



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

**Ronaldo Célem Borges
Roberto Longo Freitas**

**Departamento de Tecnologia de Reatores
Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares
Comissão Nacional de Energia Nuclear
São Paulo - SP**

SUMÁRIO

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 e quantitativo dos valores obtidos experimentalmente.

ABSTRACT

Since it is important the theoretical-experimental comparison to evaluate the computer codes, this 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.

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 [2] 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 [3,4] 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 seqüência 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 [5,6]. 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 [7].

3 - RESULTADOS OBTIDOS

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

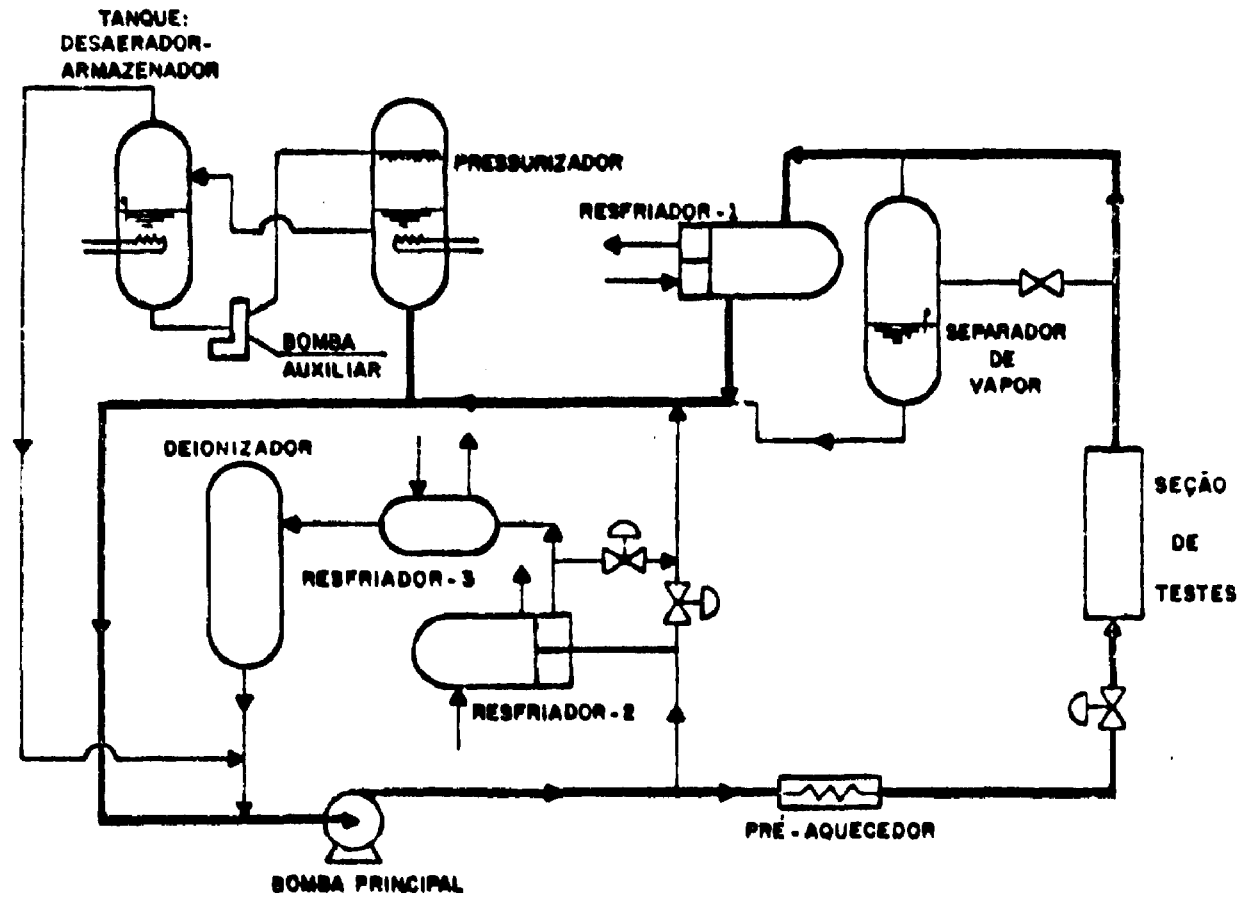


FIGURA 1 - PRINCIPIO BÁSICO DE FUNCIONAMENTO DO CEA.

