AVALIAÇÃO DOS VALORES DE DOSE GLANDULAR NORMALIZADA EM SIMULADORES MAMÁRIOS UTILIZANDO O METODO DE MONTE CARLO

Jonas Pereira Dos Santos Filho[1]
Maria Tayane Barroso Dos Santos [2]
Aurélio Wildson Teixeira De Noronha[3]
Dr. Prof. Walmir Belinato[4]
Cinthia Marques Magalhães Paschoal[5]

RESUMO

A mamografia digital é uma ferramenta vital na detecção precoce do câncer de mama, especialmente quando combinada com a tomossíntese mamária para aprimorar a qualidade das imagens. Mesmo tendo sido introduzida comercialmente nos anos 2000, ela superou as limitações das técnicas convencionais e continua sendo amplamente usada. Dado o uso de radiação ionizante para gerar imagens, manter a calibração e a qualidade dos equipamentos é crucial para garantir a segurança dos pacientes e minimizar a exposição desnecessária à radiação. Durante os exames de mamografia, os pacientes são frequentemente expostos a várias sessões para assegurar a qualidade da imagem, tornando essencial o controle da dose de radiação. O método de Monte Carlo, que se baseia em modelos probabilísticos de simulação computacional, tem se mostrado cada vez mais valioso para estudar as doses efetivas recebidas pelos pacientes durante esses exames. Nessa pesquisa, foi utilizado o MCNPX 2.7.0, um código de transporte de radiação, para simular o rastreamento de partículas e ondas eletromagnéticas em uma ampla faixa de energias. O objetivo principal foi modelar uma representação da mama, conhecida como "phantom", e empregar essa ferramenta computacional para estimar a Dose Glandular Normalizada (DgN) em mamas com diversas espessuras, variando de 2 a 8 centímetros. Além disso, examinamos diferentes combinações de alvo-filtro e tensões. O equipamento de referência foi o MAMMOMAT Inspiration, fabricado pela Siemens. A simulação da compressão da mama foi incluída para aumentar a precisão dos resultados. Os dados obtidos demonstraram concordância entre as simulações no MCNPX e as informações disponíveis na literatura. Este estudo destaca a importância da modelagem computacional avançada para compreender as doses de radiação envolvidas nos exames de mamografia digital, contribuindo assim para a melhoria da qualidade diagnóstica e a segurança das pacientes.

Palavras-chave: Monte Carlo; Dosimetria; Mamografia Digital.

Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Instituto de Ciências Exatas e da Natureza, Discente, jonas365pereira@gmail.com[1]
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Instituto de Ciências Exatas e da Natureza, Discente, mtayane.12@gmail.com[2]
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Instituto de Ciências Exatas e da Natureza, Docente, aurelionoronha@unilab.edu.br[3]
Instituto Federal de Educação da Bahia, Campus Vitória da Conquista, Docente, wbfisica@gmail.com[4]
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Instituto de Ciências Exatas e da Natureza, Docente, cinthiam.paschoal@unilab.edu.br[5]

ISSN: 2447-6161

INTRODUÇÃO

O câncer de mama é uma questão significativa de saúde no Brasil. Apesar de ser presente em homens, é o tipo mais comum de câncer entre as mulheres, respondendo por uma parcela substancial dos casos diagnosticados a cada ano. A conscientização sobre a importância do diagnóstico precoce através da mamografia e do autoexame tem aumentado, mas ainda existem desafios significativos (MINISTÉRIO DA SAÚDE - INCA, 2015). Dentre as formas e ferramentas de diagnótico que os médicos utilizam para detectar o câncer de mama, o mamógrafo atua como um instrumento complementar para verificar uma hipótese diagnóstica formulada a partir do exame clínico (ROSA, 2005). O mamógrafo é um instrumento que se baseia na utilização de raios X para gerar imagens em telas intensificadoras que identifiquem nódulos ou calcificações na mama. Mas a utilização dessas telas reduz bastante a qualidade da imagem gerada, sendo necessário mais exposição a radiação para melhorá-la.

Na mamografia, a dose de radiação no tecido glandular é uma das principais preocupações. A dose glandular média (DGM), considerada como um indicador de risco de radiação para as mulheres é a dose média absorvida no tecido glandular da mama durante a aquisição de uma imagem. O Protocolo Americano de Dosimetria (ACR – American College of Radiology, 1999) recomenda uma relação entre a DGM com a medida de exposição na entrada da mama por meio do fator conhecido como dose glandular normalizada (DgN). Esse parâmetro é importante do controle da dose depositada no paciente pois esta diretamente ligado ao risco de câncer por irradiação.

Pensando nisso o objetivo principal deste trabalho de pesquisa foi utilizar um simulador mamográfico (phantom) para estimar os valores de DgN na mama feminina. Para isso a espessura da mama foi variada de acordo com a compressão também considerada, em decorrência do exame de Mamografia Digital (DM). Além das espessuras foram consideradas as variações de alvo-filtro e tensões utilizadas pelo aparelho mamográfico da Siemens utilizado nesta pesquisa. As simulações finais foram realizadas no código computacional MCNP 2.7.0 utilizado para avaliar as doses absorvidas e posteriormente normalizadas.

