

Avaliação da resposta do fotodiodo BPW34 em qualidades de radiação RQR da norma IEC 61267 implantadas no IPEN e no CRCN-NE

Cinthia M. S. de Magalhães^{1,2}, Linda V. E. Caldas³, Marcus A. P. dos Santos¹,
Luiz A. P. dos Santos^{1,2} e Divanizia do N. Souza²

¹Centro Regional de Ciências Nucleares, Comissão Nacional de Energia Nuclear,
50.740-540, Brasil

cinthiamsmag@gmail.com, lasantos@cnen.gov.br,
masantos@cnen.gov.br
<http://www.crcn.gov.br/>

²Departamento de Física, Universidade Federal de Sergipe,
49.100-000, Brasil

divanizi@ufs.br
<http://www.fisica.ufs.br/npqfi/index.htm>

³Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares,
05508-000, Brasil

lcaldas@ipen.br
<https://www.ipen.br/sitio/>

Abstract. Neste trabalho avaliou-se a resposta de dois fotodiodos comerciais BPW34 em quatro qualidades de radiação RQR implantadas, de acordo com a norma IEC 61267, no laboratório de Calibração de Instrumentos do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN/CNEN) e no laboratório de Metrologia das Radiações do Centro Regional de Ciências Nucleares do Nordeste (CRCN-NE/CNEN). Os resultados mostram que é possível relacionar as qualidades implantadas nesses laboratórios e que o fotodiodo BPW34 pode ser útil para avaliações comparativas de qualidades distintas de feixes de radiodiagnóstico.

1 Introdução

Em 2005, a *International Electrotechnical Commission (IEC)* publicou uma nova versão da norma IEC 1267 [1], a norma IEC 61267 [2], que estabelece condições específicas para a caracterização de feixes de radiação X. O Laboratório de Calibração de Instrumentos (LCI) do IPEN e o Laboratório de Metrologia do CRCN-NE caracterizaram qualidades de radiação X seguindo essa norma.

Dispositivos semicondutores comerciais têm sido bastante utilizados para detecção da radiação ionizante em radiodiagnóstico [3,4]. Neste trabalho avaliou-se a resposta do fotodiodo comercial BPW34 em quatro qualidades de radiação RQR, implantadas de acordo com a IEC 61267, nos dois laboratórios. Esse tipo de dispositivo apresenta uma resposta bastante estável aos feixes de diagnóstico e já foi utilizado como detector de radiação anteriormente [3]. Foi realizada uma intercomparação entre as qualidades avaliadas nesses dois laboratórios com o objetivo de verificar se tais

dispositivos são úteis para avaliações comparativas de qualidades distintas de feixes de radiodiagnóstico.

2 Metodologia

A resposta de dois fotodiodos comerciais BPW34 (BPW34_1 e BPW34_2) foi avaliada nas qualidades de radiação RQR6, RQR8, RQR9 e RQR10 implantadas no IPEN e no CRCN-NE. Para as irradiações, foram utilizados dois equipamentos de raios X: um Pantak Siefert, no IPEN, e um Pantak HF320, no CRCN-NE. O sistema de detecção era constituído de um detector, um eletrômetro Flip-flop [5] e um computador utilizado para registrar as medidas através de um programa, DoseX[®] [6], que controla o eletrômetro. Como o fotodiodo é sensível à luz artificial, a placa de circuito impresso, na qual o dispositivo estava conectado, foi colocada no interior de um cilindro de alumínio evitando, assim, a exposição à luz (Figura 1).

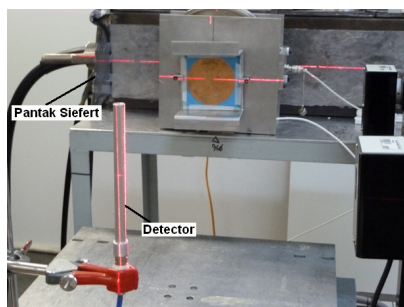


Fig. 1. Arranjo experimental do Laboratório de Calibração de Instrumentos do IPEN com o fotodiodo dentro de um cilindro de alumínio.

Avaliou-se a linearidade dos detectores para a qualidade RQR9 e suas sensibilidades para quatro qualidades de radiação. Nos dois testes, os detectores foram posicionados a 1 metro de distância do foco do tubo de raios X e uma câmara de ionização cilíndrica Radcal, modelo RC6, acoplada a um eletrômetro Keithley, modelo 6517A, foi colocada na mesma posição dos detectores e sob as mesmas condições de irradiação para determinar o kerma no ar.

A variação da sensibilidade foi feita para as qualidades RQR6, RQR8, RQR9 e RQR10, cujas tensões correspondentes são, respectivamente: 80, 100, 120 e 135 kV. A corrente foi fixada em 10 mA e kerma no ar foi mantido constante em 30 mGy. A sensibilidade foi obtida da razão entre a carga coletada pelo fotodiodo e o kerma no ar (30 mGy). A linearidade foi avaliada para a qualidade RQR9 (tensão de 120 kV). A variação do kerma no ar foi obtida variando a corrente aplicada ao tubo, de 5 a 25 mA, em intervalos de 5 mA.

