

# INSTALAÇÕES NUCLEARES

CNEN-NE-1.22  
Agosto/1989

PROGRAMAS DE METEOROLOGIA  
DE APOIO DE USINAS  
NUCLEOELÉTRICAS

# PROGRAMAS DE METEOROLOGIA DE APOIO DE USINAS NUCLEOELÉTRICAS

# **Programas de Meteorologia de Apoio de Usinas Nucleoelétricas**

**Portaria DEx-I Nº 04/89  
Publicação D.O.U. de 08/08/89**

# CNEN-NE-1.22 - “PROGRAMAS DE METEOROLOGIA DE APOIO DE USINAS NUCLEOELÉTRICAS.”

## SUMÁRIO

<b>1. OBJETIVO E CAMPO DE APLICAÇÃO .....</b>	<b>5</b>
1.1 OBJETIVO.....	5
1.2 CAMPO DE APLICAÇÃO.....	5
<b>2. GENERALIDADES .....</b>	<b>5</b>
2.1 INTERPRETAÇÕES.....	5
2.2 NORMA COMPLEMENTAR.....	5
<b>3. DEFINIÇÕES E SIGLAS.....</b>	<b>5</b>
<b>4. PARÂMETROS METEOROLÓGICOS .....</b>	<b>6</b>
4.1 INFORMAÇÃO METEOROLÓGICA BÁSICA.....	7
4.2 CLASSIFICAÇÃO DA ESTABILIDADE ATMOSFÉRICA.....	7
<b>5. LOCALIZAÇÃO DOS INSTRUMENTOS METEOROLÓGICOS.....</b>	<b>8</b>
5.1 TORRES METEOROLÓGICAS .....	8
5.2 INSTRUMENTAÇÃO .....	9
<b>6. DESEMPENHO DOS SISTEMAS DE INSTRUMENTAÇÃO .....</b>	<b>10</b>
6.1 PRECISÃO DOS SISTEMAS.....	10
6.2 PROTEÇÃO, RECUPERAÇÃO DE DADOS E MANUTENÇÃO DOS SISTEMAS	11
<b>7. REGISTRO, MONITORAÇÃO, PERÍODO DE REGISTRO, REDUÇÃO E ARMAZENAMENTO DE DADOS .....</b>	<b>11</b>
7.1 REGISTRO DE DADOS.....	12
7.2 MONITORAÇÃO DE DADOS .....	12
7.3 PERÍODO DE REGISTRO DE DADOS.....	12
7.4 REDUÇÃO DE DADOS .....	13
7.5 ARMAZENAMENTO DE DADOS.....	13
<b>8. GARANTIA DA QUALIDADE .....</b>	<b>13</b>
8.1 PROGRAMA DE GARANTIA DA QUALIDADE.....	13
8.2 DOCUMENTAÇÃO .....	14
<b>9. SITUAÇÕES DE EMERGÊNCIA .....</b>	<b>14</b>
9.1 CAPACIDADE DE INTERROGAÇÃO REMOTA .....	14
9.2 SISTEMAS ALTERNATIVOS.....	14
9.3 TRANSMISSÃO DE PARÂMETROS CRÍTICOS .....	15
TABELA 1 - CLASSES DE ESTABILIDADE ATMOSFÉRICA SEGUNDO PASQUILL .....	16
TABELA 2 - CLASSIFICAÇÃO DOS PARÂMETROS DE ESTABILIDADE HORIZONTAL E VERTICAL .....	17
TABELA 3 - PRECISÃO DOS SISTEMAS DIGITAIS.....	18
TABELA 4 - FREQUÊNCIA COMBINADA DA VELOCIDADE E DA DIREÇÃO DO VENTO POR CLASSE DE ESTABILIDADE.....	20
<b>COMISSÃO DE ESTUDO .....</b>	<b>21</b>

# CNEN-NE-1.22 – “PROGRAMAS DE METEOROLOGIA DE APOIO DE USINAS NUCLEOELÉTRICAS.”

## 1. OBJETIVO E CAMPO DE APLICAÇÃO

### 1.1 OBJETIVO

1.1.1 O objetivo desta Norma é estabelecer requisitos mínimos para que os programas de *meteorologia* de apoio de *usinas nucleoeletricas* sejam adequados à obtenção e aplicação de informações e dados confiáveis para:

- a) avaliação aceitável das conseqüências radiológicas e ambientais em situações operacionais e condições de acidente; e
- b) consideração no planejamento e aplicação de medidas protetoras aos trabalhadores, público em geral e meio ambiente, em *situações de emergência*.

1.1.2 As disposições desta Norma visam especificamente:

- a) à caracterização e obtenção criteriosa da informação meteorológica básica relativa ao *local* e arredores;
- b) à localização apropriada dos instrumentos meteorológicos;
- c) ao desempenho adequado dos sistemas de instrumentação;
- d) à disponibilidade e confiabilidade dos dados meteorológicos; e
- e) à adoção de medidas cautelares para enfrentar *situações de emergência*.

