

Determinação de correlação volumétrica da câmara de ar livre

Correlation determination for the free air chamber volume

R. S. Cardoso¹ e J. G. P. Peixoto¹

¹ Instituto de Radioproteção e Dosimetria, Comissão Nacional de Energia Nuclear, Av. Salvador Allende, Jacarepaguá, Rio de Janeiro.

E-mail: ricardo@ird.gov.br

Resumo: As câmaras de ionização são, em princípio, os mais simples detectores gasosos. Sua operação normal é baseada na coleta de todas as cargas criadas por ionização direta dentro do volume de gás, através da aplicação de um campo elétrico. Com o objetivo de garantir a rastreabilidade das medições obtidas durante a comparação realizada com o BIPM, novos testes foram realizados.

Palavras-chave: câmara de ionização, volume de interesse.

Abstract: Ionization chambers are, in principle, the simplest gaseous detectors. Its normal operation is based on the all charges collection created by gas volume direct ionization, through the application of an electric field. In order to guarantee the measurements' traceability obtained during the comparison with the BIPM, new tests were performed.

Keywords: ionization chamber, interest volume.

1. INTRODUÇÃO

Três tipos de grandezas têm sido definidos para dosimetria das radiações e proteção radiológica: (a) grandezas físicas ou primárias; (b) grandezas limitantes ou de proteção e (c) grandezas operacionais

Dentre as grandezas dosimétricas primárias está o kerma, de especial interesse no presente trabalho. O kerma-K, é definido pela Comissão Internacional de Unidades e Medidas da Radiação-ICRU, como sendo a razão entre dE_{tr} e dm , onde dE_{tr} é a soma da energia cinética inicial de todas as partículas carregadas, liberadas por

interações de partículas sem carga em um volume de massa dm . Ou seja:

$$K = \frac{dE_{tr}}{dm} \text{ (Gy)} \quad (1)$$

A unidade de kerma é o J.Kg⁻¹, unidade esta que recebe o nome especial de Gray (Gy).

Da necessidade crescente do desenvolvimento tecnológico, fez-se presente a comparação, que é o ato do confronto, do exame simultâneo. Um dado objeto produzido aleatoriamente poderá não sair da maneira pretendida, uma vez que o produto final poderá não estar em conformidade.

As comparações dos padrões primários nacionais com o padrão primário do *Bureau* Internacional

de Pesos e Medidas-BIPM para raios X de baixa energia são denominadas comparações-chave[1].

Nos países com alto grau de desenvolvimento tecnológico, o recurso de “Laboratório Designado” é limitado a um pequeno número de instituições, das quais são exigidos como pré-requisitos para a designação, o comprometimento com a metrologia como missão básica, alta qualificação científica, adequada estrutura institucional e reconhecimento internacional.

O Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia-INMETRO, tem duas instituições designadas para servir de referência metrológica no país, quais sejam, o Observatório Nacional-ON e o Instituto de Radioproteção e Dosimetria-IRD, ambos vinculados ao Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações-MCTIC.

O Laboratório Nacional de Metrologia das Radiações Ionizante-LNMRI, parte integrante do Instituto de Radioproteção e Dosimetria-IRD, ligado a Comissão Nacional de Energia Nuclear-CNEN, é designado como Laboratório de Padronização Secundária. Por delegação, o laboratório tem as seguintes atribuições exclusivas no País:

- Operar o LNMRI, designado pelo INMETRO desde 1989;
- Operar o Laboratório de Dosimetria Padrão Secundário, designado pela Agência Internacional de Energia Atômica-AIEA e pela Organização Mundial de Saúde-OMS, desde 1976.

Em 1991, o LNMRI-IRD deu início ao processo de implantação da padronização primária, visando atingir a autonomia nacional.

O objeto deste estudo é a realização de testes operacionais no LNMRI-IRD, da câmara de ionização de ar livre cilíndrica, de volume variável, fabricada pela Victoreen, modelo 481, para a medição da grandeza Kerma no ar,

operando na faixa de tensão utilizada nos tubos de raios X de baixa energia que variam de 10 a 50 kV.

2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

As câmaras de ionização são, em princípio, os mais simples detectores gasosos. Sua operação normal é baseada na coleta de todas as cargas criadas por ionização direta dentro do volume de gás, através da aplicação de um campo elétrico.

A câmara de ionização de ar livre de volume variável foi proposta por ATTIX (1957). O novo modelo da câmara de ionização de ar livre é constituído de dois cilindros telescópicos, com deslocamento independente um do outro, em um mesmo eixo longitudinal, o que possibilita a variação do volume de coleção da câmara[2].

