



## I Congresso Geral de Energia Nuclear

Rio de Janeiro, 17 e 20 de Março de 1986

### ANAIS - PROCEEDINGS

#### UTILIZAÇÃO DA VERSÃO RELAP4/MOD5/SAS NUM ACIDENTE DE PERDA DE REFRIGERANTE PRIMÁRIO NA USINA NUCLEAR ANGRA I.

Gaianê Sabundjian  
Roberto Longo Freitas

Divisão de Termodinâmica e Termohidráulica  
Departamento de Tecnologia de Reatores - RT  
Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares-IPEN-CNEN/SP  
São Paulo

#### Sumário

A verificação do acoplamento do Código RELAP4/MOD5 com o Programa SAS (RELAP4/MOD5/SAS) foi feita a partir da simulação de um Acidente de Perda de Refrigerante Primário na Usina Nuclear de Angra I, comparando-se uma nodalização otimizada de 36 volumes proposta com uma de 44 volumes já existente. A comparação das duas nodalizações foi facilitada com a criação da versão RELAP4/MOD5/SAS que fornece uma maior otimização na saída do programa com a impressão das variáveis principais desejadas na forma gráfica. Através dos resultados obtidos, verifica-se que a nodalização otimizada de 36 volumes apresenta resultados satisfatórios quando comparada ao modelo já existente, além de reduzir o tempo de processamento de forma considerável.

#### Abstract

A new version of computer code RELAP4/MOD5 was developed to improve the output. The new version, called RELAP4/MOD5/SAS, prints the main variables in graphical form. In order to check the programa, a 36 - volume simulation of the Loss-of-Coolant Accident for Angra - I was performed and the results compared to those of a existing 44 - volume simulation showed a satisfactory agreement with a substantial reduction in computing time.

## 1 - OBJETIVO

O Programa RELAP4 tem sido largamente empregado na simulação de acidentes termo-hidráulicos em centrais nucleares por apresentar resultados satisfatórios quando da solução dos mais diversos tipos de problemas, principalmente nos típicos Acidentes de Perda de Refrigerante Primário - APRP (LOCA).

O objetivo deste trabalho corresponde a criação da versão RELAP4/MOD5 / SAS [1] que tem a finalidade de otimizar as saídas do programa e apresentar os resultados desejados na forma gráfica. A verificação desta versão foi feita através da simulação de um APRP na perna fria da Usina Nuclear de Angra I, otimizando-se o modelo de 44 volumes [2] já existente, para uma nova nodalização de 36 volumes.

## 2 - RESUMO TEÓRICO

As modificações ocorridas no Código RELAP4/MOD5 [3] consistiram basicamente em alocar as saídas do programa em três unidades distintas, que foram criadas previamente, contendo cada uma delas: as edições maiores, as edições menores e as mensagens finais do programa, além do acoplamento feito com o programa SAS (Statistical Analysis System) [4], o qual permite obter as saídas desejadas em forma gráfica na sequência à execução do código. É importante ressaltar que nenhuma modificação nos modelos já existentes no Código RELAP4/MOD5 foi efetuada.

Feitas as implementações no Código RELAP4/MOD5 [3] obteve-se então a versão RELAP4/MOD5/SAS [1], a qual se encontra disponível no Centro de Processamento de Dados do IPEN-CNEN/SP.

## 3 - SIMULAÇÕES REALIZADAS

A verificação da versão RELAP4/MOD5/SAS foi realizada a partir da simulação de um APRP na Usina Nuclear de Angra I utilizando-se duas nodalizações: uma de 36 volumes proposta [5] e uma de 44 volumes [2] já existente. Na nodalização de 36 volumes foram otimizados o número de volumes de controle no gerador de vapor e no núcleo do reator. Também foram feitas comparações entre as duas simulações, a fim de verificar as diferenças entre os resultados obtidos.

Os resultados apresentados nas figuras 1 a 4 mostram que as diferenças encontradas entre as nodalizações de 36 e 44 volumes não são significativas, onde apenas os cinco primeiros segundos do transiente foram analisados. Verifica-se através da figura 1 que apesar de haver uma discrepância nos primeiros 0,5 segundos do transiente, as variações das pressões no pleno inferior, no pleno superior e na contenção não foram alteradas conforme pode ser visto nas figuras 2, 3 e 4.

Por outro lado, as diferenças entre os tempos de cpu são significativas, isto é, no caso de 44 volumes, para cinco segundos do transiente, gastou-se aproximadamente 110 minutos de cpu, enquanto que para 36 volumes se gastou 80 minutos. Esta diferença de 30 minutos é significativa, e como foram obtidos resultados bem próximos entre as duas nodalizações, é importante ressaltar que a otimização feita na nodalização da Usina Nuclear de Angra I pode ser considerada satisfatória em vista dos resultados apresentados.

#### 4 - CONCLUSÃO

Este trabalho atingiu plenamente seus objetivos ao verificar que a versão RELAP4/MOD5/SAS é uma ferramenta de trabalho que permite otimizar as saídas dos resultados, assim como apresentá-los na forma gráfica. Através desta versão do Código RELAP4/MOD5/SAS foi possível fazer uma comparação entre as duas nodalizações mencionadas anteriormente, onde se verificou que foi gasto um menor tempo de cpu na simulação de um APRP para a nodalização de 36 volumes.

