

# Análise da influência das variações dos parâmetros de controle de qualidade na determinação da dose absorvida em água

## Influence analyzes of the variations on quality control parameters in determination of absorbed dose in water

Lucas A. Radicchi, Leandro S. Baptista, Petrus Paulo C. E. da Silva

Setor de Física Médica do Departamento de Radioterapia do Hospital A. C. Camargo (HAAC) – São Paulo (SP), Brasil

### Resumo

A condição de referência estabelecida para determinação da dose absorvida em água, segundo o TRS-398, depende de alguns parâmetros eletro-mecânicos do acelerador linear. Assim, em princípio, incertezas na definição desses parâmetros podem ocasionar variação na dosimetria da máquina. O objetivo do presente estudo é avaliar a influência que as alterações nos parâmetros de controle de qualidade, cujos limites de tolerância são estabelecidos pelo TECDOC-1151, causam no resultado da dosimetria do feixe de fótons. Para isso, foram variados alguns parâmetros do acelerador (ângulo de gantry e de colimador, tamanho de campo e distância foco-superfície) e o posicionamento da câmara de ionização. Os resultados dessas alterações na dosimetria foram avaliados. Nos intervalos de variações dos itens de controle de qualidade (que foram além das tolerâncias estabelecidas pelo TECDOC-1151), os desvios ficaram menores que 1% da referência para todos os parâmetros analisados; os desvios para variações na posição da câmara foram menores que 0,2% para variações laterais e longitudinais, mas chegaram a quase 3% para alterações na profundidade.

**Palavras-chave:** radioterapia, controle de qualidade, dosimetria, incertezas.

### Abstract

The reference condition established to determine the absorbed dose in water of a linear accelerator, according to TRS-398, depends on some electro-mechanics parameters. Furthermore, in principle, uncertainties in the parameters settings may results in dosimetry variations. The goal of this study is to analyze the influence in quality control parameters changes, which tolerance limits are established by TECDOC-1151, in the dosimetry result of photon beam. For this, some parameters (gantry and collimator angle, field size and source to surface distance) and chamber position were changed. The results of these changes were evaluated. For the variation range of quality control items (that went beyond the tolerance limits established by TECDOC-1151), the deviations got less than 1 % of reference for all analyzed parameters; the deviations for the ionization chamber position variation were less than 0,2 % for lateral and longitudinal variations although almost got to 3% for depth alterations.

**Keywords:** radiotherapy, quality control, dosimetry, uncertainties.

### Introdução

Em radioterapia, os aceleradores lineares são utilizados para tratamentos de pacientes com câncer. Esses aparelhos devem ser testados periodicamente por meio de um programa estabelecido de controle de qualidade, sendo o físico médico o profissional responsável pela implementação e execução dos testes. No Brasil, o protocolo mais usado é o TECDOC-1151 da IAEA<sup>1</sup>, que consiste em uma série de recomendações para garantia da qualidade em radioterapia, incluindo descrições de testes e tolerâncias para cada parâmetro analisado.

Outra responsabilidade do físico médico é fazer a calibração da máquina de tratamento, isto é, determinação

da dose absorvida em determinada condição de referência. No Brasil, muitas instituições seguem outro protocolo da IAEA para calibração do feixe em água, o TRS-398<sup>2</sup>, que possui recomendações de diversos tipos de feixes de teleterapia (fótons, elétrons, prótons e íons pesados).

Visto que o TRS-398 especifica condições de referência para a determinação da dose absorvida em água e estas estão diretamente relacionadas com parâmetros eletro-mecânicos do acelerador, as incertezas na definição de alguns desses parâmetros podem, em princípio, influenciar no resultado da dosimetria.

O objetivo deste trabalho é avaliar a influência das variações de alguns parâmetros, segundo o TECDOC-1151, na dosimetria seguindo o arranjo experimental padronizado

**Correspondência:** Petrus Paulo C. E. da Silva - Hospital A.C.Camargo - Radioterapia, Rua Professor Antônio Prudente, 211 - Liberdade - São Paulo (SP), Brasil - CEP 01509-010. E-mails: Lucas A. Radicchi - luradicchi@yahoo.com.br, Leandro dos Santos Baptista - le.baptista@gmail.com, Petrus Paulo C. E. da Silva - petruspaulo@gmail.com

pelo TRS-398. Além disso, avaliar a influência do posicionamento da câmara de ionização na dosimetria.

