

Radioterapia de intensidade modulada (IMRT) para pacientes do SUS: análise de 508 tratamentos em dois anos de instalação da técnica*

Intensity modulated radiotherapy (IMRT) for patients of the Brazilian unified health system (SUS): an analysis of 508 treatments two years after the technique implementation

Harley Francisco de Oliveira¹, Felipe Amstalden Trevisan², Viviane Marques Bighetti³, Flávio da Silva Guimarães⁴, Leonardo Lira Amaral⁵, Gustavo Lázaro Barbi⁶, Leandro Federiche Borges⁷, Fernanda Maris Peria⁸

Oliveira HF, Trevisan FA, Bighetti VM, Guimarães FS, Amaral LL, Barbi GL, Borges LF, Peria FM. Radioterapia de intensidade modulada (IMRT) para pacientes do SUS: análise de 508 tratamentos em dois anos de instalação da técnica. Radiol Bras. 2014 Nov/Dez;47(6):355–360.

Resumo **Objetivo:** A oferta de radioterapia de alta tecnologia para população atendida pelo Sistema Único de Saúde (SUS) é limitada, por não pertencer ao rol de procedimentos e, muitas vezes, pela capacidade instalada frente à demanda e dificuldade de retenção de recursos humanos especializados. Dessa forma, o acesso à radioterapia de intensidade modulada (IMRT) é restrito a poucos serviços no Brasil. Pretendemos apresentar as características dos primeiros 508 tratamentos de IMRT durante os primeiros anos de instalação da técnica em um hospital universitário.

Materiais e Métodos: Foram analisados 508 tratamentos de IMRT, de maio de 2011 a setembro de 2013, que completaram a radioterapia. A técnica empregada foi multilâminas estático.

Resultados: De um total de 4.233 pacientes tratados no período, 12,5% realizaram IMRT. As principais indicações foram para crânio, cabeça e pescoço, e próstata. Aproximadamente 30% das radioterapias de crânio e 50% das de próstata foram por IMRT. A toxicidade total foi 4%.

Conclusão: Em razão das restrições de acesso à radioterapia e da não cobertura deste procedimento, as indicações de IMRT para pacientes do SUS devem ser apoiadas nos protocolos clínicos das instituições em acordo com sua realidade, com especial atenção à redução da toxicidade.

Unitermos: Radioterapia; Sistema Único de Saúde; SUS; IMRT.

Abstract **Objective:** The offering of high-technology radiotherapy to the population assisted by the Brazilian unified health system (SUS) is limited since it is not included in the system's list of procedures and, many times, because of the insufficient installed capacity and lack of specialized human resources. Thus the access to intensity-modulated radiotherapy (IMRT) is restricted to few centers in Brazil. The present study is aimed at presenting the characteristics of the first 508 cases treated with IMRT during the first years after the technique implementation in a university hospital.

Materials and Methods: The first consecutive 508 cases of IMRT treatment completed in the period from May/2011 to September/2013 were reviewed. Static multileaf was the technique employed.

Results: Amongst 4,233 treated patients, 12.5% were submitted to IMRT. Main indications for the treatment included cancers located in the skull, head and neck and prostate. Intensity modulated radiotherapy was utilized in about 30% of cranial and 50% of prostate treatments. Treatment toxicity was observed in 4% of the patients.

Conclusion: Because of restricted access to radiotherapy in addition to lack of coverage for the procedure, IMRT indications for SUS patients should be based on institutional clinical protocols, with special attention to the reduction of toxicity.

Keywords: Radiotherapy; Unified Health System; SUS; IMRT.

* Trabalho realizado na Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (FMRP-USP), Ribeirão Preto, SP, Brasil.

1. Doutor, Professor e Coordenador do Serviço de Radioterapia do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (HCFMRP-USP), Ribeirão Preto, SP, Brasil.

2. Doutor, Professor Colaborador da Fundação de Apoio ao Ensino, Pesquisa e Assistência (Faepa) – Departamento de Clínica Médica da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (FMRP-USP), Ribeirão Preto, SP, Brasil.

3. Doutora, Médica Radioterapeuta do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (HCFMRP-USP), Ribeirão Preto, SP, Brasil.

4. Médico Radioterapeuta do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (HCFMRP-USP), Ribeirão Preto, SP, Brasil.

5. Doutor, Físico Médico do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (HCFMRP-USP), Ribeirão Preto, SP, Brasil.

6. Mestre, Físico Médico do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (HCFMRP-USP), Ribeirão Preto, SP, Brasil.

