

CNEN/SP

ipen Instituto de Pesquisas
Energéticas e Nucleares

**SIMULAÇÃO DO TESTE DE PARADA DE BOMBA NO CEA
COM CÓDIGO RELAP4/MOD5**

Ronaldo Célem Borges e Roberto Longo Freitas

IPEN - PUB - 171

PUBLICAÇÃO IPEN 171

JUL:10/1988

**SIMULAÇÃO DO TESTE DE PARADA DE BOMBA NO CEA
COM CÓDIGO RELAP4/MOD5**

Ronaldo Célem Borges e Roberto Longo Freitas

DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA DE REATORES

**CNE/SP
INSTITUTO DE PESQUISAS ENERGÉTICAS E NUCLEARES
SÃO PAULO – BRASIL**

Série PUBLICAÇÃO IPEN

INIS Categories and Descriptors

F 51.00

E 32.00

COMPUTERIZED SIMULATION

ENERGY LOSSES

R CODES

PUMPS

TRANSIENTS

IPEN - Doc - 3017

Publicação aprovada pela CNEN em 21.10.87

Nota: A redação, ortografia, conceitos e revisão final são de responsabilidade do(s) autor(es).

**SIMULAÇÃO DO TESTE DE PARADA DE BOMBA NO CEA
COM CÓDIGO RELAP4/MOD5 ***

Ronaldo Célem Borges e Roberto Longo Freitas

RESUMO

Visto a importância da comparação teórico-experimental para avaliação de códigos computacionais, este trabalho apresenta a simulação com o Código RELAP4/MOD5 da experiência de parada de bomba realizada no Circuito Experimental de Água-CEA. A partir dos resultados obtidos, verificou-se que os modelos existentes no Código mostraram-se bem satisfatórios relativamente ao comportamento qualitativo dos valores obtidos experimentalmente.

RELAP 4/MOD 5 - CEA PUMP COASTDOWN EXPERIMENT SIMULATION

ABSTRACT

Since is important the theoretical-experimental comparison to evaluate the computer codes, these paper presents the simulation with RELAP4/MOD5 Code of a loss of power energy in the pump of the "Circuito Experimental de Água-CEA". From the results attained, the existing models in the Code showed to be very satisfactory quantitative and qualitative behavior of the attained experimental results.

(*) Trabalho apresentado no II Congresso Geral de Energia Nuclear, realizado no Rio de Janeiro, de 24 a 29 de Abril de 1988.

1. OBJETIVO

O presente trabalho visa simular com o Código RELAP4/MOD5 [1] a experiência de parada de bomba realizada no Circuito Experimental de Água-CEA [4] pertencente ao Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares - IPEN. Este estudo enquadra-se na avaliação teórico-experimental do Código RELAP4/MOD5 quanto a simulação e análise de transientes relativos à termo-hidráulica de reatores nucleares.

2. CIRCUITO EXPERIMENTAL DE ÁGUA E A MODELAGEM ADOTADA PARA O CÓDIGO RELAP4/MOD5

O Circuito Experimental de Água foi desenvolvido no IPEN para avaliar e analisar parâmetros termo-hidráulicos de interesse no projeto de reatores nucleares refrigerados à água leve fervente e pressurizada. O princípio básico de funcionamento do Circuito pode ser visto na figura 1 enquanto que a sua faixa operacional encontra-se descrita na tabela 1.

A fim de atender o objetivo anteriormente mencionado, utilizou-se do teste de parada de bomba [2,5] cujo esquema de funcionamento operacional do Circuito é aquele mostrado pela linha mais espessa da figura 1. As condições operacionais do Circuito quando da realização da experiência estão apresentadas na tabela 2 e a sequência de eventos durante o transiente está descrita na tabela 3.

Apoiado no esquema básico de funcionamento da experiência de parada de bomba, figura 1, adotou-se a modelagem apresentada na figura 2 para a simulação deste transiente com o Código RELAP4/MOD5 [1], onde o conjunto de dados de entrada foi obtido a partir das referências [3,7]. À guisa de informação, um estudo teórico de um teste de parada de bomba no CEA com o Código RELAP4/MOD5 foi realizado na referência [6].

