

BR 8715 383



VIII
SEMINÁRIO NACIONAL
DE PRODUÇÃO E
TRANSMISSÃO DE
ENERGIA ELÉTRICA

Ministério das Minas e Energia
ELETROBRÁS - CIGRÉ

CEESP Companhia
Energética de
São Paulo

Entidade Coordenadora

São Paulo, 4 e 8 de maio de 1986

INIS - BR - - 789

SP/GPT/04

Grupo II

Produção Térmica (GPT)

Sistema Integrado de Controle Ambiental para as Condições Anormais de operação da CNAAA/Angra-1

Edgar Kircher
Ronald Araújo da Silva

FURNAS Centrais Elétricas S.A.
Departamento de Combustível e Segurança Nuclear

Luiz Fernando Seixas de Oliveira
Coordenação dos Programas de Pós-Graduação de Engenharia
(COPPE/UFRJ)
Departamento de Engenharia Nuclear

São Paulo - SP - Brasil
1986

ELETROBRÁS - DOTE

1. INTRODUÇÃO

Após o acidente na usina de Three Mile Island (TMI) em 28/04/79 novas exigências foram impostas pela Comissão Reguladora Nuclear dos Estados Unidos às empresas operadoras de usinas nucleares. Estas exigências foram adotadas também no Brasil pela Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) em relação a FURNAS para a operação de Angra-1.

Uma análise pós-acidente em TMI indicou que durante o evento muitas das informações necessárias às diversas decisões para efeito de proteção da população não estavam disponíveis ou não estavam disponíveis no tempo e na forma requerida. Para as decisões deveriam estar acessíveis as informações sobre o tipo de material radioativo lançado na atmosfera, sua composição, o seu transporte e difusão e a variação espacial e temporal da concentração deste material uma vez na atmosfera do meio-ambiente. Com estas informações deveria ser possível determinar a taxa de dose à radiação e a dose acumulada a que a população ou indivíduos específicos estariam expostos. A necessidade de projetar o acidente e a liberação com seu conseqüente impacto radiológico foi verificado também como extremamente necessário.

Somente com estas informações poderiam ser tomadas as medidas realmente necessárias para a proteção da população (abrigo ou evacuação) sem provocar o pânico gerado em TMI, principalmente devido ao desencontro e a pouca confiabilidade das informações.

Um fator importante nas exigências impostas foi a de que o modelo de previsão do impacto radiológico no meio-ambiente deveria ser compatível com as características da usina e principalmente representando, com a maior fidelidade possível, as particularidades de cada local, no que diz respeito a sua micro-meteorologia, topografia, distribuição da população, atividades socio-econômicas, etc.

2. DESCRIÇÃO DO PROJETO

Ficou evidente que o sistema para atender às exigências, deve ser capaz de processar as informações em tempo real, num período relativamente rápido considerando as variações temporais dos parâmetros alimentadores do modelo de cálculo.

Muitos sistemas começaram a ser oferecidos por empresas de consultoria nos E.U.A. (a variados custos) mas o exame indicou que nenhum atendia integralmente às características meteorológicas e topográficas do local da CNAEA - Angra 1, e que, portanto, não representariam com fidelidade o transporte e a difusão do material naquela área e conseqüentemente a dose devido a radiação dos radionuclídeos liberados.

02

Em agosto de 1984, FURNAS contratou a COPPE-UFRJ (Coordenação dos Programas de Pós-Graduação em Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro) para o desenvolvimento do projeto.

O projeto está sendo desenvolvido em duas partes:

i) Um conjunto de códigos de computador para a avaliação da dose, denominado NUCSICA (Núcleo de Cálculo do Sistema Integrado de Controle Ambiental).

ii) Desenvolvimento do sistema integrado, associado ao SSPS (Sistema de Supervisão de Parâmetros de Segurança), "on-line", compreendendo todo o sistema de aquisição de dados em tempo real, terminais, interligação com o SSPS, detetores de radiação no campo, etc, denominado SICA (Sistema Integrado de Controle Ambiental).

No próximo item nos deteremos no NUCSICA pois a parte de desenvolvimento do SICA está numa fase preliminar.

3. DESCRIÇÃO DO SISTEMA NUCSICA

Este sistema de códigos computacionais está sendo desenvolvido tendo em mente a sua posterior utilização no Sistema Integrado de Controle Ambiental (SICA) integrado no Sistema de Supervisão de Parâmetros de Segurança (SSPS). Considerando que o SICA será um sistema "on-line", operando em tempo "quase-real", o NUCSICA está sendo estruturado de forma a poder futuramente ser adaptado às condições de operação do SICA.

