

# ANÁLISE TEÓRICA/EXPERIMENTAL DO FENÔMENO DE CIRCULAÇÃO NATURAL

Mauro Ferreira da Silva Filho e Gaiânê Sabundjian  
Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares - IPEN

## INTRODUÇÃO

O circuito de circulação natural foi inicialmente montado no Departamento de Engenharia Química, da Escola Politécnica da USP no final dos anos 80. Após muitos anos de uso do circuito na POLI por pesquisadores do IPEN, foi necessário realizar adaptações estruturais e do sistema de aquisição, foi quando surgiu a possibilidade de transferência do circuito de circulação natural para o Centro de Engenharia Nuclear do IPEN-CNEN/SP.

Este estudo se faz necessário, pois a nova geração de reatores nucleares compactos utiliza a circulação natural do fluido refrigerante como sistema de refrigeração e de remoção de calor residual em caso de acidente ou desligamento da planta.

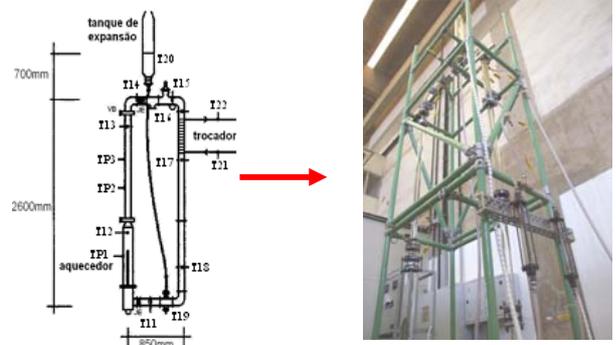
## OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é a compreensão do fenômeno de circulação natural em escoamento monofásico e bifásico e a validação do código computacional de termo-hidráulica, RELAP5 [1] que é um programa muito utilizado na simulação de transientes e de acidentes em plantas nucleares.

## METODOLOGIA

O circuito experimental é um retângulo formado por tubos e equipamentos em vidro conforme a Figura 1. Este possui um aquecedor elétrico situado na parte inferior do circuito e um trocador de calor com espiras helicoidais e encontra-se na parte superior do circuito oposta à do aquecedor. As duas fontes geram um termossifão responsável pela convecção natural

estudada. São medidas as temperaturas em 16 pontos do circuito utilizando termopares do tipo K, conforme Figura 1. Estes dados são registrados por um sistema de aquisição de dados utilizando o software LabView [2] instalado em um microcomputador. Além destas variáveis são medidas a potência elétrica, a vazão de água de resfriamento, a pressão no circuito e o nível no tanque de expansão.



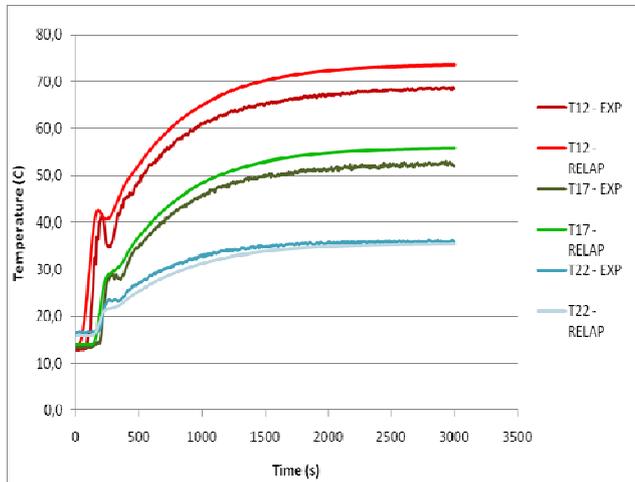
**Figura 1** - Esquema e foto do circuito de circulação natural

Foram realizados alguns experimentos preliminares no circuito para verificação da consistência dos dados obtidos e verificou-se a necessidade do aterramento do circuito a fim de eliminar qualquer tipo de interferência. Assim, o circuito foi totalmente aterrado eliminando os ruídos captados pelos termopares.

