

---

# *Análise da Distribuição de Dose em Variantes da "Técnica do Manto" Através Dosimetria Termo-Luminescente*

---

A.M.C. Araújo\*  
S.L. Vieira\*\*

## INTRODUÇÃO:

A chamada "técnica do manto", aplicada no tratamento da doença de "Hodgkin", foi iniciada no "Stanford Medical Center" em 1956, expandindo-se, nesses vinte anos, a quase todos os Serviços de Radioterapia do mundo, dada a melhoria nos resultados obtidos com a sua utilização.

Esta técnica torna-se um pouco complexa devido a uma série de fatores relacionados ao cálculo da dose em tecidos de diferentes densidades e espessuras, à reprodutibilidade no posicionamento diário do paciente e à proteção do parênquima pulmonar. Por tais razões, algumas modificações, com o intuito de simplificá-la, foram feitas em diferentes Centros de Radioterapia.

Neste estudo, selecionamos três variantes da "técnica do manto", e verificamos seus resultados através medidas experimentais.

## MATERIAL E MÉTODO:

Com um simulador de corpo humano "Rando-Alderson" e uma unidade de Cobalto-60 (Eldorado 78-AEC), reproduzimos as aplicações das seguintes modalidades de tratamento:

Técnica I: emprega o manto anterior com dose-superfície diária de 200 rads. Uma complementação, através campos posteriores separados, torna-se necessária, para que a dose nas cadeias cervicais, mediastino e axilas, atinja o valor de 200 rads.

Técnica II: foram empregados simultaneamente dois mantos, um anterior e outro posterior, tendo sido a dose diária calculada

---

\*— Instituto de Radioproteção e Dosimetria— Nuclebras

\*\*— Instituto Nacional de Câncer — Clínica de Radioterapia  
Osolando J. Machado Ltda.

para 220 rads no mediastino superior.

**Técnica III:** dada a radiosensibilidade da crítica da medula espinhal, repetimos o procedimento da Técnica II, blindando a medula, a partir da metade da dose ministrada nas aplicações do manto posterior.

### POSICIONAMENTO DO PACIENTE E BLINDAGEM:

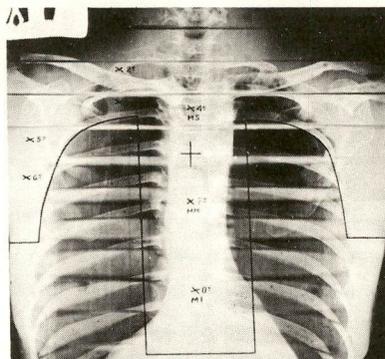
No manto anterior o paciente é posicionado com a cabeça em hiper-extensão, de tal forma que seu manto e apêndice xifoide fiquem no mesmo nível. Com este procedimento, a distância fonte-pele (SSD) usada não sofrerá variações consideráveis ao longo da superfície tratada. O limite superior do campo de tratamento corresponderá a uma linha vertical que passa pelo mento e o conduto auditivo externo, e o inferior, à 10ª ou 11ª vértebra dorsal. O centro do campo de tratamento se situa, em geral, 1.0 a 1.5 cm abaixo da fúrcula esternal.

No manto posterior, o paciente é também posicionado de modo que o conduto auditivo externo e o mento fiquem também numa mesma linha vertical.

No simulador "Rando-Alderson" utilizado em nossos estudos, apenas o limite inferior do campo de tratamento pode ser obtido, pois devido a sua rigidez, torna-se impossível alinhar o mento e o conduto auditivo externo na linha limítrofe superior do campo.

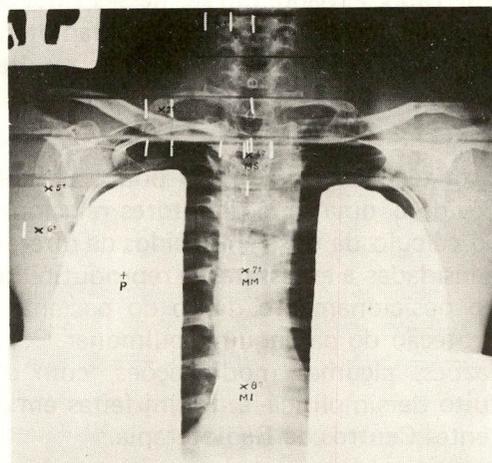
Em um aparelho de radiodiagnóstico com colimador luminoso, são feitas radiografias nas posições AP e PA, na SSD desejada (100cm). Este aparelho é colimado de forma a abranger os limites acima

mencionados. Nas duas radiografias assim obtidas, são delimitadas as áreas a serem protegidas (Fig.1), partindo-se daí para a confecção dos blocos individuais de chumbo de 5 cm de espessura.



