

AVALIAÇÃO DA HOMOGENEIDADE DAS FONTES PLANAS DE REFERÊNCIA UTILIZADAS NA CALIBRAÇÃO DE MONITORES DE CONTAMINAÇÃO DE SUPERFÍCIE

SILVA JÚNIOR, I. A., XAVIER, M., SIQUEIRA, P. T. D. e POTIENS, M. P. A.

Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN)
Av. Prof. Lineu Prestes, 2242 - Cidade Universitária
05508-000 São Paulo - SP - Brasil

iremarjr@ipen.br, mxavier@ipen.br, psiquei@ipen.br e mppalbu@ipen.br

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi reavaliar a homogeneidade das fontes planas de referência utilizadas pelo Laboratório de Calibração de Instrumentos do IPEN (LCI-IPEN), utilizadas nas calibrações de monitores de contaminação de superfície, seguindo as recomendações da norma ISO 8769 e da NRPB. Neste trabalho foram utilizadas seis fontes planas de referência de 150 cm² de ²⁴¹Am, ¹⁴C, ³⁶Cl, ¹³⁷Cs, ⁹⁰Sr+⁹⁰Y e ⁹⁹Tc com datas de referência entre 1996 e 1997 e três fontes de 100 cm² de ¹⁴C, ¹³⁷Cs e ⁶⁰Co com datas de referência de 2007. As medidas foram realizadas com um monitor de radiação da Thermo, modelo FH40GX com uma sonda *pancake* modelo FHZ732GM. Também foram confeccionados vários gabaritos em papel com o objetivo de marcar cada posição de medição e uma placa de alumínio com uma abertura quadrada (6,25 cm²) em seu centro, permitindo a passagem de radiação apenas por esse orifício. Cada fonte plana de referência foi posicionada em um arranjo e foram realizadas medidas de modo a cobrir toda superfície da fonte. Os valores de homogeneidade obtidos confirmam parcialmente os dados anteriores, obtidos em outro trabalho realizado pelo LCI-IPEN, mostrando que algumas fontes planas de referência de 150 cm² estão em desacordo com a Norma ISO 8769. No trabalho anterior apenas a fonte de ²⁴¹Am (7,3%) estava dentro do especificado pela norma, enquanto que agora temos as fontes de ²⁴¹Am (5,7%), ¹³⁷Cs (8,8%), ⁹⁰Sr+⁹⁰Y (8,8%) e ⁹⁹Tc (9,2%) com valores de homogeneidade dentro do especificado. As fontes de ¹⁴C (53,3%) e ³⁶Cl (16,6%) estavam fora do especificado. As fontes planas de referência de 100 cm² apresentam desacordo nos valores de homogeneidade nas fontes de ¹⁴C (46,7%) e ⁶⁰Co (10,4%). Os valores de homogeneidade das fontes planas de referência mostram que algumas fontes não podem ser utilizadas nas calibrações, por não estarem de acordo com o valor de homogeneidade especificada na Norma ISO 8769:2010, sendo essa uma das condições exigidas para que um laboratório possa ser acreditado conforme a Norma ISO 17025, comprovando que o laboratório executa suas atividades com um resultado final de alta qualidade. A continuação deste trabalho, como parte, da caracterização das fontes utilizadas na calibração de medidores de contaminação de superfície, será realizada por meio de uma modelagem computacional.

ABSTRACT

The aim of this study was to re-evaluate the uniformity of the wide area reference sources of the Calibration Laboratory of Instruments (LCI-IPEN) used in the calibration of surface contamination monitors, according the recommendations of the ISO 8769 standard and the NRPB. In this work used six wide area reference sources of 150 cm² of ²⁴¹Am, ¹⁴C, ³⁶Cl, ¹³⁷Cs, ⁹⁰Sr+⁹⁰Y and ⁹⁹Tc with reference dates between 1996 and 1997 and three sources of 100 cm² of ¹⁴C, ¹³⁷Cs and ⁶⁰Co were used with reference dates 2007. Measurements were performed with a radiation monitor of the Thermo, model FH40GX with a pancake probe, model FHZ732GM. We also made several models on paper with the objective of define each measurement position and an aluminum plate with a square hole (6.25 cm²) in its center, allowing the passage of the radiation only through the hole. Each wide area reference source was positioned in setup and measurements were performed in order to cover the entire surface of the source. The values of the uniformity obtained partially confirm previous data obtained in another study conducted by LCI-IPEN, showing that some wide area reference sources 150 cm² in disagree with ISO 8769. In the former work, just the source of ²⁴¹Am (7.3%) was within the range specified by the standard,

