

CONSTRUÇÃO DE CENÁRIOS DE RAIOS X ODONTOLÓGICO EM UM MODELO COMPUTACIONAL DE MONTE CARLO E VALIDAÇÃO DE DADOS DOSIMÉTRICOS EXPERIMENTAIS

Maria Tayane Barroso Dos Santos¹
Jonas Pereira Dos Santos Filho²
Walmir Belinato³
Cinthia Marques Magalhães Paschoal⁴

RESUMO

A pesquisa buscou validar cenários odontológicos modelados utilizando o código MCNPX com uso de radiação produzida por dois equipamentos de raios X, um da marca Gnatus e outro da marca Procion. Para isso, foram modelados os equipamentos de raios X e cada um deles inseridos em cenários separados, foi modelada uma câmara de ionização e um objeto simulador. As simulações foram realizadas utilizando o MCNPX e os cenários foram validados através da comparação dos dados simulados com dados experimentais. Desta forma, os cenários computacionais foram modelados, validados e também se obteve o fator de retroespalhamento (BSF) e os valores da dose de entrada na pele (DEP).

Palavras-chave: Método Monte Carlo Dosimetria Raios X odontológico .

Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, ICEN, Discente, mtayane.12@aluno.unilab.edu.br¹
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, ICEN, Discente, jonas365pereira@gmail.com²
Instituto Federal de educação da Bahia, Campus Vitória da Conquista, Docente, wbfisica@gmail.com³
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, ICEN, Docente, cinthiam.paschoal@unilab.edu.br⁴



INTRODUÇÃO

Os exames radiológicos são amplamente utilizados nos consultórios de odontologia, para detecção de problemas bucais. Tais exames são utilizados diariamente em clínicas por profissionais especializados. Com o advento da tecnologia, os tubos de raios X adquiriram um alto padrão de desempenho, uma vez que devem entregar um feixe de fótons estável e de mesma intensidade para cada projeção (BELINATO, 2010). Como exames odontológicos desse tipo são uns dos procedimentos mais utilizados para diagnóstico, surge a necessidade da verificação da dose das quais os pacientes são submetidos diariamente. Isso porque, apesar de os níveis de radiação serem pequenos comparados a outros tipos de exame, a verificação é importante uma vez que o paciente pode estar sendo submetido a uma dose de radiação desnecessária e que pode, por efeito cumulativo, causar algum dano. Devido a esse fato, a dose de entrada na pele (DEP) é o parâmetro mais importante para a determinação de riscos radiológicos em pacientes envolvidos nesses tipos de exames odontológicos. A DEP é a dose absorvida em determinado ponto da pele da qual é atingido pelo feixe de raios X. Desta maneira, é perceptível a necessidade da utilização de proteções radiológicas para que esses efeitos sejam prevenidos. O Método Monte Carlo, que se baseia em modelos probabilísticos de modelagem computacional, tornou-se eficiente para estimar as doses em radiodiagnóstico. O MCNPX (Monte Carlo N-Particle eXtended) é um código que faz transporte de radiação Monte Carlo geral e rastreia partículas elementares e ondas eletromagnéticas com energias até a ordem de GeV, e torna possível modelar cenários odontológicos e validá-los e assim avaliar as doses as quais os pacientes são submetidos. Neste projeto foi utilizado o MCNPX para realizar simulações utilizando os equipamentos modelados para determinação de DEP e para validação de cenários odontológicos.

METODOLOGIA

Para a construção dos cenários odontológicos utilizou-se o código MCNPX, juntamente com o programa Moritz. Inicialmente foi modelada a sala de odontologia, na qual seriam inseridos os equipamentos, juntamente com a cadeira odontológica, seguindo os parâmetros recomendados pelas normas nacionais. O próximo passo foi a modelagem dos tubos de raios X periapicais Gnatus (Tensão no tubo: 70 kVp - 7mA) e Procion (Tensão no tubo: 70 kVp - 8mA) de acordo com os manuais dos fabricantes, como apresentados respectivamente nas figuras 1.1 e 1.2.

Figura 1.1 - Raios X periapical Gnatus



Fonte: Acervo do autor, 2020.

Figura 1.2 - Raios X periapical Procion



Fonte: Acervo do autor, 2020.

Foram também modelados o detector de radiação: a câmara de ionização cilíndrica de modelo 10x6-6, conectada a um eletrodo da ACCU-GOLD da Radcal mostrada na figura 2 e um objeto simulador, feito de PMMA (polimetilmetacrilato), que é semelhante ao da Fluke Biomedical, como mostra a figura 3.

Figura 2 - Câmara de ionização Radcal



Fonte: Acervo do autor, 2020.

Figura 3 - Objeto simulador



Fonte: Acervo do autor, 2020.