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	135 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

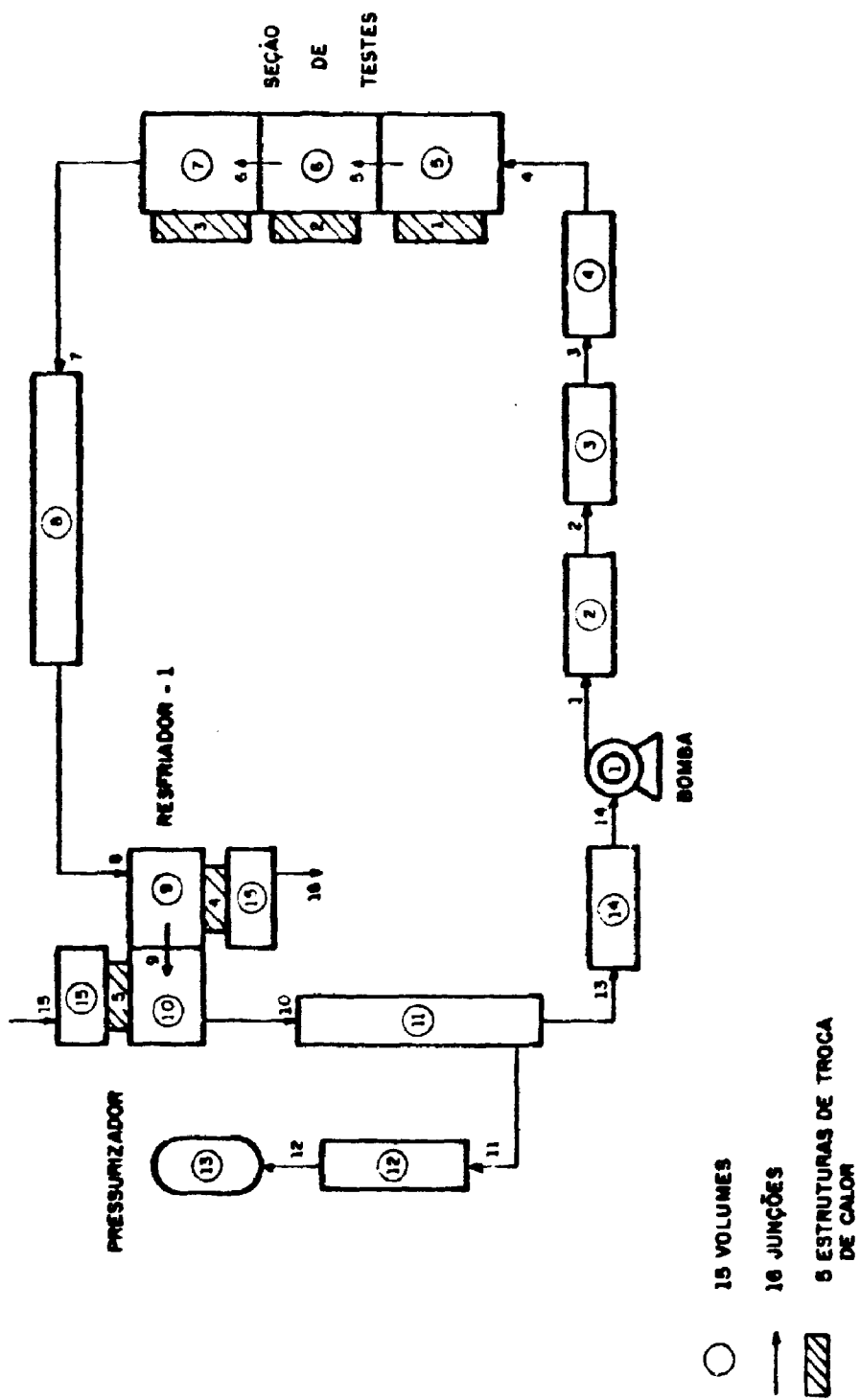


FIGURA 2 - ESQUEMA DE MODELAGEM DO CEA PARA O CÓDIGO RELAP 4 / MOD 5.

