

**MINISTÉRIO DA DEFESA  
COMANDO DA AERONÁUTICA**



**ELETRÔNICA**

**MCA 101-1**

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

**2018**

**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**

**2018**



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

PORTARIA DECEA Nº 118/DGCEA, DE 30 DE JULHO DE 2018.

Aprova a reedição 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**, de conformidade com o previsto no art. 19, inciso I, da Estrutura Regimental do Comando da Aeronáutica, aprovada pelo Decreto nº 6.834, de 30 de abril de 2009, e considerando o disposto no art. 10, inciso IV, do Regulamento do DECEA, aprovado pela Portaria nº 1.668/GC3, de 16 de setembro de 2013, resolve:

Art. 1º Aprovar a reedição 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.

Art. 3º Revogar a Portaria DECEA nº 14/DGCEA, de 26 de janeiro de 2015, publicada no Boletim do Comando da Aeronáutica nº 028, de 11 de fevereiro de 2015.

(a)Ten Brig Ar JEFERSON DOMINGUES DE FREITAS  
Diretor-Geral do DECEA

(Publicada no BCA nº 141, de 15 de agosto de 2018)

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>DISPOSIÇÕES PRELIMINARES.....</b>	<b>9</b>
1.1	<u>FINALIDADE.....</u>	9
1.2	<u>ÂMBITO.....</u>	9
1.3	<u>RESPONSABILIDADE.....</u>	9
1.4	<u>SIGLAS E ABREVIATURAS.....</u>	9
1.5	<u>CONCEITUAÇÕES.....</u>	12
<b>2</b>	<b>CLASSIFICAÇÃO.....</b>	<b>13</b>
2.1	<u>ESTAÇÕES METEOROLÓGICAS DE SUPERFÍCIE (EMS).....</u>	13
2.2	<u>TORRE ANEMOMÉTRICA DE CONTINGÊNCIA (TAC).....</u>	13
2.3	<u>ESTAÇÕES METEOROLÓGICAS DE ALTITUDE (EMA).....</u>	13
<b>3</b>	<b>INSTALAÇÃO DE EMS.....</b>	<b>14</b>
3.1	<u>PROCEDIMENTOS GERAIS.....</u>	14
3.2	<u>CRITÉRIOS QUANTO À CLASSIFICAÇÃO DE OPERAÇÃO DOS AERÓDROMOS..</u>	14
3.3	<u>SISTEMA ELETRÔNICO DE OBSERVAÇÃO METEOROLÓGICA.....</u>	15
3.4	<u>CARACTERÍSTICAS E LOCALIZAÇÃO DOS SENSORES E SUBSISTEMAS.....</u>	18
3.5	<u>SUBSISTEMA DE PROCESSAMENTO DE DADOS SENSORIADOS.....</u>	19
3.6	<u>SUBSISTEMA DE VISUALIZAÇÃO DE DADOS.....</u>	19
<b>4</b>	<b>ATERRAMENTO ELÉTRICO, SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS E SISTEMA DE ALIMENTAÇÃO ELÉTRICA..</b>	<b>20</b>
4.1	<u>ATERRAMENTO ELÉTRICO.....</u>	20
4.2	<u>PARA-RAIOS.....</u>	20
4.3	<u>ALIMENTAÇÃO ELÉTRICA.....</u>	20
<b>5</b>	<b>INSTALAÇÃO DE SUBSISTEMAS E SENSORES DA EMS EM AERÓDROMOS..</b>	<b>21</b>
5.1	<u>INSTALAÇÃO DE ANEMÔMETRO.....</u>	21
5.2	<u>INSTALAÇÃO DE BARÔMETRO.....</u>	22
5.3	<u>INSTALAÇÃO DE SENSORES DE TEMPERATURA DO AR E DE UMIDADE RELATIVA.....</u>	23
5.4	<u>ALTITUDE RELATIVA À DENSIDADE DO AR.....</u>	24
5.5	<u>INSTALAÇÃO DE TETÔMETRO.....</u>	24
5.6	<u>INSTALAÇÃO DE TRANSMISSÔMETROS.....</u>	25
5.7	<u>INSTALAÇÃO DE PLUVIÔMETRO.....</u>	27
<b>6</b>	<b>DISPOSIÇÃO DOS SENSORES NOS SÍTIOS METEOROLÓGICOS.....</b>	<b>29</b>
6.1	<u>POSICIONAMENTO DOS SENSORES.....</u>	29
<b>7</b>	<b>EQUIPAMENTOS COMPLEMENTARES.....</b>	<b>30</b>
7.1	<u>PERFILADORES DE VENTO (WIND PROFILERS).....</u>	30
<b>8</b>	<b>INSTALAÇÃO DE SENSORES E SUBSISTEMAS EM HELIPONTOS E HELIPORTOS.....</b>	<b>31</b>
<b>9</b>	<b>INSTALAÇÃO DE EMA.....</b>	<b>33</b>
9.1	<u>DEFINIÇÃO.....</u>	33
9.2	<u>INSTALAÇÕES.....</u>	33

9.3	<u>MÓDULO DE MONITORAMENTO E SUPRIMENTO.....</u>	33
9.4	<u>EDIFICAÇÕES.....</u>	35
9.5	<u>MÓDULO DO GERADOR DE GÁS.....</u>	36
9.6	<u>MÓDULO DE ARMAZENAMENTO DE GÁS E ENCHIMENTO DOS BALÕES.....</u>	38
9.7	<u>PRODUÇÃO E ARMAZENAMENTO DE GÁS.....</u>	40
9.8	<u>CENTRAL DE GÁS ENGARRAFADO.....</u>	40
9.9	<u>TABELA DE AFASTAMENTOS DE SEGURANÇA.....</u>	41
9.10	<u>DISPOSIÇÃO DOS CILINDROS NO INTERIOR DO ABRIGO.....</u>	41
9.11	<u>DIAGRAMA ESQUEMÁTICO DA ILHA DE CILINDROS.....</u>	43
9.12	<u>REQUISITOS DE SEGURANÇA PARA PROJETOS.....</u>	43
9.13	<u>ATERRAMENTO ELÉTRICO DOS CILINDROS.....</u>	44
9.14	<u>DISPOSITIVOS DE SEGURANÇA RELATIVOS À PREPARAÇÃO E LANÇAMENTO DO BALÃO METEOROLÓGICO.....</u>	44
9.15	<u>ÁREA DE LANÇAMENTO E ZONA DE PROTEÇÃO DA EMA.....</u>	45
10	<b>DISPOSIÇÕES FINAIS.....</b>	<b>48</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>49</b>

## **PREFÁCIO**

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

A partir desta reedição, são estabelecidos os critérios, requisitos e procedimentos necessários para a instalação das Torres Anemométricas de Contingência (TAC), cujos equipamentos servirão como contingência dos equipamentos da EMS instalada no aeródromo, conforme as normas do DECEA.

As diretrizes técnicas materializadas nesta publicação são oriundas de exigências operacionais da WMO – Organização Meteorológica Mundial, da OACI – Organização de Aviação Civil Internacional e das recomendações técnicas da ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas.

## **1 DISPOSIÇÕES PRELIMINARES**

### **1.1 FINALIDADE**

A presente publicação tem por finalidade fornecer os parâmetros técnicos necessários para as instalações e revitalizações de Estações Meteorológicas de Superfície, das Estações Meteorológicas de Altitude e das Torres Anemométricas de Contingência, contemplando os requisitos técnicos pertinentes a cada modalidade de aeródromo que componha ou venha a compor o Sistema de Controle do Espaço Aéreo Brasileiro (SISCEAB).

### **1.2 ÂMBITO**

Este Manual aplica-se no âmbito do SISCEAB.

### **1.3 RESPONSABILIDADE**

O DECEA, suas Organizações subordinadas e os Provedores de Serviços de Navegação Aérea (PSNA) são responsáveis pelo cumprimento do estabelecido nesta publicação.

### **1.4 SIGLAS E ABREVIATURAS**

ABNT	- Associação Brasileira de Normas Técnicas
AIS	- Serviço de Informação Aeronáutica
ANAC	- Agência Nacional de Aviação Civil
APP	- Centro de Controle de Aproximação
ATC	- Controlador de Tráfego Aéreo ( <i>Air Traffic Controller</i> )
ATS	- Serviço de Tráfego Aéreo
BT	- Boletim Técnico
CGTEC	- Centro de Gerenciamento Técnico do SISCEAB
CHT	- Certificado de Habilitação Técnica
CINDACTA	- Centro Integrado de Defesa Aérea e Controle de Tráfego Aéreo
CMA	- Centro Meteorológico de Aeródromo
CMM	- Centro Meteorológico Militar
COMAER	- Comando da Aeronáutica
DECEA	- Departamento de Controle do Espaço Aéreo
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 de Tráfego Aéreo
FC	- Força Cisalhante
FD	- Força de Deformação
GCC	- Grupo de Comunicações e Controle
ICA	- Instrução do Comando da Aeronáutica
IFR	- Regras de voo por instrumento ( <i>Instrument Flight Rules</i> )
ILS	- Sistema de aproximação de precisão ( <i>Instrument Landing System</i> )
I/O	- Entrada/Saída ( <i>Input/Output</i> )
IP	- Protocolo de Internet ( <i>Internet Protocol</i> )
MIB	- Base de Informações Gerenciais ( <i>Management Information Base</i> )
NBR	- Norma brasileira
NDB	- Radiofarol não direcional ( <i>Non-Directional Beacon</i> )
NM	- Norte magnético
NV	- Norte verdadeiro
OACI	- Organização da Aviação Civil Internacional
PAME-RJ	- Parque de Material de Eletrônica da Aeronáutica do Rio de Janeiro
PCD	- Plataforma Coletora de Dados
PNS	- Pressão de Nível de Sensor
PSI	- Libra por polegada quadrada ( <i>Pound Square Inch</i> )
PSNA	- Provedor de Serviços de Navegação Aérea
PT	- Ponto de toque
PV	- Pluviômetro



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
RBAC	- Regulamento Brasileiro da Aviação Civil
RVR	- Alcance Visual na Pista ( <i>Runway Visual Range</i> )
SDTE	- Subdepartamento Técnico do DECEA
SNMP	- Protocolo Simples de Gerência de Rede ( <i>Simple Network Management Protocol</i> )
SISCEAB	- Sistema de Controle do Espaço Aéreo Brasileiro
SRPV-SP	- Serviço Regional de Proteção ao Voo de São Paulo
TA	- Temperatura do Ar
TAC	- Torre Anemométrica de Contingência
TPS	- Terminal de Passageiros
TT	- Tetômetro
TWR	- Torre de Controle de Aeródromo
UHF	- Frequência Ultra-Alta ( <i>Ultra High Frequency</i> )
UP	- Unidades de Processamento
UPS	- Fonte Ininterrupta de Energia ( <i>Uninterruptible Power Supply</i> )
UR	- Umidade Relativa
V <sub>a</sub>	- Velocidade de Ascensão
VV	- Velocidade do Vento
WMO	- Organização Meteorológica Mundial ( <i>World Meteorological Organization</i> )

## **1.5 CONCEITUAÇÕES**

### **1.5.1 PROVEDOR DE SERVIÇOS DE NAVEGAÇÃO AÉREA**

Organização que recebeu do órgão regulador a autorização para a prestação de serviços de navegação aérea, após comprovar o atendimento aos requisitos estabelecidos na legislação e na regulamentação nacional.

### **1.5.2 SERVIÇO DE NAVEGAÇÃO AÉREA**

Conjunto de serviços prestados pelo SISCEAB, observando as disposições normativas do DECEA, órgão central e regulador do sistema. Por convenção, no Brasil, tal conjunto de serviços é denominado “Controle do Espaço Aéreo”, embora englobe outros serviços como o de Tráfego Aéreo; de Informação Aeronáutica; de Comunicações, Navegação e Vigilância; de Meteorologia Aeronáutica; de Cartografia; e de Busca e Salvamento.

### **1.5.3 SALA COM**

Setor de um órgão ATS onde são prestados o Serviço Móvel Aeronáutico (AMS) e/ou o Serviço Fixo Aeronáutico (AFS).

## **2 CLASSIFICAÇÃO**

### **2.1 ESTAÇÕES METEOROLÓGICAS DE SUPERFÍCIE (EMS)**

**2.1.1** As EMS são classificadas conforme a ICA 105-2 “Classificação dos Órgãos Operacionais de Meteorologia Aeronáutica” e têm a seguinte composição:

- a) Estação Meteorológica de Superfície Classe I (EMS-1) – composta de sistema eletrônico de detecção, processamento e visualização de valores de variáveis meteorológicas, provida do sistema de cálculo do valor do RVR;
- b) Estação Meteorológica de Superfície Classe II (EMS-2) – composta de sistema eletrônico de detecção, processamento e visualização de valores de variáveis meteorológicas, desprovida do sistema de cálculo do valor do RVR;
- c) Estação Meteorológica de Superfície Classe III (EMS-3) – composta de sistema de detecção e visualização de valores de variáveis meteorológicas ou de sistemas convencionais, desprovida do sistema de cálculo do valor do RVR, de tetômetro e de pluviômetro;
- d) Estação Meteorológica de Superfície Automática (EMS-A) – composta de sistema eletrônico de detecção, processamento e disponibilização de valores de variáveis meteorológicas, totalmente automatizada, com a capacidade de confeccionar e divulgar informes meteorológicos METAR AUTO e SPECI AUTO, sem intervenção humana; e
- e) Estação Meteorológica de Superfície Tática (EMS-T), de uso específico, composta de equipamentos básicos para operações especiais, tais como missões presidenciais, operações militares em campo e substituição de estações em manutenção etc.

**2.1.1.1** A implantação de EMS em EPTA Categoria Especial deve seguir os mesmos procedimentos previstos para EMS-1 e EMS-2. Em EPTA Categoria A ou M, devem ser adotados os mesmos procedimentos previstos para EMS-3.

### **2.2 TORRE ANEMOMÉTRICA DE CONTINGÊNCIA (TAC)**

**2.2.1** A TAC é composta de sistema eletrônico de detecção, processamento e visualização de valores de vento, de temperatura do ar e de umidade relativa, sendo provida de sistemas de comunicação e de energia elétrica independentes dos sistemas utilizados pela EMS instalada no aeródromo.

### **2.3 ESTAÇÕES METEOROLÓGICAS DE ALTITUDE (EMA)**

**2.3.1** A EMA é composta de sistema eletrônico de recebimento e processamento de valores de variáveis meteorológicas da atmosfera, com a finalidade de confecção e divulgação de informes meteorológicos com dados em altitude e de arquivamento dos dados de observação meteorológica do ar superior.

**2.3.2** A Estação Meteorológica de Altitude Tática (EMA-T) é composta do mesmo sistema eletrônico descrito no item anterior. É utilizada em operações militares, lançamento de paraquedistas, balística etc.

### **3 INSTALAÇÃO DE EMS**

#### **3.1 PROCEDIMENTOS GERAIS**

**3.1.1** Para a instalação de uma EMS, deve-se atender aos critérios estabelecidos quanto à quantidade necessária e à localização dos sensores, bem como realizar um levantamento em campo, na área do aeródromo, para definição da posição correta da instalação destes sensores e dos locais, no PSNA e nos órgãos operacionais, onde serão instalados os processadores de dados e os monitores para visualização dos dados.

#### **3.2 CRITÉRIOS QUANTO À CLASSIFICAÇÃO DE OPERAÇÃO DOS AERÓDROMOS**

##### **3.2.1 CLASSIFICAÇÃO DE OPERAÇÃO DOS AERÓDROMOS**

**3.2.1.1** Para instalação de EMS, dependendo dos equipamentos instalados como auxílio para pousos e decolagens das aeronaves, os aeródromos são classificados em:

- a) aeródromos de operação de aproximação de precisão; e
- b) aeródromos de operação de aproximação de não precisão.