**Fig. I** — Radiografia em AP com delimitação da blindagem do pulmão e os pontos considerados no cálculo de dose.

Com o intuito de verificar a precisão do contorno da blindagem feita, radiografamos novamente o paciente com os blocos de chumbo em posição de tratamento, com o aparelho de raio-X diagnóstico e com o Cobalto-60 (Fig. II e Fig. III).



**Fig. II** — Radiografia em AP, com raio-X diagnóstico, com os blocos para blindagem em posição de tratamento. As marcas radiopacas observadas nesta fotografia representam a localização dos dosímetros termoluminescentes.

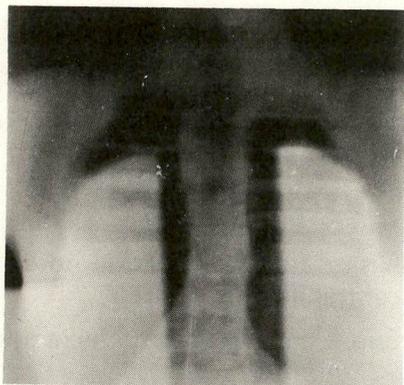


Fig. III — Radiografia em AP, com o Co-60, com os mesmos blocos para blindagem, em posição de tratamento.

Os blocos confeccionados não tiveram os seus bordos cortados de acordo com a divergência do feixe, por terem sido os tratamentos efetuados em uma Bomba de Co-60. A precisão obtida com este procedimento seria justificável apenas no caso de aparelhos com fonte puntiforme.

**TÉCNICAS DE TRATAMENTO:**

No cálculo da dose a ser administrada, procedemos de modo idêntico para as

três técnicas consideradas. Sendo o campo de irradiação bastante irregular, torna-se difícil a definição de sua área equivalente. Por esta razão, empregamos o método preconizado por Cunningham (1), cujos parâmetros básicos são: a radiação primária, a radiação espalhada, a distância fonte-pele e a queda de dose fora do raio central do feixe.

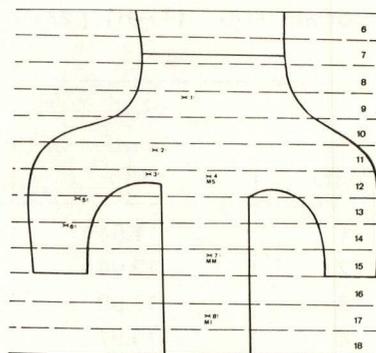


Fig. IV — Contorno do manto, com os pontos considerados no cálculo de dose.

A Tabela I mostra a localização anatômica, a distância fonte-pele e a profundidade, para cada um dos pontos da Fig. IV, em relação ao manto anterior e posterior.

TABELA I

Ponto	Localização Anatômica	Manto Anterior		Manto Posterior	
		Prof. (cm)	SSD (cm)	Prof. (cm)	SSD (cm)
1	cadeia jugular	2.0	102	8.0	102
2	fossa supra-clavicular	2.0	102	9.5	100
3	ápice da axila	6.0	101	7.5	100
4	mediastino superior	6.0	101	7.0	100
5	axila	6.0	100	6.5	101
6	axila	6.0	100	6.5	101
7	mediastino médio	8.0	99	9.0	101
8	mediastino inferior	9.0	98	9,0	101

Partindo do valor de 220 rads prescrito para o mediastino superior, calculamos a dose nos demais pontos considerados. O método usado consiste em somar, em cada um destes pontos, a contribuição da radiação primária e da espalhada, com correção para a queda de dose fora do raio central do feixe (off-axis) e para a variação da distância nominal fonte-pele. A contribuição da radiação primária é calculada usando-se a "tumor-air-ratio" (TAR) para o campo

de área zero, e a espalhada, através o "scatter-air-ratio" — (SAR). Os valores determinados para estes parâmetros nos pontos considerados, encontram-se nas Tabelas II e III, onde:

S.F. — "scatter function"

Off-axis — função queda de dose fora do raio central do feixe

Primário — contribuição do feixe primário

TABELA II

Manto Anterior				
Ponto	S.F.	Primário	Fator—SSD	Off-axis
1	11.64	87.9	0.96	0.938
2	12.04	87.9	0.96	0.965
3	17.88	62.3	0.98	0.984
4	19.97	62.3	0.98	1.000
5	16.23	62.3	1.00	0.915
6	15.40	62.3	1.00	0.892
7	18.38	52.7	1.02	0.990
8	16.50	48.5	1.04	0.950

TABELA III

Manto Posterior				
Ponto	S.F.	Primário	Fator—SSD	Off-axis
1	19.4	52.7	0.96	0.938
2	19.9	48.5	1.00	0.965
3	18.3	57.3	1.00	0.980
4	19.97	62.3	1.00	1.000
5	16.23	62.3	0.98	0.915
6	15.40	62.3	0.98	0.892
7	18.38	52.7	0.98	0.990
8	16.51	48.5	0.98	0.950

TABELA IV

Ponto	Dose calculada para 1 sessão de tratamento		
	Téc. I (rads)	Téc. II (rads)	Téc. III (rads)
1	179	218	213
2	185	221	220
3	205	209	209
4	217	223	174
5	202	198	198
6	197	200	191
7	200	193	158
8	185	179	142

A Tabela IV mostra a dose total calculada para uma sessão de tratamento, em cada técnica estudada.

#### DOSIMETRIA:

Para verificar a precisão dos cálculos de dose, empregamos mini-dosímetros termoluminescentes de  $7\text{LiF}$  em pó, encapsulados em capilares de vidro de 12 mm de comprimento e 1.4 mm de diâmetro, com desvio padrão de  $\pm 3\%$ , e fatores de calibração individuais. O efeito do "fading" foi minimizado realizando-se as leituras dos dosímetros sistematicamente 15 horas após cada irradiação, permanecendo os detectores, durante este período de tempo, em temperatura ambiente e local

protegido contra a luz.

Os dosímetros foram sempre colocados no simulador de modo a facear a parte superior de cada uma das sessões. Cada técnica foi analisada com o mínimo de seis exposições. Em cada exposição, distribuímos 25 dosímetros entre os 8 pontos considerados no cálculo: 7 pontos ao longo do canal medular incluído no campo de irradiação, e 1 ponto no parênquima pulmonar (Fig. II).

#### RESULTADOS:

As Tabelas V, VI e VII mostram a comparação entre as doses calculadas e medidas, para 1 sessão do tratamento, nas Téc. I, II e III.

TABELA V

Dose Calculada e Medida para 1 Sessão de Tratamento pela Téc. I			
Ponto	Dose Calculada (rads)	Dose Medida $\pm$ D.P. (rads)	Afastamento%
1	179	180 $\pm$ 4.0	+ 0.6
2	185	217 $\pm$ 5.0	+17.3
3	205	166 $\pm$ 3.6	-19.0
4	217	220 $\pm$ 6.1	+ 1.4
5	202	191 $\pm$ 4.3	- 5.4
6	197	182 $\pm$ 1.4	- 7.6
7	200	199 $\pm$ 1.0	- 0.5
8	185	182 $\pm$ 3.1	- 1.6

Onde: D.P. = desvio padrão da média

$$\text{Afastamento \%} = \frac{(\text{M.M.} - \text{C}) \times 100}{\text{C}} \times 100$$

M.M. — média dos valores medidos

C — valor calculado

TABELA VI

Dose Calculada e Medida para 1 Sessão de Tratamento pela Téc. II

Ponto	Dose Calculada (rads)	Dose Medida $\pm$ D.P. (rads)	Afastamento%
1	218	217 $\pm$ 1.0	- 0.4
2	211	209 $\pm$ 1.0	- 0.9
3	209	168 $\pm$ 10.2	-19.6
4	223	213 $\pm$ 5.9	- 4.4
5	200	192 $\pm$ 5.2	- 4.0
6	200	181 $\pm$ 4.2	- 4.5
7	193	188 $\pm$ 2.2	- 2.6
8	179	180 $\pm$ 4.8	+ 0.5