### 1.2 CAMPO DE APLICAÇÃO

Esta Norma aplica-se às atividades relativas à determinação de parâmetros atmosféricos nas fases de localização, construção e operação de *usinas nucleoeletricas*.

## 2. GENERALIDADES

### 2.1 INTERPRETAÇÕES

2.1.1 Qualquer dúvida que possa surgir com referência às disposições desta Norma será dirimida pela *CNEN*.

2.1.2 A *CNEN* pode, através de Resolução, substituir e/ou acrescentar requisitos aos constantes desta Norma, conforme considerar apropriado ou necessário.

### 2.2 NORMA COMPLEMENTAR

Na aplicação desta Norma deve ser considerada a Norma CNEN-NE-1.04: “Licenciamento de Instalações Nucleares”.

## 3. DEFINIÇÕES E SIGLAS

Para os fins desta Norma, são adotadas as seguintes definições e siglas:

1. ***Camada de Mistura*** - camada inferior da atmosfera dentro da qual uma nuvem de efluentes pode se desenvolver e subir livremente em direção vertical até alcançar o limite superior. A sua espessura representa a altura de mistura, com o ar turbido por baixo e o ar limpo por cima.

2. **Climatologia** - ramo da *meteorologia* que trata dos conjuntos de condições meteorológicas (direção do vento, velocidade do vento, pressão atmosférica, temperatura do ar, umidade do ar, insolação etc) médias na superfície terrestre.
3. **CNEN** - Comissão Nacional de Energia Nuclear.
4. **Difusão Atmosférica** - espalhamento lateral e vertical da nuvem de efluentes, seguido de mistura com ar causada pelo movimento turbulento da atmosfera.
5. **Dispersão Atmosférica** - combinação da *difusão* e *transporte atmosférico*.
6. **Estabilidade Atmosférica** - estado de equilíbrio da atmosfera, classificado em função de determinados parâmetros meteorológicos.
7. **Gradiente Vertical de Temperatura** - indicador de turbulência atmosférica, de origem térmica, expresso pela taxa de diminuição da *temperatura ambiente* ( $\Delta T$ ) com a altura ( $\Delta z$ ) sobre o nível do solo na atmosfera.
8. **Local** - área geográfica contendo a *usina nucleoeletrica* e limitada por uma divisa perimetral.
9. **Meteorologia** - estudo dos fenômenos atmosféricos, incluindo além da física, química e dinâmica da atmosfera, os seus efeitos diretos sobre a superfície da terra, os oceanos e a vida em geral.
10. **Região** - área geográfica, circundando e incluindo o *local*, suficientemente grande para conter todas as características influentes na *meteorologia* do *local* e *zonas de planejamento de emergência*.
11. **Requerente** - pessoa jurídica, autorizada na forma da Lei, que requer à **CNEN** Aprovação do Local, Licença de Construção ou Autorização para Operação da *usina nucleoeletrica*.
12. **Situação de Emergência** - situação anormal associada à *usina nucleoeletrica* que, a partir de um determinado momento, foge ao controle planejado e pretendido pela entidade encarregada da sua construção e operação, demandando medidas especiais para a retomada de sua normalidade.
13. **Temperatura Ambiente** - temperatura do ar livre, não influenciada por fontes térmicas locais (estrutura de construção, rochas descobertas, calor refletido do solo etc).
14. **Transporte Atmosférico** - movimento da nuvem de efluentes juntamente com o ar.
15. **Usina Nucleoeletrica** (ou simplesmente *usina*) - instalação fixa dotada de um único reator nuclear para produção de energia elétrica.
16. **Zonas de Planejamento de Emergência (ZPE)** - zonas nas quais é recomendado planejamento para assegurar a possibilidade de implementação imediata e efetiva de planos de emergência.

#### 4. PARÂMETROS METEOROLÓGICOS

## 4.1 INFORMAÇÃO METEOROLÓGICA BÁSICA

A fim de estabelecer os valores normais e extremos dos parâmetros meteorológicos necessários à estimativa da *dispersão atmosférica* e de repercussões radiológicas e ambientais da operação da *usina*, devem ser obtidos no *local* e em estações meteorológicas da *região* os dados básicos especificados nos itens 4.1.1 e 4.1.2.

### 4.1.1 Dados Meteorológicos Gerais

Devem ser obtidos simultaneamente dados meteorológicos gerais relativos aos seguintes parâmetros:

- a) temperatura do ar;
- b) fluxo de ar (direções e velocidades);
- c) espessura da *camada de mistura*, sempre que praticável;
- d) precipitações (chuva, granizo etc);
- e) umidade do ar.

### 4.1.2 Dados Meteorológicos Específicos

Devem ser coletados dados meteorológicos específicos do *local* necessários para a classificação da *estabilidade atmosférica*, relativos aos seguintes parâmetros conforme o modelo de *dispersão atmosférica* adotado:

- a) temperatura do ar e *gradiente vertical de temperatura*;
- b) flutuações da direção de vento (horizontal e vertical);
- c) velocidade do vento a diferentes alturas;
- d) radiação solar e nebulosidade durante o dia e nebulosidade e radiação total resultante durante a noite.