##### **3.2.2 CRITÉRIOS PARA INSTALAÇÃO DAS EMS NOS AERÓDROMOS**

**3.2.2.1** Os critérios para definição da classe de EMS a ser instalada estão descritos na ICA 63-18 e conforme apresentados a seguir:

- a) EMS-1: deve ser instalada em aeródromo que opere IFR com aproximação de precisão ou que seja de interesse estratégico definido pelo DECEA;
- b) EMS-2: deve ser instalada em aeródromo dotado de Órgão ATC e que opere IFR sem aproximação de precisão ou que seja de interesse estratégico definido pelo DECEA;
- c) EMS-3: deve ser instalada em aeródromo que opere IFR e preste apenas o AFIS, cujos requisitos técnico-operacionais não justifiquem a instalação de EMS-1 ou EMS-2, ou que seja de interesse estratégico definido pelo DECEA;
- d) EMS-A: pode ser instalada em aeródromo ou heliponto, conforme interesse e autorização do DECEA. Os sensores a serem instalados nas EMS-A estão previstos na ICA105-15 “Estações Meteorológicas de Superfície” e suas implantações deverão seguir a mesma metodologia empregada nas instalações dos sensores das EMS;
- e) EMS-T: pode ser instalada nos serviços de apoio de operações em campo, realizadas pelas Organizações Regionais do DECEA em área de pouso e decolagem de aeronaves, que não possuam equipamentos meteorológicos em funcionamento; e

NOTA 1: Para a instalação, os sensores devem ser calibrados e orientados (norte magnético ou norte verdadeiro) para as condições locais. Para tanto, a EMS-T deve ser constituída de material leve, ser portátil, ajustável e de utilização rápida em terrenos difíceis.

NOTA 2: Deve fornecer, ao menos, as informações de direção e velocidade do vento, temperatura do ar, umidade relativa, pressão atmosférica e precipitação.

NOTA 3: Deve efetuar medições, cálculos estatísticos, registros e relatos de dados configuráveis. A transmissão de dados pode ser realizada por meio de rádio enlace, com alcance de, no mínimo, 500 metros.

f) TAC: pode ser instalada em aeródromo ou heliponto, conforme interesse e autorização do DECEA. Seus equipamentos servem como contingência dos equipamentos da EMS instalada no aeródromo.

NOTA: Sua implantação não dispensa a instalação de uma EMS composta de todos os seus equipamentos, previstos nesta Norma.

### **3.3 SISTEMA ELETRÔNICO DE OBSERVAÇÃO METEOROLÓGICA**

**3.3.1** As EMS possuem um sistema eletrônico de observação meteorológica que é composto, basicamente, de três subsistemas:

- a) sensoriamento meteorológico;
- b) processamento de dados sensorizados; e
- c) visualização de dados.

#### **3.3.2 SUBSISTEMA DE SENSORIAMENTO METEOROLÓGICO**

##### **3.3.2.1 Avaliação para instalação**

**3.3.2.1.1** Para a instalação de uma EMS, devem ser realizados a avaliação criteriosa da localização dos sítios de sensores meteorológicos, o levantamento dos meios técnicos necessários para a sua infraestrutura e a verificação dos afastamentos em relação à(s) pista(s), de modo que as informações dos sensores sejam representativas da(s) pista(s) e do aeródromo, de acordo com as figuras 1 e 2.

##### **3.3.2.2 Quantidade e tipos de sensores**

**3.3.2.2.1** As disposições, as quantidades e os tipos de sensores a serem instalados em uma EMS devem estar em conformidade com os parâmetros operacionais definidos pelo DECEA e pertinentes à categoria dos aeródromos.

##### **3.3.2.3 Equipamentos de implantação obrigatória**

**3.3.2.3.1** A EMS-1 deve ser constituída necessariamente dos seguintes equipamentos:

- a) anemômetro (DV e VV);
- b) barômetro (QNH, QFE e QFF);
- c) sensores de temperatura do ar e de umidade relativa (TA e UR);
- d) transmissômetros (RVR);

- e) tetômetro (TT); e
- f) pluviômetro (PV).

**3.3.2.3.2** A EMS-2 deve ser constituída necessariamente dos seguintes equipamentos:

- a) anemômetro (DV e VV);
- b) barômetro (QNH, QFE e QFF);
- c) sensores de temperatura do ar e de umidade relativa (TA e UR);
- d) tetômetro (TT); e
- e) pluviômetro (PV).

**3.3.2.3.3** A EMS-3 deve ser constituída necessariamente dos seguintes equipamentos:

- a) anemômetro (DV e VV);
- b) barômetro (QNH e QFE); e
- c) sensores de temperatura do ar e de umidade relativa (TA e UR).

NOTA 1: Nas EMS-3, não é obrigatório o Sistema Eletrônico de Observação Meteorológica, exceto nas implantadas em aeródromos internacionais, conforme a ICA 105-15 “Estações Meteorológicas de Superfície”.

NOTA 2: Nas EMS-3 não dotadas de Sistema Eletrônico de Observação Meteorológica, os dados de vento, temperatura do ar, umidade relativa e pressão devem ser obtidos por sistemas convencionais, disponibilizados ao operador da estação, conforme a ICA 105-15.

**3.3.2.3.4** A EMS-A deve ser constituída basicamente dos seguintes equipamentos:

- a) anemômetro (VV e DV);
- b) barômetro (QNH, QFE e QFF);
- c) sensores de temperatura do ar e de umidade relativa (TA e UR);
- d) pluviômetro (PV);
- e) transmissômetros/visibilômetros (RVR);
- f) tetômetro (TT);
- g) sensor de descargas atmosféricas;
- h) sensores integrados de tempo presente;
- i) termômetro (temperatura da superfície do mar) – somente em plataformas marítimas; e
- j) sensor de nível do mar e altura das ondas – somente em plataformas marítimas.

NOTA 1: Quando a EMS-A for instalada em aeródromo que opere com aproximação de precisão, a mesma deverá possuir transmissômetro para fornecer valores de RVR ao longo da(s) pista(s), de acordo com a categoria de operação do aeródromo, conforme a ICA 105-15.

NOTA 2: A critério do DECEA, além do sensor local de descargas atmosféricas, poderá ser instalada a rede de detecção de relâmpagos nas EMS-A, conforme previsto na ICA 105-15.

**3.3.2.3.5** A TAC deve ser constituída necessariamente dos seguintes equipamentos:

- a) anemômetro (DV e VV); e
- b) sensores de temperatura do ar e de umidade relativa (TA e UR).

NOTA: A TAC deve ser instalada nas proximidades do sítio meteorológico principal da EMS.

#### **3.3.2.4** Especificações obrigatórias comuns

**3.3.2.4.1** A transmissão dos dados deve ser efetuada por dispositivos que os resguardem de possíveis interferências; se possível, baseados em fibra ótica.

**3.3.2.4.2** Com vistas ao fornecimento ininterrupto das informações para a operação do aeródromo, podem ser instalados equipamentos e sensores adicionais, desde que atendam à representatividade dos dados. Caso sejam instalados, os mesmos devem ser integrados à EMS e ter seus dados disponibilizados conforme o item 3.6.

**3.3.2.4.3** Nos aeródromos cuja topografia ou condições meteorológicas prevalentes sejam tais que, em diferentes pontos da pista, se produzam diferenças significativas de vento à superfície, devem ser instalados equipamentos e sensores adicionais.

**3.3.2.4.4** As EMS devem possuir alguma forma de registro dos dados oriundos dos equipamentos e sensores instalados.

**3.3.2.4.5** Deve ser instalado barômetro reserva em todas as EMS.

**3.3.2.4.6** Os equipamentos e sensores pertencentes às EMS deverão, em suas medições, atender aos níveis de precisão operacional definidos no Anexo I da ICA 105-15 “Estações Meteorológicas de Superfície”.

**3.3.2.4.7** É necessário que sejam instalados pontos de rede na Seção Operacional da EMS para que seja utilizado terminal com acesso à INTRAER/INTERNET ou enlace de comunicações que permita a divulgação dos dados e informes meteorológicos das observações meteorológicas à superfície.

**3.3.2.4.8** A EMS deve possuir enlace telefônico que permita sua comunicação com os Órgãos Operacionais do SISCEAB.

**3.3.2.4.9** As EMS mantidas pelo DECEA devem possibilitar a transmissão das informações armazenadas na Base de Informações Gerenciais (MIB – *Management Information Base*), através do protocolo SNMP, na versão 2 ou superior, para monitoração dos equipamentos componentes da estação pelo NuCGTEC. A MIB deve fornecer a informação do estado de funcionamento em tempo real de cada dispositivo que compõe a EMS.

NOTA: A EMS-3 pode utilizar os recursos de telefonia da Sala COM.

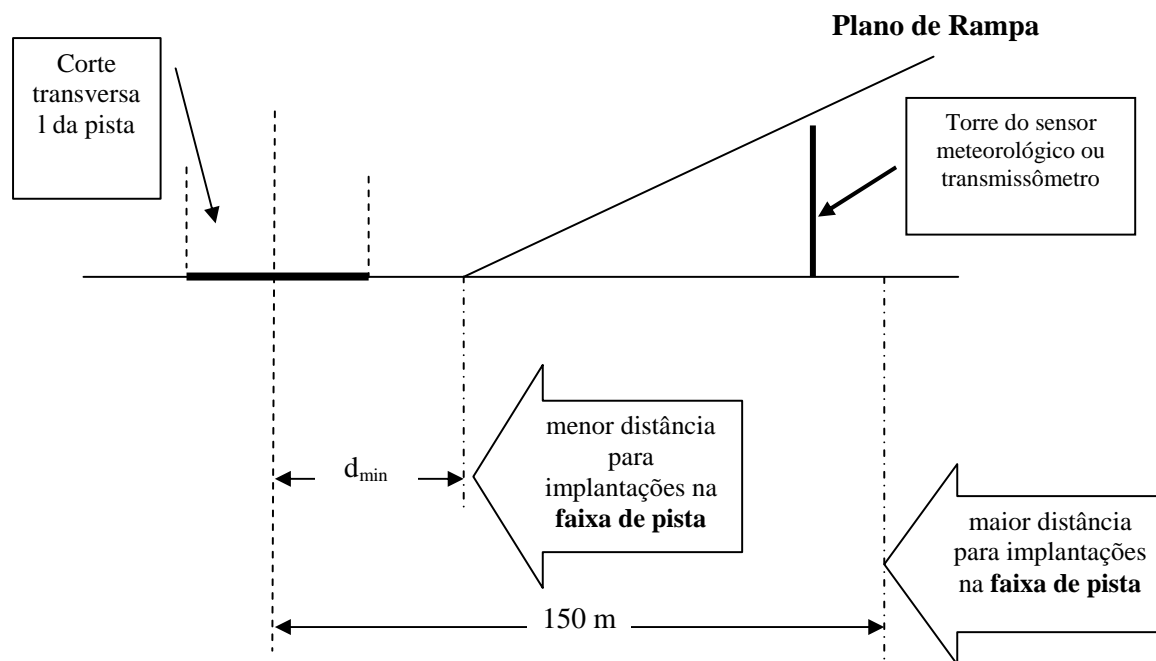
### 3.4 CARACTERÍSTICAS E LOCALIZAÇÃO DOS SENSORES E SUBSISTEMAS

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

**3.4.1.1** As torres dos sensores meteorológicos e os transmissômetros implantados dentro da faixa de pista deverão ser frangíveis e não poderão ser posicionados a uma distância menor que a distância mínima ( $d_{\min}$ ) ou maior que 150 m em relação ao eixo da pista, conforme ilustrado na figura 1.

**3.4.1.2** O valor da  $d_{\min}$  é definido de acordo com o código da pista. Os códigos de pista e os respectivos valores da  $d_{\min}$  são definidos pela ANAC e se encontram descritos na RBAC nº 154 “Projetos de Aeródromos”.

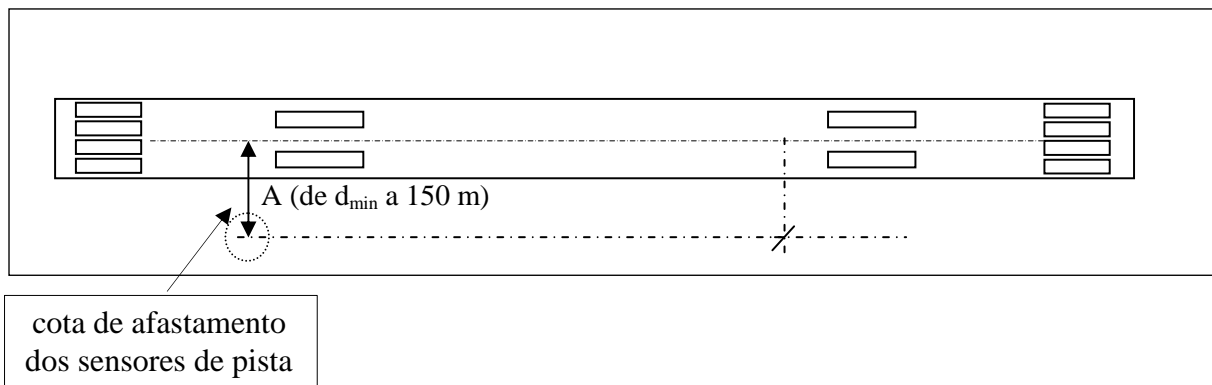
**3.4.1.3** As torres dos sensores e dos transmissômetros deverão ser posicionadas após a  $d_{\min}$ , de modo que a altura do topo dessas torres não ultrapasse o “Plano de Rampa” estabelecido para cada código de referência de aeródromo, descrito na Portaria nº 957/GC3, de 9 de julho de 2015, do COMAER.



Característica da Pista (RBAC nº154)	$d_{\min}$ (metros)
Código de pista 1 para operação visual	30
Código de pista 2 para operação visual	40
Código de pista 1 ou 2 para operação por instrumento	45
Código de pista 3 ou 4, com exceção do código F	60
Código de pista de aproximação de precisão para letra de código F	77,5

**Figura 1 – Área de implantações de sensores**





**Figura 2 – Cota de afastamento dos sensores meteorológicos**

### **3.5 SUBSISTEMA DE PROCESSAMENTO DE DADOS SENSORIADOS**

**3.5.1** Este subsistema processa e envia os dados coletados pelo Subsistema de Sensoriamento Meteorológico ao Subsistema de Visualização de Dados. É composto de processadores independentes para cada conjunto de equipamentos.

**3.5.2** Os computadores servidores dos subsistemas devem ser instalados na Sala Técnica do PSNA.

### **3.6 SUBSISTEMA DE VISUALIZAÇÃO DE DADOS**

**3.6.1** Este subsistema recebe os dados do Subsistema de Processamento de Dados Sensoriados e os disponibiliza em monitores de visualização instalados na Seção Operacional dos seguintes órgãos operacionais, caso existam:

- a) EMS;
- b) CMA;
- c) CMM;
- d) TWR; e
- e) APP.

NOTA 1: Podem ser instalados monitores na Sala AIS e em outras dependências para atender a requisitos locais.

NOTA 2: A adoção de serviço de autoatendimento em órgãos operacionais acima não dispensa a instalação dos referidos monitores.

NOTA 3: Os dados de direção do vento visualizados na Sala do Observador Meteorologista e nos Órgãos locais de Meteorologia Aeronáutica devem ser referenciados ao norte verdadeiro; os visualizados nos Órgãos ATS locais, ao norte magnético.

NOTA 4: Nas EMS-3 não dotadas de Sistema Eletrônico de Observação Meteorológica, os dados de vento e de pressão devem ser disponibilizados na Estação para visualização pelo Operador.

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

### **4.1 ATERRAMENTO ELÉTRICO**

**4.1.1** O aterramento elétrico e o sistema de proteção contra descargas atmosféricas (para-raios) são partes integrantes do subsistema de sensoriamento meteorológico.

