

Comparação entre técnica 3D com filtro dinâmico, *field-in-field* e compensação eletrônica para câncer de mama

Comparison between 3D dynamics filter technique, *field-in-field*, electronic compensator in breast cancer

Cássia Trindade, Leonardo P. Silva, Laís P. Martins, Paulo L. Garcia, Maíra R. Santos, Delano V. S. Batista, Anna Myrian M. T. L. Vieira e Igor M. Rocha

Instituto Nacional de Câncer (INCA) – Rio de Janeiro (RJ), Brasil.

Resumo

A radioterapia vem sendo usada em grande escala em tratamentos de câncer de mama. Com essa grande demanda, novas tecnologias estão sendo desenvolvidas a fim de melhorar a distribuição de dose do alvo, diminuindo ao mesmo tempo a dose dada aos órgãos críticos vizinhos. Neste estudo, realizado com um caso clínico, foram comparadas três técnicas de planejamentos: 3D com filtro dinâmico, 3D usando *field-in-field* (*forward* IMRT) e 3D utilizando compensação eletrônica. Os planejamentos foram realizados com feixe de energia de 6 MV, no software Eclipse, versão 8.6 (Varian Medical Systems). O volume de planejamento do alvo (PTV) foi desenhado abrangendo toda a mama, e os órgãos de risco foram: pulmão do lado radiado, coração, mama contralateral e a artéria coronária descendente anterior (DA). O planejamento realizado com compensação eletrônica permitiu uma maior homogeneização da dose. O valor de V20 para o pulmão do lado irradiado foi de 8,3% para a técnica utilizando compensação eletrônica, de 8,2% com filtro dinâmico, e de 8,9% com *field-in-field*. Para o coração, o intervalo de dose foi de 15,7–139,9 cGy utilizando compensação eletrônica, de 16,3–148,4 cGy para a técnica com filtro dinâmico e de 19,6–157,0 cGy com *field-in-field*. O gradiente de dose foi de 11% para a compensação eletrônica, 15% com filtro dinâmico e 13% com *field-in-field*. A aplicação da compensação eletrônica em tratamentos de câncer de mama possibilita uma melhor distribuição da dose enquanto reduz a dose nos órgãos críticos, mas, ao mesmo tempo, requer um controle de qualidade para verificação da entrega da dose.

Palavras-chave: radioterapia, câncer de mama, *field-in-field*, compensação eletrônica, filtro dinâmico.

Abstract

The radiotherapy has been used in a wild scale in breast cancer treatment. With this high demand, new technologies have been developed to improve the dose distribution in the target while reducing the dose delivered in critical organs. In this study, performed with one clinical case, three plannings were done for comparison: 3D technique with dynamic filter, 3D with *field-in-field* technique (*forward-planned* IMRT) and 3D technique using electronic compensator (ECOMP). The plannings were done with a 6MV photon beam using the Eclipse software, version 8.6 (Varian Medical Systems). The PTV was drawn covering the whole breast and the critical organs were: the lung on the irradiated side, the heart, the contralateral breast and the anterior descending coronary artery (LAD). The planning using the compensator technique permitted more homogeneous dose distribution in the target volume. The V20 value of the lung on the irradiated side was 8,3% for the electronic compensator technique, 8,9% for the *field-in-field* technique and 8,2% for the dynamic filter technique. For the heart the dose range was 15.7–139.9 cGy, 16.3–148.4 cGy for the dynamic filter technique and 19.6–157.0 cGy for the *field-in-field* technique. The dose gradient was 11% with compensator electronic, 15% dynamic filter technique and 13% with *field-in-field*. The application of electronic technique in breast cancer treatment allows better dose distribution while reduces dose in critical organs, but in the same time requires a quality assurance.

Keywords: radiotherapy, breast cancer, *field-in-field* technique, electronic compensator, dynamic filter.

Introdução

O câncer de mama é o segundo tipo de câncer mais comum no mundo e o primeiro tipo entre as mulheres¹. Devido à grande demanda de tratamento para este tipo de tumor, novas técnicas vêm sendo desenvolvidas ao longo dos anos no intuito de aprimorar o tratamento, aumentando, desse modo, a sobrevida das pacientes.

Uma das preocupações em radioterapia é a redução de dose e de volume irradiado dos órgãos críticos². No caso do câncer de mama, os órgãos de risco são os pulmões, o coração, a mama contralateral e a artéria coronária descendente anterior (DA).

As complicações cardíacas podem desenvolver-se após dez anos do tratamento com radioterapia e são as causas de 30% nas mortes cardiovasculares³.