now have sources of ^{241}Am (5.7%), ^{137}Cs (8.8%), $^{90}\text{Sr}+^{90}\text{Y}$ (8, 8%) and ^{99}Tc (9.2%) with values within the specified uniformity. The sources of ^{14}C (53.3%) and ^{36}Cl (16.6%) were outside the specified. The wide area reference sources of 100 cm^2 , show disagreement in values of uniformity of the sources ^{14}C (46.7%) and ^{60}Co (10.4%). The values of the uniformity of the wide area reference sources show that some fonts can not be used in calibrations, because not in accordance with the value of uniformity specified in ISO 8769:2010, this is a conditions to believe a laboratory according to ISO 17025, show the laboratory performs its services with a high quality. The continuation of this study, as part of the characterization of the sources used in the calibration of surface contamination monitors, will be performed using a computational model.

1. INTRODUÇÃO

Os monitores de radiação de contaminação de superfície são um dos instrumentos mais utilizados em proteção radiológica na área de medicina nuclear, que utiliza a sonda do tipo *pancake*, sendo que esse tipo de instrumento deve ser calibrado periodicamente por um laboratório credenciado, onde são utilizadas fontes padrão plana de referência para a realização dessa calibração. Segundo um trabalho anterior realizado pelo LCI-IPEN^[1], foi identificado um problema de homogeneidade em algumas dessas fontes padrão plana de referência. Foi procurando confirmar esse problema na homogeneidade que esse trabalho foi desenvolvido, seguindo as recomendações da Norma ISO 8769:2010^[2] e utilizando um trabalho da NRPB^[3] para seguir o procedimento de cálculos da homogeneidade. É importante confirmar esse problema nas homogeneidades de algumas fontes padrão de referência para que se possa melhorar a qualidade das calibrações desse tipo de monitor de contaminação de superfície, que devem ser calibrados com fontes padrão plana de referência que atendam todas as especificações exigidas pelas normas internacionais.

2. METODOLOGIA E RESULTADOS

Foram confeccionados diversos gabaritos em papel, com uma perfuração na posição que se desejava realizar a medida, conforme Figura 1.

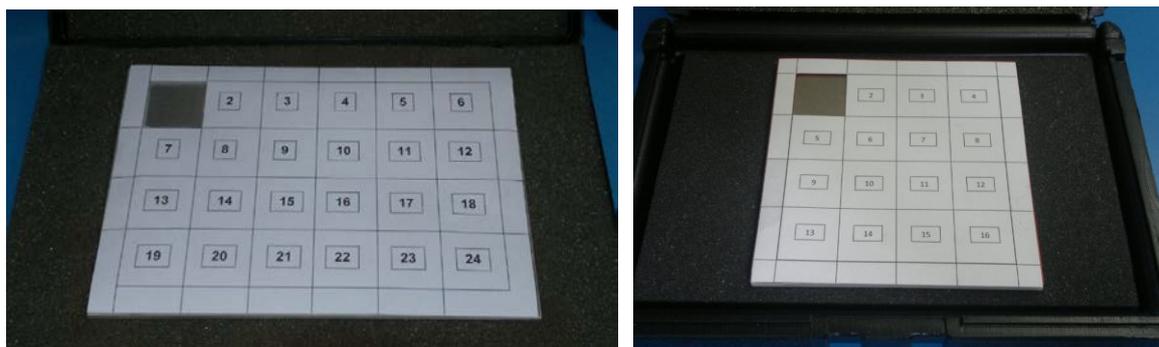


Figura 1. Gabarito em papel com a posição 1 perfurada.