TABELA VII

Dose Calculada e Medida para 1 Sessão de Tratamento pela Téc. III

Ponto	Dose Calculada (rads)	Dose Medida $\pm$ D.P. (rads)	Afastamento%
1	213	208 $\pm$ 1.0	- 2.3
2	220	212 $\pm$ 5.6	- 3.6
3	209	171 $\pm$ 5.6	-18.1
4	174	183 $\pm$ 10.0	+ 5.1
5	198	183 $\pm$ 4.1	- 7.5
6	191	178 $\pm$ 1.4	- 6.8
7	158	162 $\pm$ 1.0	+ 2.5
8	142	144 $\pm$ 5.2	+ 1.4

Na Tabela VIII temos a localização dos dosímetros ao longo do canal medular e o

resultado de suas medidas nas três técnicas estudadas.

TABELA VIII

Vértebra	Dose Medida $\pm$ D.P. em 1 sessão de tratamento		
	Téc. I (rads)	Téc. II (rads)	Téc. III (rads)
C <sub>5</sub>	147 $\pm$ 3.4	217 $\pm$ 4.0	169 $\pm$ 8.0
T <sub>1</sub>	145 $\pm$ 6.0	218 $\pm$ 2.4	163 $\pm$ 3.5
T <sub>2</sub>	201 $\pm$ 4.0	213 $\pm$ 5.3	152 $\pm$ 4.5
T <sub>5</sub>	195 $\pm$ 8.7	205 $\pm$ 3.2	160 $\pm$ 2.2
T <sub>7</sub>	166 $\pm$ 3.1	183 $\pm$ 2.4	148 $\pm$ 5.4
T <sub>9</sub>	165 $\pm$ 6.6	178 $\pm$ 6.2	137 $\pm$ 5.8

Na análise do parênquima pulmonar (ponto P na Fig. II) obtivemos o valor médio de 34 rads, que correspondem a 18.6% do valor médio das doses encontradas no mediastino.

#### DISCUSSÃO DOS RESULTADOS:

Em relação à dose prescrita nas cadeias ganglionares observamos que:

#### 1) Técnica I: (Tabela V)

- a) As doses médias medidas encontram-se a  $\pm$  10% da dose-tumor prescrita (200 rads);
- a) O afastamento percentual referente ao ponto 2 (+ 17.3%) deve-se à superposição dos campos posteriores da axila e mediastino ao campo anterior. Este valor, entretanto, não excede a dose máxima prescrita de 220 rads;

c) O afastamento de — 19% relativo ao ponto 3, foi devido, em parte, ao deslocamento dos dosímetros, do ponto em apreço. Por outro lado, verificamos pela Fig. II, que a blindagem do pulmão inicia-se na metade inferior da fatia de n.º 12 do simulador "Rando-Alderson", ficando assim estes dosímetros mergulhados na região de penumbra. Trata-se, pois, de um ponto bastante crítico, no qual a reprodutibilidade do posicionamento do paciente e da blindagem constitui fato de primordial importância;

d) Pelo valor encontrado para o ponto 1, evidencia-se a necessidade de utilizar-se um campo cervical posterior, para elevar a dose nesta cadeia a nível de 200 rads.

## 2) Técnica II: (Tabela VI)

a) As doses médias medidas encontram-se também a  $\pm 10\%$  do valor prescrito;

b) O elevado valor do afastamento percentual para o ponto 3, deve-se ao fato já explicado anteriormente.

## 3) Técnica III: (Tabela VII)

a) Neste procedimento, devido à proteção adicional para a medula, registra-se uma queda da dose média medida, a qual

atinge, nos pontos correspondentes ao mediastino, a — 28% do valor prescrito;

b) No ponto 3, mais uma vez repetiu-se o problema do posicionamento dos dosímetros na região de penumbra;

c) A medula é um órgão crítico, cuja tolerância às radiações ionizantes varia com a extensão do segmento irradiado. Segundo Paterson (2), o risco de induzir uma mielite actínica na irradiação de segmentos de 20 cm, inicia-se aos 3000 rads em 3 semanas de tratamento, não devendo, entretanto, ultrapassar o valor de 4000 rads em 4 semanas.