Além dos possíveis problemas cardíacos futuros, outras preocupações são as complicações devido à radiação no pulmão homolateral, podendo resultar em pneumonite por radiação como efeito agudo e ocasionando fibrose do tecido pulmonar como efeito tardio.

Pacientes com tumor de mama inicial têm grandes chances de desenvolver doenças secundárias, como: câncer de pulmão, câncer de ovário, sarcomas e câncer na mama contralateral².

O trabalho apresentado teve como objetivo comparar três técnicas modernas de tratamento 3D para mama, a fim de substituir a técnica 2D ainda utilizada no instituto. Foram realizados planejamentos usando a técnica 3D par oposito com filtro dinâmico, técnica 3D par oposito com *field-in-field* (*forward-planned* IMRT) e a técnica 3D, também realizada com campos opostos, que faz uso da ferramenta conhecida como compensação eletrônica.

Material e Métodos

Os planejamentos foram realizados utilizando o *software* Eclipse versão 8.6, da Varian. As imagens para o planejamento foram obtidas com um tomógrafo da Phillips-Brilliance, dedicado à radioterapia. A paciente foi posicionada em decúbito dorsal, com o braço direito esticado acima da cabeça. O volume alvo de planejamento (PTV) foi desenhado abrangendo toda a mama direita. Os órgãos de risco desenhados para análise foram: pulmões, coração, mama contralateral e a artéria coronária descendente anterior (DA).

As técnicas de planejamento utilizadas foram as três citadas anteriormente. A dose prescrita foi de 50 Gy, em 25 frações de 200 cGy. Porém, devido ao comportamento do feixe de megavoltagem, nos arranjos de campos tangentes as regiões superficiais podem se tornar frias⁴.

A técnica 3D com filtro dinâmico consiste na criação de dois campos opostos à mama e filtros dinâmicos co-tangentes, de modo que ambos compensem a falta de tecido na região tratada.

A técnica utilizando *field-in-field* é também realizada com campos opostos e é considerada uma forma relativamente simples de IMRT (*forward-planned* IMRT), que não exige um planejamento inverso. São usados campos menores adicionados ao campo principal, para obter a homogeneização da dose. Neste trabalho foram usados um campo principal e dois subcampos em cada tangente. O procedimento pode ser feito manipulando as lâminas do colimador, por meio da orientação das isodoses, de modo a esquentar áreas mais frias e esfriar regiões mais quentes. Esta técnica pode ser facilmente implementada sem a necessidade de tecnologias mais complexas, e o tempo de tratamento é similar ao de tratamentos convencionais caso seja usada uma auto sequência de campos⁵.

Na técnica de compensação eletrônica, a distribuição de fluência requerida para criar uma distribuição de dose homogênea em uma certa profundidade é calculada e entregue mediante a movimentação das lâminas. Por meio dessa distribuição de fluência, ocorre a compensação de tecido ao longo da linha média da mama⁶. Esse método não só elimina o uso de compensadores físicos, como, de uma forma simples, melhora a homogeneidade da dose no alvo⁷.

Os planejamentos realizados com as três técnicas estão demonstrados na Figura 1.

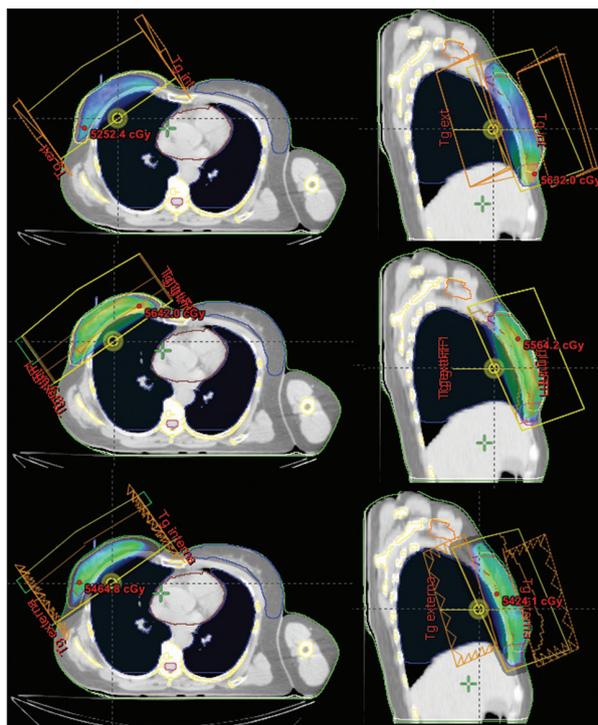


Figura 1. De cima para baixo, respectivamente: planejamento com técnica 3D utilizando filtro dinâmico; planejamento 3D com *field-in-field* e planejamento 3D com compensação eletrônica. Em todos os casos a dose mínima foi a dose prescrita de 5000 cGy e a máxima de 5377 cGy, correspondendo à dose máxima do planejamento com filtro dinâmico.

