

ESTUDO DOSIMÉTRICO DE UM ACELERADOR LINEAR CLÍNICO VARIAN 600 C/D UTILIZANDO O CÓDIGO MCNPX 2.6.0

J. L. Batista Cancino¹, Clarysson Alberto Mello da Silva¹, Rômulo Verdolin de Sousa^{1,2}, Claúbia Pereira¹

II SENCiR

Semana de Engenharia Nuclear e Ciências das Radiações
7, 8 e 9 de Outubro de 2014 na Escola de Engenharia da UFMG
Modalidade Mestrado



¹ Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Engenharia, Departamento de Engenharia Nuclear.
² Hospital São João de Deus. Departamento de Radioterapia. Divinópolis, Minas Gerais.



e-mail: jbcancino87@gmail.com

RESUMO

O câncer é a causa de morte de 1 em cada 8 pessoas no mundo. Uma das formas de tratamento mais usadas para este tipo de enfermidade é a Radioterapia, onde os Aceleradores Lineares (LINAC) são a modalidade preferida, pois oferecem a possibilidade de tratar lesões profundas. O Ministério da Saúde Brasileiro conta com 233 LINACs, onde mais de 60% são de baixa energia (4-6 MeV) sendo a VARIAN a principal empresa distribuidora. Baseado no grande uso dos LINACs de baixa energia no Brasil e com o objetivo de criar uma ferramenta confiável de cálculos dosimétricos e de blindagem surge à ideia de validar um modelo de CLINAC 600 C/D da VARIAN usando o código Monte Carlo MCNPX 2.6.0. Desta forma, a metodologia desenvolvida possibilitará uma melhoria no planejamento dos tratamentos de radioterapia. O trabalho tem como objetivo principal a criação e validação de um modelo de CLINAC 600C/D simulado com MCNPX 2.6.0. Parte de essa validação será feita através da análise e da comparação entre as curvas de Porcentagem de Dose em Profundidade (PDP) estimadas por este código e as curvas PDP obtidas em medições experimentais. Na simulação estão incluídos os principais dispositivos do cabeçote do CLINAC. É usada uma cuba de água de 30 cm x 30 cm x 30 cm como Fantoma a uma DFS (Distancia Fonte-Superfície) de 100 cm. Na modelagem considera-se um feixe monoenergético de elétrons com uma Distribuição Gaussiana com valor médio de 6,3 MeV. Como resultado obteve-se uma alta correspondência na região de Build up (máxima dose) entre a curva PDP obtidas com MCNPX 2.6.0 e a obtida dos dados experimentais. Conclui-se que o modelo do cabeçote do CLINAC 600 C/D da VARIAN precisa correções como, por exemplo, a reconstrução do espectro de fótons para se obter um modelo mais real que contribua para a melhoria dos planos de tratamentos de radioterapia.

INTRODUÇÃO

O câncer é uma das principais causas de morte no mundo, sendo responsável por 8,2 milhões de mortes em 2012, segundo a Organização Mundial da Saúde. Uma das formas de tratamento mais usadas para este tipo de enfermidade é a Radioterapia, onde os Aceleradores Lineares (LINAC) são a modalidade preferida, pois oferecem a possibilidade de tratar lesões profundas.

Os efeitos colaterais induzidos por feixes de irradiação são mais pronunciados nos planos de Radioterapia não otimizados. Devido a essas razões, surge a ideia de criar e validar um modelo de CLINAC 600 C/D, usando o código Monte Carlo MCNPX. Este modelo será uma forte ferramenta em cálculos dosimétricos e de blindagem, para melhorar, assim, o planejamento dos tratamentos de radioterapia.

