

## Categorização de fontes radioativas seladas em desuso (FRSD)

Paloma Suzane Cabrera e Roberto Vicente

Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares - IPEN

### INTRODUÇÃO

De acordo com o Glossário de Segurança Nuclear da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN)[1], é considerada uma fonte selada toda “*fonte radioativa encerrada hermeticamente em uma cápsula, ou ligada totalmente a material inativo envolvente, de forma que não possa haver dispersão da substância radioativa em condições normais e severas de uso*”. Categorizar as fontes radioativas seladas em desuso (FRSD) é importante no sentido de ajudar a definir o risco radiológico que estas representam, além de otimizar o processo de deposição. Para a categorização das FRSD alguns conceitos são importantes:

- A atividade D (do inglês, *dangerous*) corresponde a um valor acima do qual a FRSD é considerada uma ‘fonte perigosa’, pois tem um potencial significativo de ocasionar efeitos determinísticos graves se não for gerida de forma segura. Uma lista bastante abrangente dos valores ‘D’ são apresentadas na referência [2].
- A atividade E é denominada atividade isenta (ou nível de dispensa), isto é, a atividade tal que a FRSD pode ser incondicionalmente descartada como rejeito comum, pois não apresenta riscos. É definida para diversos radionuclídeos pela CNEN [3].

A Agência Internacional de Energia Atômica (IAEA) fornece uma categorização de FRSD baseada em uma classificação relativa à atividade da fonte constituindo cinco categorias, vide Tabela 1 a seguir.

**Tabela 1:** Sistema de categorização de FRSD sugerida pela IAEA, em que A é a atividade da fonte, D é a atividade

*dangerous* e E é o nível de isenção.

<b>Categoria 1</b>
$A/D \geq 1000$ $A \geq 1000 D$
<b>Categoria 2</b>
$1000 > A/D \geq 10$ $10 D < A < 1000 D$
<b>Categoria 3</b>
$10 > A/D \geq 1$ $D < A < 10 D$
<b>Categoria 4</b>
$1 > A/D \geq 0,01$ $0,01 D < A < D$
<b>Categoria 5</b>
$0,01 > A/D \geq E$ $A < 0,01 D$

### OBJETIVO

A categorização sugerida pela IAEA considera apenas a atividade da FRSD, este método pode gerar ambiguidades. Por exemplo, consideremos duas fontes com a mesma atividade, uma com meia vida da ordem de dias e outra com meia vida da ordem de milhares de anos. No sistema de categorização sugerido pela IAEA essas duas fontes estariam na mesma categoria, mas, claramente, representam riscos diferentes.

Outros parâmetros que caracterizam a FRSD, como a meia vida, podem ser utilizados para categorizá-la e melhor definir o risco que ela representa. Neste sentido, este trabalho tem por objetivo sugerir dois novos sistemas de categorização para FRSD.

## METODOLOGIA

O primeiro sistema de categorização sugerido considera o tempo necessário para que a atividade da FRSD diminua de forma que esta se enquadre na Categoria 4 do sistema da IAEA, isto é, fornece o tempo de deposição a fim de que sua atividade se enquadre entre 0,01 D e D.

O segundo sistema de categorização sugerido considera o tempo necessário para que a atividade da FRSD seja menor que seu valor E, isto é, fornece o tempo de deposição a fim de que a atividade da fonte seja tal que  $A < E$ .

**Tabela 2:** Novos sistemas de categorização de FRSD sugeridos neste trabalho, em que t é o tempo em anos.

	<b>Categorias</b>	<b>Descrição</b>
<b>Primeira nova categorização</b>	<b>A</b>	$t \geq 300$
	<b>B</b>	$50 < t <$
	<b>C</b>	$t \leq 50$
<b>Segunda nova categorização</b>	<b>a</b>	$t \geq 300$
	<b>b</b>	$50 < t <$
	<b>c</b>	$t \leq 50$

## RESULTADOS

Para aplicação dos sistemas de categorização de FRSD apresentados neste trabalho, contou-se com a colaboração dos seguintes órgãos da CNEN: CDTN, CRCN, IEN e IPEN. Tais órgãos organizaram um inventário das FRSDs que possuem atualmente conteúdo todas as informações necessárias: radionuclídeo da fonte, atividade inicial, data de fabricação e número de fontes.

Ao todo, os três sistemas de categorização foram aplicados a 15468 FRSDs, que continham 27 radionuclídeos diferentes. São eles: Am-241, AmBe-241, Ba-133, C-14, Cd-109, Cf-252, Cm-244, Co-57, Co-60,

Cs-134, Cs-137, Fe-55, Ge-68, H-3, Ir-192, Kr-85, Na-22, Ni-63, Pm-47, Pu-238, Ra-

226, RaBe-226, Ru-106, Se-75, Sr-90, Th-232, Ti-44 e Tl-204.

## CONCLUSÕES

Conclui-se que o sistema de categorização apresentado pela IAEA possui muitas aplicações, mas que no dia-a-dia a gerência de rejeitos requer um sistema de categorização que possibilite tomadas de decisões mais rápidas quanto à correta e segura gestão FRSD.

Foi possível verificar que dentre as 15468 FRSDs em posse dos órgãos da CNEN, aproximadamente 34% possui atividade maior que seu nível de dispensa ( $A > E$ ), isto é, 5195 fontes já poderiam ter sido descartadas.

A aplicação das novas categorizações aqui sugeridas às fontes armazenadas em órgãos da CNEN comprovou sua utilidade e praticidade, de forma que acredita-se que estes novos sistemas de categorização devem complementar a categorização da IAEA, de forma que juntas descrevem um panorama mais claro das FRSDs contidas no inventário e das medidas a serem tomadas para corretamente gerenciá-las.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] CNEN. Glossário de Segurança Nuclear. CNEN, setembro/2015.

[2] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. Method for developing arrangements for response to a nuclear or radiological emergency. (Updating IAEA-TECDOC-953), Emergency preparedness and response series, Vienna.

[3] CNEN. Gerência de rejeitos radioativos de baixo e médio níveis de radiação. Norma CNEN NN 8.01, abril / 2014.

## APOIO FINANCEIRO AO PROJETO

CNPQ