**4.1.2** De forma geral, devem ser construídas malhas de aterramento elétrico de forma unitária (todos os sensores interligados), conforme a ICA 66-30 “Requisitos Básicos para os Sistemas de Aterramentos e Proteção contra Surtos em Instalações do SISCEAB”.

**4.1.3** Para cada sítio de sensores deve ser feita uma única malha de aterramento independente dos demais sítios.

**4.1.4** O aterramento deve possibilitar a inspeção, via caixas de visita, principalmente nas conexões entre seus elementos.

### **4.2 PARA-RAIOS**

**4.2.1** O para-raios deve ser constituído conforme a ICA 66-30.

**4.2.2** O captor do para-raios deve ser posicionado a uma altura mínima de 80 cm acima dos sensores anemométricos.

**4.2.3** O cabo do para-raios, não estando solidário à estrutura da torre anemométrica, deve ser posicionado a uma distância mínima de 80 cm desta e isolado na sua parte inferior até a altura de 2 m.

### **4.3 ALIMENTAÇÃO ELÉTRICA**

**4.3.1** O sistema de alimentação elétrica deve ser constituído conforme a ICA 66-30.

**4.3.2** A energia fornecida deverá ser estável, contínua, ininterrupta e ligada a um sistema de *Uninterruptible Power Supply* (UPS).

## 5 INSTALAÇÃO DE SUBSISTEMAS E SENSORES DA EMS EM AERÓDROMOS

### 5.1 INSTALAÇÃO DE ANEMÔMETRO

**5.1.1** O anemômetro é um dispositivo eletrônico destinado a medir, continuamente, a direção, a velocidade e o pico de vento nas proximidades dos pontos de toque da(s) pista(s).

**5.1.2** Excepcionalmente, no caso de inoperância dos anemômetros localizados ao longo da pista, inclusive o localizado nas proximidades do ponto de toque, a TWR/AFIS poderá utilizar as informações de vento de outro anemômetro, o mais próximo do local das operações de pouso ou de decolagem, localizado na área do aeródromo. Nesse caso, o piloto deverá ser informado sobre a localização do equipamento que procede à informação do vento.

NOTA: Para efeito desta publicação, o termo área do aeródromo compreende a área de movimento e a estrutura predial que contém o Órgão ATS local.

**5.1.3** A quantidade necessária de anemômetros em aeródromo é orientada pela ICA 105-15 “Estações Meteorológicas de Superfície”.

**5.1.4** O sensor anemométrico deverá ser instalado a uma altura de 10 metros (  $\pm 1,0$  m ) em relação ao nível do eixo da pista.

**5.1.5** A torre do anemômetro deverá ser frangível e resistir a uma intensidade do vento de 117 km/h (63 kt ou 32,6 m/s), que é a velocidade média definida para a condição de “tempestade violenta” no WMO nº 8 “*Guide to meteorological instruments and methods of observation*”.

**5.1.6** Com vistas à redução da interferência nas medições, as torres dos anemômetros deverão guardar a distância mínima horizontal de dez vezes a altura dos obstáculos existentes em torno da torre. Excetua-se desses obstáculos as torres metálicas vazadas, comumente utilizadas nos sistemas ILS e NDB.

**5.1.7** As torres anemométricas devem possuir, preferencialmente, bases triangulares e ter um de seus vértices orientado para o Norte verdadeiro, conforme as figuras 3 e 4.

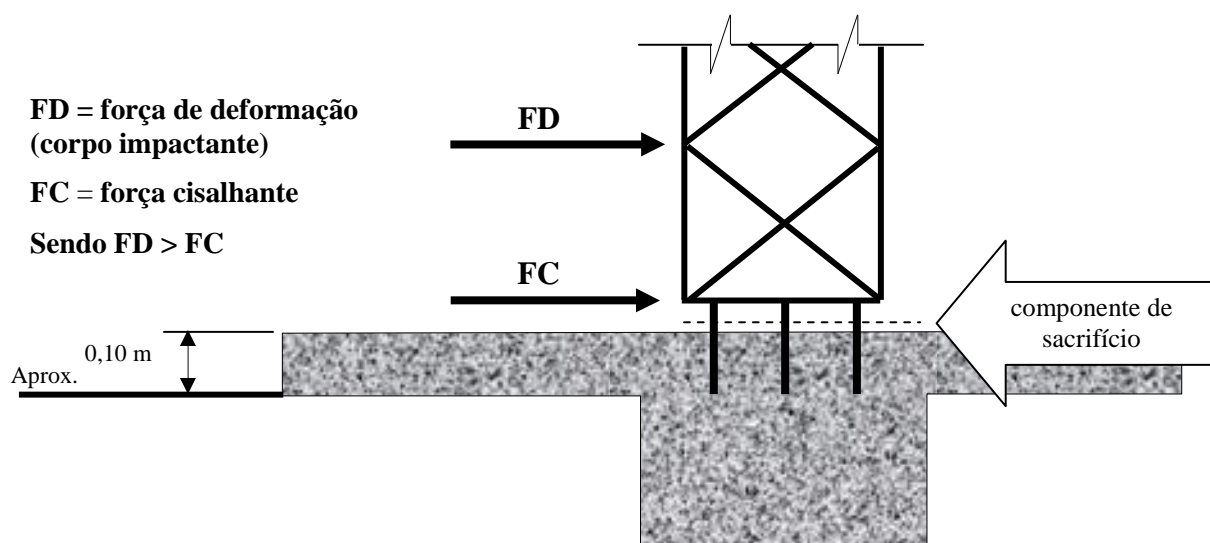
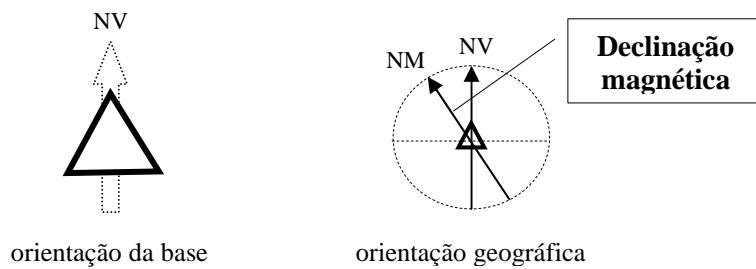


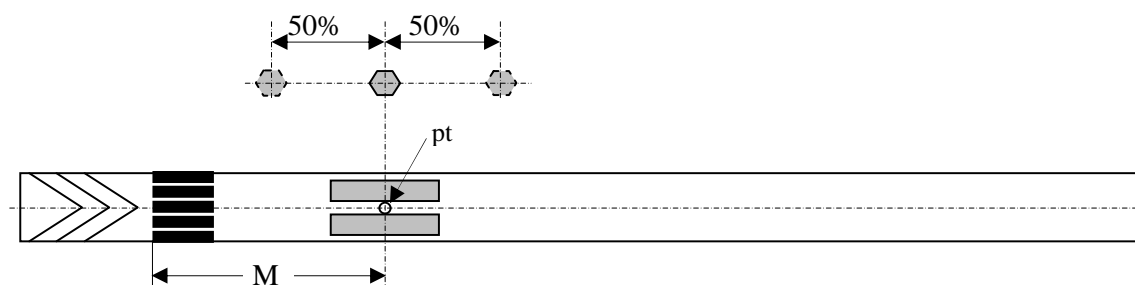
Figura 3 – Base da torre anemométrica



**Figura 4 – Orientação verdadeira da torre anemométrica**

**5.1.8** O posicionamento longitudinal dos sítios anemométricos (figura 5) em relação às cabeceiras das pistas deverá obedecer aos seguintes critérios:

- estará localizado perpendicularmente ao eixo da pista onde está localizado o ponto de toque (pt); ou
- estará deslocado no máximo em  $\pm 50\%$  da distância existente entre a cabeceira da pista e o ponto de toque (pt).



**Figura 5 – Localização do sítio meteorológico**

**5.1.9** Na torre anemométrica, deve ser instalada uma luz indicativa de obstáculo na cor vermelha.

**5.1.10** As torres devem ser pintadas nas cores branca e laranja, conforme a Portaria 957/GC3, de 9 de julho de 2015, do COMAER, ou norma que a venha substituir.

**5.1.11** Nas torres anemométricas somente poderão ser instalados equipamentos ou sensores componentes da EMS.

## **5.2 INSTALAÇÃO DE BARÔMETRO**

**5.2.1** O barômetro é um dispositivo dotado de sensores de pressão de alta performance (aneróide ou silício), instalado nas unidades de processamento (UP) dos sítios meteorológicos. Deve possuir tomada de ar estático externo e permitir visualização dos dados diretamente na UP por visor próprio ou por dispositivo externo de calibração (portas de comunicação I/O).

**5.2.2** O barômetro deve ser abrigado das intempéries, em compartimento resistente à chuva ou ao sol e que tenha porta de acesso para manutenção voltada para o Norte (se instalado no hemisfério Norte) ou para o Sul (se instalado no hemisfério Sul).

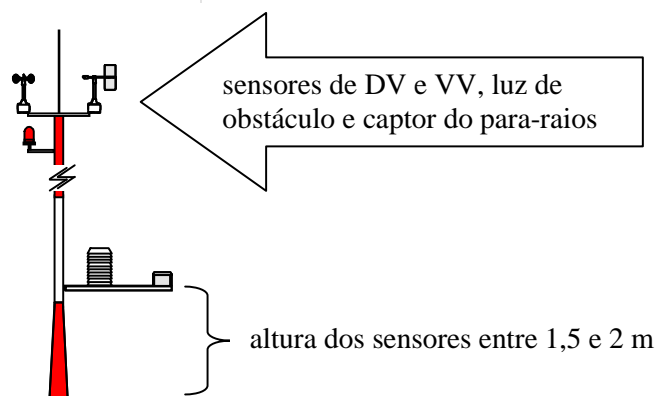
**5.2.3** O barômetro principal da EMS deve ser instalado no sítio meteorológico principal, sendo permitida a instalação em outro local adequado. Em ambos os casos, deve ser adicionada redução de pressão ao equipamento ou algoritmo ao *software* para que se obtenha o QFE do aeródromo.

**5.2.4** No caso de aeródromos com mais de uma pista e com desnível entre elas maior que 11 m nos pontos de maior elevação, devem ser instalados barômetros para cada pista do aeródromo.

### **5.3 INSTALAÇÃO DE SENSORES DE TEMPERATURA DO AR E DE UMIDADE RELATIVA**

**5.3.1** Os sensores de temperatura do ar (TA) e de umidade relativa (UR) consistem em dispositivos capazes de mensurar diretamente estas variáveis meteorológicas.

**5.3.2** A altura dos sensores de TA/UR deve estar compreendida entre 1,5 e 2 m, conforme a figura 6.



**Figura 6 – Posicionamento dos sensores de TA/UR**

**5.3.3** Os sensores de TA/UR devem ser instalados protegidos contra as intempéries e radiação solar direta e indireta, em abrigo de plástico ou fibra com venezianas, na cor branca, ou com sistema com abrigo ventilado, de maneira que a velocidade do vento em seu interior não exceda a 5 m/s.

**5.3.4** Os sensores de TA/UR também podem 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 e proporcionando um fluxo de ar contínuo em seu interior de velocidade máxima de 5 m/s.

**5.3.5** Para instalação dos sensores de TA/UR deve ser resguardada distância mínima horizontal de três vezes a altura dos obstáculos existentes dentro de um raio de 300 m em torno dos sensores e afastamento máximo de 10 m da PCD.

## 5.4 ALTITUDE RELATIVA À DENSIDADE DO AR

**5.4.1** A fim de complementar as informações de segurança das operações de decolagem das aeronaves e em substituição aos antigos termômetros, as EMS deverão possuir uma variável meteorológica a ser fornecida aos aeronavegantes denominada “Altitude Densidade”, que representa a altitude relativa à pista levando-se em consideração a temperatura do ar e a pressão atmosférica, que determinam maior ou menor densidade do ar, proporcionando maior ou menor sustentação das aeronaves durante a decolagem.

NOTA: Nas EMS-3 não dotadas de Sistema Eletrônico de Observação Meteorológica, a Altitude Densidade não será fornecida, conforme a ICA 105-15 “Estações Meteorológicas de Superfície”.

**5.4.2** A Altitude Densidade deve ser calculada, via *software*, com dados obtidos automaticamente do barômetro e dos sensores de TA/UR, em pés ou metros, e disponibilizados conforme o item 3.6.

## 5.5 INSTALAÇÃO DE TETÔMETRO

**5.5.1** O tetômetro é um equipamento destinado a mensurar a altura da base das nuvens.

**5.5.2** Os tetômetros que utilizam a tecnologia *laser* devem ser classe I (inofensivos à visão humana).

**5.5.3** Pode ser instalado com projeção vertical do feixe *laser* ou com projeção angular (modelos com necessidade de preservar o sistema óptico do instrumento aos raios solares).

**5.5.4** Quando instalado de forma inclinada e em sua localização ideal de funcionamento, o tetômetro deve sofrer o mínimo de inclinação, somente para não permitir a incidência direta do sol sobre sua lente, devendo ser inclinado para o Sul no hemisfério Sul e para o Norte no hemisfério Norte. Este instrumento deve ser capaz de detectar automaticamente o ângulo de operação por um sensor interno e corrigir a distância medida pela hipotenusa (figura 7).

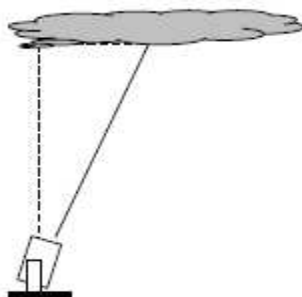


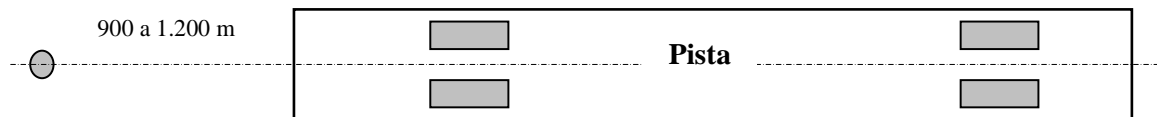
Figura 7 – Tetômetro

**5.5.5** Os dados fornecidos pelo tetômetro devem ser disponibilizados conforme o item 3.6.

**5.5.6** As unidades de medida utilizadas para visualização dos dados do tetômetro serão o pé (ft) e o metro (m).

**5.5.7** Nos aeródromos que operem com aproximação de precisão (ILS Cat I, II, ou III), o(s) tetômetro(s) deve(m) ser preferencialmente instalado(s) na zona de aproximação, a uma distância entre 900 e 1.200 m da(s) cabeceira(s) onde ocorre(m) a aproximação de precisão,

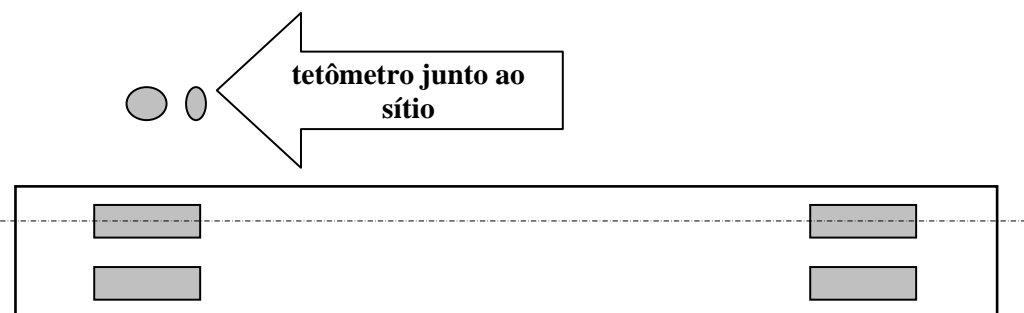
conforme a figura 8. Na prática, o sítio do marcador médio é o melhor local para a instalação do tetômetro, por possuir toda a infraestrutura necessária (ponto de energia, meios para comunicação de dados e sistema de aterramento).