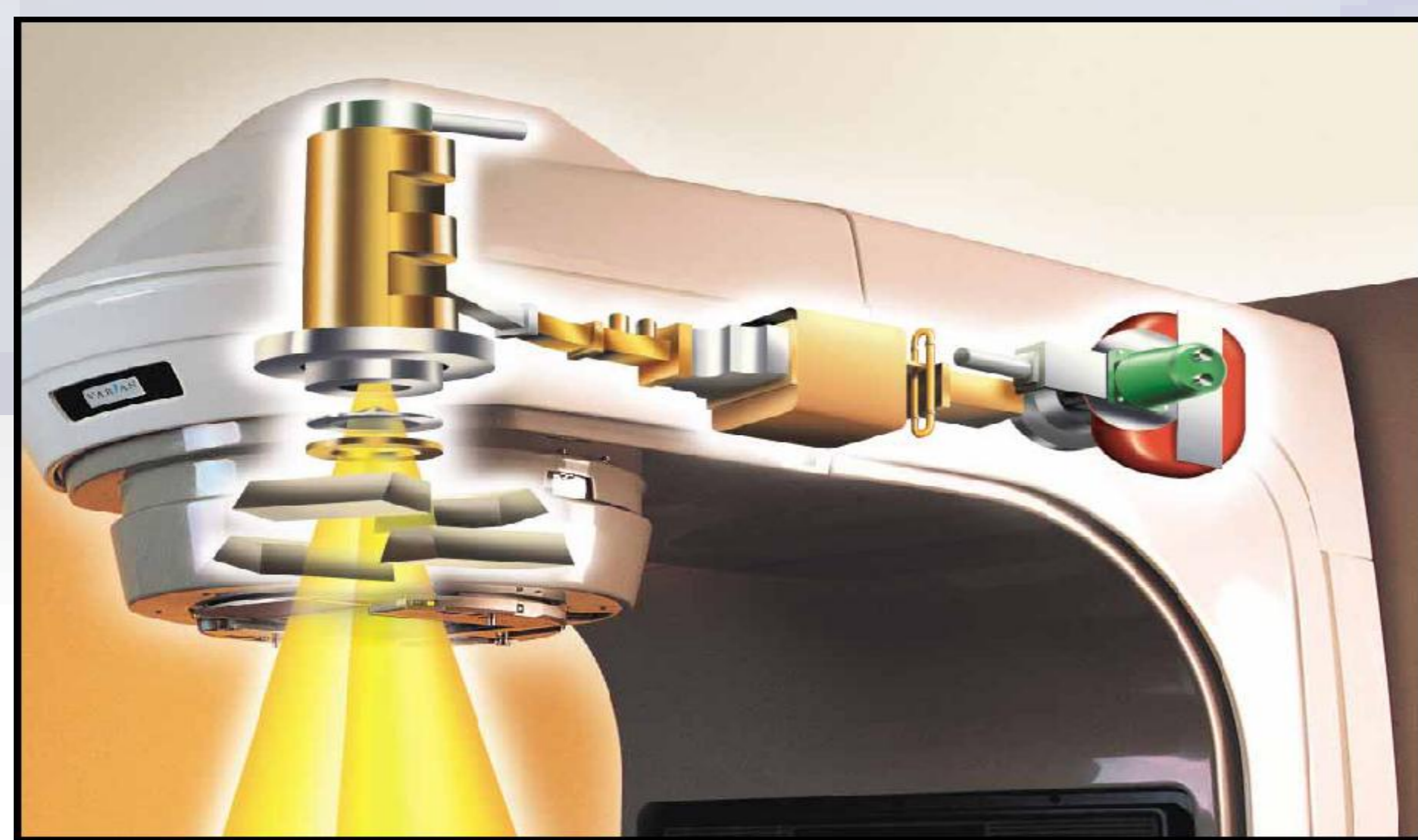


Figura 1. CLINAC 600 C/D

METODOLOGIA

I- Simulação com MCNPX onde foi feito:

- Modelagem da geometria do sistema de colimação do CLINAC 600 C/D e a interação da fonte de elétrons com o alvo de tungstênio.
- Cálculo de dose em profundidade em um Phantom de água de 30x30x30cm considera-se um feixe monoenergético de elétrons com uma Distribuição Gaussiana com valor médio de 6,3 MeV.

