



22 a 27 de abril de 1990

ANAIS - PROCEEDINGS

ENSAIOS PARA VERIFICAÇÃO DA INTEGRIDADE DA CAMISA DOS  
ELEMENTOS COMBUSTÍVEIS UTILIZADOS NO REATOR IEA-R1

JOEL ALVARENGA DE SOUZA e  
ROBERTO FRAJNDLICH

Departamento de Reatores e Circuitos Experimentais  
Divisão de Reatores e Experimentação Nuclear  
Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares -  
CNEN/SP - SÃO PAULO - SP

SUMÁRIO

O presente trabalho tem como finalidade fornecer um método experimental para verificação dos elementos combustíveis utilizados no núcleo do reator no que diz respeito à integridade da camisa. O método experimental permite analisar o comportamento destes elementos combustíveis no tocante à liberação de produtos de fissão, elegendo-se critérios para escolha ou rejeição de cada um deles.

ABSTRACT

This paper describes an experimental method for verifying the integrity of the fuel element cladding used in reactor core arrangement. The experimental method allows an analysis of fuel element behavior with respect to the fission products release and provides a criteria for rejection or approval of the fuel element.

## 1. INTRODUÇÃO

O Reator IEA-R1 no Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares vem operando desde 1957 a uma potência de 2 MW segundo um ciclo de operação de 4 e 5 dias por semana, 8 horas diárias. Atualmente o núcleo é composto por 32 elementos combustíveis do tipo MTR que apresentam variações no que diz respeito a queima e ao enriquecimento em U-235 a saber:

- 23 elementos combustíveis de origem americana (enriquecidos a 93% em U-235), com uma queima média de 40%;
- 5 elementos combustíveis de origem alemã (enriquecido a 20% com uma queima média de 30%;
- 4 elementos combustíveis nacionais (20% enriquecidos) com baixa queima média.

As altas taxas de queima de alguns elementos combustíveis assim como a fabricação e utilização de elementos nacionais tornou necessária a realização de ensaios que verificassem a integridade da camisa destes elementos. Desta forma, foi desenvolvido um dispositivo experimental na própria divisão de operação de reatores e experimentação nuclear capaz de verificar esta integridade.

O objetivo deste trabalho é o de apresentar o método experimental desenvolvido e analisar os resultados.

## 2. DESCRIÇÃO DO DISPOSITIVO EXPERIMENTAL

O dispositivo utilizado no ensaio (Figura 1) é formado por duas partes, a primeira fica imersa na piscina do reator e conterá o elemento combustível a ser verificado; a segunda parte está montada ao lado da piscina e contém os instrumentos e filtros necessários a eventual retenção dos gases e particulados provenientes dos elementos ensaiados.

A parte do dispositivo imersa é constituída de uma caixa de alumínio soldada na sua extremidade inferior a um bocal de fixação cuja função é o de adaptar o dispositivo na placa matriz para manter o conjunto rígido.

A esta caixa, prende-se, lateralmente, um tubo de alumínio que se eleva até a superfície da piscina e serve como um alimentador de ar comprimido que deverá passar entre as placas do elemento combustível. Uma campânula presa a um outro tubo funcionará como adaptador na parte superior da caixa de alumínio. Este tubo conduzirá o ar comprimido que passa entre as placas até a bancada onde estão os filtros. A bancada (Figura-2), por sua vez, é composta por um frasco do tipo Kitassato, manômetros e filtros.

## 3. OPERAÇÃO DO DISPOSITIVO

Inicialmente, identifica-se o elemento combustível examinado através do número existente em sua lateral. Em seguida o elemento combustível é introduzido no dispositivo localizado na posição 31 da placa matriz (Figura-3) e em seguida acopla-se a campânula de

alumínio munida de tubo para passagem de ar. Inicia-se a operação do reator e, ao atingir a potência de 3 kW, aguarda-se 10 minutos até que a potência se estabilize.

