Câmara de ionização com ar comprimido e parede de alumínio para dosimetria em levantamento radiométrico

R. G. S. Rodrigues[1], C. A. Pelá[1], T. G. Netto[1]

[1]Depto de Física e Matemática-FFCLRP/USP
Av. Bandeirantes n. 3900 - Cidade Universitária
Ribeirão Preto - SP
e-Mail. rglauco@neuron.ffclrp.usp.br

Resumo – Uma câmara de ionização de 23 cm^3 com ar comprimido e parede de alumínio foi construída e apresenta sensibilidade uma ordem de grandeza maior quando comparada a câmaras de mesmo volume à pressão ambiente. A utilização de ar a uma pressão 2500 kPa minimiza sua dependência energética, que se mantêm menor que 5 % para energias de fótons na faixa de 40 keV a 1.250 keV. Esta câmara apresenta melhor desempenho do que as câmaras convencionais em medidas de baixas taxas de exposição.

Abstract – A pressurized air ionization chamber with 23 cm^3 and aluminum walls shows a sensitivity of a least one order of magnitude higher than conventional ionization chambers with the same volume. The air pressure of 2500 kPa minimizes the energy dependence to less than 5 % between 40 and 1.250 keV. This chamber shows a better performance when used to measure low exposure rate.

Introdução

As câmaras de ionização com ar comprimido requerem paredes com alta resistência mecânica para suportar altas pressões.
A presença da parede, em geral, acentua a dependência da resposta com a energia dos fótons incidentes. A não equivalência com câmaras abertas em medidas de exposição parece determinar que este tipo de câmara é inadequado para a maioria das aplicações práticas em dosimetria. Entretanto, pode ser verificado[1], que a ação conjunta dos efeitos de recombinação no gás com atenuação e ejeção de elétrons da parede[2] possibilita a calibração deste tipo de câmara. O fator de recombinação aumenta com a pressão tornando possível escolher uma pressão onde a dependência energética é minimizada. Estes efeitos, combinados de forma apropriada, se mostram úteis na escolha dos critérios para construção de câmaras de ionização com ar comprimido e paredes não equivalentes ao ar.
Este tipo de câmara, calibrada adequadamente, tem resposta em energia similar à maioria das câmaras existentes no mercado, podendo ser utilizada em levantamentos radiométricos, medida de radiação de fuga e monitoração ambiental e de área.

Metodologia

A câmara com 5,1 cm de comprimento, 2,4 cm de diâmetro e 2 mm de espessura de parede foi construída em forma cilíndrica devido a facilidades de usinagem, manutenção da pressão e disposição do *guard*.
O alumínio foi escolhido devido às características mecânicas e à menor atenuação comparativamente a outros metais.
A calibração foi feita por normalização com relação aos raios gama do ^{60}Co.
Os resultados foram analisados segundo uma abordagem quantitativa e semi-empírica, de maneira a desenvolver uma metodologia de calibração para câmaras desse tipo.

Resultados

A Figura 1 mostra as curvas de ganho com a pressão para três fontes de radiação de diferentes energias e mesma taxa de exposição. O fato destas curvas se interceptarem, indica que existe uma pressão onde a dependência em energia é menor.

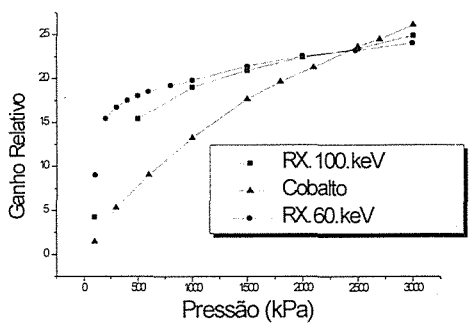

Figura 1. Curvas de variação do ganho com a pressão em diferentes energias efetivas para taxas de exposição em torno de $4{,}6 \times 10^{-8}$ C $(kg.s)^{-1}$

Os principais fatores que podem modificar a pressão ótima de trabalho são: material da parede, espessura da parede, tamanho da câmara e potencial de polarização.
As curvas de dependência energética da câmara utilizada, feitas para diferentes pressões, são mostradas na Figura 2 .

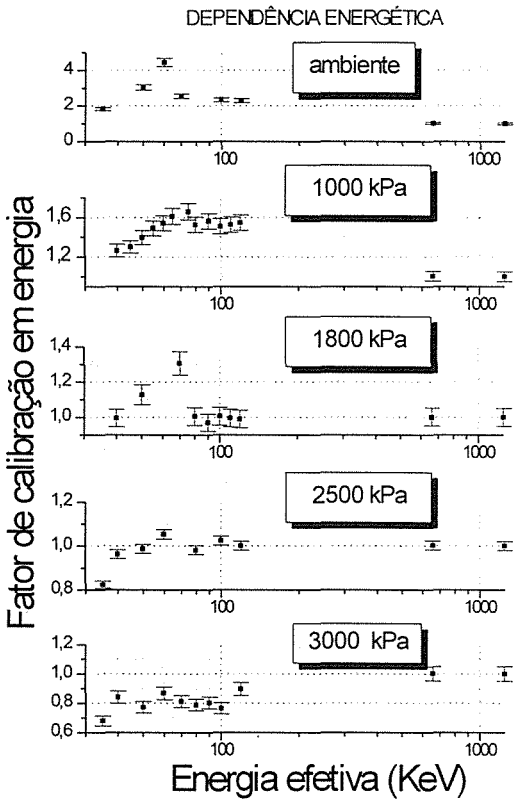

Figura 2. Curvas de dependência energética para algumas pressões. À pressão de 2500 kPa, na região em torno de 60 keV, a dependência é de 5 %.

Discussão e Conclusões

A espessura da parede foi escolhida em função dos requisitos de resistência mecânica e da mínima energia com a qual se deseja trabalhar. Quanto mais delgada for a parede, melhores serão as características para feixes com energias baixas. Este parâmetro deve ser otimizado pois a pressão de trabalho aumenta com a diminuição da espessura da parede criando um limite, a partir do qual a pressão de trabalho ultrapassa a pressão necessária para romper a parede.
O potencial de polarização deve ser escolhido de maneira a ajustar a taxa de exposição máxima que se deseja medir.
O aumento da pressão contribui pouco na variação do tempo de resposta do sistema.
Com o aumento da corrente elétrica gerada pela câmara, devido ao aumento da pressão, pode-se utilizar amplificação eletrônica menor e consequentemente obter um tempo de resposta menor.
Dependendo do volume da câmara e da espessura da parede, pode-se aumentar a intensidade da corrente de ionização em mais de 10 vezes.
Estas câmaras, sendo mais sensíveis, e portanto podendo assumir dimensões menores, se prestam também para monitorar pontos específicos, próximos a fontes de baixa intensidade minimizando problemas devido à divergência do campo.

Agradecimentos

Agradecemos ao CNPq e ao PADCT pelo financiamento e à MRA Indústria de Equipamentos Eletrônicos pela colaboração na construção do protótipo.

Referências

[1] Rodrigues, R. G. S. e Pelá, C. - "Desenvolvimento de câmaras de ionização com ar comprimido para avaliações radiométricas" , Dissertação de Mestrado apresentada à Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da USP - Campus Ribeirão Preto para obtenção do título de Mestre em Física Aplicada à Medicina e Biologia.

[2] Attix, H. A. - "Introduction to radiological physics and radiation dosimetry" , Capítulos: 11, 12 e 13, John Wiley & Sons, New York (1986).