Foi confeccionada uma máscara em alumínio com uma espessura de 2,0 mm, com uma perfuração quadrada em seu centro (2,5x2,5 cm) com uma área de $6,25\text{ cm}^2$, de acordo com a Norma ISO 8769:2010^[2], conforme a Figura 2.

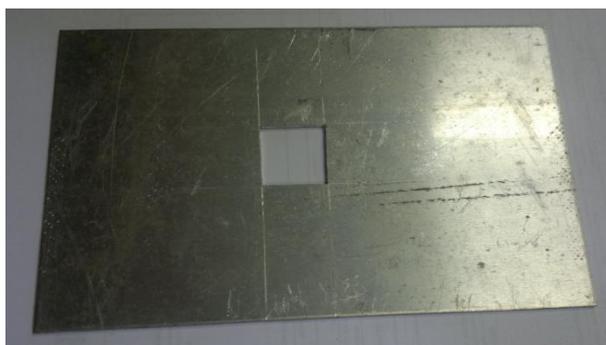


Figura 2. Máscara em alumínio com perfuração em seu centro.

Foi montada uma configuração experimental com objetivo de realizar as medidas das homogeneidades das fontes padrão plana de referência, com forme apresentado na Figura 3.



Figura 3. Configuração experimental.

Foram realizadas medidas da homogeneidade com as fontes padrão plana de referência de 150x100 mm e 100x100 mm, conforme tabela 1.

Tabela 1. Valores de referência

Fontes Padrão de Referência					
Nuclídeo	Nº Fonte	Área (cm ²)	Atividade (Bq)	Homogeneidade (%)	Data Referência
Am-241	FG497	150	933	5,7	26/11/1996
C-14	FG498	150	1070	53,3	26/11/1996
Sr-90/Y-90	FG499	150	1030	8,8	26/11/1996
Tc-99	FG773	150	1170	9,2	13/12/1996
Cs-137	FI214	150	972	8,8	14/01/1997
Cl-36	FI215	150	1030	16,6	14/01/1997
Co-60	E7-012	100	3804	10,4	01/12/2007
Cs-137	E7-013	100	3678	7,4	01/12/2007
C-14	E7-014	100	5265	46,7	01/12/2007

As Figuras 4 e 5 apresentam respectivamente os gráficos em 3D da homogeneidade das fontes padrão de referência de 150x100 mm e 100x100 mm.

