meio de rádio enlace portátil e de baixo consumo, com alcance de, no mínimo, 500 metros.

### 3.3 LOCALIZAÇÃO DOS SENSORES E SUBSISTEMAS

#### 3.3.1 AFASTAMENTO DO EIXO DA(S) PISTA(S)

As implantações das torres de sensores devem seguir a seguinte orientação:

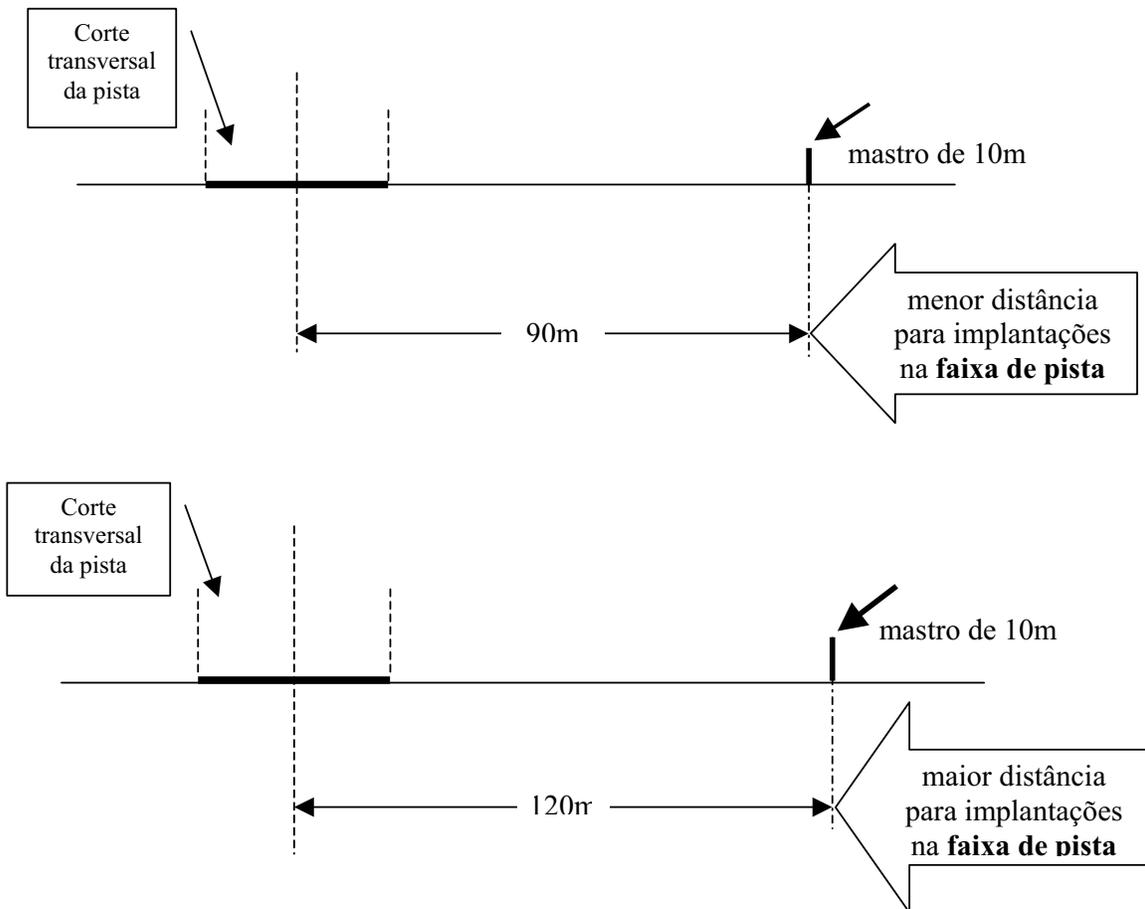
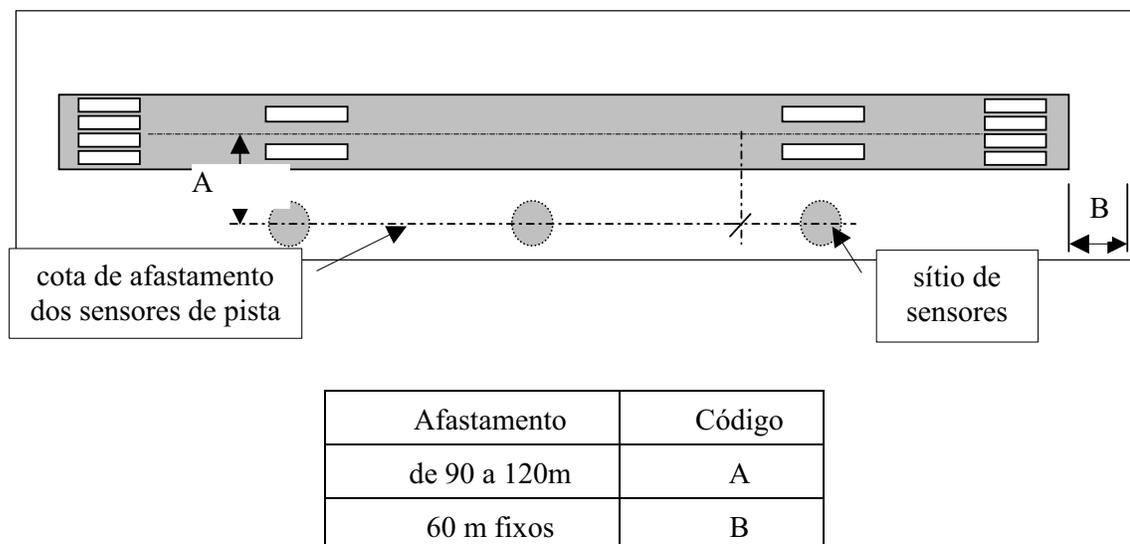


Figura 1 – Área de implantações de sensores



**Figura 2 – Disposição dos sítios meteorológicos**

NOTA: O vento de superfície deverá ser medido a uma altura de dez metros por sobre a(s) pista(s) do aeródromo

### 3.3.2 PONTOS DE VISUALIZAÇÃO DE DADOS COLETADOS

Deverão ser disponibilizados, obrigatoriamente, pontos de visualização das informações coletadas remotamente nos seguintes setores operacionais, caso existam:

- torre de controle (TWR);
- sala de operação da EMS;
- centro de aproximação (APP);
- centro meteorológico militar e de aeródromo (CMM/ CMA);
- sala de informações aeronáuticas (AIS), se necessário; e
- outras dependências para atender requisitos locais.

NOTA: Nas EMS-1, os computadores servidores da Estação e seus respectivos monitores deverão ser instalados, preferencialmente, na sala técnica do órgão operacional.

### 3.4 PARÂMETROS OBRIGATÓRIOS A SEREM DISPONIBILIZADOS

3.4.1 As EMS-1 são constituídas basicamente dos telessensores abaixo discriminados:

- teleanemômetros (VV e DV);
- telebarômetros (QNH, QFE e QFF);
- telepsicrômetros (TA, UR e PO);
- teletransmissômetros (RVR e MOR);
- teletetômetro(s) (TT);
- telepluviômetro (PP); e

g) interface para o sistema de tratamento e visualização de dados (STVD) e D-ATIS.

NOTAS: 1 - Para aeródromos dotados de sistema ILS CAT I, poderá ser implantado somente um conjunto de transmissômetros. Para as demais categorias de ILS (CAT II e III), será necessária a implantação de mais conjuntos de acordo com a extensão da pista a ser coberta, conforme ICA 100-16 “Sistema de Aproximação por Instrumentos”.

2 - A quantidade de sensores é a definida no item 5.6.9 deste Documento.

**3.4.2** As EMS-2 são constituídas basicamente dos telessensores abaixo discriminados:

- a) teleanemômetros (VV e DV);
- b) telebarômetros (QNH, QFE e QFF);
- c) telepsicrômetros (TA, UR e PO);
- d) teletetômetro(s) (TT);
- e) telepluviômetro (PP); e
- f) sistema de tratamento e visualização de dados (STVD).

**3.4.3** As EMS-3 são constituídas basicamente dos telessensores abaixo discriminados:

- a) teleanemômetros (VV e DV);
- b) telebarômetros (QNH, QFE e QFF);
- c) telepsicrômetros (TA, UR e PO);
- d) telepluviômetro (PP); e
- e) sistema de tratamento e visualização de dados (STVD).

NOTAS: 1 - A transmissão dos dados coletados remotamente deverá ser efetuada por dispositivos ópticos ou físicos que os resguardem de possíveis interferências.

2 - Todas as Estações Meteorológicas de Superfície deverão ser dotadas de barômetros-reserva ou equipamentos multicápsulas.

3 - Podem ser instalados equipamentos (sensores) adicionais, visando ao ininterrupto fornecimento das informações para a operação do aeródromo, devendo os mesmos serem integrados à EMS e terem seus dados disponibilizados nos órgãos operacionais de Meteorologia e de Tráfego Aéreo.

**3.4.4** As EMS-T deverão ser constituídas basicamente dos telessensores abaixo discriminados:

- a) teleanemômetro (VV e DV);
- b) telebarômetro (QNH, QFE e QFF);
- c) telepsicrômetro (TA, UR e PO);
- d) telepluviômetro (PP);
- e) sistema de transmissão de dados, via rádio; e
- f) sistema de tratamento e visualização de dados (STVD).

## **4 ATERRAMENTO ELÉTRICO E SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS**

### **4.1 ATERRAMENTO ELÉTRICO**

**4.1.1** O aterramento elétrico e de proteção contra descargas atmosféricas (pára-raios) pertence ao sistema meteorológico.

**4.1.2** De forma geral, deverão ser construídas malhas de aterramento elétrico de forma unitária (todos os sensores interligados) de maneira a apresentar, comprovadamente (utilizando equipamento de teste apropriado), valores de resistência igual ou inferior a oito Ohms.

**4.1.3** Para cada sítio de sensores, deverá ser feita uma única malha de aterramento, independente dos demais sítios;

**4.1.4** A malha do aterramento poderá ser constituída de tres hastes 5/8" x 2,40 metálicas de copperweld soldadas exotermicamente em cabo de cobre nu ou dispositivo desenvolvido por processo superior de engenharia elétrica que, comprovadamente, satisfaça os requisitos de resistência elétrica máxima (oito Ohms) e que atue como proteção aos instrumentos instalados nos sítios meteorológicos

**4.1.5** O aterramento deverá possibilitar a inspeção, via caixas de visita, principalmente nas conexões entre seus elementos

### **4.2 PÁRA-RAIOS**

**4.2.1** O pára-raios deverá ser constituído de quatro partes como: captor, haste, cordoalha e malha de aterramento, dimensionados de maneira que proporcionem proteção elétrica aos sensores e processadores eletrônicos instalados no sítio meteorológico.

**4.2.2** O captor do pára-raios deverá estar posicionado a uma altura mínima de 1,20m acima dos sensores anemométricos.

**4.2.3** O cabo do pára-raios deverá ser de malha de cobre trançada (cordoalha) e solidária à estrutura (torre anemométrica).

## 5 INSTALAÇÃO DE SENSORES E SUBSISTEMAS EM AEROPORTOS

### 5.1 PROCEDIMENTOS PARA INSTALAÇÃO DE TELEANEMÔMETRO

**5.1.1** Os teleanemômetros são dispositivos eletrônicos destinados a sensoriar, continuamente, a direção e velocidade do vento nas proximidades dos pontos de toque da(s) pista(s).

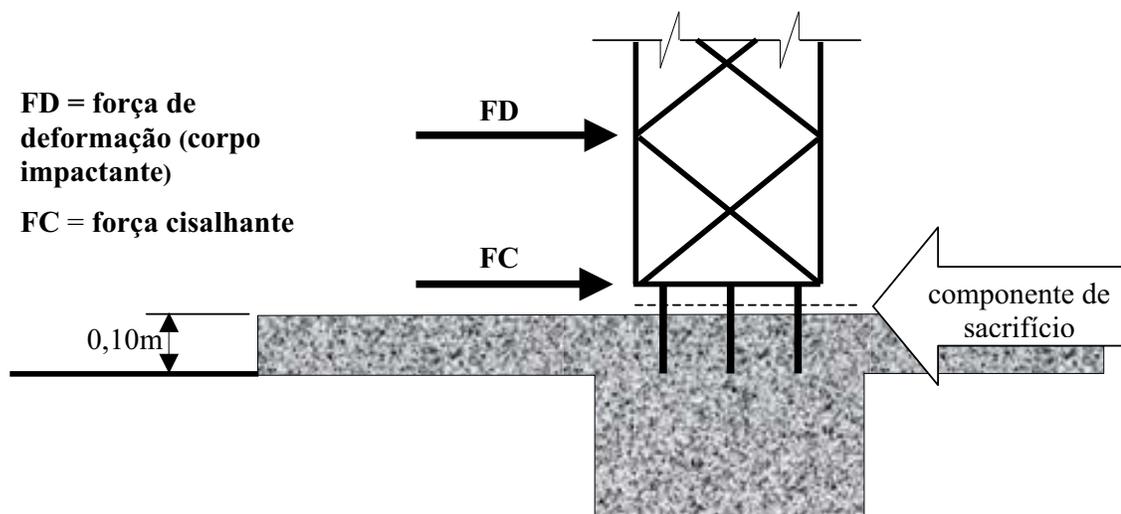
**5.1.2** O quantitativo dos sensores necessários a cada aeródromo é orientado pelo MCA 105-2, ficando este número dependente das condições topográficas do aeródromo ou condições meteorológicas, prevalentes, tais que produzam diferenças significativas de vento em diferentes pontos da superfície da pista. **(NR) – Portaria nº 269/DGCEA, de 30 de dezembro de 2009.**

**5.1.3** Sua altura em relação à pista deverá ser de dez metros, sendo, técnica e operacionalmente, tolerada a variação de  $\pm 1,0\text{m}$ . **(NR) – Portaria nº 269/DGCEA, de 30 de dezembro de 2009.**

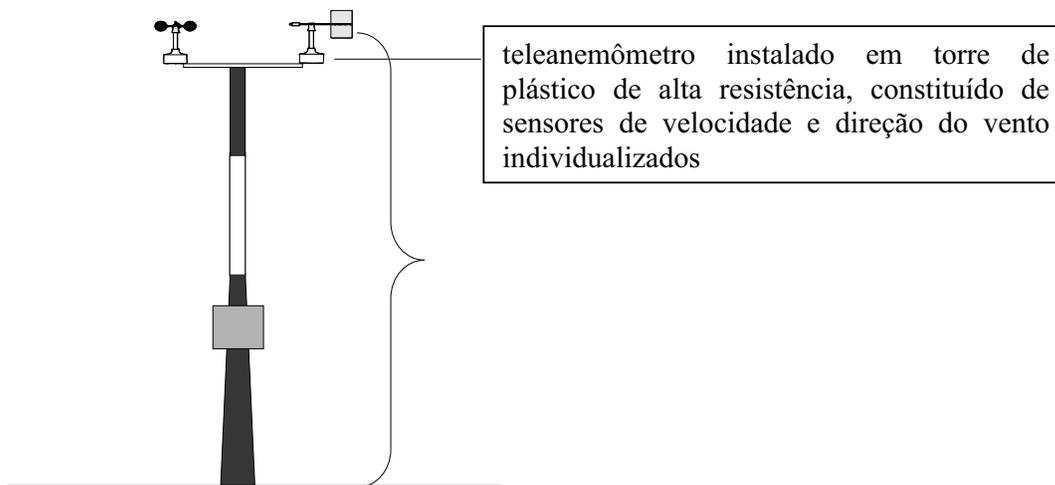
**5.1.4** A torre do anemômetro deverá ser de alumínio anodizado ou plástico de alta resistência, do tipo auto-sustentável e assentada sobre material cisalhável, de maneira que torne a estrutura frangível a possíveis impactos de aeronaves com massa igual ou superior a 3.000kg no procedimento de pouso, decolagem ou táxi, e ainda resistir a uma intensidade do vento de 80kt (velocidade suportada superior a condição de “tempestade violenta” - conceito operacional).