**Figura 8 – Sítio do tetômetro em aeródromo com ILS**

**5.5.8** No caso de sistemas ILS que não possuem marcador médio, se não for possível a instalação conforme a figura 8, o tetômetro poderá ser instalado junto ao sítio meteorológico da cabeceira principal ou próximo ao sítio do marcador interno ou em outra parte dentro do aeródromo. Nesse caso, o tetômetro fornece a altura da base das nuvens representativa da área do aeródromo.

**5.5.9** Nos aeródromos que não operem com aproximação de precisão, o tetômetro fornece a altura da base das nuvens representativa das condições do aeródromo e, portanto, pode ser instalado junto ao sítio meteorológico principal, conforme a figura 9.



**Figura 9 – Sítio do tetômetro em aeródromo de não precisão**

## **5.6 INSTALAÇÃO DE TRANSMISSÔMETROS**

**5.6.1** O objetivo principal dos transmissômetros é fornecer o valor da transmissividade da atmosfera sobre a pista ou conjunto de pistas, o Alcance Visual na Pista (RVR). O valor do RVR, obtido por meio de cálculo, refere-se às condições de visibilidade horizontal nas pistas para os pilotos e é disponibilizado durante os períodos de visibilidade reduzida.

**5.6.2** O transmissômetro é constituído de dois módulos, sendo um transmissor de luz e um receptor de luz.

**5.6.3** O transmissor de luz deve ser instalado, direcionado à cabeceira oposta a qual pertence, de maneira que o feixe luminoso não incida sobre o alcance visual do piloto durante os procedimentos de pousos e decolagens.

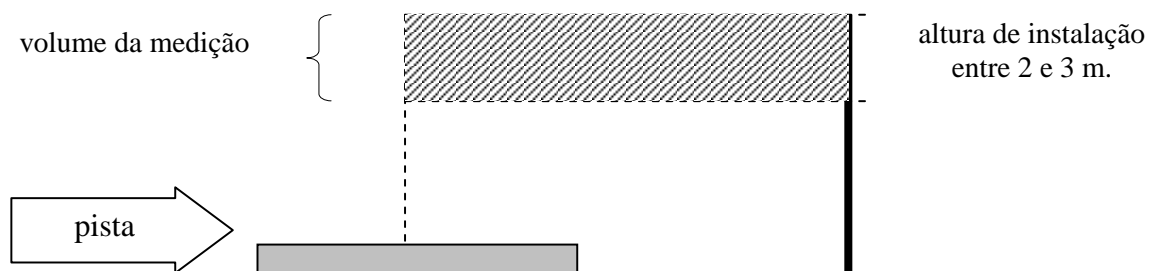
**5.6.4** Os dados de RVR devem ser disponibilizados conforme o item 3.6.

**5.6.5** Para os aeródromos equipados com ILS, os transmissômetros devem ser instalados conforme o item 5.6.6, devendo atender às necessidades operacionais previstas na ICA 105-15 e na ICA 100-16.

**5.6.6** Para a instalação dos transmissômetros, devem ser obedecidos os seguintes critérios em relação à categoria a que se destina a pista:

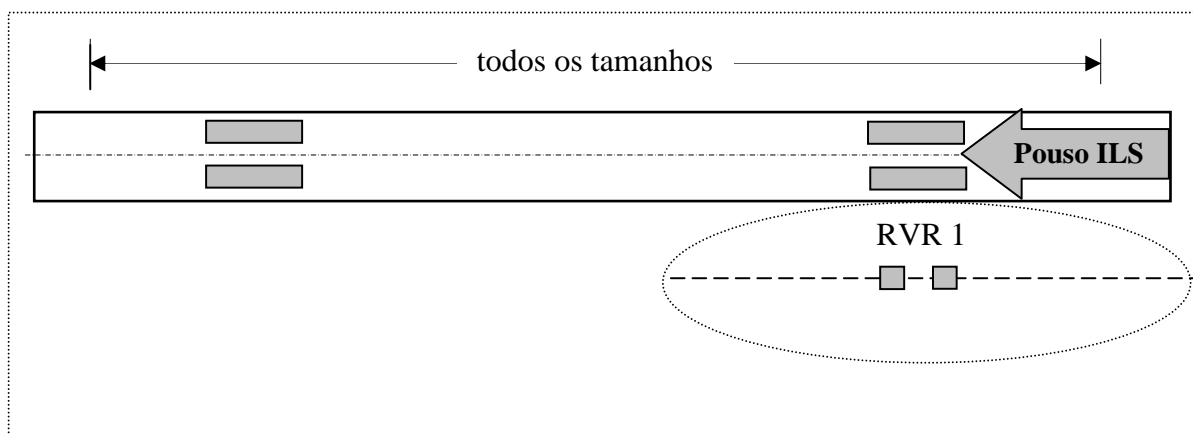
Operação	Quantidade mínima de sensores	Localização
Cat I	um conjunto	Ponto de toque da cabeceira principal
Cat II	dois conjuntos	Ponto de toque da cabeceira principal e ponto médio da pista
Cat III	três conjuntos	Ponto de toque das cabeceiras e ponto médio da pista

**5.6.7** A altura dos sensores, em relação à pista de rolagem, deve ser de, aproximadamente, 2,5 m, sendo limitado a mais ou menos 0,5 metros.



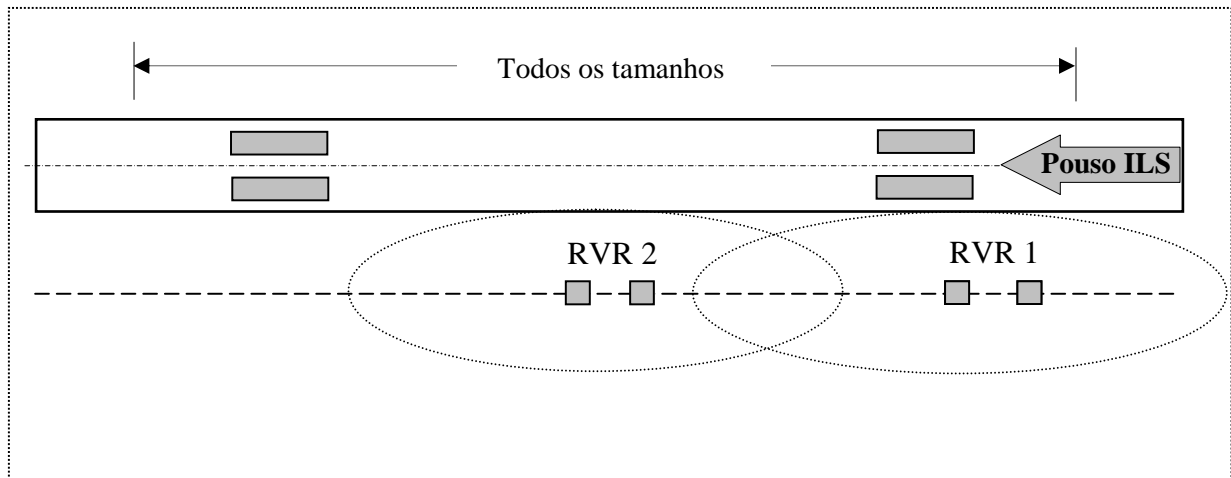
**Figura 10 – Altura dos sensores em relação à pista**

**5.6.8** Os transmissômetros devem ser instalados de maneira que permitam a precisão operacional e o raio de abrangência necessários para obtenção do valor de RVR sobre a pista, como representado nas figuras 11, 12 e 13.

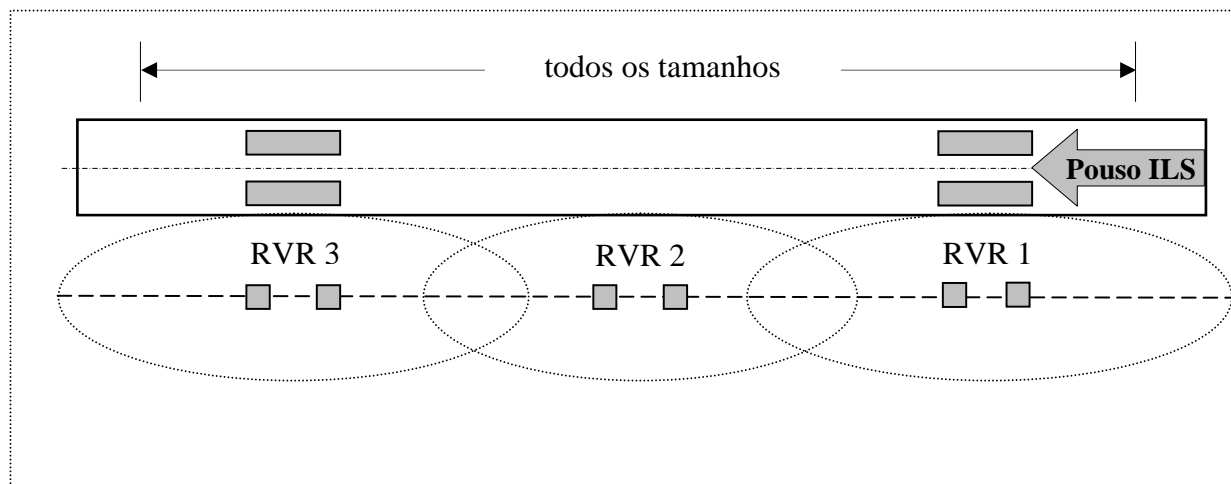


**Figura 11 – Operação Cat I – Configuração mínima**





**Figura 12 – Operação Cat II – Configuração mínima**



**Figura 13 – Operação Cat III – Configuração mínima**

## **5.7 INSTALAÇÃO DE PLUVIÔMETRO**

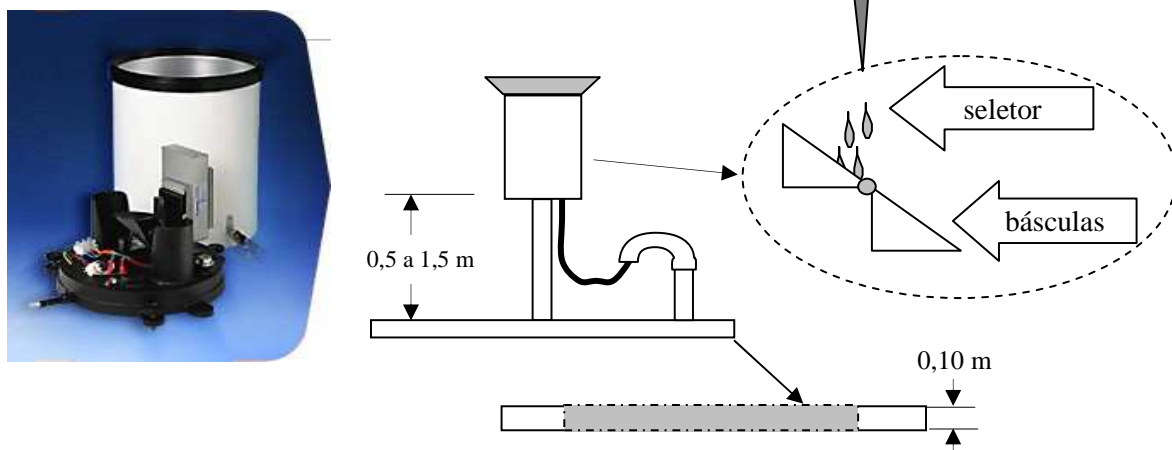
**5.7.1** O pluviômetro é um instrumento ou sensor destinado a medir a quantidade de precipitação pluviométrica.

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

**5.7.3** Sua instalação deve ser feita no sítio meteorológico principal e suas informações disponibilizadas conforme o item 3.6.

**5.7.4** A altura da base do pluviômetro deve estar compreendida entre 0,5 e 1,5 m em relação ao solo, de maneira a facilitar a inspeção visual durante as manutenções.

**5.7.5** Nos sensores tipo báscula, deve existir uma tela em seu coletor para evitar entupimentos por acúmulo de detritos.

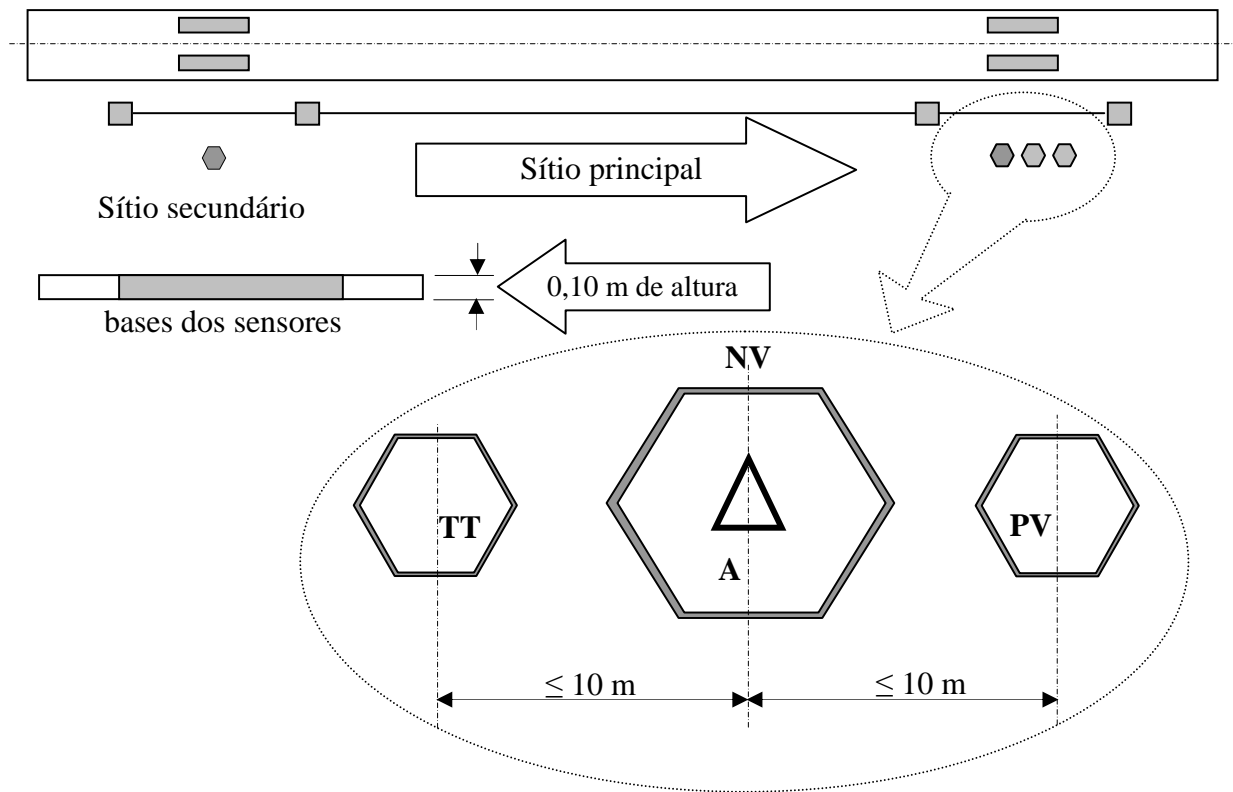


**Figura 14 – Pluviômetro**

## 6 DISPOSIÇÃO DOS SENSORES NOS SÍTIOS METEOROLÓGICOS

### 6.1 POSICIONAMENTO DOS SENSORES

**6.1.1** O posicionamento dos sensores nos sítios meteorológicos deve obedecer à disposição constante na figura 15: o tetômetro (TT) e o pluviômetro (PV), no entorno do anemômetro (A) do sítio principal, a uma distância máxima de 10 m deste.



**Figura 15 – Posicionamento dos sensores nos sítios meteorológicos**

**6.1.2** O conjunto de sensores do sítio meteorológico principal deve ser implantado próximo ao conjunto de transmissômetros.