## Material e métodos

No estudo foram utilizados um objeto simulador de água de 40,0 cm x 32,5 cm x 40,0 cm, câmara de ionização tipo Farmer modelo 30013 da PTW e eletrômetro tipo E modelo E10002-20256 da PTW. O acelerador linear utilizado neste estudo foi o modelo Clinac iX (Varian) e fótons de 6 MV.

Inicialmente, foi feito um controle de qualidade utilizando os testes e tolerâncias descritos no TECDOC-1151 para testes mecânicos e radioativos do acelerador linear. Com isso, garante-se que o acelerador está dentro dos limites estabelecidos e também se determina a condição de referência para gantry, colimador, tamanho de campo, centro do reticulado e a distância foco-superfície (DFS).

**Tabela 1.** Condições de referência

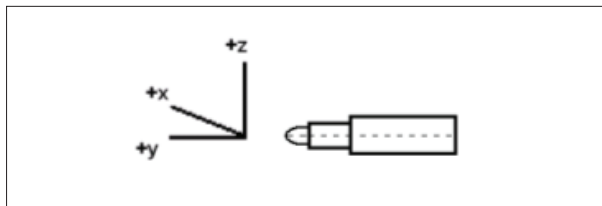
Parâmetro	Valor
Gantry	0°
Colimador	0°
Tamanho de campo	10 cm x 10 cm
DFS	100 cm
Profundidade	10 cm

**Tabela 2.** Parâmetros avaliados do TECDOC-1151 na dosimetria do TRS-398

Parâmetro	Referência	Tolerância	Variação
Gantry	0°	1°	0,5° a 2,0°
Colimador	0°	1°	0,5° a 2,0°
Tamanho de campo	10 x 10 cm	2 mm	9,5 x 9,5 cm a 10 x 10 cm
DFS	100 cm	2 mm	99,5 a 100,5 cm

**Tabela 3.** Parâmetros avaliados no posicionamento da câmara de ionização na dosimetria do TRS-398

Posição	Referência	Variação
Lateral (x)	0 mm	1 mm a 5 mm
Longitudinal (y)	0 mm	-5 mm a 5 mm
Vertical (z)	0 mm	-5 mm a 5 mm



**Figura 1.** Definição das coordenadas de referência para o posicionamento da câmara de ionização. A origem ( $x=y=z=0$ ) refere-se ao ponto efetivo de medição da câmara de ionização no centro do reticulado e na profundidade de 10,0 cm.

Após esse controle de qualidade, a câmara de ionização foi cuidadosamente posicionada no centro do reticulado dentro do objeto simulador alinhado e os parâmetros que foram estabelecidos como referência seguindo as recomendações do TRS-398 estão na Tabela 1.

Para o estudo da influência dos parâmetros do TECDOC-1151 na dosimetria, foram variados os valores tidos como referência além do intervalo de tolerância estabelecido, como mostra a Tabela 2.

Para o estudo da influência do posicionamento da câmara de ionização na dosimetria, sua posição foi variada (convenção dos eixos mostrada na Figura 1) além do intervalo em que o erro pode ser detectável por observação (assumindo  $\pm 2$  mm), como mostrado na Tabela 3.

Todos os valores que serão apresentados são variações das leituras da câmara de ionização normalizadas para as condições de referência, sendo que em cada leitura, a temperatura e pressão foram avaliadas para eventuais correções.

## Resultados

### Influência dos parâmetros do TECDOC-1151

A Figura 2 apresenta os desvios percentuais, em relação à condição de referência, das leituras da câmara de ionização para variações dos parâmetros do TECDOC-1151 analisadas.

Observa-se que os desvios ficaram menores que 1 % da referência para todos os parâmetros analisados. Os valores dos desvios das leituras nas tolerâncias do TECDOC-1151: para ângulo de gantry (1°),  $(-0,20 \pm 0,02)$  %; ângulo de colimador (1°),  $(+0,01 \pm 0,01)$  %; tamanhos de campo (9,8 e 10,2 cm),  $(-0,25 \pm 0,02)$  % e  $(+0,26 \pm 0,02)$  % respectivamente; e DFS (99,8 e 100,2 cm),  $(+0,37 \pm 0,02)$  % e  $(-0,30 \pm 0,02)$  % respectivamente.