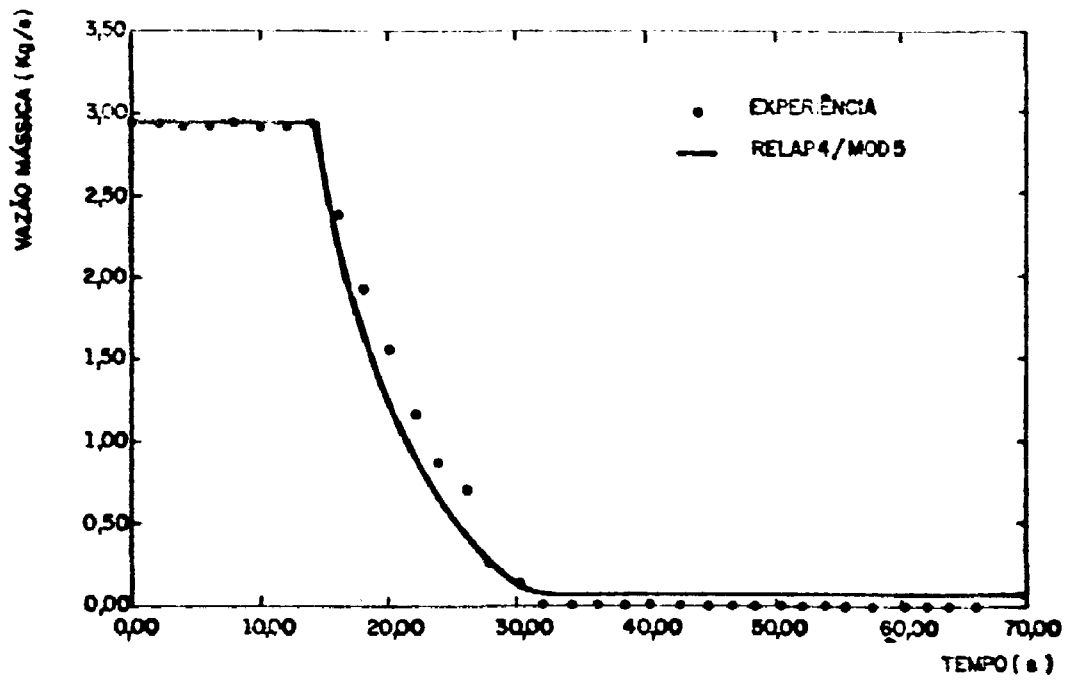


FIGURA 3 - PERFIL TEMPORAL DA VAZÃO MÁSSICA NO PRÉ - AQUECEDOR.