### 4.1.3 Dados Meteorológicos Adicionais

4.1.3.1 Os *locais* com características não usuais de qualidade de ar (por exemplo: altas concentrações de partículas em suspensão no ar ou de produtos químicos corrosivos) podem requerer instrumentação adicional, tal como equipamentos de amostragem de ar.

4.1.3.2 A fim de avaliar as condições meteorológicas nas vizinhanças do *local* devidas a características específicas complexas (tais como terreno acidentado e efeitos costeiros) pode ser necessária instrumentação adicional de precipitação, umidade, temperatura e vento.

4.1.3.3 Devem ser realizadas medidas de radiação solar e de visibilidade em conjunção com avaliações de sistemas de resfriamento.

4.1.3.4 Devem ser efetuadas medidas de deposição e concentração de sal do ar ambiente em *locais* onde é utilizada água salobra ou salgada para resfriamento.

4.1.3.5 No caso de determinado *local* justificar o emprego de instrumentação meteorológica adicional, técnicas de análise de dados ou estudos de campo especiais, essas atividades suplementares devem ser submetidas previamente à avaliação da *CNEN*.

## 4.2 CLASSIFICAÇÃO DA ESTABILIDADE ATMOSFÉRICA

### 4.2.1 Classificação de Pasquill

Para a definição dos parâmetros de dispersão horizontal  $\sigma_y(x)$  e vertical  $\sigma_z(x)$ , necessários ao cálculo das doses de radiação potenciais consoante um dado modelo de *dispersão atmosférica* adotado para a *região*, deve ser utilizada a classificação de Pasquill, com 7 (sete) categorias ou classes de *estabilidade atmosférica*, de A a G, conforme a Tabela 1.

#### 4.2.2 Métodos de Determinação da Estabilidade Atmosférica

4.2.2.1 A categoria de *estabilidade atmosférica*, com a ressalva do disposto no subitem 4.2.2.2, deve ser determinada com emprego de um dos seguintes métodos:

- a) Método  $\Delta T$  - baseado no *gradiente vertical de temperatura* e aplicável, com qualquer velocidade de vento, na classificação da *estabilidade atmosférica*. A relação entre o *gradiente vertical de temperatura* e as classes de *estabilidade atmosférica* de Pasquill está na Tabela 2; e
- b) Método  $\sigma_\theta$  - baseado no desvio padrão da flutuação horizontal do vento ( $\sigma_\theta$ ), que reflete diretamente o grau de turbulência mecânica da atmosfera. Tal parâmetro, obtido mediante dispositivos eletrônicos e expresso em graus, exibe uma amplitude de sinal diferente para as distintas categorias de *estabilidade atmosférica* de Pasquill, conforme a Tabela 2. Deve ser respeitado o critério de velocidade mínima do vento (0,5 m/s), quando deve ser aplicado apenas o método  $\Delta T$ .
- c) Método Misto - em locais de terreno complexo, pode ser necessária a utilização de ambos os métodos acima descritos, de modo a permitir a determinação dos coeficientes de *dispersão atmosférica* através do método de sigma combinado que consiste na utilização dos métodos  $\Delta T$  e  $\sigma_\theta$  simultaneamente.

4.2.2.2 O emprego de métodos alternativos para a determinação da classe de *estabilidade atmosférica* é permitido, desde que os mesmos sejam justificados perante a *CNEN*, comprovando sua vantagem em relação aos métodos  $\Delta T$  e  $\sigma_\theta$ .

4.2.2.3 No contexto do subitem anterior podem ser utilizados métodos alternativos tais como:

- a) Método  $\sigma_\phi$  - baseado na medição do desvio padrão da flutuação vertical do vento ( $\sigma_\phi$ ), em conjunto com o desvio padrão da flutuação horizontal do vento ( $\sigma_\theta$ ). Deve ser respeitado o critério de velocidade mínima do vento (0,5 m/s);
- b) Método do Número de Richardson ( $Ri$ ) - relaciona a *estabilidade atmosférica* ao número de Richardson ( $Ri$ ), parâmetro adimensional que representa o desequilíbrio entre a turbulência térmica ou convectiva, devida a forças aerostáticas, e a turbulência mecânica, causada por tensões de cisalhamento do vento em decorrência das características da superfície do solo e de obstáculos.

4.2.2.4 Juntamente com a determinação da *estabilidade atmosférica* deve ser investigada, sempre que praticável, a situação da *camada de mistura* e avaliada a sua espessura através de sondagens adequadas do perfil da temperatura vertical do ar.

## 5. LOCALIZAÇÃO DOS INSTRUMENTOS METEOROLÓGICOS

### 5.1 TORRES METEOROLÓGICAS

#### 5.1.1 Disposição Geral

A seleção e a localização de torres meteorológicas, equipadas com os respectivos sistemas de instrumentação, devem ser orientadas por um meteorologista ou estudioso de ciências atmosféricas que possua experiência e conhecimentos específicos em projetos de instalações nucleares.

