

Análise da radiação espalhada do perfil de dose em tomografia computadorizada utilizando detector semiconductor

Analysis of scattered radiation of the dose profile in computed tomography using semiconductor detector

Cinthia M. S. Magalhães^{1,2}, Marília C. Sobrinho¹, Divanízia N. Souza¹, Luiz A. P. Santos²

¹Departamento de Física, Universidade Federal de Sergipe - Aracaju (SE), Brasil

²Laboratório de Instrumentação Nuclear, Centro Regional de Ciências Nucleares (CRCN/CNEN) - Recife (PE), Brasil

Resumo

A dosimetria em tomografia computadorizada é feita, principalmente, utilizando uma câmara de ionização tipo lápis de 100 mm de extensão. No entanto, tem-se questionado bastante a eficácia desse método na coleta de toda radiação espalhada do perfil de dose e uma nova forma de avaliação dosimétrica tem sido sugerida. Ela envolve a utilização de detectores menores efetuando múltiplas varreduras do feixe de raios X. Neste trabalho, o perfil de dose foi avaliado em um simulador dosimétrico de cabeça utilizando um dispositivo semiconductor, o fototransistor OP520. Os dispositivos foram dispostos em dois arranjos de detectores diferentes -com 2 e 4 fototransistores- e foram submetidos a uma varredura de 170 mm de extensão. Uma câmara lápis submetida às mesmas condições de irradiação foi utilizada para efetuar uma comparação dos dados. Os resultados confirmaram que os 100 mm não são suficientes para coletar toda radiação espalhada do perfil de dose e mostraram que os fototransistores podem ser úteis para dosimetria em tomografia computadorizada.

Palavras-chave: tomografia computadorizada, dosimetria, dispositivo semiconductor.

Abstract

The dosimetry in computed tomography is performed mainly using a 100 mm long ionization chamber. However, it has been questioned the efficacy of this method in collecting all scattered radiation of the dose profile and a new form of dosimetry have been suggested. It involves the use of smaller detectors performing multiple scans of X ray beam. In this study, the dose profile was evaluated in a dosimetric head phantom using a semiconductor device, the OP520 phototransistor. The devices were placed in two different arrangements of detectors -with 2 and 4 phototransistors- and undergoing a 170 mm scan length. A pencil chamber submitted to the same conditions of irradiation was used to make a comparison of data. The results confirmed that the 100 mm is not enough to collect all scattered radiation of the dose profile and they showed that the phototransistors can be useful for dosimetry in tomography.

Keywords: computed tomography, dosimetry, semiconductor device.

Introdução

A tomografia computadorizada (CT) é reconhecida como uma técnica que possui alta capacidade de diagnóstico e que proporciona doses altas em relação a outros exames de radiodiagnóstico. No Reino Unido, os exames de CT representam 7% dos procedimentos radiológicos, no entanto, são responsáveis por 47% da dose coletiva total da prática médica¹. Isso reforça a grande importância da avaliação da dose em tomografia.

A dosimetria em CT é feita, principalmente, utilizando-se uma câmara de ionização tipo lápis com 100 mm de comprimento, que integra o perfil de dose através

de um corte na sua região central. Contudo, muitos trabalhos têm mostrado que essa dimensão não é suficiente para mensurar toda radiação espalhada de um único corte, principalmente após o surgimento dos tomógrafos multicortes que possibilitam a obtenção de cortes mais espessos (com 30 mm de espessura, por exemplo). Ao invés de propor a fabricação de câmaras ainda maiores, uma alternativa proposta para dosimetria em CT foi a utilização de câmaras de ionização menores²⁻⁴. Nesse novo método, o único corte na região central é substituído por um número de varreduras suficientemente grande, efetuando múltiplas rotações do tubo de raios X.