Pela Tabela VIII observamos que, na Téc. I, o limite de 4000 rads não foi ultrapassado em nenhum dos pontos considerados, tendo sido de 3420 rads o valor encontrado para a dose média medida. Já na Téc. II, este valor foi de 4020 rads, acontecendo, porém, que, nos pontos correspondentes às vértebras C<sub>5</sub>, T<sub>1</sub> e T<sub>2</sub>, esta média elevou-se a 4320 rads. Este fato é devido à menor atenuação do feixe nestas posições. Com a proteção adicional para a medula, a dose média, nela medida na Téc. III, desceu para 3060 rads.

## CONCLUSÃO:

Analisando as três técnicas consideradas, concluimos que:

— As doses médias medidas nas áreas correspondentes às cadeias ganglionares (pontos de 1 a 8) são semelhantes para a Téc. I e II, dentro dos limites estabelecidos.

— A dose média medida no mediastino, devido à proteção adicional na Téc. III, cai a níveis abaixo do permissível, podendo,

assim, ocasionar recidivas. Nesta, a dose média medida na medula permanece dentro dos limites de tolerância, o que, entretanto, não ocorre na Téc. II.

— Na Téc. I, os possíveis erros decorrentes do posicionamento do paciente e das blindagens são reduzidos, em virtude de utilizarmos apenas o manto anterior, e da maior facilidade na reprodutibilidade dos campos posteriores.

## RESUMO:

Os autores analisaram três diferentes procedimentos da chamada "técnica do manto", irradiando, com Cobalto-60, um simulador "Rando-Alderson". A distribuição de dose foi calculada em pontos da cadeia cervical, supra-clavicular, axilar e mediastino, em 6 pontos da medula espinhal, e

na área do parênquima pulmonar, protegida por blindagem.

Através de medidas feitas com dosímetros termoluminescentes de  $^7\text{LiF}$ , distribuídos ao longo dos pontos mencionados, verificou-se a confirmação dos valores calculados.

## SUMMARY:

This paper presents a study of three different proceedings of the "Mantle Technique", irradiating a Rando-Alderson phantom with Cobalt-60. The dose distribution have been calculated in points of the cervical, axilar, mediastinum and supra-

clavicular chains, in six points of the spinal cord, and in a shielded lung parênquima. Using thermoluminescent dosimeters of  $^7\text{LiF}$ , measurements of dosis have been done in these points, confirming the calculated values.

## BIBLIOGRAFIA:

- 1) CUNNINGHAM, J.R.; CUNDIFF, J.H.; GOLDEN, R.; LANZL, L.H.; MEURK, M.L.; OVADIA, J.; LAST, V.P.; POPE, R.A.; SAMPIERE, V.A.; SAYLOR, W.L.; SHALEK, R.J. and SUNTHARALINGHAM, N.; **A method for calculation of dose in radiation treatment of Hodgkin's**; The Am. Journal of Roentg., Radium Therapy and Nuclear Medicine, 108 (1), jan. 1973, p. 30-44
- 2) PATERSON, R.; **The treatment of malignant disease by radiotherapy**, 2ª ed., Grã-Bretanha, Edward Arnold Publishers Ltd. 1963, p.37
- 3) ARAUJO, A.M.C.; PEIXOTO, J.E.; VIEIRA, S.L.; **Intercomparação entre a distribuição de dose calculada e medida com dosímetros termoluminescentes de  $^7\text{LiF}$ , em tumor de bexiga**; R. Radioterapia, 1 (2), dez. 1975, p.13-22
- 4) FLETCHER, G.H.; **Textbook of Radiotherapy**, 2ª ed., Philadelphia, Lea & Febiger, 1973, p.527-543
- 5) MEURK, M.L.; GREEN, J.P.; NUSSBAUM, H.; VAETH, J.M.; **Phantom dosimetry study of Shaped Co-60 fields in treatment of Hodgkin's disease**; Radiology, 91 (3), set. 1968, p.554-557

## AGRADECIMENTOS:

- À Clínica de Radioterapia Osolando J. Machado Ltda. e ao Instituto de Radio-proteção e Dosimetria da Nuclebras, pela possibilidade de utilização de seus equipamentos;
- Ao Sr. Ricardo Diz, pelo processamento dos dosímetros termoluminescentes;
- Ao Sr. Pedro Teixeira, pela parte fotográfica;
- Ao Dr. Osolando J. Machado, pela orientação e estímulo.