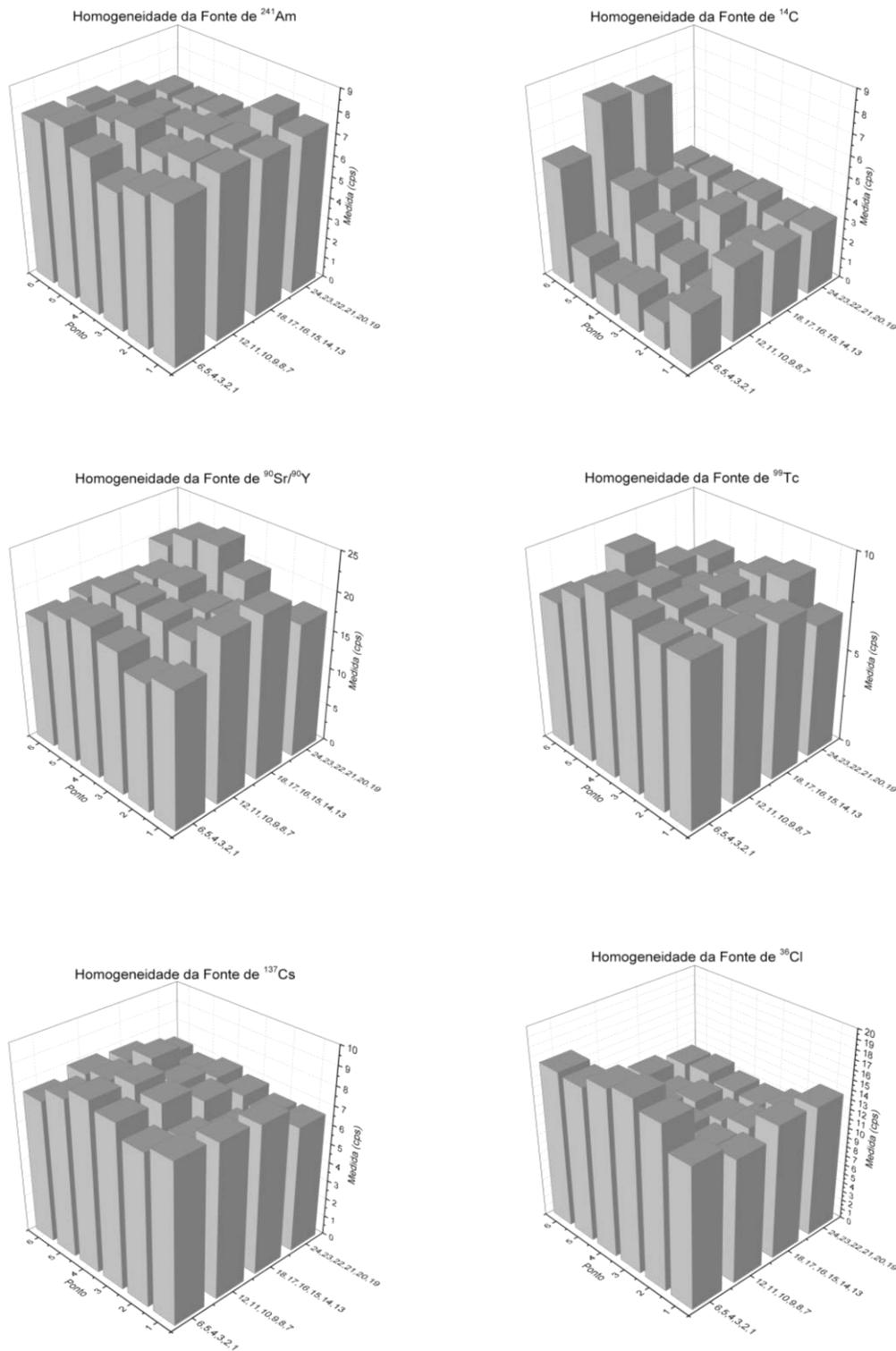


Figura 4. Apresenta um conjunto de gráficos em 3D da homogeneidade de todas as fontes padrão plana de referência (150x100 mm), testadas nesse trabalho.

