Construção de imagens sintéticas de ossos trabeculares de cinco regiões do corpo humano de adultos a partir do uso de técnicas monte carlo para avaliações dosimétricas

Allyne Loureiro Silva[1], José de Melo Lima Filho[2]

[1]Estudante do Curso de Tecnologia em Radiologia- IFPE, campus Recife; email:lyne_loureiro@hotmailcom.br

[2]Docente/pesquisador do DAFG – IFPE, campus Recife; email: josedemelo@gmail.com

RESUMO

Um dos maiores desafios da dosimetria numérica é estimar a dose da radiação ionizante absorvida pelos tecidos moles do esqueleto dentro das cavidades do osso trabecular. Os tecidos moles radiossensíveis do esqueleto são formados pelas células hematopoéticas da medula óssea vermelha (RBM) e superfícies endeósteas do osso trabecular (BSC). A maior dificuldade em avaliar a dose absorvida na RBM e nas BSC consiste em representar de modo realístico a complexa estrutura do osso trabecular. Foram utilizadas imagens micro-CT de ossos trabeculares de adulto das regiões do esterno, lombar, fêmur, pelve e crânio utilizadas pelo DEN/UFPE e GPDC&SE/IFPE. Foram sintetizadas no computador usando um método Monte Carlo (MC) com a função densidade de probabilidade (fdp) normal transladada (NT), imagens similares às descritas acima com percentuais de volume do osso trabecular de acordo com a ICRP (International Commission on Radiological Protection) 70 [ICRP 70, 1995]. Utilizou-se o software EGSnrc para avaliações dosimétricas no fantoma MASH nas posições padrão e supina, munidos das micromatrizes de ossos reais e de ossos sintéticos para análises e comparações. Os resultados apresentados referem-se ao cérebro e testículos como fonte e BSC e RBM da Pelve como alvo. Para os coeficientes de conversão adotados pode-se concluir que os ossos sintéticos substituem com sucesso os ossos reais nos Modelos Computacionais de Exposição (MCEs) considerados.

Palavras–chave: avaliação dosimétrica; fantoma; modelo computacional de exposição; osso trabecular

1. Introdução

Para fazer avaliações da dose distribuída ao longo de um volume irradiado, o Grupo de Pesquisa em Dosimetria Computacional e Sistemas Embarcados (GPDC&SE) tem desenvolvido Modelos Computacionais de Exposição (MCEs) [VIEIRA, 2004]. Os MCEs são utilitários que simulam situações em que ocorra irradiação em um dado meio. São compostos, fundamentalmente, por

um modelo antropomórfico para simular a geometria irradiada (usualmente referenciado como fantoma, neologismo da palavra inglesa *phantom*), algoritmos para simular a fonte radioativa usada e um código MC para simular o transporte e a interação da radiação com a matéria, bem como avaliar a energia depositada (YORIYAZ, 2009; CACCIA et al., 2010). Para estimar a energia depositada na RBM e nas BSC em um fantoma, o GPDC&SE tem usado o método das micromatrizes obtidas de imagens micro-CT [KRAMER, 2009] de ossos trabeculares reais do esterno, lombar, fêmur, pelve e crânio.

Este trabalho utiliza resultados de estudos realizados pelo GPDC&SE com a intenção de verificar a possibilidade da substituição das imagens micro-CT de ossos reais (OR) nos MCE MASH/EGSnrc por imagens sintetizadas no computador, baseadas em amostragens MC com a finalidade de avaliações dosimétricas. Usando a fdp NT foram construídas as imagens sintéticas e foi utilizado o software EGSnrc para proceder as avaliações dosimétricas no fantoma MASH nas posições padrão e supina, munidos das micromatrizes de OR e NT para posteriores análises e comparações**.**

2. Materiais e Métodos

Foram utilizados computadores disponíveis no laboratório de dosimetria numérica do IFPE a fim de obter cada MCE que foi composto por: fontes emissoras de fótons gama com 15 energias diferentes variando de 10 keV a 4000 keV emitidas em 27 órgãos fontes (arquivos *.*egsinp*), o macro voxel tem aresta de 0,12 cm, e número de histórias igual a $5x10^7$.

A primeira etapa realizada para as simulações de cada MCE foi preparar uma pasta com arquivos necessários para avaliações dosimétricas internas com o software EGSnrc. Para isso foi aberta uma pasta com o nome do Fantoma e o modelo que se desejou fazer as avaliações dosimétricas com os seguintes arquivos disponibilizados no programa EGSnrc:
Makefile, seções de choque, make, mortran, Arquivo das fontes (Arquivo egsinp), Arquivo List.data e os arquivos com as micromatrizes dos ossos reais e sintéticos correspondentes para cada uma das cinco regiões adquiridas com uso do software MonteCarlo.
Após dotar a pasta com todos os arquivos mencionados acima se necessitou compilar o programa egs_gui.

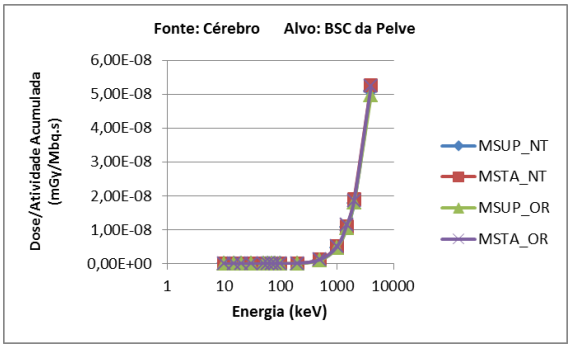
Como resultado foi criado na pasta de endereço *C:\HEN_HOUSE\EGS_HOME\bin\gnu_win32* o arquivo *.exe*. Este arquivo foi copiado e colado na pasta com o nome do Fantoma e o modelo que se desejou fazer as avaliações dosimétricas.
E então foi utilizado o software MonteCarlo para criar o arquivo de lotes, ele estabelece que após a conclusão das avaliações do primeiro arquivo fonte da lista, o processamento ocorra para o arquivo fonte seguinte sem necessidade do comando do usuário.

