

Avaliação da uniformidade de fonte extensa de referência circular e aplicação de fatores de correção

I. A. Silva Junior^{1,2}, **M. Xavier**², **P. T. D. Siqueira**², **G. A. A. Sordi**², **M. P. A. Potiens**²,

¹ Universidade de São Paulo / São Paulo, SP, Brasil; ² Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares / São Paulo, SP, Brasil;

E-mail: iremarjr@gmail.com

Resumo: Neste trabalho é avaliada a uniformidade de fontes extensas de referência circular, que ainda são bastante utilizadas no Brasil. Em trabalhos anteriores foram analisadas fontes extensas de referência retangular mostrando-se a importância da aplicação de fatores de correção na calibração de monitores de radiação. Agora é realizada uma transposição de métodos usados então, avaliando-se as uniformidades de fontes de referência circular e calculando-se os fatores de correção associados.

Palavras-chave: Uniformidade, fonte extensa de referência circular, calibração, fatores de correção.

Abstract: In this work the uniformity of wide circular reference sources is evaluated. This kind of reference source is still widely used in Brazil. In previous works wide rectangular reference sources were analyzed and it was shown the importance of the application of correction factors in calibration procedures of radiation monitors. Now a transposition of the methods used formerly is performed, evaluating the uniformities of circular reference sources and calculating the associated correction factors.

Keywords: Uniformity, wide circular reference source, correction factor, calibration, instrument efficiency.

1. INTRODUÇÃO

A calibração de monitores de radiação de contaminação de superfície exige o uso de fontes extensas de referência para a sua realização. A norma ISO 8769[1] recomenda que essas fontes sejam retangulares com área ativa mínima de

100,0 cm² e com valores de uniformidade superior a 90%, mas em virtude das dificuldades na aquisição de fontes com estas características, alguns laboratórios no Brasil ainda utilizam fontes extensa de referência circular com área ativa de 63,62 cm² nas suas calibrações, ou seja, fontes com especificações diferentes das

recomendadas pela norma. O Código de Boas Práticas N°14[2] do NPL apresenta no seu apêndice número 5 uma metodologia de correção devido a não uniformidade de fontes extensas de referência. Embora apresente um exemplo baseado em fontes extensas de referência retangular, é possível realizar o mesmo procedimento de correção para fontes extensas de referência circular. A dificuldade reside no cálculo do valor da uniformidade dessas fontes, pois o seu formato dificulta a divisão em setores retangulares, como recomenda a norma ISO 8769[1]. Contudo é possível fazer uma transposição dos valores obtidos com a fonte circular e tratá-los como se fossem de fonte retangular, bastando para tanto realizar algumas correções. Este trabalho apresenta a transposição da aplicação desta metodologia de mapeamento e cálculo de fatores de correção de uniformidade para fontes extensas de referência circular.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Equipamentos e fontes

Foram utilizados um monitor de radiação da Thermo modelo FH40GX e uma sonda modelo FHZ732GM com área sensível de 15,5 cm², tipo panqueca.

A tabela 1 mostra os dados das fontes extensas de referência circular, que possuem dimensões de 5,0 cm de raio total e área ativa com raio de 4,5 cm.

Tabela 1 - Dados das fontes extensas de referência circular.

Nuclídeo	Área ativa (cm ²)	Taxa de emissão superficial (β.s ⁻¹)	Data de referência
¹⁴ C	63,62	2946	22/08/1989
³⁶ Cl	63,62	3092	28/08/1989
⁹⁰ Sr	63,62	2930	04/08/1989

2.2. Mapeamento das fontes

No mapeamento das fontes extensas de referência circular utilizadas, com diâmetro total de 10,0 cm, utilizaram-se os mesmos gabaritos de delimitação de células desenvolvidos para as fontes retangulares de 10,0 x 10,0 cm [3].

A figura 1 mostra as células, numeradas de 1 a 16, com dimensões de 2,5cm x 2,5 cm (6,25 cm²) e a distribuição de cada porção da fonte circular em relação à dimensão de cada célula.

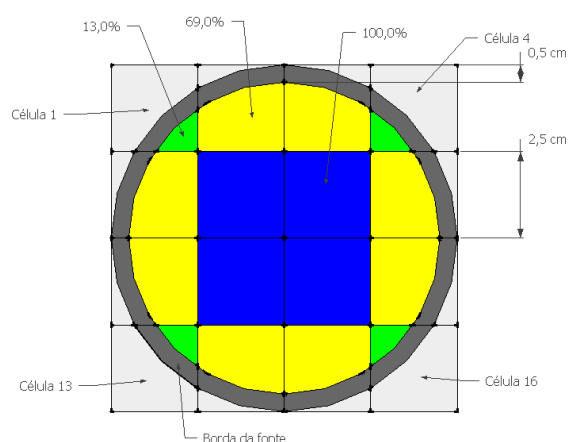


Figura 1 - Diagrama das divisões em células da fonte extensa de referência circular.

A partir da observação da figura 1 evidencia-se a existência de três tipos de células a serem considerados na avaliação da uniformidade das fontes extensas de referência circular:

1. Aquelas que têm 100% de sua área (6,25 cm²) sobreposta à área ativa da fonte (azul);
2. Aquelas que têm 69% de sua área (4,31 cm²) sobrepondo-se à área ativa (amarela) e;
3. Aquelas que têm somente 13% de sua área (0,81 cm²) sobrepondo-se a área ativa da fonte (verde).

A tabela 2 mostra a matriz das taxas de contagens de cada célula obtidas no mapeamento da fonte de ^{14}C (incertezas são inferiores a 5,0 %).