Finalmente, através da comparação realizada observou-se que a versão RELAP4/MOD5/SAS representa de maneira satisfatória o transiente analisado, e que a nodalização otimizada se comporta de forma segura. Outros transientes também foram simulados, como por exemplo transiente de parada de bomba, utilizando a versão RELAP4/MOD5/SAS, por meio da qual se verificou que os resultados foram adequadamente representados.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] SABUNDJIAN, G. Adaptação do Programa RELAP4/MOD5 ao Sistema Computacional do IPEN/CNEN-SP, Criação da Versão REALP4/MOD5/SAS. SP - IPEN/CNEN-1983.
- [2] Utilização do Programa RELAP4 (Parte 1) - RJ-CNEN-1978.  
(DR/GSTS-01/78-DR n972/78).
- [3] AEROJET NUCLEAR COMPANY, RELAP4/MOD5: A computer program for transient thermal-hidraulic analysis of nuclear reactors and related systems.  
Idaho Falls, Idaho National Engineering Lab., 1976-
- [4] GOODNIGHT, J.H. SAS User Guide SAS Institute Inc. Post Office Box 10066.  
Raleigh, North Caroline 27605, edition.
- [5] SABUNDJIAN, G. Utilização do Programa RELAP4/MOD5/SAS. SP-IPEN/CNEN-1983.

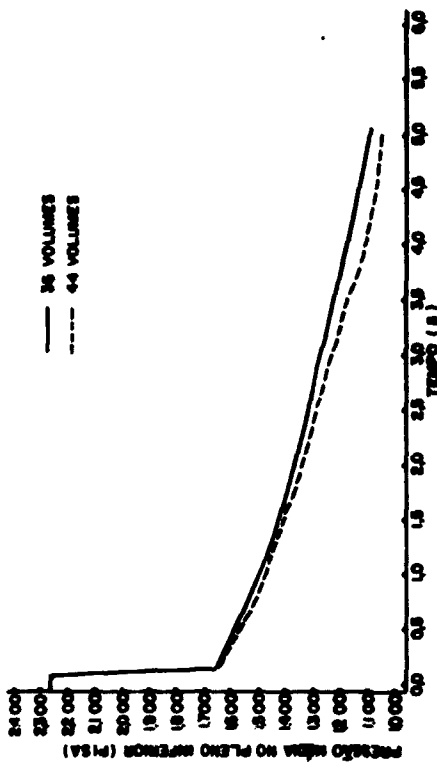


FIGURA 2 - Pressão média no plano inferior



FIGURA 4 - Pressão média no centro

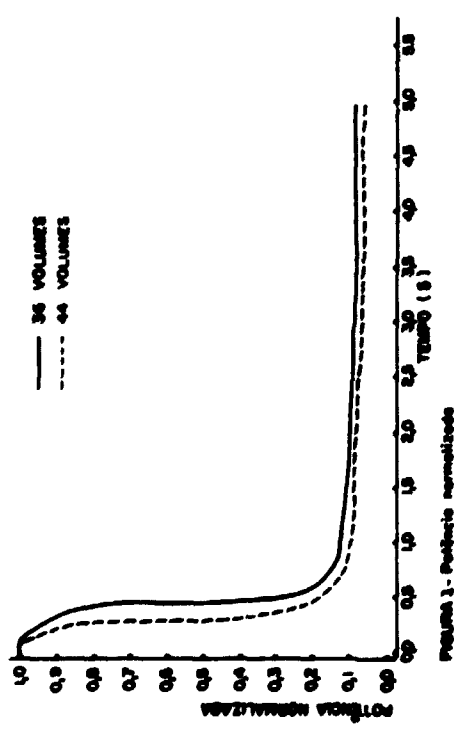


FIGURA 3 - Pressão normalizada

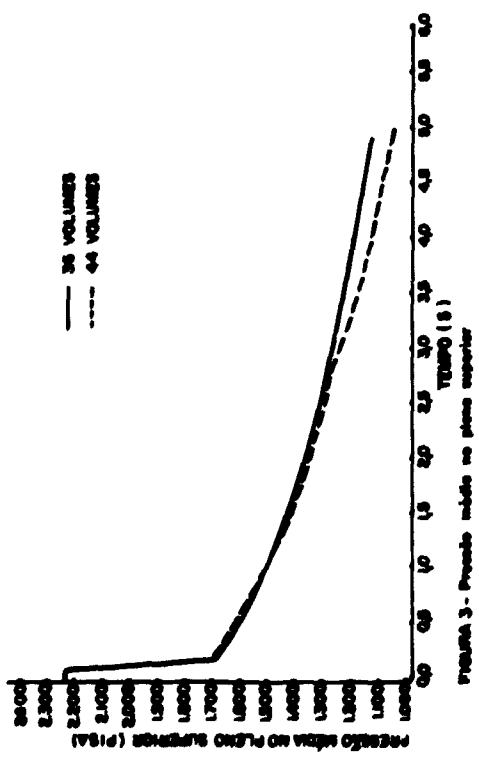


FIGURA 3 - Pressão média no plano superior