#### 5.1.2 Torre Meteorológica Principal

5.1.2.1 A torre meteorológica principal, a ser erigida no *local* para a montagem dos instrumentos destinados a medições de parâmetros meteorológicos, deve possuir as seguintes características básicas:

- a) altura mínima de 60 metros;
- b) seção transversal, tipo de reticulado e tirantes de amarração ao solo, adequados para suportar as tensões provocadas por ventos máximos da *região*;
- c) aterramento conveniente para evitar danos causados por descargas elétricas; e
- d) facilidade de acesso aos instrumentos para fins de reparo e manutenção.

5.1.2.2 A localização da torre principal deve ser tal que os dados coletados sejam representativos, tão próximo quanto possível, das características meteorológicas do local no qual os efluentes gasosos liberados podem ser difundidos e transportados.

5.1.2.3 A torre principal, sempre que possível, deve ter sua base assentada no mesmo nível de edificação da *usina*, ficando posicionada em uma área onde as obstruções naturais ou construções ou o sistema de dissipação de calor durante a operação da *usina*, tenham pequena ou nenhuma influência sobre as medições meteorológicas.

5.1.2.4 Os obstáculos ao movimento do ar, naturais ou construídos, devem, sempre que praticável, ter altura inferior ao nível de medição na torre principal, ficando a uma distância horizontal desta, pelo menos, igual a 10 (dez) vezes as respectivas alturas.

5.1.2.5 Em *locais* situados em vales, é importante a torre principal ficar posicionada de modo a que as medições meteorológicas sejam representativas de condições nos pontos potenciais de liberação de efluentes da *usina*.

### 5.1.3 Torres Meteorológicas Secundárias

5.1.3.1 Se for considerado necessário, devem ser usadas informações de torres meteorológicas secundárias ou estações meteorológicas a uma distância de até 80 km do *local*, para fazer avaliações adicionais de *dispersão atmosférica* nas *zonas de planejamento de emergência*.

5.1.3.2 No caso de *local* de terreno acidentado ou com características especiais (p.ex.: proximidade de grandes massas de água e/ou de montanhas, alto potencial de poluição do ar, etc) devem ser instaladas torres meteorológicas secundárias, como satélites da torre principal, de modo a permitirem determinar, em conjunto, as condições de fluxo complexas.

## 5.2 INSTRUMENTAÇÃO

### 5.2.1 Montagem na Torre

Os instrumentos para medição elevada de vento, temperatura e umidade do ar no *local* devem ser assentados na torre principal, especificada no subitem 5.1.2.1, em conformidade com os seguintes requisitos:

- a) montagem sobre suportes horizontais presos à torre, orientados na direção do vento predominante; e
- b) no caso de medição da velocidade e direção do vento, distância da torre, no mínimo de duas larguras da mesma, no nível em que serão instalados, a fim de evitar influências turbulentas da estrutura sobre as medições.

### 5.2.2 Posicionamento para Medições

5.2.2.1 Na torre principal, a medição de velocidade e direção do vento deve ser realizada nos níveis de 10 e 60 m, e a uma altura maior que 60 m, representativa de condições de difusão dos efluentes liberados pela chaminé.

5.2.2.2 O *gradiente vertical de temperatura* deve ser medido na torre principal entre os níveis de 10 m e numa altura equivalente ou maior que a do nível de liberação dos efluentes liberados pela chaminé.

5.2.2.3 A *temperatura ambiente* deve ser medida no nível de 10 m da torre principal.

5.2.2.4 As blindagens de sensores ventilados de temperatura montados na torre principal devem estar voltadas para o solo e apontadas para o sul.

5.2.2.5 A umidade do ar deve ser medida na torre principal no nível de 10 m.

5.2.2.6 O pluviômetro para medição da intensidade e quantidade de precipitação deve ficar distante até 500 m da torre principal, em lugar próprio, longe de obstruções, de maneira a não sofrer interferências na coleta de chuva.

## **6. DESEMPENHO DOS SISTEMAS DE INSTRUMENTAÇÃO**

### **6.1 PRECISÃO DOS SISTEMAS**

#### **6.1.1 Disposições Gerais**

6.1.1.1 Deve ser considerada como precisão do sistema de instrumentação para medição de determinado parâmetro meteorológico, a precisão composta resultante da consideração conjunta dos erros introduzidos por todos os componentes do sistema: sensor, cabo, condicionador de sinal, registradores e processo de redução de dados, bem como dos erros decorrentes de condições ambientais de temperatura e umidade de ar.

6.1.1.2 Os erros introduzidos separadamente por cada um dos componentes do sistema de instrumentação, referidos no subitem anterior, devem ser determinados por métodos estatísticos adequados.

6.1.1.3 Todos os sensores devem ter precisão apropriada para satisfazer às precisões específicas dos sistemas digitais, conforme disposto no item 6.1.2, dentro dos limites de variação das condições ambientais esperadas no *local* durante a vida útil da *usina*.