Correspondência: Cinthia Marques S. de Magalhães – Departamento de Física – CCET da Universidade Federal de Sergipe (UFS) – Cidade Universitária Prof. José Aloísio de Campos – São Cristóvão – CEP 49100-000 – Aracaju (SE), Brasil – E-mail: cinthiamsmag@gmail.com

Os dispositivos eletrônicos apresentam características que despertam o interesse para dosimetria das radiações ionizantes. Algumas delas são: a capacidade de leitura em tempo real; as pequenas dimensões e a baixa energia necessária para produção de um par elétron-lacuna. Os fototransistores bipolares, dispositivos semicondutores que têm a propriedade de amplificação de sinal elétrico, têm sido avaliados para utilização como detectores de radiação na faixa de energia de radiodiagnóstico^{5,6} e para altas energias⁷. Por esse motivo e devido à tendência de se utilizar detectores menores em tomografia, neste trabalho o fototransistor foi avaliado para dosimetria em CT.

Material e Métodos

O fototransistor utilizado foi o OP520, fabricado pela OPTEK® Technology (Figura 1a)⁸. O sistema dosimétrico consiste de um eletrômetro Flip-flop®, desenvolvido no Laboratório de Instrumentação Nuclear do CRCN, um computador com o programa DoseX, que controla o eletrômetro, e o detector (Figura 2b).

A avaliação dosimétrica foi realizada no tomógrafo Asteion da Toshiba do Hospital do Universitário da Universidade Federal de Sergipe (HU/UFS), Aracaju. A tensão de tubo, a corrente aplicada e o tempo de exposição foram, respectivamente: 120 kV, 200 mA e 0,75 s. As avaliações dos perfis de dose foram realizadas em um simulador dosimétrico de cabeça de poli (metacrilato de metila) (PMMA) com 15 cm de diâmetro e 16 cm de comprimento (Figura 2).

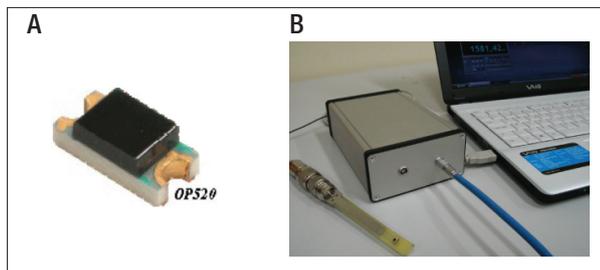


Figura 1. a) Fototransistor OP520; b) Sistema dosimétrico: detector, eletrômetro e computador.



Figura 2. Simulador dosimétrico de cabeça no suporte para cabeça de um tomógrafo com um detector no orifício central.

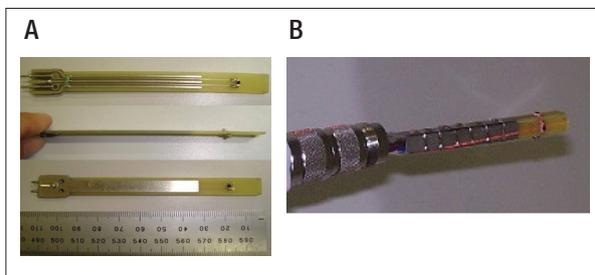


Figura 3. Arranjo detector com 2 (a) e 4 fototransistores (b).

Foram utilizadas duas configurações de arranjo detectores para avaliar o perfil de dose: o primeiro com dois FTs, um oposto ao outro (Figura 3a); e o segundo com 4 dispositivos com ângulos retos entre si (Figura 3b). Os fototransistores foram conectados, com pinos de ouro, em uma placa de circuito impresso e cada arranjo funcionava como um detector.

O perfil de dose foi obtido posicionando os detectores nos orifícios periféricos e central do simulador e efetuando uma varredura de 170 mm de extensão. A espessura selecionada foi de 5 mm e o modo de exposição foi o axial. O incremento da mesa foi de 5 mm nas extremidades do perfil e de 1 mm na parte central do perfil para se obter mais detalhes do pico. Os perfis obtidos foram integrados em 170 mm a fim de avaliar a contribuição da radiação espalhada nas extremidades do perfil. Os resultados obtidos foram comparados com os de uma câmara lápis de 100 mm submetida às mesmas condições de irradiação.