II- Medição experimental da dose em profundidade em um Phantom de água de 30x30x30 cm usando a câmara de ionização FC65-G e a fonte de raios-x dum CLINAC 600 C/D.

III- Análise e comparação entre a curva de Porcentagem de Dose em Profundidade (PDP) obtida com MCNPX 2.6.0 e a obtida dos dados experimentais.

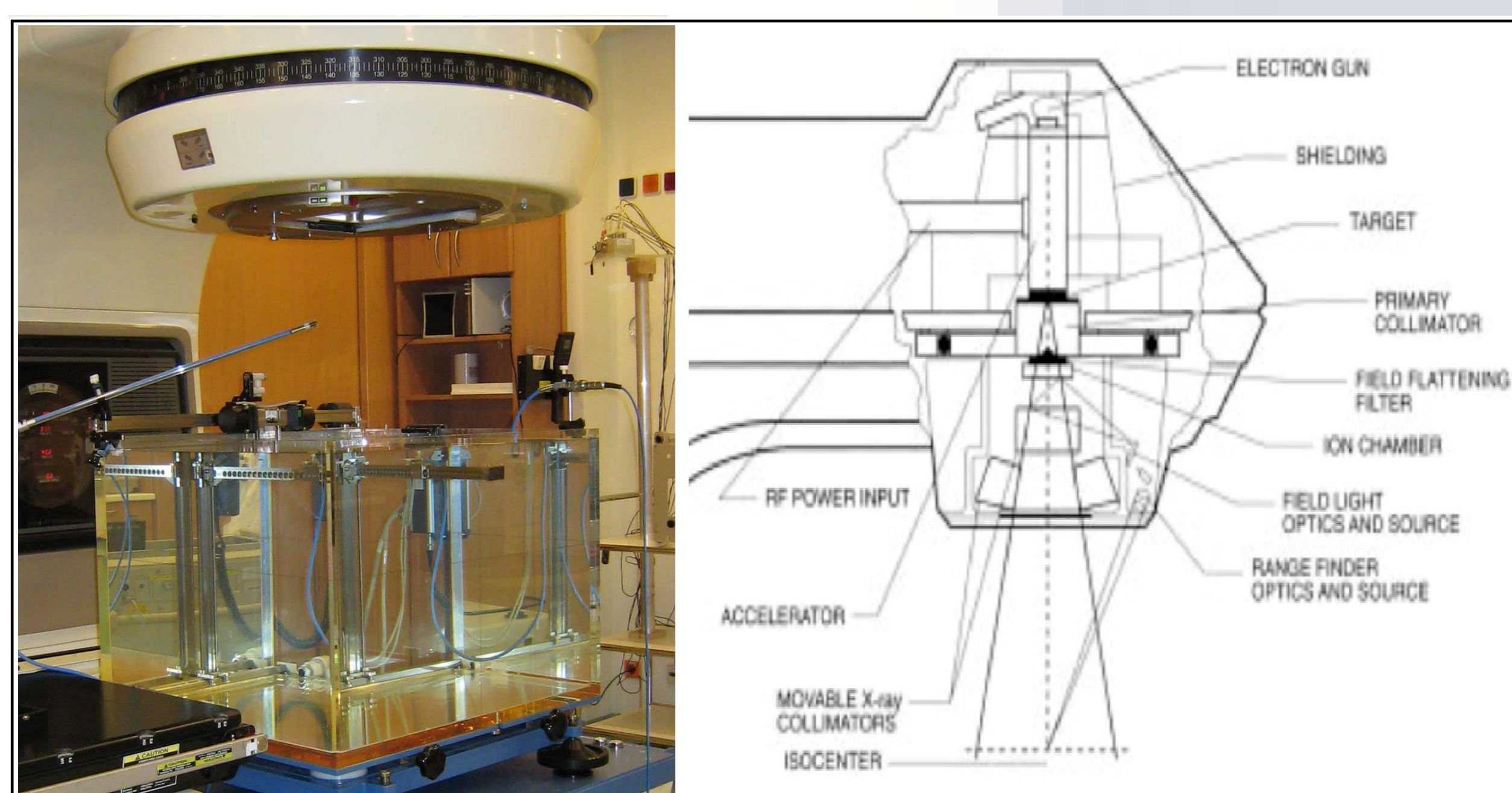


Figura 2. Fantoma 30x30x30 cm (Esquerda). Esquema do sistema de aceleração e de colimação de um CLINAC 600 C/D (Direita)

RESULTADOS

O trabalho superou a fase de simulação com MCNPX do modelo de CLINAC 600 C/D, obtendo-se um modelo como o exposto na Figura 3 (Esquerda), em que o desenho mostra o Sistema de Colimação, que consiste em o Colimador Primário e Secundário, e mostra também o branco de tungstênio, o filtro de achatamento do feixe e a Câmara de Ionização.

Obteve-se também as uma alta correspondência na região de Build up (máxima dose) entre a curva PDP obtida com MCNPX 2.6.0 e a obtida dos dados experimentais.

