

CARACTERIZAÇÃO, CONTROLE E CALIBRAÇÃO DE UM SISTEMA DE MEDIDAS DE ATIVIDADE DE RADIONUCLÍDEOS

Alessandro S. Dytz e Linda V. E. Caldas
Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares
Comissão Nacional de Energia Nuclear
C.P. 11049, CEP 05422-970 – São Paulo

RESUMO

Foi montado um sistema de medidas de atividade utilizando-se uma câmara de poço, desenvolvida no IPEN. Foram testadas fontes padrão de radiação e fontes utilizadas comumente para diagnóstico. Para se determinar a estabilidade da câmara foi realizado um controle contínuo, medindo-se a atividade das fontes padrão. O sistema apresentou boa estabilidade a longo prazo. Os fatores de calibração da câmara foram obtidos em função dos resultados de outros dois calibradores de doses (NPL e IEN), estabelecendo-se sua dependência energética.

I. INTRODUÇÃO

As medidas de atividade de radionuclídeos são obtidas por calibradores de dose, ou curiômetros. Estes aparelhos são calibrados com fontes padrões, de atividades conhecidas e certificadas, mas podem também ser calibrados utilizando-se um curiômetro padrão, primário ou secundário. O National Physical Laboratory (NPL), Inglaterra, desenvolve e pesquisa calibradores primários, utilizando fontes fornecidas pelo Centre for Ionizing Radiation Metrology (CIRM), Inglaterra, que é responsável pela produção de fontes padrões de radiação [1,2].

As pesquisas realizadas visam desenvolver equipamentos de medidas calibrados pelo sistema padrão secundário, que apresenta rastreabilidade e são utilizados para calibrar sistemas comerciais e laboratoriais [1].

Atualmente o NPL está desenvolvendo pesquisa relacionada a padrões de calibração para diversos radionuclídeos que vêm sendo utilizados em novas técnicas de diagnóstico em Medicina Nuclear, como ^{153}Sm , ^{188}Re e ^{106}Ru [2]. O desenvolvimento dessas técnicas permitirá a utilização dos calibradores comerciais com estes radionuclídeos, bem como dos equipamentos com rastreabilidade ao NPL.

Recentemente, na Hungria, foi concluído um estudo que durou cerca de 15 anos [3], iniciado em 1981, onde foi feito um controle rigoroso sobre cada calibrador de doses de vários hospitais locais. Verificou-se a importância do controle sobre estes equipamentos, o que permitiu a correção de técnicas de utilização e de realização das medidas de atividade rotineiras.

No Brasil algumas pesquisas envolvendo o controle de qualidade e a calibração dos curiômetros foram realizadas, incluindo o calibrador IEN utilizado neste projeto [4]. Sua calibração foi feita pela técnica de comparação das medidas com um calibrador padrão secundário NPL.

Neste trabalho foi montado um sistema de medidas de atividade de radionuclídeos, utilizando-se uma câmara de ionização do tipo poço, construída no Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN), para estabelecimento de um padrão de trabalho.

II. MATERIAIS E MÉTODOS

Para a realização das medidas foram utilizados: uma câmara de ionização do tipo poço, que apresenta geometria 4π (aproximado), um eletrômetro Keithley, modelo 610C, uma fonte de tensão Tectrol TC300-002 e um multímetro digital Triel MTR 4410. O sistema montado será denominado neste trabalho de Sistema IPEN.

As fontes de radiação utilizadas foram: fontes padrões (seladas) de Co-57, Co-60, Cs-137, Ba-133 e fontes líquidas (não seladas) de Tc-99m, I-123, I-131, Ga-67, Tl-201 e Cr-51. Foram utilizados ainda outros dois calibradores de doses: o calibrador NPL (padrão secundário com rastreabilidade ao National Physical Laboratory, Inglaterra) e o calibrador IEN (padrão terciário, construído no Instituto de Engenharia Nuclear, CNEN/RJ).

Os dados foram obtidos por comparação das medidas realizadas nos sistemas de medidas de atividade. Cada fonte foi medida em separado, obtendo-se dez medidas consecutivas em intervalos de 30 segundos. Os dados das leituras foram registrados em

computador e processados em seguida. O valor considerado foi a média das dez leituras, considerando-se o decaimento radioativo quando aplicável, assim como o desvio percentual de cada leitura.

Utilizando-se este método, foi feita uma medida da atividade das fontes no calibrador NPL (medida de referência). Em seguida foram realizadas as mesmas medidas, no sistema IPEN e no calibrador IEN. Para a verificação dos dados, as medidas foram repetidas no calibrador NPL, para cada série de leituras realizadas.

O estudo das características da câmara e da estabilidade foi realizado durante oito meses, realizando-se medidas da atividade das fontes padrão em todos os sistemas de medida. Com a intercomparação dos valores foi possível estabelecer os parâmetros de funcionamento da câmara, bem como as suas características.

