

UTILIZACAO DE MICROCOMPUTADORES NA ANALISE AMBIENTAL  
DE REATORES NUCLEARES DE PESQUISA



por

Leslie de Molnary

Divisão de Engenharia de Segurança  
Departamento de Tecnologia de Reatores  
Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares  
Comissão Nacional de Energia Nuclear - São Paulo

RESUMO

Este trabalho apresenta o sistema automático de monitoração meteorológica desenvolvido pelo Departamento de Tecnologia de Reatores para integrar o programa de análise ambiental de reatores de pesquisa. A característica básica do sistema é a utilização de recursos de microinformática para controlar todas as operações de aquisição e tratamento dos dados meteorológicos coletados em uma torre instrumentada em diversos níveis.

ABSTRACT

This paper describe an automatic meteorological monitoring system developed by Department of Reactor Technology of IPEN/CNEN-SP. The system integrates an environmental analysis program of research reactors. The basic characteristic of this system is the utilization of personal computers to control all meteorological data acquisition in a several levels instrumented tower.

1. INTRODUCAO

Atualmente diversos sistemas computacionais vêm sendo desenvolvidos para analisar e diagnosticar o meio-ambiente em torno das instalações nucleares, e que no seu conjunto variam de simples algoritmos (Poeton et alli 1983), a sofisticados sistemas que envolvem desde a avaliação do termo-fonte, cálculo de doses e avaliação dos impactos ambientais (Ritchie et alli 1983).

O Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN) conjuntamente com a Coordenadoria para Projetos Especiais (COPESP) vem desenvolvendo sistemas aplicativos baseados na utilização de recursos de microinformática para controlar todas as etapas de aquisição e tratamento de dados relacionados com a análise e controle ambiental de sítios nucleares.

Dentro dessa filosofia de utilização da microinformática, foi projetado e desenvolvido um sistema de monitoração meteorológica controlado por microcomputador capaz de atender o fluxo de informações meteorológicas necessárias aos grupos de proteção radiológica e operadores das instalações. Conjuntamente ao fornecimento desse fluxo de informações, o sistema é projetado para atender as determinações existentes nos guias regulatórios no que se refere a operação e manutenção de todo o sistema composto por instrumentação e sensores eletrônicos, unidade de aquisição de dados, unidade de processamento de dados e periféricos.

V CONGRESSO BRAS. METEOROLOGIA RJ 7-11

## 2. HISTORICO DO SISTEMA

O presente sistema automático de monitoração meteorológica é o resultado de um trabalho conjunto entre as Divisões de Engenharia de Segurança e a de Instrumentação do Departamento de Tecnologia de Reatores do IPEN/CNEN-SP. A primeira foi responsável pela concepção e coordenação do projeto, enquanto que a segunda desenvolveu a unidade de aquisição de dados e o software de comunicação e de transferência de dados.

O projeto além de sua aplicação específica, visou também, motivar a indústria nacional a participar com sua tecnologia no desenvolvimento e fornecimento de sensores meteorológicos que pudessem atender às características técnicas exigidas para utilização em instalações nucleares.

A participação do autor nesse sistema foi a de desenvolver e implantar o programa de computador em linguagem de alto nível que pudesse gerenciar as operações executadas pelo sistema de monitoração meteorológica, de modo a atender aos requisitos exigidos pela norma referente a sistemas de meteorologia (R.G 1.23, 1980).

## 3. DESCRIÇÃO CONCEITUAL DO SISTEMA

Conforme determinam as normas da área nuclear, é necessário a implantação de diversos programas e procedimentos para medir e documentar adequadamente os dados meteorológicos dos sítios que operam instalações nucleares, de modo a determinar os parâmetros de difusão que deverão ser utilizados em um modelo de dispersão atmosférica apropriado para cada um dos sítios. Assim sendo, esse programa de medidas meteorológicas foi concebido de maneira a fornecer basicamente as informações meteorológicas a partir da execução das seguintes funções:

- (a) Aquisição dos dados enviados pelos sensores instalados na torre meteorológica e ao nível da superfície;
- (b) Processamento dos dados coletados para obtenção dos parâmetros meteorológicos máximos, mínimos e médios;
- (c) Envio dos resultados do processamento para registro digital (arquivos em disco) e analógico (relatórios);
- (d) Registro gráfico dos sinais amostrados para atuar como documentação redundante ao sistema principal.