**6.1.3** A área circunscrita do sítio meteorológico da torre anemométrica, onde estejam instalados sensores de temperatura do ar e de umidade relativa, deve ser coberta por grama, com a finalidade de evitar possíveis interferências (radiações) nas medições.

## 7 EQUIPAMENTOS COMPLEMENTARES

### 7.1 PERFILADORES DE VENTO (WIND PROFILERS)

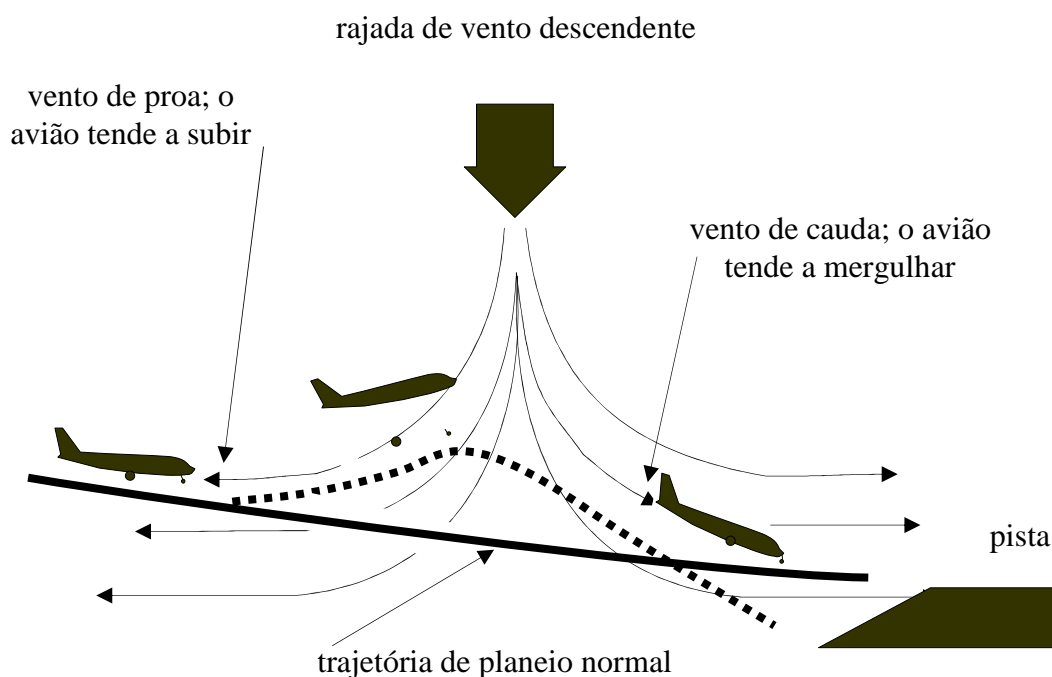
**7.1.1** Nos aeródromos em que forem notificadas ocorrências de distúrbios da atmosfera conhecidos como “tesoura de vento” ou “cortante do vento” (*Wind Shear*), poderá ser instalado um sistema de um ou mais detectores de cortante do vento (perfiladores) em locais previamente determinados, que podem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

**7.1.2** Quando instalado, esse sistema deve:

- a) ser integrado à EMS e ter seus dados disponibilizados conforme o item 3.6;
- b) possuir alarmes audíveis (tom cíclico progressivo) e visíveis nos Órgãos locais de Meteorologia Aeronáutica e de Tráfego Aéreo; e
- c) possuir tela específica para os Órgãos locais de Meteorologia Aeronáutica destinada à análise gráfica do fenômeno.

**7.1.3** A figura 16 mostra como o fenômeno de *Wind Shear* afeta aeronaves em aproximação.

#### Fenômeno da microrrajada



**Figura 16 – Efeitos do *Wind Shear* sobre aeronaves em aproximação**

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

**8.1** A implantação de sensores meteorológicos em helipontos e heliportos, especialmente os implantados em plataformas marítimas, deve ser de forma mais aproximada possível das implantações feitas em aeroportos, porém resguardando-se os obstáculos existentes e áreas críticas de aproximação, muito comuns nessas modalidades de aeródromos, bem como áreas que possam ser afetadas pelo fluxo de ar gerado pelas pás e exaustão do motor dos helicópteros, dando falsas indicações de rajadas.

**8.2** O principal item crítico dessas implantações é a localização da torre anemométrica, que deve ser instalada de modo que as leituras dos sensores sejam as mais representativas possíveis da área de operação, porém sem prejudicar as aproximações diretas das aeronaves nem ser considerada um obstáculo.

**8.3** O Plano Básico da Zona de Proteção do Heliponto é feito conforme a Portaria 957/GC3, de 9 de julho de 2015, do COMAER, ou norma que a venha substituir ou complementar.

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

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

**8.6** Em plataformas marítimas e embarcações, a posição do sensor de temperatura do ar deve estar acima do nível do *helideck*, preferencialmente na área de segurança destinada aos auxílios.

**8.6.1** Nas embarcações móveis, as informações de direção do vento devem ser corrigidas automática e instantaneamente em função da mudança de aproamento magnético.

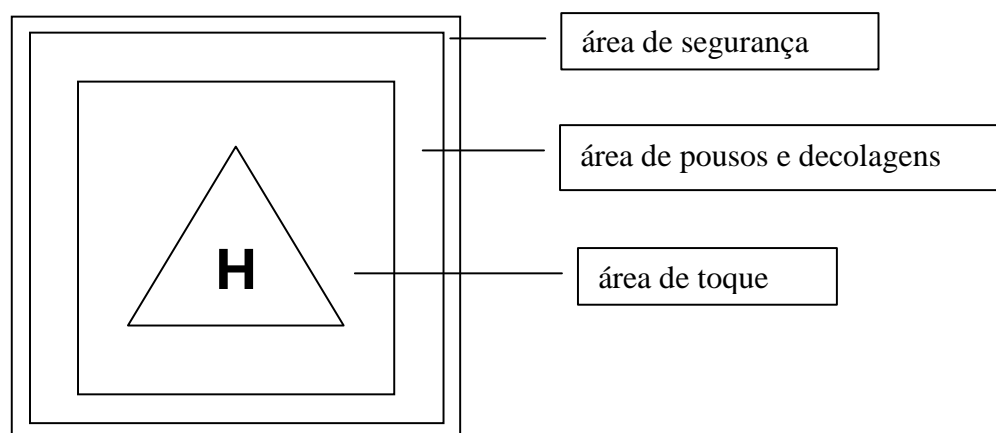


Figura 17 – Heliponto

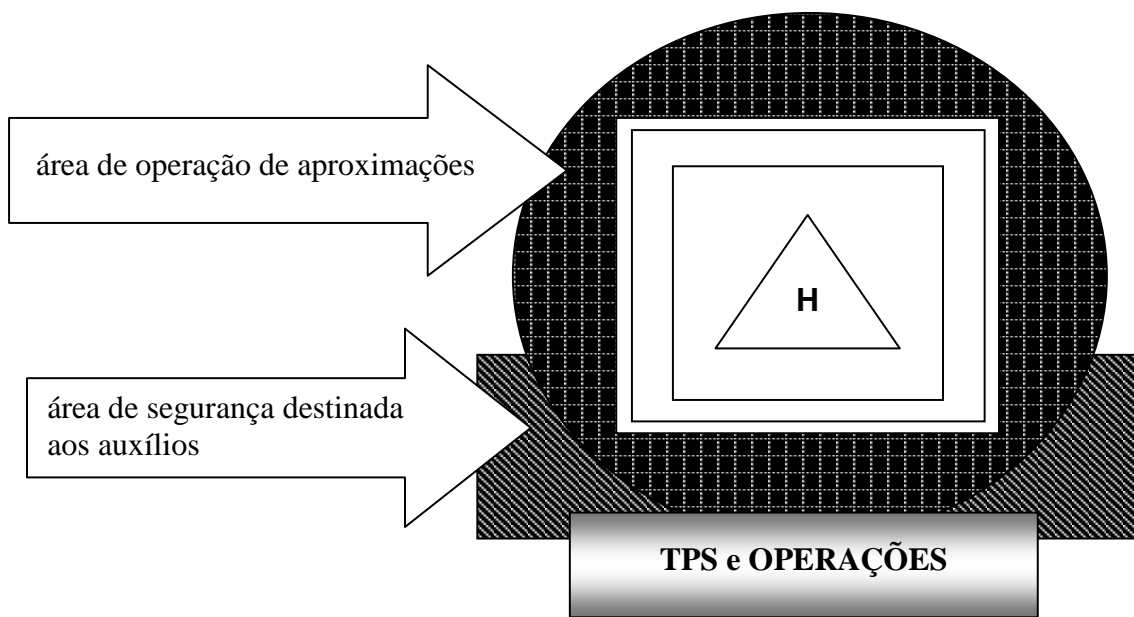


Figura 18 – Heliporto

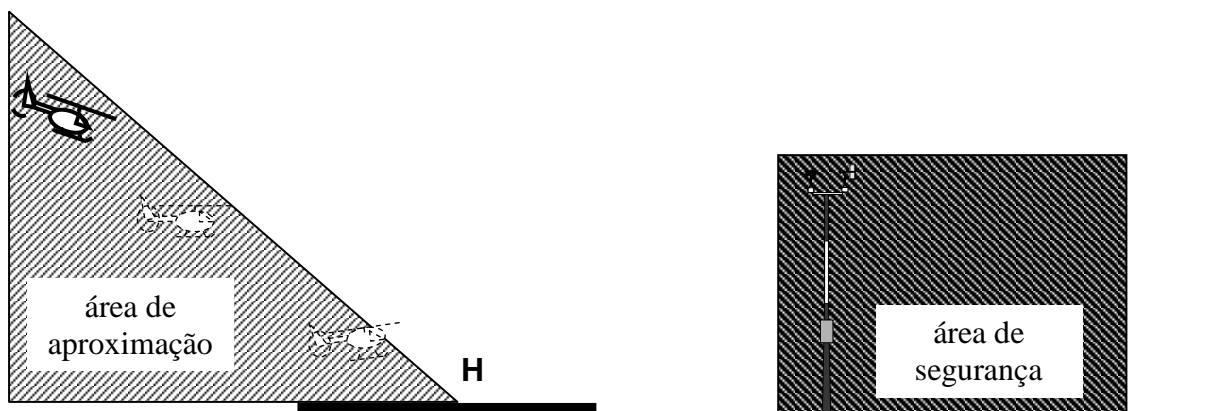


Figura 19 – Sugestão de posicionamento da torre anemométrica

NOTA: A instalação dos sensores em heliporto deve seguir as mesmas diretrizes preconizadas para as EMS.

## **9 INSTALAÇÃO DE EMA**

### **9.1 DEFINIÇÃO**

**9.1.1** A EMA é o ambiente onde estão instalados todos os meios necessários à realização de observação meteorológica do ar superior, por meio de radiossondagem.

**9.1.2** A EMA-T é um equipamento de construção robusta, própria para apoiar operações em campo, onde seja importante monitorar as condições climáticas, sobretudo o comportamento das variações de vento.

### **9.2 INSTALAÇÕES**

**9.2.1** As instalações operacionais da EMA devem se localizar em instalações exclusivas, identificadas, padronizadas e que contemplem as particularidades dos serviços inerentes às atividades de radiossondagem do ar superior.

**9.2.2** As instalações operacionais da EMA deverão ser compostas dos seguintes módulos:

- a) módulo de monitoramento e suprimento;
- b) módulo do gerador de gás ou central de gás engarrafado;
- c) módulo de armazenamento de gás e enchimento dos balões; e
- d) área de lançamento.

**9.2.3** As instalações da EMA devem ter a capacidade de acomodar todos os equipamentos necessários ao serviço, bem como proporcionar o mínimo de conforto e a segurança necessária aos operadores.

**9.2.4** A EMA-T deverá ser instalada obedecendo aos mesmos critérios gerais das EMA fixas, principalmente em relação a obstáculos que impeçam a recepção do sinal da radiossonda pelas antenas.

### **9.3 MÓDULO DE MONITORAMENTO E SUPRIMENTO**

**9.3.1** O compartimento principal é denominado Módulo de Monitoramento e Suprimento, onde ocorre a recepção do sinal das radiossondas desde o seu preparo até o fim da radiossondagem.

**9.3.2** Nesse ambiente, devem ser instalados:

- a) o equipamento de verificação da radiossonda em solo (*Ground Check*) para ajuste da leitura dos sensores antes do lançamento;
- b) o bastidor de recepção e processamento do sinal;
- c) o microcomputador, com o *software* específico para realização da radiossondagem, e seus periféricos, de uso exclusivo; e
- d) o monitor de visualização dos dados fornecidos pelos equipamentos meteorológicos da EMA.

**9.3.3** Para que sejam fornecidos os valores de variáveis meteorológicas à superfície relativas à área de lançamento, os seguintes equipamentos/sensores devem ser instalados:

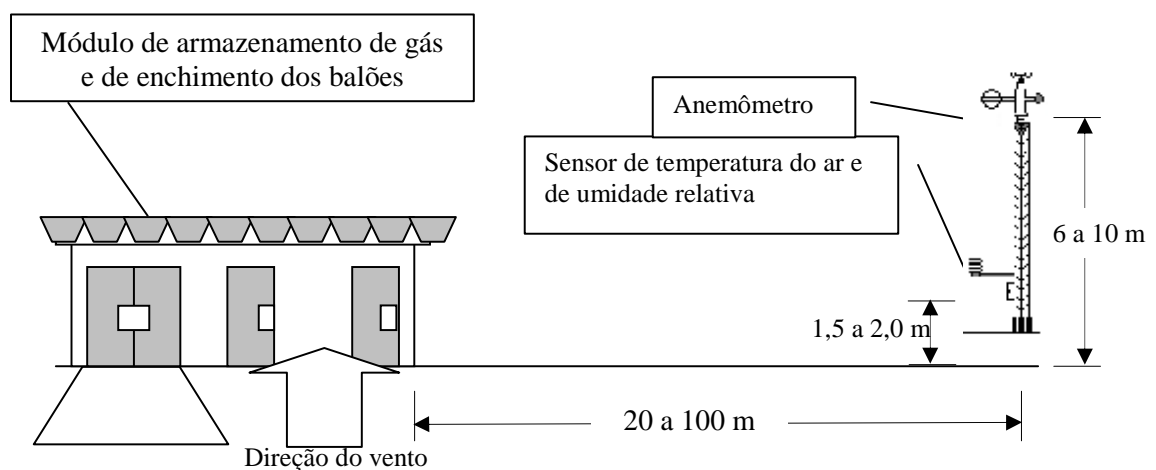
- a) anemômetro (DV e VV);
- b) barômetro (PA/PNS); e
- c) sensores de temperatura do ar e de umidade relativa (TA e UR).

NOTA: Os dados do anemômetro e dos sensores de temperatura do ar e de umidade relativa devem ser disponibilizados em monitor previsto no item 9.3.2.

**9.3.3.1** O anemômetro deve ser instalado na torre anemométrica, que deve ter de 6 a 10 m de altura e estar deslocada em direção ao vento predominante, a uma distância entre 20 e 100 m do módulo de armazenamento de gás e enchimento dos balões, conforme a figura 20.

**9.3.3.2** O barômetro deve ser instalado no interior do módulo de monitoramento e suprimento, em parede livre da incidência solar e da vibração provocada por aparelhos de climatização e ajustado para PA/PNS no mesmo nível do *Ground Check*. Para calibração do sensor de pressão da radiossonda, deve disponibilizar uma correção de QFE no mesmo nível do local de lançamento do balão meteorológico para inserção dos dados meteorológicos de superfície.

**9.3.3.3** Os sensores de temperatura do ar e de umidade relativa devem ser instalados na torre anemométrica, a uma altura de 1,5 m a 2 m, conforme figura 20.



