

## Radioterapia de Neuroblastoma com Feixe de Elétrons

E. M. Simão<sup>1</sup>, V. S. Guimarães<sup>1</sup>, L. E. A. Macedo<sup>2</sup>, D. N. Souza<sup>1</sup>, F. G. M. Freire<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Departamento de Física, Universidade Federal de Sergipe, 49100-00, São Cristóvão-SE, Brasil*

<sup>2</sup>*Hospital Gov. João Alves Filho (HGJAF/SSESE), 49000-00, Aracaju-SE, Brasil*

*eder.simao@terra.com.br*

*(Recebido em 01 de outubro de 2007; aceito em 22 de novembro de 2007)*

---

Com o propósito de implementar o uso de filmes oncológicos no tratamento de neuroblastoma foi realizado um estudo da metodologia do uso de feixe de elétrons de 14 MeV. Como abordado pelo ICRU REPORT n° 71, as variações de dose relativa em profundidade foram testadas em um simulador de água e em um simulador de parafina. O simulador de parafina foi construído com dimensões semelhantes a de uma criança de 5 anos. Os procedimentos dosimétricos foram empregados com o objetivo de avaliar a eficiência do emprego de feixes de elétrons nesta terapia. Foi observado que na irradiação com feixes de elétrons o percentual de dose relativa nos órgãos posteriores ao tumor é inferior aos observados em irradiações com feixes de fótons. As medidas com filmes oncológicos são um método viável para aferição de doses em profundidade e o emprego dos feixes de elétrons de 14 MeV não é um método seguro para tratamento de neuroblastoma. Recomenda-se usar o ICRU REPORT n° 71 para o tratamento de neuroblastoma em profundidades superiores a 50 mm.

Palavras-chave: radioterapia; neuroblastoma.

With the purpose of implement the use of oncology films in the neuroblastoma treatment a study of the methodology of the use of electron beams of 14 MeV it was accomplished. As described by ICRU REPORT n° 71, the variations of relative dose in depth were tested in a water simulator and in a paraffin simulator. The paraffin simulator was built with similar dimensions of a five years old child. The dosimetric procedures used with objective of evaluate the efficiency in this therapy. It was observed that in the irradiation with electron beams the relative dose percentage in the subsequent organs to the tumor is inferior to the observed in irradiation with photon beams. The measures with films oncológicos are a viable method for gauging of relative dose in depth and the employment of electron beams of 14 MeV is not a safe method for neuroblastoma treatment. It's is recommended to use the ICRU REPORT n° 71, to the treatment of neuroblastoma in depths greater than 50 mm.

Keywords: radiotherapy, neuroblastoma.

---

### 1. INTRODUÇÃO

O neuroblastoma é um tipo de câncer que aparece geralmente na infância. Em 70% dos casos em crianças com até quatro anos. O câncer surge inicialmente na região do cérebro e posteriormente prolonga-se até a área inferior da coluna vertebral.

A radioterapia, além do alívio sintomático que pode propiciar, resta eventualmente, um papel de controle tumoral residual localizado, especialmente após a cirurgia. Este controle tumoral contribui para o tratamento juntamente com a cirurgia e oferecem uma melhor qualidade de vida as crianças (FILHO, V.O. et al., 1983).

O tratamento de neuroblastoma utilizando-se radioterapia é importante para a aniquilação do câncer. Por ser um meio de tratamento quase que indolor é muito usado em crianças procurando-se diminuir quase que totalmente os efeitos colaterais e conseqüentemente aumentar a qualidade de vida (PARISE, I.Z., 2005)

No tratamento de neuroblastoma envolvendo radioterapia é importante enfatizar que a demarcação dos limites dos campos de irradiação deve ser cuidadosamente elaborada, para assegurar que as áreas de riscos de recaída, sejam adequadamente englobadas (SALVAJOLI, J.V. et al., 1999).

O ICRU REPORT n° 71 descreve os protocolos de tratamento para neuroblastomas empregando feixes de fótons e de elétrons. De acordo com essa publicação, a região craniana

deve ser irradiada com feixe de fótons de 6 MV, em dois campos laterais e a região da coluna com feixe de elétrons de 15 MeV, em que o alcance terapêutico deve ser igual a 50 mm. O alcance terapêutico do feixe de radiação corresponde ao intervalo da distribuição da dose em profundidade a partir da pele do paciente e no qual a dose absorvida excede 85% do seu valor máximo. Para uma dada energia, o comprimento deste intervalo depende da uniformidade desejada de dose em profundidade da região alvo (RODRIGUES, 2002).