As informações meteorológicas coletadas por este sistema englobam as medidas de velocidade e direção do vento, temperatura e diferencial de temperatura, e umidade relativa em diversos níveis de uma torre instrumentada e a precipitação pluviométrica ao nível da superfície, sendo que todos os sensores foram especificados e desenvolvidos para atender as recomendações existentes nas normas referentes à utilização de instrumentação meteorológica em sítios nucleares (R.G. 1.23, 1980).

## 4. DESCRIÇÃO FUNCIONAL DO SISTEMA

O sistema de monitoração meteorológica compreende o acompanhamento das condições meteorológicas do local a partir de um sistema automático de aquisição de dados que engloba os sinais provenientes de 10 sensores instalados na torre meteorológica e de 1 sensor instalado ao nível do solo. A Fig.1 mostra a esquematização do sistema de monitoração meteorológica desenvolvido para dar suporte ao programa de monitoração de sítios nucleares.

A aquisição dos dados meteorológicos através dos sensores é realizada a cada intervalo de 3 segundos de modo a caracterizar a flutuação temporal dos parâmetros amostrados, enquanto que, a unidade de aquisição de dados é responsável pelo armazenamento desses dados em sua memória interna durante o período de 15 minutos, quando então, de acordo com os comandos enviados à unidade de aquisição de dados, os dados armazenados durante esse período são transferidos automaticamente para a memória do microcomputador para processamento e depuração iniciais.

O tratamento computacional dos dados armazenados durante a aquisição periódica de 15 minutos é feita por um microcomputador compatível com o IBM PC-XT, e que possui como periféricos básicos uma unidade de disco rígido, uma unidade de disco flexível, monitor e impressora. A comunicação entre o microcomputador e a unidade de aquisição de dados e as subrotinas para cálculo dos valores máximos, mínimos e médios, calibração automática da unidade de aquisição de dados, classificação da direção do vento, classificação da estabilidade atmosférica, apresentação das telas de resultados no monitor, criação dos arquivos de dados em disco e emissão de relatórios estão inseridas no programa de computador denominado SADMET que foi escrito em linguagem BASIC estruturado.

Após o tratamento computacional dos dados coletados durante o período de 15 minutos, os arquivos de dados nos discos rígido e flexível são atualizados e as informações colocadas a disposição dos usuários. A formatação dos arquivos é executada de maneira a possibilitar a transferência para computadores de grande porte de maneira a construir a base de dados meteorológicos do local e para a determinação dos parâmetros de difusão atmosférica utilizados nos modelos de transporte atmosférico.

A Fig.2 ilustra a formatação dos arquivos gravados pelo microcomputador nos discos rígido e flexível a cada intervalo de 15 minutos, e a Fig.3 ilustra como são impressos e documentados as informações meteorológicas a cada intervalo de 1 hora.

## 5. BIBLIOGRAFIA

Foeton, R.W.; Moeller, M.P.; Laughlin, G.L. Interactive Rapid Dose Assessment Model-IRDAM. Pacific Northwest Laboratory, PNL, Mai. 1983. (PNL-4510).

Ritchie, L.T.; Johnson, J.D.; Blond, R.M. Calculations of Reactor Accident Consequences, Version 2 - CRAC2. Sandia National Laboratories, SAND, Fev. 1983. (SAND81-1994).