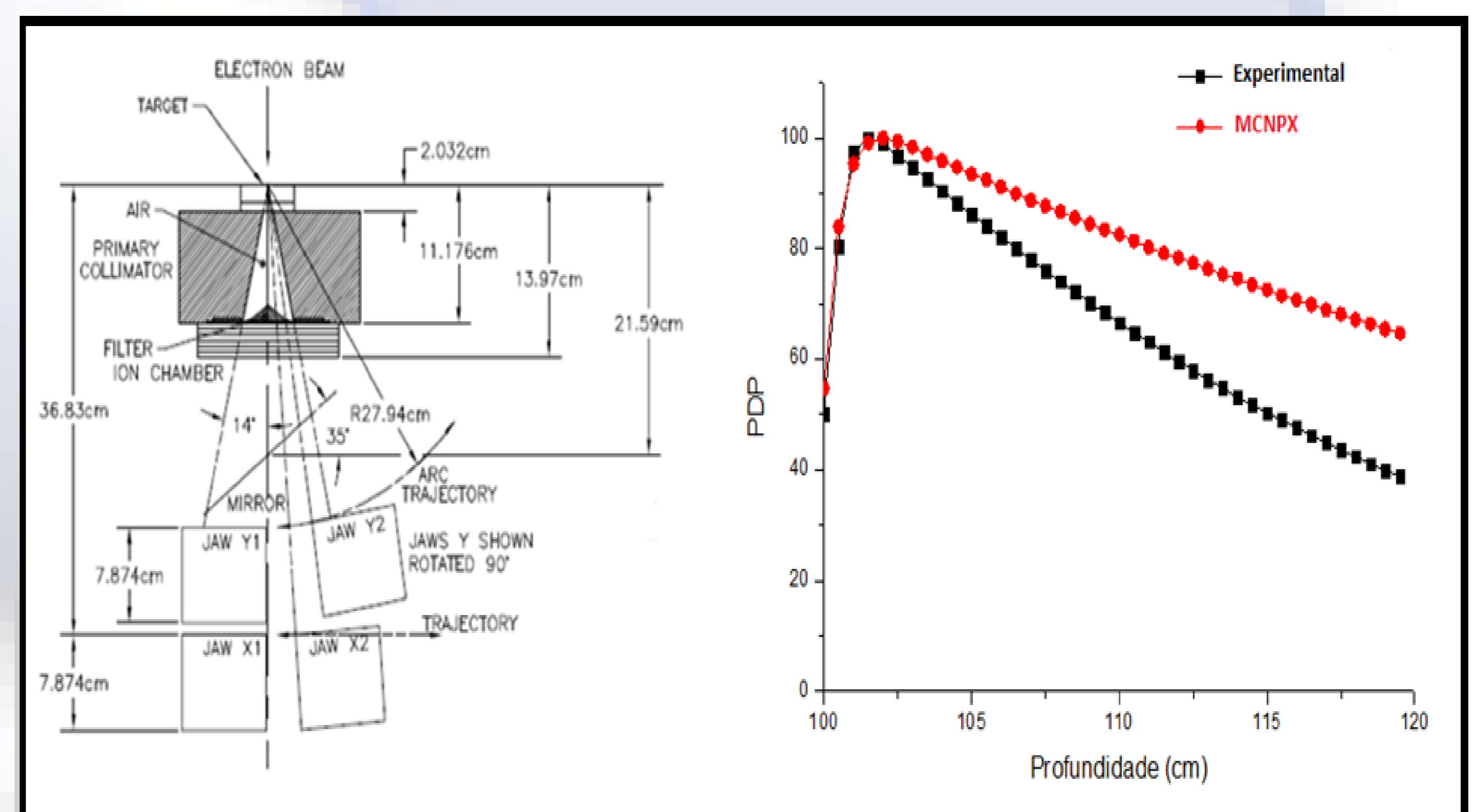


Figura 3. Elementos do modelo do CLINAC 600 C/D simulado com MCNPX (Esquerda); Curvas de PDP obtidas com MCNPX 2.6.0 e a obtida dos dados experimentais (Direita).

CONCLUSÕES

Conclui-se que o modelo do cabeçote do CLINAC 600 C/D da VARIAN precisa correções como, por exemplo, a reconstrução do espectro de fótons para se obter um modelo onde exista uma maior correspondência entre os dados simulados e os dados experimentais nas curvas de PDP, e desse jeito lograr uma forte ferramenta para melhorar a qualidade dos cálculos dosimétricos e de blindagem prévios duma irradiação com um Acelerador Linear. Garantindo uma maior qualidade de vida aos pacientes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] AMERICAN ASSOCIATION OF PHYSICISTS IN MEDICINE. Task Group 142 report: *Quality assurance of medical accelerators*. Med. Phys. 36, 9. September 2009.
- [2] I ENCUENTRO NACIONAL DE INFORMACIÓN REGULATORIA. Instituto Nacional do Câncer. Brasil, 2005.
- [3] GREENE, D. and WILLIAMS, P.C., "Linear accelerators for radiation therapy", Institute of Physics Publishing, Bristol, United Kingdom, 1997.