O ar inicialmente injetado passa por um filtro para retirar possíveis impurezas,, tais como gotículas de óleo vinda do compressor. Esta injeção é regulada por um registro e por um manômetro. Este ar (pressão de 0,64 bar) passa pelo elemento alcançando a campânula, sendo em seguida conduzido a um frasco Kitassato. Antes de chegar ao Kitassato, a pressão do ar é regulada para 0,45 bar. Ao entrar no Kitassato, o ar se separa da água que o acompanha por um novo passadouro onde há um terceiro manômetro. Neste caminho há uma bifurcação onde cada ramo é munido de um registro. Um dos ramos dá acesso direto ao sistema de exaustão do prédio enquanto o outro dá acesso a um sistema onde estão os filtros e em seguida vai também para o sistema de exaustão.

Decorrido aquele intervalo de tempo, colocam-se os filtros de carvão e filtros millipore e inicia-se a passagem de ar durante 15 minutos. Estes filtros são próprios para retenção de gases e particulados. Uma vez esgotado este tempo, fecha-se o registro e aguarda-se um período de 5 minutos para retirá-los do sistema e levá-los até o laboratório de contagem para efetuarem-se as medidas com detector de Ge puro e eletrônica associada.

Repete-se o mesmo procedimento com filtro de cloreto de cálcio granulado que retém eventuais produtos de fissão dissolvidos na água. Este filtro é analisado com um detector de Ge(Li) acoplado a um multicanal de 4036 canais. A análise dos espectros obtidos é realizada por meio de um microcomputador HP modelo 2100A utilizando o programa FALA, em linguagem BASIC, desenvolvido na Divisão de Radioquímica do IPEN-CNEN/SP.

#### 4. CONDIÇÕES FINAIS E PRECAUÇÕES

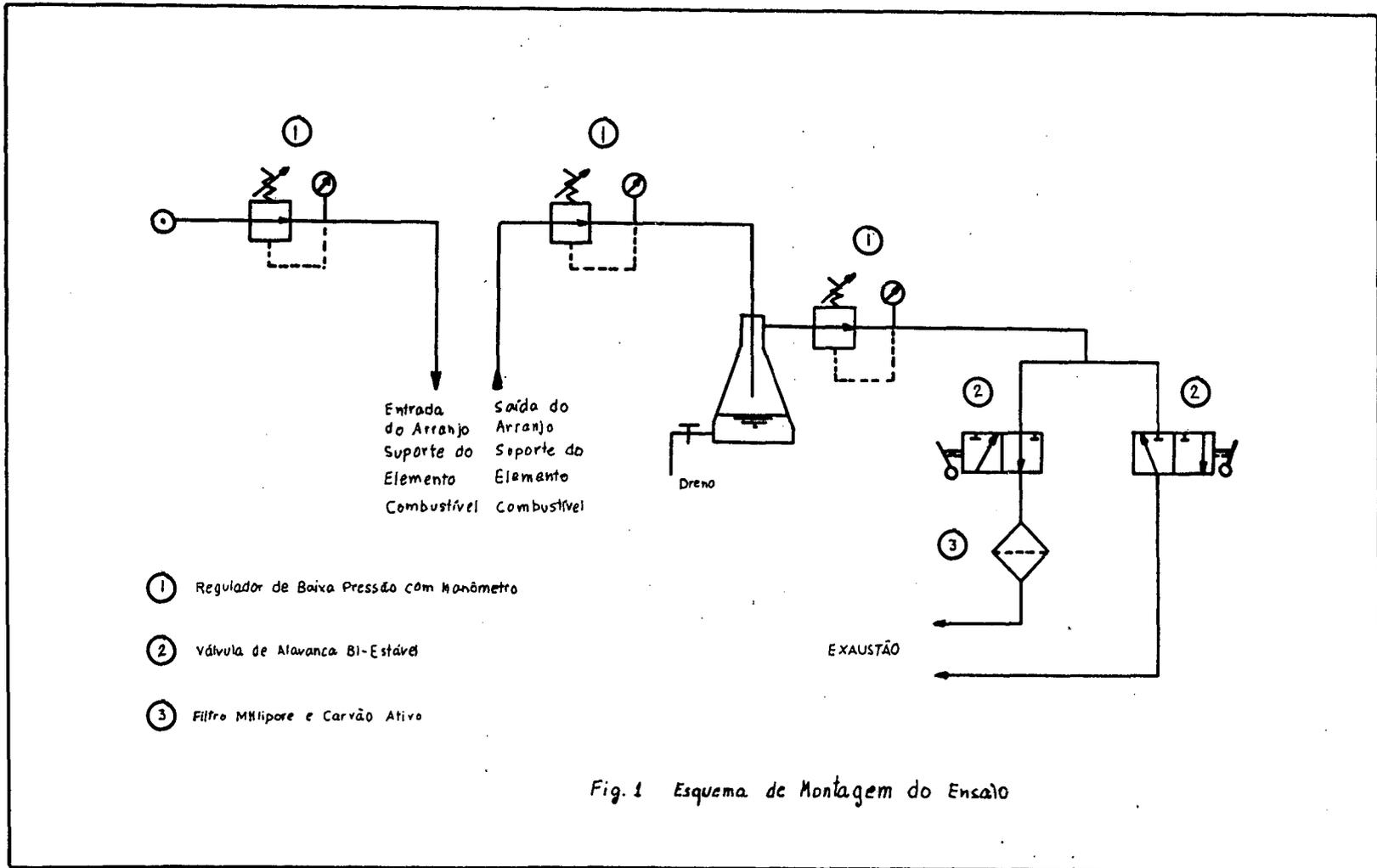
Para que os resultados permitam uma análise estatística usando o método teste-t (de Student) aplicado para verificar a igualdade entre a média das contagens e a média das réplicas é necessário que sejam experimentados no mínimo 5 elementos combustíveis presentes no núcleo do reator, além de um elemento padrão ou "réplica" que é um elemento geometricamente idêntico ao elemento combustível mas com a diferença de ser constituído apenas de alumínio. Este elemento serve para se ter certeza da não existência de produtos de fissão na água.