Resultados

Os resultados obtidos foram analisados em forma de histograma dose e volume (DVH), gradiente de dose e Unidade Monitora (UM).

A Tabela 1 mostra a cobertura obtida no PTV, em termos de dose máxima e dose média. O planejamento feito com compensação eletrônica apresentou uma dose mais homogênea.

As Figuras 2 a 6 mostram os DVHs feitos para o PTV e cada órgão de risco, mostrando o resultado obtido dos três planejamentos em conjunto.

Observou-se que a dose nos órgãos de risco variou conforme a técnica utilizada, porém com pequena variação na dose nos pulmões, conforme Tabela 2. A técnica de compensação eletrônica apresentou menores valores de dose, e a técnica *field-in-field* os maiores.

Na Tabela 2 é possível fazer uma segunda análise por meio da relação da dose mínima, dose máxima e dose média absorvida por cada órgão de risco.

Os resultados mostraram que os valores de dose obtidos para os órgãos de risco, utilizando a compensação

eletrônica, foram menores, principalmente para o coração com uma dose média de 56,6 contra 64 cGy para 3D *field-in-field*, e também para a DA, com dose média de 85,5 cGy contra 91,2 cGy utilizando 3D com filtro e 96,5 cGy para 3D *field-in-field*.

Os gradientes de doses encontrados estão listados na Tabela 3. Nota-se que o menor gradiente encontrado (11%) é do planejamento realizado com compensação eletrônica. O planejamento feito com filtro foi o que obteve o maior gradiente, com valor de 15%.

Outra análise também importante é a UM utilizada em cada planejamento. O resultado encontrado segue na Tabela 4.

Na compensação eletrônica, a UM foi relativamente maior do que nos demais planejamentos, além de ter se comportado de forma assimétrica devido à edição da fluência pelo planejador. Nos planejamentos utilizando técnica 3D com filtro e 3D *field-in-field*, as UMs, em média, ficaram semelhantes.

Tabela 1. Valores de dose obtidos para o volume alvo de planejamento. Foi feita uma normalização para que houvesse no mínimo 90% de cobertura.

Técnica	PTV	
	Dmáx	Dmédio
3D com filtro	55,7	51,0
3D <i>field-in-field</i>	56,6	53,3
Compensação eletrônica	55,3	52,2

PTV: volume alvo de planejamento.

Discussão e Conclusões

Com o estudo realizado, por meio de um caso clínico, foi possível elaborar uma melhor análise dos planejamentos sugeridos para tratamento de câncer de mama no Instituto Nacional de Câncer (INCA). A técnica 3D *field-in-field* forneceu uma melhor cobertura do PTV, que pode ser observada na Figura 2. Os resultados mostraram que as doses absorvidas nos órgãos de risco, com essa técnica, foram mais elevadas que as obtidas nos demais planejamentos. Porém, o

Tabela 2. Comparação de dose nos órgãos de risco utilizando as três técnicas. As doses foram normalizadas para que houvesse no mínimo 90% volume alvo de planejamento.

Órgãos de risco	Dose [cGy] (intervalo) e média		
	3D com filtro	3D <i>field-in-field</i>	Compensação eletrônica
Mama contralateral	4,2–34,1	4,7–144,9	4,1–130,0
	37,5	39,3	35,4
Coração	16,3–148,4	19,6–157,0	15,7–139,9
	60,6	64	56,6
DA	65,1–116,0	69,5–122,9	58,8–111,5
	91,2	96,5	85,5
Pulmão do lado radiado	18,3–5464,3	19,6–5573,3	15,7–5378,8
	501,9	555,3	496,8
V 20 (pulmão do lado radiado)	8,20%	8,90%	8,30%

DA: artéria coronária descendente anterior.

Tabela 3. Gradiente encontrado para cada planejamento.

Técnica	Gradiente de dose
3D com filtro	15%
3D <i>field-in-field</i>	13%
Compensação eletrônica	11%

Tabela 4. Comparação das unidades monitoras.

Técnica	UM	
	Tangente interna	Tangente externa
3D com filtro	123	128
3D <i>field-in-field</i>	125	125
Compensação eletrônica	253	162

UM: Unidades monitoras.