**5.1.5** As torres dos teleanemômetros deverão guardar distância mínima horizontal do obstáculo ou construção mais próxima ou mais alta da ordem de dez vezes a altura do obstáculo em que resultar na maior distância, visando à eliminação da interferência nas medições. Excetua-se desses obstáculos as torres metálicas vazadas comumente utilizadas nos sistemas ILS (*Instrument Landing System*) e NDB (*Non Directioning Beacon*).

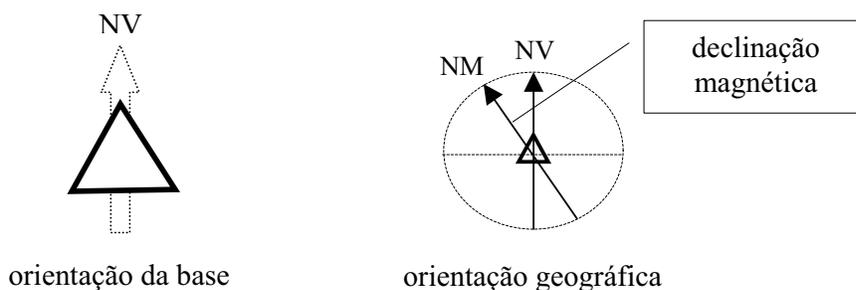
**5.1.6** As torres anemométricas devem possuir bases triangulares e ter um de seus vértices orientado para o Norte Verdadeiro conforme figuras 3, 4 e 5.



**Figura 3 - Base da torre anemométrica**



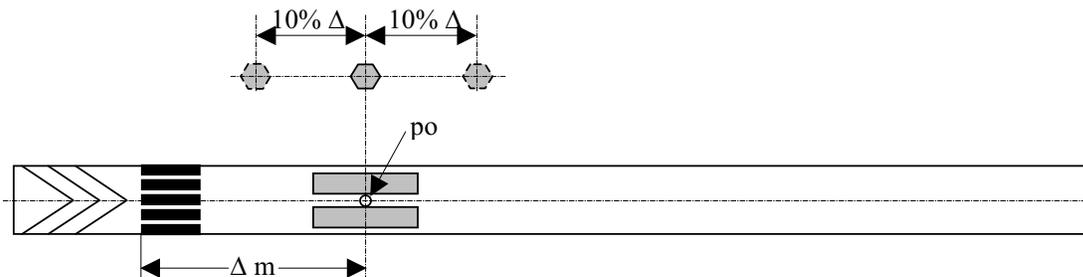
**Figura 4 - Altura dos sensores em relação à pista**



**Figura 5 - Orientação verdadeira da torre anemométrica**

**5.1.7** O posicionamento dos sítios anemométricos em relação às cabeceiras das pistas deverá obedecer aos seguintes critérios:

- estar localizado perpendicularmente ao ponto de origem (po) determinado pelo auxílio visual PAPI ou VASIS; ou
- estar deslocado no máximo em  $\pm 10\%$  da distância existente entre a cabeceira da pista e o ponto de origem (po) do PAPI ou VASIS.



**Figura 6 - Localização do sítio meteorológico**

**5.1.8** Deverá ser instalada, solidária ao sistema, luz de obstáculo na cor vermelha.

**5.1.9** As torres deverão ser pintadas nas cores branca e laranja, conforme prevêm as Portarias 1.141 GM5, de 8 de dezembro de 1987 e 398/GM5, de 04 de julho de 1999, ou norma que as venha substituir.

**5.1.10** A informação da direção e da velocidade do vento, para o Serviço de Meteorologia Aeronáutica, deverá ser referente ao Norte Verdadeiro e para os Serviços de Tráfego Aéreo (ATS) relativos ao Norte Magnético.

## **5.2** PROCEDIMENTOS PARA INSTALAÇÃO DE TELEBARÔMETRO

**5.2.1** Os telebarômetros são dispositivos aneróides eletrônicos multicápsulas, dotados de sensores de alta performance (aneróide, silicone ou silício), instalados nas unidades de processamento remoto (UPR) dos sítios meteorológicos. Devem possuir tomada de ar estático e permitir visualização dos dados diretamente na UPR por visor próprio ou por dispositivo externo de calibração (portas de comunicação I/O). Os telebarômetros devem ser instalados abrigados das intempéries em compartimento resistente à chuva, sol e que tenha porta de acesso para manutenção voltada para o Norte Verdadeiro (hemisfério Norte) ou para o Sul Verdadeiro (hemisfério Sul).

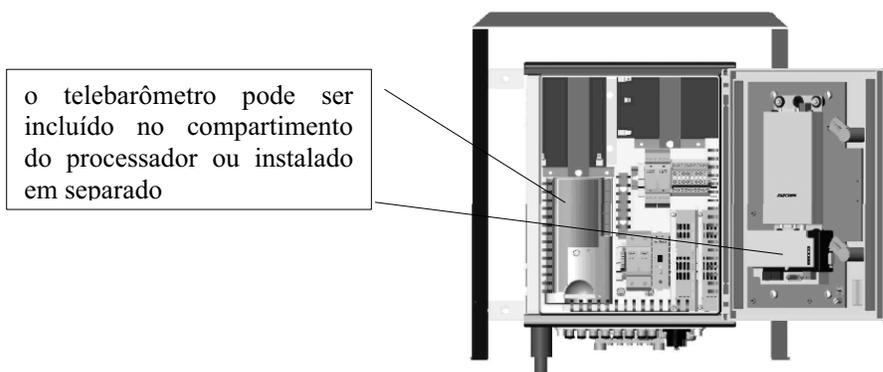
**5.2.2** O telebarômetro deverá, preferencialmente, ser instalado no sítio meteorológico. No caso de ser instalado em outro local, deverá ser adicionada redução de pressão ao equipamento ou algoritmo ao software, para que se obtenha o QFE do aeródromo.

**5.2.3** O equipamento deverá ser instalado de maneira que a altura do sensor barométrico possa ser corrigida via *software* para que indique a pressão atmosférica referente ao ponto de maior elevação da pista ou do conjunto de pistas (QFE).

**5.2.4** No caso de aeródromos com mais de uma pista e quando o desnível entre elas for maior que onze metros nos pontos de maior elevação, deverão ser instalados telebarômetros para cada pista do aeródromo.

**5.2.5** A incerteza de leitura do telebarômetro acumulada no período de seis meses (erro aceitável de operação do instrumento) não poderá ser maior que +/- 0,3 hPa e compatível com a faixa de temperatura relativa ao aeródromo em que opera (faixa brasileira de -5 ° a + 50 °C). Desta forma, os telebarômetros deverão ser construídos com a melhor tecnologia disponível, de maneira que apresentem comprovadamente, por laudo de rastreabilidade emitido por laboratório credenciado no SISCEAB, a maior precisão possível para o uso aeronáutico que não deverá ser maior que +/- 0,15 hPa.

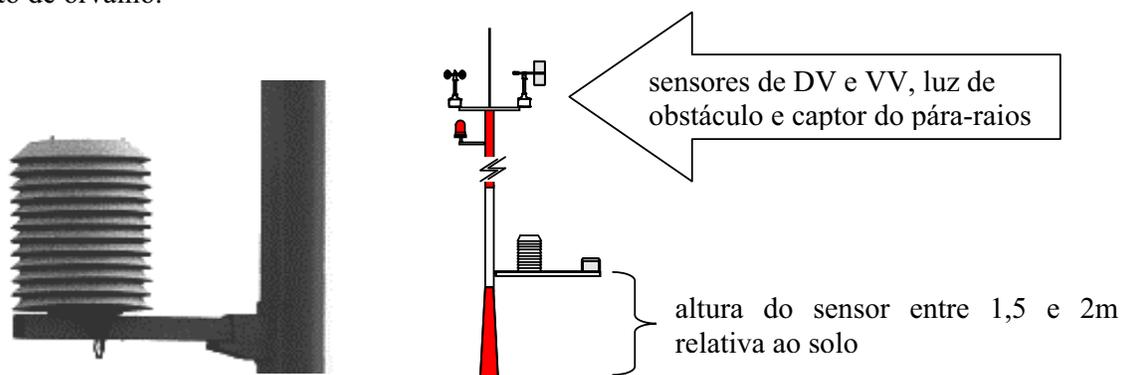
**5.2.6** O telebarômetro, conforme figura abaixo, deverá ser adequado para operação na faixa de altitude do aeródromo em que for instalado (faixa brasileira de 0 a 1.300m).



**Figura 7 - Compartimento do processador**

### 5.3 PROCEDIMENTOS PARA INSTALAÇÃO DE TELEPSICRÔMETRO

5.3.1 O telepsicrômetro consiste em um sensor eletrônico capaz de mensurar diretamente a temperatura do ar ambiente e a umidade relativa do ar e, por via indireta, a temperatura do ponto de orvalho.



**Figura 8 - Telepsicrômetro**

5.3.2 Deverá ter a capacidade de permitir ajustes de calibração dos parâmetros de TA e UR em laboratório ou em campo a cada seis meses.

5.3.3 O telepsicrômetro deverá ser instalado protegido contra as intempéries e radiação solar direta e indireta em abrigo de plástico ou fibra com venezianas, na cor branca, ou sistema com abrigo ventilado, de maneira que a velocidade do vento em seu interior não exceda a 5 m/s.

5.3.4 O telepsicrômetro também poderá ser do tipo de ventilação forçada, que consiste em uma *probe* sensora instalada no interior de um tubo recurvado tendo em uma de suas extremidades uma ventoinha constantemente ligada, proporcionando um fluxo de ar contínuo em seu interior de velocidade máxima de 5m/s. Tal dispositivo deverá, também, proporcionar a possibilidade de calibração semestral de sua *probe* sem maiores complicações técnicas para sua retirada.

**5.3.5** O sensor do telepsicrômetro deverá guardar distância horizontal do obstáculo mais próximo de, no mínimo, três vezes a sua altura e afastamento máximo da PCD de 10m.

**5.3.6** A altura do sensor (telepsicrômetro) deverá estar compreendida entre 1,5 e 2,0 metros em relação ao solo, conforme figura 8.

#### **5.4 ALTITUDE RELATIVA À DENSIDADE DO AR**

**5.4.1** O comprimento da pista, a altitude do aeródromo e a densidade do ar são parâmetros de grande importância para as operações de decolagens das aeronaves. A relação peso/potência e disponibilidade de pista a ser percorrida devem receber especial atenção para as operações nos aeródromos.

**5.4.2** Visando a complementar as informações de segurança das operações de decolagem das aeronaves e em substituição aos antigos teletermômetros, as novas estações meteorológicas de superfície deverão possuir um parâmetro meteorológico a ser fornecido aos aeronavegantes denominado de “Altitude Densidade”, que representa a altitude relativa de cada pista levando-se em consideração a temperatura e a pressão atmosférica que determinam a maior ou a menor densidade do ar, proporcionando uma maior ou menor sustentação das aeronaves durante suas decolagens.

**5.4.3** A Altitude Densidade, quando disponibilizada, permite aos aeronavegantes corrigir em seus cálculos a altitude dessas pistas para o gradiente térmico vertical verdadeiro possibilitando, assim, maior segurança e precisão nessas operações, principalmente para as operações de aeronaves de carga.

**5.4.4** Esse parâmetro deverá ser calculado via *software* com dados obtidos automaticamente do telebarômetro e do telepsicrômetro, e deverá ser disponibilizado nas telas do observador meteorologista e dos Órgãos de Tráfego Aéreo, com valores em unidades de “pés/metros”.

#### **5.5 PROCEDIMENTOS PARA INSTALAÇÃO DE TETÔMETRO**

**5.5.1** Os tetômetros são equipamentos destinados a mensurar a altura da base das nuvens que por sobre ele estiverem. Os modelos mais modernos, além de medir essa altura, são capazes de informar as alturas de várias camadas existentes até o limite máximo de sua performance.

**5.5.2** Devem ser construídos usando-se a tecnologia *laser* classe I (inofensivo à visão humana) ou construídos utilizando-se processos eletrônicos comprovadamente superiores em precisão para mensuração da visibilidade vertical em aeródromos.

**5.5.3** Podem ser integrados ou não ao sistema de processamento central de dados, sendo que a informação por eles gerada deverá ser exibida na mesma tela, ou próximo a ela, dos dados do aeródromo.

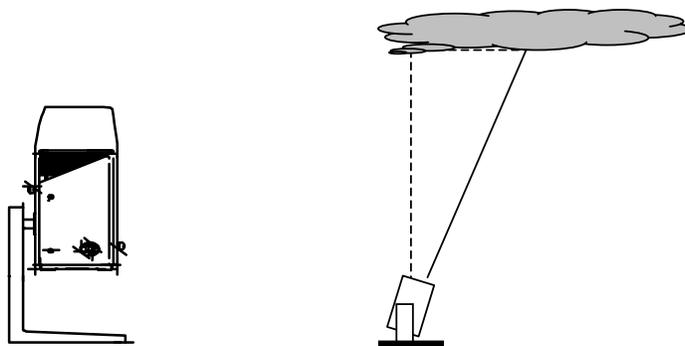
**5.5.4** Nas instalações de algumas EMS-2, os tetômetros poderão ser montados isoladamente e ter seus dados exibidos em visor próprio; porém, é desejável que sua informação seja integrada em uma única tela de dados meteorológicos.

**5.5.5** Nas EMS-1, os tetômetros são montados isoladamente junto ao marcador médio do sistema ILS nos aeródromos Cat I, Cat II e Cat III e, nas EMS-2, junto ao sítio meteorológico principal do aeródromo. No caso de impossibilidade, como no caso de ILS/DME, a instalação deverá ser realizada junto ao sítio meteorológico da cabeceira principal do aeródromo.

**5.5.6** Quando instalado junto ao marcador médio do ILS, deverá ser capaz de medir a altura da base de nuvens sobre o ponto denominado altitude de decisão (AD). Quando montado junto ao sítio meteorológico da cabeceira principal, fornecerá a altura da base das nuvens do aeródromo.

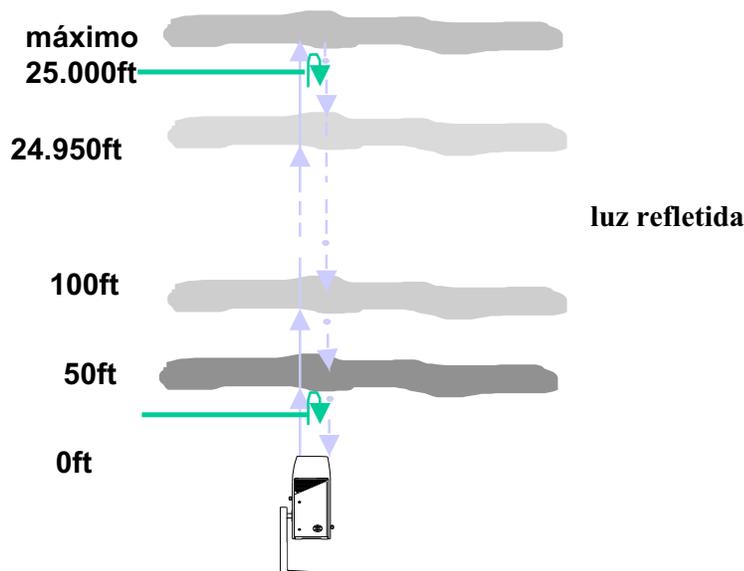
**5.5.7** Pode ser instalado com projeção vertical do feixe *laser* ou com projeção angular (modelos em que haja necessidade de preservação do sistema óptico do instrumento aos raios solares).