3. RESULTADOS OBTIDOS

As figuras 3 à 8 mostram a comparação teórico-experimental dos principais resultados obtidos pelo Código RELAP4/MOD5 relativamente

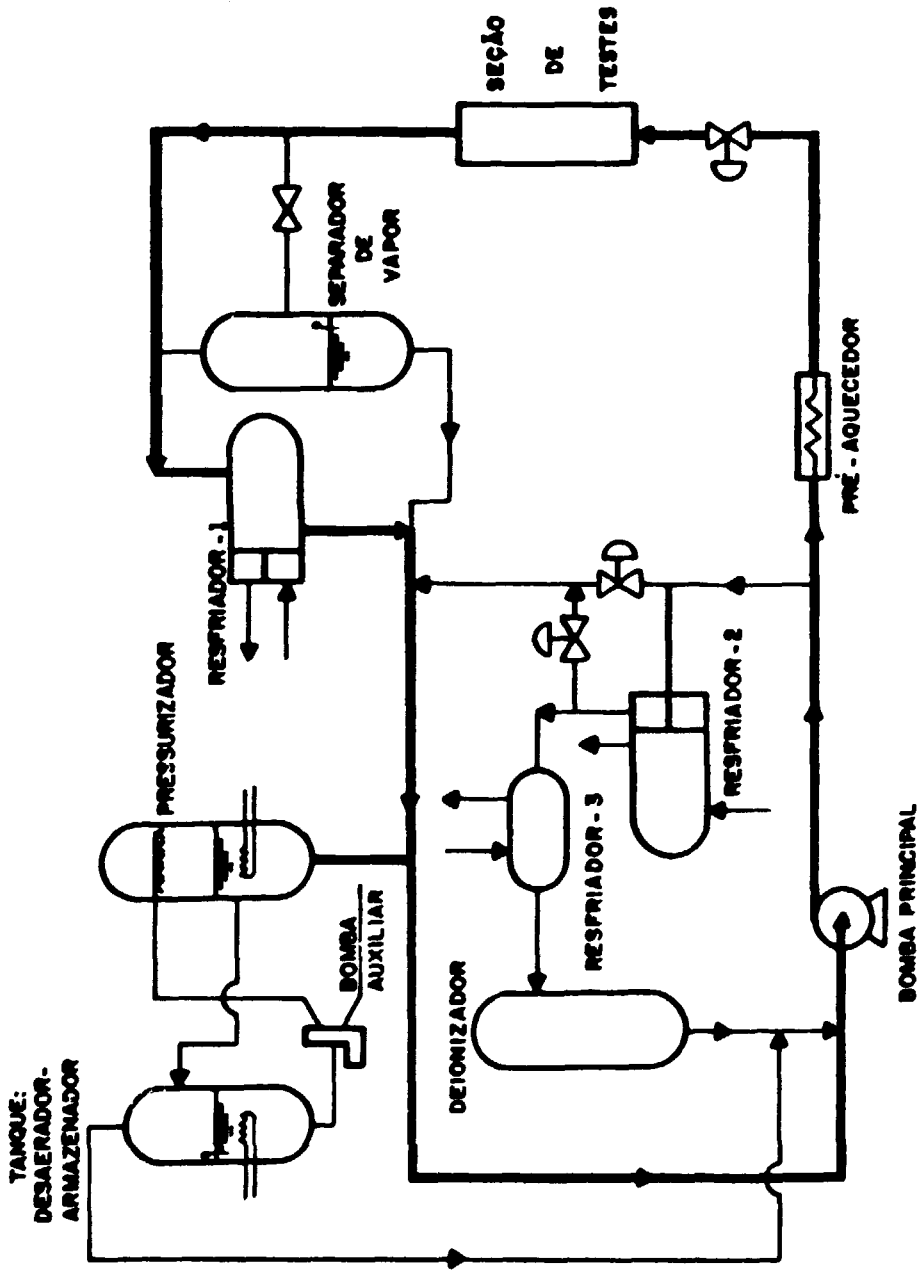


FIGURA 1 - PRINCÍPIO BÁSICO DE FUNCIONAMENTO DO CEA .