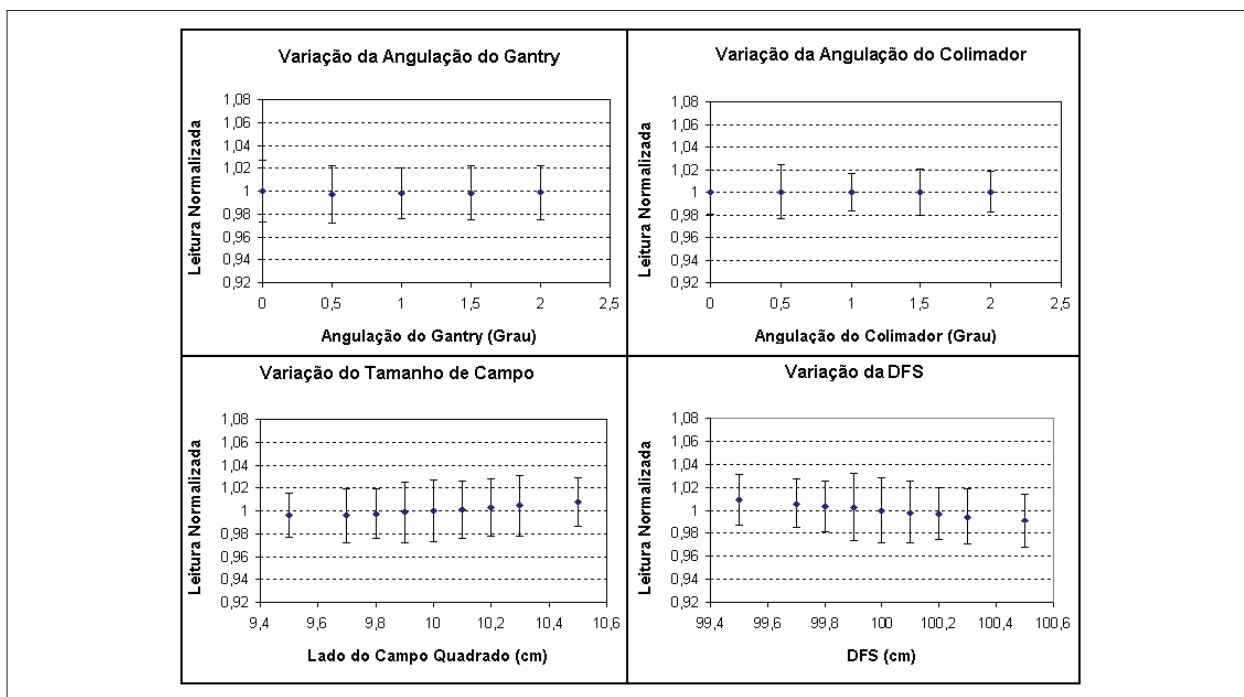
### Influência do posicionamento da câmara de ionização

A Figura 3 apresenta os desvios percentuais, em relação à condição de referência, das leituras da câmara de ionização para variações das três coordenadas espaciais do posicionamento da câmara.