**5.5.8** Quando for montado de forma inclinada, o tetômetro não deverá sofrer inclinação superior a dez graus. Este instrumento deverá ser capaz de detectar automaticamente o ângulo de operação por um sensor interno e deverá corrigir a distância medida pela hipotenusa para o cateto hipotético existente sobre esse equipamento, conforme figura 9.



**Figura 9 - Tetômetro**

**5.5.9** O tempo dos pulsos laser, bem como o alcance do teto a ser medido, é mostrado na figura 10.



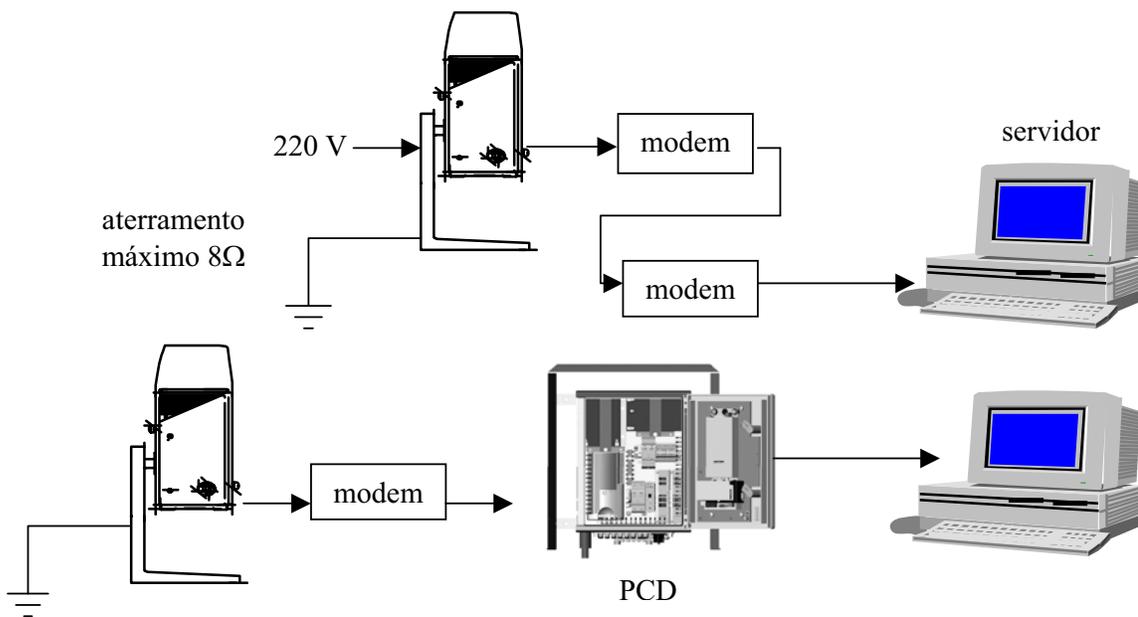
**Figura 10 - Alcance mínimo dos tetômetros**

**5.5.10** A transmissão dos dados do tetômetro poderá ser feita diretamente ao computador servidor, que integrará sua informação aos demais dados meteorológicos do sistema, ou canalizada pelo processador remoto do sítio meteorológico principal.

**5.5.11** A informação meteorológica fornecida pelo tetômetro deverá ser distribuída para todos os setores de visualização, ou seja, deverá constar na tela da EMS, torre de controle e APP.

**5.5.12** As unidades de medida utilizadas nesses instrumentos serão o pé (ft) e o metro (m), de uso meteorológico mundial.

**5.5.13** Seu diagrama de conexões deverá, usualmente, obedecer ao seguinte esquema:



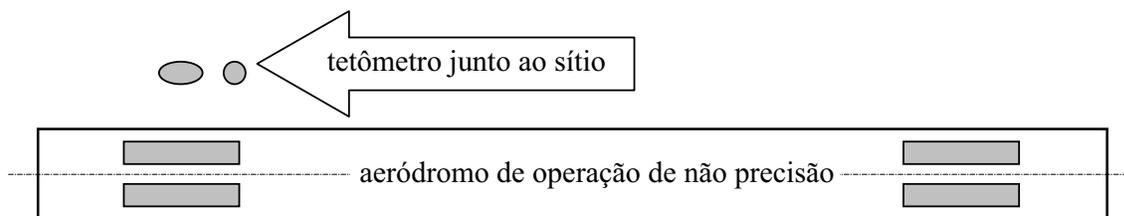
**Figura 11 - Diagrama de conexões**

**5.5.14** Nos aeródromos que operem com aproximação de precisão, os tetômetros deverão ser preferencialmente instalados nos pontos do Sistema ILS que determinam a altitude/altura de decisão, correspondendo ao marcador médio nos Sistemas ILS Cat I (aproximadamente a 1.200m da cabeceira), Cat II (a 300m da cabeceira) e Cat III (na lateral da cabeceira). No caso de impossibilidade, como no caso de ILS/DME, a instalação deverá ser realizada junto ao sítio meteorológico da cabeceira principal do aeródromo.



**Figura 12 - Sítio do marcador médio do ILS Cat I**

**5.5.15** Nos aeródromos não categorizados, os tetômetros serão representativos das condições do aeródromo e, portanto, poderão ser instalados junto ao sítio meteorológico principal.



**Figura 13 - Localização do tetômetro**

## 5.6 TRANSMISSÔMETROS/ RVR - *RUNWAY VISUAL RANGE*

**5.6.1** O objetivo principal dos transmissômetros é fornecer o valor da transmissividade da atmosfera sobre a pista ou conjunto de pistas. O valor do RVR, obtido através de cálculo, refere-se às condições de visibilidade nas pistas para os pilotos e é disponibilizado para os setores ATC, e se possível aos demais usuários aeronáuticos, durante os períodos de visibilidade reduzida por nevoeiro, chuva, neve, tempestade de areia, etc.

**5.6.2** Os transmissômetros são dispositivos ópticos instalados junto às pistas de pouso e decolagem, cuja finalidade principal é de fornecer valores da transmissividade da atmosfera ao longo das pistas. Os dados dos transmissômetros, em conjunto com um sensor denominado "sensor de luminosidade de fundo/ ambiente", que pode ser mecanicamente acoplado aos transmissômetros, acrescidos da informação da intensidade das luzes de balizamento de pista (auxílio visual), são levados a um "módulo calculador" cujo produto final é o valor do RVR em metros. Os transmissômetros também fornecem outro parâmetro conhecido como MOR, que não o substitui, mas auxilia o observador meteorologista na estimativa do parâmetro visibilidade.

**5.6.3** Existem, basicamente, dois modelos de transmissômetros utilizados no Brasil, que possuem a mesma finalidade, porém com instalação e princípio de funcionamento diferenciados. Poderão ser instalados os modelos *MITRAS MITINSK* e o modelo *FORWARD SCATTERING*.

**5.6.4** O sistema *MITRAS MITINSK* é constituído de duas partes, sendo um emissor de luz e um receptor de luz, formando um conjunto de transmissômetros em uma faixa de medição de 50 a 2.000m.

**5.6.5** O transmissor deverá ser instalado em oposição à cabeceira a qual pertence, de maneira que o feixe luminoso não incida sobre o alcance visual do piloto durante os procedimentos de pousos/decolagens.

**5.6.6** Os modelos do sistema *MITRAS*, no Brasil, deverão ser instalados obedecendo a uma distância entre bases de 30 a 75 metros, ou seja, entre um transmissor e seu receptor. Esse conjunto, composto de um transmissor e um receptor, denomina-se conjunto transmissômetros de base simples.

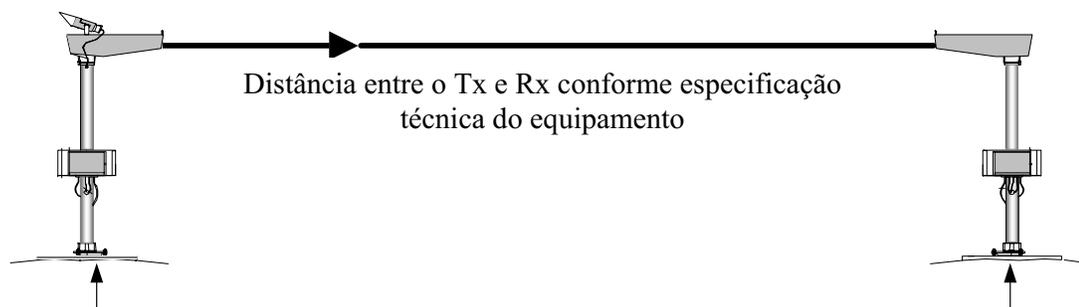
**5.6.7** Para os aeródromos classificados como aeródromos de precisão e equipados com ILS Cat III, os transmissômetros deverão ser instalados nas proximidades dos pontos de toque das pistas, ser de base dupla ou de base simples com maior acuracidade. Esse sistema de base

dupla é, basicamente, um sistema de base simples acrescido de mais um receptor instalado a dez metros do transmissor e que forma um ângulo relativo à linha principal de visada, definido pelo fabricante, proporcionando maior faixa de medição e maior acurácia na obtenção desse parâmetro.

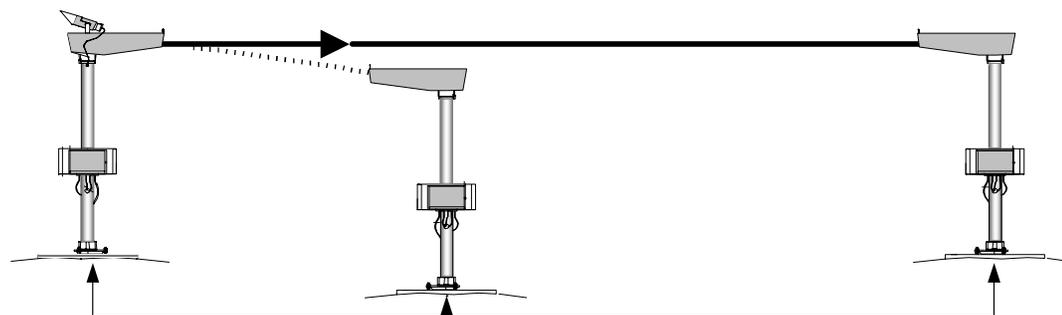
**5.6.8** O sistema *MITRAS*, como ocorre no tetômetro, deverá enviar suas informações diretamente para o computador servidor pela canalização definida no projeto executivo, que sintetizará e exibirá suas informações em uma única tela de informações meteorológicas.

**5.6.9** Sua instalação deverá obedecer aos seguintes critérios:

Operação	Extensão de pista	Quantidade mínima de sensores
Cat I	todas	um conjunto
Cat II	até 2.400m	dois conjuntos
Cat II	maior que 2.400m	três ou mais conjuntos sendo os dos pontos de toque de base dupla
Cat III	maior que 2.400m	três ou mais conjuntos sendo os dos pontos de toque de base dupla ou de base simples com maior acurácia

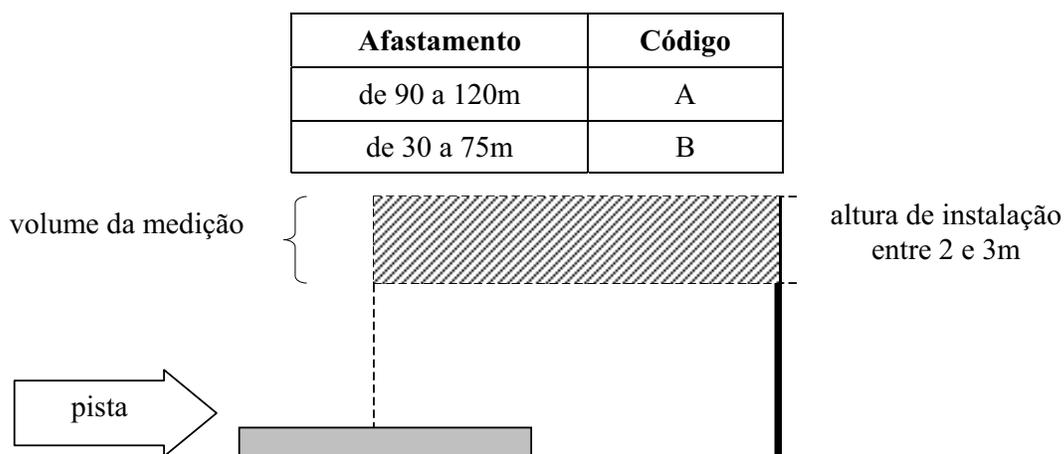
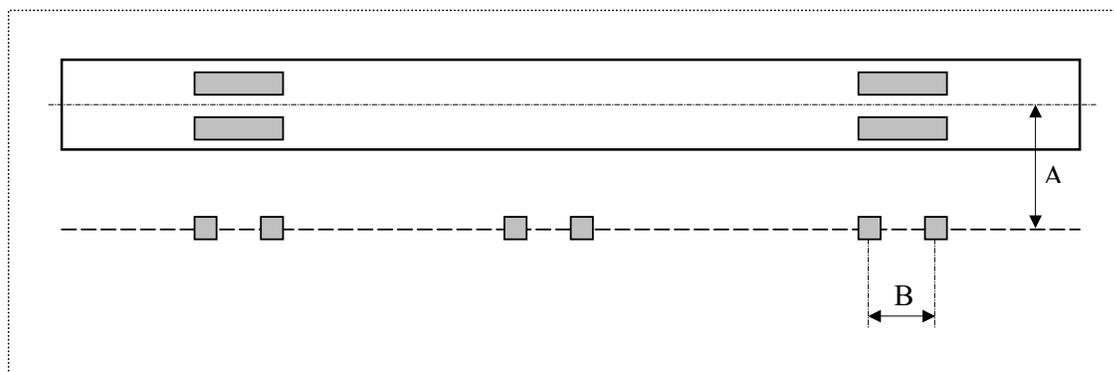


**Figura 14 - MITRAS MITINSK - base simples**



**Figura 15 - MITRAS MITINSK - base dupla**

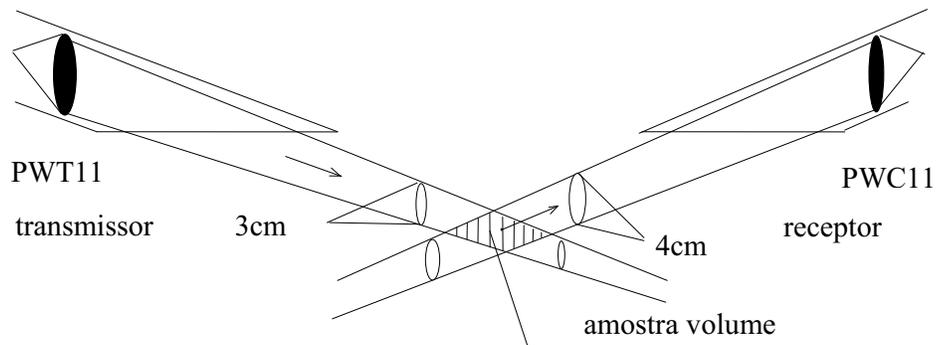
**5.6.10** A altura dos sensores em relação à pista de rolagem deverá estar compreendida entre dois e três metros, conforme a média das alturas das cabines das aeronaves que operam naquele aeródromo. No Brasil, utiliza-se a altura média de 2,5 metros em relação à pista.