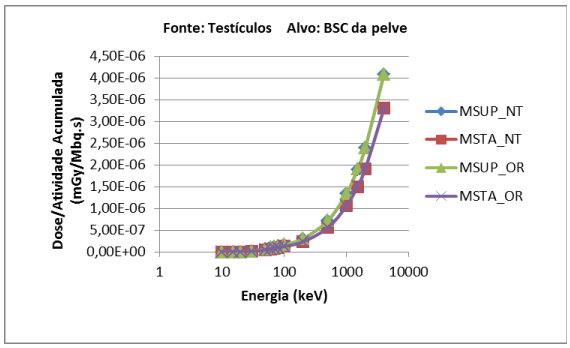
Para executar o EGSnrc usando o arquivo em lotes fez-se uso do Prompt de Comando que é encontrado no INICIAR. Nesta janela digitam-se as letras cd, dá espaço e copia o caminho da pasta C;HEN_HOUSE\EGS_HOUSE\ mais o nome da pasta com o nome do Fantoma e o modelo que se deseja fazer as avaliações dosimétricas e para colá-lo usa-se o botão direito do mouse e ENTER o Prompt repete na linha abaixo o endereço que deve ser complementado com o nome MSTA_DI.bat. Com esse procedimento o sistema entra em funcionamento.

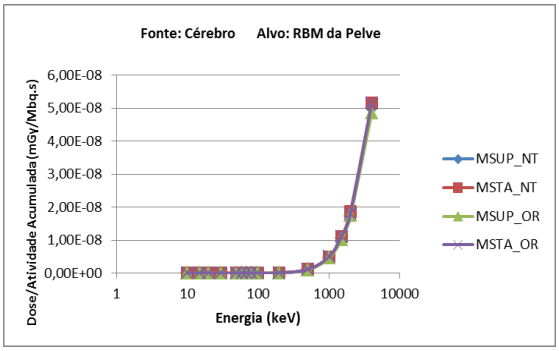
3. Resultados

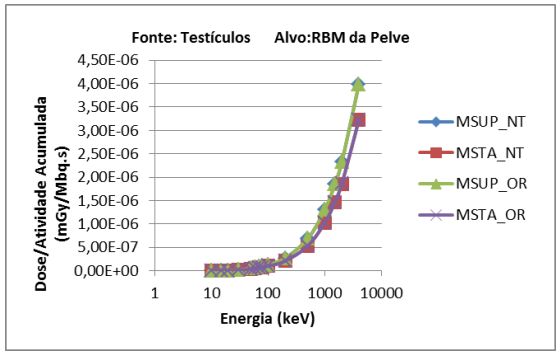
Abaixo estão apresentados gráficos referentes à Dose/Atividade Acumulada em função da Energia, em cada gráfico é apresentada as relações entre o MCE do fantoma MASH nas posições padrão e supina para o OR e NT e variaram-se os órgãos fontes: testículos e cérebro e órgãos alvo: BSC e RBM da Pelve.

Considerando que nas siglas: MSTA_OR, MSUP_OR, MSTA_NT e MSUP_NT a letra M representa o fantoma MASH, STA e SUP representam a posição padrão e supina respectivamente.









4. Conclusões

O método NT é eficiente na avaliação dosimétrica quando é considerado Dose/Atividade Acumulada em função da Energia para os órgãos fontes: testículos e cérebro e órgãos alvo: BSC e RBM da Pelve, pois as avaliações dosimétricas apresentaram valores praticamente coincidentes na maioria dos casos e quando há variação ela é muito pequena possivelmente devido à diferença entre os números de voxels nas superfícies OR e NT da Pelve.

5. Agradecimentos

Ao IFPE pelo espaço para pesquisas e apoio financeiro dado ao projeto, e ao GPDC&SE pelo apoio nas pesquisas e realização do projeto.

6. Referências

ICRP 70, Basic Anatomical and Physiological Data for Use in Radiological Protection: The Skeleton, International Commission on Radiological Protection, Pergamon Press, Oxford, 1995.

YORIYAZ, H. Método de Monte Carlo: Princípios e Aplicações em Física Médica. Revista Brasileira de Física Médica, 3 (1), 141-9, 2009.

KRAMER, R., KHOURY, H. J., Vieira, J. W., Robson Brown, K. A., Skeletal Dosimetry for External Exposures to Photons Based on μCT Images of Spongiosa: Consideration of Voxel Resolution, Cluster Size, and Medullary Bone Surfaces, *Medical Physics*, vol. 36 (11), 5007-5016, 2009.

CACCIA, B.; ANDENNA, C.; CIRRONE, G. A. P. MedLinac2: a GEANT4 based software package for radiotherapy. Ann Ist Super Sanità, Itália, V. 46, p. 173-177, 2010.

VIEIRA, J. W., Construção de um Modelo Computacional de Exposição para Cálculos Dosimétricos Utilizando o Código Monte Carlo EGS4 e Fantomas de Voxels, Tese de Doutorado, UFPE-DEN, Recife-PE, 2004