7. Físico Médico do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (HCFMRP-USP), Ribeirão Preto, SP, Brasil.

8. Doutora, Professora e Coordenadora do Serviço de Oncologia Clínica do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (HCFMRP-USP), Ribeirão Preto, SP, Brasil.

Endereço para correspondência: Dr. Harley Francisco de Oliveira. Avenida Bandeirantes, 3900, Campus Universitário, Monte Alegre. Ribeirão Preto, SP, Brasil, 14048-900. E-mail: harley@fmrp.usp.br.

Recebido para publicação em 3/9/2013. Aceito, após revisão, em 6/5/2014.

INTRODUÇÃO

No Brasil, a atenção à saúde é integrada pela administração federal por meio do Sistema Único de Saúde (SUS), portanto, é dever do Estado o atendimento público à saúde em todos os níveis, inclusive os terciários de alta complexidade e custo^(1,2). O caráter universal, integral e gratuito propagado como desígnio cardinal do SUS, por diversas vezes, encontra correspondente em sua estrutura de atendimento. No Estado de São Paulo, em dois de seus principais hospitais de clínicas ligados à Universidade de São Paulo (USP), em São Paulo e em Ribeirão Preto, e ainda no Instituto do Câncer do Estado de São Paulo Octavio Frias de Oliveira (Icesp) há, atualmente, capacidade para oferecer radioterapia (RT) de alta tecnologia, com técnicas avançadas como RT estereotáxica fracionada, radiocirurgia, RT por intensidade modulada (IMRT) e RT guiada por imagem (IGRT) para a população atendida pelo SUS. Apesar da favorável notícia, estes serviços possuem capacidade instalada limitada, não sendo possível o atendimento da enorme demanda encaminhada a estes centros, tendo como desafios principais o tempo de espera para início da RT. Desta forma, torna-se necessária a realização de uma seleção criteriosa dos pacientes que se beneficiarão das técnicas avançadas de RT.

Dentre as técnicas disponíveis, apesar de não contemplar o repasse orçamentário pelo procedimento no rol do SUS, a IMRT destaca-se por representar um dos mais importantes avanços na RT desde o advento do acelerador linear clínico, por aperfeiçoar a administração da dose de radiação em volumes alvos (região de tratamento) e reduzir a toxicidade nos tecidos normais adjacentes. Porém, requer maior dedicação e tempo da equipe de médicos, físicos médicos, dosimetristas e técnicos em RT durante o planejamento, controle de qualidade e otimização dos princípios tridimensionais da RT moderna. Esta técnica pode ser utilizada para tratamento de diferentes tipos de neoplasias, como em cabeça e pescoço, próstata, mama, cerebral e estômago, tanto de forma curativa como paliativa, em que se demonstrou reduzir as toxicidades agudas e crônicas e melhorou o controle local dos tumores. Pretendemos contribuir para a criação de protocolos clínicos para IMRT em pacientes do SUS e participar a experiência adquirida neste período de acesso à técnica. A seleção de pacientes é decisiva na atenção em um serviço de RT destinada ao setor público, já que esta técnica também consome maior tempo de máquina e equipe, agravando os problemas de acesso e tempo de espera.

O objetivo deste estudo é analisar as principais características clínicas dos 508 pacientes iniciais, provenientes do SUS, que realizaram IMRT durante os primeiros anos de instalação da técnica.

MATERIAIS E MÉTODOS

Foram avaliados os primeiros 508 tratamentos de IMRT, consecutivos, realizados no Serviço de Radioterapia do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (HCFMRP-USP), no

período entre maio de 2011 e setembro de 2013. O tratamento inicial proposto foi completado por 98% dos pacientes. A RT estava prevista no contexto da atenção oncológica integrada, associando-se por diversas vezes com quimioterapia, cirurgia e/ou hormonioterapia, porém não foi motivo de avaliação deste estudo. Nenhum paciente foi excluído desta análise.

A IMRT estava indicada quando as restrições de doses em órgãos de risco não foram alcançadas com planejamento de RT conformacional (3DRT) ou benefício clínico importante, como proteção de vias ópticas ou tronco cerebral em tratamentos cerebrais, e reto ou bexiga em próstata. Outras indicações clínicas para a IMRT estavam estabelecidas em protocolo clínico da instituição para os diferentes sítios primários de câncer, considerando estado geral do paciente, diagnóstico histopatológico e estadiamento do câncer.

Antes do procedimento foi obtida a assinatura de termo de consentimento livre e esclarecido, que esclarecia as indicações e eventos adversos da técnica.