Tendo todas as modelagens finalizadas, foram inseridos todos os equipamentos em cada respectivo cenário e então realizadas as simulações. Com os resultados de dose das simulações foi possível realizar cálculos para a obtenção dos fatores de conversão tanto para a dose como para a taxa de dose, o fator de retroespalhamento (BSF) e a dose de entrada na pele (DEP). Os fatores de conversão foram obtidos através da razão entre as medidas experimentais e os resultados obtidos pelas simulações. As equações 1, 2 e 3 mostram como calculamos os fatores de conversão, o BFS e a DEP.

Fator de conversão da dose (ou taxa de dose) = Valor experimental / Valor simulado (1)

BSF = Dose na superfície do ar / Dose no ar (2)

DEP = Dose no ar .BSF (3)

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Obtivemos então as modelagens de ambos os cenários relacionados aos raios X periapicais Procion e Gnatus. A figura 4 representa a modelagem da estrutura da sala que seguiu os parâmetros indicados pela RDC/Anvisa n.º 50/02 e na figura 5 mostra a modelagem da cadeira de odontologia.

Figura 4 - Modelagem da estrutura da sala



Figura 5 - Modelagem da cadeira odontológica

Fonte: Acervo do autor, 2020.

Fonte: Acervo do autor, 2020.

A figura 6 mostra a modelagem do equipamento de raios X periapical Procion e a figura 7 apresenta a modelagem do equipamento de raio X periapical Gnatus, com dimensões baseadas no manual do fabricante.

Figura 6 - Modelagem do raio X Procion



Fonte: Acervo do autor, 2020.

Figura 7 - Modelagem do raio X Gnatus



Fonte: Acervo do autor, 2020.

A figura 8 representa a câmara de ionização cilíndrica seguindo as medidas fornecidas pelo fabricante. Na figura 9 representa a modelagem do simulador semelhante ao da Fluke Biomedical.

Figura 8 - Modelagem da câmara de radiação



Figura 9 - Modelagem do objeto simulador



Fonte: Acervo do autor, 2020.

Fonte: Acervo do autor, 2020.

Os valores simulados e experimentais da dose e da taxa de dose e os resultados dos fatores de conversão da dose e da taxa de dose, do fator de retroespalhamento, da dose de entrada na pele (DEP) foram obtidos. Como os dados obtidos são simulados, não há fatores de correção para dose no ar. Sendo assim, os valores da DEP são os mesmos das doses obtidas pelo objeto simulador. A partir dos resultados encontrados, os cenários foram validados, conforme esperado.



CONCLUSÕES

O trabalho possibilitou a construção dos cenários odontológicos utilizando o código MCNPX, com a modelagem dos raios X periapicais, do objeto simulador e da câmara de ionização. Ao comparar dados modelados com os experimentais, foi possível a validação dos cenários modelados. Além disso, obteve-se a dose de entrada na pele, os fatores de conversão e o fator de retroespalhamento. Assim, pode-se concluir que os objetivos foram alcançados.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Unilab pela oportunidade de bolsa, a qual permite que me dedique totalmente a pesquisa.

REFERÊNCIAS

- ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução - RDC Nº 330, de 20 de dezembro de 2019.
- ANVISA. Resolução RDC no 50 de 21 de fevereiro de 2002. Regulamento técnico para planejamento, programação, elaboração e avaliação de projetos físicos de estabelecimentos assistenciais de saúde. Diário Oficial da União, Brasília, 20 de março de 2002.
- BELINATO, W. Avaliação de parâmetros de físicos em radiologia odontológica de consultórios públicos de Sergipe. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Sergipe, 2010.
- BELINATO, Walmir. Dosimetria de pacientes adultos e pediátricos empregando método de Monte Carlo em PET/CT. 2016. 134 f. Tese (Pós-Graduação em Física) - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2016.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. Diretrizes de proteção médico e odontológico. Portaria 453.1 de junho de 1998. MS/SVS, 1998.
- BRASIL. Serviços odontológicos: prevenção e controle de riscos. Ministério de Saúde ANVISA, Brasília - 2006.
- CASSOLA, V. F.; LIMA, V. J.; KRAMER, R and KHOURY, H. J. FASH and MASH: Female and male Adult human phantoms based on polygon meSH surfaces. Part II. Dosimetric calculations. Phys. Med. Biol. vol. 55, pp. 163-189, 2010.
- SILVA, L. M.; SILVA, G., SANTOS, W. S.; SOUZA, D. N.; BELINATO, W. Determinação da dose de entrada na pele devido a raios x odontológicos utilizando método de Monte Carlo. CBMRI, 2020.
- SOARES, M. R.; SANTOS, W. S.; NEVES, L. P.; PERINI, A. P.; BATISTA, W. O. G.; MAIA, A. F.; BELINATO, W.; CALDAS, L. V.E. The use of personal protection equipment for the absorbed doses of eye lens and thyroid gland in CBCT exams using Monte Carlo. ScienceDirect, 2019.
- MCCONN JR., R. J.; GESH, C. J.; PAGH, R. T.; RUCKER, R. A.; WILLIAMS, R. G. Compendium of materials composition data for radiation transport modeling. Oak Ridge: Pacific Northwest Lab, 2011.

