

# Estudo comparativo de planejamento entre IMRT sliding window e RapidArc™ para tumores de cabeça e pescoço

## Comparative study between IMRT planning and RapidArc™ sliding window for head and neck tumors

Luiz F. Pirani, Leonardo P. Silva, Marília B. Lima, Guilherme R. Bittencourt, Anne Caroline M. Ferreira e Delano V. S. Batista

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

### Resumo

Este trabalho teve como objetivo avaliar a técnica de RapidArc (RA) no tratamento de tumores de cabeça e pescoço, e comparar os resultados de tratamentos com intensidade modulada de radiação em radioterapia (IMRT) no Instituto Nacional de Câncer (INCA). Carcinomas de cabeça e pescoço têm um histórico natural com relativa expansão para outros sítios, especialmente em estadiamento avançado. Tratamentos mais rápidos, com uma melhor cobertura do Volume de Tratamento Planejado (PTV) e poupando mais órgãos de risco (ORs) se fazem necessários e trazem um impacto clínico melhor. Dez pacientes com câncer de cabeça e pescoço, planejados com IMRT, foram replanejados utilizando a técnica de RA. Alguns índices dosimétricos foram calculados para as duas técnicas, com a intenção de verificar qual delas, ao mesmo tempo, promoveria uma cobertura maior do PTV e preservaria mais tecidos saudáveis. Em termos de cobertura, os índices encontrados foram semelhantes. Quanto às doses entregues aos ORs, o RA se mostrou mais eficiente. A quantidade de unidades monitor (UM), quantidade de campos e tempos de tratamentos estimados são menores do que na técnica de IMRT. Por fim, concluiu-se que a técnica de RA se mostra bem promissora, diminuindo o tempo de tratamento, reduzindo a dose média e máxima nos ORs e conformando o alvo semelhantemente à técnica de IMRT.

**Palavras-chave:** IMRT, cabeça e pescoço, RapidArc, planejamento.

### Abstract

This study aims to evaluate the RapidArc (RA) technique in the treatment of head and neck tumors and compare the results of treatments with intensity modulated radiation therapy (IMRT) in the National Cancer Institute (INCA). Head and neck carcinomas have a natural history with relative expansion to other regions, especially in advanced levels. Faster treatments, with better coverage of the Planning Target Volume (PTV) and sparing more risk organs (ROs) are necessary and bring a better clinical impact. Ten patients with head and neck cancer, planned with IMRT technique were replanned using the RA technique. Some dosimetric indexes were calculated for both techniques, with the intention of verifying which of them, at the same time, would promote greater coverage of the PTV and preserve more healthy tissue. In terms of coverage, both indexes were similar. The RA technique was more efficient for delivered doses to ROs. The number of monitor units (MU), number of fields and treatments time estimated were lower than IMRT technique. Finally, the results have showed that the RA technique clearly reduces the treatment time, reducing the average and maximum dose to ROs and conforming the target as IMRT technique.

**Keywords:** IMRT, head and neck, RapidArc, planning.

### Introdução

O carcinoma de cabeça e pescoço, tais como cavidade oral, orofaringe, nasofaringe, laringe, hipofaringe e primário oculto, tem crescido significativamente nos últimos anos juntamente com outros tipos de câncer<sup>1</sup>.

A história natural da maioria dos cânceres de cabeça e pescoço tem um padrão ordenado e relativamente

previsível de espalhamento. Estes, tendem a se espalhar tanto localmente como regionalmente<sup>2</sup>.

A radioterapia tem sido utilizada como opção terapêutica de forma radical, concomitante e paliativa nos tratamentos dessas regiões, e com ótimos resultados.

Tratamentos mais rápidos podem ter um impacto clínico benéfico no paciente, em termos de conforto na mesa, imobilização e minimização no deslocamento dos ORs.

Dentre as técnicas empregadas pela radioterapia, a técnica de IMRT tem sido empregada comumente. Diferentemente da Radioterapia Conformacional Tridimensional (3D-RCT), esta técnica se baseia em múltiplos feixes de radiação de intensidades não uniformes. Isso permite que doses maiores sejam depositadas em locais adjacentes aos órgãos de risco, ou seja, conforma melhor a distribuição da dose, poupando tecidos sadios e aumentando a cobertura da lesão<sup>3</sup>. Por exemplo, nos casos de cabeça e pescoço tem-se a oportunidade de limitar a dose da glândula parótica, o que diminui a probabilidade de xerostomia, melhorando assim a qualidade de vida do paciente.

Dentro da categoria de intensidade modulada do feixe, está a técnica de RA com o diferencial de distribuir os feixes modulados durante a rotação do gantry, com simultâneos ajustes da velocidade de rotação, abertura do multileaf collimator (MLC) e distribuição da taxa de dose<sup>4-6</sup>.

