VALIDAÇÃO DE UM CENÁRIO DE RADIOTERAPIA UTILIZANDO O CÓDIGO MCNPX

Maria Vitória Coêlho Do Nascimento[1]
Cinthia Marques Magalhães Paschoal [2]

RESUMO

A radioterapia é uma técnica importante para o tratamento de câncer e que faz uso das radiações ionizantes. Apesar dos benefícios, percebeu-se a necessidade de cuidados com o uso da radiação nessa área, pois existe uma preocupação séria, e crescente, com o aumento do risco de surgimento de um câncer secundário, radioinduzido, associado aos tratamentos radioterápicos. Ademais, deve-se levar em consideração a quantidade de dose que os órgãos saudáveis recebem durante o tratamento. Desta forma, é necessário utilizar ferramentas para avaliar a distribuição de dose em órgãos adjacentes ao local alvo. Uma das possibilidades é o método Monte Carlo que se baseia em modelos probabilísticos de modelagem computacional, sendo particularmente útil em problemas complexos. Esta pesquisa teve o objetivo de realizar uma modelagem de planejamento de tratamento de câncer de próstata e determinação da dose no reto, na bexiga e nas cabeças dos fêmures utilizando o MCNPX. Para isso, antes de iniciar as simulações foi modelada a sala de radioterapia, o simulador de água e a câmara de ionização que fazem parte do cenário. A partir dessas simulações foi efetivada a validação do cenário do equipamento Clinac CX Varian, por meio da obtenção das curvas de PDP e perfil de dose.

Palavras-chave: Código MCNPX; Radioterapia; Simulação; Validação.

UNILAB, ICEN, Discente, vitoriacn2002@gmail.com[1]
UNILAB, ICEN, Docente, cinthiam.paschoal@unilab.edu.br[2]

ISSN: 2447-6161

INTRODUÇÃO

Radioterapia é um método que utiliza radiações ionizantes para auxiliar no tratamento do câncer. São notórios os benefícios desse método; no entanto, ele também traz uma grande preocupação: o aumento do risco de um câncer secundário, ou seja, um câncer radioinduzido devido ao tratamento com radiação ionizante. Por isso, é necessário que haja pesquisas que contribuam nesse campo. Nesse sentido, podemos contar com o auxílio de simulações computacionais, que não requerem equipamentos muito caros e nos oferecem resultados satisfatórios, os quais podem ser aplicados na prática clínica.

Diante disso, foi utilizado o código MCNPX (Monte Carlo N-Particle eXtended), que possibilita realizar várias combinações de parâmetros e técnicas. Com o código, não é necessário resolver analiticamente as equações matemáticas que representam o comportamento das partículas no sistema, sendo possível obter as medidas dosimétricas nos órgãos. Na prática, isso é complexo de se fazer e requer equipamentos caros.

Vale destacar que esta pesquisa teve como objetivo contribuir para a radioterapia no tratamento do câncer de próstata, considerando o risco crescente do surgimento de um câncer secundário. O foco foi especificamente no câncer de próstata. Para isso, foram utilizadas as ferramentas de simulação Moritz e o código MCNPX, sendo este último baseado em modelos probabilísticos para determinar as doses de radiação no reto, na bexiga e nas cabeças dos fêmures.

Como mencionado anteriormente, com o auxílio da simulação, é possível planejar e analisar diferentes doses e formas de tratamento sem expor os pacientes à radiação desnecessária, sempre priorizando o bem-estar deles. Com esse objetivo, ao longo da pesquisa, foi realizada a modelagem da sala de radioterapia do Hospital Santa Casa de Sobral (SCMS) e, em seguida, realizada a validação do cenário simulado, relacionando os dados obtidos nessa pesquisa com dados experimentais. A partir dessa validação, é possível realizar simulações em diferentes regiões.

METODOLOGIA

Na parte inicial da pesquisa, utilizou-se o Moritz, um programa que permite a visualização de superfícies tridimensionais para realização da modelagem de itens importantes para o projeto. Primeiramente, foi feita a modelagem da sala de acordo com a planta da sala de radioterapia do Hospital da Santa Casa de Misericórdia de Sobral com o intuito de aproximar o máximo possível da realidade. Com a sala modelada, inseriu-se o cabeçote do acelerador linear 2100C da fabricante Varian que foi cedido por SANTOS (2019), um dos colaboradores do projeto. Posteriormente, inseriu-se a mesa do paciente. A fim de obter a validação do cenário, modelou-se um objeto simulador de polimetilmetacrilato-PMMA, preenchido de água com dimensões de 30 x 30 x 30 cm e também uma câmara de ionização da fabricante IBA do tipo Farmer, do modelo FC65-P, cujo volume sensível é de 0,65 cm^3.

