

MEDIDA DE DISTRIBUIÇÃO DE VAZÃO NO NÚCLEO DO REATOR IEA-R1 USANDO O ELEMENTO DMPV-01

Walmir M. Torres, Pedro E. Umbehaun, Delvonei A. Andrade

Centro de Engenharia Nuclear – IPEN-CNEN/SP

Av. Professor Lineu Prestes, 2242

05508-000 São Paulo – SP

wmtorres@ipen.br

RESUMO

O elemento *dummy* instrumentado DMPV-01 foi usado para medir a vazão em algumas posições do núcleo do reator IEA-R1 ocupadas por elementos combustíveis (EC). A vazão foi medida nas posições dos EC nº 152, 153, 169 e 170 referentes à configuração nº 210a de operação do reator. Com base nas medidas efetuadas pode-se concluir que uma parcela considerável de vazão não passa através dos EC e, portanto, não contribui para o seu resfriamento. Os valores de vazão medidos foram muito menores que os valores médios teóricos estimados, os quais estavam sendo usados como dados de entrada nas análises termo-hidráulicas do núcleo. Isso significa que pode estar havendo um desvio de vazão do núcleo muito maior do que

o esperado e desejado ou, que a vazão medida no circuito primário esteja incorreta. Também foram realizados testes para verificar a influência dos irradiadores presentes na configuração 210a, ou seja, o EIS (Elemento de Irradiação de Silício), os EIRA (Elemento de Irradiação Resfriado a Água) e a GI (Guia de Irradiação), na distribuição de vazão. Foi verificada também a influência da presença dos tubos porta-amostra nos orifícios do EIBE (Elemento de Irradiação de Berílio).

1. INTRODUÇÃO

Reatores de pesquisa do tipo piscina aberta, como o IEA-R1, geralmente utilizam elementos combustíveis do tipo placa plana conhecidos como MTR (Materials Testing Reactors). A segurança desses reatores está relacionada com a capacidade de resfriamento desses elementos combustíveis em qualquer estado de operação do reator. O sistema de resfriamento primário é projetado para fornecer vazão suficiente para manter a temperatura das placas combustíveis e do fluido de resfriamento abaixo de limites previamente estabelecidos.

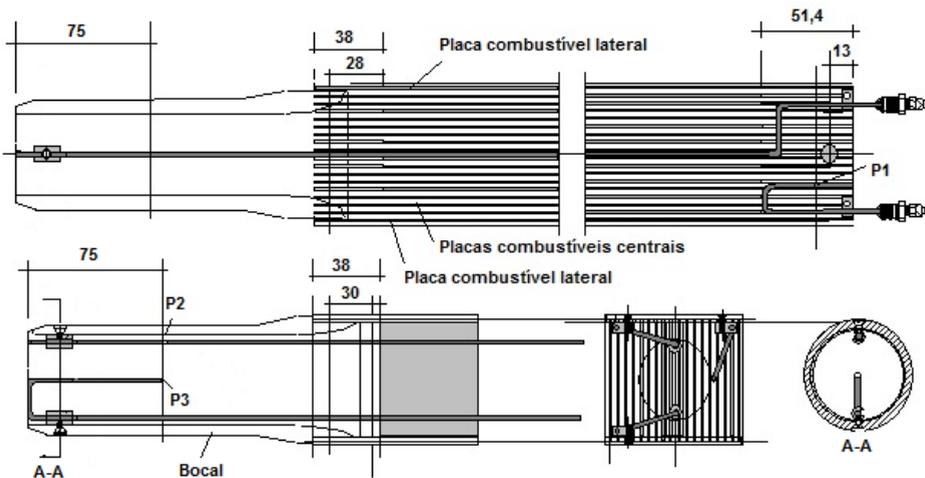
O IEA-R1 é um reator de pesquisas projetado para operar a 5 MW e é usado principalmente para pesquisas e produção de radioisótopos. Durante muitos anos, o IEA-R1 operou em 2 MW e com um núcleo formado por trinta elementos combustíveis. Para essas condições, as margens de segurança eram bastante grandes. Para possibilitar uma maior capacidade de pesquisas e produção, foi decidido em meados dos anos 1990 pelo aumento da potência de operação para 5 MW e um núcleo de 24 elementos combustíveis com um irradiador central de berílio. Análises termo-hidráulicas foram realizadas para essas novas condições e indicaram que as margens de segurança foram muito diminuídas. Por isso, é muito importante conhecer a vazão de resfriamento através dos elementos combustíveis.