U. S. Nuclear Regulatory Commission. Proposed Revision 1 to Regulatory Guide 1.23 - Meteorological Programs in Support of Nuclear Power Plants. Washington, Set.1980. (R.G. 1.23)

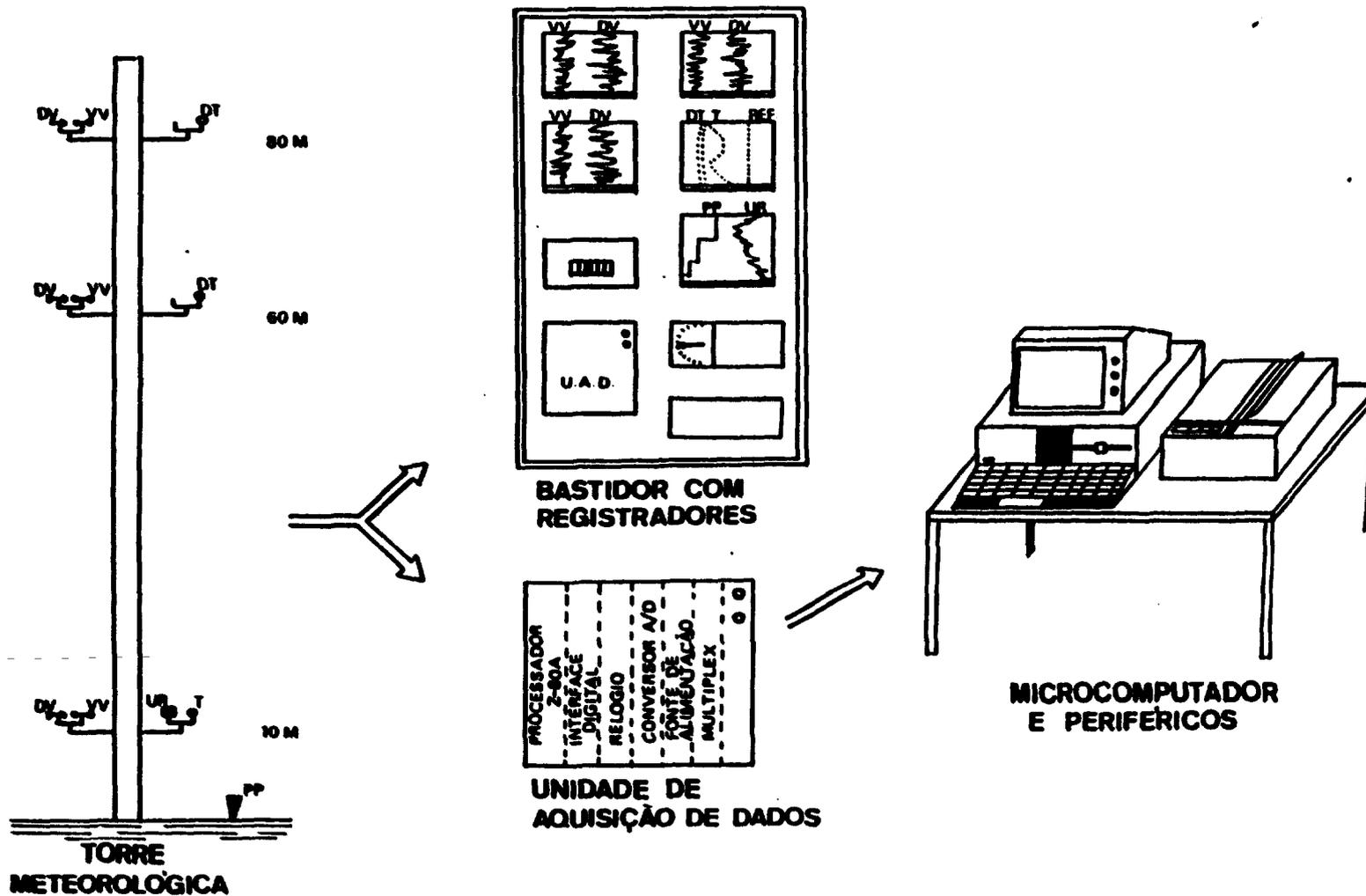


Figura 1. Esquema Simplificado do Sistema de Monitoração Meteorológica Desenvolvido pelo IPEN/COPESP.

