

# MODERNIZAÇÃO DO CIRCUITO DE CIRCULAÇÃO NATURAL DO IPEN/CNEN-SP

Gabriel Rolim de Melo e Delvonei Alves de Andrade  
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. Como este circuito estava desativado desde os meados dos anos 90, devido ao fato do sistema de aquisição de dados estar obsoleto, foi então que, no início de 2004 o circuito foi retomado e restaurado, aperfeiçoando o sistema de aquisição de dados. No entanto, com o passar do tempo foi necessário a realização de novas adaptações, foi quando surgiu a possibilidade de transferência do circuito de circulação natural para o Centro de Engenharia Nuclear do IPEN-CNEN/SP, podendo assim dar melhor continuidade ao estudo. Este 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, perda de alimentação das bombas do circuito primário em baixa potência ou desligamento da planta.

## OBJETIVO

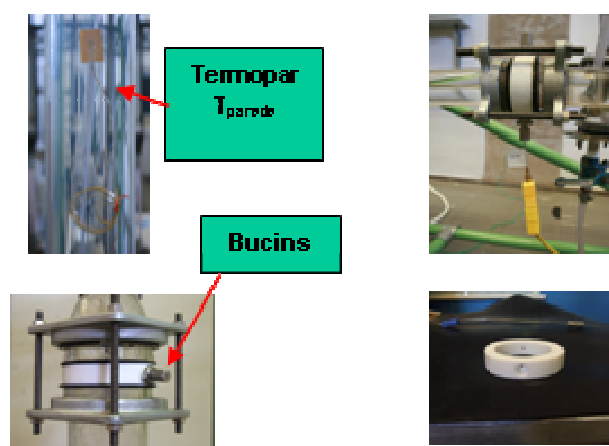
O objetivo deste trabalho é o de descrever as etapas de modernização do circuito de circulação natural transferido da USP para o IPEN. Além disso, tem a finalidade de estudar e apresentar os resultados experimentais dos dois tipos de escoamentos do fluido refrigerante, escoamento monofásico, no caso da operação normal, e bifásica no caso de algum transitório ou acidente que ocorra na planta. Esta modernização trará uma gama de oportunidades de novas pesquisas, tais como, medidas de fração de vazio por meio

de análise de imagens ou por meio do método capacitivo/resistivo.

## METODOLOGIA

A metodologia empregada neste trabalho envolve a modernização do circuito de circulação natural, fornecendo melhores condições de estudo.

O circuito experimental é um retângulo formado por tubos e equipamentos em vidro, conforme Figura 1. A fonte quente é um aquecedor elétrico. A fonte fria é um trocador de calor com espiras helicoidais. A pressão interna é medida por um sensor de pressão localizado na parte superior da fonte quente.



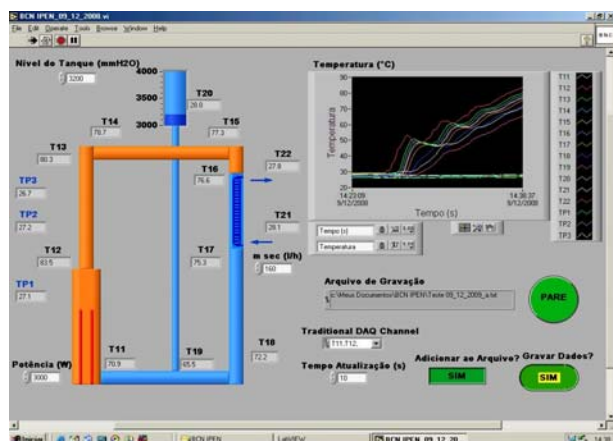
**Figura 1** - Esquema e foto do circuito de circulação natural

A potência elétrica aplicada nas resistências é feita com um variador de tensão alimentado com corrente alternada. A medição das temperaturas é feita em 12 pontos internos e 3 pontos de parede e temperatura ambiente, com termopares do tipo T. Estes dados são registrados por um sistema de aquisição de dados instalado em 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 (com outro sensor de pressão).

Foram realizadas as seguintes modificações:

- nas juntas de borracha para teflon com conectores (bucins) que permitem a instalação dos novos termopares e aterramento dos mesmos;
- novo sistema elétrico para o controle da tensão;
- instalação de uma bomba para o circuito secundário;
- desenvolvimento da janela de interface para a aquisição e tratamento dos dados com o *LabView 7.0* [1] da *National Instruments*, devido a facilidade de uso e recursos desta ferramenta, como pode ser visto na Figura 2 a seguir.

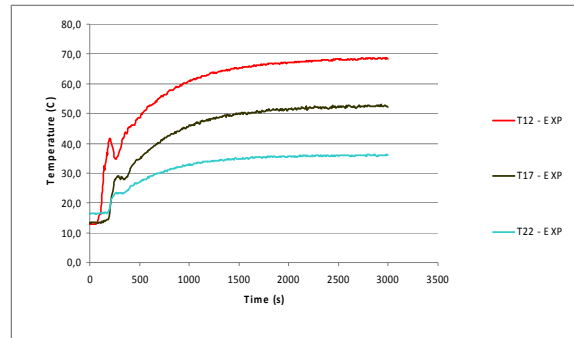


**Figura 2** - Interface de aquisição

## RESULTADOS

Uma vez feita a montagem foi realizado um teste em regime monofásico, com potência de 4.690 W e vazão no secundário de 180 l/h, com a finalidade de testar todos os termopares instalados.

Os resultados experimentais obtidos em regime monofásico são apresentados na Figuras 3. Os pontos escolhidos foram a saída do aquecedor (T12), a saída do trocador de calor (T17) e a saída do secundário (T22).



**Figura 3** - Evolução das temperaturas T12, T17 e T22 em escoamento monofásico

## CONCLUSÕES

Após a renovação do circuito obtivemos melhores resultados experimentais, como visto na Figura 3, pois foram tirados os ruídos, por meio do aterramento, que interferiam na leitura dos termopares.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] LabView 7.0 Express, 2003, National Laboratory, USA.

## APOIO FINANCEIRO AO PROJETO

CNPq – PIBIC e Departamento de Engenharia Química, da Escola Politécnica da USP.