

Avaliação dosimétrica de procedimentos de tomossíntese mamária

Dosimetric evaluation of mammary tomosynthesis procedures

**Rayre Janaína Vieira Silva¹, Ana Paula Perini¹, William de Souza Santos¹,
Uly P. Vedovato¹, Lucio Pereira Neves^{1,2}**

¹ Instituto de Física, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, MG, Brasil. ² Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN/CNEN-SP), São Paulo, SP, Brasil.

E-mail: lucio.neves@ufu.br; janainarayre@gmail.com

Resumo: Este trabalho apresenta os resultados da pesquisa acerca da avaliação das doses de radiação em procedimentos de tomossíntese mamária, empregando o método de Monte Carlo. Foi criado um ambiente virtual de realização de exames, incluindo a sala, seus componentes, paciente e fonte. Os espectros de radiação utilizados foram obtidos pela literatura. Foi determinado o percentual de energia depositada comparado à energia depositada na mama, e verificada a radiação espalhada em regiões específicas. Os resultados mostraram que as regiões da cabeça e pescoço foram as mais afetadas pela radiação espalhada.

Palavras-chave: doses de radiação, tomossíntese mamária, Método de Monte Carlo, câncer de mama.

Abstract: This work presents the results of the research on the evaluation of radiation doses usually applied in mammary procedures, using the Monte Carlo method. A virtual environment was created, to mimic the procedures room, including the room, its components, patient and source. The spectrum was obtained from the literature. The percentage of energy deposited compared to energy deposited in the breast was determined, and the scattered radiation was absorbed in specific areas. The regions of the head and neck were the most affected by scattered radiation.

Keywords: Radiation doses, breast tomosynthesis, Monte Carlo method, breast cancer.

1. INTRODUÇÃO

O aumento crescente de novos casos de câncer de mama no Brasil, previstos pelo Instituto Nacional do Câncer José Alencar

Gomes da Silva (INCA) [1], revela a importância de melhorar o diagnóstico desse, de maneira que o ganho de tempo para início do tratamento; a melhoria na qualidade da imagem, e a não realização de repetições desnecessárias do exame

possam beneficiar o paciente principalmente quanto a questão de exposições desnecessárias a radiação. Buscou-se com esta pesquisa estabelecer um cenário próximo à realidade de uma sala de exames a fim de investigar as doses de radiação em métodos de diagnóstico de câncer de mama.

A técnica de diagnóstico escolhida foi a tomossíntese mamária (TM), além da identificação, ela permite acompanhar ou rastrear tumores. Seu diferencial está na execução de uma mamografia digital capaz de reproduzir imagens em três dimensões (volumétricas) do tecido da mama a partir de algoritmos semelhantes aos da tomografia computadorizada (TC) [2].

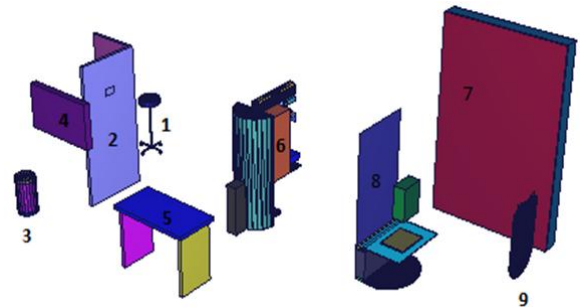
Para investigar as doses de radiação espalhada em TM, foi realizada uma simulação utilizando o código de *Monte Carlo N-Particle code* versão 4C (MCNP4C). Com esse código foi possível estabelecer os materiais e a configuração tridimensional dos objetos simulados, buscando maior proximidade da realidade. Desta forma, as doses de radiação, devido à radiação espalhada, foram avaliados em um objeto simulador, posicionado como em um exame de TM.

2. MATERIAIS E METODOLOGIA

A construção dos modelos computacionais e do objeto simulador antropomórfico foi realizada por meio do software de simulação MCNP4C. Foi construída uma sala de exames de mama completa, com todos os requisitos e equipamentos recomendados pelo Sistema de Apoio à elaboração de Projetos de Investimentos em Saúde (SOMASUS) [3].

Na figura 1 apresenta-se uma vista da sala, onde é possível visualizar os componentes internos, móveis e equipamentos dispostos em ordens diferentes da proposta pelo SOMASUS, mas contemplou-se todos os equipamentos exigidos. A sala gerada possuía paredes cuja

espessura era de 0,25 m e piso com 0,50 m de espessura, ambos compostos de concreto e argamassa baritada. Suas dimensões foram (4,66×7,60×3,65) m³, e o material que a preenchia internamente era o ar.



1 banqueta, 2 biombo fixo, 3 lixeira, 4 negatoscópio, 5 mesa, 6 tomógrafo, 7 porta, 8 estação de trabalho de aquisição, 9 avental.

Figura 1: Sala de exames usada na simulação.

Para visualizar os componentes internos foi necessário suprimir as células compostas pelo ar (meio interno) e pelo concreto (paredes, piso e teto).

Quanto ao tomógrafo, foi escolhido um equipamento comercial da marca HOLOGIC modelo Selenia® Dimensions® Mammography System, para servir como base de criação do modelo simulado. Na figura 2 é apresentado como é o equipamento na realidade e como ficou após modelagem no software.