Tabela 1 - Faixa operacional do CEA

Potência máxima na seção de testes	190 KW
Potência máxima no pré-aquecedor	140 KW
Vazão mássica na seção de testes	0,5 - 5,0 Kg/s
Temperatura máxima na saída da seção de testes	285 °C
Pressão máxima	70 bar

Tabela 2 - Condições operacionais da experiência de parada de bomba no CEA

Potência na seção de testes	185 KW
Potência no pré-aquecedor	0 KW
Vazão mássica	2,95 Kg/s
Temperatura do fluido na entrada da seção de testes	148 °C
Pressão no pressurizador	18,45 bar
Vazão mássica da água de resfriamento	1,37 Kg/s

Tabela 3 - Sequência de eventos na experiência de parada de bomba no CEA

0	-	14,2 s	: estado estacionário
14,2 s			: desligamento da bomba de circulação principal e início da redução na vazão da água de resfriamento
17,9 s			: desligamento da seção de testes
32 s			: término da redução na vazão da água de resfriamento

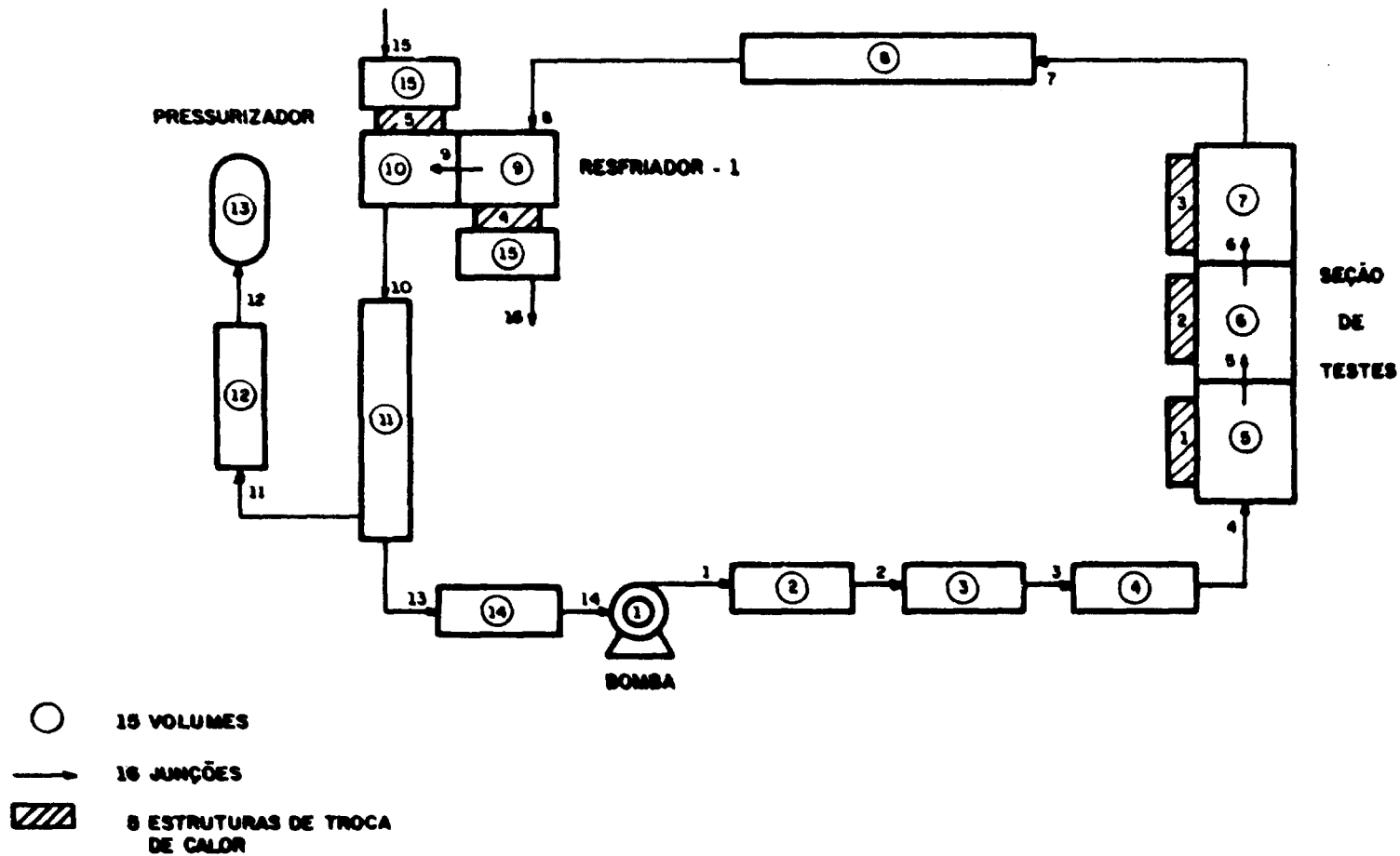


FIGURA 2 - ESQUEMA DE MODELAGEM DO CEA PARA O CÓDIGO RELAP 4 / MOD 5.

aqueles da experiência de parada de bomba no CEA. Verifica-se destas figuras que, globalmente, os resultados obtidos pelo Código apresentam-se bem satisfatórios comparativamente aos da experiência.

Ressalta-se que as curvas de variação temporal da vazão mássica obtidas pelo Código, mostradas nas figuras 3 e 4, apresentam um pequeno desvio em relação aos valores experimentais. Entretanto, mesmo a bomba parando antes do tempo real, é assegurado suficiente resfriamento ao Circuito, o que garante o conservantismo da análise no que tange a segurança intrínseca do experimento.

A evolução temporal da pressão e temperatura do fluido no pressurizador, conforme mostrada nas figuras 5 e 6, apresentam um comportamento satisfatório, evidenciando-se, todavia uma pequena diferença entre o nível de temperatura do fluido obtido pelo Código e aquele da experiência. Provavelmente, prende-se a problemas de ajustes nas tabelas de propriedades da água implantadas no Código.

4. CONCLUSÕES

Este trabalho apresentou satisfatoriamente a simulação com o Código RELAP4/MOD5 da experiência de parada de bomba realizada no Circuito Experimental de Água do IPEN.

Foi possível verificar a comparação teórico-experimental através dos resultados obtidos, ressaltando-se que os modelos existentes no Código RELAP4/MOD5 retrataram bastante bem o comportamento qualitativo e quantitativo dos valores obtidos experimentalmente.

Recomenda-se, entretanto, a simulação de outros experimentos desta natureza em condições operacionais diferentes a fim de inferir melhor o desempenho do Código numa maior gama operacional.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] AEROJET NUCLEAR COMPANY. RELAP4/MOD5: a programa for transient thermal-hydraulic analysis of nuclear reactors and related systems. Idaho Fall, Idaho National Engineering Lab., Sept. 1976. (ANCR -