Os planejamentos inversos para a IMRT foram realizados em sistema de planejamento CMS/XiO versão 4.51.02 (Elekta Inc.; Estocolmo, Suécia), que recebia imagem via protocolo DICOM de tomografia computadorizada (TC) (Philips Brilliance CT Big Bore; Philips Medical Systems, UK). Quando necessário, o co-registro de imagens com ressonância magnética (RM), principalmente em neoplasias cerebrais, foi realizado na mesma semana de planejamento em aparelho de 3 tesla (Intera 3T; Philips Medical Systems, Best, Holanda).

Os controles de qualidade foram analisados individualmente por sistema de arranjos de câmaras de ionização (Matrixx, MultiCube, and Omnipro I²MRT QA Software) (IBA Dosimetry; Bartlett, EUA) e foi aplicada a função gama entre os planos gerados pelo CMS/XiO e Omnipro. O aceite do tratamento foi permitido quando a função gama estava abaixo de 3%. Os tratamentos foram realizados em acelerador linear (Oncor; Siemens, Alemanha) com multilâminas de 1 cm de espessura. A técnica de IMRT empregada foi a multilâminas estático, conhecida como *step-and-shoot*, que consiste de campos com diversos segmentos em que a liberação de dose é realizada apenas quando o *gantry* do acelerador linear está fixo em uma determinada posição.

RESULTADOS

Durante o período analisado, foram admitidos 4.233 casos novos para tratamento de RT externa, sendo que 12,5% do total de tratamentos por RT foram realizados pela técnica de IMRT. Outras modalidades também foram realizadas neste período, com aplicação principal da 3DRT em 59% dos pacientes, como exposto na Figura 1.

Do total de planejamentos de IMRT, 33% foram indicados para tumores da próstata, 30% para cerebrais e 12% para cabeça e pescoço, apesar de representarem 8%, 11% e 17% do total de RT, respectivamente (Figura 2). Ainda, as indicações para outros sítios se deram em 25% das IMRTs.

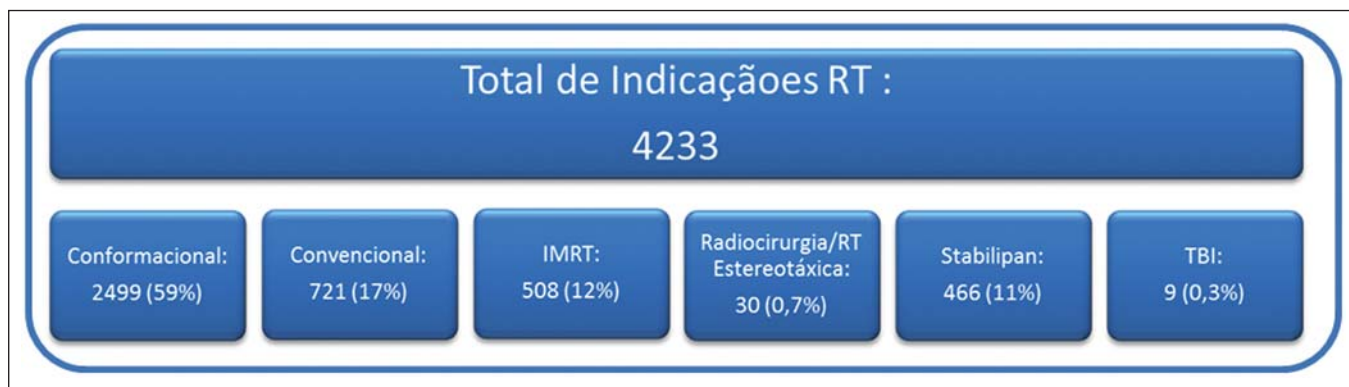


Figura 1. Fluxograma das indicações por técnicas de radioterapia. (RT, radioterapia; IMRT, radioterapia de intensidade modulada; TBI, irradiação de corpo total).