**Figura 16 - Altura dos sensores em relação à pista**

**5.6.11** Outro modelo a ser instalado é o *FORWARD SCATTERING* (espalhamento frontal) que poderá ser utilizado nos aeródromos integrantes do SISCEAB sob condições excepcionais (aeródromos onde estatisticamente ocorre pouca restrição da visibilidade horizontal). Seu princípio de funcionamento baseia-se na difração da luz emitida por um transmissor e captada por um receptor através de uma pequena amostra de um dado volume de ar.

**5.6.12** A difração de um feixe luminoso incidente sobre as partículas em suspensão no volume de ar amostrado é captada por um sensor de mesmo valor angular. Sua instalação é feita em mastro unitário de 2,5 metros de altura e possui área de amostragem diminuta em relação ao modelo *MITRAS*, podendo ser aplicado somente em aeródromos Cat I.

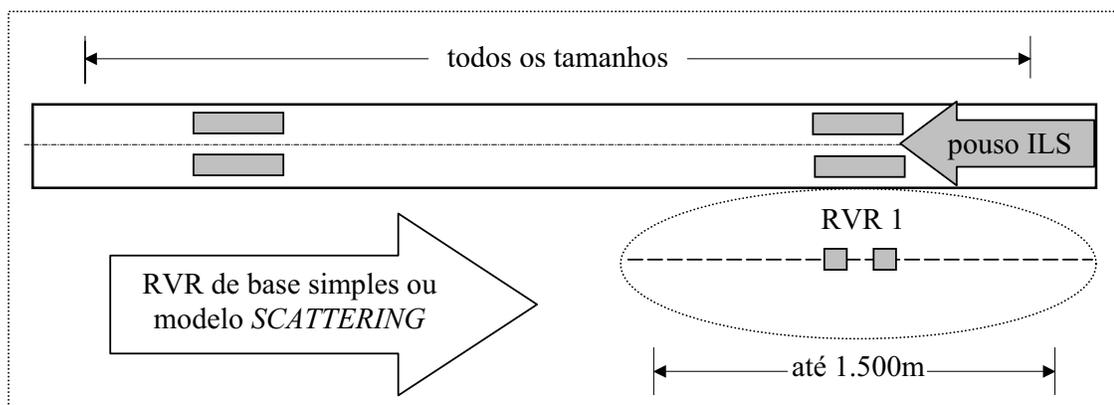


**Figura 17 - Difração da luz**

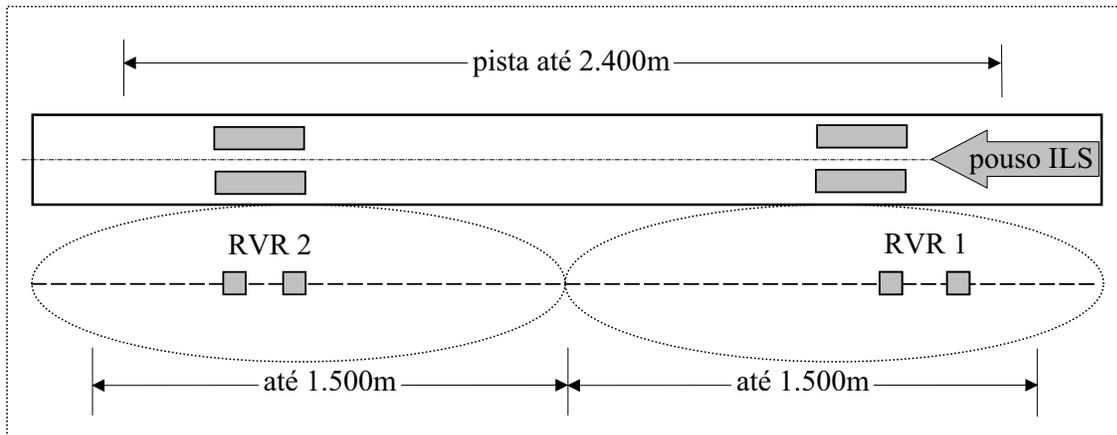
### 5.6.13 ÁREA DE ABRANGÊNCIA

**5.6.13.1** Os transmissômetros deverão ser instalados de maneira que tenham raios de abrangência não inferiores a 1.500m, como representado nas figuras seguintes.

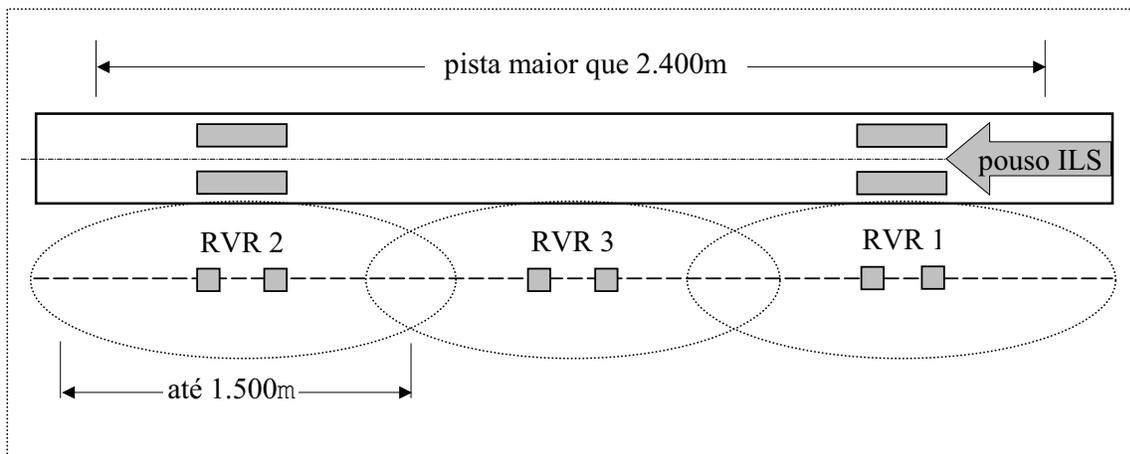
**5.6.13.2** A construção dos transmissômetros deve ser baseada nas equações de *KOSCHMIEDER* (cálculo relativo a objetos e sinais) e *ALLARD* (para compensação de fontes luminosas), e sua instalação obedecerá aos seguintes esquemas:



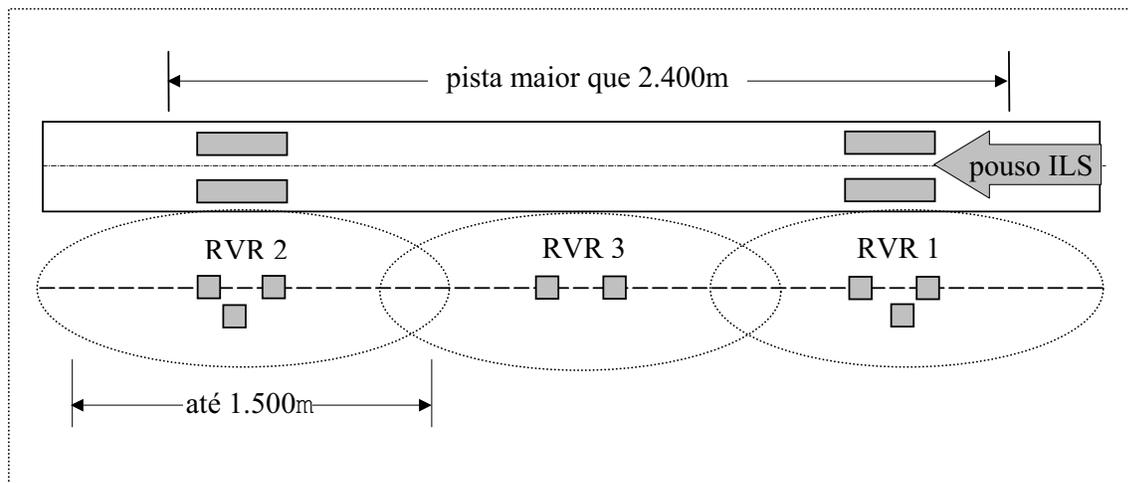
**Figura 18 - Operação Cat I - configuração reduzida**



**Figura 19 - Operação Cat II - configuração padrão**



**Figura 20 - Operação Cat II - configuração padrão**



**Figura 21 - Operação Cat III com transmissômetro de base dupla nas cabeceiras**

## 5.7 TELEPLUVIÔMETRO

**5.7.1** São instrumentos ou sensores destinados a medir a quantidade de precipitação no aeródromo.

**5.7.2** Sua informação destina-se basicamente à coleta de dados sinóticos. Nas configurações que utilizam o transmissômetro *FORWARD SCATTERING* ou sistemas que o utilizem, sua informação também será utilizada diretamente no cálculo do RVR do aeródromo, pois, em conjunto com aquele equipamento, permite maior acurácia no cálculo daquele parâmetro meteorológico.

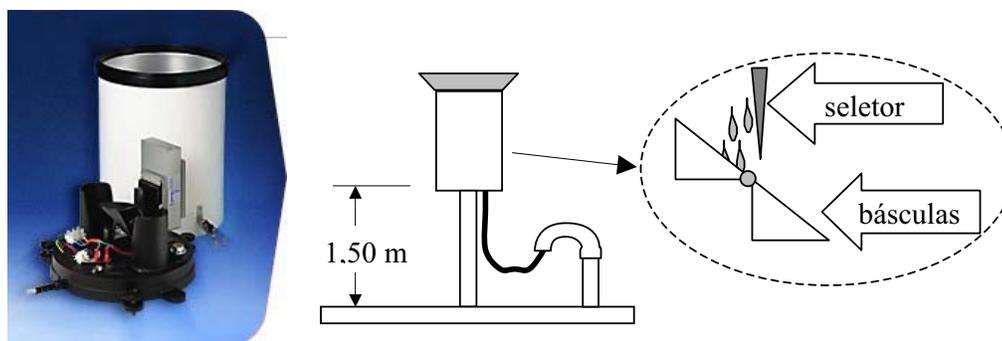
**5.7.3** Normalmente são constituídos de uma ou duas básculas (balanças) que acionam dispositivos eletrônicos ou sistemas mais modernos que comprovadamente forneçam essa informação, de maneira que, a cada volume de água amostrado é computado um valor equivalente no volume total medido.

**5.7.4** Sua instalação é feita junto ao sítio meteorológico principal do aeródromo e seu parâmetro é informado diretamente ao processador remoto que o trata e informa ao computador servidor da estação.

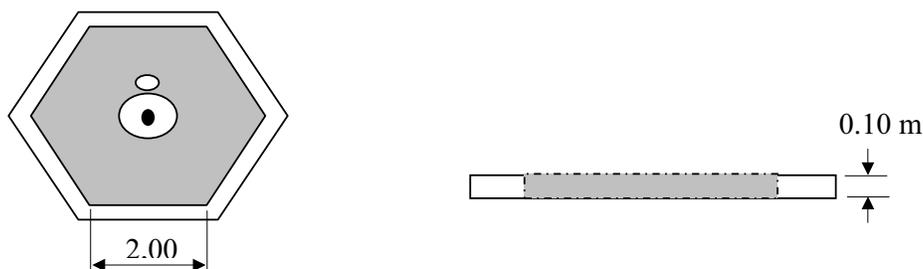
**5.7.5** A altura da base do telepluviômetro deverá ser de 1,5 metros do solo, de maneira a permitir facilidade de limpeza nas manutenções orgânicas, ou em local previamente determinado pelo fabricante recomendado pela ICAO.

**5.7.6** Nos sensores tipo báscula, deverá possuir tela em seu coletor para evitar entupimentos por acúmulo de detritos.

**5.7.7** O telepluviômetro deverá ser projetado para fornecer uma indicação de incrementos de 0,1 mm e não deverá ser instalado numa distância superior a seis metros do processador remoto.



**Figura 22 - Pluviômetro**



**Figura 23 - Base para telepluviômetro**

## 6 INSTALAÇÃO DE SENSORES E SUBSISTEMAS EM HELIPONTOS E HELIPORTOS

**6.1** As implantações de instrumentos meteorológicos em helipontos e heliportos, sempre que possível deverão ser de forma mais aproximada das implantações feitas no capítulo desta publicação referente a aeroportos, porém, resguardando-se os obstáculos existentes e áreas críticas de aproximação muito comuns nessas modalidades de aeródromos.

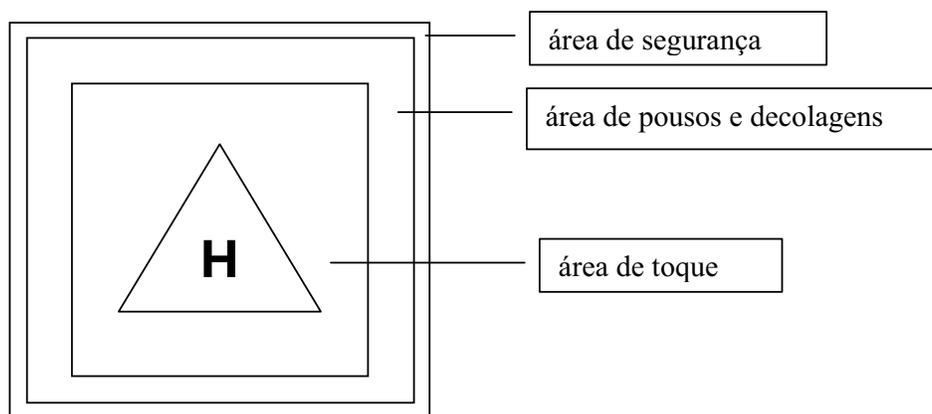
**6.2** O principal item crítico dessas implantações é o mastro ou torre anemométrica que deverá ser instalado de maneira a permitir que as leituras dos sensores sejam as mais representativas possíveis da área de operação, porém, instalados de maneira a não prejudicar as aproximações diretas das aeronaves nem serem considerados obstáculos.

**6.3** O Plano Básico da Zona de Proteção do Heliponto é feito conforme previsto nas Portarias 1.141 GM5, de 8 de dezembro de 1987 e 398/GM5, de 04 de julho de 1999, ou normas que as venha substituir ou complementar.