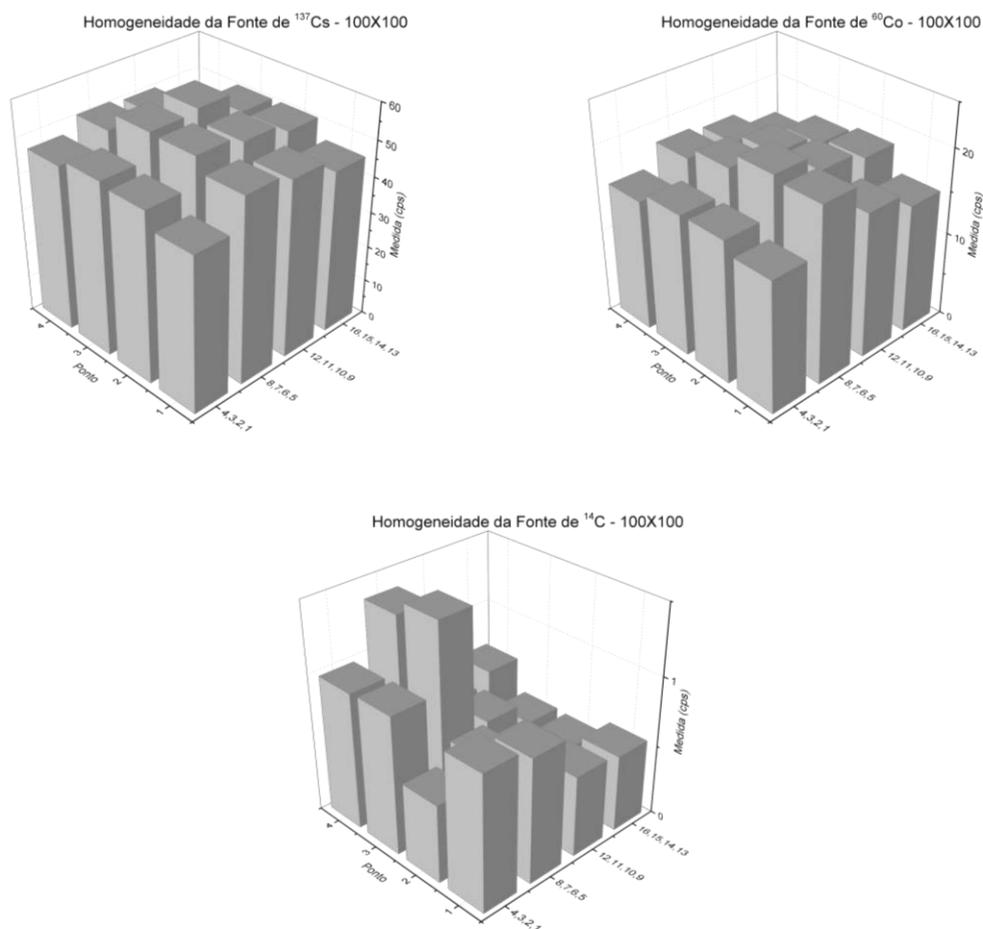


Figura 5. Apresenta um conjunto de gráficos em 3D da homogeneidade de todas as fontes padrão plana de referência (100x100 mm), testadas nesse trabalho.

3. CONCLUSÕES

Com esse trabalho foi possível quantificar a homogeneidade, das fontes planas de referência de contaminação de superfície, utilizadas nas calibrações de monitores de radiação de contaminação de superfície e realizar uma comparação entre as fontes adquiridas entre 1996/1997 e as adquiridas em 2007, possibilitando constatar o mesmo problema de não homogeneidade observado em algumas fontes adquiridas em 1996/1997, ocorrerem em fontes adquiridas 10 anos após (2007), sendo o caso do ^{14}C , o de maior relevância, uma vez que seus valores estão próximos aos 50% em ambos os casos, demonstrando que já existia um problema na primeira e que esse problema persiste mesmo 10 anos após. O documento de revisão da Norma ISO 8769:2010, de fevereiro de 2014^[5], demonstra um recuo nas exigências em relação à homogeneidade dessas fontes padrão plana de referência, para o caso de fontes classe 1, embora tenha mantido o mesmo valor de exigência de homogeneidade para as fontes classe 2, sendo as fontes utilizadas pelo LCI-IPEN classe 2. A questão importante que esse trabalho tenta demonstrar é a importância do desenvolvimento de uma nova metodologia de calibração que considere esses valores de homogeneidade em suas calibrações. Com base nesses resultados estão sendo realizadas simulações utilizando o método de Monte Carlo através do programa MCNP, em conjunto com o CEN-IPEN (Centro de Engenharia Nuclear do IPEN) com o objetivo de incorporar essas simulações a uma nova

proposta de metodologia de calibração de monitores de radiação de contaminação de superfície, de modo a considerar esses valores de homogeneidades.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), à Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN), à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e ao Ministério de Ciência e Tecnologia (MCT, Projeto: Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia (INCT) em Metrologia das Radiações na Medicina), pelo apoio financeiro parcial.

REFERÊNCIAS

1. VIVOLO V., POTIENS, M. P. A. Evaluation of the planar sources surface homogeneity used to instruments calibration. Applied Radiation and Isotopes 68, 605-606. 2010.
2. INTERNATIONAL STANDARD. Reference sources — Calibration of surface contamination monitors — Alpha-, beta- and photon emitters. ISO, Geneva, 2010 (ISO 8769:2010).
3. Disponível em: http://www.npl.co.uk/upload/pdf/20040526_thieme_1.pdf. Acesso em: 5 junho 2014.