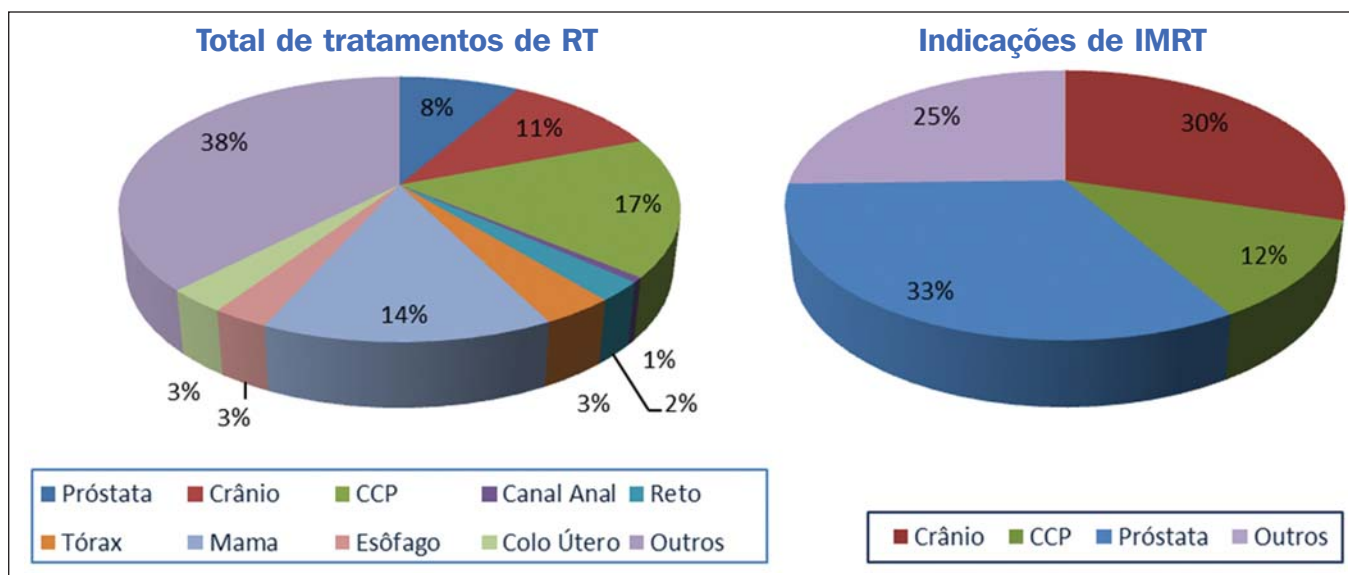


Figura 2. Distribuição dos sítios primários tumorais segundo o total de tratamentos de RT e IMRT entre 2010 e 2013. (RT, radioterapia; IMRT, radioterapia de intensidade modulada; CCP, câncer de cabeça e pescoço).

A menor idade dos pacientes que realizaram IMRT foi 4 anos, com diagnóstico de tumor cerebral, e a maior foi 91 anos, com diagnóstico de tumor em seio maxilar esquerdo (Tabela 1). A mediana da idade na IMRT foi 59,5 anos, com percentil 25% de 44 anos e percentil 75% de 67,75 anos.

Foram 64% de IMRT em homens, principalmente decorrentes de tratamentos de próstata. Cerca de 55% dos tratamentos cerebrais foram em mulheres.

A IMRT correspondeu a cerca de 35% dos tratamentos quando o sítio primário foi o crânio e cerca de metade dos

Tabela 1—Indicações de IMRT e idade mediana segundo os sítios primários.

Sítio tumoral primário	Número total de RT	Idade mediana para total de RT	Número de IMRTs	Idade mediana para IMRT	Porcentagem de indicação de IMRT por sítio
Crânio	456	56 (4–89)	151	43 (4–77)	34,6
Cabeça e pescoço	718	52 (15–91)	60	54 (15–91)	8,7
Próstata	352	69 (48–84)	168	71 (55–79)	49,8
Reto	101	65 (38–87)	9	66 (62–85)	8,7
Tórax	150	62 (8–92)	28	55 (8–83)	19,3
Canal anal	25	57 (35–79)	13	46 (35–62)	55,0
Mama	597	54 (32–89)	10	57 (39–74)	1,6
Ginecológico/pelve	248	46 (37–68)	36	46 (38–66)	15,2
Esôfago	117	56 (47–85)	7	63 (51–74)	6,5
Outros sítios	1.469	51 (5–95)	26	54 (5–78)	1,9
Total	4.233	62 (4–95)	508	59,5 (4–91)	12,5

RT, radioterapia; IMRT, radioterapia de intensidade modulada;

