

B19229110

ISSN 0101-3084



CNEN/SP

ipen Instituto de Pesquisas
Energéticas e Nucleares

**SIMULAÇÃO DE EXPERIÊNCIAS DE DESPRESSURIZAÇÃO
ATRAVÉS DO CÓDIGO TRAC-PD2**

Roberto Longo FREITAS e Thadeu das Neves CONTI

IPEN-Pub-343

AGOSTO/1991

SÃO PAULO

**SIMULAÇÃO DE EXPERIÊNCIAS DE DESPRESSURIZAÇÃO ATRAVÉS
DO CÓDIGO TRAC-DP2**

Roberto Longo FREITAS e Thadeu das Neves CONTI

DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA DE REATORES

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

Série PUBLICAÇÃO IPEN

INIS Categories and Descriptors

E32.00

**REACTOR ACCIDENTS
LOSS OF COOLANT
BLOWDOWN
DEPRESSURIZATION
SIMULATION
T CODES**

IPEN - Doc - 4048

Aprovado para publicação em 13/06/91.

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

**SIMULAÇÃO DE EXPERIÊNCIAS DE DESPRESSURIZAÇÃO
ATRAVÉS DO CÓDIGO TRAC-PD2**

Roberto Longo FREITAS e Thadeu das Neves CONTI

Comissão Nacional de Energia Nuclear -SP
Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares
Caixa Postal 11049 - Pinheiros
05499 - São Paulo - Brasil

RESUMO

Este trabalho apresenta a comparação do Código TRAC-PD2 com os resultados das experiências CANON e EDWARD'S PIPE, as quais simulam um Acidente de Perda de Refrigerante Primário - APRP (LOCA) em reatores nucleares refrigerados à água leve pressurizada, através da despressurização de tubos horizontais contendo água à diferentes temperaturas e pressões. Os resultados desta comparação mostram que a evolução da pressão e da fração de vazio durante o transiente são analisados satisfatoriamente pelo Código TRAC-PD2.

*Trabalho apresentado no I Congresso Geral de Energia Nuclear, realizado no Rio de Janeiro, de 17 a 20 de Março de 1986.

**SIMULATION OF BLOWDOWN EXPERIMENTS WITH THE
TRAC-PD2 CODE ***

Roberto Longo FREITAS e Thadeu das Neves CONTI

**Comissão Nacional de Energia Nuclear -SP
Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares
Caixa Postal 11049 - Pinheiros
05499 - São Paulo - Brasil**

ABSTRACT

The experiments CANON and EDWARD'S PIPE were intended to simulate the blowdown phase of a typical PWR loss-of-coolant accident by depressurizing horizontal tubes filled with water at different pressures and temperatures. In this work the computer code TRAC-PD2 was employed to model those experiments. The code results are in good agreement with the experimental data.

*This paper was presented in the I Brazilian Meeting on Nuclear Energy, held at Rio de Janeiro - RJ, March 17-20, 1986.

1. OBJETIVO

Este trabalho apresenta a comparação do Código TRAC-PD2 com os resultados das experiências CANON e EDWARDS PIPE, as quais simulam um Acidente de Perda de Refrigerante Primário - APRP (LOCA) através da despressurização de tubos horizontais contendo água a diferentes temperaturas e pressões. A experiência consiste basicamente na ruptura instantânea de um dos lados da tubulação, sendo efetuado durante o transiente medidas de pressão, temperatura e fração de vazio.

2. CÓDIGO TRAC-PD2

O Código TRAC-PD2 [1], desenvolvido pelo Laboratório Nacional de Los Alamos, foi elaborado para analisar diferentes condições acidentais em reatores nucleares a água leve pressurizada. O Código TRAC-PD2 é baseado no modelo a dois fluidos (6 equações) tridimensional para o vaso de pressão e no modelo "Drift Flux" (5 equações) monodimensional para os demais componentes do circuito. Em ambos os modelos, o Código fornece um conjunto de equações constitutivas, dependentes do regime de escoamento do fluido, para as equações que descrevem a transferência de massa, quantidade de movimento e energia entre as fases vapor e líquido e a estrutura do sistema.