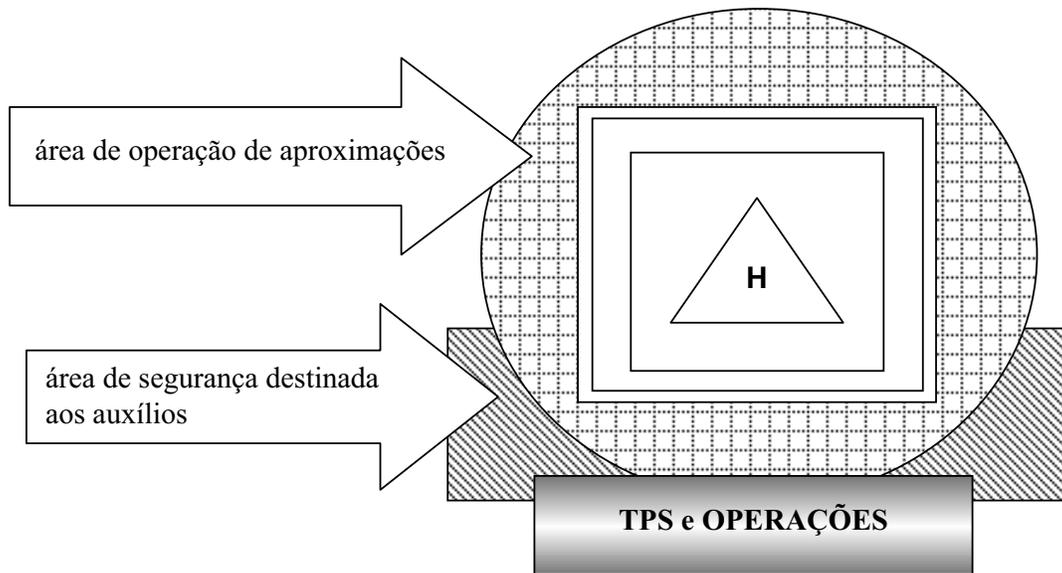
**6.4** As implantações dos sensores deverão ser em condições idênticas às dos aeroportos, com mastros nas alturas e distâncias previstas, bem como com o quantitativo de sensores que qualifiquem a Estação de Superfície, conforme previsto no MCA 105-2.

**6.5** As implantações deverão ser analisadas em conjunto com a área operacional, primando pela segurança das aeronaves nas operações de pousos e decolagens, bem como pela representatividade das medições.

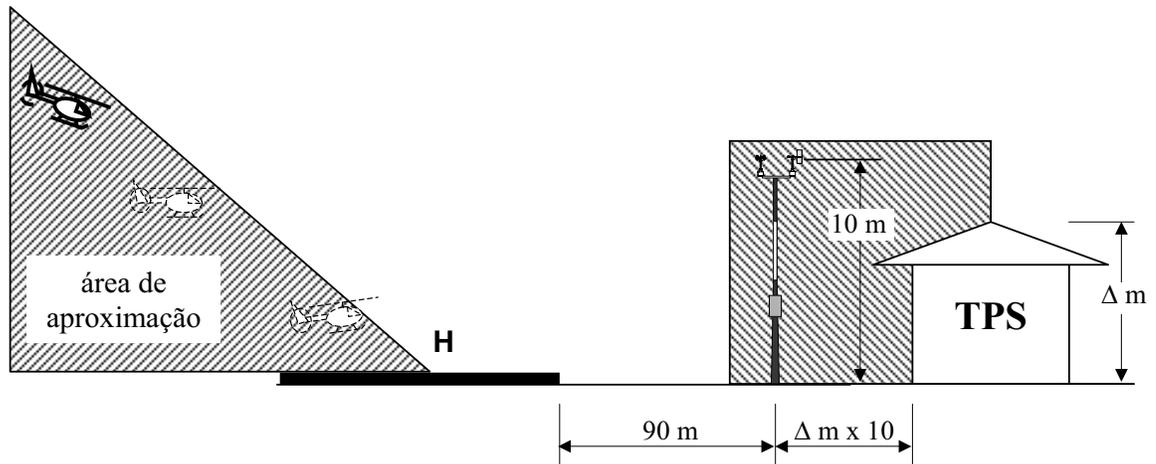
**6.6** São estabelecidas basicamente duas áreas que deverão ser respeitadas: área de operação de aproximação e decolagens e área reservada aos sistemas de sensoriamento e controle dos aeródromos.



**Figura 24 – Heliponto**



**Figura 25 – Heliporto**



**Figura 26 - Zoneamento de áreas para instalação em heliportos**

## 7 EQUIPAMENTOS COMPLEMENTARES

### 7.1 PERFILADORES DE VENTO (*WIND PROFILERS*)

7.1.1 Nos aeródromos em que forem notificadas ocorrências de distúrbios da atmosfera conhecidos como “tesoura de vento” (*Wind Shear*), poderão ser instalados detectores em locais previamente determinados que poderão ser as cabeceiras das pistas, sítio meteorológico principal ou, ainda, junto aos marcadores do sistema ILS.

7.1.2 Preferencialmente, deverão ser instalados um ou mais instrumentos denominados de “perfiladores de vento” cujo princípio de funcionamento baseia-se na emissão e detecção de ondas eletromagnéticas ou sonoras.

7.1.3 Esses instrumentos, quando utilizados, deverão ser integrados à Estação Meteorológica Eletrônica e ter suas informações disponibilizadas aos Órgãos de Meteorologia Aeronáutica e Tráfego Aéreo.

7.1.4 O sistema deverá possuir alarmes audíveis (tom cíclico progressivo) e visíveis nos Órgãos de Meteorologia Aeronáutica e Tráfego Aéreo.

7.1.5 Deverá possuir tela específica para os órgãos de meteorologia destinada à análise gráfica do fenômeno.

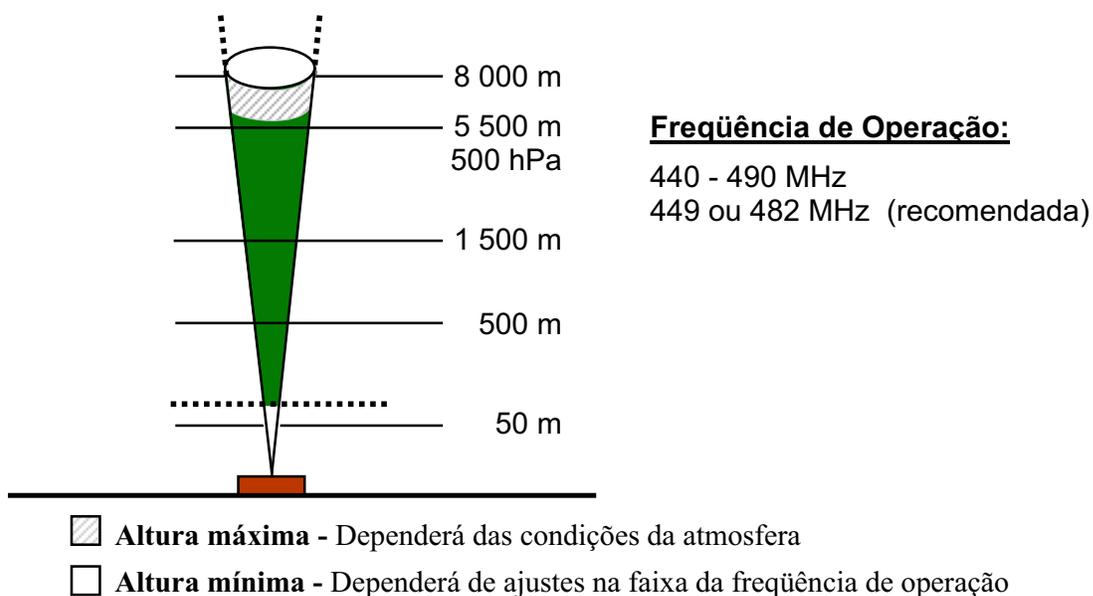


Figura 27 - Requisitos técnicos para o *Wind Profiler*

7.1.6 A figura seguinte destina-se à compreensão do fenómeno e ao auxílio à visualização das possíveis áreas para instalação do sensor.

### Fenômeno da micro-rajada

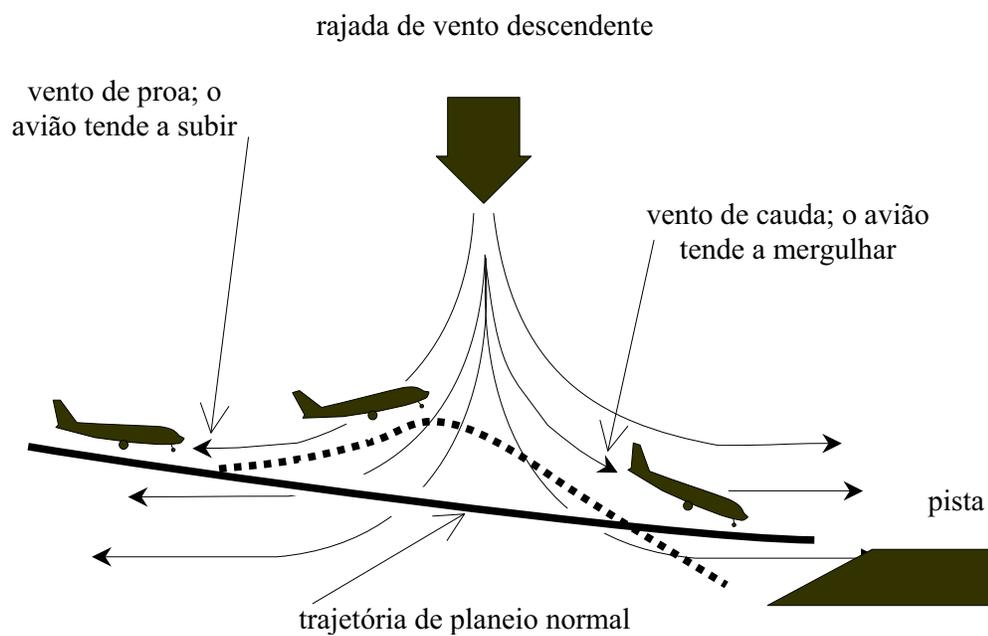
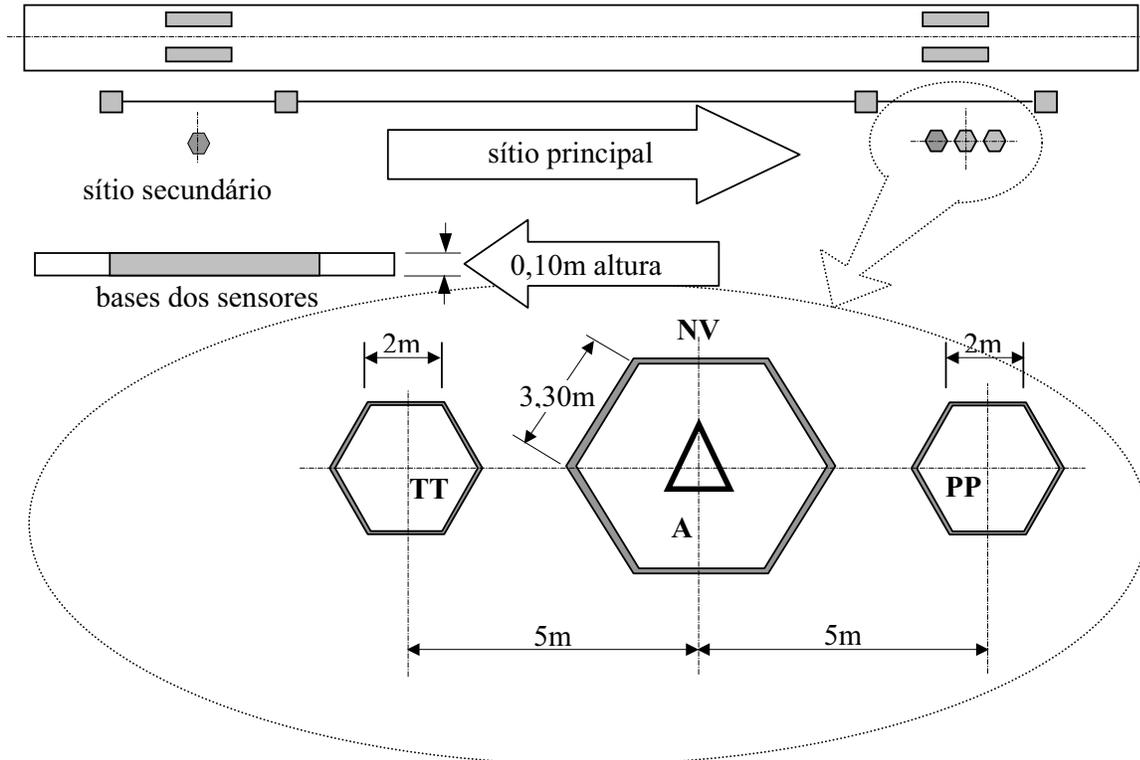


Figura 28 - Área de instalação do detector de tesoura de vento

## 8 DISPOSIÇÃO DOS TELESENSORES NOS SÍTIOS METEOROLÓGICOS

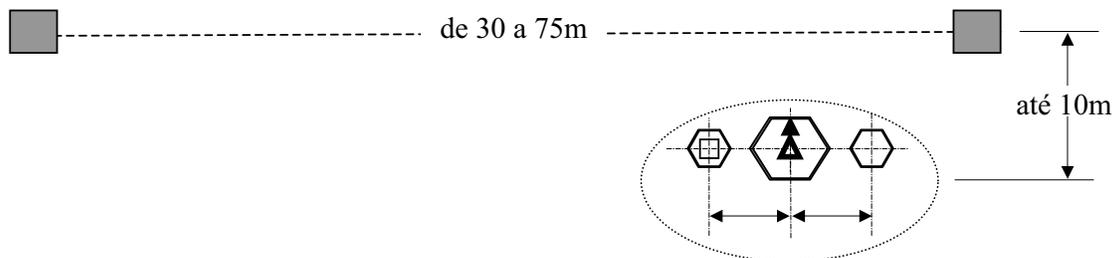
### 8.1 POSICIONAMENTO DOS TELESENSORES

8.1.1 O posicionamento dos sensores nos sítios meteorológicos deverá, preferencialmente, obedecer à seguinte disposição em relação ao teleanemômetro:



**Figura 29 - Posicionamento dos sensores nos sítios meteorológicos**

NOTA: As distâncias entre os telesensores são sugestões que preferencialmente devem ser respeitadas, exceto quando houver necessidade de adequações técnicas ao implemento. O afastamento do conjunto de sensores do sítio principal em relação ao conjunto de transmissômetros não deverá ser superior a dez metros e a linha de visada dos módulos dos transmissômetros não poderá exceder a 120 metros em referência ao eixo da pista.



**Figura 30 - Distâncias entre os transmissômetros**

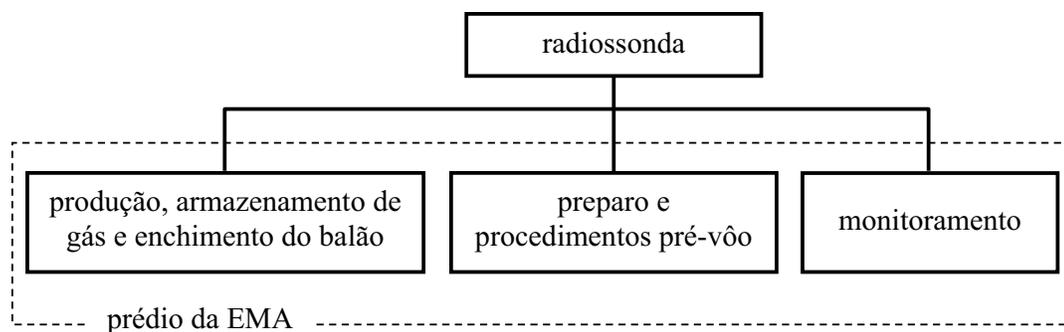
## 9 ESTAÇÕES METEOROLÓGICAS DE ALTITUDE – EMA

### 9.1 DEFINIÇÃO

9.1.1 Estação Meteorológica de Altitude (EMA) é o ambiente onde estão instalados todos os meios necessários ao serviço de observação do ar superior do SISCEAB. As EMA são constituídas basicamente dos sensores abaixo discriminados:

- a) anemômetros (VV e DV);
- b) barômetros (QNH, QFE e QFF); e
- c) psicrômetros (TA, UR e PO).