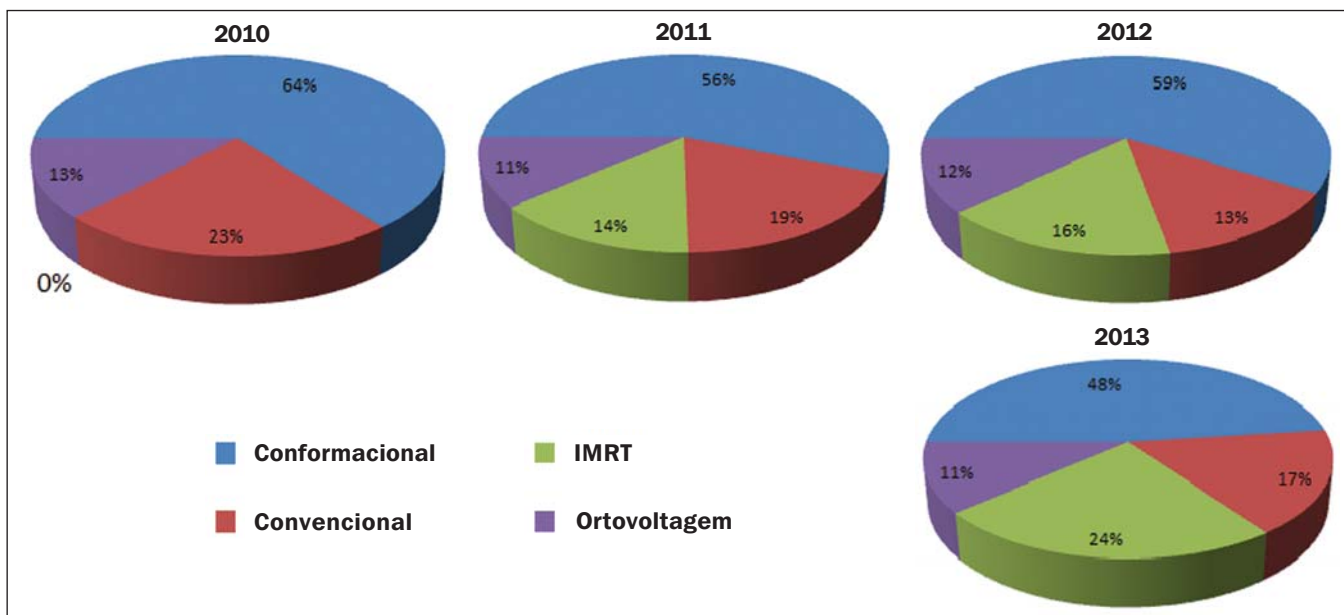


Figura 3. Distribuição das indicações das técnicas de radioterapia por ano. (IMRT, radioterapia de intensidade modulada).

tratamentos de canal anal e de próstata. Nota-se pequena indicação no início da instalação da técnica para mama, para tumores gastrintestinais e outros sítios.

Nas IMRTs em crânio, incluíram-se tumores de hipófise e casos em que a IMRT foi associada ao hipofracionamento, com reforço de dose concomitante em apenas uma fase de tratamento, além dos tratamentos de gliomas de alto grau. Dezoito pacientes realizaram quimioterapia combinada a temozolamida oral quando a histologia foi glioma de alto grau.

Em câncer de cabeça e pescoço incluíram-se tratamentos combinados a quimioterapia (73%) e tratamento adjuvante após cirurgia em 19% dos pacientes. O número de campos e segmentos foi, em média, maior que em outros sítios primários. Também se identificou interrupção em algum momento do tratamento em 13% dos pacientes, constatando-se mucosite e/ou radioepitelite grau ≥ 3 em cinco pacientes.

Em IMRT de próstata, 57% foram associados a hormonioterapia. Abrangem nesta análise os tratamentos combinados de RT, com ou sem hormonioterapia, e RT adjuvante ou de resgate após prostatectomia radical. A retite actínica e/ou disúria agudas grau ≥ 3 aconteceu em 7,5% dos pacientes e requereram interrupção do tratamento por três a cinco dias para recuperação.

Notamos que há uma tendência a maior indicação de IMRT. De acordo com a Figura 3, em 2013 a IMRT representa 24% dos tratamentos, ante 16% de 2012 e 14% de 2011.

Ainda, esta tendência pode ser comprovada com o número de planejamentos de IMRT, que em 2013 é de 20 por mês. Nos anos anteriores de 2011 e 2012 foram, respectivamente, 13 e 14,5, conforme apresentado na Figura 4.