Com a finalidade de implementar o uso de filmes oncológicos em procedimentos dosimétricos utilizados no tratamento de neuroblastoma e avaliar a eficiência do emprego de feixes de elétrons de 14 MeV nesta terapia, foi realizado um estudo da metodologia de tratamento e do controle de qualidade em um acelerador linear.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

Inicialmente foram analisadas as variações de dose relativa em profundidade em um objeto simulador de água. Para esta etapa do trabalho utilizou-se um simulador de acrílico com dimensões  $40 \times 40 \times 40 \text{ cm}^3$ , preenchido com água destilada.

O filme oncológico, marca IBM<sup>®</sup>, foi posicionado verticalmente no interior do simulador, como mostrado na Figura 1. Para as simulações, o filme foi irradiado com campos retangulares de  $20 \times 5 \text{ cm}^2$ , a uma distância fonte superfície (DFS) de 100 cm, com uma dose de 180 cGy de um feixe de elétrons de 14 MeV, emitido por um acelerador linear, marca Simens<sup>®</sup> (Primus), do Hospital Governador João Alves Filho, Aracaju, SE. Para não sofrer alterações na atenuação do feixe e velamento, o filme foi colocado em um envelope de papel forrado com material impermeabilizante, evitando o contato com a água.

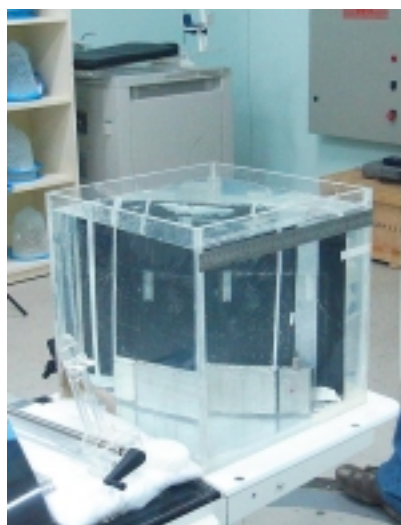


Figura 1. Fotografia mostrando o posicionamento do filme oncológico dentro do simulador de água.

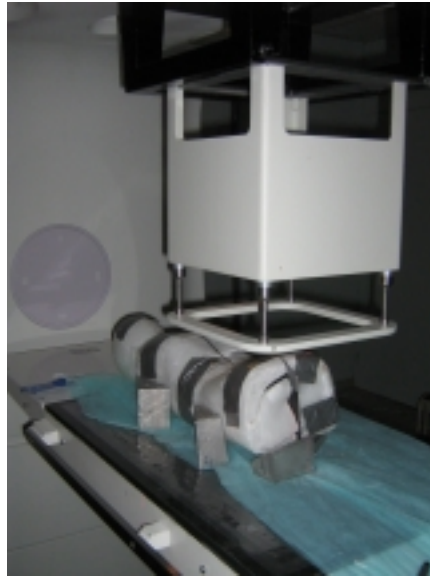
Com o objetivo de encontrar medidas mais próximas da realidade, um simulador de parafina com densidade e dimensões muito próximas aos de uma criança de 5 anos foi construído, tendo como molde um manequim infantil de plástico.

Para a preparação do objeto simulador, construiu-se um molde de gesso que posteriormente foi preenchido com parafina derretida. Com o propósito de manter o objeto simulador homogêneo, sem ocorrência de bolhas de ar no seu interior, a parafina foi colocada lentamente no interior do boneco. Logo após a solidificação da parafina no interior do molde de gesso, o boneco simulador foi retirado e então cortado ao meio no sentido sagital para que fossem colocados em seu interior os filmes oncológicos a fim de verificar a irradiação com feixes de elétrons.

Os filmes que foram empregados na simulação do tratamento utilizando-se o boneco simulador foram recortados seguindo o contorno das costas e do lado posterior da cabeça do simulador. Estes filmes também foram envelopados seguindo o contorno do objeto simulador.