Alguns casos de cabeça e pescoço apresentam um elevado grau de dificuldade em conseguir uma boa cobertura do alvo e, ao mesmo tempo, obedecer os limites de dose estabelecidos na literatura para os órgãos de risco, especialmente aqueles com três níveis de prescrições de dose. O RA vem mostrando bons resultados, quando comparado ao IMRT, para diversos sítios<sup>7-11</sup>.

Este estudo teve como propósito apresentar uma análise da técnica de RA no tratamento de carcinomas de cabeça e pescoço, e comparar com resultados de tratamento de IMRT.

## Material e Métodos

Dez pacientes, previamente tratados (ou com tratamento em curso) no Instituto Nacional do Câncer (INCA), com tumores de cabeça e pescoço, em geral no nível T3 ou T4, tumores mais avançados nos quais a cadeia linfonodal é comprometida.

Os ORs, incluindo o quiasma, nervo óptico, cristalino, retinas e mandíbula, foram contornados manualmente em cada fatia de tomografia computadorizada (CT). Todavia, para a análise do histograma dose volume (DVH) levou-se em conta a medula, o tronco cerebral, as glândulas parótidas (que são os mais críticos para o tipo de tratamento analisado) e o PTV. As doses em todos os ORs desenhados foram objetivadas para ser tão baixas quanto possível, obedecendo os valores de referência do Quantitative Analyses of Normal Tissue Effects in the Clinic (QUANTEC)<sup>12</sup>.

Os planejamentos foram realizados com energia de 6 MV no software Eclipse, versão 8.6, empregando o acelerador linear Trilogy da Varian, equipado com MLC Millennium 120.

Seguem, abaixo, detalhes para cada método de planejamento.

A técnica de IMRT utilizada foi a de sliding window com algoritmo de cálculo Pencil Beam Convolution

(versão 8.6.15) e, pela experiência adquirida em nossa instituição, utilizou-se de sete a nove campos, com mesmo isocentro e coplanares, para se obter uma melhor cobertura dos alvos, sem contar os possíveis campos divididos. A taxa de dose utilizada foi de 400 UM/min.

Os planos de IMRT foram replanejados com dois arcos de RA conforme Vanetti et al. informaram apresentar os melhores resultados<sup>6</sup>.

O algoritmo utilizado foi o Anisotropic Analytical Algorithm AAA (versão 8.6.15) e todos os campos foram criados com o colimador rotacionado a 45° (ou 315°) e taxa de dose de 600 UM/min.

Os planos foram normalizados de modo que 100% da dose prescrita (DP) cobrisse 95% do volume do PTV de maior prescrição, de acordo com a recomendação do ICRU 50<sup>13</sup>.

Parâmetros dosimétricos, tais como a quantidade de UM, número de campos, tempo de beam-on (TBO), análise do DVH, índices de conformidade (IC), de homogeneidade (IH) e de gradiente (IG) foram analisados.

O TBO foi encontrado dividindo-se a taxa de dose pela UM total, que é o somatório de UM de todos os campos.

O IH mede a homogeneidade da dose dentro do volume do PTV, e é definida como a razão da dose máxima no PTV (MD) pela dose prescrita (DP):

$$IH=MD/DP \quad (1)$$

O volume incluído por 100% da DP foi calculado em todos os planos e é denotado como  $V_{100}$ . O IC é definido como a razão de  $V_{100}$  pelo volume do PTV,

$$IC=V_{100}/PTV \quad (2)$$

O IG visa a análise da diferença de dose dentro do PTV e é definida por:

$$IG=R_{50}-R_{100} \quad (3)$$

onde,  $R_{100}$  é o raio da esfera equivalente do  $V_{100}$ , e o  $R_{50}$  é o raio da esfera equivalente  $V_{50}$  (volume incluído por 50 % da DP).

Outro modo de analisar a variação da dose em todos os volumes, visando a diminuição de falsos-positivos que possa ocorrer no IC, é o Índice de Conformidade Paddick (ICP)<sup>14</sup>.

$$ICP=(PTV \cap V_{100})^2 / (PTV \times V_{100}) \quad (4)$$

Entretanto, para este trabalho, a intersecção de PTV com  $V_{100}$  é igual a 95%, de acordo com a nossa normalização. Então, temos:

$$ICP=0,90/IC \quad (5)$$

Os DVHs foram utilizados para analisar a dose nos ORs, tais como dose máxima (Dmax) e dose média (Dmed).

## Resultados

Analisando-se os parâmetros descritos anteriormente encontrou-se uma diferença significativa na quantidade de UM utilizada para os tratamentos. Fez-se a razão entre as UM de RA para as UM de IMRT e encontrou-se um valor médio de 46,5%. Visando a comparação dos parâmetros dosimétricos definidos na seção anterior, os mesmos foram calculados e dispostos na Tabela 1.