DISCUSSÃO

No Brasil, em 2012, estimou-se a ocorrência de 520.000 casos novos de câncer, sendo responsável por 17% dos óbi-

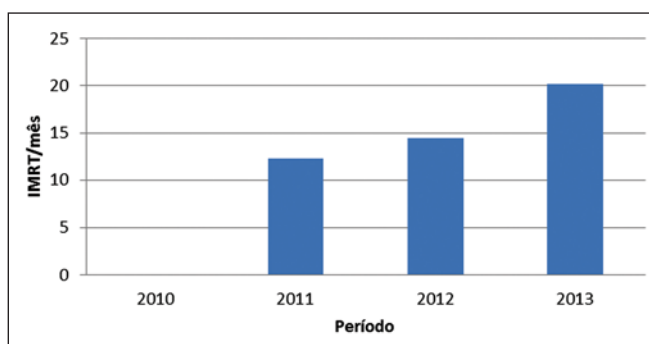


Figura 4. Número médio mensal de planejamentos de IMRT por ano. (IMRT, radioterapia de intensidade modulada).

tos. Aproximadamente 293.000 necessitarão de RT⁽³⁾. Os gastos do governo federal em oncologia superam R\$ 1,9 bilhão de investimento, não incluídos os investimentos estaduais, municipais e privados. A RT participou com 11,7% do montante investido⁽⁴⁾.

Apesar do crescente investimento na atenção oncológica, os tratamentos de RT ainda apresentam excessivo tempo médio de espera para seu início. No País, de acordo com dados do Tribunal de Contas da União, em relatório promovido para avaliação da atenção oncológica aos usuários SUS, este tempo foi estimado em 113,4 dias após o diagnóstico e apenas 15,9% dos tratamentos iniciaram nos primeiros 30 dias⁽⁴⁾. A situação no Estado de São Paulo é um pouco melhor, onde estes números são, respectivamente, 46,6 dias e 52,4%⁽⁴⁾. Comparativamente aos padrões internacionais, no Canadá a mediana é 6 dias para início da RT e no Reino Unido, 15 dias^(5,6). No presente estudo, evidenciou-se que o tempo médio de espera foi 49 dias após a indicação da RT e 50% dos pacientes iniciaram o tratamento até 30 dias após o diagnóstico. Observou-se também que 87% dos pacientes com diagnóstico de tumores cerebrais iniciaram IMRT antes de

30 dias, 55% dos tumores de cabeça e pescoço e 37% dos tumores de próstata.

Existem, atualmente, 284 equipamentos de RT instalados no País, com as mais diversas especificações técnicas. Estima-se que faltem ainda mais 135 equipamentos para atender de maneira adequada e dentro de prazos ideais a demanda nacional⁽⁴⁾. Existe uma preeminente necessidade não apenas de ampliação do número de serviços instalados, mas também a inserção de tecnologias modernas ao SUS.

Em pesquisa realizada com médicos oncologistas responsáveis pelo atendimento SUS, demonstrou-se que a demora na realização de exames e tratamentos, e dentre estes principalmente a RT, era uma das principais falhas do sistema público de atenção oncológica. Ainda, 84,8% dos médicos entrevistados destacaram a impossibilidade de aplicação na prática clínica, dentro do SUS, de condutas terapêuticas consagradas por estudos científicos mundiais, e que 66,9% destes oncologistas definem como inadequada a sistemática para atualização dos valores ressarcidos e procedimentos contemplados pela tabela de procedimentos do SUS. Nesse contexto, a IMRT é um destes procedimentos não custeados pela tabela SUS. Nessas entrevistas, aproximadamente 20% dos oncologistas mencionaram a indicação e real necessidade de RT moderna, citando a IMRT como um importante recurso a ser oferecido a pacientes assistidos pelo SUS. Considerando o contexto atual do parque de RTs existentes no País e as planilhas atuais de procedimentos ressarcidos pelo SUS, dos 21 serviços no País com capacidade de oferecer a técnica de IMRT, apenas 7 deles destinam total ou parte dos procedimentos a pacientes do SUS⁽⁴⁾. O HCFMRP-USP foi, até o momento, um dos serviços que mais realizou tratamentos empregando a técnica de IMRT para pacientes do SUS.

Em revisão recente que discute as razões para o uso racional da IMRT, os questionamentos são do quanto esta técnica pode melhorar o controle local da doença, considerando maior conformação e menor toxicidade em órgãos de risco⁽⁷⁾. Relata também que após 20 anos a IMRT tornou-se padrão no tratamento de todos os tumores e suscita a competência dos serviços de RT, do treinamento da equipe, da necessidade de recursos e do acesso que a sociedade tem à IMRT. Tivemos que vencer algumas destas questões na implantação da IMRT em nosso hospital, principalmente relacionadas a: formação de equipe especializada, apesar do salário defasado do setor público; capacitação da equipe para a técnica e estímulo para sua execução; adequação das indicações frente à demanda de pacientes para RT.

