TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA: SIMULAÇÃO DE UM DOSÍMETRO DE FOTODIODO UTILIZANDO O SOFTWARE MCNPX

Rogelandio Francisco da Costa [1], Ejakson José de Sousa Vasconcelos [2], Alexandre Rocha Paschoal [3], Walmir Belinato [4], Cinthia Marques Magalhães Paschoal [5]

RESUMO

A tomografia computadorizada (CT) é uma técnica de radiodiagnóstico que proporciona elevada dose de radiação ao paciente. A CT tem grande utilidade em diagnóstico médico, sendo muito utilizada nos dias de hoje. Porém, o excesso de exposição aos raios X pode trazer danos ao paciente. Nesse contexto, trabalhos envolvendo dosimetria em CT são muito relevantes para minimizar possíveis efeitos biológicos da radiação. Neste trabalho, buscou-se validar um modelo computacional utilizando dados experimentais coletados em um tomógrafo modelo Asteion VR da Toshiba. Aplicou-se o método estatístico de Monte Carlo usando o software MCNPX para o cálculo da dose de radiação em um dosímetro/detector com fotodiodo comercial. Para a realização da simulação computacional, considerou-se o cenário de uma sala de CT, com tomógrafo e um detector em formato cilíndrico com um fotodiodo comercial BPW34FS em seu interior. Os dados simulados foram obtidos utilizando as mesmas dimensões e parâmetros de radiação utilizados experimentalmente. Os resultados mostram que o detector simulado está funcionando, que o cenário de tomografia está validado e que alguns ajustes precisam ser feitos para obtenção do perfil de dose. A partir disso, será possível estimar a dosimetria para configurações diferentes das experimentais, podendo contribuir no campo da pesquisa em CT.

Palavras-chave:

Simulação. MCNPX. tomografia. dosímetro.

[1] Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (Unilab), Instituto de Ciências e da Natureza, Discente, e-mail: rogelandiocosta@gmail.com
[2] Universidade Federal do Ceará (UFC), Centro de Ciências, Discente, e-mail: ejaksonsousa@gmail.com
[3] Universidade Federal do Ceará (UFC), Centro de Ciências, Docente, e-mail: paschoal@fisica.ufc.br
[4] Instituto Federal da Bahia, Campus Vitória da Conquista, Docente, e-mail: wbfisica@gmail.com
[5] Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (Unilab), Instituto de Ciências Exatas e da Natureza, Docente, e-mail: cinthiam.paschoal@unilab.edu.br

INTRODUÇÃO

A tomografia computadorizada (CT) é um procedimento radiográfico muito utilizado para obtenção de imagens anatômicas com alta resolução. No entanto, em comparação com outros procedimentos radiográficos, as doses absorvidas pelos pacientes em exames de CT são muito elevadas. Dada a evolução tecnológica dos tomógrafos, a dosimetria em tomografia computadorizada (CT), tradicionalmente baseada em uma câmara de ionização tipo lápis com 100 mm de comprimento, tem passado por modificações e a utilização de detectores pequenos tem sido proposta (DIXON, 2003; NAKONECHNY et al., 2005; HANSSON et al. 2010; PASCHOAL et al., 2013).

O método de Monte Carlo, baseado em modelos probabilísticos de modelagem computacional, tem se tornado uma ferramenta muito útil para estimar dose nesta área de radiodiagnóstico (GU et al., 2013, FIGUEIRA et al., 2013), possibilitando estimar dose sem a presença de dosímetros e simuladores antropomórficos, através de simulações de modelos de equipamentos de tomografia, de protocolos de irradiação e de detectores.
Dada a elevada dose proporcionada ao paciente em exames de tomografia, a mudança de dosimetria para detectores pequenos e a crescente utilização do Método de Monte Carlo na simulação nesta área, percebe-se a importância de estudar simulação com detectores pequenos em CT. Este trabalho teve o objetivo de simular um cenário computacional para dosimetria com fotodiodo em tomografia computadorizada utilizando o código MCNPX.

METODOLOGIA

O trabalho começou com a modelagem de um detector que foi utilizado experimentalmente. O detector é constituído por um cilindro de alumínio com tamanho de 15,76 cm, uma placa de Potiacetal com área de 16 cm X 1,22 cm e um chip fotodiodo BPW34FS, como mostra a Figura 1.

Figura 1: Detector a ser simulado.

Fonte: PASCHOAL, 2012.