Resultados

A Figura 4 mostra o perfil de dose obtido nos orifícios esquerdo e direito para o arranjo de detector com 2 fototransistores.

O espaço entre as barras verticais da figura possui 100 mm de extensão, equivalente ao comprimento de integração da câmara lápis.

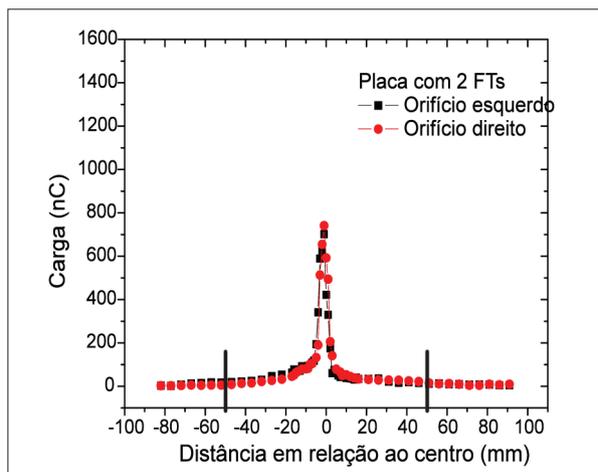


Figura 4. Perfis de dose nos orifícios esquerdo e direito para o arranjo com 2 fototransistores.

A Figura 5 mostra o perfil de dose obtido nos orifícios esquerdo e direito para o arranjo de detector com 4 fototransistores.

A Figura 6 mostra o perfil de dose obtido no orifício central para o arranjo de detector com 2 e 4 fototransistores.

A Tabela 1 mostra os dados obtidos com a câmara de ionização tipo lápis e a partir da integral dos perfis de dose obtidos com os fototransistores (todos eles foram divididos pela espessura de corte (5mm) e, para os dados da câmara, também multiplicados por 100 mm).

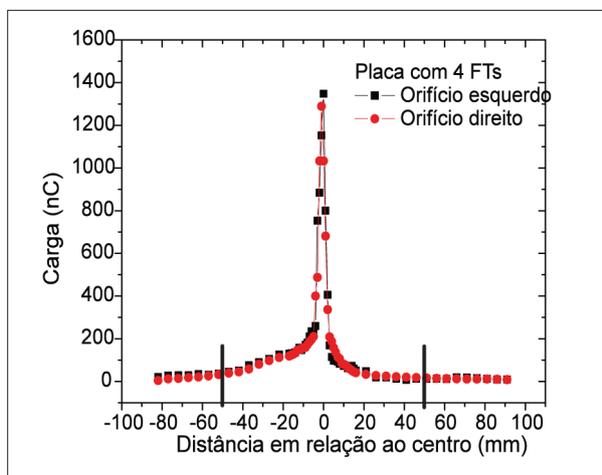


Figura 5. Perfis de dose nos orifícios esquerdo e direito para o arranjo com 4 fototransistores.

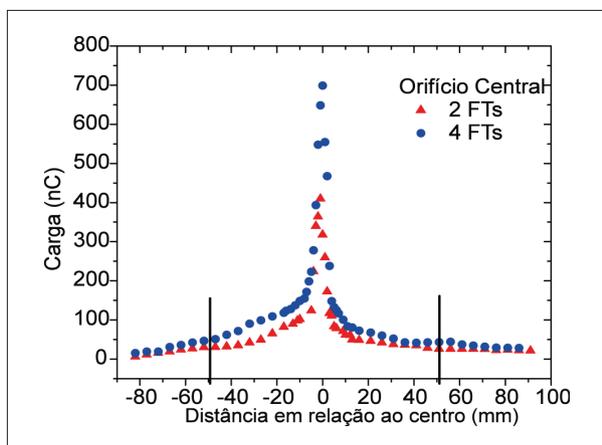


Figura 6. Perfis de dose no orifício central para os arranjos com 2 e 4 fototransistores.

Tabela 1. Dados da câmara de ionização tipo lápis e da análise dos perfis de dose obtidos com os FTs.

