

# Determinação de Sr-90 das águas do Reator IEA-R1

**Matheus Dourado Mariano e Jefferson Koyaishi Torrecilha**  
**Instituto de Pesquisas Energéticas Nucleares-IPEN**

## INTRODUÇÃO

O reator IEA-R1 do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN), instalado no Centro de Reator de Pesquisas (CERPq) é do tipo piscina aberta. Para que o reator funcione de forma ideal o resfriamento ocorre por meio de dois sistemas, um sistema primário e um secundário, e conta com diversos componentes. Entre eles, está a piscina, tubulação, tanque de decaimento, bombas, trocadores de calor, distribuidor, válvulas e estrutura. A água da piscina, componente chave para dissipação do calor, deve ser desmineralizada e encontrada em um estado de pureza alto, para que seja minimizada a formação de radionuclídeos por meio da ativação neutrônica de elementos que podem estar tanto na água. Esses elementos são originados desde componentes do próprio reator, tal como o alumínio dos elementos combustíveis, aço das tubulações e da parede da piscina ou até elementos atmosféricos [1].

Como parte do processo de garantia da qualidade do reator IEA-R1, a água da piscina é analisada duas vezes por dia durante seu funcionamento para verificar a presença de radionuclídeos, seja nos elementos combustíveis ou no processo de purificação da água. No caso do reator IEA-R1, a purificação da água da piscina é feita pelo tratamento utilizando-se um sistema de filtros de carvão e resinas de troca iônica. Essas resinas passam por regeneração com hidróxido de sódio e ácido sulfúrico 4% a cada aproximadamente 750 horas de funcionamento do reator. Essas soluções são descartadas em um tanque específico chamado SAMP, contendo, portanto, radionuclídeos arrastados da resina.

A água da piscina do sistema primário é bombeada no sentido descendente através dos elementos combustíveis para remoção do calor da fissão do núcleo. Em seguida, a água flui através do tanque de decaimento para diminuir a atividade antes de entrar no trocador de calor, que transfere o calor para o sistema de resfriamento secundário. O sistema secundário circula a água aquecida para a torre de resfriamento que dissipa o calor para a atmosfera. A água do circuito primário retorna à piscina do reator através dos difusores na região inferior da piscina. Durante o processo de resfriamento, há perda de água proposital, portanto, esta etapa também pode gerar resíduo radioativo que também fica armazenado no SAMP.

## OBJETIVO

O projeto tem como objetivo o mapeamento do fluxo dos radionuclídeos na planta do reator, por meio da determinação do nível de atividade do Sr-90 encontrado tanto na água da piscina do reator como nos resíduos dos tanques de contenção.

As amostras foram coletadas em diferentes da piscina do reator e nos tanques de contenção dos resíduos para a medição do Sr-90. Entre elas estão a piscina, as duas fases do primeiro tanque de retenção (interno) e as duas fases do segundo tanque retenção (externo).

Para determinação de Sr-90 foi seguido o procedimento de LEHTO e HOU [2] com algumas adaptações. Foram coletadas aproximadamente um litro de amostra da piscina do reator por dia de funcionamento, totalizando seis amostras. Do tanque de

retenção foram coletadas aproximadamente cinco litros. Para realizar as análises, as amostras foram reduzidas a quase a secura, e adicionados carreador de  $\text{Sr}^{2+}$  estável, com concentração  $7,122 \text{ mg.ml}^{-1}$ . Em seguida as soluções foram retomadas em meio nítrico com a adição de 20 ml de  $\text{HNO}_3$   $8 \text{ mol L}^{-1}$  e percoladas em colunas de troca iônica Sr-Spec. Antes das amostras passarem pela resina, esta foi condicionada em com o mesmo meio da amostra.

Nesta condição o Sr fica retido na resina e o Y e demais interferentes passam como efluentes pela coluna. Em seguida o Sr é eluído pela passagem de 30 ml de  $\text{HNO}_3$   $0,05 \text{ mol L}^{-1}$  e o efluente recolhido em béquer de 150 ml. A solução foi aquecida em chapa aquecedora a  $60 \text{ }^\circ\text{C}$  e 0,3 g de ácido oxálico foi adicionado juntamente com hidróxido de amônio para ajustar o meio para em alcalino, sob vigorosa agitação.

Nessas condições, o precipitado de Sr é formado, seguido de uma filtração em sistema Millipore com papel Whatman 41. O papel filtro foi seco e em seguida pesado para a determinação gravimétrica do rendimento químico do processo. O filtro foi colocado em frasco próprio para cintilação, juntamente com 1 ml de  $\text{HNO}_3$   $1 \text{ mol L}^{-1}$  e 15 ml de solução cintiladora Ultima Gold AB. O frasco passou por breve agitação antes de ser acrescentado ao sistema de contagem Cintilador Hydex para determinação da atividade.

A tabela 1 contém as amostras analisadas, assim como a atividade radioativa do Sr-90, em  $\text{Bq g}^{-1}$ .

TABELA 1. Atividade Sr-90, em  $\text{Bq g}^{-1} \pm$  propagação de incerteza.

Amostras	
APR1	$5,65\text{E-}04 \pm 1,36\text{E-}04$
APR2	$7,24\text{E-}04 \pm 1,69\text{E-}04$
APR3	$7,91\text{E-}04 \pm 1,88\text{E-}05$
APR4	$8,01\text{E-}04 \pm 1,87\text{E-}04$
APR6	$2,71\text{E-}04 \pm 6,81\text{E-}05$
APR7	$8,08\text{E-}04 \pm 1,87\text{E-}04$
T1R1	$1,64\text{E-}04 \pm 4,20\text{E-}05$

A partir dos resultados obtidos é possível concluir que a ordem de grandeza de Sr-90 presentes tanto na água da piscina como nos resíduos provenientes dos tanques podem não ser um problema, entretanto, mais amostras serão analisadas para que seja possível garantir com mais precisão a segurança da baixa formação do radionuclídeo estudado.

[1] ZAHN, G. S.; TICIANELLI, R. B.; SILVA, P. S. C.; GENEZINI, F. A. Contribuições do reator IEA-R1 para a pesquisa nuclear, Edgard Blücher Ltda. (2022).

[2] LEHTO, J.; HOU, X. Chemistry and Analysis of Radionuclides: Laboratory Techniques and Methodology. [S.l.]: WILLEY-VCH, (2011).

CNPq - Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico.