



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO” FACULDADE DE MEDICINA

Bianca de Fátima Pinheiro

Análise da importância e viabilidade da implantação de um serviço de radioterapia intraoperatória em serviço público de radioterapia

Dissertação apresentada à Faculdade de Medicina, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Câmpus de Botucatu, para obtenção do título de Mestra em Pesquisa e Desenvolvimento (Biotecnologia Médica).

Orientador: Prof. Dr. Marco Antônio Rodrigues Fernandes

Botucatu

2017

Bianca de Fátima Pinheiro

Análise da importância e viabilidade da implantação de
um serviço de radioterapia intraoperatória em serviço
público de radioterapia

Dissertação apresentada à Faculdade de
Medicina, Universidade Estadual Paulista
“Júlio de Mesquita Filho”, Câmpus de
Botucatu, para obtenção do título de
Mestra em Pesquisa e Desenvolvimento
(Biotecnologia Médica).

Orientador: Prof. Dr. Marco Antônio Rodrigues Fernandes

Botucatu

2017

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉC. AQUIS. TRATAMENTO DA INFORM.
DIVISÃO TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO – CÂMPUS DE BOTUCATU – UNESP
BIBLIOTECÁRIA RESPONSÁVEL: ROSEMEIRE APARECIDA VICENTE-CRB 8/5651

Pinheiro, Bianca de Fátima.

Análise da importância e viabilidade da implantação de um serviço de radioterapia intraoperatória em serviço público de radioterapia / Bianca de Fátima Pinheiro. – Botucatu, 2016

Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Faculdade de Medicina de Botucatu

Orientador: Marco Antônio Rodrigues Fernandes
Capes: 20904002

1. Radioterapia. 2. Política de saúde. 3. Serviços de saúde pública. 4. Cirurgia.

Palavras-chave: Políticas de saúde; Radioterapia; Radioterapia intraoperatória.

Aos meus pais, Sebastião e Ione

Agradecimentos

Primeiramente agradeço a **Deus** e **Nossa Senhora** por terem me guiado em toda esta etapa da minha vida.

Agradeço aos meus pais **Sebastião** e **Ione** e ao meu tio **Orestes**, pelo carinho e dedicação, de estarem ao meu lado em todos os momentos, me apoiando e ajudando, e o mais importante, muito obrigada por me fazerem ser quem eu sou hoje.

Ao meu noivo **Matheus**, por fazer parte deste momento tão importante, pelo seu companheirismo, paciência e incentivo.

Ao meu orientador **Prof. Dr. Marco Antônio Rodrigues Fernandes**, pela paciência, por me ajudar e me ensinar.

Aos funcionários do **Setor de Radioterapia da UNESP de Botucatu**, que me receberam de portas abertas em tudo que precisei.

Meus **amigos do Mestrado**, muito obrigada por esses 2 anos de contribuição.

A todos os **professores** e **funcionários** da Faculdade de Medicina de Botucatu, obrigada pela dedicação e carinho. Serei sempre grata a vocês.

Aos físicos: **Petrus Paulo Combas Eufrasio da Silva** (Hospital A.C. Camargo – São Paulo – SP) e **Thaylane Gonçalves Castilho** (Hospital Mater Dei – Belo Horizonte-MG) pelas informações sobre os procedimentos de IORT realizados nestas instituições.

Enfim, obrigada a todos que me ajudaram de forma direta ou indireta na conclusão deste trabalho.

“Cada pessoa deve trabalhar para o seu aperfeiçoamento e, ao mesmo tempo,
participar da responsabilidade coletiva por toda a humanidade”.