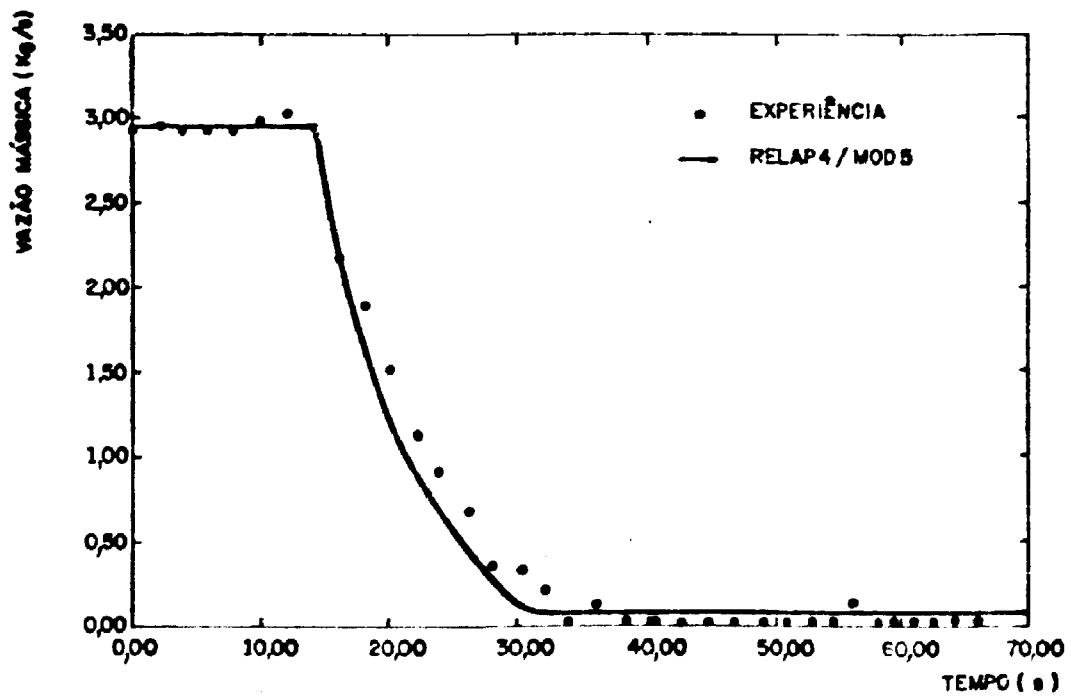


FIGURA 4 - PERFIL TEMPORAL DA VAZÃO MÁSSICA NA ENTRADA DO RESFRIADOR I.

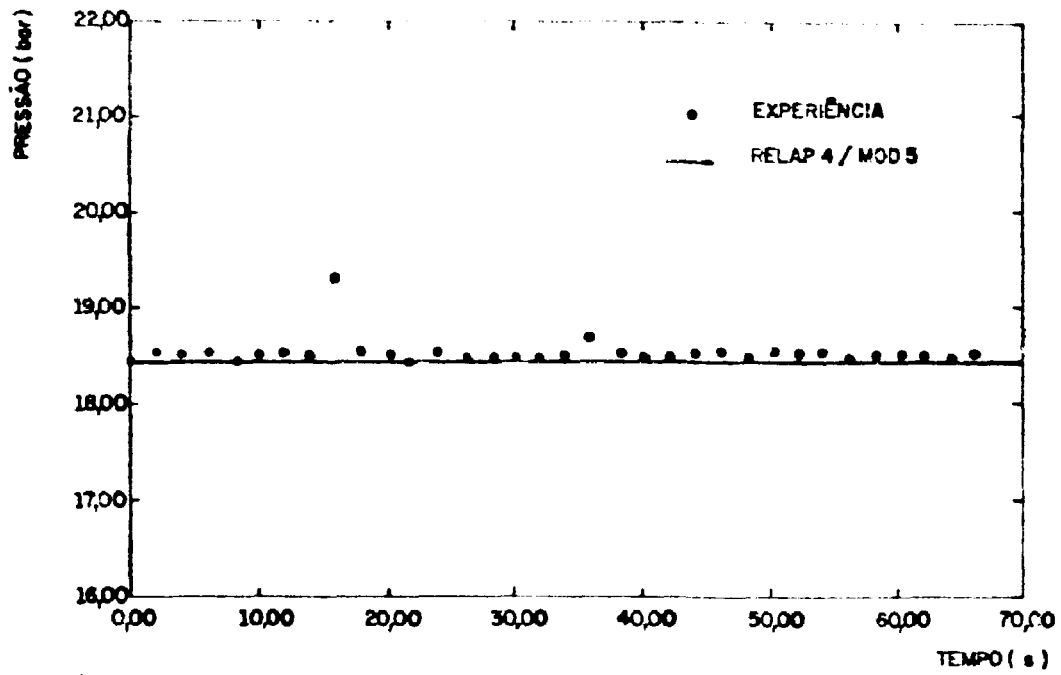


FIGURA 5 - PERFIL TEMPORAL DA PRESSÃO NO PRESSURIZADOR.