Como mostrado na Figura 2, o objeto simulador foi posicionado no acelerador linear. Para cada simulação, o boneco foi irradiado em dois campos. O primeiro campo, de  $20 \times 5 \text{ cm}^2$ , na região da cabeça e coluna cervical, e um segundo posicionada na região referente à parte da coluna torácica e coluna lombar do objeto, a uma DFS de 100 cm. Na Figura 2 pode-se observar também o cone aplicador empregado nas irradiações feixes de elétrons.

Após a revelação dos filmes, a densidade óptica relativa de cada filme exposto foi verificada por meio de um densitômetro, marca VITOREEN<sup>®</sup>. Com os dados obtidos por meio da análise da variação de densidade óptica, foram construídas curvas de percentual de dose relativa em profundidade (PDP).



*Figura 2. Boneco simulador de parafina cortado no sentido sagital, portando filmes oncológicos, e irradiado no sentido pósterio-anterior ao feixe de elétrons.*

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

#### 3.1. Difração de raios-X

Com a criação do objeto simulador de parafina verificamos que é possível aprimorar os métodos de controle de qualidade relativos à radioterapia de neuroblastoma com feixes de elétrons.

Na Figura 3 pode-se observar o percentual de dose relativa em profundidade para o feixe de 14 MeV colimado com campo  $20 \times 5 \text{ cm}^2$  no interior do simulador de água. A PDP relativa encontrada por meio da medida da densidade óptica do filme mostra uma pequena discrepância na entrada do feixe se comparada à PDP avaliada nos procedimentos de calibração convencionais. A calibração foi realizada experimentalmente por dosimetria do feixe de elétrons em procedimento convencional e os pontos foram adquiridos pela câmara de ionização cilíndrica marca PTW<sup>®</sup> pertencente ao hospital. Com o propósito de uma análise mais detalhada, através dos pontos experimentais gerados pela densitometria e pela dosimetria do feixe de elétrons da Figura 2 construiu-se a curva de PDP.

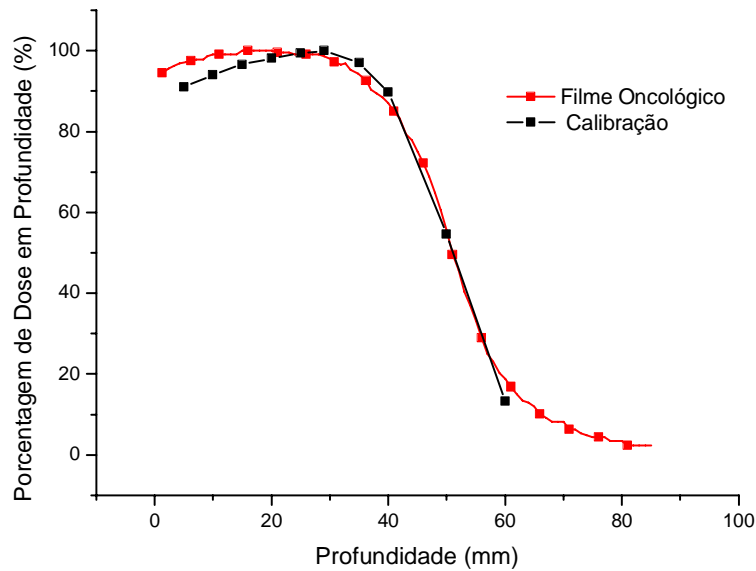


Figura 3. Curva de dose por profundidade obtida com feixe de elétrons de 14 Mev em objeto simulador de água colimado com campo  $20 \times 5 \text{ cm}^2$ .

Com análise na Figura 2 poderão ser observados ainda que na profundidade, entre 20 e 50 mm, os dois métodos encontraram valores de PDP semelhantes.