#### **6.1.2 Sistemas Digitais**

Os sistemas digitais devem permitir a obtenção de valores médios por período dos diversos parâmetros meteorológicos com as precisões específicas constantes da Tabela 3.

#### **6.1.3 Sistemas Analógicos**

6.1.3.1 Os sistemas analógicos devem permitir a obtenção de valores médios por período dos diversos parâmetros meteorológicos com as mesmas precisões específicas prescritas no item 6.1.2, com a ressalva do disposto no subitem 6.1.3.2.

6.1.3.2 Os limites de erro para registros de direção e velocidade do vento nos sistemas analógicos não devem ser superiores a 1,5 vezes os valores estabelecidos para os sistemas digitais.

6.1.3.3 As precisões dos sistemas analógicos devem incluir a redução de dados do registrador gráfico para a forma digital.

## **6.2 PROTEÇÃO, RECUPERAÇÃO DE DADOS E MANUTENÇÃO DOS SISTEMAS**

### **6.2.1 Proteção dos Sistemas**

6.2.1.1 Os sistemas de instrumentação devem ser adequadamente protegidos contra raios e outras condições ambientais adversas (p. ex.: geadas, sopros de areia, deposição de sal, poluição do ar, etc) passíveis de ocorrer no *local*.

6.2.1.2 Os sistemas de instrumentação devem possuir dispositivos de proteção contra sobrecargas nas linhas de suprimento de energia elétrica e linhas de sinal.

6.2.1.3 Os sistemas de instrumentação e o sistema associado de abrigo climatizado dos equipamentos devem ser alimentados por um sistema de energia elétrica suprido por fontes redundantes.

### **6.2.2 Recuperação de Dados dos Sistemas**

6.2.2.1 Os períodos de perda de dados meteorológicos fornecidos pelos sistemas de instrumentação devem ser minimizados em atenção ao disposto nos subitens 6.2.2.2 e 6.2.2.3 Com a realização de inspeção e manutenção periódicas dos equipamentos, bem como com a manutenção de inventário adequado de sobressalentes de peças, sensores, registradores, etc.

6.2.2.2 Deve ser assegurada uma recuperação anual de, pelo menos, 90% de dados combinados relativos à *estabilidade atmosférica*, velocidade de vento, e direção de vento na altura representativa das condições de difusão dos efluentes liberados pela chaminé.

6.2.2.3 Para outros parâmetros individuais, não referidos no subitem anterior, a recuperação anual de dados deve ser, no mínimo, de 90% para cada parâmetro.

6.2.2.4 A disponibilidade de dados meteorológicos durante *situações de emergência* deve ser assegurada através de instalação de sensores e registradores redundantes em lugares apropriados.

### **6.2.3 Manutenção dos Sistemas**

6.2.3.1 Os sistemas de instrumentação devem ser calibrados, pelo menos, semestralmente, para assegurar as precisões requeridas na subseção 6.1, observando-se o disposto no subitem 6.2.3.2.

6.2.3.2 Em áreas de alto teor de partículas em suspensão no ar (locais costeiros, p. ex.), a calibração dos sistemas de instrumentação deve ser realizada a intervalos inferiores a 6 meses, de modo a assegurar as precisões especificadas na subseção 6.1.

6.2.3.3 Os procedimentos documentados e um diário dos serviços realizados de inspeção, manutenção e calibração dos sistemas de instrumentação devem estar disponíveis na *usina* sob controle e em caráter permanente para exame.

## **7. REGISTRO, MONITORAÇÃO, PERÍODO DE REGISTRO, REDUÇÃO E ARMAZENAMENTO DE DADOS**

## 7.1 REGISTRO DE DADOS

7.1.1 A aquisição de dados na torre principal deve ser realizada por meio de um sistema duplo registro, constituído de um sistema digital e outro analógico, cujas respectivas previsões estejam de acordo com o disposto nos itens 6.1.2 e 6.1.3.

7.1.2 O registro analógico de velocidade e direção de vento deve ser feito na forma de gráfico contínuo, enquanto que, para registro dos demais parâmetros meteorológicos, é suficiente o gráfico multiponto.

7.1.3 Todos os registros digitais, exceto o de precipitação, devem consistir de dados amostrados a intervalos, no máximo de 60 segundos.

7.1.4 A precipitação deve ser registrada cumulativamente, pelo menos uma vez em cada hora.

7.1.5 O desvio padrão das flutuações horizontais da direção do vento ( $\sigma_{\theta}$ ) deve ser determinado com base em, pelo menos, 180 valores instantâneos da direção horizontal do vento durante o período de registro (p. ex.: se o período de registro é de 15 minutos, são aceitáveis amostragens a cada 5 segundos ou a intervalos menores; do mesmo modo, se o período de registro é de 1 hora, são aceitáveis intervalos de amostragens de 20 segundos ou menores).