Considerando, entretanto, algumas indefinições quanto ao tipo de sistema computacional a ser adquirido, a primeira versão do NUCSICA está sendo desenvolvido para ser rodado no IBM-4341 de FURNAS e sob a forma de "batch", ou seja, nesta versão os dados de entrada do código serão fornecidos manualmente pelo operador (interativamente). Quando o SICA for efetivamente instalado na usina, essas operações manuais serão substituídas por ligações automáticas para que o sistema opere "on-line".

A estrutura geral do NUCSICA está mostrado na figura 3-1. Cabe uma explicação dessa figura: as ligações em linha cheia representam ligações internas do código, enquanto que as linhas pontilhadas representam interações manuais do usuário com programa, e que, como já foi ressaltado, serão futuramente substituídos pela alimentação automática de dados.

O NUCSICA é formado por sete módulos, a saber:

a) DOINPUT - Módulo de entrada de dado, dedicado à coleta dos dados de entrada necessários para o processamento dos demais módulos do código. Conforme mostrado na figura 3-1., os dados de entrada necessários serão de três tipos: meteorológicos, monitores de radiação e dados extraídos do SSPS. Estes últimos serão usados para ajudar na avaliação do tipo de acidente de forma a contribuírem para a determinação do termo fonte.

Na configuração inicialmente projetada os dados de entrada serão fornecidos pelo operador. Já prevendo a operação deste sistema "on-line", o módulo de input está sendo estruturado separadamente do corpo principal do código, de forma que quando ocorrer a integração "on-line", somente o módulo DOINPUT terá que ser alterado para poder ler automaticamente os dados diretamente dos arquivos do Sistema de Aquisição de dados do SICA.

b) TERMFON - O primeiro passo na avaliação do impacto radiológico de um acidente é a determinação real ou potencial do termo-fonte. Isto inclui a quantidade e a composição dos radionuclídeos liberados para o ambiente bem como sua variação temporal.

A monitoração sistemática das liberações durante o acidente é a forma ideal para a determinação do termo-fonte, fornecendo imediatas informações das quantidades, formas e identificando os radionuclídeos sendo liberados. Em geral, entretanto, a informação disponível é mais limitada. Neste caso, o operador deve ter formas de estabelecer hipóteses em relação a natureza dos radionuclídeos até que informações mais exatas estejam disponíveis.

O módulo TERMFON destina-se a avaliação do termo-fonte, ou seja, da taxa de liberação de efluentes radioativos bem como da localização da emissão (chaminé, contenção, ventilações dos prédios auxiliares, etc.). Este último tipo de informação é importante para o cálculo do transporte e difusão, influenciado na determinação do modo de liberação e possíveis efeitos dos prédios da usina.

A rotina TERMFON deverá operar com base em três opções:

i) com dados reais medidos pelos monitores de efluentes de Angra-1, e dados de processo obtido a partir do SSPS.

ii) valores "default" embutidos internamente na rotina, previamente estabelecidos para um conjunto de acidentes definidos.

A grande diferença entre o sistema que irá operar em "batch" e o SICA "on-line", é que uma vez selecionada a opção (i) as informações no SICA estarão sendo coletadas e criticadas em tempo real no Sistema de Aquisição de Dados do Sistema onde os arquivos gerados serão utilizados pelo Núcleo Central de Cálculo do SICA sem a interferência do operador. Somente na opção (ii) o operador fornecerá dados ao programa independente da opção em "batch" ou "on-line".

c) WEST - O módulo WEST, que gera o campo de vento é uma parte fundamental do NUCSICA. O modelo do WEST (Winds Extrapolated from Stability and Terrain) (1), é um modelo que gera um campo de velocidade de vento tridimensional e não divergente (conservação de massa de fluido incompressível), a partir de valores observados de velocidade de vento, de dados sobre a estabilidade atmosférica e, sobre a topografia da área de interesse. No caso de Angra-1 existem 4 torres meteorológicas, sendo uma a principal (100 metros de altura e com 3 níveis de medição de vento, direção e velocidade, e 2 de diferença de temperatura para estabelecer a estabilidade atmosférica) e 3 torres periféricas (com medição de direção e velocidade de vento).

A capacidade de considerar com precisão a complexidade do terreno com condições meteorológicas espaciais e temporais variáveis é o grande recurso do módulo WEST, e o campo de vento gerado, numa malha de eixos cartesianos tridimensionais, gera os dados para o módulo TRANSDIF.