3 Resultados

A Figura 2 mostra a avaliação da sensibilidade do fotodiodo, para as diferentes qualidades. O comportamento dos dois fotodiodos (1 e 2) foi semelhante para as qualidades RQR6 e RQR8 nos dois laboratórios; nessas qualidades, a sensibilidade dos fotodiodos foi, aproximadamente, 5% menor quando expostos aos feixes no CRCN. Embora no IPEN a sensibilidade dos fotodiodos tenha se mostrado aproximadamente constante para RQR6, RQR8 e RQR9, ou seja, sem dependência energética, observou-se uma queda significativa dessa sensibilidade (em torno de 18%) para RQR10. A resposta dos detectores apresentou uma diferença máxima, entre as respostas dos dois laboratórios, de 11%, para RQR9, e mínima de 0,5%, para RQR10. Essa diferença máxima pode ter ocorrido por se tratar de equipamentos diferentes ou devido a variações no ajuste da tensão e da corrente do tubo de raios X.

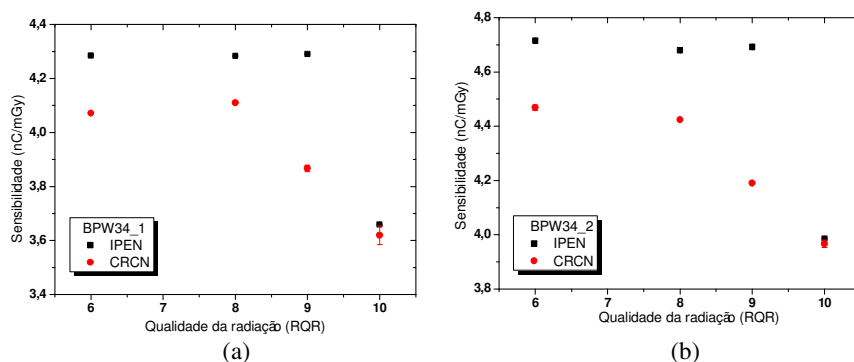


Fig. 2. Variação da sensibilidade nas qualidades RQR6, RQR8, RQR9 e RQR10 para o fotodiodo a) 1 e b) 2.

A Figura 3 mostra o resultado da linearidade, para a qualidade RQR9, dos dois fotodiodos analisados. Observa-se que, para os dois laboratórios, a resposta dos detectores foi similar. Nas irradiações no IPEN, o coeficiente angular da reta (traçada por meio de ajustes dos pontos obtidos da curva da resposta do detector em função do kerma no ar) foi igual a 3,96 para o detector 1 e 4,37 para o detector 2; nas irradiações no CRCN, o coeficiente obtido da curva do detector 1 foi igual a 3,86 e o do detector 2 foi 4,18. Assim, para um mesmo dispositivo, a diferença máxima foi menor que 5%.

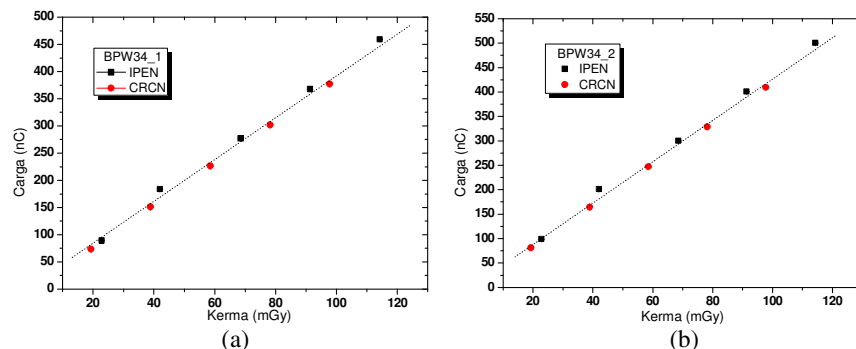


Fig. 3. Linearidade na qualidade RQR9 do fotodiodo a) 1 e b) 2.

4 Conclusões

Os dois fotodiodos apresentaram comportamento semelhante nos dois laboratórios. Para as quatro qualidades analisadas, a maior diferença encontrada entre as sensibilidades dos detectores nos dois laboratórios foi de 11%. Para qualidade RQR9, a resposta dos fotodiodos foi proporcional à dose e, analisando cada dispositivo, a diferença máxima entre os coeficientes angulares das retas de ajuste nos dois laboratórios foi menor que 5%. A partir dos resultados, percebe-se que é possível estabelecer uma relação entre as qualidades implantadas nos laboratórios analisados e que tais dispositivos podem ser úteis para avaliações comparativas de qualidades distintas de feixes de radiodiagnóstico.

Referências

- INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION. IEC 1267: Medical diagnostic X-ray equipment – Radiation conditions for use in determination of characteristics. Genève, 1994.
- INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION. IEC 61267: Medical diagnostic X-ray equipment – Radiation conditions for use in determination of characteristics. Genève, 2005.
- Herrnsdorf, L., Björk, M., Cederquist, B., Mattsson, C. G., Thungström, G., Fröjd, C: Point dose profile measurements using solid-state detectors in characterization of Computed Tomography systems. Nucl. Instrum. Methods Phys. Res. A (2009), 223-225.
- Santos, L.A.P., Magalhães, C. M. S., Silva, J. O., Antônio Filho, J., Silva Jr., E., Santos, W. M.: A feasibility study of a phototransistor for the dosimetry of computerized tomography and stereotactic radiosurgery beams. Radiat. Meas. (2008), 904-907.
- Instituto Nacional da Propriedade Industrial – INPI, pedido de registro #0000220905992706, 23 de setembro (2009).
- Instituto Nacional da Propriedade Industrial – INPI, pedido de registro #020100064110, 14 de julho (2010).