O detector foi inserido em um cenário com uma única fonte de radiação para verificar seu funcionamento. Antes de inserir o detector no cenário de tomografia (com 36 fontes de raios X), uma câmara de ionização modelada foi inserida nesse cenário para estimar a dose absorvida na sua região central a partir de uma única exposição. Os dados encontrados na simulação com câmara de ionização foram comparados com os experimentais, obtidos utilizando um tomógrafo Asteion VR da Toshiba. O intuito era validar o cenário e obter um fator de conversão. Em seguida, o detector com fotodiodo modelado foi colocado no cenário de tomografia para verificar seu funcionamento e realizar simulações do perfil de dose buscando a melhor semelhança para o feixe de referência: 120 kV, 200 mA, 0,75 s, modo de exposição axial e espessura de corte de 10 mm.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 2 mostra o cenário com uma única fonte e o detector modelado. Passou-se para o cenário de tomografia após a verificação de funcionamento do detector com fotodiodo.

Figura 2: Cenário com uma única fonte de raios X e detector com fotodiodo simulados.



Fonte: Prórpio autor.

A Figura 3 mostra o cenário de tomografia modelado com a cama do paciente, o dosímetro no ar e 36 fontes de raios X, formando o gantry.

Figura 3: Cenário de tomografia.



Fonte: Próprio autor.

O cenário passou por validação no ar nos seguintes pontos: centro, 12H, 9H, 6H e 3H de um relógio, tendo como referência o isocentro. Nesse processo de validação do cenário, foi utilizada uma câmara de ionização tipo lápis de 100 mm e os resultados obtidos foram comparados com os experimentais. Essa comparação foi feita entre o kerma no ar medido experimentalmente e o simulado, gerando um fator de conversão a partir da razão dessas medidas. A Tabela 1 mostra os resultados experimentais e simulados obtidos, com incerteza abaixo de 10%, como desejado.

Tabela 1: Comparação dos resultados simulados e experimentais obtidos com a câmara de ionização.



Fonte: Próprio autor.

Em seguida, o detector com o fotodiodo foi inserido no cenário de tomografia a fim de obter o perfil de dose a partir de 21 exposições. O resultado obtido está mostrado na Figura 4.

Figura 4: Perfil de dose obtido com o detector modelado no ar.



Fonte: Próprio autor.

A Figura 4 é resultado de diversas simulações que vem sendo testadas ao longo de alguns meses, com adaptações na colimação do feixe, entre outros ajustes. Ao comparar o perfil de dose simulado com o experimental, verificou-se que ainda é preciso fazer novas tentativas, fato que já está em andamento.

CONCLUSÕES

Os resultados mostram que o cenário foi validado, obtendo valores abaixo de 10% com a câmara de ionização. E os resultados obtidos com o fotodiodo modelado mostram que o mesmo está funcionando e que o perfil de dose ainda precisa de pequenos ajustes, que estão em andamento. A partir disso, será possível estimar a dosimetria para configurações diferentes das experimentais, podendo contribuir no campo da pesquisa em CT.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus e os autores agradecem à bolsa concedida para realização deste trabalho e as instituições envolvidas.

REFERÊNCIAS

DIXON, R. L. A new look at CT dose measurement: Beyond CTDI. Medical Physics. v. 30, n. 6, p. 1272-1280, 2003.

FIGUEIRA, C.; BECKER, F.; BLUNCK, C.; et al. Medical staff extremity dosimetry in CT fluoroscopy: an anthropomorphic head voxel phantom study. Phys. Med. Biol. v. 58, p. 5433–5448, 2013.

HANSSON, J.; ERIKSSON, S.; KLANG, A. T.; BATH, M. Comparison of three methods for determining CT dose profile: presenting the tritium method. Radiation Protection Dosimetry. v. 139, n. 1-3, p. 434-438, 2010.

GU, J.; XU, X.G.; CARACAPPA, P. F.; LIU, B.. Fetal doses to pregnant patients from CT with tube current modulation calculated using Monte Carlo simulations and realistic phantoms. Radiat. Prot. Dosimetry. v. 155, p. 64–72, 2013.

NAKONECHNY, K. D.; FALLONE, B. G.; RATHEE, S.; Novel methods of measuring single scan dose profiles and cumulative dose in CT. Medical Physics. v. 32, n. 1, p. 98-109, 2005.

PASCHOAL, C. M. M.; SOUZA, D. N.; SANTOS, L. A. P. Measurement of Single Scan Dose Profiles in CT Using a Commercial Photodiode. IEEE Transactions on Nuclear Science, v. 60, n. 2, p. 735-738, 2013.