A utilização racional da IMRT justifica-se pelas evidências clínicas, protocolos institucionais, condições clínicas do paciente e fatores socioeconômicos da população. O gasto de recursos públicos com uma técnica mais cara não se justifica caso estes fatores não estejam bem estabelecidos, uma vez que as evidências clínicas que sustentam a utilização da IMRT ainda são limitadas a algumas neoplasias. Apenas 8 estudos clínicos randomizados comparando técnicas de IMRT

e não-IMRT (4 trabalhos em mama⁽⁸⁻¹¹⁾ e 4 em cabeça e pescoço⁽¹²⁻¹⁵⁾), e outros 80 estudos comparativos de técnicas são vistos na literatura nos últimos 20 anos⁽⁸⁾. Até o momento, a IMRT não proporcionou mudança na sobrevida nos estudos controlados, apesar de estudos clínicos e relatos de séries sugerirem este benefício para diversos sítios tumorais. A maior parte relatou menor toxicidade, o que poderia, por si, justificar seu uso na rotina clínica. Em nosso estudo, constatamos um índice de 11% de toxicidade grau 3/4. Os sítios que apresentaram maiores índices foram: 23% em câncer de cabeça e pescoço, 7,5% em próstata e 10% em crânio.

Outro potencial benefício da IMRT é o hipofracionamento (tratamento com menor número de frações). Acreditamos que este seja um dos maiores benefícios da IMRT para as instituições públicas, já que podemos reduzir o tempo de tratamento dos pacientes e assim reduzir o tempo de espera. O desenvolvimento da técnica, a curva de aprendizado na instituição e a falta de um sistema de localização diária impediram maior utilização de tratamentos mais concisos.

No presente estudo, 9,81% dos pacientes com diagnóstico de câncer de cabeça e pescoço realizaram IMRT. Estes pacientes apresentavam condições clínicas e estadiamento da doença favoráveis com grande potencial de cura, apesar da doença avançada, justificando a redução do risco de toxicidade tardia, principalmente xerostomia. Cerca de 65% dos pacientes tinham menos de 60 anos ao diagnóstico. Existem três estudos randomizados que demonstraram redução da xerostomia e melhor qualidade de vida nos pacientes submetidos a IMRT⁽¹⁶⁾.

Em câncer de mama também existem quatro estudos randomizados identificando o benefício da IMRT em reduzir as toxicidades agudas e tardias da pele⁽⁸⁾, apresentando ainda impacto na qualidade de vida. Em nosso estudo, as indicações da mama foram restritas a 2% das IMRTs. Pelo protocolo da instituição, todas as pacientes realizam 3DRT da mama. Apenas em ocasiões em que o plano conformacional entrega doses proibitivas de radiação em órgão de risco, como o pulmão e o coração, é que disponibilizamos a IMRT como alternativa.

No tratamento de próstata temos apenas séries de casos, a maior com 1.571 pacientes, com redução significativa da toxicidade do trato geniturinário e gastrointestinal. A qualidade de vida em cinco anos também apresentou significativo benefício com a IMRT⁽¹⁷⁾. A indicação para o tratamento de 15,48% com IMRT foi uma maior dose de radiação em órgão de risco, como reto, bexiga e cabeça de fêmur, quando se tentou o planejamento conformacional. Cerca de 50% das indicações foram em pacientes que já haviam realizado cirurgia anteriormente e necessitavam do tratamento adjuvante ou de resgate em loja prostática. Neste segundo ano da técnica, estamos implantando fiduciais de ouro para IGRT e propondo o hipofracionamento em próstata.

Nossa maior indicação da IMRT foi para os tumores cerebrais. Foram 28% dos tratamentos de IMRT e 30% dos tratamentos cerebrais. Ademais, foram incluídos, neste grupo,

gliomas, tumores de hipófise, meduloblastomas, meningiomas, entre outros. Cerca de 60% das IMRTs foram realizadas para pacientes com diagnóstico de gliomas de alto grau.

Acreditamos que as indicações da IMRT não tenham se alterado significativamente no segundo ano de instalação, entretanto, observamos uma maior indicação para sarcomas de extremidades e ginecológicos/pelve. Equalizar a oferta de tecnologias modernas frente à enorme demanda por RT é desafio constante.

Como conclusão, a partir da análise dos resultados obtidos neste estudo, a inserção da IMRT no rol de procedimentos do SUS, para indicações justificadas, principalmente por apresentar menores índices de toxicidade e melhor qualidade de vida observada na literatura mundial e confirmada no presente estudo, é factível. O hipofracionamento pode colaborar na redução do tempo de espera, mas é preciso ter cautela quanto ao aumento da toxicidade, que pode acarretar o escalonamento de dose de radiação. O alto custo dos equipamentos e impostos, a dificuldade de credenciamento SUS, o treinamento e a remuneração da equipe também são grandes desafios na oferta da IMRT para o SUS.