Os elementos a serem experimentados permitem que se determine estatisticamente os limites mínimo e máximo de contagem para a configuração a ser estudada dentro de um intervalo de confiabilidade adotado como 95%.

Para que um elemento seja considerado "não utilizável", além de precisar estar com sua contagem fora dos limites encontrados no método estatístico, precisará haver uma confirmação da existência de produtos de fissão nos filtros.

BIBLIOGRAFIA

- (1) SOUSA, J.A. - Ensaio com Elementos Combustíveis para Verificar a Ocorrência de Liberação de Produtos de Fissão - IPEN - São Paulo - 1978.



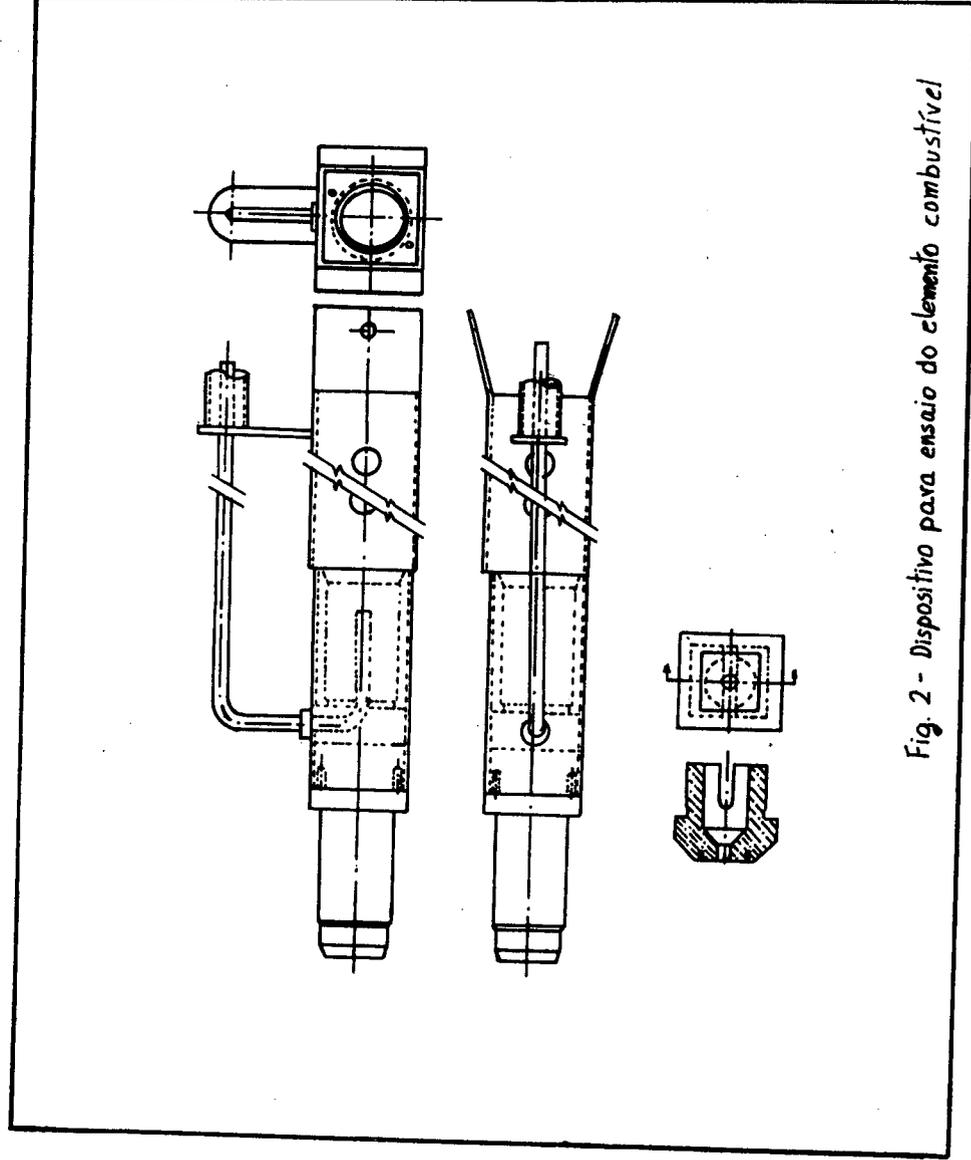
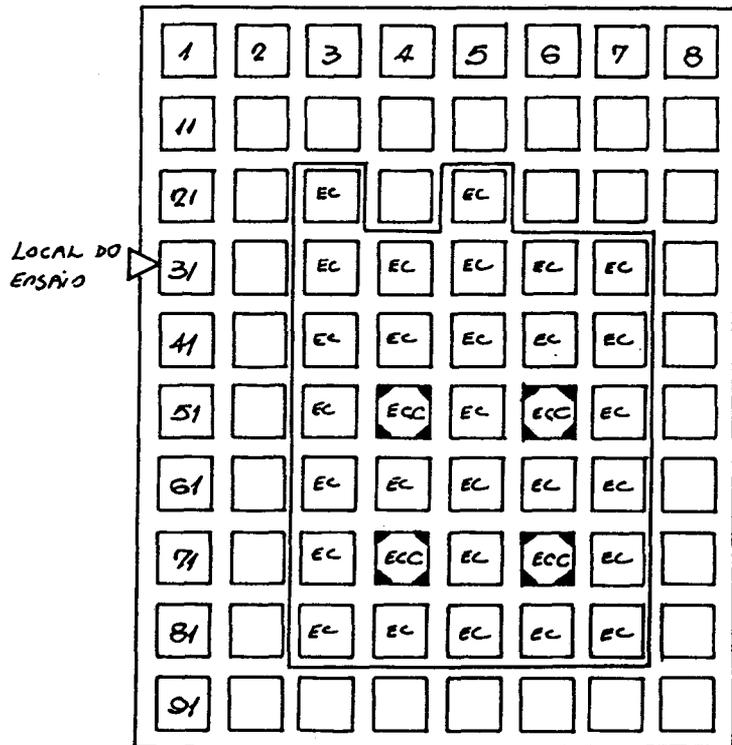


Fig. 2 - Dispositivo para ensaio do elemento combustível



EC - ELEMENTO COMBUSTÍVEL  
 ECC - ELEMENTO COMBUSTÍVEL DE CONTRÔLE

FIGURA 3 - MAPA DA CONFIGURAÇÃO DO NÚCLEO