9.1.2 Constituída de prédio unitário onde se concentram as operações de produção do hidrogênio, pré-vôo, lançamento e monitoramento das radiossondas, não podendo ser desmembrado em vários módulos por questões de segurança e características de operacionalidade.



**Figura 31 – Processo de radiossondagem**

9.1.3 Os sensores fazem parte das radiossondas e o sistema de solo é denominado estação de radiossondagem.

9.1.4 Faz parte do sistema um prédio próprio com capacidade de acomodar todos os equipamentos necessários ao serviço, bem como proporcionar o conforto e a segurança necessária às equipes técnico-operacionais.

### 9.2 FINALIDADE

As EMA possuem equipamentos elétricos e eletrônicos capazes de realizar, via rádio, o sensoriamento dos parâmetros atmosféricos como velocidade e direção do vento, taxa de ascensão da sonda, pressão atmosférica, temperatura do ar e umidade relativa do ar, além de outros produtos de uso exclusivamente militar como dados para balística, detecção de dutos-radar, refratividade da atmosfera, dentre outros.

### 9.3 OPERAÇÃO

Sua operação está condicionada à sustentação dos sensores dos parâmetros atmosféricos por um balão inflado com gás (hidrogênio, hélio ou uma mistura hélio/

hidrogênio), cuja quantidade proporcione a sustentação dos sensores, um pára-quadras e que possa imprimir uma taxa de ascensão vertical de 5m/s ao conjunto.

NOTA: A não utilização de pára-quadras será avaliada pelo SDOP.

#### 9.4 TIPOS

9.4.1 No âmbito do SISCEAB, existem basicamente dois tipos de EMA. As que utilizam geradores eletrolíticos para a produção de hidrogênio e as que utilizam gás (hidrogênio) engarrafado.

9.4.2 O uso de geradores de gás está normalmente condicionado às EMA de localidades onde não existe a produção industrial de gás engarrafado ou devido ao seu alto custo de aquisição.

9.4.3 Ambos satisfazem aos requisitos técnico-operacionais, devendo a opção ser avaliada estrategicamente pelo binômio custo-benefício.

#### 9.5 PRÉDIO

9.5.1 O prédio da EMA deverá ser um ambiente único, padronizado e que contemple as particularidades dos serviços inerentes às atividades de radiossondagem do ar superior.

9.5.2 Deverá possuir cobertura de laje, exceto nas áreas de produção de gás e enchimento do balão, e constituído de três módulos internos (monitoramento, gerador e armazenamento e enchimento), também conhecidos como “ambientes”, onde se desenvolvem atividades distintas, porém relativas à radiossondagem.

#### 9.6 MÓDULO DE MONITORAMENTO

9.6.1 O primeiro compartimento é denominado de sala de monitoramento ou recepção do sinal eletromagnético das radiossondas lançadas ou na fase de pré-vôo. Nesse ambiente, são instalados o receptor radiossonda e seus acessórios, necessários à preparação e recepção das informações transmitidas.

9.6.2 Consta desse compartimento, mobiliário apropriado à atividade (operação e estocagem), e para utilização por, pelo menos, dois operadores que formam a equipe operacional da EMA.

9.6.3 Esse compartimento deverá ser climatizado, possuir ao menos uma janela voltada para a área de lançamento relativa ao vento predominante e possuir banheiro.

9.6.4 Deverá possuir dimensões mínimas de 14m<sup>2</sup> incluindo o banheiro e suprimento.

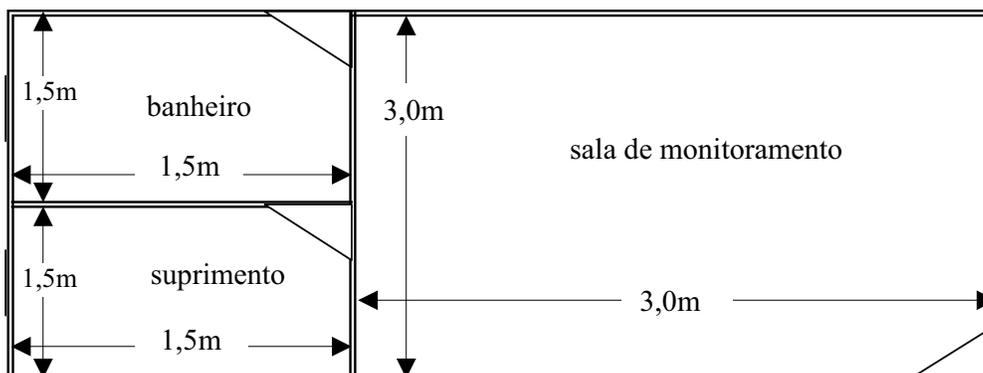


Figura 32 - Módulo de monitoramento

## 9.7 MÓDULO DO GERADOR

**9.7.1** Trata-se de um compartimento destinado à instalação de um gerador, cuja função é produzir gás para enchimento do balão.

**9.7.2** Deverá possuir dimensões mínimas capazes de proporcionar a instalação do gerador, bem como o acesso do técnico a todos os seus lados para os procedimentos de manutenção.

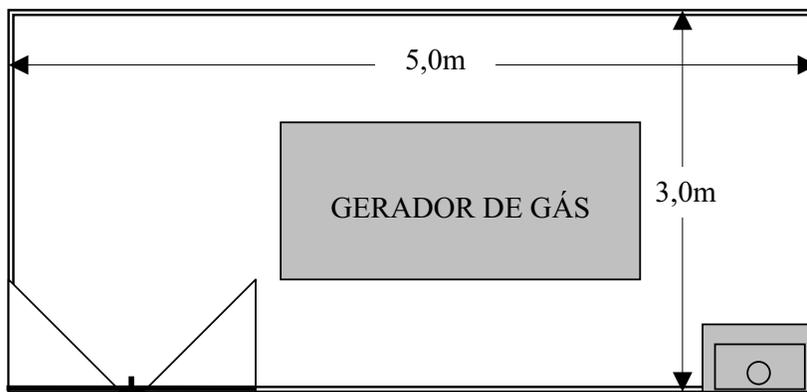
**9.7.3** Esse ambiente deverá conter um tanque, estilo doméstico, para a lavagem de componentes contendo produtos corrosivos, por ocasião das manutenções Nível Base e Parque.

**9.7.4** Não deverá possuir cobertura de laje, tão somente telhado com cobertura de telhas cerâmicas ou fibro-cimento.

**9.7.5** Esse módulo deverá possuir dimensões mínimas de 15m<sup>2</sup> e não necessita possuir janelas, porém, abaixo da cinta de amarração do prédio, deverá possuir pelo menos 60 cm de elementos vazados nas partes inferior e superior, protegidos por tela contra-insetos que facilitarão a ventilação no ambiente de produção do gás, ocasionalmente dispersando possíveis vazamentos ou processo de purga (limpeza).

**9.7.6** O sistema de iluminação deverá ser apropriado ao trato com sistemas de fácil combustão, devendo possuir lâmpadas instaladas dentro de invólucros de vidro, interruptores a prova de explosão e cablagens embutidas em rede de eletrodutos aparentes e vedados, conforme prevê a NBR 6146 - Invólucro de Equipamentos Elétricos (Proteção) e a NBR 5418 - Instalações Elétricas em Atmosferas Explosivas.

**9.7.7** Os quadros de energia deverão ser instalados na sala de monitoramento, ambiente livre da possível presença de hidrogênio.



**Figura 33 - Compartimento do gerador de gás**

## **9.8 MÓDULO DE ARMAZENAMENTO E ENCHIMENTO DOS BALÕES**

**9.8.1** Este ambiente possui duas destinações nas EMA dotadas de geradores: abrigar o tanque de armazenamento do gás produzido e permitir a inspeção e o enchimento do balão.

**9.8.2** Visando à segurança do equipamento, bem como das equipes de operação, no manuseio do gerador do gás, a parede que o isolará do compartimento seguinte deverá ser de concreto armado.

**9.8.3** Não deverá possuir cobertura de laje, tão somente telhado com cobertura de telhas cerâmicas ou fibro-cimento.

**9.8.4** Em todos os sistemas de gás é obrigatória a instalação de válvula reguladora de pressão (máximo de 10 PSI) para o enchimento dos balões.

**9.8.5** Na sala de enchimento dos balões deverá obrigatoriamente existir uma mesa de fibra-de-vidro ou plástico PVC, preferencialmente na cor branca, destinada à inspeção e ao enchimento dos balões, cujas dimensões mínimas deverão ser de 2,0 x 0,80m e altura de 0,90m.

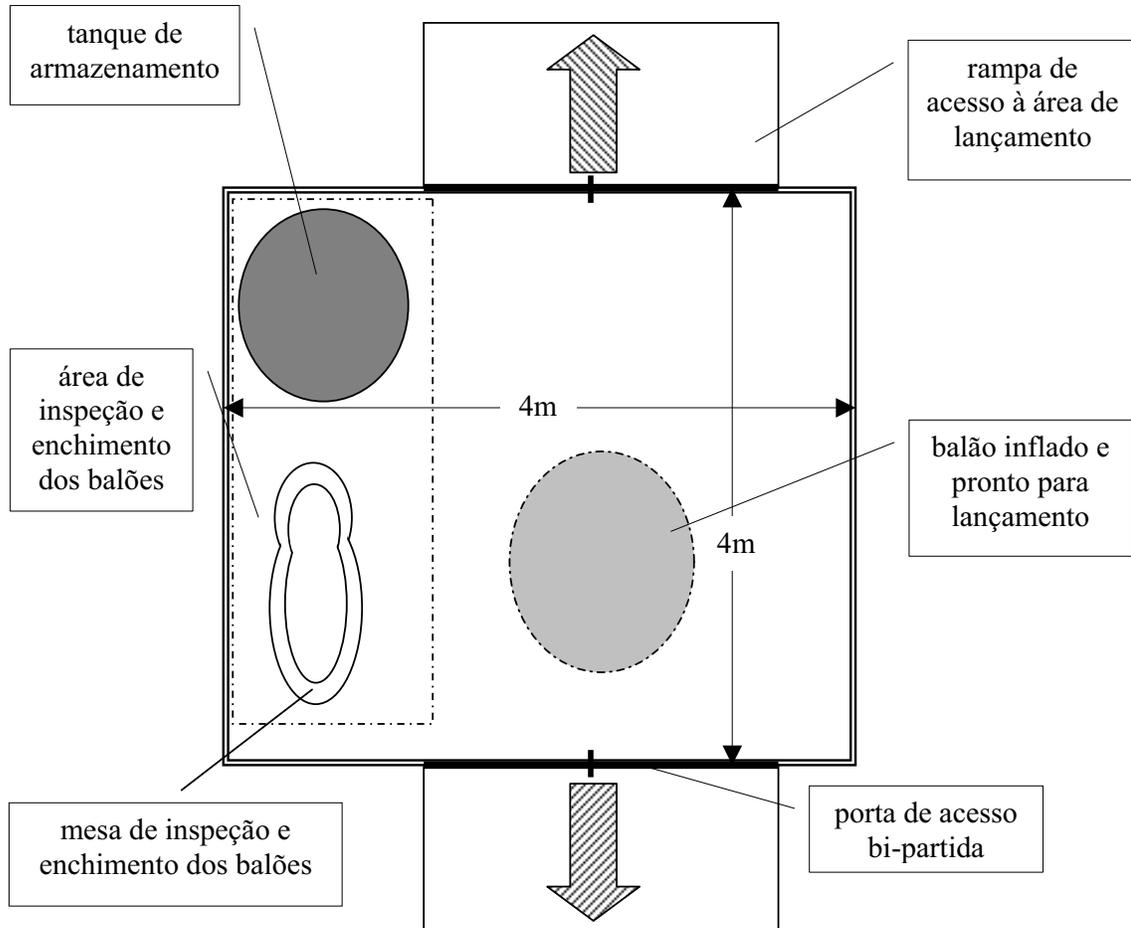
**9.8.6** A sala de enchimento deverá possuir bocal de inflagem com aterramento solidário ao tanque ou central de gás engarrafado e contra-pesos identificados e destinados ao correto enchimento dos balões.

**9.8.7** Nas EMA que possuem centrais de gás engarrafado, o enchimento é feito diretamente do sistema que conecta os vários cilindros de gás à alta pressão (aproximadamente 2.000 PSI) e os rebaixa para baixa pressão por intermédio de válvulas redutoras de pressão ajustadas para um valor máximo de 10 PSI.

**9.8.8** Esta sala deverá possuir equipamentos de extinção de chama por água pressurizada (no mínimo dois), duas portas de alumínio dobráveis verticalmente, destinadas a lançamentos que poderão ser realizados tanto pela parte dianteira quanto pela traseira do prédio, conforme a direção predominante do vento à superfície.

**9.8.9** A altura das portas deverá ser a máxima possível, sabendo-se que a altura ideal da construção (pé-direito da obra) é de quatro metros.

9.8.10 A área mínima para esse compartimento é de 16m<sup>2</sup>, conforme figura 34.



**Figura 34 - Sala de enchimento dos balões**

## 9.9 CENTRAL DE GÁS ENGARRAFADO

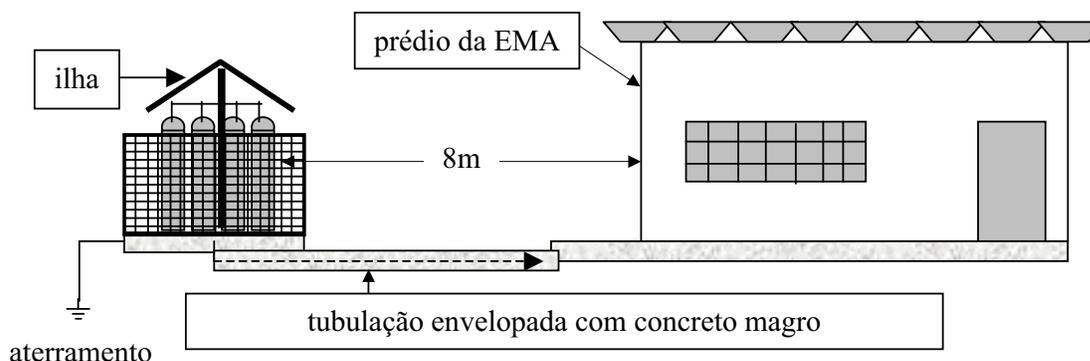
**9.9.1** Nessa modalidade de abastecimento de gás, deve ser utilizado preferencialmente um sistema denominado “ilha de cilindros”, montado à distância das instalações prediais conforme diagrama constante da figura seguinte.

**9.9.2** Quanto ao número de cilindros de cada ilha, deverá ser efetuada avaliação pela equipe técnica local quanto ao volume necessário de gás para os serviços de radiossondagens, levando-se em consideração os intervalos entre os abastecimentos realizados pela empresa contratada.

**9.9.3** As ilhas de cilindros deverão possuir cobertura metálica ou de fibro-cimento, proteção lateral por dispositivos entelados, válvulas redutoras de pressão e aterramento elétrico para todos os cilindros.