2. DESCRIÇÃO DO ELEMENTO DMPV-01

O elemento *dummy* DMPV-01 foi desenvolvido para permitir a medida de vazão individual nos elementos combustíveis dentro do núcleo do reator, [1-2]. Ele tem as mesmas dimensões e quantidade de placas de um elemento combustível padrão utilizado no IEA-R1, exceto as placas combustíveis, que foram substituídas por placas de alumínio. Ele é instrumentado com tomadas de pressão estática (P1 e P2) e dinâmica (P3), que são usadas para medir a vazão que atravessa o elemento combustível, conforme mostra a Figura 1. Para medir as diferenças de pressão (P1-P2) e (P3-P2) foram usados dois transmissores de pressão diferencial (TPD1 e TPD2). Foi desenvolvido um dispositivo (recipiente) para abrigar estes

instrumentos. Este dispositivo tem a função de manter os instrumentos (TPD1 e TPD2) numa posição abaixo do nível da água da piscina, possibilitando com isso, que as linhas de pressão fiquem sempre cheias com água. O dispositivo possui ainda um sistema que permite o enchimento das linhas de pressão com água desmineralizada proveniente do sistema de tratamento de água do IEA-R1 e a expulsão das bolhas de ar dessas linhas. Com isso, evita-se a contaminação dos transmissores de pressão com a água da piscina.

Figura 1 – Desenho simplificado do elemento instrumentado DMPV-01.



2.1. Curva de Calibração do DMPV-01

O DMPV-01 foi instrumentado com tomadas de pressão estática (P1 e P2) e dinâmica (P3) que permitem, por meio de uma curva de calibração, medir a vazão que atravessa o mesmo. Os experimentos para a obtenção de dados para a construção da curva de calibração foram realizados na Bancada de Aferição de Vazão (BAV), conforme ilustra a Figura 2. A Figura 3 mostra a curva de calibração do DMPV-01 em termos de vazão volumétrica (m^3/h) e DP (mBar). A medida da vazão no circuito foi realizada por uma placa de orifício e um transmissor de pressão diferencial, e um termopar do tipo K de 1,5 mm de diâmetro foi usado para medir a temperatura da água durante os experimentos. Maiores detalhes com relação ao experimento de calibração do DMPV-01 podem ser vistos em [2].

Figura 2 – BAV adaptada para calibração do DMPV-01.

