

Uso de Dados da Verificação Diária de Detectores para Determinação da Meia-Vida de Radioisótopos

Vitor Cavalcanti Gonçalves e Guilherme Soares Zahn
Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares - IPEN

INTRODUÇÃO

A determinação precisa da meia-vida de radionuclídeos com meia-vida longa é de grande importância, uma vez que estes são freqüentemente utilizados como fontes padrão para a calibração de sistemas de detectores. Assim, uma vez que existem diferenças nos valores encontrados na literatura, novas medidas são freqüentemente feitas com o objetivo de atualizar o valor de consenso, tornando-o mais preciso e confiável.

Existem duas maneiras de determinar meias-vidas longas [1]. O primeiro método consiste em medir precisamente a atividade específica de um radionuclídeo, o que tem diversas dificuldades experimentais. O outro método consiste em acompanhar a atividade de uma amostra radioativa durante um longo período de tempo, de modo a ser possível ajustar adequadamente a curva de decaimento radioativo. Como laboratórios de detecção de radiação muitas vezes fazem uma verificação periódica dos detectores, medindo a mesma fonte radioativa na mesma geometria todos os dias (ou a cada poucos dias) em cada detector, assumindo-se que os detectores permaneçam estáveis, os resultados destas medições podem, em princípio, ser utilizados para a determinação das meias-vidas dos isótopos utilizados na verificação.

OBJETIVO

Este trabalho tem o objetivo de testar a possibilidade de utilização de dados de verificações diárias realizadas no Laboratório de Ativação de Neutrônica do IPEN, de forma a determinar valores

precisos para as meias-vidas dos radioisótopos Co-57 e Co-60.

METODOLOGIA

Para testar a confiabilidade e precisão dos resultados de meia-vida obtidos a partir dos dados da verificação diária de detectores, os dados referentes a quatro detectores do Laboratório de Ativação Neutrônica do IPEN-CNEN/SP, alguns em uso desde 1999, foram analisados. Neste laboratório, uma fonte mista de Co-(57+60) é medida por 600s e a posição de pico, resolução, taxa de contagem e incerteza são registradas, tanto para o pico de 122 keV do Co-57 quanto para o pico de 1332 keV do Co-60. Estes dados são transcritos manualmente para o logbook do sistema detector, e depois são digitados em uma planilha eletrônica. Como este procedimento é muito propenso a erros, valores muito discrepantes são encontrados nos dados e, na medida do possível, são retirados manualmente da análise. Os dados para cada detector foram então separados em pequenos subconjuntos consistentes, pois durante este longo período de tempo (mais de 10 anos) ocorreram muitas "alterações de configuração" (isto é, a mudança da fonte radioativa, mudanças em parâmetros operacionais do detector, e assim por diante).

Os dados de cada um dos subconjuntos foram então ajustados utilizando-se uma função de decaimento exponencial simples, usando um procedimento de ajuste robusto [2], que é essencialmente uma combinação dos mínimos-quadrados com a técnica de resíduos normalizados [3], e tem como objetivo fazer um tratamento adequado de

outliers. Resumidamente, o que é feito é ajustar a função escolhida por meio de iterações, e em cada iteração, os pontos cujos resíduos forem superiores a 5 ($P < 0,0001\%$) são removidos e os dados com resíduo entre 3 e 5 têm a sua incerteza ajustada de modo a terem seus valores reduzidos a 3 - este processo é realizado até que a convergência seja atingida (isto é, até que o qui quadrado do ajuste não varie mais do que 0,01 entre iterações consecutivas). Finalmente, os resultados obtidos para cada um dos subconjuntos foram analisados em conjunto, utilizando três diferentes ferramentas estatísticas [3]: Limitação de peso estatístico relativo (LP), Resíduo Normalizado (RN) e Técnica Rajeval (TR).

RESULTADOS

Os resultados obtidos após a aplicação das três ferramentas estatísticas mostraram que, enquanto para o Co-57 as incertezas finais foram da mesma ordem de grandeza da incerteza encontrada na literatura (valor tabelado: 271,74(6) dias [4]; melhor resultado encontrado: 273,77(10) dias com a técnica de Rajeval), para o Co-60 os resultados apresentaram incertezas extremamente altas (Rajeval: 1968(19) dias; tabelado: 1925,3(3) dias [5]). Além disso, todos os resultados encontravam-se bastante desviados dos valores da literatura.

Duas explicações possíveis para estes comportamentos são: em primeiro lugar, além da presença natural de muitos outliers, a separação dos dados em subconjuntos é uma tarefa delicada e propensa a erros; além disso, para as meias-vidas mais longas, a separação excessiva em conjuntos de dados menores (necessários por causa das instabilidades dos detectores) não permite que o procedimento determine a meia-vida com uma incerteza adequada.

CONCLUSÕES

Os resultados apresentados neste estudo mostram que, embora teoricamente a determinação das meias-vidas de nuclídeos usados em dados de verificação diária de detectores seja possível, existem muitas questões que prejudicam a precisão e exatidão dos valores de meia-vida obtidos. Em particular, o procedimento de análise de dados, que está ainda em desenvolvimento, deve ser melhorado no que tange ao tratamento de outliers. Além disso, a suposição de que os detectores permanecem estáveis ao longo do tempo não é cumprida pelos sistemas de detecção utilizados, de modo que a informação precisa ser dividida em subconjuntos consistentes, procedimento que também precisa ser melhor estudado. Finalmente, para determinar a meia-vida de vários anos (como é o caso do Co-60), só conjuntos consistentes abrangendo alguns anos devem ser usados, pois por subconjuntos mais curtos o procedimento não vai determinar a meia-vida com uma incerteza aceitável.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] G.F. Knoll, Radiation Detection and Measurement, 3a Edição, Wiley, New York, 1999, pp 119-127.
- [2] G.S. Zahn, V.C. Gonçalves, F.A. Genezini, Proceedings of Science PoS (XXXIV BWNP) 053 (2011).
- [3] M. U. Rajput, e T. D. MacMahon, Nucl. Instrum. Meth. A 312, 289-295 (1992).
- [4] M. R. Bhat, Nucl. Data Sheets 85, 415-536 (1998).
- [5] J. K. Tuli, Nucl. Data Sheets 100, 347-481 (2003).

APOIO FINANCEIRO AO PROJETO

CNPq