## RESULTADOS

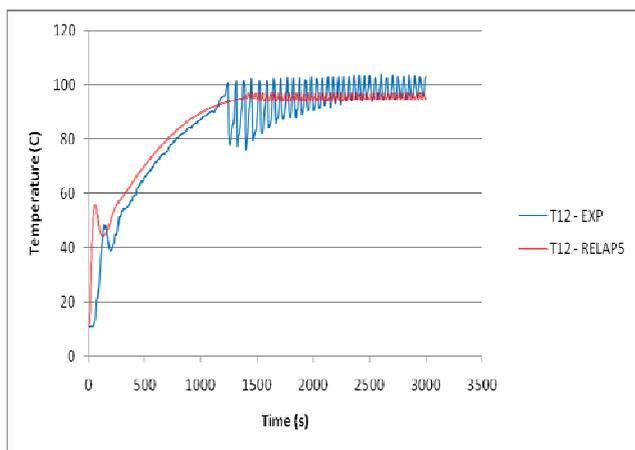
Para um teste em escoamento monofásico realizado com potência total de 4.690 W no aquecedor e vazão de resfriamento de 180 l/h, foram obtidos os seguintes resultados para as temperaturas T12 (temperatura na saída do aquecedor), T17 (temperatura na saída do trocador) e T22

(temperatura na saída do secundário), apresentados na Figura 2, juntamente com os dados obtidos na simulação com o código RELAP5 (teórico) com as mesmas condições de contorno.

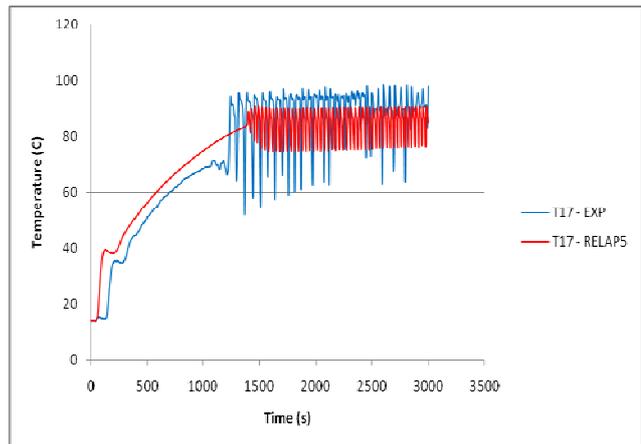


**Figura 2** - Evolução das temperaturas teórico/experimental em escoamento monofásico .

Para um segundo teste em escoamento bifásico, utilizando-se uma potência de 7.000 W com uma vazão de resfriamento de 85 l/h, foram obtidos os resultados apresentados nas Figuras 3 e 4.



**Figura 3** - Evolução das temperaturas teórico/experimental para o escoamento bifásico.



**Figura 4** - Evolução das temperaturas teórico/experimental para o escoamento bifásico.

### CONCLUSÕES

Os resultados experimentais até aqui obtidos, quando comparados com os teóricos provenientes do código RELAP5, mostraram ser satisfatórios. Isto mostra que embora os resultados experimentais, no escoamento bifásico, apresentem maior oscilação no início do transiente, os resultados teóricos mostraram comportamentos similares até o final do mesmo. Durante a realização dos testes, percebeu-se a captação de ruídos pelo sistema de aquisição, fato que foi resolvido durante os experimentos e que melhoraram os resultados.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1]RELAP5/MOD3.2.2Gamma,NUREG/CR-5535, IDAHO LAB. SCIENTECH Inc., Idaho, June 1999.
- [2]LabView 7.0 Express, 2003, National Laboratory, USA.

### APOIO FINANCEIRO AO PROJETO

CNPq – PIBIC/PROBIC e POLI-USP