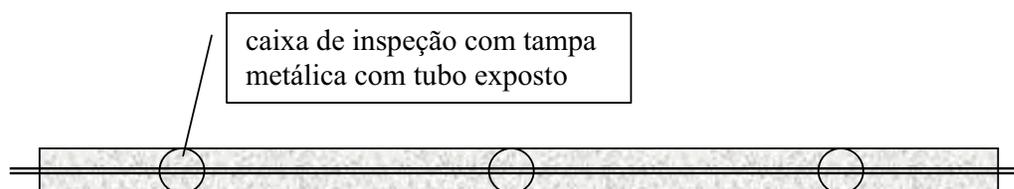
**9.9.4** A tubulação deverá ser de aço, cobre ou latão, obrigatoriamente subterrânea, e trabalhar com baixa pressão (máximo de 10 PSI).

**9.9.5** O afastamento da ilha de cilindros relativa ao prédio deverá ser, no mínimo, de 8 (oito) metros.



**Figura 35 - Posicionamento da ilha de cilindros**

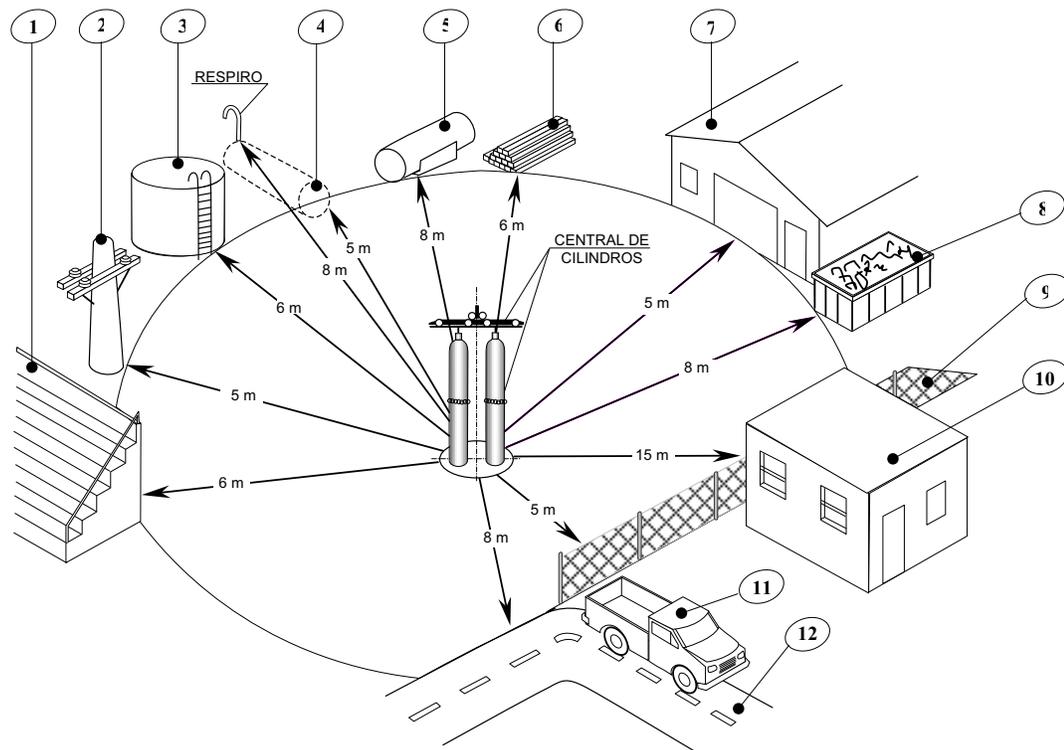
**9.9.6** A tubulação, revestida (envelopada) em concreto, deverá possuir pelo menos três caixas de inspeção para a verificação periódica da integridade da tubulação, conforme figuras 35 e 36.



**Figura 36 - Tubulação revestida em concreto**

### 9.10 TABELA DE AFASTAMENTOS DE SEGURANÇA

9.10.1 Os afastamentos mínimos para sistemas de alta-pressão para gases inflamáveis, deverá obedecer o previsto na tabela referente à Figura 37.



1	Local de reunião pública	5	Estocagem de outros gases inflamáveis	9	Cerca de proteção
2	Rede elétrica	6	Material sólido de queima lenta (madeira, carvão, etc)	10	Ambulatório médico
3	Estocagem de líquidos inflamáveis acima do solo	7	Estrutura de madeira inflamável	11	Estacionamento de veículos
4	Estocagem de líquidos inflamáveis abaixo do solo	8	Material sólido de queima rápida (papel, plástico, etc)	12	Acesso público

Figura 37 - Afastamento mínimo do sistema de alta-pressão

### 9.11 DETALHE DA DISPOSIÇÃO DOS CILINDROS NO INTERIOR DO ABRIGO

9.11.1 Os cilindros deverão ser instalados, fixados com corrente metálica ou cinta de borracha de alta resistência e conectados, no interior do abrigo, à linha apropriada de alta-pressão e à válvula reguladora e redutora de pressão, conforme figura 38.

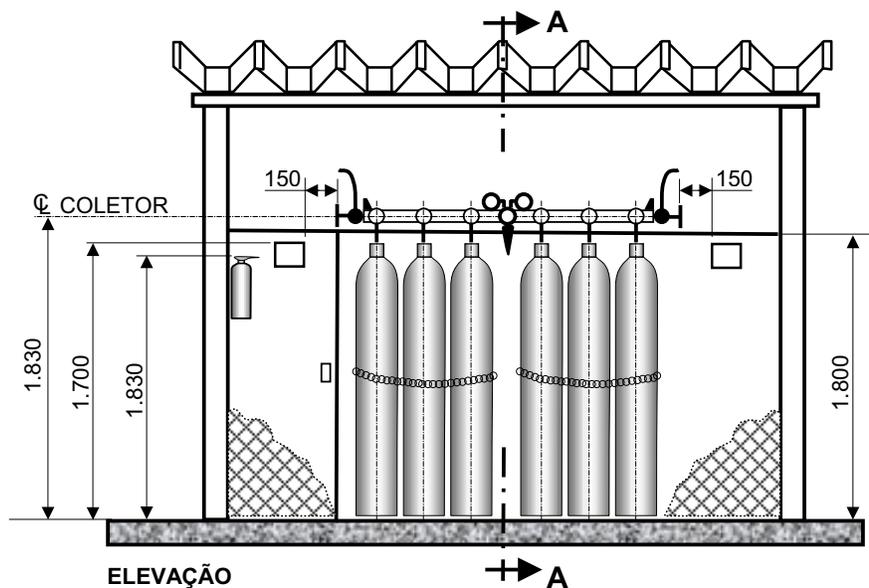


Figura 38 - Disposição dos cilindros

9.11.2 Excepcionalmente, quando não puder ser implementada a ilha de cilindros, prevista no item 9.9.5, poderá ser construído abrigo para cilindros junto à parede externa da sala de enchimento dos balões, desde que esta seja de concreto ou blocos cheios de concreto (FCK=15 mPa.), conforme as figuras 38 e 39.

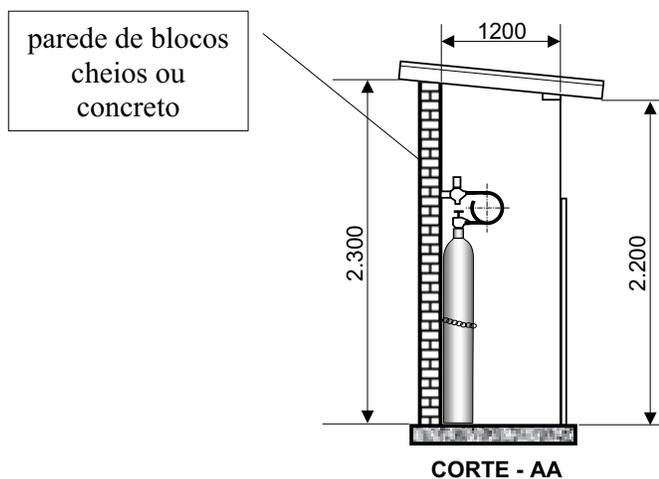
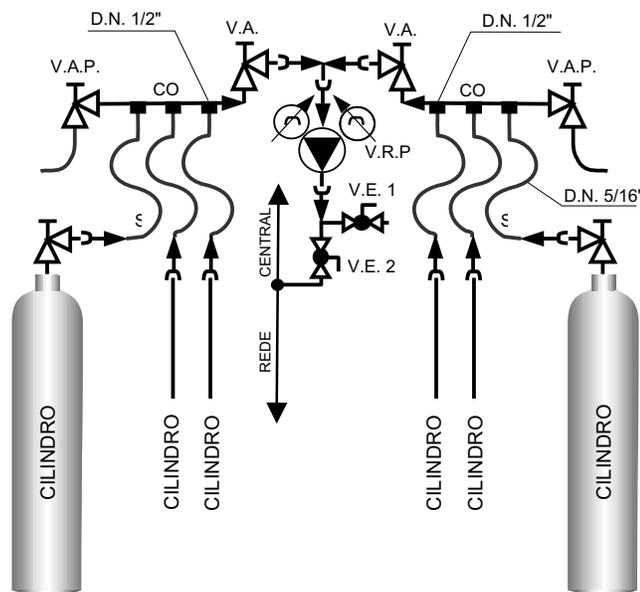


Figura 39 - Abrigo para cilindros

## 9.12 DIAGRAMA ESQUEMÁTICO DA CENTRAL DE CILINDROS

9.12.1 Os cilindros da central de gás deverão ser conectados conforme disposto na figura 40.



LEGENDA	
V.A.P.	Válvula angular de purga
V.A.	Válvula angular de bloqueio
V.R.P	Válvula redutora de pressão
V.E.1	Válvula esfera de purga
V.E.2	Válvula esfera de bloqueio
S	Serpentina
CO	Coletor

Figura 40 - Central de cilindros

## 9.13 REQUISITOS DE SEGURANÇA PARA PROJETOS

9.13.1 Os projetos para instalações que utilizam o gás hidrogênio para o enchimento de balões deverão atender, além do previsto nos manuais específicos, aos seguintes requisitos de segurança:

- os materiais utilizados nas instalações deverão ser resistentes ao fogo (resistência de uma hora);
- o abrigo deve ter cobertura de telhas de fibro-cimento para evitar a insolação nos quadros de válvulas;
- o abrigo deve ser ventilado;
- a abertura da porta de acesso deverá ser para fora;

- e) o portão deverá ficar fechado à chave;
- f) o acesso ao abrigo só deve ser permitido a pessoas autorizadas;
- g) na necessidade de iluminação, tanto a luminária como a instalação elétrica devem ser a prova de explosão, de acordo com a NFPA 70 – National Fire Protection Association e NBR 5418 - Instalações Elétricas em Atmosferas Explosivas;
- h) a distância mínima de segurança é de oito metros nos casos de: passagem acessível a terceiros ou via pública, imóvel habitado ou ocupado por terceiros, depósito de materiais combustíveis ou comburentes e toda atividade classificada como risco de incêndio ou explosão;
- i) instalação de proteção contra incêndio: recomendável hidrante com mangueira e esguicho com vazão mínima de 1000 l/ min, pressão de 4 bar e dois extintores de pó químico seco de 8 kg cada;
- j) instalação de placas de “Proibido Fumar” junto a todos acessos ao prédio e aos abrigos de cilindros;
- k) parede de concreto ou blocos cheios de concreto (com altura mínima de dois metros, comprimento idêntico ao da parede oposta e espessura de 30 cm) com resistência a duas horas de chama entre os cilindros e a parede do prédio, no caso do abrigo instalado excepcionalmente junto ao prédio da EMA; e
- l) realização de testes de estanqueidade e dos componentes de alta-pressão.

#### **9.14 ATERRAMENTO ELÉTRICO DOS CILINDROS**

Os cilindros de gás deverão ser aterrados eletricamente, com circuito próprio e resistividade máxima de oito Ohms. Este aterramento deverá ser interligado ao circuito elétrico do prédio da EMA por cabo de cobre nu, utilizando-se processo de soldagem exotérmica.

### 9.15 DISPOSITIVOS DE SEGURANÇA PARA ENCHIMENTO DOS BALÕES

**9.15.1** O manuseio do hidrogênio traz riscos à segurança do pessoal diretamente envolvido nessa operação. Devido ao seu baixo nível de energia de ignição (micro-descargas eletrostáticas sem percepção visual), o hidrogênio requer dispositivos de segurança necessários ao enchimento dos balões meteorológicos.

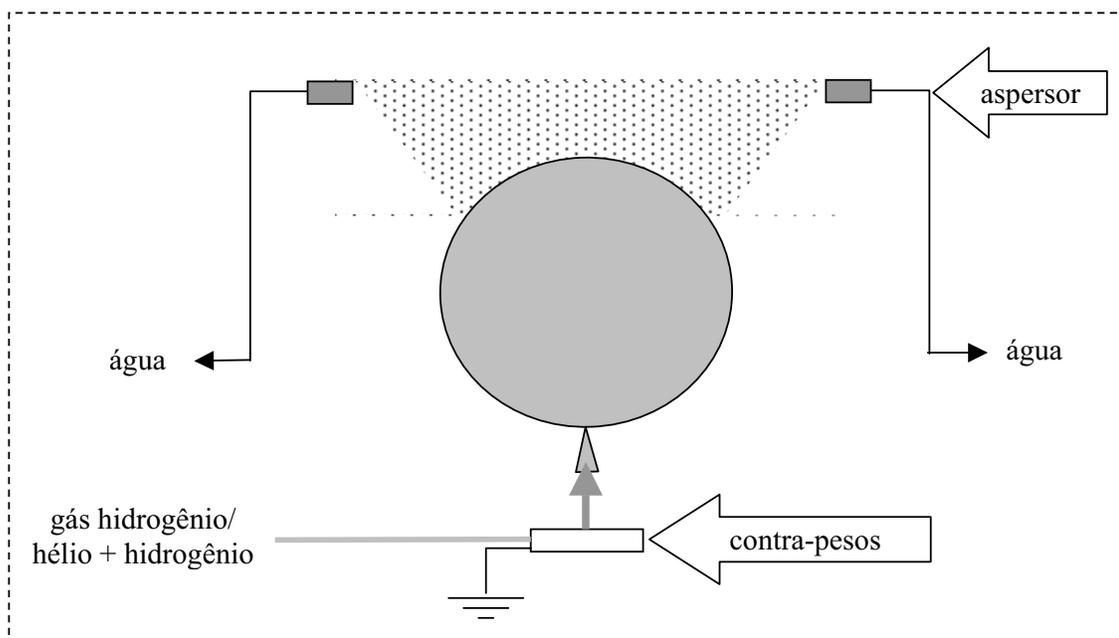
**9.15.2** É recomendado o uso do EPI para o trato com hidrogênio, como óculos com vedação lateral.

**9.15.3** Visando reduzir a possibilidade de ocorrência de eletricidade estática durante o enchimento do balão, o bocal e o tanque de armazenamento ou central de gás deverão ser aterrados eletricamente para um valor de resistência não superior a oito Ohms.

**9.15.4** Durante o enchimento dos balões, é proibido o uso de rádios transmissores, de telefones celulares e dispositivos elétricos ou eletrônicos que poderão ocasionar a ignição do hidrogênio.