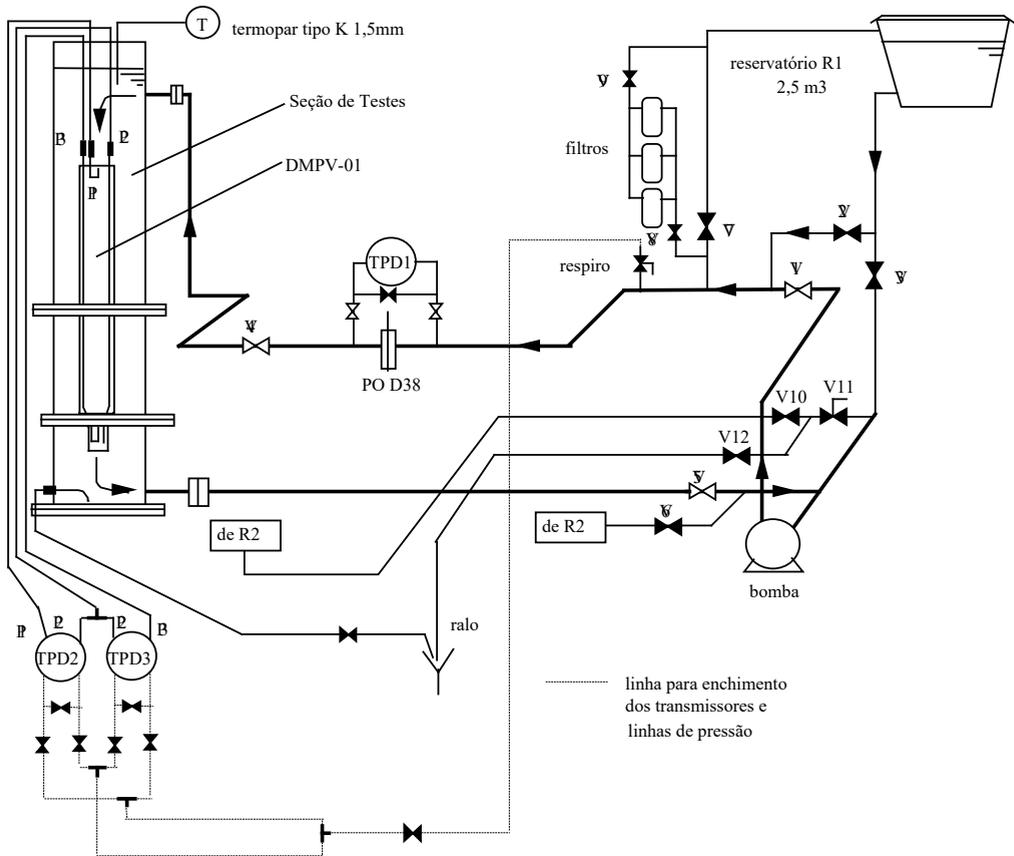
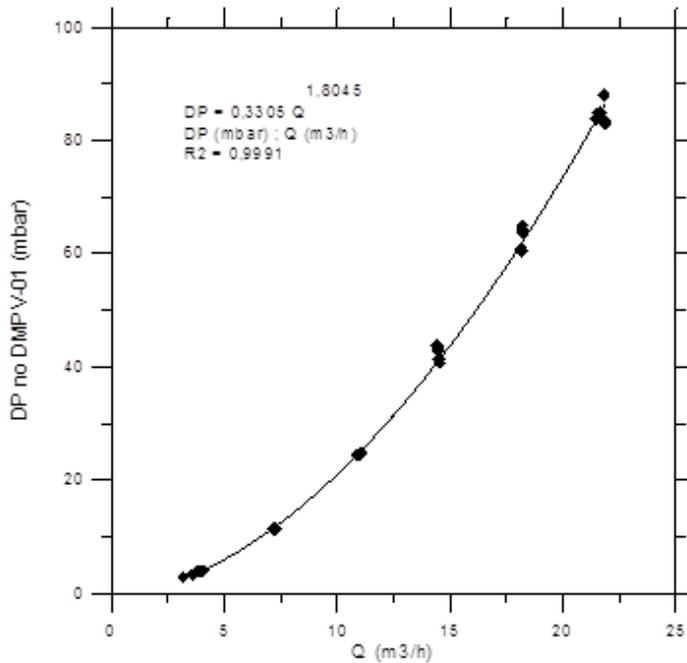


Figura 3 – Curva de calibração do DMPV-01.



2.2. Medida da distribuição de vazão no núcleo

A medida de distribuição de vazão no núcleo foi realizada na configuração 210a de operação com o reator desligado, conforme ilustra a Figura 4. As medidas de vazões correspondem às posições 152, 153, 169 e 170 da configuração 210a e foram realizados dez testes com o reator desligado. A Figura 5 apresenta os resultados.

A vazão teórica por elemento combustível, sem considerar as vazões entre elementos combustíveis e vazões através dos irradiadores, seria igual a vazão do sistema total dividida pela quantidade de elementos combustíveis ($N = 24$), ou seja,