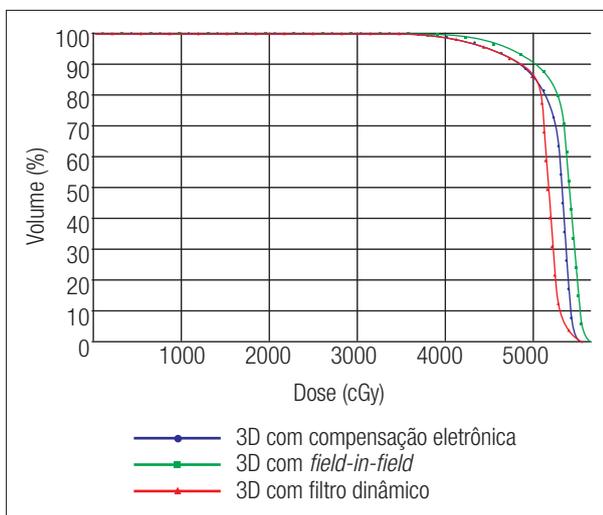


Figura 2. Histograma dose e volume do volume alvo de planejamento comparando-se as três técnicas.

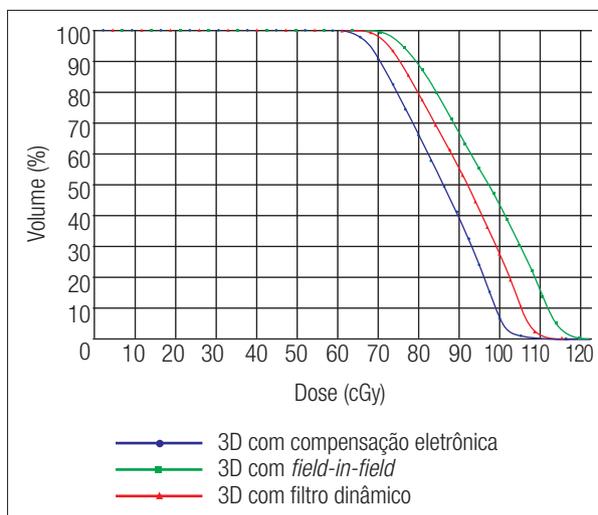


Figura 5. Histograma dose e volume da artéria coronária descendente, comparando-se as três técnicas.

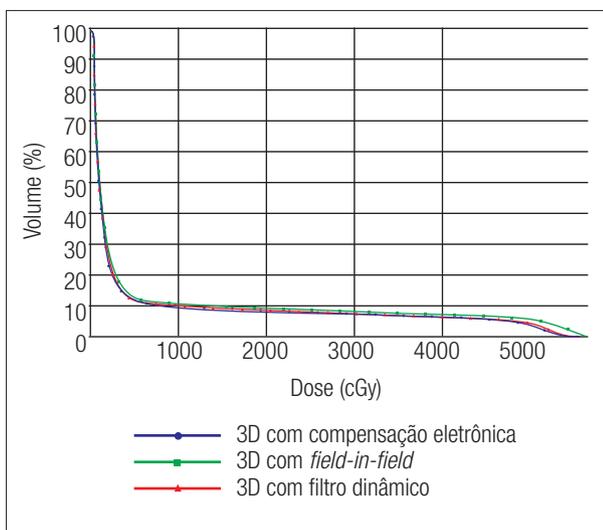


Figura 3. Histograma dose e volume do pulmão (do mesmo lado radiado), comparando-se as três técnicas.

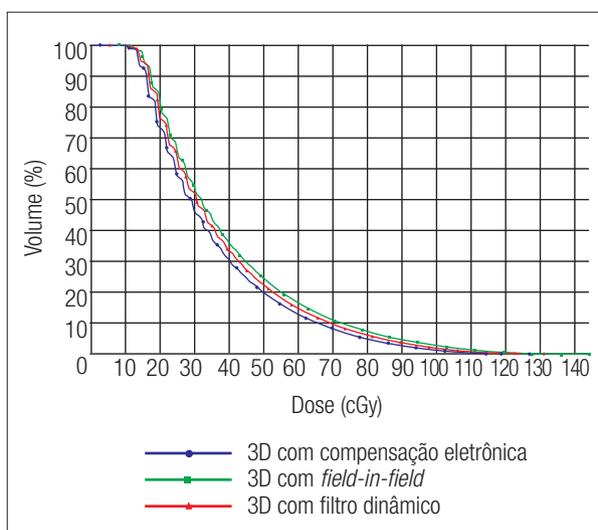


Figura 6. Histograma dose e volume da mama contralateral, comparando-se as três técnicas.

