

## **Análise da dosimetria de um Gamma Knife Perfexion utilizando phantoms de poliestireno e de água sólida para câmaras de ionização de volume pequeno**

**N A Costa<sup>1</sup>, M P A Potiens<sup>1</sup>, C W C Saraiva<sup>2</sup>, H Benmakhlouf<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, Comissão Nacional de Energia Nuclear, Universidade de São Paulo, IPEN/CNEN/USP; <sup>2</sup> Hospital do Coração, HCor; <sup>3</sup> Stockholm University, Karolinska Hospital

E-mail: nathaliaac@ymail.com

**Resumo:** O Gamma Knife Perfexion (GKP) é um equipamento de radiocirurgia que foi desenvolvido pela Elekta. A calibração do GKP é realizada com a utilização de *phantoms* da fabricante do GKP, a Elekta e uma câmara de ionização de volume pequeno. O propósito deste estudo foi avaliar a diferença de valores de carga obtidos na dosimetria de GKP com a utilização de dois diferentes *phantoms*, sendo um de poliestireno e o segundo de um material denominado *solid water* (água sólida) e as câmaras de ionização PTW Semiflex, volume 0,125 cm<sup>3</sup>, modelo 31010 e PTW Pinpoint, volume 0,016 cm<sup>3</sup>, modelo 31016.

**Palavras-chave:** Gamma Knife Perfexion; Dosimetria; Calibração; Câmara de ionização.

**Abstract:** The Gamma Knife Perfexion (GKP) is a radiosurgery equipment that has been developed by Elekta. Its dose-rate calibration is performed using phantoms developed by Elekta and a small volume ionization chamber. The purpose of this study was to evaluate the collected charge values obtained in its dosimetry using two different phantoms, polystyrene and solid water and the ion chambers PTW Semiflex, volume 0,125 cm<sup>3</sup>, model 31010 and PTW Pinpoint, volume 0,016 cm<sup>3</sup>, model 31016.

**Keywords:** Gamma Knife Perfexion; Dosimetry; Calibration; Ionization chamber.

### **1. INTRODUÇÃO**

O Gamma Knife® Perfexion (GKP) é um equipamento de radiocirurgia que contém 192 fontes do radioisótopo <sup>60</sup>Co, distribuídas em 8 setores móveis, com três diferentes diâmetros de colimadores 4, 8 e 16 mm. A localização espacial em R<sup>3</sup> do alvo a ser irradiado com esse equipamento é obtida com um sistema de

imobilização com *frames* que delimitam um sistema de coordenadas estereotáxicas. A prescrição da dose a ser administrada é feita de acordo com protocolos de radiocirurgia, considerando também doses limítrofes em órgãos de risco bem como regiões eloquentes do cérebro (LEKSELL GAMMA KNIFE, 2006).

A conformidade da distribuição de dose no volume alvo, bem como a redução de dose em

regiões adjacentes são obtidas considerando os fatores: número de *shots*, posição dos *shots*, tamanho do colimador e restrições de dose em áreas adjacentes (BHATNAGAR *et al*, 2009).

A acurácia em um tratamento com um equipamento GKP será alcançada se, e somente se, houver precisão mecânica e dosimétrica. A segunda, é averiguada com uma dosimetria realizada com um *phantom* esférico, cuja diâmetro é 160 mm. Este *phantom* de calibração é constituído por duas semiesferas de 130 mm de largura que são mantidas unidas por pinos de Lucite em uma semiesfera e orifícios para encaixe na outra. Entre as duas semiesferas há um espaço de 130 x 160 x 10 mm<sup>3</sup> para a inserção de um encaixe de ABS onde a câmara de ionização é inserida. Para uma dosimetria correta, faz-se necessário que cada modelo de câmara de ionização tenha um encaixe específico. Este *phantom* é conectado ao sistema de posicionamento do paciente (PPS) utilizando um *phantom adapter* em forma de C. Atualmente existem diferentes *phantoms*, todos esféricos, para este tipo de dosimetria (BHATNAGAR, NOVOTY, 2010).

O propósito deste estudo foi avaliar a diferença de valores de carga obtidos na dosimetria de GKP com a utilização de dois diferentes *phantoms*, sendo um de poliestireno e o segundo de um material denominado *solid water* (água sólida).

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

O posicionamento correto de uma câmara de ionização em um *phantom* de dosimetria é obtido quando o ponto efetivo do detector (câmara de ionização) coincide com o centro geométrico do *phantom* esférico. As condições de espalhamento da radiação no meio característico do *phantom* são equivalentes ao espalhamento da radiação em água (H<sub>2</sub>O) (BHATNAGAR, NOVOTY, 2010).

O GKP utilizado para as medições desse trabalho está instalado no Hospital/Universidade Karolinska, em Estocolmo, Suécia.

As câmaras de ionização (figura 1a e 1b) utilizadas nesse trabalho foram:

- Câmara de ionização PTW Semiflex, volume 0,125 cm<sup>3</sup>, modelo 31010.
- Câmara de ionização PTW Pinpoint, volume 0,016 cm<sup>3</sup>, modelo 31016.