Agradecimentos

Aos médicos residentes em RT Luiz Henrique de Almeida Ventura e Gabriele Chiamulera. Aos físicos médicos Edenyse Cristhiane Bertucci Martins e Adriano Bianchini. À equipe do Serviço de Radioterapia do HCFMRP-USP.

REFERÊNCIAS

1. Brasil. Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Centro Gráfico do Senado Federal; 1988.
2. Brasil. Ministério da Saúde. Conselho Nacional de Saúde. Lei Orgânica do SUS – Lei N° 8.080, de 19 de setembro de 1990. Brasília, DF.
3. Instituto Nacional de Câncer José Alencar Gomes da Silva. Estimativa 2012 – Incidência de câncer no Brasil. Rio de Janeiro, RJ: INCA; 2011.
4. Tribunal de Contas da União (TCU). Acórdão n° 2843/2011. Processo TC 031.944/2010-8. Sessão 25/10/2011. [acessado em 22 de junho de 2012]. Disponível em: http://portal2.tcu.gov.br/portal/page/portal/TCU/imprensa/noticias/detalhes_noticias?noticia=3898750.
5. Cancer Research UK. Achieving a world-class radiotherapy service across the UK. A report for Cancer Research UK. (2009). [acessado em 20 de abril de 2012]. Disponível em: www.cancerresearchuk.org/prod_consump/groups/cr_common/@nre/@pol/documents/generalcontent/crukmg_1000ast-3360.pdf.
6. Canadian Institute for Health Information. Wait Times in Canada – A Summary, 2012. [acessado em 20 de abril de 2012]. Disponível em: https://secure.cihi.ca/free_products/WaitTimesSummary2012_EN.pdf.
7. De Neve W, De Gerssem W, Madani I. Rational use of intensity-modulated radiation therapy: the importance of clinical outcome. *Semin Radiat Oncol.* 2012;22:40–9.
8. Pignol JP, Olivotto I, Rakovitch E, et al. A multicenter randomized trial of breast intensity-modulated radiation therapy to reduce acute radiation dermatitis. *J Clin Oncol.* 2008;26:2085–92.
9. Livi L, Buonamici FB, Simontacchi G, et al. Accelerated partial breast irradiation with IMRT: new technical approach and interim analysis of acute toxicity in a phase III randomized clinical trial. *Int J Radiat Oncol Biol Phys.* 2010;77:509–15.
10. Barnett GC, Wilkinson JS, Moody AM, et al. Randomized controlled trial of forward-planned intensity modulated radiotherapy for early breast cancer: interim results at 2 years. *Int J Radiat Oncol Biol Phys.* 2012;82:715–23.
11. Donovan E, Bleakley N, Denholm E, et al.; Breast Technology Group. Randomised trial of standard 2D radiotherapy (RT) versus intensity modulated radiotherapy (IMRT) in patients prescribed breast radiotherapy. *Radiother Oncol.* 2007;82:254–64.
12. Kam MK, Leung SF, Zee B, et al. Prospective randomized study of intensity-modulated radiotherapy on salivary gland function in early-stage nasopharyngeal carcinoma patients. *J Clin Oncol.* 2007;25:4873–9.
13. Nutting CM, Morden JP, Harrington KJ, et al.; PARSPORT trial management group. Parotid-sparing intensity modulated versus conventional radiotherapy in head and neck cancer (PARSPORT): a phase 3 multi-centre randomised controlled trial. *Lancet Oncol.* 2011;12:127–36.
14. Pow EH, Kwong DL, McMillan AS, et al. Xerostomia and quality of life after intensity-modulated radiotherapy vs. conventional radiotherapy for early-stage nasopharyngeal carcinoma: initial report on a randomized controlled clinical trial. *Int J Radiat Oncol Biol Phys.* 2006;66:981–91.
15. Longobardi B, De Martin E, Fiorino C, et al. Comparing 3DCRT and inversely optimized IMRT planning for head and neck cancer: equivalence between step-and-shoot and sliding window techniques. *Radiother Oncol.* 2005;77:148–56.
16. Caglar HB, Allen AM. Intensity-modulated radiotherapy for head and neck cancer. *Clin Adv Hematol Oncol.* 2007;5:425–31.
17. Zelefsky MJ, Levin EJ, Hunt M, et al. Incidence of late rectal and urinary toxicities after three-dimensional conformal radiotherapy and intensity-modulated radiotherapy for localized prostate cancer. *Int J Radiat Oncol Biol Phys.* 2008;70:1124–9.