## 7.2 MONITORAÇÃO DE DADOS

7.2.1 Os dados meteorológicos do sistema principal, ou do sistema alternativo (ver subseção 9.2), devem estar disponíveis:

- a) durante a operação normal da *usina*, aos operadores na sala de controle do reator; e
- b) em *situações de emergência*, exercícios de treinamento ou demonstrações, também no centro de suporte técnico do *local* e no centro de emergência definido no plano de emergência da *usina*.

7.2.2 Os dados meteorológicos disponíveis conforme o item 7.2.1, alínea b), devem incluir o período das 12 horas anteriores representativo de cada nível de liberação com valores médios obtidos de, no máximo, 15 em 15 minutos, constituindo uma informação claramente compreendida (gráficos analógicos ou cópia digital das medidas de *estabilidade atmosférica*, direção e velocidade de vento de cada medição).

## 7.3 PERÍODO DE REGISTRO DE DADOS

### 7.3.1 Fase de Avaliação Preliminar do Local

A avaliação preliminar das características meteorológicas de um *local* deve ser baseada em dados obtidos por estações situadas na *região* e/ou por informações relativas à respectiva *climatologia*.

### 7.3.2 Fase de Licença de Construção

Os dados meteorológicos do *local* utilizados no Relatório Preliminar de Análise de Segurança (RPAS) da *usina*, anexo ao requerimento de Licença de Construção, devem corresponder a um período representativo de, no mínimo, 12 (doze) meses consecutivos, com a recuperação de dados prescrita no item 6.2.2.

### 7.3.3 Fase de Autorização para Operação

7.3.3.1 Os dados meteorológicos do *local* utilizados no Relatório Final de Análise de Segurança (RFAS) da *usina*, anexo ao requerimento de Autorização para Operação Inicial, devem corresponder a um período de, no mínimo 2 (dois) ciclos anuais representativos, com a recuperação de dados prescrita no item 6.2.2, sendo o último ciclo findo a menos de 12 (doze) meses da data de apresentação do requerimento à *CNEN*.

7.3.3.2 Quaisquer modificações importantes no sistema de medições meteorológicas, ou das condições ambientais locais após a submissão do RFAS, devem ser discutidas com a *CNEN*.

## 7.4 REDUÇÃO DE DADOS

7.4.1 A redução de dados referentes ao vento e à temperatura do ar deve ser feita de modo a extrair, da totalidade de medidas disponíveis, os valores médios horários do parâmetro considerado.

7.4.2 Os valores médios horários referidos no item anterior podem ser representados pelas médias de, pelo menos, 15 (quinze) minutos consecutivos de dados contínuos durante cada hora, sempre usando o mesmo período de 15 minutos em cada hora.

7.4.3 Sempre que praticável, os dados sobre precipitação devem ser totalizados, pelo menos, a cada hora; quando impraticável, devem ser utilizadas as medições realizadas durante períodos de 24 horas para obter uma taxa média de precipitação.

7.4.4 Os dados reduzidos referentes ao vento e à temperatura do ar devem ser compilados sob a forma de distribuições, mensal e anual, das freqüências combinadas da velocidade e da direção do vento por classe de *estabilidade atmosférica* definida em conformidade com a Tabela 2. A tabela 4 mostra um exemplo do formato de apresentação dos dados compilados para fins de elaboração de relatórios, podendo ser ampliada para incluir dados adicionais decorrentes de situações específicas.

## 7.5 ARMAZENAMENTO DE DADOS

7.5.1 Deve ser preparada uma listagem completa dos dados meteorológicos horários usados nas avaliações de conseqüências radiológicas resultantes de liberações de efluentes da *usina*.

7.5.2 Os dados meteorológicos referidos no subitem anterior devem ser armazenados em fita magnética, em formato apropriado conforme o estado da arte, ficando sempre à disposição da *CNEN* para exame.

7.5.3 O conjunto de dados meteorológicos brutos, na forma analógica ou digital, deve ser mantido em disponibilidade, sob forma e estrutura de registro originais.

7.5.4 Os dados meteorológicos reduzidos devem ser mantidos em disponibilidade, sob forma recuperável, durante toda a vida útil da *usina*, podendo ser guardados em sua forma original ou microfilmados.

## 8. GARANTIA DA QUALIDADE

### 8.1 PROGRAMA DE GARANTIA DA QUALIDADE

Em conformidade com a Norma CNEN-NE-1.16: "Garantia da Qualidade para Usinas Nucleoelétricas" deve ser estabelecido e implementado um Programa de Garantia da Qualidade - PGQ abrangendo o período pré-operacional da *usina* desde a seleção dos

sistemas de instrumentação meteorológica, bem como o período subsequente do programa de medições meteorológicas correspondente à fase de operação, a fim de assegurar o desempenho adequado da instrumentação e a qualidade dos dados.