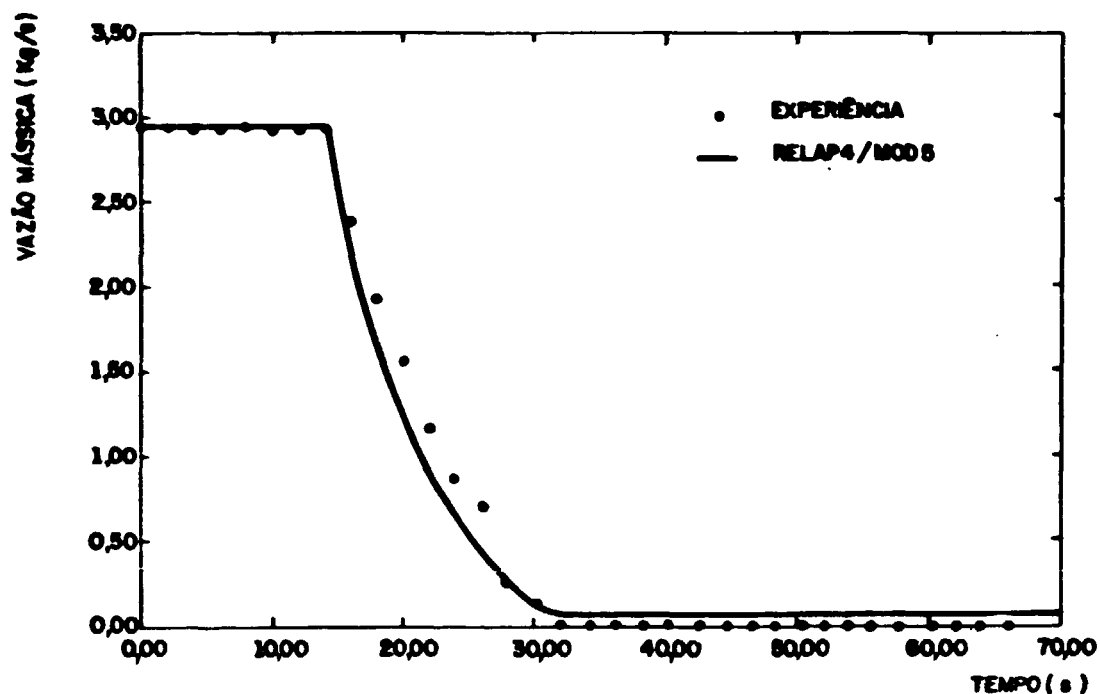


FIGURA 3 - PERFIL TEMPORAL DA VAZÃO MÁSSICA NO PRÉ - AQUECEDOR.

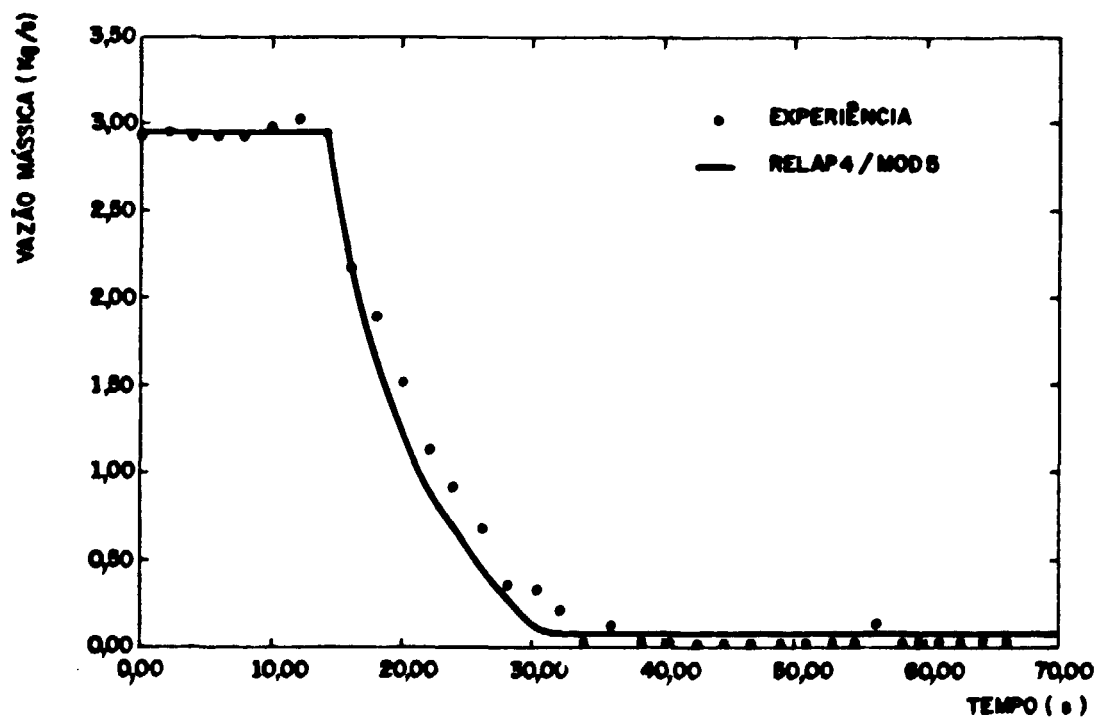


FIGURA 4 - PERFIL TEMPORAL DA VAZÃO MÁSSICA NA ENTRADA DO RESFRIADOR I.