Figura 1. Esquema Simplificado do Sistema de Monitoração Meteorológica Desenvolvido pelo IPEN/COPESP.

|   | FORMATO |
|---|---------|
| ----- IDENTIFICADOR DO SÍTIO                | A6      |
| ----- DIA/MES/ANO                           | 18      |
| ----- HORA/MINUTO (PERÍODO DE 24 HORAS)     | 14      |
| ---   |         |
| ----- MEDIDA SUPERIOR: NÍVEL 80 M           | 13      |
| ----- DIREÇÃO DO VENTO (GRAUS)              | F5.1    |
| ----- SIGMA-TETA (GRAUS)                    | F5.1    |
| ----- VELOCIDADE DO VENTO (M/S)             | F5.1    |
| ----- MÁXIMA VELOCIDADE DO VENTO (M/S)      | F5.1    |
| ----- DIFERENCIAL DE TEMPERATURA (C)        | F5.2    |
| ----- MÁXIMO DIFERENCIAL DE TEMPERATURA (C) | F5.2    |
| ----- MÍNIMO DIFERENCIAL DE TEMPERATURA (C) | F5.2    |
| ---   |         |
| ----- MEDIDA INTERMEDIÁRIA: NÍVEL 60 M      | 13      |
| ----- DIREÇÃO DO VENTO (GRAUS)              | F5.1    |
| ----- SIGMA-TETA (GRAUS)                    | F5.1    |
| ----- VELOCIDADE DO VENTO (M/S)             | F5.1    |
| ----- MÁXIMA VELOCIDADE DO VENTO (M/S)      | F5.1    |
| ----- DIFERENCIAL DE TEMPERATURA (C)        | F5.2    |
| ----- MÁXIMO DIFERENCIAL DE TEMPERATURA (C) | F5.2    |
| ----- MÍNIMO DIFERENCIAL DE TEMPERATURA (C) | F5.2    |
| ---   |         |
| ----- MEDIDA INFERIOR: NÍVEL 10 M           | 13      |
| ----- DIREÇÃO DO VENTO (GRAUS)              | F5.1    |
| ----- SIGMA-TETA (GRAUS)                    | F5.1    |
| ----- VELOCIDADE DO VENTO (M/S)             | F5.1    |
| ----- MÁXIMA VELOCIDADE DO VENTO (M/S)      | F5.1    |
| ----- TEMPERATURA AMBIENTE (C)              | F5.1    |
| ----- MÁXIMA TEMPERATURA AMBIENTE (C)       | F5.1    |
| ----- MÍNIMA TEMPERATURA AMBIENTE (C)       | F5.1    |
| ----- UNIDADE RELATIVA (%)                  | F5.1    |
| ---   |         |
| ----- MEDIDA NA SUPERFÍCIE: NÍVEL 0 M       | 13      |
| ----- PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA (MM)       | F4.1    |
| (1)----- PRESSÃO ATMOSFÉRICA (MB)           | F6.1    |
| (1)----- RADIAÇÃO SOLAR (CAL/CM2)           | F6.2    |

Figura 2. Formatação do Arquivo de Dados Meteorológicos Armazenado em Disco Rígido e Disco Flexível Atualizado a cada Intervalo de 15 minutos.

Observação:

(1) Esse campo de dado para gravação não é utilizado devido a não incorporação do sensor ao sistema de monitoração meteorológica.

LABORATÓRIO BIOMETEOROLÓGICO - SALA DE METEOROLOGIA

SISTEMA DE AQUISIÇÃO DE DADOS METEOROLÓGICOS

Latitude: Longitude: Altitude: Dia: 00/00/1988

PARÂMETROS METEOROLÓGICOS - DADOS DE 15 MINUTOS

| DATA  | DIREÇÃO DO VENTO (Graus) |      |      | VELOCIDADE VENTO (m/s) |      |      | TEMP. (C) | DIF. TEMPERATURA (C) |         |         | P. P. (mm/15min) | PRESSÃO (mb) | RADIAÇÃO SOLAR (cal/cm2/15min) |
|-------|--------------------------|------|------|------------------------|------|------|-----------|----------------------|---------|---------|------------------|--------------|--------------------------------|
|       | 10 m                     | 60 m | 80 m | 10 m                   | 60 m | 80 m |           | 10 m                 | 60-10 m | 80-10 m |                  |              |                                |
| 00:00 | 000                      | 000  | 000  | 00.0                   | 00.0 | 00.0 | +00.0     | +00.00               | +00.00  | 000.0   | 000.0            | 0000.0       | 000.00                         |
| 00:15 | 000                      | 000  | 000  | 00.0                   | 00.0 | 00.0 | +00.0     | +00.00               | +00.00  | 000.0   | 000.0            | 0000.0       | 000.00                         |
| 00:30 | 000                      | 000  | 000  | 00.0                   | 00.0 | 00.0 | +00.0     | +00.00               | +00.00  | 000.0   | 000.0            | 0000.0       | 000.00                         |
| 00:45 | 000                      | 000  | 000  | 00.0                   | 00.0 | 00.0 | +00.0     | +00.00               | +00.00  | 000.0   | 000.0            | 0000.0       | 000.00                         |