Na Tabela 2 encontram-se os valores encontrados para UM, TBO e número de campos.

Com o intuito de analisar e comparar as Dmax e Dmed dos ORs, a Figura 1 traz um DVH comparativo das duas técnicas analisadas.

**Tabela 1.** Índices sugeridos para o Volume de Tratamento Planejado para os planejamentos de intensidade modulada de radiação em radioterapia e RapidArc, valores médios.

Parâmetros	IMRT	RA
IC	1,15	1,06
IH	1,13	1,11
ICP	0,95	0,95
IG	0,10	0,10

IMRT: intensidade modulada de radiação em radioterapia; RA: RapidArc; IC: índice de conformidade; IH: índice de homogeneidade; ICP: índice de Conformidade Paddick; IG: índice de gradiente.

**Tabela 2.** Unidades monitor, tempo de *beam-on* e número de campos encontrados, valores médios.

Parâmetros	IMRT	RA
UM	1510,7	702,3
TBO	4 min	1,2 min
Número de campos	12 *	2 arcos

\* incluso quantidade de campos divididos; IMRT: intensidade modulada de radiação em radioterapia; RA: RapidArc; UM: unidades monitor; TBO: tempo de beam-on.

Da Figura 1, extraíram-se os valores indicados na Tabela 3.

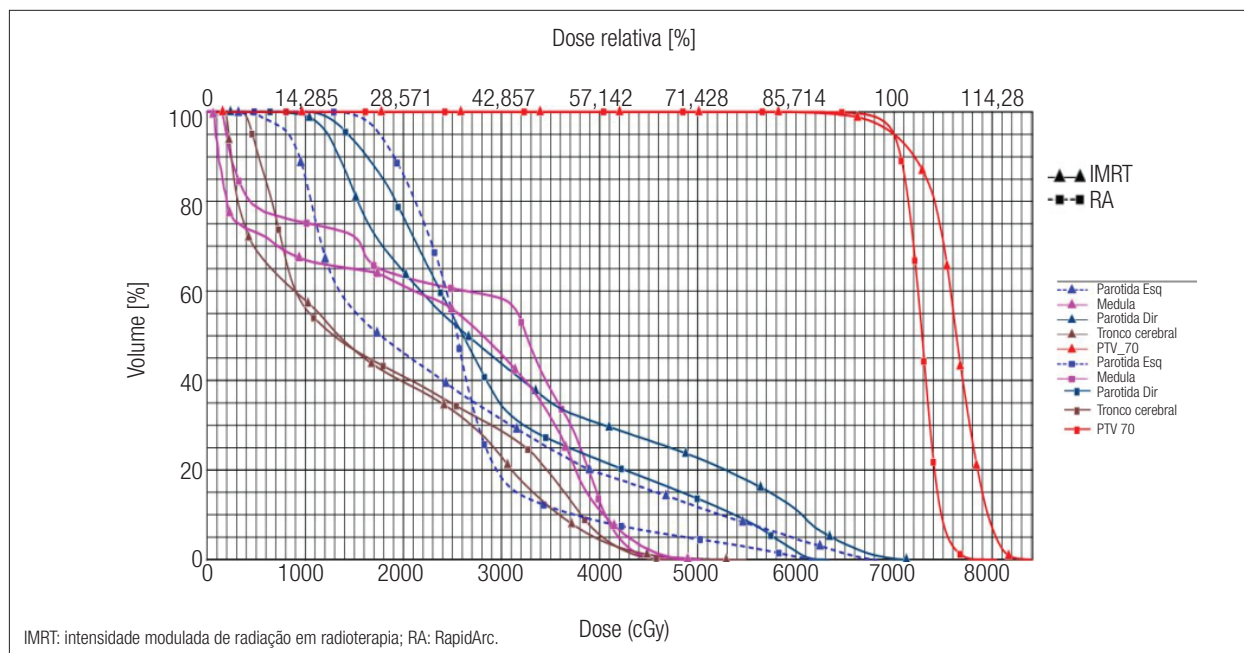
## Discussão e Conclusões

Para cabeça e pescoço, no RA encontraram-se menores quantidades de UM, TBO e número de campos, comparando com os mesmos parâmetros para os planejamentos em IMRT. A diminuição do TBO em RA é devida ao fato da técnica utilizar 600 UM/min. Quando se analisa a razão entre as UM de RA para IMRT, encontra-se uma diferença de quase 47%. Tais parâmetros estão diretamente relacionadas ao tempo de tratamento que, por sua vez, relaciona-se ao conforto do paciente na mesa e, conseqüentemente, sua imobilização adequada. Para IMRT, o tempo de tratamento de um paciente varia de 15 a 20 minutos, incluindo o posicionamento do paciente. Deslocamentos da ordem de mm colocariam em risco a qualidade do planejamento.