## 8.2 DOCUMENTAÇÃO

O programa de medições meteorológicas do *local* e a informação resultante, juntamente com uma descrição das fases pré-operacional e operacional, devem ser documentados de acordo com as disposições pertinentes do Programa de Garantia da Qualidade, incluindo:

- a) medições;
- b) descrição e especificações de desempenho dos instrumentos utilizados;
- c) procedimentos e diários de calibração e manutenção;
- d) dados de saída;
- e) localização dos sistemas de obtenção e registro dos dados;
- f) procedimentos de análises de dados;
- g) discussão quantitativa da disponibilidade e integração de sinal antes de registro;
- h) percentagens reais de recuperação de dados, relativas aos parâmetros combinados e individuais referidos, respectivamente, nos subitens 6.2.2.2 e 6.2.2.3; e
- i) quaisquer modificações dentro do programa.

## 9. SITUAÇÕES DE EMERGÊNCIA

### 9.1 CAPACIDADE DE INTERROGAÇÃO REMOTA

9.1.1 Os sistemas de instrumentação meteorológica da *usina* devem ter a capacidade de serem remotamente interrogados pelo *requerente*, pelas organizações de resposta de emergência e pela *CNEN*, sem interrupção do processo de coleta de dados.

9.1.2 Deve ser possível a recuperação das médias consecutivas de cada 15 minutos dos parâmetros meteorológicos medidos nas últimas 12 horas.

9.1.3 A resolução dos dados recuperados deve obedecer às especificações de precisão dos sistemas de instrumentação, prescritas na subseção 6.1.

### 9.2 SISTEMAS ALTERNATIVOS

9.2.1 O *local* com *usina* em operação deve dispor de um sistema alternativo para obtenção de dados meteorológicos locais em tempo real, particularmente quando o sistema principal estiver fora de serviço em *situações de emergência*.

9.2.2 A passagem do sistema principal para o sistema alternativo deve ser processar no máximo em 5 (cinco) minutos.

9.2.3 As paralisações e as escalas de manutenção preventiva planejadas para os sistemas principal e alternativo de medições meteorológicas não devem ser coincidentes.

9.2.4 Deve ser estabelecido um elo funcional de comunicação de emergência para assegurar a capacidade de interrogação dos sistemas.

9.2.5 O sistema alternativo pode ser:

- a) um sistema instalado e mantido pelo *requerente* com objetivo de obter informação meteorológica redundante do *local*; ou

- b) um sistema existente ao qual o *requerente* tenha acesso e seja capaz de fornecer a informação contínua selecionada como representativa das *zonas de planejamento de emergência*.

### 9.3 TRANSMISSÃO DE PARÂMETROS CRÍTICOS

9.3.1 Os dados meteorológicos considerados críticos em *situações de emergência* para fim de avaliação preliminar devem ser fornecidos por transmissão em tempo real ou quase real (período de 15 minutos).

9.3.2 A lista de parâmetros meteorológicos a serem transmitidos, sujeita a alteração de acordo com a avaliação da emergência, deve incluir:

- a) médias de 15 minutos consecutivos de velocidade e direção do vento combinadas, em todos os níveis medidos;
- b) desvio padrão das flutuações horizontais da direção do vento ( $\sigma_\theta$ ), em todos os níveis medidos;
- c) diferença vertical de temperatura para todas camadas medidas;
- d) *temperatura ambiente* ao nível de 10 metros; e
- e) precipitação total para o período de 15 minutos.

**TABELA 1**  
**CLASSES DE ESTABILIDADE ATMOSFÉRICA**  
**SEGUNDO PASQUILL**

CLASSES DE ESTABILIDADE	
A	Fortemente instável
B	Moderadamente instável
C	Ligeiramente instável
D	Neutra
E	Ligeiramente estável
F	Moderadamente estável
G	Fortemente estável

**TABELA 2**  
**CLASSIFICAÇÃO DOS PARÂMETROS**  
**DE ESTABILIDADE HORIZONTAL E VERTICAL**

CATEGORIAS DE PASQUILL	GRADIENTE VERTICAL DE TEMPERATURA (°C/100m)	SIGMA TETA ( $\sigma_\theta$ )* (graus)
A	$\Delta T / \Delta z \leq -1,9$	$\sigma_\theta \geq 22,5$
B	$-1,9 < \Delta T / \Delta z \leq -1,7$	$22,5 > \sigma_\theta \geq 17,5$
C	$-1,7 < \Delta T / \Delta z \leq -1,5$	$17,5 > \sigma_\theta \geq 12,5$
D	$-1,5 < \Delta T / \Delta z \leq -0,5$	$12,5 > \sigma_\theta \geq 7,5$
E	$-0,5 < \Delta T / \Delta z \leq -1,5$	$7,5 > \sigma_\theta \geq 3,8$
F	$1,5 < \Delta T / \Delta z \leq -4,0$	$3,8 > \sigma_\theta \geq 2,1$
G	$4,0 < \Delta T / \Delta z$	$2,1 > \sigma_\theta$

\* Desvio padrão da flutuação horizontal da direção de vento durante o período de 15 minutos a 1 hora.