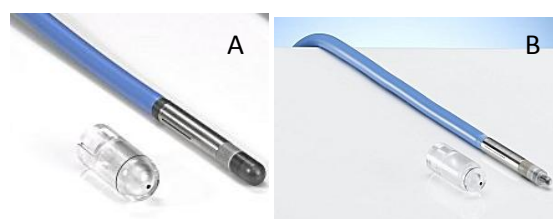


Figura 1. Câmaras de ionização Semiflex modelo 31010 em A e Pinpoint modelo 31016 em B.

O *phantom* de poliestireno utilizado nesse estudo pertence ao Hospital/Universidade Karolinska e o *phantom* de água sólida foi gentilmente cedido pela Elekta para as medições. As câmaras de ionização foram posicionadas utilizando seus respectivos encaixes. O eletrômetro utilizado nas medidas foi o PTW Unidos Weblin. Dez leituras de 60 segundos foram realizadas com cada câmara de ionização e em cada *phantom* separadamente, totalizando 20 leituras de carga para cada câmara de ionização. A tensão utilizada foi de +400V, pois corresponde à tensão na qual o eletrômetro foi calibrado em um laboratório padrão secundário. As exposições foram feitas utilizando todos os 8 setores com colimadores de 16 mm (maior colimador em um equipamento GKP). As figuras 2 e 3 mostram os dois *phantoms* utilizados nesse estudo em suas geometrias de irradiação, respectivamente.

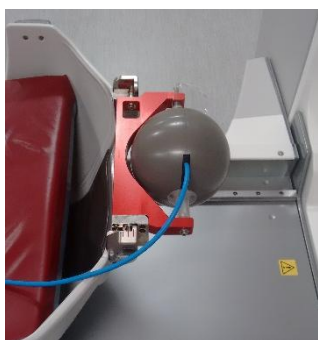


Figura 2. *Phantom* de poliestireno em posição de medição.

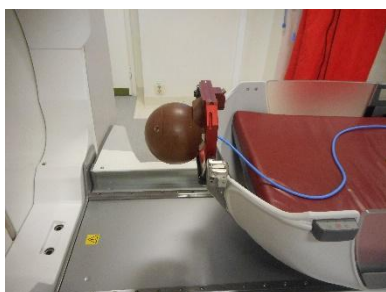


Figura 3. *Phantom* de água sólida em posição de medição.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A tabela 1 mostra a média dos valores de carga obtidos para cada uma das câmaras de ionização e *phantoms*.

**Tabela 1.** Valores de carga obtidos para as duas câmaras e os dois *phantoms*.

Phantom Câmara	Poliestireno (nC)	Água Sólida (nC)
Semiflex 31010	9,524 ±0,0006	9,782 ±0,0008
Pinpoint 31016	1,145 ±0,0004	1,164

A diferença percentual entre as leituras de carga para a câmara de ionização modelo Semiflex 31010, obtidas nos diferentes *phantoms* foi de 2,71% e 1,66% para a câmara de ionização modelo Pinpoint 31016. Considerando as medidas sendo realizadas nas mesmas condições de energia (feixe), tamanho do colimador e posicionamento da câmara, essa variação percentual pode ser atribuída à diferença do material do *phantom*.

Considerando as leituras entre as câmaras para o mesmo *phantom*, pode-se observar uma diferença entre as leituras de carga. Esta variação nas leituras ocorre em virtude da diferença de volume entre os detectores (câmara de ionização). (0,125 cm<sup>3</sup> para Semiflex e 0,016 cm<sup>3</sup> para Pinpoint). Outro fator que confirma a diferença entre essas leituras de carga é a não igualdade entre as interfaces *phantom* x parede da câmara de ionização.

### 4. CONCLUSÃO

De acordo com os resultados obtidos de leitura de carga para os diferentes setup's (câmara de ionização x *phantom* esférico), a linearidade permite assegurar que ambos detectores podem ser utilizados em uma dosimetria do equipamento GKP.

### Agradecimentos

Os autores agradecem ao apoio financeiro do banco Santander, no programa Mobilidade Santander, Edital 01/2016, da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), SIBRATEC FINEP/MCTI projeto 01.10.0650.01, coordenado por IRD/CNEN-RJ, Brasil, assim como à parceria com o Hospital do Coração – Hcor- São Paulo-SP, Brasil e a Universidade de Estocolmo/Hospital Karolinska e à Elekta pelo fornecimento do material necessário para realização desse estudo.

## REFERÊNCIAS

Leksell Gamma Knife 4C - System Description.  
Elekta. Disponível em:

[http://www.elekta.com/healthcare\\_international\\_leksell\\_gamma\\_knife\\_4c.php](http://www.elekta.com/healthcare_international_leksell_gamma_knife_4c.php)

Bhatnagar J P, Novotny J 2010 Assessment of variation in Elekta plastic spherical-calibration

phantom and its impact on the Leksell Gamma Knife calibration *Med. Phys.* **37** (9) 5066-5071

Bhatnagar J P, Novotny J, Quader M A, Bednarz G, Huq M S 2009 Unintended attenuation in the Leksell Gamma Knife Perfexion calibration-phantom adaptor and its effect on dose calibration *Med. Phys.* **36** (4) 1208-1211