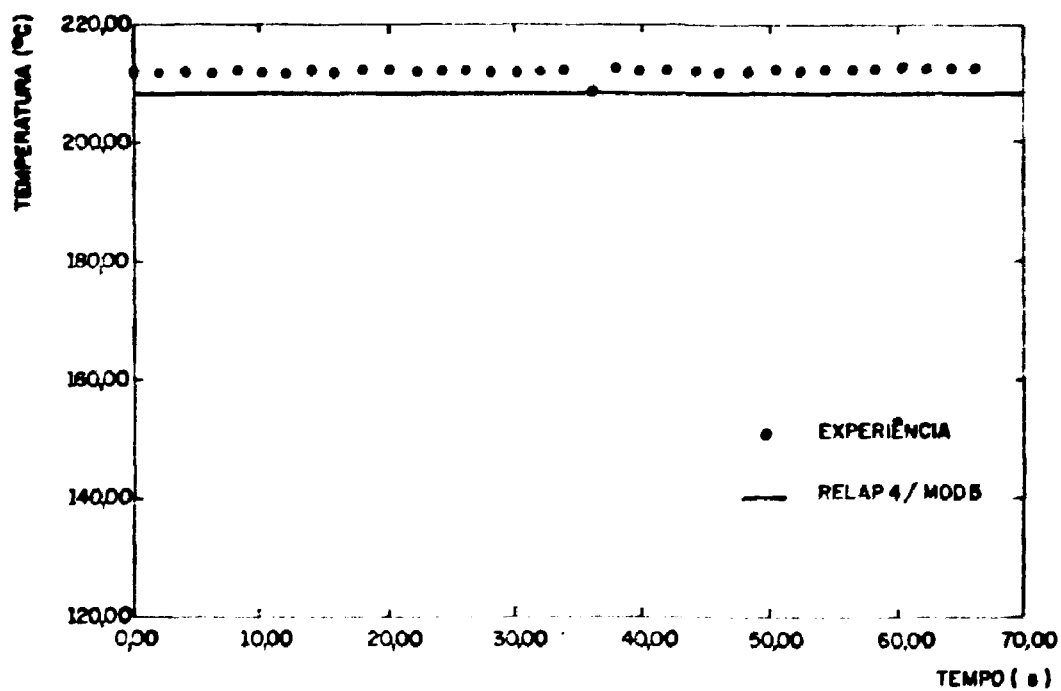


FIGURA 6 - PERFIL TEMPORAL DA TEMPERATURA NO PRESSURIZADOR.

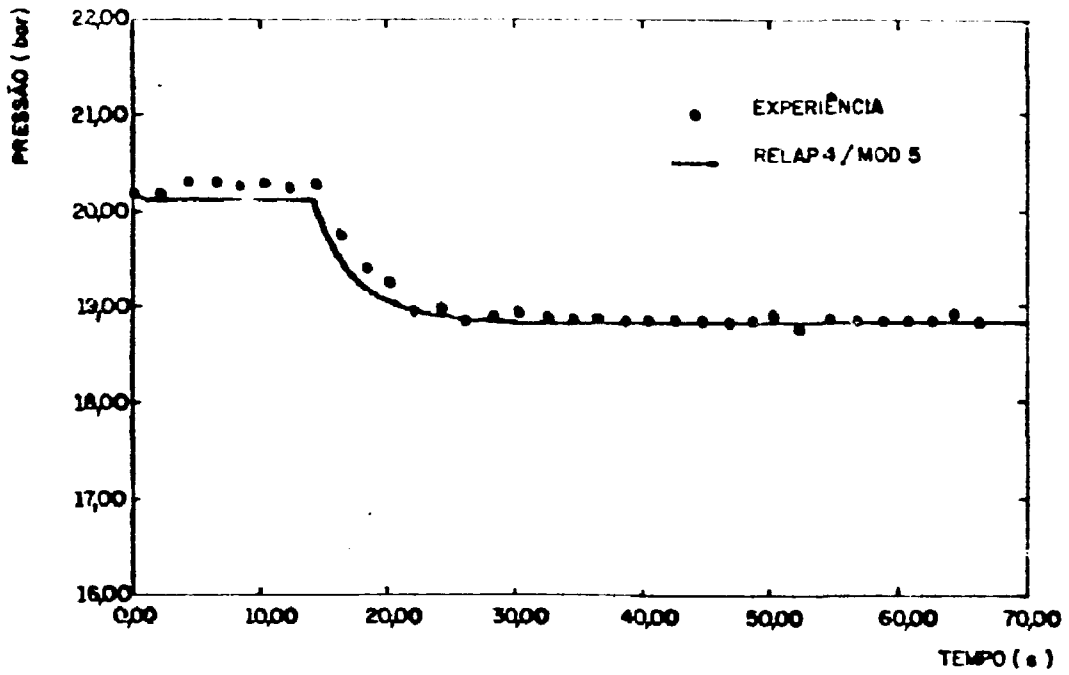


FIGURA 7 - PERFIL TEMPORAL DA PRESSÃO NA ENTRADA DA SEÇÃO DE TESTES.