**Figura 20 – Posicionamento do anemômetro para a EMA**

**9.3.4** As instalações elétricas devem ser projetadas conforme os preceitos da ABNT NBR 5410, com o quadro de disjuntores montado no interior deste ambiente, disponibilizando, pelo menos, três tomadas de energia nas paredes internas para alimentação dos equipamentos da EMA. O aterramento elétrico deve ser feito com circuito próprio, conforme a ICA 66-30, abrangendo e protegendo todo o prédio com uma resistividade máxima de 10 $\Omega$  (dez ohms).



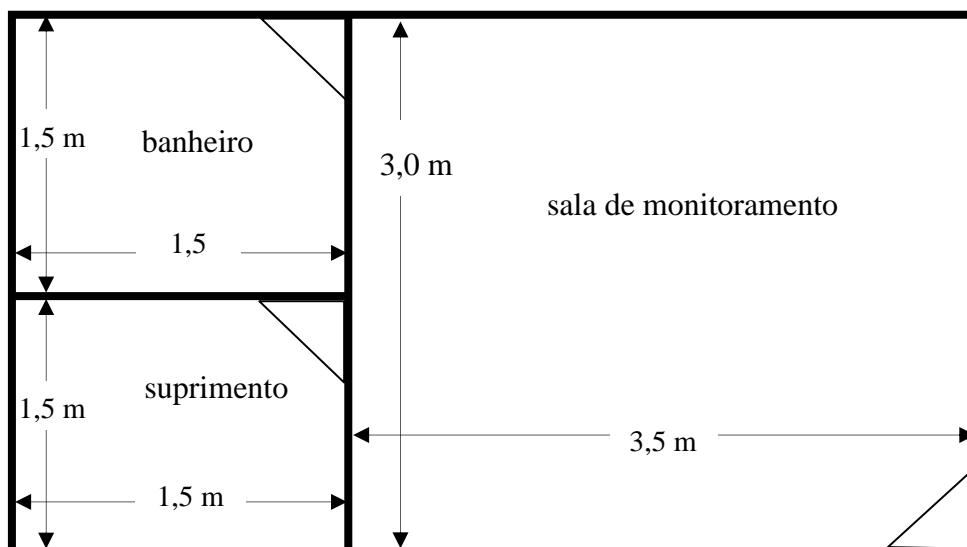
**9.3.5** É necessário que sejam instalados pontos de rede para que a EMA utilize terminal com acesso à INTRAER/INTERNET ou enlace de comunicações que permita a divulgação dos dados e informes meteorológicos gerados pela radiossondagem.

**9.3.6** A EMA deve possuir enlace telefônico que permita sua comunicação com os Órgãos Operacionais do SISCEAB, composto da rede operacional de telefonia do SISCEAB e de linha telefônica local.

**9.3.7** Deve ser disponibilizado um duto de PVC ou de metal, com aproximadamente 100 mm de diâmetro, ligando o interior do módulo de monitoramento e suprimento ao campo de antenas, para que sejam passados os cabos coaxiais de sinal.

**9.3.8** O Módulo de Monitoramento e Suprimento deve ser devidamente iluminado, provido de mobiliário apropriado às atividades nele desenvolvidas e ao estoque dos suprimentos essenciais à realização das radiossondagens (balões meteorológicos, radiossondas e acessórios), comportando, no mínimo, a sua utilização simultânea pelos operadores que formam a equipe operacional da EMA, estipulada no MCA 105-9 “Manual de Estações Meteorológicas de Altitude”.

**9.3.9** Este módulo deve ser climatizado, possuir dimensões mínimas de 14 m<sup>2</sup> e ter, pelo menos, uma janela voltada para a área de lançamento relativa ao vento predominante.



**Figura 21 – Sugestão de planta para o módulo de monitoramento e suprimento**

## **9.4** EDIFICAÇÕES

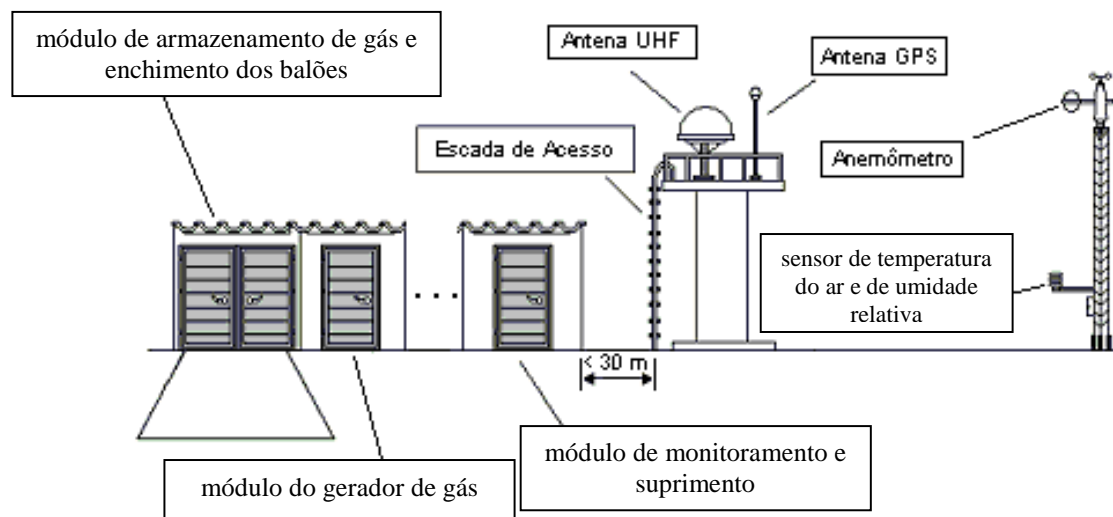
**9.4.1** As edificações da EMA devem ser um ambiente padronizado, facilmente acessível por via transitável, em qualquer época do ano e sob todas as condições climáticas, e que contemple as particularidades dos serviços inerentes às atividades de radiossondagem. Devem ser compostas das instalações previstas no item 9.2.

**9.4.2** O Módulo de Monitoramento e Suprimento deve possuir cobertura de laje.

NOTA: Este módulo pode ser localizado em edificação diferente de onde estão localizados os outros módulos da EMA e a área de lançamento, desde que sejam cumpridos os outros requisitos.

**9.4.3** O módulo do gerador de gás e o módulo de armazenamento de gás e enchimento de balões devem ser geminados e possuir revestimento de telhas de cerâmica, fibrocimento ou similar, possuindo uma parede de concreto armado entre eles.

**9.4.4** Na figura 22, encontra-se uma sugestão de disposição básica das instalações das edificações da EMA.



**Figura 22 – Disposição básica das instalações das edificações da EMA**

**9.4.5** A torre anemométrica e a torre de concreto para as antenas podem ser instaladas em qualquer posição ao redor do prédio da EMA, desde que sejam obedecidos os aspectos de funcionalidade e respeitadas as distâncias máxima e mínima entre elas e o prédio.

**9.4.6** Para evitar perda excessiva de sinal nos cabos coaxiais que conectam o bastidor de sondagem às antenas de UHF e GPS, o afastamento entre a torre de concreto que sustenta as referidas antenas e o módulo de monitoramento e suprimento, que abriga o bastidor de sondagem, foi limitado em 30 m.

**9.4.7** O posicionamento da torre das antenas deve ser cuidadosamente determinado, de modo a prevenir-se a interposição de obstáculos que bloqueiem a linha de visada direta entre a sonda em voo e a antena de UHF. Da mesma forma, a antena GPS deve ter a visada mais ampla possível da abóbada celeste.

## **9.5 MÓDULO DO GERADOR DE GÁS**

**9.5.1** Este módulo é um ambiente destinado à instalação do bastidor elétrico/eletrônico e do sistema de produção de gás hidrogênio, pertencentes a um gerador eletrolítico, cuja função é produzir gás para enchimento do balão meteorológico.

**9.5.2** Deve possuir as dimensões mínimas suficientes para permitir a instalação das partes do gerador acima descritas, bem como uma área de circulação ao redor do gerador de, pelo menos, 1 m de largura para abertura das portas do bastidor e para o livre acesso a todos os seus lados durante os procedimentos de manutenção por técnico qualificado.

**9.5.3** Esse ambiente deve conter um chuveiro, uma pia “lava-olhos” inox ou de cerâmica (exemplo na figura 23) e um tanque, estilo doméstico, para a lavagem de componentes contendo produtos corrosivos e lavagem dos olhos em caso de acidente, por ocasião das manutenções.



**Figura 23 – Pia lava-olhos ou Sistema acoplado Chuveiro/Pia lava-olhos**

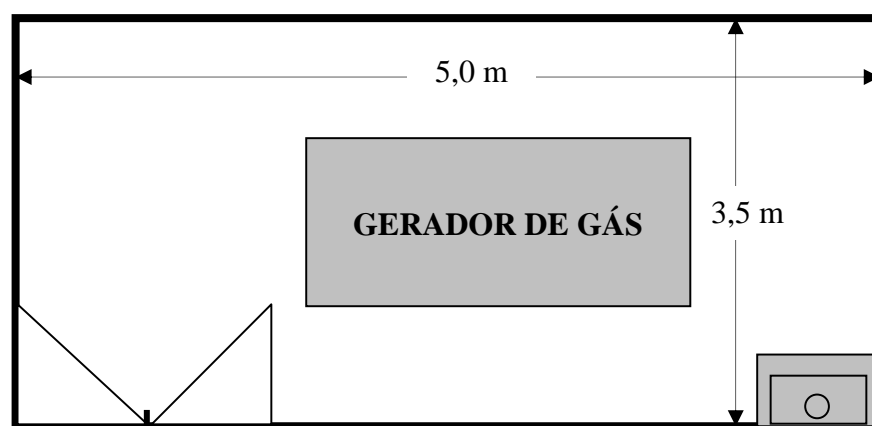
**9.5.4** Não deve possuir cobertura de laje. Deve possuir somente telhado com cobertura de telhas cerâmicas, fibrocimento ou similar.

**9.5.5** Esse módulo deve possuir área de, no mínimo, 15 m<sup>2</sup> e não necessita possuir janelas, porém deve possuir, pelo menos, 60 cm de elementos vazados nas partes inferiores e superiores, protegidos por tela contra insetos, para facilitar a ventilação nesse ambiente de produção de gás.

**9.5.6** A porta de acesso ao módulo do gerador de gás deve possuir largura de 1,5 m, no mínimo.

**NOTA:** Este requisito deverá ser aplicado às EMA construídas após a entrada em vigor desta publicação.

**9.5.7** O sistema de iluminação deve ser apropriado ao trato com sistemas de fácil combustão, devendo possuir lâmpadas instaladas dentro de invólucros de vidro, interruptores à prova de explosão e cablagens embutidas em rede de eletrodutos aparentes e vedados, conforme a ABNT NBR IEC 60529 e a ABNT NBR IEC 60079-14.



**Figura 24 – Sugestão de planta para o módulo do gerador de gás**

**9.5.8** O módulo de gerador de gás deve possuir extintor de incêndio de pó químico de 8 kg (min).

## **9.6 MÓDULO DE ARMAZENAMENTO DE GÁS E ENCHIMENTO DOS BALÕES**

**9.6.1** Nas EMA dotadas de gerador de gás, esse módulo é destinado a abrigar o tanque de armazenamento do gás hidrogênio produzido e permitir a inspeção e o enchimento do balão meteorológico.

**9.6.2** Com vistas à segurança do equipamento e das equipes de operação, a parede que contém a porta de acesso ao módulo deverá ser de baixa resistência mecânica e ser devidamente sinalizada, com a finalidade de permitir a ruptura da mesma em caso de expansão dos gases durante uma eventual explosão. As demais paredes do módulo deverão ser de concreto armado.

**9.6.3** Não deve possuir cobertura de laje. Deve possuir somente telhado com cobertura de telhas cerâmicas, fibrocimento ou similar.

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

**9.6.5** A operação de inspeção e de enchimento de balão meteorológico deverá ser realizada sobre uma mesa cujas partes não sejam condutoras elétricas, constituída de tampo liso e sem pontas perfurantes.

**9.6.6** Nesse módulo, deve existir bocal de inflagem, com aterramento solidário ao tanque de armazenamento de gás ou à central de gás engarrafado, e contrapesos identificados e destinados ao correto enchimento do balão meteorológico.

**9.6.7** Na EMA que utiliza central de gás engarrafado, o sistema deve possuir uma válvula redutora de pressão, possibilitando que o enchimento do balão meteorológico seja feito com um valor máximo de 10 PSI.

**9.6.8** Esse módulo deve possuir extintores de pó químico, janela(s) e báscula(s) constituídas de material não ferroso, porta(s) destinada(s) à passagem do balão meteorológico inflado para o seu lançamento, na parte dianteira ou traseira do prédio, de acordo com a direção predominante do vento à superfície.

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

**9.6.10** Esse módulo deve possuir área de, no mínimo, 16 m<sup>2</sup>, conforme a figura 25.

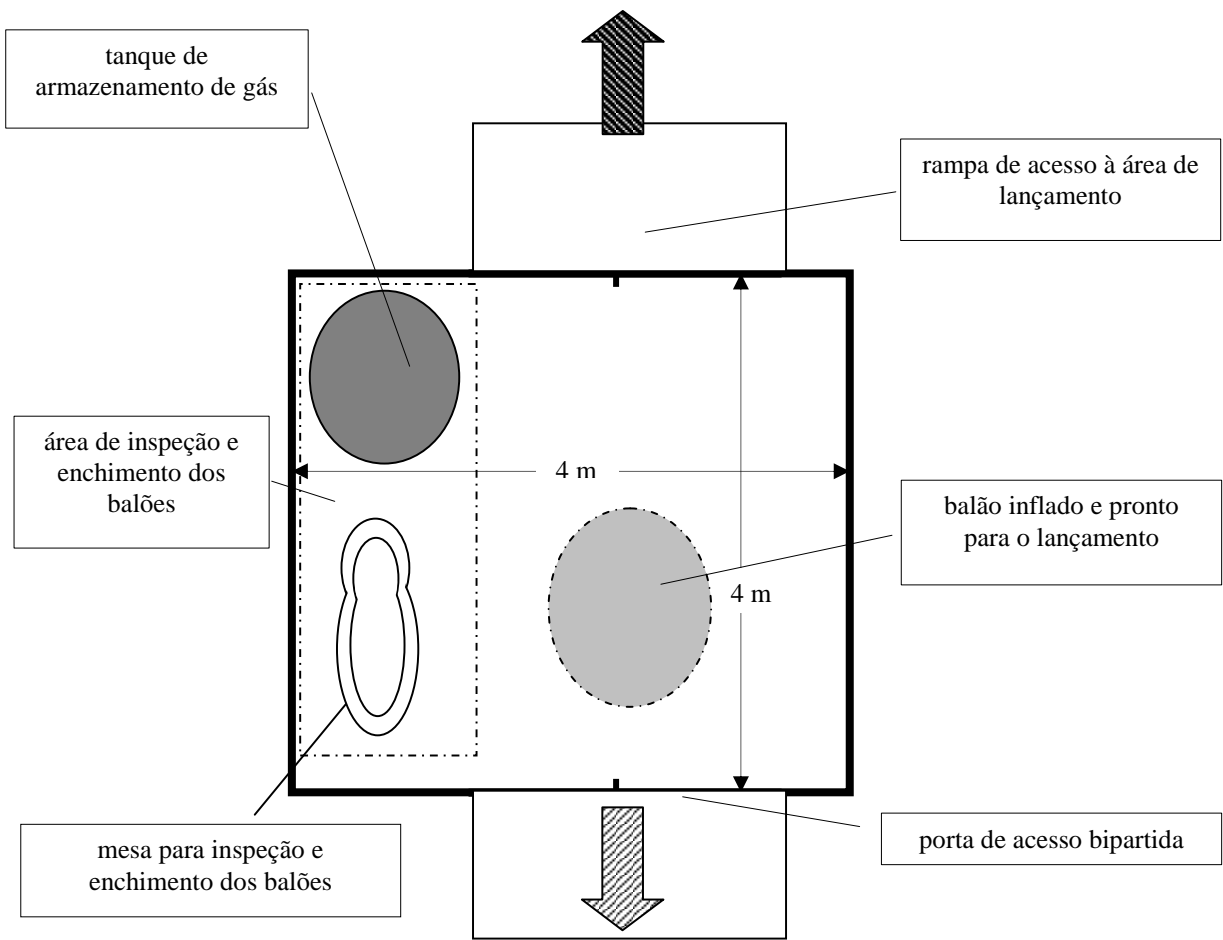


Figura 25 – Sugestão para o módulo de armazenamento e enchimento de balões

9.6.11 A figura 26 exibe uma sugestão de planta baixa para o caso de os módulos da EMA serem compartimentos de um único prédio.