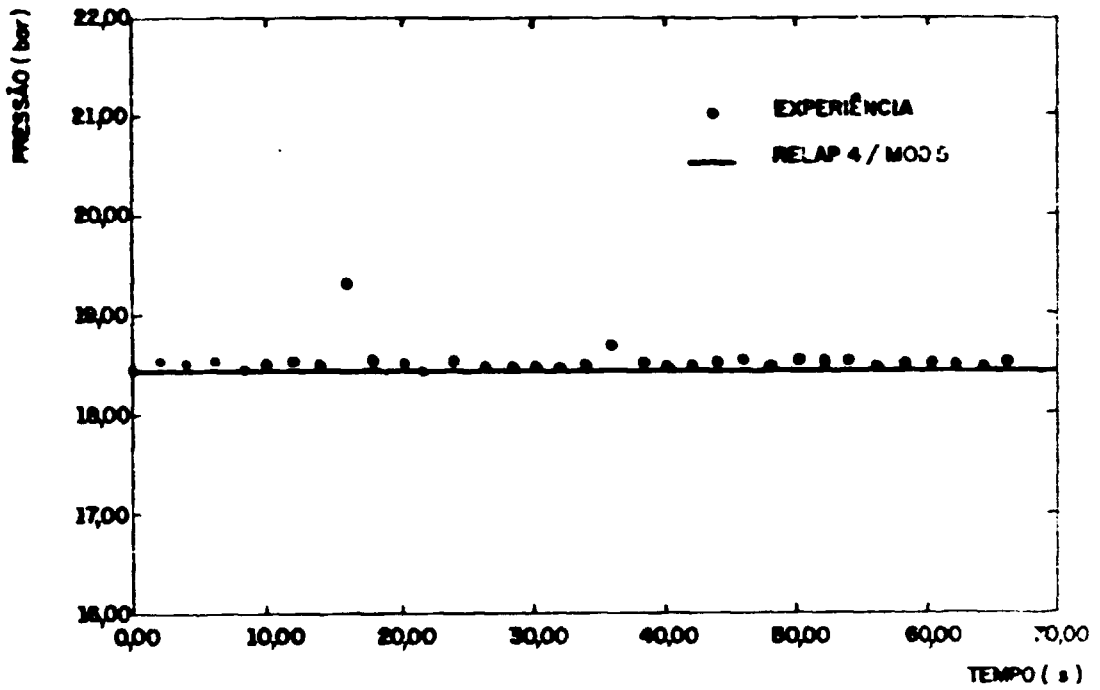


FIGURA 5 - PERFIL TEMPORAL DA PRESSÃO NO PRESSURIZADOR.