$$Q = Q_{\text{total}} / N \quad (1)$$

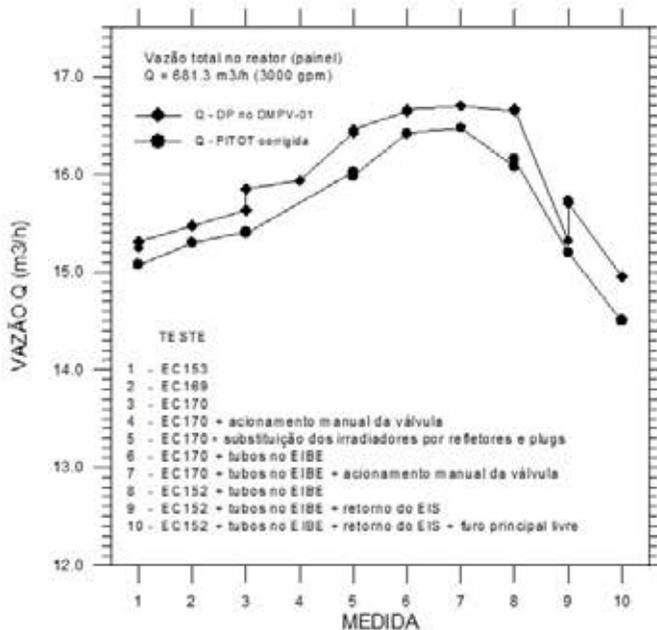
Para uma vazão de operação de 3000 gpm (681,3 m³/h), a vazão média teórica por elemento combustível seria $Q = 28,24$ m³/h. Observando a Figura 5, nota-se que as máximas vazões medidas foram da ordem de 16,80 m³/h (testes 6, 7 e 8). Isso indica que uma parcela considerável da vazão está passando por fora do núcleo e não está sendo eficiente em seu resfriamento, diminuindo assim as

margens de segurança. Estudos, testes e ações foram realizados para identificar, corrigir e diminuir essa vazão de desvio.

Figura 4 – Configuração 210a de operação do núcleo do reator IEA-R1.

ΔP	TD	TD	TD	TD	TD	TD	TS
TS	TS	TS	TS	TS	TS	TS	LIN
R	TS	R	EIRA	R	R	R	R
EIS	EIS	R	EIRA	R	GI	R	CF
EIS	EIS	EC 153	EC 168	EC 156	EC 160	EC 150	R
R	EIGRA I	EC 158	ECT 166	EC 169	ECT 180	EC 171	EIF
R	R	EC 164	EC 161	EIBE	EC 162	EC 163	R
R	EIGRA II	EC 159	ECT 179	EC 170	ECT 167	EC 154	R
S2	R	EC 152	EC 155	EC 157	EC 165	EC 151	S3
R	R	R	R	R	R	R	R

Figura 5 – Medidas de Vazão Volumétrica no Núcleo do Reator IEA-R1.



3. CONCLUSÕES

O elemento *dummy* instrumentado DMPV-01 foi usado para medir a distribuição de vazão no núcleo do reator IEA-R1. As medidas foram realizadas com o reator desligado para a configuração 210a do núcleo. Uma comparação entre os valores de vazão média teórica calculada por EC e os valores máximos medidos pelo DMPV-01 mostrou uma grande diferença entre os valores, indicando que uma parcela considerável de vazão não está passando pelo núcleo e, portanto, não está contribuindo para o seu resfriamento. Estudos e ações posteriores foram realizados visando o aumento da vazão através dos elementos combustíveis.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Centro de Engenharia Nuclear (CEENG), ao Centro do Combustível Nuclear (CECON) e ao Centro do Reator de Pesquisas (CRPq).

REFERÊNCIAS

1. LIMA, R. M.; OLIVEIRA, F. S. *Relatório descritivo de fabricação do elemento DMPV-01*. Relatório Descritivo de Fabricação nº RDF-DMPV-01/01 – R:00. Set. 2000.
2. TORRES, W. M. *Desenvolvimento do elemento DMPV-01 para medida de vazão no núcleo do reator IEA-R1*. Relatório Técnico nº PSE.CENT.IEAR1.001.00 – RELT.003.00. Mar. 2001.
3. UMBEHAUM, P. E.; ANDRADE, D. A. *Reavaliação das condições termo-hidráulicas do núcleo do Reator IEA-R1 para produção de molibdênio*. Relatório Técnico nº PSI.ROI.IEAR1.055 – RELT.001.00. Jul. 1999.