Orifício	2 FTs (nC)	4 FTs (nC)	Câmara de ionização (mGy)
Esquerdo	1516,1	2357,9	31,9
Direito	1554,5	2507,3	31,9
Central	1710,2	2688,5	28,9

Discussão e Conclusões

Observando as Figuras 4 e 5, percebe-se que os perfis dos orifícios direito e esquerdo são bastante semelhantes. Isso se deve à simetria desses orifícios no posicionamento do simulador. O valor do pico dos perfis do arranjo com 4 fototransistores é maior, mais de 60%, do que o valor de pico do arranjo com 2 fototransistores. Esse resultado pode ser explicado pelo fato de que o número de dispositivos do arranjo com 4 FTs é o dobro do arranjo com 2 FTs e levando em conta que cada arranjo funciona como um único detector.

Analisando a Figura 6, percebe-se que o perfil de dose no orifício central é um pouco mais largo do que o perfil nos orifícios periféricos e que o declínio nas extremidades do perfil central é mais suave. Isso ocorre porque na região central do simulador a radiação é mais atenuada e, conseqüentemente, há maior contribuição da radiação espalhada.

Observando a Tabela 1, verifica-se a semelhança entre os valores obtidos nos orifícios periféricos esquerdo e direito para os dois tipos de detectores, exceto para o arranjo com 4 FTs que apresentou certa diferença. No entanto, nota-se que os valores dos orifícios da periferia são inferiores ao valor encontrado no orifício central para os fototransistores e superiores para a câmara de ionização. Isso ocorre porque a câmara só integra o perfil de dose nos 100 mm de sua extensão, que equivale à região entre as barras verticais das Figuras 4, 5 e 6. Como verificado pela análise do gráfico, a contribuição da radiação espalhada além dos 100 mm é mais significativa no orifício central do que nos orifícios periféricos. Logo, uma parte considerável da radiação espalhada não pode ser coletada com a câmara de ionização, diferentemente dos valores obtidos com os fototransistores que tiveram uma integração de 170 mm.

Esses resultados confirmam que a extensão de 100 mm da câmara lápis não é suficiente para coletar toda radiação espalhada do perfil de dose. Além disso, mostram que os dois arranjos de detectores com fototransistores são capazes de obter detalhes do perfil de dose e que com um aprofundamento da análise de suas respostas podem ser úteis para dosimetria em tomografia computadorizada.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPq, à Capes e à CNEN, pelo apoio financeiro, e ao Hospital Universitário da UFS, por disponibilizar o tomógrafo para as medições.

Referências

- Hart D, Wall, BF. UK population dose from medical X-ray examinations. *European Journal of Radiology*. 2004;50:285-91.

2. Dixon RL. A new look at CT dose measurement: Beyond CTDI. *Medical Physics*. 2003;30(6):1272-80.
3. Nakonechny KD, Fallone BG, Rathee S. Novel methods of measuring single scan dose profiles and cumulative dose in CT. *Medical Physics*. 2005;32(1):98-109.
4. Dixon RL, Ballard AC. Experimental validation of a versatile system of CT dosimetry using a conventional ion chamber: Beyond CTDI₁₀₀. *Medical Physics*. 2007;34(8):3399-413.
5. Santos LAP, Silva Júnior EF, Vilela E. Filtered x-ray beam dosimetry from 10⁻³ to 10² Gy dose range by using phototransistor. *Radiation Protection Dosimetry* 2002;101(1-4):145-48.
6. Santos LAP, Magalhães CMS, Silva JO, Antonio Filho J, Silva Júnior EF, Santos WM. A feasibility study of a phototransistor for the dosimetry of computerized tomography and stereotactic radiosurgery beams. *Radiation Measurements*. 2008;43:904-7.
7. Dhole SD, Boraskar VN. Use of phototransistor as a radiation monitor. *Proceedings of 4th Conference on Radiation Protection and Dosimetry*; 1994; Orlando; USA. Tennessee: ORNL; 1994.
8. Optek Technology. Silicon Phototransistor in Miniature SMT Package: OP520, OP521; 2005.