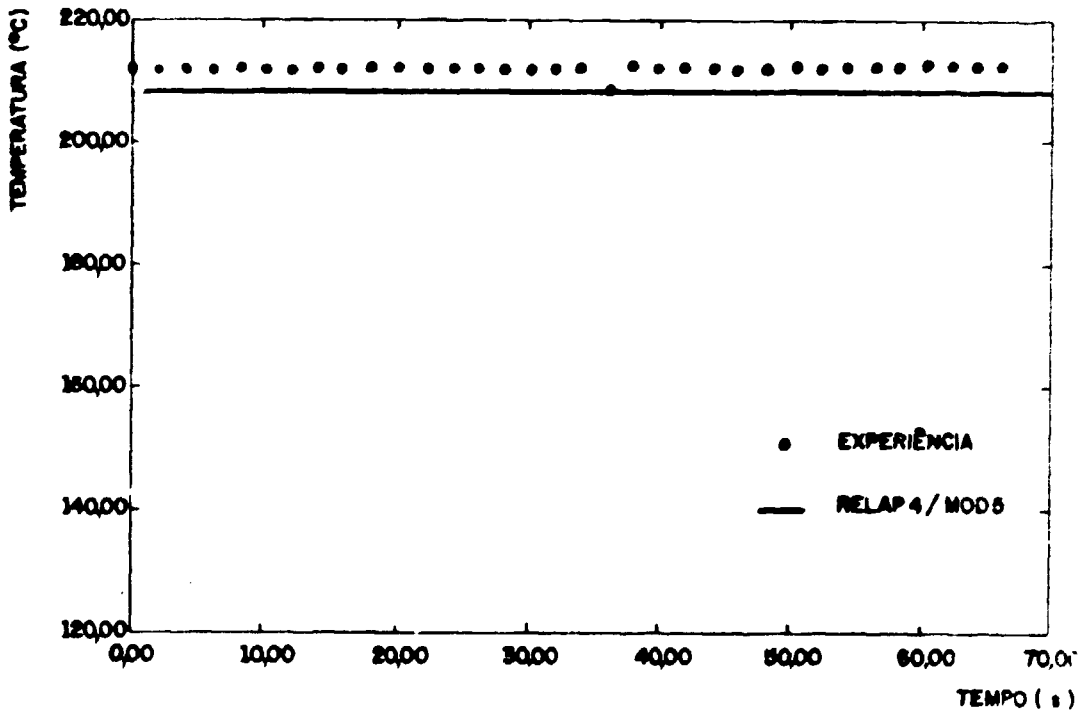


FIGURA 6 - PERFIL TEMPORAL DA TEMPERATURA NO PRESSURIZADOR.

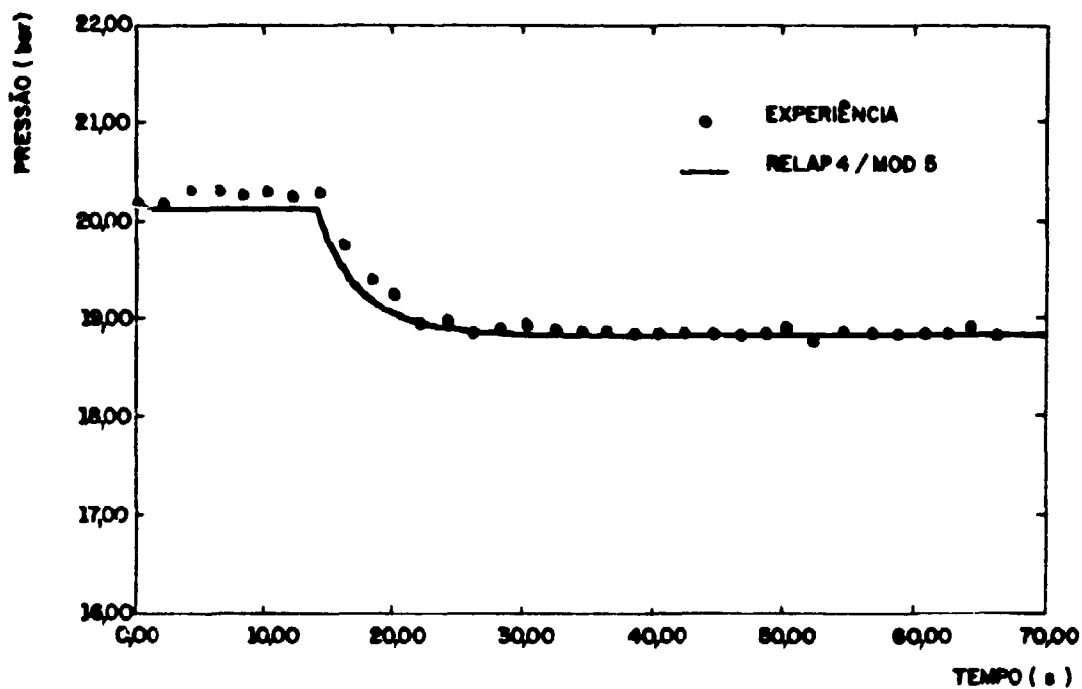


FIGURA 7-PERFIL TEMPORAL DA PRESSÃO NA ENTRADA DA SEÇÃO DE TESTES.