O módulo WEST no sistema NUCSICA é alimentado pelo operador com as informações de vento, temperatura, e gradiente vertical de temperatura (classificação da estabilidade atmosférica) das quatro torres. As informações meteorológicas já estão hoje disponíveis em tempo-real tanto na sala de controle da usina como no Escritório Central da Empresa.

Na versão do SICA a interação do operador será eliminada, pois os dados de meteorologia serão mantidos num arquivo, após a devida crítica no Sistema de Aquisição de Dados.

d) TRANSDIF - Estabelecido o campo de vento, a dispersão é descrita por um modelo tridimensional baseado nas seguintes hipóteses:

(1) A liberação contínua de material pode ser representada pela emissão de uma sequência de bufadas ("puffs") discretos. Utilizando-se uma taxa de liberação de bufadas elevadas é possível obter-se uma aproximação aceitável (2). As figuras 3-2a, 3-2b esquematisam o exposto.

ii) O transporte e a difusão do material, cujas influências combinadas caracterizam a dispersão atmosférica, podem ser tratadas separadamente. Esta hipótese permite que se considere que a bufada é advectada como um ponto e que a difusão em torno do centro da bufada seja avaliada considerando a distância percorrida pela mesma.

O modelo calcula a distribuição média de radionuclídeos na atmosfera, baseado num modelo de difusão Gaussiano com trajetória variável por um campo de velocidade de vento tridimensional, sob diversas condições. Estas condições são:

- Campos de vento que variam com a posição e com o tempo ; condições de calmaria, elevação da "pluma" fria ou quente; deposição seca ou molhada; decaimento radioativo; parâmetros de difusão que variam com a distância e efeito de esteira devido aos prédios próximos.

O transporte das bufadas é governado pelo campo de velocidade de evento constante, que é fornecido como dado de entrada, durante intervalos de 15 min., e neste intervalo é emitida 1 bufada a cada minuto.

c) DOSEM - O modelo de dose à radiação deve ser capaz de tratar os vários elementos radioativos contidos na emissão. As doses mais críticas nas primeiras horas do acidente são às devido à imersão durante a passagem da nuvem radioativa e devido a inalação do material nela contido.

A concentração do material radioativo por radionuclídeo, é fornecida pelo módulo TRANSDIF em termos de uma malha de concentrações.

A dose por imersão na pluma será calculada usando-se o modelo de pluma finita.

Cabe ressaltar nesta parte do trabalho que o modelo terá a possibilidade de projetar a dose em função de cenários específicos. Duas opções estão sendo consideradas sendo uma, em que a projeção é feita em função da persistência das condições reinantes e a outra situação, baseada na estatística do comportamento meteorológico histórico no local.

f) REACT - Esse módulo ainda se encontra em estudo. Intenciona-se que opere "separadamente" dos módulos principais de cálculo do sistema. O seu objetivo consiste em fazer sugestões de uma forma estruturada, com base em comparações entre os resultados calculados e as medidas fornecidas pelas câmaras de ionização a serem instaladas no campo, nas vizinhanças de Angra-1. Para tanto será feita uma exaustiva análise de sensibilidade dos resultados calculados em função dos vários parâmetros cujas incertezas podem influir nos valores calculados.

4. CONCLUSÕES

Pelo exposto observa-se o permanente cuidado que FURNAS tem com a segurança da usina e com este projeto o impacto radiológico de Angra-1, no caso de um eventual acidente, sobre a população vizinha poderá ser avaliado de forma rápida e precisa.

Com a conclusão do projeto, que incluirá a validação do modelo, usando modelos computacionais numéricos e mesmo testes com traçadores, dispor-se-á de um modelo que atende às mais rígidas exigências da Comissão Nacional de Energia Nuclear, compatíveis com a regulamentação da Comissão dos Estados Unidos.

A capacidade de modelar realisticamente (temporal e especialmente) o transporte de uma pluma radioativa num terreno de topografia irregular, e tendo, principalmente o tempo computacional compatível com a necessidade de respostas sob condições de emergência, utilizando dados em tempo real, é um desafio praticamente vencido.

O modelo proposto, pode, com algumas modificações ser aplicado a qualquer indústria que libera materiais na atmosfera do meio-ambiente.