Tabela 2 - Matriz com a distribuição dos valores de taxa de contagens (cps) obtidos no mapeamento da fonte de ^{14}C .

8,92	51,32	52,32	11,02
50,12	73,92	76,92	57,22
52,22	75,22	73,52	56,92
9,12	52,02	54,12	11,12

Os valores mostrados na matriz da tabela 2 foram recalculados de forma a se obter a taxa de contagens por unidade de área ativa de cada região (tabela 3).

Tabela 3 - Taxa de contagens por unidade de área ativa (cps.cm²).

11,01	11,91	12,14	13,60
11,63	11,83	12,31	13,28
12,12	12,04	11,76	13,21
11,26	12,07	11,86	13,73

A figura 2 apresenta os histogramas das distribuições de intensidades das taxas de contagens por unidade de área das fontes de ^{14}C (a), ^{36}Cl (b) e ^{90}Sr (c), com o objetivo de facilitar a visualização das regiões de maior uniformidade.

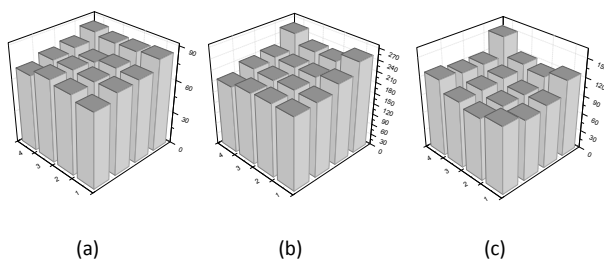


Figura 2 - Distribuição das intensidades das taxas de contagens por unidade de área das fontes de ^{14}C (a), ^{36}Cl (b) e ^{90}Sr (c).

Com os valores de taxa de contagens por unidade de área para cada célula das fontes de ^{14}C , ^{36}Cl e ^{90}Sr , foram calculados os valores de suas uniformidades, esta avaliação foi realizada tanto para o total da fonte como para a região central. A tabela 4 mostra os valores de uniformidade obtidos.

Tabela 4 - Valores de uniformidade total e parcial (região central) da fonte.

Nuclídeo	Uniformidade	
	Total (%)	Central (%)
^{14}C	93,4	98,0
^{36}Cl	91,0	97,8
^{90}Sr	88,2	95,0

A apresentação da uniformidade das regiões centrais das fontes extensas de referência busca ilustrar o quanto o procedimento adotado atende a recomendação do Guia de Boas Práticas N°14[2] do NPL pela utilização das regiões mais uniformes das fontes extensas de referência.

2.3. Eficiência do instrumento

A tabela 5 mostra os valores de taxa de contagens e a taxa de emissão superficial de cada uma das fontes, corrigidas para a data de medida, calculadas para uma área correspondente à da sonda.

Tabela 5 - Taxa de contagens e taxa de emissão superficial das fontes extensas de referência circular.

Nuclídeo	Taxa de contagens (cps)	Taxa de emissão superficial ($\beta \cdot s^{-1}$)
^{14}C	195,7	714,59
^{36}Cl	531,7	752,48
^{90}Sr	264,7	365,05

A tabela 6 mostra os valores de eficiência do instrumento sem correção (ϵ_N) e corrigidos pelos fatores de correção obtidos pelo método do NPL[2,4] (ϵ_{NPL}) além de suas respectivas diferenças.

Tabela 6 - Valores calculados de eficiência do instrumento e suas diferenças.

Nuclídeo	ϵ_N (%)	Fator de correção	ϵ_{NPL} (%)	Diferença (%)
¹⁴ C	27,4	1,023	28,0	-2,2
³⁶ Cl	70,7	1,029	72,7	-2,8
⁹⁰ Sr	72,5	1,070	77,6	-7,0

3. CONCLUSÕES

Este trabalho apresenta a transposição do método de mapeamento da uniformidade da fonte retangular para circular, possibilitando a aplicação direta do método de cálculo de fatores de correção de uniformidade proposto pelo NPL.

Os valores de eficiência do instrumento calculados e corrigidos com uso de fatores de correção mostram que, para as fontes utilizadas neste trabalho, esses valores podem estar subestimados em até 7%.

A transposição adotada neste trabalho busca validar a incorporação de fontes extensas de referência circular nos procedimentos de calibração, a despeito da sua não conformidade às normas apresentadas pela ISO 8769[1].

As exigências desta norma quanto ao formato da fonte extensa de referência com relação à sua uniformidade não parecem atender a qualquer necessidade procedimental que não possa ser corrigida.

7. REFERÊNCIAS

- [1] ABNT NBR ISO 8769 – Norma Brasileira. Fontes de Referência — Calibração de monitores de contaminação de superfície — Emissores de Alfa, beta e fótons. Rio de Janeiro: ABNT NBR ISO 8769, 2016.
- [2] LEE, C. J. and BURGESS, P. H. The examination, testing and calibration of portable radiation protection instruments. Measurement Good Practice Guide N°14. Issue 2. NPL (National Physical Laboratory), 2014.
- [3] SILVA JÚNIOR, I. A., et al. "Avaliação da homogeneidade das fontes planas de referência utilizadas na calibração de monitores de contaminação de superfície." International Joint Conference-RADIO, 2014.
- [4] SILVA JÚNIOR, I. A., et al. Comparação entre duas metodologias para correção da uniformidade de fontes extensas de referência. Congresso Brasileiro de Metrologia das Radiações Ionizantes-CBMRI, 2016.