**TABELA 3 – PRECISÃO DOS SISTEMAS DIGITAIS**

PARÂMETRO	ESPECIFICAÇÕES
DIREÇÃO DO VENTO	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Intervalo de medição : 0° a 360°</li> <li>– Velocidade de partida : ≤ 0,25 m/s (referida a um desvio inicial de 90° contra a direção do vento).</li> <li>– Resolução de ângulo do conjunto do equipamento de medição referida à posição do catavento. : ≤ 3°; e ≤ 1° se o equipamento for usado para determinação do desvio da direção do vento</li> <li>– Razão de amortecimento : de 0,3 a 0,7 com desvio inicial de 10° contra a direção do vento.</li> <li>– Limite de erro do conjunto de equipamento de medição : ± 5°, com velocidade de vento acima de 0,8 m/s.</li> </ul> <p>. OBS: As especificações são válidas para condições de fluxos estacionários</p>
VELOCIDADE DE VENTO	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Intervalo de medição : 0 a 30 m/s</li> <li>– Velocidade de partida : 0,3 m/s</li> <li>– Distância de inércia : 10 m</li> <li>– Resolução do sensor de medição : 0,1 m/s</li> <li>– Faixa de erro do conjunto do equipamento de medição : ± 0,5 m/s</li> </ul> <p>OBS: As especificações são válidas para condições de fluxos estacionários.</p>
TEMPERATURA	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Intervalo de medição : -10° a + 50°C</li> <li>– Resolução global do sensor de medição : ± 0,1°C</li> <li>– Faixa de erro do conjunto do equipamento de medição : ± 0,5°C</li> </ul>

**TABELA 3 – PRECISÃO DOS SISTEMAS DIGITAIS (CONT.)**

PARÂMETRO	ESPECIFICAÇÕES
GRADIENTE DE TEMPERATURA	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Intervalo de medição : (-5°C/100 m) à (+ 10°C/100 m)</li> <li>- Resolução global do sensor de medição : ± 0,02°C/100 m</li> <li>- Faixa de erro do conjunto do equipamento de medição : ± 0,1°C/ 100 m</li> </ul>
UMIDADE	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Intervalo de medição : 20% a 100% de umidade relativa</li> <li>- Resolução global do sensor de medição : ≤ 1% de umidade relativa</li> <li>- Faixa de erro do conjunto do equipamento de medição : ± 5% de umidade relativa</li> </ul>
PRECIPITAÇÃO	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Intervalo de medição : 0 a 2 mm/10 minutos</li> <li>- Resolução global do sensor de medição: : ≤ 0,1 mm/10 minutos</li> <li>- Faixa do erro do conjunto do equipamento de medição: : 10% do valor do parâmetro a ser medido com precipitação de intensidade superior a 1 mm/10 minutos; e 0,1 mm/10 minutos com precipitação de intensidade até 1 mm/10 minutos</li> </ul>

OBS: Parâmetros não relacionados, mas usados para determinar a estabilidade atmosférica, devem ser consistentes com a metodologia usual na medição desses parâmetros.

**TABELA 4**

**FREQÜÊNCIA COMBINADA DA VELOCIDADE E DA DIREÇÃO DO VENTO POR CLASSE DE ESTABILIDADE**  
 EXEMPLO: Classe G de PASQUILL ( $\Delta T/\Delta z$  excede  $4,0^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$ ) Período de Registro: Velocidade: Velocidade do Vento (m/s) medida no nível de 10 metros

VELOCIDADE DO VENTO DIREÇÃO DO VENTO *	0,30-0,60	0,61-0,90	0,91-1,5	1,6-2,0	2,1-3,0	3,1-5,0	5,1-8,0	8,0-11,0	11,1-15,0	> 15,0	TOTAIS
N											
NNE											
NE											
ENE											
E											
ESSE											
SE											
SSE											
S											
SSW											
SW											
WSW											
W											
WNW											
NW											
NNW											
TOTAIS											
Número de Calmos: Número de horas falhas: Número de horas válidas	* O campo completo de direções horizontais do vento de $0^{\circ}$ a $360^{\circ}$ é dividido em 16 setores de $22,5^{\circ}$ , tais que o eixo médio de cada setor indica a direção N, NNE, NE, girando no sentido dos ponteiros do relógio até NNW.										

## COMISSÃO DE ESTUDO

<b>Presidente:</b>	Maria de Fátima Ferreira Coutinho	CNEN
<b>Membros:</b>	Akio Miyamoto	ELETROBRAS
	Domingos Nicolli	CNEN
	Igor Luiz Bacelar Leão	CNEN
	José Arnaldo Sales	FEEMA
	Luiz Carlos Austin	INM
	Marília Marreco Cerqueira	SEMA
	Mário Alberto da Silva Lobo	FURNAS
	Pedro Paulo de Lima e Silva Filho	FURNAS
	Severino Soares Agra Filho	SEMA
	Walter Heubel Branco	ELETROBRAS
	Wilson Dias Carvalho	NUCLEBRAS
<b>Secretária:</b>	Leila Pelegrini Loureiro	CNEN