BIBLIOGRAFIA

- (1) "User's Guide for the WEST.FURNAS Model", NUS-4240, October 1982, prepared by Tomas E. Pierce Jo, NUS Corporation.
- (2) Ransdell, J, V., Athey, G.F., "MESOI: An Interactive Lagrangian Trajectory Puff Diffusion Model", PNL -3998 (1981).

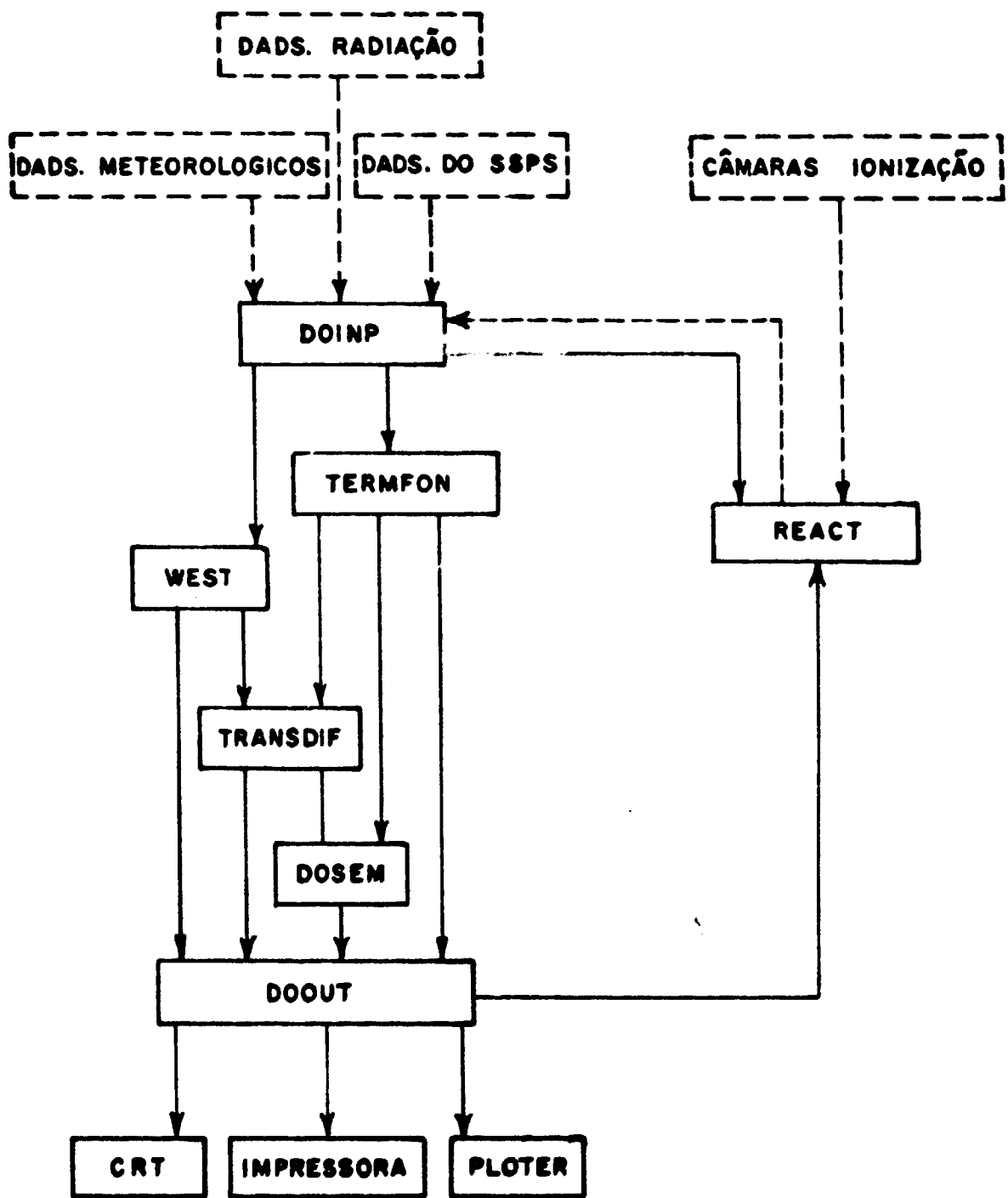


FIGURA 3.1 - ESTRUTURA GERAL DO NUSICA (Núcleo de Cálculo de Sistema Integrado de Controle Ambiental)



Fig. 3 - 2a

Simulação do Bufado do Plume Desenvolvido Durante o Período 2



Fig. 3 - 2b

Área Exposta ao Fim do Período 1