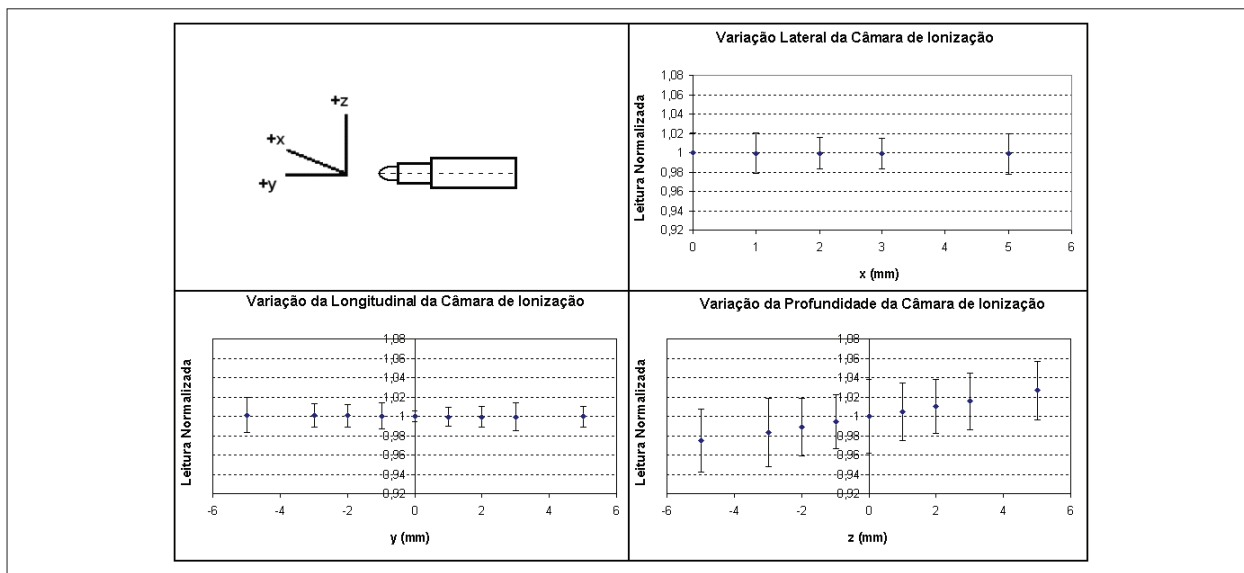
Os valores dos desvios das leituras no posicionamento lateral e longitudinal da câmara foram menores que 0,2 %. Já na profundidade da câmara (eixo-z), foram mais significantes, chegando a 3 %. Os valores dos desvios em cada sentido foram: para  $x = \pm 2$  mm,  $(-0,05 \pm 0,02)$  %;  $y = -2$  mm,  $(+0,061 \pm 0,004)$  %;  $y = +2$  mm,  $(-0,061 \pm 0,004)$  %;  $z = -2$  mm,  $(-1,14 \pm 0,03)$  %; e  $z = +2$  mm,  $(+1,03 \pm 0,03)$  %.

## Discussão e conclusões

Conforme mostrado nos resultados, as variações isoladas de cada parâmetro no intervalo de tolerância preconizado



**Figura 2.** Leituras normalizadas, em relação à condição de referência, para variações de parâmetros do acelerador linear (ângulo de gantry, ângulo de colimador, tamanho de campo e distância foco-superfície, DFS).



**Figura 3.** Leituras normalizadas, em relação à condição de referência, para variações de posicionamento da câmara nos sentidos lateral, longitudinal e profundidade.

pelo TECDOC-1151 não provocam desvios significativos em relação à referência.

Portanto, os padrões sugeridos pelo TECDOC-1151 proporcionam uma segurança na realização dos testes garantindo a qualidade dos tratamentos na radioterapia por propiciar um desvio não significativo na dosimetria do acelerador linear para os padrões do TRS-398.

No entanto, cabe salientar, que tal efeito pode ter uma significância maior quando tecnologias modernas em

radioterapia estão envolvidas, como a radioterapia com intensidade modulada do feixe (IMRT) e radiocirurgia (RS), em que são utilizados campos menores e mais sensíveis a pequenas variações<sup>3</sup>.

Por isso, os testes de controle de qualidade devem ser realizados anteriormente à dosimetria para garantir que os parâmetros mecânicos da máquina estão dentro das tolerâncias do TECDOC-1151 evitando que estes erros se combinem, produzindo desvios mais acentuados na dosimetria.

## Referências

1. IAEA/TECDOC 1151. Aspectos Físicos da Garantia da Qualidade em Radioterapia – Protocolo de Controle de Qualidade. Tradução para o português. Rio de Janeiro: INCA; 2000.
2. International Atomic Energy Agency. Absorbed dose determination in external beam radiotherapy. Technical Report Series n. 398. Vienna: IAEA; 2000.
3. LoSasso T, Chui CS, Ling CC. Comprehensive quality assurance for the delivery of intensity modulated radiotherapy with a multileaf collimator used in the dynamic mode. Med Phys. 2001;28(11):2209-19.