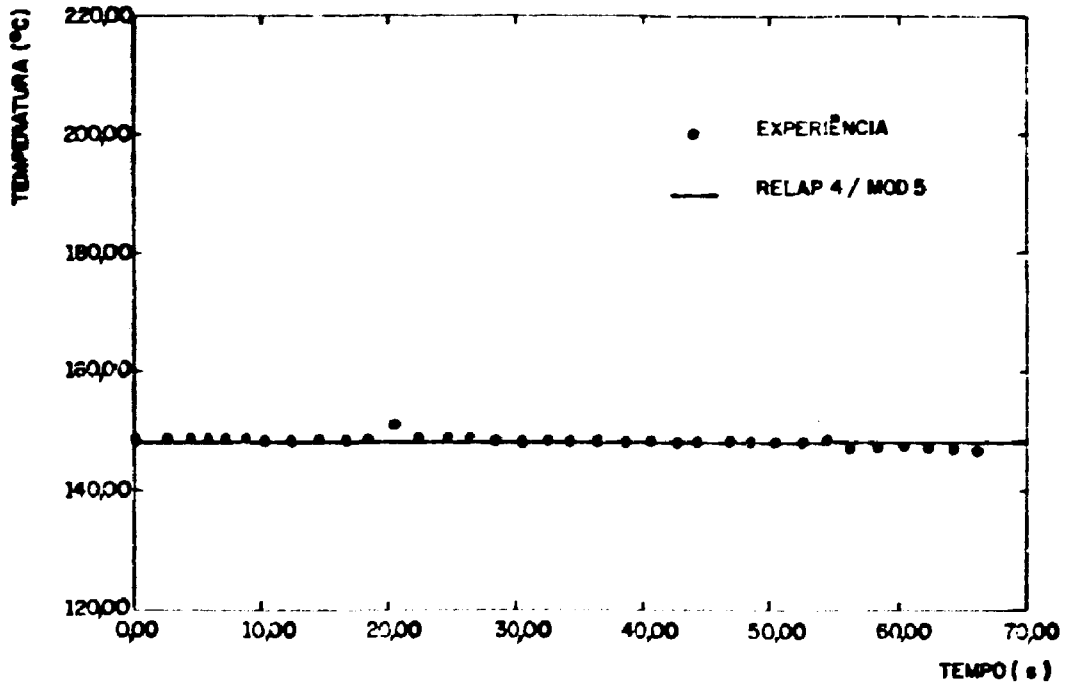


FIGURA 8 - PERFIL TEMPORAL DA TEMPERATURA NA ENTRADA DA SEÇÃO DE TESTES.

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 program for transient thermal-hydraulic analysis of nuclear reactors and related systems. Idaho Falls, Idaho National Engineering Lab. ANCR - NUREG-1335. Sept. 1976.
- [2] EBESUI, A.M.; GOMES, A.V.; COSTA, G.J.S.; OTOMO, H.; ALMEIDA, J.C. & BASSEL, W.S.; Descrição do Circuito Experimental do IPEN. Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares. 1981 / 1982.
- [3] ALMEIDA, J.C. & BASSEL, W.S.; Teste de parada de bomba para atender a rotina R46-IP4-PBA13-4RE-001. Relatório interno. Departamento de Tecnologia de Reatores - Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares. Dez. 1986.
- [4] ONODERA, C.; Análise estatística preliminar dos resultados do teste de parada de bomba no CEA-70. Relatório interno. Departamento de Tecnologia de Reatores - Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares. Mai. 1987.
- [5] BORGES, R.C. & FREITAS, R.L.; Memorial de cálculo para modelagem do Circuito 70. Relatório interno. Departamento de Tecnologia de Reatores - Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares. Out. 1985.
- [6] DOS SANTOS, G.A.; Comunicação pessoal. Julho, 1987.
- [7] SABUNDJIAN, G.; Utilização do programa RELAP4/MOD5 no Circuito Experimental de Água do IPEN. Anais do IV Encontro Nacional de Física de Reatores, Vol. II, Itaipava, Nov. 1983.