**Tabela 3.** Dose máxima e dose média nos órgãos de risco para as técnicas de intensidade modulada de radiação em radioterapia e RapidArc.

ORs	IMRT		RA	
	Dmáx (Gy)	Dméd (Gy)	Dmáx (Gy)	Dméd (Gy)
Medula	50,3	22,9	46,7	25,5
Parótida Esquerda	68,3	24,5	62,2	27,1
Parótida Direita	71,6	31,9	63,4	30,0
Tronco cerebral	54,9	16,9	49,0	18,7

IMRT: intensidade modulada de radiação em radioterapia; RA: RapidArc; Dmáx: dose máxima; Dméd: dose média; OR: órgãos de risco.



**Figura 1.** Histograma dose volume comparativo entre intensidade modulada de radiação em radioterapia e RapidArc para os órgãos de risco sugeridos.

O tempo de planejamento de ambas as técnicas depende da complexidade da localização das lesões e da desenvoltura do físico médico. Embora o processo de otimização do RA demore mais do que o do IMRT, estima-se um tempo de tratamento menor para RA.

Da análise dos índices dosimétricos IC, ICP e IG, observa-se que a cobertura do alvo tanto para IMRT como para RA foram similares. No entanto, homogeneidade da dose no PTV, dada pelo IH, é igual na média.

A investigação com RA mostrou poupar mais os ORs analisados do que o IMRT convencional.

Sendo assim, para cabeça e pescoço existe um benefício potencial na utilização de RA, com distribuição de dose iguais às do IMRT, combinação de menores quantidades de UM com tempos de tratamentos mais curtos.

## Agradecimentos

Ao Instituto Nacional de Câncer (INCA) pelo apoio técnico em fornecer os materiais e equipamentos necessários para a realização deste trabalho, bem como ao staff Leonardo Peres da Silva pela orientação e dicas durante os planejamentos.

## Referências

1. Instituto Nacional de Câncer (INCA). Estimativa 2012 – Incidência do Câncer no Brasil. Rio de Janeiro: Ministério da Saúde; 2011.
2. Khan FM. Treatment planning in radiation oncology. 2nd edition. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2007.
3. Khan FM. The Physics of radiation therapy. 3rd edition. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2003.
4. Tang G, Earl MA, Luan S. Comparing radiation treatments using intensity-modulated beams, multiple arcs, and single arcs. *Int J Radiat Oncol Biol Phys.* 2010;76:1554-62.
5. Cotrutz C, Kappas C, Webb S. Intensity modulated arc therapy (IMAT) with centrally blocked rotational fields. *Phys Med Biol.* 2000;45:2185-206.
6. Yu CX, Li XA, Ma L, Chen D, Naqvi S, Shepard D, et al. Clinical implementation of intensity-modulated arc therapy. *Int J Radiat Oncol Biol Phys.* 2002;53(2):453-63.
7. Otto K. Volumetric modulated arc therapy: IMRT in a single arc. *Med Phys.* 2008;35:310-7.
8. Lee N, Puri D, Blanco AI, Chao KS. Intensity modulated radiation therapy in head and neck cancers: an update. *Head Neck.* 2007;29:387-400.
9. Wang JZ, Pawlicki T, Rice R, Mundt AJ, Sandhu A, Lawson J, et al. Intensity-modulated radiosurgery with rapidarc for multiple brain metastases and comparison with static approach. *Medical Dosimetry.* 2012;37(1):31-6.
10. Wolff HA, Wagner DM, Christiansen H, Hess CF, Vorwerk H. Single fraction radiosurgery using RapidArc for treatment of intracranial targets. *Radiation Oncology.* 2010;5:77.
11. Vanetti E, Clivio A, Nicolini G, Fogliata A, Ghosh-Laskar S, Agarwal JP et al. Volumetric modulated arc radiotherapy for carcinomas of the oropharynx, hypo-pharinx and larynx: A treatment planning comparison with fixed field IMRT. *Radiother Oncol* 2009;92(1):111-17. doi: 10.1016/j.radonc.2008.12.008.
12. Marks LB, Yorke ED, Jackson A, Ten Haken RK, Constone LS, Eisbruch A, et al. Use of normal tissue complication probability models in the clinic. *Int J Radiat Oncol. Biol Phys.* 2010;76(3 Suppl):S10-9.
13. Chavaudra J. Last ICRU recommendations for the prescription, recording and reporting of external beam therapy. *Cancer Radiother.* 1998;2:607-14.
14. Feuvret L, Noel G, Mazon JJ, Bey P. Conformity index: A review. *Int J Radiat Oncol Biol Phys.* 2006;64(2):333-42.