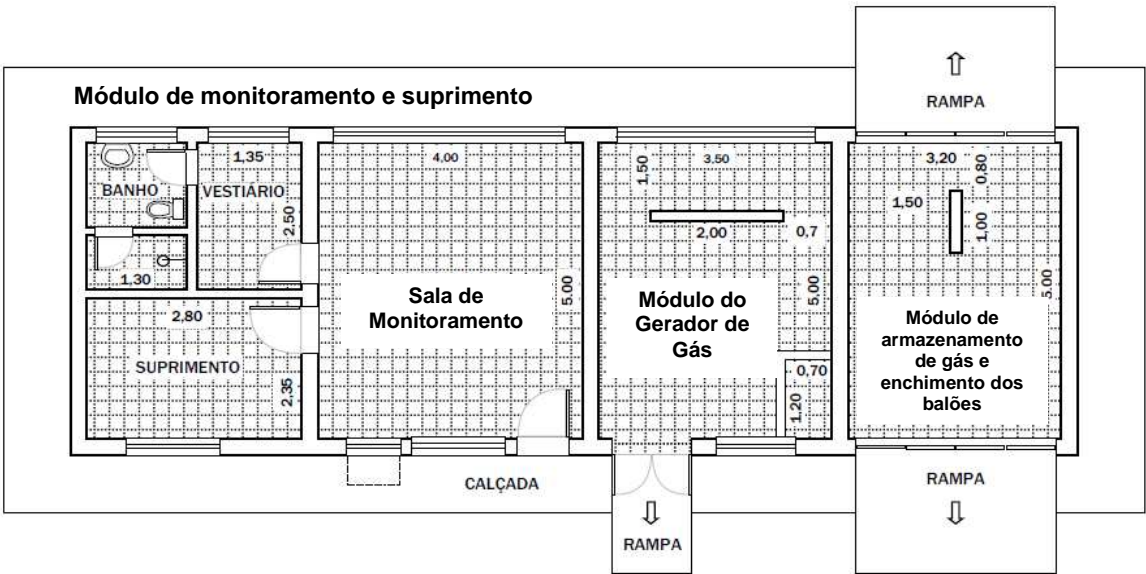


Figura 26 – Sugestão para os módulos da EMA em um único prédio

## 9.7 PRODUÇÃO E ARMAZENAMENTO DE GÁS

**9.7.1** No âmbito do SISCEAB, são utilizados o gás hidrogênio ou o gás hélio para o enchimento do balão meteorológico.

**9.7.2** Existem basicamente dois métodos para obtenção do gás hidrogênio:

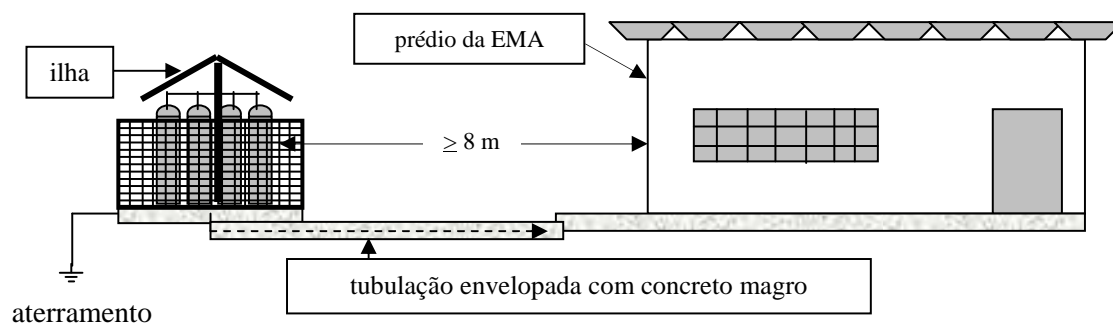
- a) produção própria, mediante a utilização de geradores eletrolíticos; e
- b) aquisição de gás engarrafado industrial.

**9.7.3** Normalmente, o uso de geradores eletrolíticos de hidrogênio é indicado para EMA de localidades onde não exista a produção industrial de gás engarrafado ou quando a sua aquisição se torne inviável economicamente.

**9.7.4** O gás hélio é adquirido por meio de gás engarrafado industrial.

## 9.8 CENTRAL DE GÁS ENGARRAFADO

**9.8.1** Nessa modalidade de abastecimento de gás, deve ser utilizado, preferencialmente, um sistema denominado “ilha de cilindros”, montado a distância das instalações prediais, conforme diagrama constante da figura 27.



**Figura 27 – Posicionamento da ilha de cilindros**

**9.8.2** O afastamento da ilha de cilindros relativa ao prédio deverá ser de, no mínimo, 8 m.

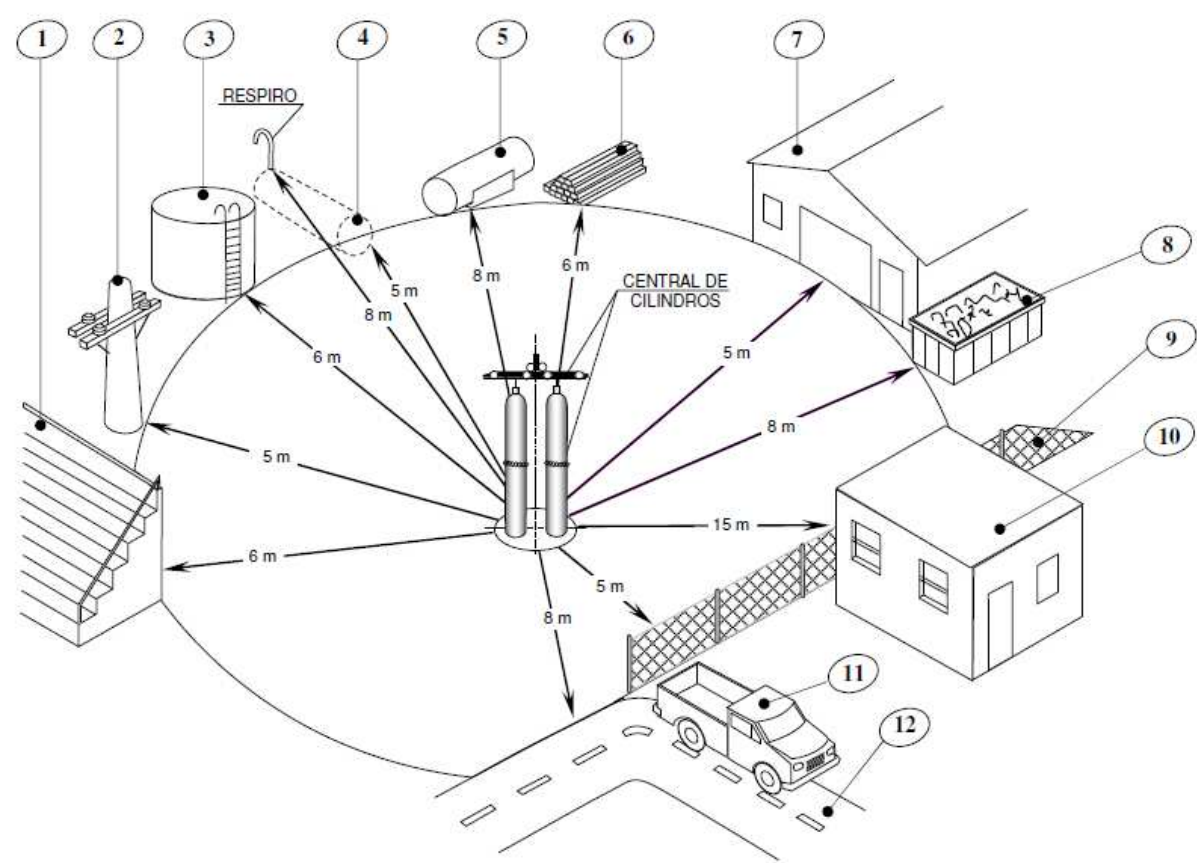
**9.8.3** A tubulação deve ser de aço, cobre ou latão, obrigatoriamente subterrânea, e trabalhar com baixa pressão (máximo de 10 PSI).

**9.8.4** Quanto ao número de cilindros de cada ilha, deve ser efetuada avaliação quanto ao volume necessário de gás utilizado nas radiossondagens, levando-se em consideração os intervalos entre os abastecimentos realizados pela empresa contratada.

**9.8.5** As ilhas de cilindros devem possuir cobertura metálica ou de fibrocimento, proteção lateral por dispositivos entelados, válvulas redutoras de pressão e aterramento elétrico para todos os cilindros.

9.9 TABELA DE AFASTAMENTOS DE SEGURANÇA

Os afastamentos de segurança para sistemas de alta pressão para gases inflamáveis, inclusive no ambiente para enchimento dos balões, onde se localizam os tanques dos geradores de hidrogênio, devem ser, no mínimo, conforme a tabela constante na figura 28.



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 28 – Afastamento mínimo do sistema de alta pressão

9.10 DISPOSIÇÃO DOS CILINDROS NO INTERIOR DO ABRIGO

9.10.1 Os cilindros devem ser fixados com cinta de borracha ou similar de alta resistência e conectados, no interior do abrigo, à linha apropriada de alta pressão e à válvula reguladora e redutora de pressão, conforme a figura 29.

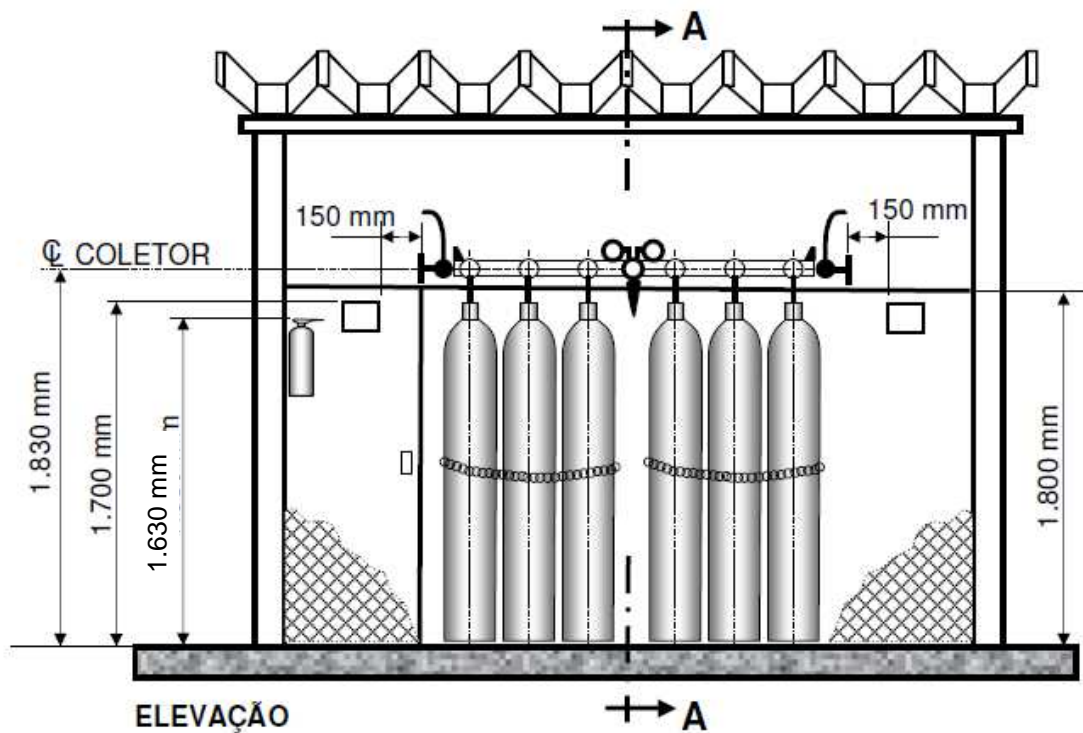


Figura 29 – Disposição dos cilindros

**9.10.2** Excepcionalmente, quando não puder ser implementada a ilha de cilindros (item 9.8.5), poderá ser construído abrigo para cilindros junto à parede externa do ambiente de enchimento dos balões, desde que esta seja de concreto ou estruturada com resistência correspondente, conforme a figura 30.

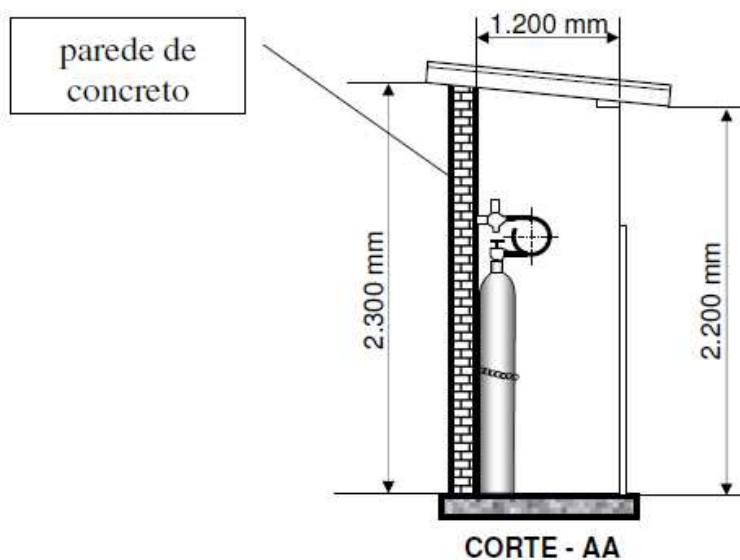
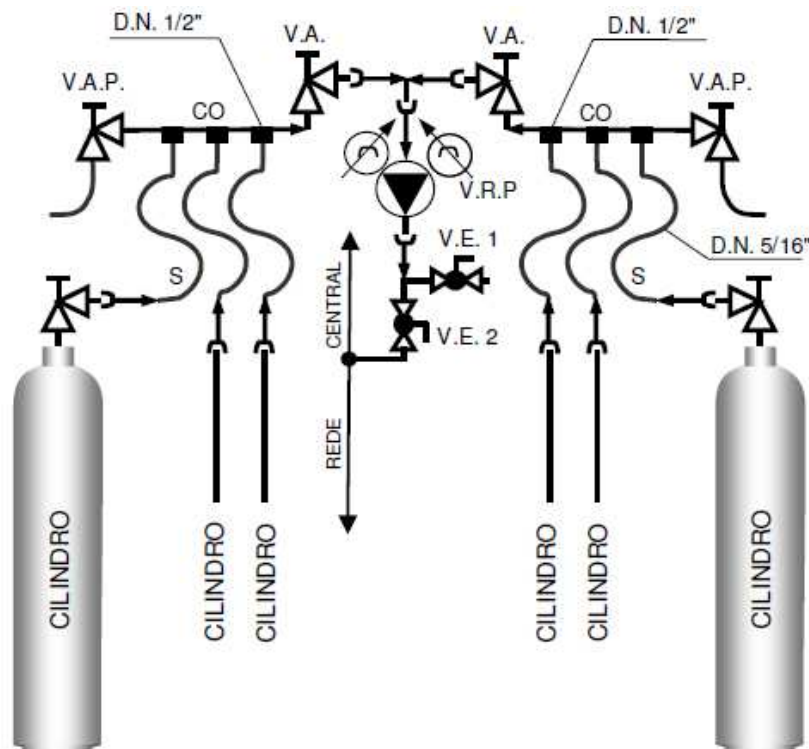


Figura 30 – Abrigo para cilindros



### 9.11 DIAGRAMA ESQUEMÁTICO DA ILHA DE CILINDROS

9.11.1 Os cilindros da central de gás engarrafado devem ser conectados conforme disposto na figura 31.



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 31 – Central de cilindros

### 9.12 REQUISITOS DE SEGURANÇA PARA PROJETOS

9.12.1 Os projetos para instalações que utilizam o gás hidrogênio devem atender, além do previsto nos manuais específicos, aos seguintes requisitos de segurança:

- os materiais utilizados nas instalações devem ser resistentes ao fogo (resistência de uma hora);
- o abrigo deve ter cobertura de telhas de fibrocimento para evitar a insolação nos quadros de válvulas;
- o abrigo deve ser ventilado;

- d) a abertura da porta de acesso deve ser para fora;
- e) o portão deve permanecer 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 à prova de explosão, de acordo com a ABNT NBR IEC 60529 e a ABNT NBR IEC 60079-14;
- 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: extintores de pó químico seco de 8 kg a 10 kg (mínimo de dois);
- j) instalação de placas de advertência “PROIBIDO FUMAR”, “GÁS INFLAMÁVEL” e “PERIGO DE EXPLOÇÃO” junto a todos os acessos ao prédio e aos abrigos de cilindros;
- k) instalação de sinalização de segurança contra incêndio e pânico no interior e no acesso do prédio, seguindo as recomendações da norma ABNT NBR 13434-2;
- l) parede de concreto (com altura mínima de 2,5 m, comprimento idêntico ao da parede oposta e espessura maior ou igual a 20 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
- m) durante a instalação, devem ser realizados testes de estanqueidade e dos componentes de alta pressão.