DADOS DE 15 MINUTOS

DADOS DE 15 MINUTOS

| DATA  | VELOCIDADE VENTO (m/s) |      |      | TEMP. (C) | DIF. TEMPERATURA (C) |         |         | P. P. (mm) |
|-------|------------------------|------|------|-----------|----------------------|---------|---------|------------|
|       | 10 m                   | 60 m | 80 m |           | 10 m                 | 60-10 m | 80-10 m |            |
| 00:00 | 00.0                   | 00.0 | 00.0 | +00.0     | +00.00               | +00.00  | 000.0   |            |
| 00:15 | 00.0                   | 00.0 | 00.0 | +00.0     | +00.00               | +00.00  | 000.0   |            |
| 00:30 | 00.0                   | 00.0 | 00.0 | +00.0     | +00.00               | +00.00  | 000.0   |            |
| 00:45 | 00.0                   | 00.0 | 00.0 | +00.0     | +00.00               | +00.00  | 000.0   |            |

| DATA  | VELOCIDADE VENTO (m/s) |      |      | TEMP. (C) | DIF. TEMPERATURA (C) |         |         | P. P. (mm) |
|-------|------------------------|------|------|-----------|----------------------|---------|---------|------------|
|       | 10 m                   | 60 m | 80 m |           | 10 m                 | 60-10 m | 80-10 m |            |
| 00:00 | 00.0                   | 00.0 | 00.0 | +00.0     | +00.00               | +00.00  | 000.0   |            |
| 00:15 | 00.0                   | 00.0 | 00.0 | +00.0     | +00.00               | +00.00  | 000.0   |            |
| 00:30 | 00.0                   | 00.0 | 00.0 | +00.0     | +00.00               | +00.00  | 000.0   |            |
| 00:45 | 00.0                   | 00.0 | 00.0 | +00.0     | +00.00               | +00.00  | 000.0   |            |

CLASSIFICAÇÃO DE ESTABILIDADE SINÓTICA

| DATA  | GRADIENTE VERTICAL TEMPERATURA E VELOCIDADE VENTO 10 m |                 |                  |                                       |   |
|-------|--|-----------------|------------------|---------------------------------------|---|
|       | DTM/DM (C/100m)  | DTM/DM (C/100m) | VEL. VENTO (m/s) | CAPACIDADE PASOCELL 00-10 m   60-10 m |   |
| 00:00 | +00.00   | +00.00          | 00.0             | 0                                     | 0 |
| 00:15 | +00.00   | +00.00          | 00.0             | 0                                     | 0 |
| 00:30 | +00.00   | +00.00          | 00.0             | 0                                     | 0 |
| 00:45 | +00.00   | +00.00          | 00.0             | 0                                     | 0 |

| DATA  | DESVIO-PADRAO DE DIREÇÃO DO VENTO |       |       |  |           |
|-------|-----------------------------------|-------|-------|--|-----------|
|       | SINUS-VENTOS                      |       |       | CAPACIDADE PASOCELL 10 m   60 m   80 m |           |
| 00:00 | 000.0                             | 000.0 | 000.0 | 0                                      | 0   0   0 |
| 00:15 | 000.0                             | 000.0 | 000.0 | 0                                      | 0   0   0 |
| 00:30 | 000.0                             | 000.0 | 000.0 | 0                                      | 0   0   0 |
| 00:45 | 000.0                             | 000.0 | 000.0 | 0                                      | 0   0   0 |

Figura 3. Formatação dos Dados no Relatório Impresso pelo Sistema a cada Intervalo de 1 Hora.