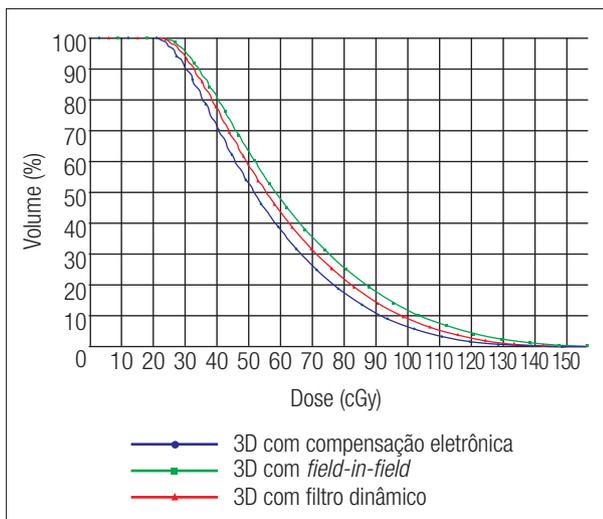


Figura 4. Histograma dose e volume do coração, comparando-se as três técnicas.

gradiente de dose se manteve relativamente baixo, no valor de 13%. Como essa técnica não exige um rígido controle de qualidade e obteve bons resultados para cobertura do alvo e também em números de UM, ela se torna uma importante ferramenta para o planejamento de câncer de mama.

Analisando as UM viu-se que para uma técnica que utiliza maior tecnologia, como a compensação eletrônica, onde o campo principal é dividido em minicampos, os valores de UM foram no máximo de 255. No entanto, o gradiente de dose neste planejamento foi 11% e é inferior ao de qualquer outra técnica realizada. Utilizando a técnica com compensação eletrônica, os resultados obtidos tanto para o gradiente e homogeneidade quanto para as doses absorvidas pelos órgãos de risco foram menores que nas outras técnicas, conforme Figura 1. Porém, este tipo de tecnologia exige um controle de qualidade mais rigoroso, o mesmo feito para planejamentos de IMRT, tornando-se uma técnica mais trabalhosa a ser realizada.

O planejamento feito com filtro dinâmico torna-se uma técnica vantajosa ao se avaliar as doses absorvidas nos órgãos de risco e o número de UM. Porém, a sua grande desvantagem é no resultado obtido para gradiente (15%) e distribuição de dose. Outra dificuldade que essa técnica oferece é o uso de filtros físicos na ausência de filtros dinâmicos. Com o uso do filtro físico, a dose na mama contralateral pode aumentar³.

Referências

1. Brasil. Ministério da Saúde. Instituto Nacional de Câncer (INCA). Estimativa 2012: Incidência de Câncer no Brasil [acesso em 2012 abr 10]. Disponível em: <http://www.inca.gov.br/estimativa/2012/>
2. Sas-Korczyńska B, Sładowska A, Rozwadowska-Bogusz B, Dyczek S, Lesiak J, Kokoszka A, et al. Comparison between intensity modulated radiotherapy (IMRT) and 3D tangencial beams technique used in patients with early-stage breast cancer who received breast-conserving therapy. *Reports of Practical Oncology and Radiotherapy*. 2010;15(4):79-86.
3. Taylor CW, McGale P, Darby SC. Cardiac risks of breast-cancer radiotherapy: a contemporary view. *Clin Oncol*. 2006;18:236-46.
4. Schubert LK, Gondi V, Sengbusch E, Westerly DC, Soisson ET, Paliwal BR, et al. Dosimetric comparison of left-sided whole breast irradiation with 3DCRT, forward-planned IMRT, inverse-planned IMRT, helical tomotherapy, and topotherapy. *Radiother Oncol*. 2011;100(2):241-46.
5. Coles CE, Moody AM, Wilson CB, Burnet NG. Reduction of radiotherapy-induced late complications in early breast. *Clin Oncol*. 2005 17(2):98-110.
6. Caudell JJ, Santos JF, Keene KS, Fiveash JB, Wang W, Carlisle JD, et al. A dosimetric comparison of electronic compensation, conventional intensity modulated radiotherapy, and tomotherapy in patients with early-stage carcinoma of the left breast. *Radiation Oncology Biol Phys*. 2007;68(5):1505-11.
7. Goyal S, Yue NJ, Millevoi R, Kagan E, Haffty B, Narra V. Improvement in dose homogeneity with electronic tissue compensation over IMRT and conventional RT in whole brain radiotherapy. *Radiother Oncol*. 2008;88(2):196-201.
8. Low DA, Moran JM, Dempsey JF, Dong L, Oldham M. Dosimetry tools and techniques for IMRT. *Med Phys*. 2011;38(3):1313-38.