A determinação do volume de interesse é essencial para a estimativa do kerma no ar. Para a determinação do kerma, adotou-se o método de subtração volumétrica, que se baseia na diferença entre duas leituras de ionização. Dessa maneira, pode ser considerado como sendo somente a diferença entre as medições de ionização feitas na condição colapsada, e expandida da câmara, conforme ilustrado pela figura 1.

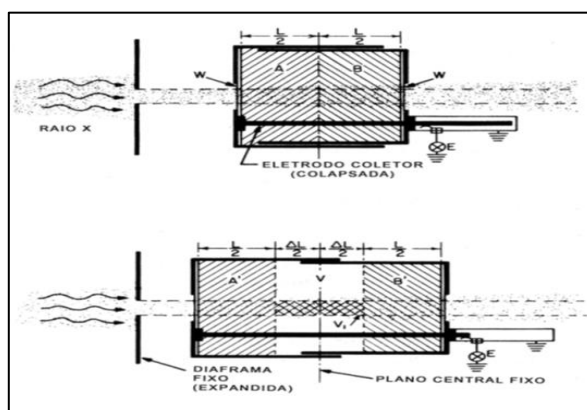


Figura 1: desenho esquemático câmara de ionização de ar livre de volume variável.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

A desmontagem da câmara padrão primário foi realizada utilizando-se ferramentas específicas para trabalhos na área de mecânica, com diferentes escalas em milímetro e polegada, de uso rotineiro em desmontagens mecânicas.

O conhecimento e registro na forma de desenho técnico e em perspectiva explodida foi obtida através da desmontagem total da câmara, conforme ilustrado pela figura 2[3]. As características de construção mecânica, tais como medidas, forma geométrica e material do conjunto de peças que compõem o instrumento, foi realizada visando à determinação do volume de interesse, uma vez que os resultados da comparação com o Bureau Internacional de Pesos e Medidas-BIPM, apresentou uma diferença nos valores das medições.

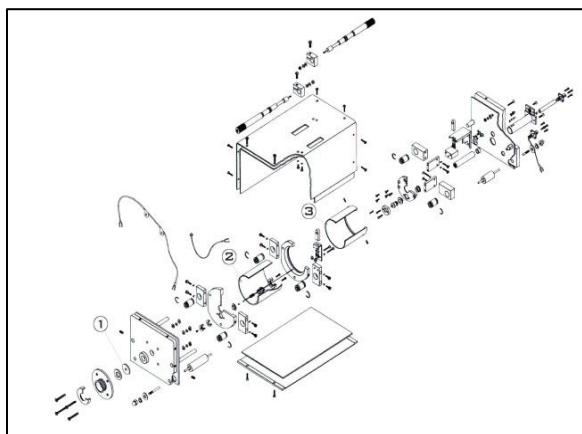


Figura 2: perspectiva explodida-Victoreen 481.

Para a melhor observação do movimento entre os cilindros que compõem o volume de interesse, foi aberta uma janela lateral na câmara em estudo, conforme apresentado na figura 3, o que permitiu a medição dos componentes da câmara, adotando-se um paquímetro universal fabricado pela MITUTOYO, modelo 114, série 530, com escala variando de 0 a 200 mm, e sensibilidade de 0,05 mm, calibrado e certificado no Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial-SENAI/RJ.

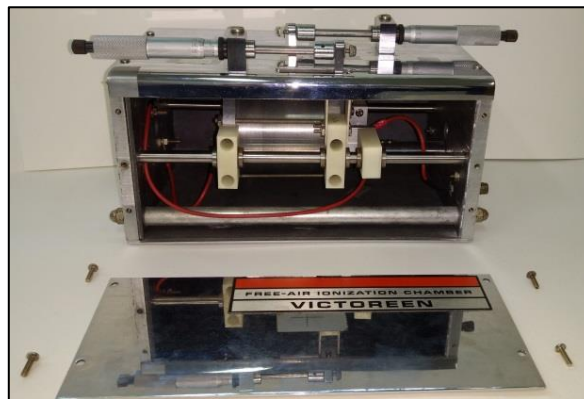


Figura 3: janela da câmara Victoreen 481.

A Tabela 1 apresenta a variação volumétrica da câmara, em função do deslocamento do cilindro maior, situado na parte frontal do interior da câmara, e do deslocamento do cilindro menor, na parte posterior, deslocamentos estes realizados pelas respectivas cabeças micrométricas. Numa escala de 0 a 40 mm, com variação de 2,5 mm.