III. RESULTADOS

Os testes permitiram avaliar alguns parâmetros de operação do sistema de medidas proposto. No estudo de repetibilidade, a câmara apresentou variações sempre inferiores a 4% para cada série de medidas, com as fontes padrões, conforme mostrado na Tabela 1; o limite de aceitação é de 10% [5, 6]. Os valores médios obtidos foram registrados como as atividades das fontes no instante da realização das medidas, para posterior comparação.

TABELA 2 – Fatores de calibração dos sistemas IPEN e IEN, obtidos por comparação com o calibrador de doses padrão secundário NPL (*fonte padrão).

Nuclídeo	Energia γ (keV)	Fator de calibração do Sistema IPEN		Fator de calibração do Sistema IEN
		mCi/A	MBq/A	
*Co-60	1332; 1173	$0,401 \cdot 10^{-1}$	1,484	0,993
*Co-57	122; 136	0,288	10,65	0,992
*Ba-133	356; 81; 303	0,148	5,476	0,995
*Cs-137	661	0,148	5,476	0,998
I-131	364; β^- 606	1,77	65,49	1,03
Ga-67	93,3; 185	0,283	10,47	0,946
Cr-51	320	0,207	7,659	1,05
Tl-201	167; 135	0,242	8,952	1,03

IV. CONCLUSÕES

O sistema IPEN, proposto neste trabalho, não apresentou variações, nas medidas de atividades de fontes, maiores que o limite aceitável por norma [5, 6]. O sistema IEN apresentou uma dependência energética desprezível, na faixa de energia medida, enquanto que no sistema IPEN, que não permite ajustes para radionuclídeos, esta dependência mostrou-se acentuada, principalmente na faixa de energia do I-131 e do Ba-133.

TABELA 1 – Variação percentual máxima das medidas da atividade das fontes para o sistema IPEN (* fonte padrão)

Nuclídeo	Maior variação (%)
*Co-60	0,79
*Co-57	0,32
*Ba-133	0,43
*Cs-137	0,25
Tc-99m	3,5
I-131	0,26
Ga-67	0,48
Cr-51	2,9
Tl-201	0,50

Os fatores de calibração do sistema IPEN e do calibrador IEN foram obtidos por comparação com os valores de atividade obtidos com o calibrador padrão secundário NPL. A Tabela 2 mostra: a) os fatores obtidos para o sistema IPEN; estes fatores devem ser utilizados na determinação da atividade de fontes não padronizadas, levando-se em conta desta forma a sua dependência energética; b) os fatores obtidos para a calibração do sistema IEN. Os dados representam valores absolutos, uma vez que as medidas de atividade de ambos os sistemas foi feita na mesma unidade de mCi.

De forma geral, os resultados obtidos com o sistema IPEN estão de acordo com os limites de aceitação e o sistema mostrou estabilidade e repetibilidade das medidas realizadas durante o período de pesquisa.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico pelo suporte financeiro parcial.

BIBLIOGRAFIA

[01] - Jerome, S. M., Woods, M. J., **A review of intercomparison exercises run by NPL from 1989-1997**, *J. Rad. Nucl. Chem.*, v. 233, n.1-2, 1998.

[02] - Woods, M. J., Keightley, M., Ciocanel, M. Paton Walsh, C., **NPL secondary standard radionuclide calibrator: new calibrations figures for ^{106}Ru , ^{135}Sm and ^{188}Re** , *Appl. Radiat. Isot.*, v. 49, n. 9-11, p. 1191-1193, 1998.

[03] - Szorényi, Á., Várvolgyi, J., Zsinka, A., **Experiences of fifteen years on metrological supervision of radionuclide calibrators used in nuclear medicine**, *Appl. Radiat. Isot.*, v. 49, n.9-11, p. 1459 – 1461, 1998.

[04] - Costa, A. M., **Métodos de calibração e de intercomparação de calibradores de dose utilizados em serviços de medicina nuclear**. São Paulo: 1999. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, Universidade do Estado de São Paulo.

[05] - International Atomic Energy Agency, IAEA, **Quality control of nuclear medicine instruments**, TECDOC-602, Vienna, Austria, 1991.

[06] - Comissão Nacional de Energia Nuclear, CNEN, **Requisitos de radioproteção e segurança para serviços de medicina nuclear**. Abril, 1996 (CNEN-NE-3.05).

ABSTRACT

A system of activity measurements was set up using a well camera developed at IPEN. Standard radiation sources and the most commonly used sources for diagnostic radiology procedures were tested. The long term stability of the chamber was studied using the standard sources. Good results were observed. The calibration factors of the chamber were obtained in relation to two other standard equipments (NPL and IEN), with the establishment of its energy dependence.