- [4] INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION (IEC), "Medical electrical equipment: Particular requirements for the safety of electron accelerators in the range 1 MeV to 50 MeV", Document 60601-2-1, IEC, Geneva, Switzerland, 1998.
- [5] JOHNS, H.E. and CUNNINGHAM, J.R., "The physics of radiology", Thomas, Springfield, Illinois, U.S.A, 1984.
- [6] KARZMARK, C.J., NUNAN, C.S. and TANABE, E., "Medical Electron Accelerators", McGraw-Hill, New York, New York, U.S.A, 1993.
- [7] KHAN, F., "The physics of radiation therapy", Williams and Wilkins, Baltimore, Maryland, U.S.A, 1994.
- [8] PODGORSK, E. B. "Review of radiation oncology physics": a handbook for teachers and students. Education Report Series. International Atomic Energy Agency. Vienna, Austria, 2005.
- [9] R.V. SOUSA. "Dose rate influence on deep dose deposition using a 6 MV x-ray beam from a linear accelerator". *Brazilian Journal of Physics*. v. 39, No.2, 2009.
- [10] SHEIKH-BAGHERI D., ROGERS D. W. O., *Monte Carlo calculation of nine megavoltage photon beam spectra using the BEAM code*, Medical Physics, vol. 29, pp. 391-402, 2002.