O volume total de interesse de 1 cm^3 , é a região onde ocorre a coleta das cargas produzidas, obtido a partir da subtração volumétrica, quando a câmara se encontra na condição de totalmente expandida e totalmente colapsada.

Tabela 4.1: volume de interesse e da variação volumétrica da câmara Victoreen modelo 481.

Escala de referência (mm)	Cabeça micrométrica frontal (mm)	Cabeça micrométrica posterior (mm)	ΔL (mm)	Altura do cilindro (mm)	Volume total (mm ³)	Volume de interesse (mm ³)
0	0,024	-0,023	0,001	70,761	889,208	-
2,5	2,525	2,478	5,002	75,763	952,064	62,856
5	5,025	4,979	10,004	80,765	1014,920	125,712
7,5	7,528	7,481	15,006	85,767	1077,776	188,568
10	10,027	9,982	20,008	90,769	1140,632	251,424
12,5	12,528	12,483	25,010	95,771	1203,489	314,280
15	15,028	14,984	30,012	100,773	1266,345	377,136
17,5	17,529	17,485	35,013	105,774	1329,201	439,992
20	20,030	19,986	40,015	110,776	1392,057	502,848
22,5	22,531	22,488	45,017	115,778	1454,913	565,704
25	25,031	24,989	50,019	120,780	1517,769	628,560
27,5	27,532	27,490	55,021	125,782	1580,625	691,416
30	30,033	29,991	60,023	130,784	1643,481	754,273
32,5	32,534	32,492	65,025	135,786	1706,337	817,129
35	35,034	34,993	70,027	140,788	1769,193	879,985
37,5	37,535	37,495	75,029	145,790	1832,049	942,841
40	40,012	39,996	80,007	150,768	1894,804	1005,396

4. RESULTADOS

O resultado obtido durante a comparação realizada no laboratório do BIPM as medições realizadas apresentou média de 52,5707 μA para a câmara do BIPM e, média de 52,57063 μA para a câmara Victoreen 481, na qualidade de radiação de 30 kV, conforme ilustrado pelo gráfico 1.

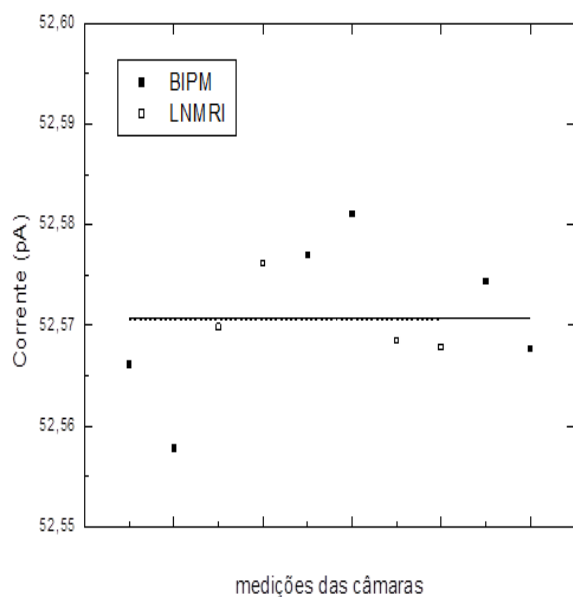


Gráfico 1: comparação entre as câmaras do BIPM e do LNMRI/IRD.

5. CONCLUSÃO

Após a análise dos dados foi possível concluir a conformidade existente entre o padrão do BIPM e a câmara de ar livre, de volume variável, Victoreen, modelo 481.

REFERÊNCIAS

- [1] Cardoso R S, Peixoto J G P, 2005, Teste de desempenho de um padrão primário de feixes de raios X de baixa energia, Dissertação de Mestrado, IRD/CNEN - COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil;
- [2] Attix F H, 1966, Radiation Dosimetry, 2ª ed., New York, USA, Academic Press Inc.
- [3] Peixoto J G P, *et al*, 2016, Ionizing Radiation Metrology, ISBN 978-85-921219-0-7, 1ª edição, Rio de Janeiro, 151 p.

Agradecimentos

- Msc. Francisco Bossio pelo apoio na manutenção das condições de operação da instrumentação;
- À Oficina Mecânica do IRD, nas figuras de seus técnicos, Adilson Rosa e Ailson Soares, pela contribuição com os ajustes do arranjo experimental.