Para a validação, era necessário obter o perfil de dose, parâmetro importante para analisar a distribuição de dose adquirida durante o processo de simulação, que no caso era para um campo de 10x10 cm^2, na profundidade de 30 cm. Cujo objetivo é analisar a dose para diferentes profundidades, a cada 0,1 cm, da superfície (0 cm) até 30 cm, resultando em 300 valores para uma exposição num campo de 10x10 cm^2. Em seguida, selecionou-se o maior valor obtido, e cada um dos 300 valores foi dividido por ele e multiplicado por 100, possibilitando a construção do perfil de dose. O processo para encontrar o Perfil de Dose Profunda (PDP) foi semelhante; no entanto, utilizaram-se os valores *F8 encontrados na simulação no campo de 10x10 cm^2. Identificou-se o maior valor de *F8, e cada valor obtido nas profundidades de 30 cm, com incrementos de 0,1 cm, foi dividido por ele e multiplicado por 100. Vale destacar que o *F8 fornece a distribuição de

ISSN: 2447-6161

energia de pulsos criados em um detector por radiação e converte a contagem de altura de pulso em uma contagem de deposição de energia. Posteriormente, os dados simulados foram comparados com os experimentais, obtidos em condições semelhantes no Hospital da Santa Casa de Misericórdia de Sobral (SCMS).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A imagem 1 mostra a sala de radioterapia, a mesa, o cabeçote, o objeto simulador de polimetilmetacrilato (PMMA) bem como a câmara de ionização do fabricante IBA, do tipo Farmer, modelo FC65-PA. Como pode-se perceber, o sala e equipamentos buscaram seguir as dimensões reais do HSCS.

Imagem 1: Sala de radioterapia, a mesa, o cabeçote, o objeto simulador e a câmara de ionização.
Fonte: Próprio autor.

A imagem 2 mostra o resultado da distribuição de dose obtida em um campo de 10x10 cm^2, na profundidade de 30 cm, com incremento de 0,1 cm.

Imagem 2: Gráfico do perfil de dose.
Fonte: Próprio autor.

Já a imagem 3 mostra os gráficos de Perfil de Dose Profunda (PDP) que também foi obtido em um campo de 10x10 cm^2 , sendo que a linha verde representa os valores simulados e a linha rosa os valores experimentais obtidos no hospital. Nessa imagem é possível ver presença de build-up, com as curvas coincidentes. Essa congruência das curvas garante que a modelagem pode ser validada, ou seja, o cenário está validado e pode ser utilizado para estimar doses em configurações diversas. Vale destacar que foi preciso modificar e ajustar os blocos de notas das simulações diversas vezes até que se chegasse nessa validação.

Imagem 3: Apresenta as curvas de PDP, onde a linha verde representa os valores simulados e a linha rosa os valores experimentais obtidos no hospital.
Fonte: Próprio autor.

CONCLUSÕES

Os resultados mostram que foi possível nesta pesquisa validar o cenário de radioterapia com o equipamento Clinac Varia CX. As curvas obtidas, tanto do perfil de dose quanto do PDP, estão de acordo com os valores experimentais. Pode-se concluir que é possível estender para estimativas de dose em órgãos, por exemplo, a partir de simulação de planejamento de câncer de próstata, que é o passo seguinte desta pesquisa.

AGRADECIMENTOS

ISSN: 2447-6161

Os autores agradecem ao CNPq pela bolsa concedida e ao Hospital Santa Casa de Sobral, na pessoa da Física Médica da instituição, pelos dados experimentais cedidos.

REFERÊNCIAS

B.PELOWITZ, Denise. **MCNPX User´s Manual**: version 2.7.0. 270. ed. Department Of Energy: Gregg W. McKinney, Lanl, 2011. 645 p.

DETECTORS iba-dosimetry.com **For Relative and Absolute Dosimetry Ionization Chambers and Diode Detectors.** [s.l: s.n.].

JR, RJ McConn; GESH, CJ; PAGH, RT; RUCKER, RA; WILLIAMS III, RG. **Compendium of Material Composition Data for Radiation Transport Modeling: Radiation Portal Monitor Project.** 1. ed. Proudly: National Laboratory, 2011. 375 p. v. 1. ISBN Prepared for the U.S. Department of Homeland Security U.S. Customs and Border Protection and Domestic Nuclear Detection Office under U.S. Department of Energy Contract DE-AC05-76RL01830.

MELO, F. J. **Relatório preliminar de análise de segurança - Acelerador linear Varian Clinac CX**. Rua Antônio Crisóstomo de Melo, 919 - Sobral – CE: Hospital da Santa Casa de Misericórdia de Sobral, [s.d.], 2014

Tauhata,L., Salati,I.P.A., Prinzio,R.Di., Prinzio, M.A.R.R.Di. **Radioproteção e Dosimetria: Fundamentos**-5ª revisão agosto/2003- Rio de Janeiro-IRD/CNEN.
Riper, K.A.V. (2004) MORITZ – 'Geometry Tool User' Guide. White Rock Science, Los Alamos

ISSN: 2447-6161