Uma importante característica do Código TRAC-PD2 é a capacidade de analisar completamente um APRP, isto é, simular as fases de despressurização, reenchimento e o remolhamento completo do núcleo do reator.

3. EXPERIÊNCIAS SIMULANDO O ACIDENTE DE REFERÊNCIA

As experiências básicas realizadas para simular um APRP possuem, na maioria das vezes, um enfoque puramente analítico, isto é, apresentam características suficientemente simples e precisas, visando conhecer a influência dos diferentes parâmetros (por exemplo: pressão, vazão, temperatura

dos elementos combustíveis, esforços sobre a estrutura) ao longo dos violentos transientes encontrados. Consequentemente, os resultados destes estudos não podem ser utilizados para justificar a segurança dos reatores nucleares, mas servem, juntamente com todo o conhecimentos acumulado anteriormente, a ajustar os programas de cálculo existente e/ou a escrever novos modelos susceptíveis de melhor descrever os fenômenos físicos encontrados.

É bastante extensa a literatura sobre experiências de depressurização enfocando o acidente de referência. Praticamente, para a realização deste trabalho identificou-se os experimentos representativos dos diversos fenômenos que podem ser dominantes durante as condições de acidentes como, por exemplo, a geração de vapor, o efeito das fases separadas e o escoamento crítico, onde as experiências CANON [2] e EDWARDS PIPE [3] tem um papel importante neste estudo.

Estas experiências simulam o transiente de depressurização de uma central nuclear através do rompimento de um dos lados de um tubo horizontal cheio de água, estudando o comportamento temporal da pressão, fração de vazio, temperatura e força de recuo do tubo. As condições iniciais de operação de cada experiência são dadas na tabela 1.

4. ANÁLISE DOS RESULTADOS

A simulação das experiências CANON [4] e EDWARDS PIPE [3] para diferentes condições iniciais do Código TRAC-PD2 totalizam aproximadamente 80 comparações. Levando-se em conta a disponibilidade de espaço, é evidente que apenas os resultados mais representativos serão apresentados.

A evolução temporal da fração de vazio e da pressão comparadas com a simulação feita pelo Código TRAC-PD2 é mostrada nas figuras 1 a 4. Estes resultados, numa primeira aproximação, são considerados satisfatórios.

Ressalta-se todavia, que em ambos os testes o Código superestima sistematicamente os resultados de fração de va

Tabela 1: Condições iniciais das experiências de despressurização

Experiência	Pressão (bar)	Temperatura (°C)	Diáfagma (mm)	Comprimento (m)
CANON	32 - 150	200 - 300	30-50-70-100	4,369
EDWARDS PIPE	69 - 103	241 - 285	73,2	4,096

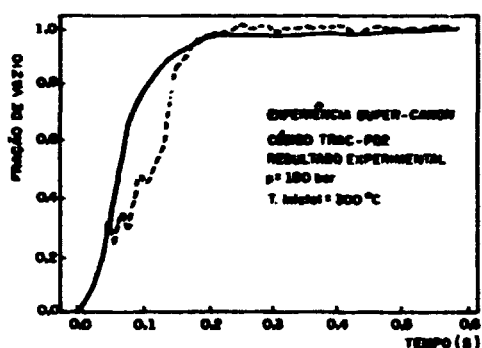


FIG. 1 - EVOLUÇÃO DE FRAÇÃO DE VAZIO. ABERTURA TOTAL DO TUBO: 100mm.