**9.15.5** Nas operações de enchimento do balão, principalmente nas condições de baixa umidade do ar (abaixo de 70%), os operadores deverão ter suas mãos umedecidas e o ambiente pulverizado com água aspergida com a finalidade de reduzir o potencial eletrostático do ambiente e, conseqüentemente, o risco de incêndio.

**9.15.6** Os aspersores de água deverão ser posicionados sobre o tanque de armazenamento de gás e sobre o local onde será inflado o balão, de maneira que nem o tanque nem o balão retenham potencial de eletricidade estática.



**Figura 41 - Sistema de segurança para enchimento dos balões**

### 9.16 ZONA DE PROTEÇÃO

**9.16.1** As EMA deverão estar localizadas de maneira que conciliem alguns fatores:

- a) as portas deverão estar direcionadas no sentido do “vento predominante”, se possível, de maneira que facilite o procedimento de lançamento das radiossondas;
- b) deverão possuir áreas de lançamento dianteira e traseira, com respectivos suportes para pré-sintonia dos receptores de radiossondagem (procedimento de lock-up); e
- c) estar distante de obstáculos conforme diagrama da figura a seguir.

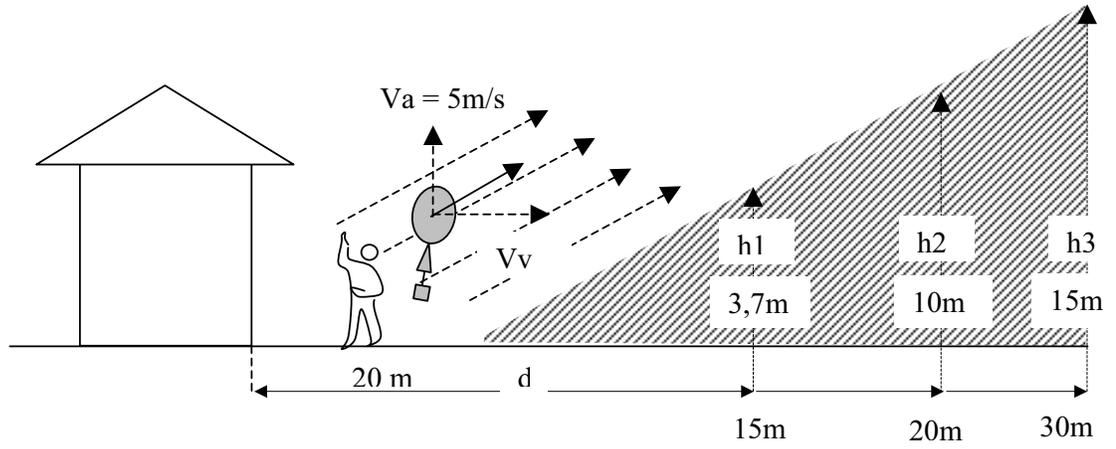


Figura 42 - Zona de proteção

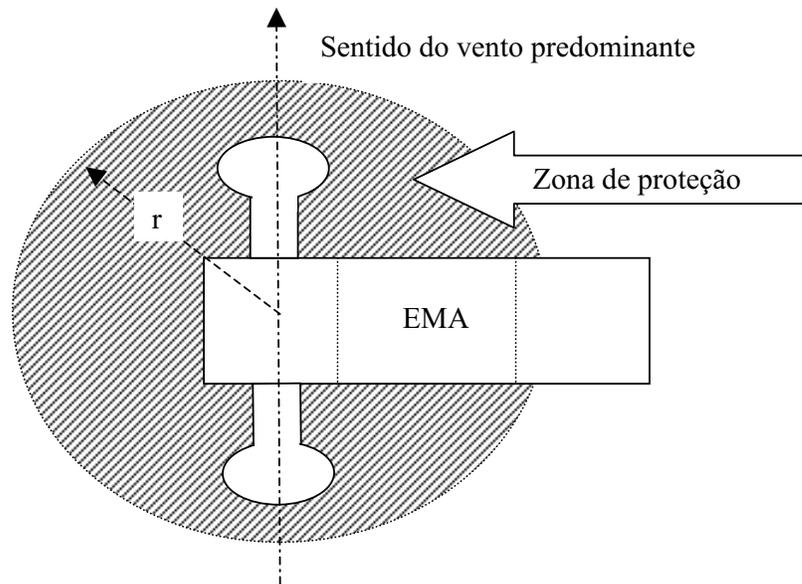


Figura 43 - Zona de proteção da EMA

**9.16.2** A Zona de Proteção das Radiossondas compreende uma área mínima ao redor do prédio da EMA, livre de obstáculos. Postes, construções e arvoredos devem guardar a relação constante da figura 42, que deverá ser aplicada para ambos os lados do prédio da EMA.

**9.16.3** O cálculo para outras alturas e suas respectivas distâncias mínimas, obedecerá à seguinte relação:

- a)  $V_a$  = velocidade de ascensão do balão em m/s (5m/s);
- b)  $V_v$  = velocidade máxima do vento já registrada (dez anos);
- c)  $h$  = altura do obstáculo a ser transposto; e
- d)  $d$  = distância em relação ao ponto de lançamento.

$$\frac{V_a}{h} = \frac{V_v}{d}$$

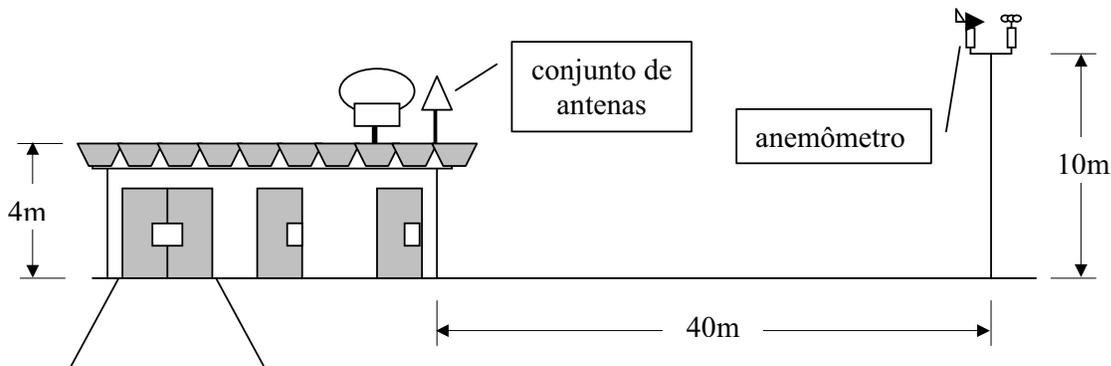
Exemplo: O *pré-site* de uma EMA está sendo realizado próximo a uma rede elétrica que possui postes de quinze metros de altura. Seu afastamento em relação a esses postes deverá ser no mínimo de:

$$\frac{5m/s}{15m} = \frac{10m/s}{d} \Rightarrow 5d = 150 \Rightarrow d = \frac{150}{5} \Rightarrow d = 30m$$

## 9.17 INSTRUMENTOS COMPLEMENTARES PARA A EMA

**9.17.1** Para o desenvolvimento das atividades de radiossondagem, equipamentos complementares devem ser instalados na sala de monitoramento, como anemômetro orientado para o Norte Verdadeiro, barômetro ajustado para a PNC e psicrômetro digital portátil, para que sejam fornecidos os parâmetros de superfície relativos à área de lançamento das sondas.

**9.17.2** O anemômetro deverá ser instalado em mastro de dez metros deslocado de dez vezes a altura do prédio da EMA, no mínimo, de maneira a se evitar turbulências ocasionadas pela construção, conforme esquema da figura 44.



**Figura 44 - Posicionamento do anemômetro para EMA**

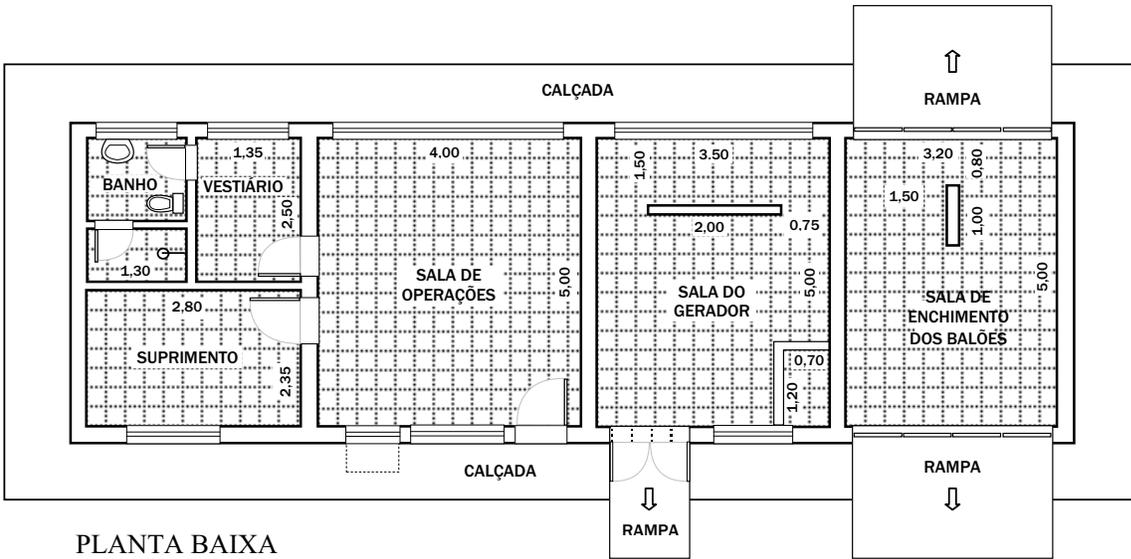
**9.17.3** O barômetro deverá ser instalado em parede livre da incidência solar e da vibração provocada por aparelhos de climatização.

**9.17.4** O psicrômetro poderá ser do tipo ventilado, aspirado ou digital, sendo que o ventilado e o aspirado devem ser obrigatoriamente instalados em abrigo meteorológico a uma altura de 1,5m do solo gramado e distando cerca de três vezes a altura do prédio, ou seja, em média doze metros da EMA. Caso seja adotado o modelo digital, este dispensará a instalação do abrigo meteorológico devendo sua leitura ser realizada obrigatoriamente à sombra e precedida por um período mínimo de vinte minutos para aclimação dos sensores eletrônicos.

**9.17.5** A probe-sensora do psicrômetro portátil digital deverá ser substituída e posteriormente calibrada a cada seis meses por laboratório habilitado.

**9.17.6** O psicrômetro digital, após seu uso, deverá ser guardado em estojo próprio e ter seus sensores envolvidos em tampa contendo sílica, de modo a minimizar a ação da umidade do ar sobre seus sensores.

## 9.18 SUGESTÃO DE PLANTA BAIXA PARA PRÉDIO DA EMA



## **10 DISPOSIÇÕES FINAIS**

**10.1** Este Manual entrará em vigor na data de sua publicação.

**10.2** Os casos não previstos neste Manual serão submetidos ao Exmo Sr Chefe do Subdepartamento Técnico do Departamento de Controle do Espaço Aéreo.

**10.3** As sugestões que visem o aperfeiçoamento deste Manual deverão ser encaminhadas para:

DEPARTAMENTO DE CONTROLE DO ESPAÇO AÉREO  
SUBDEPARTAMENTO TÉCNICO  
Av. General Justo, 160 - 4º Andar Centro  
CEP 20021-130 - Rio de Janeiro, RJ  
Tel: (21) 2101-6156  
Fax: (21) 2101-6382

**10.4** Esta publicação poderá ser adquirida através de solicitação ao:

PARQUE DE MATERIAL DE ELETRÔNICA DA AERONÁUTICA DO  
RIO DE JANEIRO – PAME-RJ  
SETOR DE ASSINATURAS  
Rua General Gurjão, 4 - Caju  
CEP 20931-040 - Rio de Janeiro, RJ  
Tel: (21) 3184-8263 e 3184-8237  
Fax: (21) 2580-5966

## REFERÊNCIAS

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Departamento de Controle do Espaço Aéreo. *Manual de Estações Meteorológicas de Superfície: MCA 105-2*. [Rio de Janeiro], 2004.

WMO Nº 08 – World Meteorological Organization.

ICAO. Doc 9365-AN/910. Segunda edição 1991.

CANADÁ. OACI. Normas e Métodos Recomendados Internacionais. *Serviço Meteorológico para a Navegação Aérea Internacional: Anexo 3*.

ICAO. **Anexo 14**.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Departamento de Controle do Espaço Aéreo. *Manutenção de Instrumentos Meteorológicos do SISCEAB: ICA 66-21*. [Rio de Janeiro], 2003.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Departamento de Controle do Espaço Aéreo. *Manual de Estações Meteorológicas de Superfície: MCA 105-2*. [Rio de Janeiro], 2004.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Departamento de Controle do Espaço Aéreo. *Classificação dos Órgãos Operacionais de Meteorologia Aeronáutica: ICA 105-2*. [Rio de Janeiro], 2007.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Departamento de Controle do Espaço Aéreo. Portarias 1.141/GM5, de 08 de dezembro de 1987 e 398/GM5, de 04 de julho de 1999.

Normas de Segurança para Centrais de Quadros de Hidrogênio Industrial – Air liquide PP06 VER.1-18/10/1999.

## ÍNDICE

Altitude relativa à densidade do ar,	5.4
Âmbito,	1.2
Aterramento elétrico,	4.1
Aterramento elétrico dos cilindros,	9.14
Aterramento elétrico e sistema de proteção contra descargas atmosféricas,	4
Central de gás engarrafado,	9.9
Classificação,	2
Classificação das estações,	2.1
Critérios para instalação da ems,	3
Definição,	9.1
Definição da quantidade de sensores,	3.1
Detalhe da disposição dos cilindros no interior do abrigo,	9.11
Disposições finais,	10
Disposições preliminares,	1
Diagrama esquemático da central de cilindros,	9.12
Dispositivo de segurança para enchimento dos balões,	9.15
Disposição dos telessensores nos sítios meteorológicos,	8
Equipamentos complementares,	7
Especificação dos subsistemas,	3.2
Estações meteorológicas,	2.2
Estações meteorológicas de altitude – EMA,	9
Finalidade,	1.1 e 9.2
Instalação de sensores e subsistemas em aeroportos,	5
Instalação de sensores e subsistemas em helipontos e heliportos,	6
Instrumentos complementares para a ems,	9.17
Localização dos sensores e subsistemas,	3.4
Módulo de armazenamento/ enchimento dos balões,	9.8
Módulo do gerador,	9.7
Módulo de monitoramento,	9.6
Objetivo,	2.3
Operação,	9.3
Organizações das estações,	2.4
Prédio,	9.5
Parâmetros obrigatórios a serem disponibilizados,	3.5
Pára-raios,	4.2
Perfiladores de vento (wind profiler),	7.1
Posicionamento de telessensores,	8.1
Procedimentos para implantação de ems,	3.3
Procedimentos para instalação de teleanemômetro,	5.1
Procedimentos para instalação de telebarômetro,	5.2
Procedimentos para instalação de telepsicrômetro,	5.3
Procedimento para instalação de tetômetro,	5.5
Responsabilidade,	1.3
Requisitos de segurança para projetos,	9.13
Siglas e abreviaturas,	1.5
Subordinação técnica,	1.4
Sugestão de planta para prédio da ems,	9.18
Tabela de afastamentos de segurança,	9.10

**Telepluviômetro, 5.7**

**Tipos, 9.4**

**Transmissômetros/RVR – runway visual range, 5.6**

**Zona de proteção, 9.16**