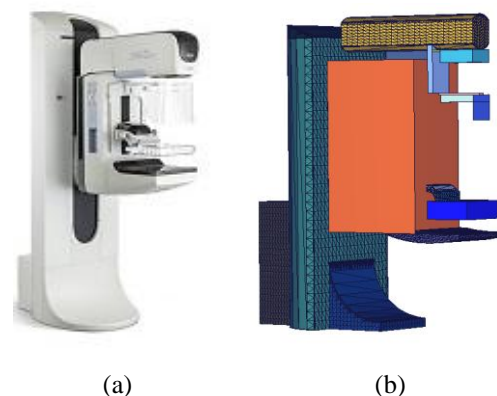


Figura 2: (a) Tomógrafo real (Figura adaptada de [4]) e (b) tomógrafo modelado neste trabalho.

Para a simulação foram modelados com o MCNP4C três tipos de mama com as seguintes formas: cúbica, semicilíndrica e cilíndrica. Também foi criado um objeto simulador para representar uma paciente com 1,70 m de altura.

O objeto simulador que representava a paciente foi dividido em quatro regiões cujas doses da radiação emitida pela fonte seriam investigadas. As três primeiras regiões foram cabeça, pescoço e parte inferior do corpo, esta composta pelos membros e tórax, simulada em acrílico com valor de densidade 1.190 g/cm³; e a quarta região foi a mama, simulada com o próprio tecido de mama e densidade 1.02 g/cm³.

Foram posicionadas cinco fontes no entorno de um semicírculo, nestas o feixe de raios-X produzido apresentava um espectro de 20 kVp, filtração de 0,7 mmAl, com alvo de tungstênio.

Como foram simulados fótons produzidos pelo equipamento, empregou-se o *tally F6*, que representa a deposição de energia total. Sua importância está relacionada com o fato deste servir como base para o aspecto de como foi a interação da radiação com as regiões na simulação.

A estimativa de doses foi feita fundamentada na aplicação dos resultados obtidos pela metodologia do MMC utilizada na simulação, aliada as grandezas da teoria da dosimetria. As doses estimadas foram obtidas por meio da determinação do percentual de energia depositada em cada região em relação à energia depositada na mama. As incertezas são do tipo A, calculadas pelo próprio código MCNP4C.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 1 é apresentado o percentual de energia depositada em cada região do corpo, em relação à energia depositada na mama.

Tabela 1: Radiação espalhada, em relação à energia depositada na mama, por região. A maior incerteza foi de 0,01%.

Região	Energia depositada (%) para cada tipo de mama		
	Cúbica	Cilíndrica	Semicircular
Pescoço	0,8	0,7	0,6
Cabeça	0,5	0,5	0,4
Demais regiões	< 0,01	< 0,01	< 0,01

Os valores listados na tabela 1 mostram que as doses sobre os membros, abdômen e tórax são praticamente inexistentes. As doses na cabeça e pescoço representam um pequeno percentual das doses depositadas na mama, mas devido a presença de estruturas mais radiossensíveis, um estudo mais detalhado deverá ser realizado.

O perigo da radiação espalhada é que ela pode comprometer a saúde da paciente por afetar regiões sadias o que pode levar ao aparecimento de câncer ou tumores nestas, e também como observado por SECHOPOULOS et.al. [5] prejudicar as projeções da técnica de tomossíntese, através do efeito deletério da dispersão da radiação, comprometendo a imagem gerada.

4. CONCLUSÃO

A avaliação das doses em tomossíntese mamária proposta por este estudo mostrou que a maior deposição das doses de radiação espalhada

é mais significativas na cabeça e pescoço, do que em outras regiões do corpo. Apesar de serem doses baixas, como estas regiões possuem estruturas muito radiosensíveis, um estudo mais detalhado deverá ser conduzido.

5. REFERÊNCIAS

[1] INCA, Mama. Disponível em http://www2.inca.gov.br/wps/wcm/connect/tiposdecancer/site/home/mama/cancer_mama++> Acesso em: 21 de out. de 2016.

[2] PARK, F.M. FRANKEN, E.A. GARG, M. FAJARDO, L. L. NIKALASON, L.T. Breast tomosynthesis: present considerations and future applications. *RadioGraphics*, 2007. 27: S231-S240. Publiesh online 10.1148/rg.27si075511

[3] BRASIL, Ministério da Saúde. Secretaria Executiva. Departamento de Economia e Desenvolvimento. Apoio ao diagnóstico e à terapia (imagenologia). v.3. Programação Arquitetônica de Unidades Funcionais de Saúde. Brasília: Ministério da Saúde, 2013.

[4] HOLOGIC, Selenia Dimensions mammography system. Disponível em <http://www.hologic.com/products/imaging/mammography/selenia-dimensions-mammography-system>> Acesso em: 21 de out. de 2016.

[5] SECHOPOULOS, I. SURRYNARAYANAN, S. VEDANTHAM, S. D'ORSI, C.J. KARELLAS, A. Scatter radiation in digital tomosynthesis of the breast. *NIH Public Access, Med Phys.* 2007. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4280187/pdf/nihms52753.pdf> Acesso em: 27 de fev. de 2017.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem às agências de fomento: CNPQ (projeto nº 157593/2015-0) FAPEMIG (projeto nº TEC - APQ-03049-15); também agradecemos à Sra. Cléria R. V. Silva e Srta. Raíssa B. V. Silva, pelo apoio prestado para a realização deste trabalho.