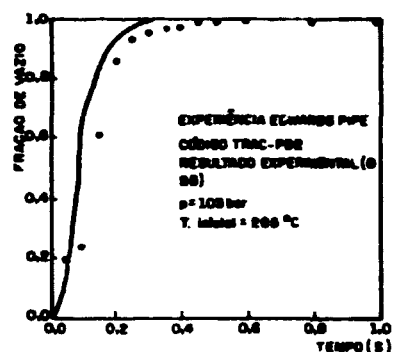


FIG. 2 - EVOLUÇÃO DA FRAÇÃO DE VAZIO

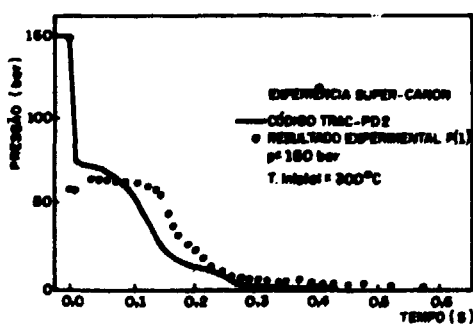


FIG. 3 - EVOLUÇÃO DA PRESSÃO. ABERTURA TOTAL DO TUBO: 100mm

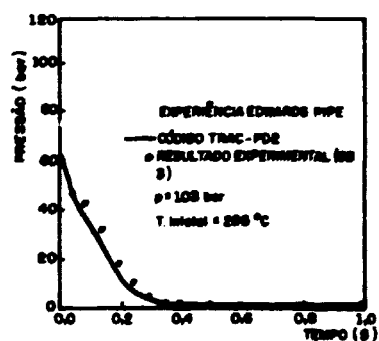


FIG. 4 - EVOLUÇÃO DA PRESSÃO

zido conforme é mostrado nas figuras 1 e 2. Resultados semelhantes para os testes CANON também foram obtidos por Saha e Sanborn [5] e por Lekach [6] através da simulação feita com a versão TRAC-PD2 [7].

Como pode ser visto nas figuras 3 e 4 o Código subestima os dados experimentais de pressão durante o transiente. Visto que a pressão é controlada pela razão de geração de vapor e pelo escoamento crítico na saída da seção de testes nos experimentos analisados, a diferença é coerente e atribuída, em primeira análise, aos modelos existentes no Código que não retratam convenientemente os fenômenos dominantes durante o transiente.

Em vista disto, uma modelagem mais significativa da razão de geração de vapor e do escoamento crítico na saída da tubulação deve ser introduzida no Código.

De uma forma bastante consistente, o Código TRAC-PD2 consegue avaliar corretamente o início e o fim do violento transiente de despressurização para as experiências propostas.

5. CONCLUSÕES

As experiências de despressurização CANON e EDWARDS PIPE que representam o Acidente de Perda de Refrigerante Primário em reatores nucleares à água leve pressurizada, foram simuladas pelo Código TRAC-PD2.

A evolução experimental da fração de vazio e da pressão tiveram o seu comportamento satisfatoriamente analisado pelo Código, porém uma modelagem mais apurada quanto aos termos de razão de geração de vapor e do escoamento crítico na saída da tubulação devem ser revistos, a fim de que o transiente de despressurização possa ser mais realisticamente estudado.

Potencialmente, o Código TRAC-PD2 é capaz de simular experiências básicas de despressurização, necessitando contudo validá-lo em experiências globais mais complexas an-

tes da sua aplicação na análise de acidentes em centrais nucleares.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] TRAC-PD2: an advanced best estimate computer program for pressurized water reactor loss-of-coolant accident analysis. Los Alamos, Los Alamos National Lab., april 1981. (LA-8709-MS).
- [2] RIEGEL, B. Compte rendu des essais a 150 bar. Experience Super Canon. Grenoble, CENG, 1979. (TT / SETRE / 79-2-B/BR).
- [3] EDWARDS, A-R. & OBRIEN, R.B. Studies of phenomena connected with the despressurization of water reactors. J. Br. Nucl. Energy Soc., 2: 125-35, 1970.
- [4] CONTI, T.N. & FREITAS, R.L. Aplicação do código TRAC-PD2 na simulação da experiência CANON. In: FÍSICA de reatores: 5º Encontro Nacional de ... realizado no Rio de Janeiro, 10-12 abril 1985. Rio de Janeiro, 1985. v.2, p.808-17.
- [5] SAHA, P. & SANBORN, Y. Independent assessment of TRAC-PIA with Super CANON blowdown tests. Trans. Am. Nucl. Soc., 35:306-07, 1980.
- [6] LEKACH, S.V. Calculation of the Canon experiment using the TRAC code. Trans. Am. Nucl. Soc., 34:455-56, 1980.
- [7] TRAC-PIA: An advanced best-estimate computer program for PWR LOCA analysis. Los Alamos, National Lab. , may 1979. (LA-7777-MS).