

## Cálculo do risco radiológico de fontes seladas em desuso em função do tempo

Júlio de Oliveira Júnior e Roberto Vicente  
Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares - IPEN

### INTRODUÇÃO

Nesse trabalho analisou-se as cadeias de decaimento de duas fontes radioativas seladas em desuso (FRSD) pertencentes ao Ipen, uma de Califórnio-252 e outra de Cúrio-244.

O risco radiológico de uma FRSD é calculado com base no fator de dose dos radioisótopos e no tipo de exposição sofrida por um indivíduo caso entre em contato com o rejeito.

Dessa forma, o risco relativo oferecido pelos isótopos-filhos formados durante o processo de decaimento será sempre uma fração do risco inicial.

Esse risco calculado é válido apenas caso exista um cenário de intrusão, ou seja, apenas se algum indivíduo entrar em contato com a FRSD. As fontes não oferecem risco imediato se estiverem armazenadas de forma adequada.

### OBJETIVO

Objetivou-se estimar o decaimento das fontes radioativas por meios teóricos e determinar um índice de risco relativo para as FRSD no futuro. Levou-se em conta também os isótopos-filhos formados pelo decaimento radioativo e seus respectivos níveis de toxicidade, de modo a ilustrar a importância de saber não somente o risco de um radioisótopo, mas também de conhecer sua cadeia de decaimento para prevenir uma má gestão dos rejeitos.

### METODOLOGIA

Obtiveram-se as atividades iniciais de cada fonte por meio dos registros originais das

fontes. Usando uma abordagem mais conservadora, no caso do  $^{244}\text{Cm}$ , estimou-se que a atividade inicial das fontes era igual à do radioisótopo em Dezembro de 2015, data em que sua atividade foi medida em um relatório anterior. Os cálculos de decaimento das fontes foram feitos por meio do uso da equação de Bateman (Logan J Harr):

$$A_n(t) = \sum_{i=1}^n \left[ A_i(0) \times \left( \prod_{j=1}^{n-1} \lambda_j \right) \times \left( \sum_{j=1}^n \left( \frac{e^{-\lambda_j t}}{\prod_{p=i, p \neq j}^n (\lambda_p - \lambda_j)} \right) \right) \right] \quad (I)$$

Em que  $A_n(t)$  é a atividade em função do tempo do radioisótopo  $n$  da cadeia de decaimento, medido em Becquerel (Bq);  $t$  é o tempo, medido em anos;  $\lambda_p$  é a constante de decaimento do isótopo-filho  $p$  e  $\lambda_j$  é a constante de decaimento do isótopo-pai  $j$ . A fórmula para obter o risco radiológico relativo ao longo do tempo é uma simples comparação, dada pelo produto de sua atividade pelo seu coeficiente de dose (ORAU, ICRP) dividido pelo produto da atividade presente pelo coeficiente de dose do primeiro radioisótopo da cadeia de decaimento:

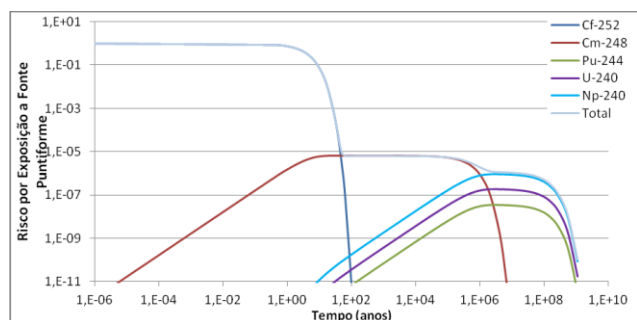
$$R(t) = \frac{A_i F_i}{A_0 F_0} \quad (II)$$

Na qual  $R(t)$  é o risco radiológico relativo em função do tempo,  $A_i$  é a atividade do radioisótopo  $i$ ,  $A_0$  é a atividade inicial do radioisótopo na data de referência, medidas em Bq;  $F_i$  é o fator de dose do radioisótopo  $i$  para o tipo de exposição considerada e  $F_0$  é o fator de dose do primeiro isótopo da cadeia de decaimento, medidos em Sivert por Becquerel.

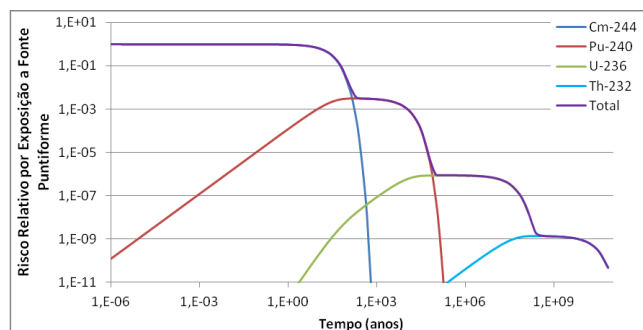
## RESULTADOS

Os resultados obtidos foram dispostos em tabelas e posteriormente usados para esboçar os gráficos do risco radiológico relativo em função do tempo.

As Figuras 1 e 2 a seguir servem como representação geral do comportamento dos dados obtidos durante o processo:



**Figura 1: Taxa de Risco para Exposição à Fonte Puntiforme de  $^{252}\text{Cf}$**



**Figura 2: Taxa de Risco por Exposição Externa à Fonte Puntiforme de  $^{244}\text{Cm}$**

## CONCLUSÕES

Concluiu-se que o risco radiológico relativo das FRSD será até cem mil vezes menor dentro de um prazo de cem anos e que essas fontes em particular não são tão perigosas, podendo ser armazenadas em depósitos intermediários sem maiores complicações.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1]Extraído de: <http://www.orau.org>
- [2]Extraído de: <http://www.icrp.org>
- [3] Logan J Harr, 2007

## APOIO FINANCEIRO AO PROJETO

PIBIC CNPq e IPEN-CNEN/SP.