### **9.13 ATERRAMENTO ELÉTRICO DOS CILINDROS**

**9.13.1** Os cilindros de gás devem ser aterrados eletricamente, com circuito próprio e resistividade máxima de  $10\Omega$  (dez ohms). Este aterramento deve ser interligado ao circuito elétrico do prédio da EMA por cabo de cobre nu, utilizando-se processo de soldagem exotérmica.

### **9.14 DISPOSITIVOS DE SEGURANÇA RELATIVOS À PREPARAÇÃO E LANÇAMENTO DO BALÃO METEOROLÓGICO**

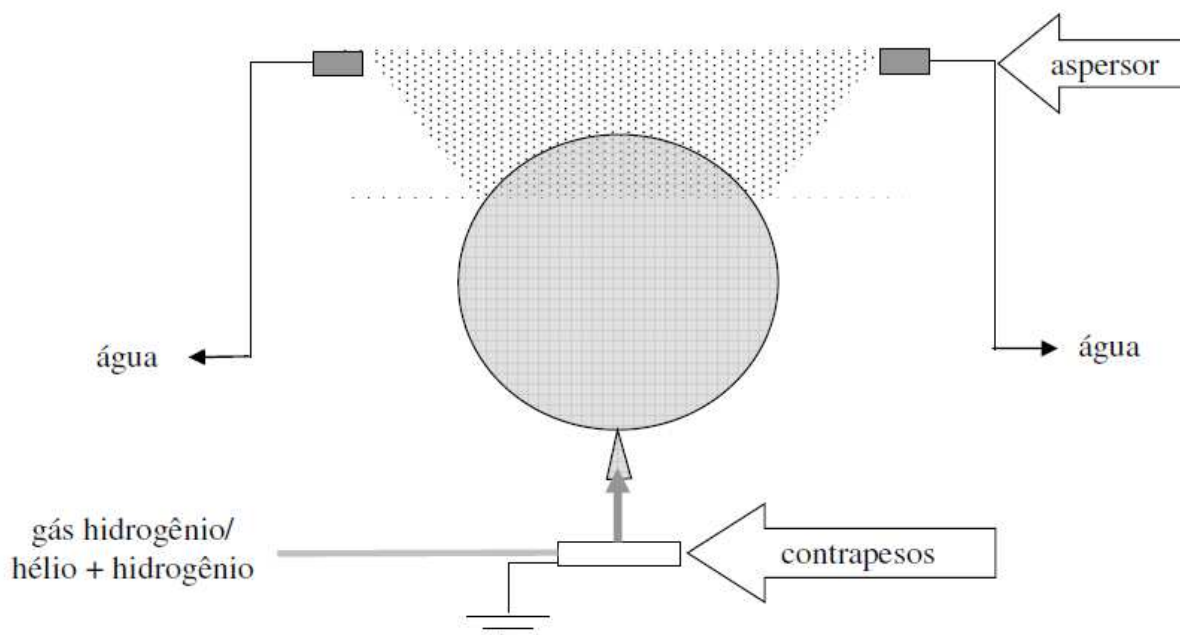
**9.14.1** O manuseio do hidrogênio traz riscos à segurança do pessoal diretamente envolvido nessa operação, conforme informado na ABNT ISO/TR 15916:2010. Devido ao seu baixo nível de energia de ignição (microdescargas eletrostáticas sem percepção visual), o hidrogênio requer dispositivos de segurança necessários ao enchimento dos balões meteorológicos.

**9.14.2** Para a manutenção preventiva dos equipamentos que envolvam produção e armazenamento de gás, na preparação e no lançamento do balão meteorológico, faz-se necessária a utilização de EPI (óculos de segurança, avental e luva), bem como o estabelecimento de procedimentos de segurança, sob a responsabilidade da CIPA da respectiva Organização Regional do DECEA, ou equivalente, para os PSNA externos ao COMAER.

**9.14.3** De modo a reduzir a possibilidade de ocorrência de eletricidade estática durante o enchimento do balão meteorológico, o bocal de enchimento e o tanque de armazenamento ou central de gás engarrafado devem ser aterrados eletricamente para um valor de resistência não superior a  $10\Omega$  (dez ohms). O operador deverá utilizar pulseira antiestática, conectada ao aterramento do bocal de enchimento.

**9.14.4** Durante a preparação e o enchimento do balão meteorológico, é proibido o uso de radiotransmissores, de telefones celulares e dispositivos elétricos ou eletrônicos, pois podem ocasionar a ignição do hidrogênio.

**9.14.5** Para o enchimento do balão meteorológico, principalmente nas condições de baixa umidade relativa (abaixo de 70%), os operadores devem ter suas mãos umedecidas. O ambiente poderá ser pulverizado com água aspergida com a finalidade de reduzir o potencial eletrostático do ambiente. Os aspersores de água, quando instalados, devem 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, conforme disposto na figura 32.



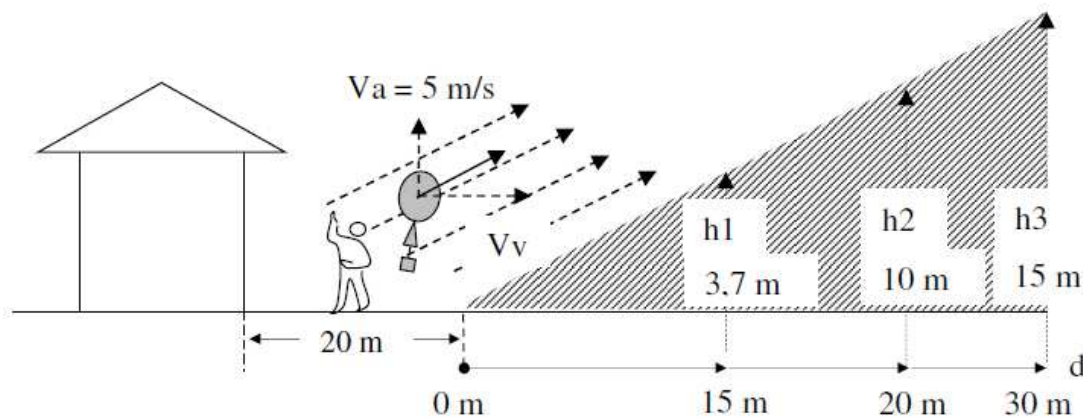
**Figura 32 – Sistema de segurança para enchimento dos balões**

## **9.15** ÁREA DE LANÇAMENTO E ZONA DE PROTEÇÃO DA EMA

**9.15.1** A área de lançamento deve ser um local apropriado para o lançamento do balão meteorológico, compreendendo uma área ao redor do prédio da EMA livre de obstáculos, tais como postes, construções e arvoredos.

**9.15.2** A EMA deve ser localizada de maneira que concilie alguns fatores:

- a) as portas devem estar direcionadas no sentido do “vento predominante”, se possível, de maneira que facilite o procedimento de lançamento do balão meteorológico;
- b) deve possuir áreas de lançamento dianteira e traseira, com respectivos suportes para pré-sintonia dos receptores de radiossondagem (procedimento de *lock-up*); e
- c) deve ser distante de obstáculos, conforme diagrama da figura 33.



**Figura 33 – Zona de proteção da EMA**

**9.15.3** O cálculo para outras alturas e suas respectivas distâncias mínimas deve obedecer à seguinte relação:

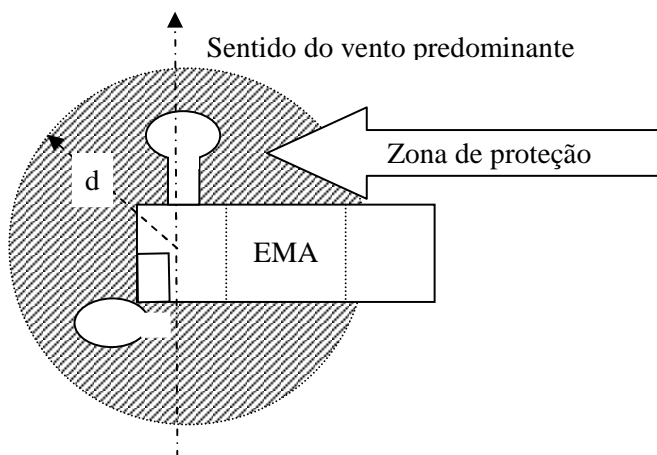
- a)  $V_a$  = velocidade de ascensão do balão em m/s (5m/s);
- b)  $V_v$  = velocidade máxima do vento já registrada (dez anos);
- c)  $h$  = altura do obstáculo a ser transposto; e
- d)  $d$  = distância em relação ao ponto de lançamento.

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

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:

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

**9.15.4** A Zona de Proteção da EMA compreende uma área mínima ao redor do prédio da EMA, livre de obstáculos. Postes, construções e arvoredos devem guardar a relação constante na figura 34, devendo ser aplicada para ambos os lados das instalações da EMA.



**Figura 34 – Vista superior da zona de proteção da EMA**

## **10 DISPOSIÇÕES FINAIS**

**10.1** A aquisição desta publicação e o envio de sugestões para o seu contínuo aperfeiçoamento podem ser realizados por meio dos endereços eletrônicos <http://publicacoes.decea.intraer/> ou <http://publicacoes.decea.gov.br/>, acessando o *link* específico da publicação.

**10.2** As fotos, os desenhos e as gravuras utilizados nesta publicação são de caráter ilustrativo, não tendo, portanto, nenhum compromisso com quaisquer modelos de equipamentos ou com seus respectivos fabricantes.

**10.3** Os casos não previstos neste Manual serão submetidos ao Chefe do Subdepartamento Técnico do DECEA.

## REFERÊNCIAS

BRASIL. Associação Brasileira de Normas Técnicas. *Instalações Elétricas de Baixa Tensão*: **ABNT NBR 5410**. Rio de Janeiro, 2008.

\_\_\_\_\_. Associação Brasileira de Normas Técnicas. *Considerações Básicas para Segurança dos Sistemas de Hidrogênio*: **ABNT ISO/TR 15916:2010**. Rio de Janeiro, 2010.

\_\_\_\_\_. Associação Brasileira de Normas Técnicas. *Instalações Elétricas em Atmosferas Explosivas*: **ABNT NBR IEC 60079-14**. Rio de Janeiro, 2006.

\_\_\_\_\_. Associação Brasileira de Normas Técnicas. *Graus de Proteção para Invólucro de Equipamentos Elétricos*: **ABNT NBR IEC 60529**. Rio de Janeiro, 2005.

\_\_\_\_\_. Associação Brasileira de Normas Técnicas. *Sinalização de Segurança Contra Incêndio e Pânico*: **ABNT NBR 13434-2**. Rio de Janeiro, 2004.

\_\_\_\_\_. Agência Nacional de Aviação Civil. *Projeto de Aeródromos*: **RBAC 154 EMD 03**. Brasília, 2018.

\_\_\_\_\_. Comando da Aeronáutica. Departamento de Controle do Espaço Aéreo. *Sistemas de Pouso por Instrumentos (ILS)*: **ICA 100-16**. Rio de Janeiro, 2013.

\_\_\_\_\_. Comando da Aeronáutica. Departamento de Controle do Espaço Aéreo. *Estações Meteorológicas de Superfície*: **ICA 105-15**. Rio de Janeiro, 2016.

\_\_\_\_\_. Comando da Aeronáutica. Departamento de Controle do Espaço Aéreo. *Manual de Estações Meteorológicas de Altitude*: **MCA 105-9**. Rio de Janeiro, 2015.

\_\_\_\_\_. Comando da Aeronáutica. Departamento de Controle do Espaço Aéreo. *Critérios de Implantação de Órgãos Operacionais, Auxílios à Navegação Aérea e Sistemas de Apoio aos Órgãos ATS*: **ICA 63-18**. Rio de Janeiro, 2017.

\_\_\_\_\_. Comando da Aeronáutica. Departamento de Controle do Espaço Aéreo. *Manutenção e Calibração de Instrumentos e Equipamentos Meteorológicos do SISCEAB*: **ICA 66-27**. Rio de Janeiro, 2014.

\_\_\_\_\_. Comando da Aeronáutica. Departamento de Controle do Espaço Aéreo. *Classificação dos Órgãos Operacionais de Meteorologia Aeronáutica*: **ICA 105-2**. Rio de Janeiro, 2015.

\_\_\_\_\_. Comando da Aeronáutica. Departamento de Controle do Espaço Aéreo. *Requisitos Básicos para os Sistemas de Aterramentos e Proteção contra Surtos em Instalações do SISCEAB*: **ICA 66-30**. Rio de Janeiro, 2014.

\_\_\_\_\_. Comando da Aeronáutica. Departamento de Controle do Espaço Aéreo. **Portaria 957/GC3**, Rio de Janeiro, 2015.

CANADÁ. International Civil Aviation Organization. *Meteorological Service for International Air Navigation*: **Anexo 3. 19<sup>th</sup> edition**, 2016.

CANADÁ. International Civil Aviation Organization. *Aerodromes: Volume 1 – Aerodrome Design and Operations: Anexo 14*. 7<sup>th</sup> edition, 2016.

CANADÁ. International Civil Aviation Organization. *Manual of RVR observing and reporting practices: Doc 9328-AN/908*. 3<sup>rd</sup> edition, 2005.

CANADÁ. International Civil Aviation Organization. *Manual of All-Weather Operations: Doc 9365*. 4<sup>th</sup> edition, 2017.

CANADÁ. International Civil Aviation Organization. *Manual on Automatic Meteorological Observing Systems at Aerodromes: Doc 9837-AN/454*. 2<sup>nd</sup> edition, 2011.

SUIÇA. World Meteorological Organization. *Guide to meteorological instruments and methods of observation: WMO n° 08*, 2008.

SUIÇA. World Meteorological Organization. *Guide on Meteorological Observing and Information Distribution Systems for Aviation Weather Services: WMO n° 731*, 2014.