METODOLOGIA

O arquivo de simulação que contém um cenário de mamografia (input) pré modelado foi obtido por meio de uma parceria com o Instituto Federal da Bahia sob a autoria do Dr. Marcos Santos Alves. Tal cenário têm como base o equipamento Mammomat Inspiration da Siemens. O arquivo de entrada contém todas as informações necessárias para a leitura e construção tanto das geometrias quanto dos materiais que as compõem. Além do cenário e do aparelho mamográfico, foi modelado um objeto simulador (phanton) que servia como um modelo mamário para o cálculo da Dose Glandular Normalizada (DgN). O modelo foi feito utilizando o mnemônico RCC presente no código MCNPX, que se trata de um cilindro regular. Este modelo conta com camadas individuais de pele e tecido glandular na proporção de 50% cada, em formato de um semicilindro com um raio de 8,5 cm. O phantom foi inserido no cenário onde separadamente as espessuras foram variadas entre 2 e 8 cm com intervalos de 1 cm, para a análise da razão entre dose e espessura da mama. Quatro esferas simuladoras também foram utilizadas no cenário que serviam de câmara de ionização para a determinação do kerma no ar na superfície de entrada do simulador.

Além das especificações de geometria e materiais do problema, o espectro da radiação polienergética utilizada foi obtido e adcionado ao input. Nesse estudo foram consideradas as tensões entre 23 a 35 kVp com intervalos de 1 kVp. Os espectros foram gerados considerando diferentes combinações de alvo e filtro que se contituem de três materiais distintos, o molibdênio (Mo), o ródio (Rh) e o tungstênio (W). As combinações de alvo e filtro utilizadas foram: Mo-Mo, Mo-Rh e W-Rh. Os dados dos espectros foram gerados online em um site da Siemens OEM Products onde além da filtração inerente de 1mm de berílio adcionamos 30μm (Mo)

ISSN: 2447-6161

para a combinação Mo-Mo, 25µm (Rh) para a combinação Mo-Rh e 50µm (W) para a combinação W-Rh.
Os valores para a DgN foram fornecidos pela razão entre dose simulada a partir do comando Tally f6, que fornece a energia depositada na célula (Dg) com unidade de Mev/g e o kerma no ar na superfície de entrada do simulador (Kar) também pelo Tally f6. A função tally foi aplicada sobre as células do phantom e na esfera simuladora, respectivamente. Os valores de dose glandular normalizada (DgN) foram convertidos para mGy/R usando o fator 8,7719298 R-1.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A validação dos resultados se deu pela análise e comparação das tabelas de DgN para uma glandularidade de 25% dos valores simulados obtidos neste trabalho com os valores encontrados na literatura apropriada. Esses dados para a DgN foram comparados com os presentes na literatura (RODRIGUES, 2016) para as tensões de 25, 26, 27 e 29 kVp (Tabela 1).

Os resultados da Tabela 1 mostram que os dados obtidos das simulações deste trabalho estão satisfatórios, tendo valores de dose menores do que os apresentados por Rodrigues (2016). É importante destacar que existem algumas diferenciações entre o que foi analisado neste trabalho com os da literatura, por exemplo, a pesquisa feita por Rodrigues (2016) utiliza um phantom constituído de um material homogêneo entre tecido glandular e adiposo, já nesta pesquisa a geometria é heterogêna formada por apenas uma fina camada de pele e dentre dela o tecido glandular na proporção de 25%. As Tabelas 2, 3 e 4 mostram os valores de DgN para uma glandularidade de 50% e para as três combinações alvo-filtro Mo-Mo, Mo-Rh e W-Rh, respectivamente, obtidos por meio das simulações com Monte Carlo uma vez validados os resultados obtidos na Tabela 1 pela concordância de valores simulados com os da literatura.

CONCLUSÕES

É fato que a qualidade da imagem de um exame de mamografia depende de fatores como a quantidade de exposição a radiação, e que esse problema vem sendo contornado pelos novos métodos de mamografia digital e as técnicas de tomossíntese mamária, mas ainda tem muito o que se fazer para diminuir os riscos de saude relacionados a essa exposição. A análise computacional de procedimentos mamográficos pode ser um dos mais promissores caminhos para esse avanço. Este trabalho produziu modelos cujo objetivo principal era de simular características reais de um sistema de mamografia digital para avaliar o efeito produzido por diferentes espectros de raios X quando incidente no tecido mamário. Para este propósito, a simulação Monte Carlo por meio do código MCNPX mostrou ser uma ferramenta essencial para a análise da dose depositada nos simuladores de mama. A validação da modelagem mostrou boa eficiência quanto ao estudo da dose depositada no tecido glandular.
Foi possível observar que o erro nos valores obtidos na Tabela 1 ficou entre a faixa de 9% a 19% em comparação com a literatura, isso pode ser explicado pela existência de algumas diferenças na confecção das geometrias e nos parâmetros computacionais utilizados tanto nesta pesquisa como na literatura. Entretanto, esses valores são satisfatórios uma vez cientes dessas diferenças entre os procedimentos de simulação.

ISSN: 2447-6161

AGRADECIMENTOS

Agradeço a FUNCAP pelo fomento disponibilizado para a pesquisa, ao Dr. Marcos Santos Alves pelo importantíssimo auxílio na pesquisa e a UNILAB pelo espaço de conhecimento e oportunidade de crescimento intelectual.

REFERÊNCIAS

MINISTÉRIO DA SAÚDE - INCA ESTIMATIVA /2016 INCIDÊNCIA DE CÂNCER NO BRASIL [Online] // INCA. - NOVEMBRO de 2015. - 30 de NOVEMBRO de 2015. - http://www.inca.gov.br/wcm/dncc/2015/estimativa-2016.asp.

ROSA, Rodolfo de Oliveira. Estudo de parâmetros físicos de qualidade de imagem em mamografia convencional usando o método de monte carlo. [Rio de Janeiro] 2005.

ACR - American College of Radiology, "Mammography quality control manual, Medical physicist's section", Technical report: American College of Radiology 1999.

Rodrigues, Leonardo. Utilização da Técnica de Monte Carlo para o Estudo da Dose Glandular Média e Qualidade da Imagem em Tomossíntese Mamária Digital/ Leonardo Rodrigues. -Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2016.

ISSN: 2447-6161