Para o boneco de parafina irradiado com feixe de 14 MeV, com campo de radiação de  $20 \times 5 \text{ cm}^2$  na superfície, pôde-se observar que o percentual de dose relativa em profundidade foi semelhante ao apresentado na irradiação na água. A Figura 4 apresenta a PDP do filme oncológico irradiado no boneco simulador, pode-se observar uma pequena discrepância na PDP na entrada do feixe na profundidade de dose máxima, que ocorreu em torno de 30 mm de profundidade, se comparada à PDP avaliada nos procedimentos de calibração convencionais. Esta discrepância na entrada do feixe até o equilíbrio eletrônico foi provocada pelo acúmulo de ar entre o boneco e o material que envolveu o filme. Na entrada do feixe de elétrons não foi possível encontrar uma geometria equivalente ao simulador de água que envolvesse o filme radiográfico ocorrendo assim um aumento considerável na dose logo na entrada do feixe de radiação. Ainda na Figura 4, pode-se observar que o intervalo terapêutico esteve entre a superfície e a profundidade de 42 mm. Em 75 mm de profundidade a porcentagem de dose relativa foi de apenas 10%. Pode-se também analisar na Figura 4 o comportamento da curva de PDP, uma vez que essa comporta-se de forma mais descontínua devido as imperfeições do objeto simulador de parafina.

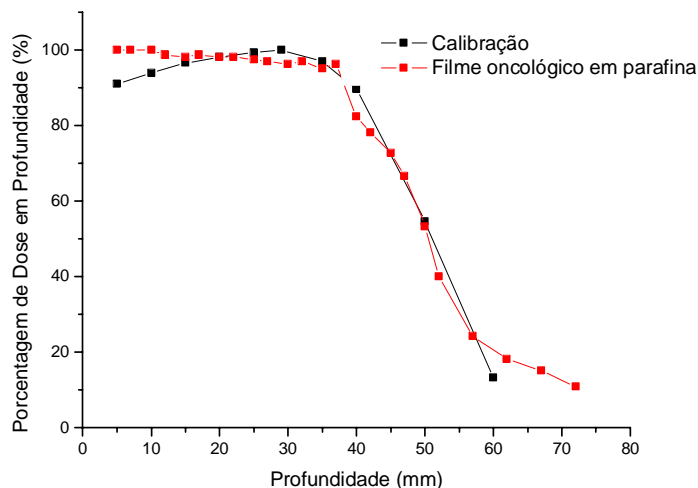


Figura 4. Curva de dose por profundidade obtida com feixe de elétrons de 14 MeV em objeto simulador de parafina colimado com campo  $20 \times 5 \text{ cm}^2$ .

#### 4. CONCLUSÕES

Os testes realizados com filmes foram elaborados de forma a viabilizar uma aquisição mais eficiente dos dados dosimétricos. Conclui-se, portanto que a utilização destes filmes é viável em objetos simuladores que envolvam a toda a superfície do filme e que homogeneizem a dose a partir da entrada do feixe.

A irradiação com feixe de elétrons é um método viável para terapia de neuroblastoma, pois a região alvo é irradiada com doses terapêuticas e há um rápido decréscimo da PDP nas regiões imediatamente posteriores em tratamentos em profundidades de até 42 mm. Entretanto, para o tratamento em profundidade maior que 42 mm, é necessário que o feixe de elétrons empregado tenha energia superior a 14 MeV, como a energia 15 MeV citada pelo ICRU REPORT n° 71. Para aceleradores lineares de até 14 MeV, o ICRU REPORT n° 71 é um protocolo que não deverá ser utilizado em tratamentos de neuroblastoma.

#### AGRADECIMENTOS

Ao Hospital Estadual Governador João Alves Filho por proporcionar as facilidades para as irradiações, ao CNPq e a CAPES pelo apoio financeiro.

1. V. O. FILHO, P. T. MALUF JR, M. C. SANNA, M. S. EUSTAQUIO. Dois tumores sólidos freqüentes na infância, Neuroblastoma e Tumor de Wilms – Revisão e Atualização. *Pediatr. (São Paulo)*, p. 155-161, 1983
2. ICRU REPORT N° 71. Prescribing, Recording, and Reporting Electron Beam Therapy, 2004.
3. I. Z. da S. PARISE. Avaliação de Parâmetros Clínicos, Histopatológicos e Amplificação o Oncogene Mycn para o Prognóstico de Crianças com Neuroblastoma – Dissertação de Mestrado em Saúde da Criança e do Adolescente, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.
4. L. N. RODRIGUES. Dosimetria de Elétrons de Alta Energia – Fundamentos Básicos, Curso PQRT – INCA, 2002.
5. J. V. SALVAJOLI, L. SAUHAMI, S. L. FARIA. Radioterapia em Oncologia, Ed. MEDSI, Rio de Janeiro, 1999.