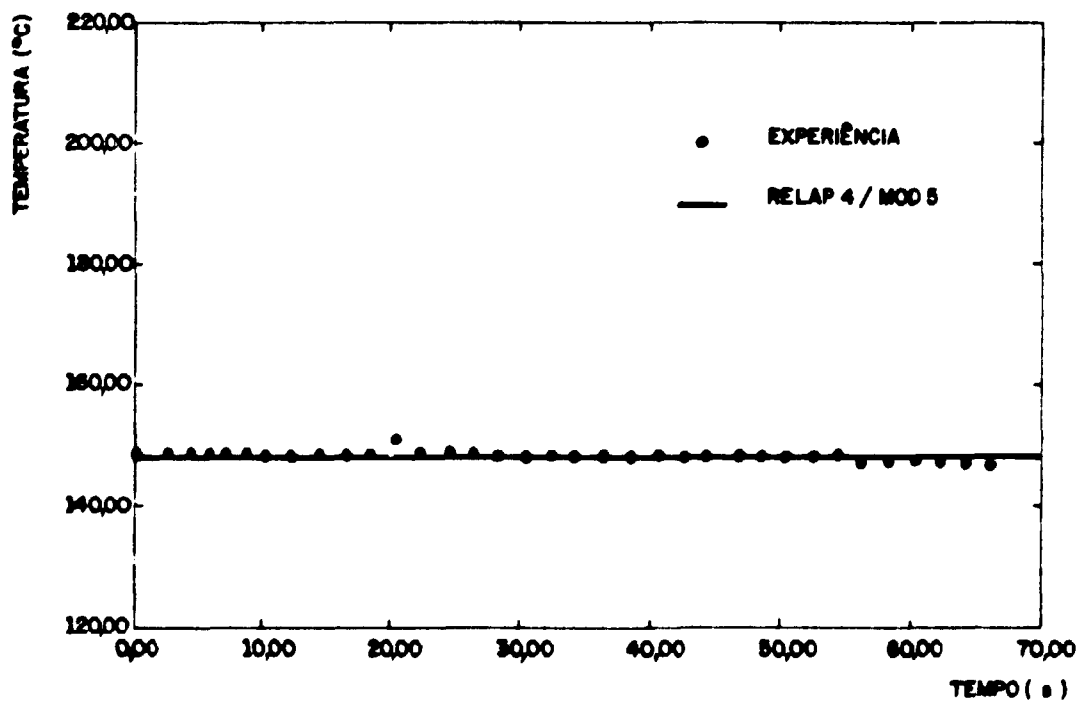


FIGURA 8-PERFIL TEMPORAL DA TEMPERATURA NA ENTRADA DA SEÇÃO DE TESTES.

NUREG - 1335).

- |2| ALMEIDA, J.C. & BASSEL, W.S. Teste de parada de bomba para atender a rotina R46-IP4-PBA13-4RE-001. São Paulo, Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, dez. 1986. (Relatório interno).
- |3| BORGES, R.C. & FREITAS, R.L. Memorial de cálculo para modelagem do circuito 70. São Paulo, Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, out. 1985. (Relatório interno).
- |4| EBESUI, A.M.; GOMES, A.V.; COSTA, G.J.S.; OTOMO, H.; ALMEIDA, J.C.; BASSEL, W.S. Descrição do circuito experimental do IPEN. São Paulo, Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, 1981. (Relatório interno).
- |5| ONODERA, C. Análise estatística preliminar dos resultados do teste de parada de bomba no CEA-70. São Paulo, Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, maio 1987. (Relatório interno).
- |6| SABUNDJIAN, G. Utilização do programa RELAP4/MOD5 no circuito experimental de água do IPEN. In: Física de reatores: anais do 4º Encontro Nacional de ... realizado em Itaipava, nov. 1983, v.2.
- |7| SANTOS, G.A. Comunicação pessoal.