Marie Curie

Resumo

Neste trabalho foram analisados os custos financeiros decorrentes da implantação de um serviço de radioterapia intraoperatória (IORT), considerando os valores gastos para a construção do centro cirúrgico e demais dependências necessárias anexas a um serviço de radioterapia pré-existente, bem como os valores de aquisição de acessórios específicos para IORT para uso em um acelerador linear clínico. Foi comparada a realização do procedimento de IORT com o acelerador linear fixo e com o equipamento irradiador móvel (INTRABEAM®). Os dados obtidos foram coletados por e-mail e telefone junto aos serviços de radioterapia cadastrados na Sociedade Brasileira de Radioterapia, e junto aos fornecedores do ramo de radioterapia (Medical Systems, Elekta Medical Systems e ZEISS), além disso, o ambiente destinado para IORT do Hospital das Clínicas de Botucatu foi avaliado nos aspectos sócios econômicos. Foram analisados artigos publicados por serviço de radioterapia que realizam IORT, e selecionados os 10 principais, ilustrando a eficiência do procedimento. A pesquisa com os centros de radioterapia apontou que dos participantes apenas 17,7% realizam o procedimento. Os custos apontados para a instalação do serviço de IORT no Hospital das Clínicas de Botucatu somam a quantia de R\$290.000,00. Comparando o Acelerador Linear com o INTRABEAM®, ambos possuem um tempo total gasto no procedimento semelhante. A avaliação do CONITEC do Ministério da Saúde mostrou não ser favorável para a incorporação da IORT usando o INTRABEAM® no SUS. Avaliando os repasses financeiros para o procedimento de IORT, o SUS ainda não incorporou nas suas diretrizes, no entanto, de acordo com a esfera privada, o procedimento de IORT custaria em torno de R\$11.000,00, levando em consideração os gastos do Hospital das Clínicas de Botucatu, são necessárias à realização de 27 procedimentos para a reposição do investimento inicial. São ilustrados os benefícios terapêuticos da técnica de IORT frente à radioterapia convencional. Também estão ilustrados os parâmetros físicos analisados no processo de controle de qualidade dos procedimentos de radioterapia intraoperatória. O trabalho aponta que a IORT pode contribuir para minimizar a concentração de pacientes em processo de espera pelo tratamento convencional fracionado, e assim proporcionar maior conforto aos doentes, além de reduzir os custos dos procedimentos radioterápicos atualmente reembolsados pelos sistemas de saúde.

Palavras-chave: Radioterapia; Radioterapia intraoperatória; Políticas de saúde.

Abstract

In this study, the financial costs resulting from the implantation of an intraoperative radiotherapy service (IORT) were analyzed, considering the amounts spent for the construction of the surgical center and other necessary dependencies attached to a pre-existing radiotherapy service, as well as the acquisition values IORT-specific accessories for use in a clinical linear accelerator. The IORT procedure was compared with the fixed linear accelerator and with the mobile radiator device (INTRABEAM®). The data obtained were collected by e-mail and telephone with radiotherapy services registered at the Brazilian Society of Radiotherapy, and with radiotherapy providers (Medical Systems, Elekta Medical Systems and ZEISS), and the environment for IORT Of the Botucatu Clinic Hospital was evaluated in the socioeconomic aspects. We analyzed published articles by radiotherapy service that performed IORT, and selected the 10 main ones, illustrating the efficiency of the procedure. The research with the radiotherapy centers pointed out that of the participants only 17.5% performed the procedure. The costs indicated for the installation of the IORT service at Botucatu Clinic Hospital add up to the amount of R\$ 290.000,00. Comparing the Linear Accelerator with INTRABEAM®, both have a total time spent in the similar procedure. The CONITEC evaluation of the Ministry of Health was not favorable for the incorporation of IORT using INTRABEAM® in the SUS. Evaluating the financial onlendings for the IORT procedure, the SUS has not yet incorporated into its guidelines, however, according to the private sphere, the IORT procedure would cost around R\$ 11.000,00, taking into account the Botucatu Clinic Hospital, are necessary to carry out 27 procedures for the replacement of the initial investment. The therapeutic benefits of IORT versus conventional radiotherapy are illustrated. Also shown are the physical parameters analyzed in the quality control process of the intraoperative radiotherapy procedures. The study points out that IORT can contribute to minimizing the concentration of patients waiting for the conventional fractionated treatment, thus providing greater comfort to the patients, besides reducing the costs of the radiotherapy procedures currently reimbursed by the health systems.

Keywords: Radiotherapy; Intraoperative radiotherapy; Health policies.

Lista de ilustrações

Figura 1 – Aparelhos de radioterapia do Hospital das Clínicas de Botucatu-SP a) Unidade de Telecobaltoterapia; b) Acelerador linear.....	18
Figura 2 – Modelo de planejamento de mama (curva de isodose).....	19
Figura 3 – Rampa de mama.....	20
Figura 4 – Filtro em cunha.....	21
Figura 5 – Máscara Termoplástica.....	22
Figura 6 – Suportes de apoio cabeça e pescoço.....	23
Figura 7 – a) Exemplo de colchão à vácuo; b) Paciente imobilizado pelo colchão.....	23
Figura 8 – “Bólus” superficializador de dose de radiação.....	24
Figura 9 – Radiodermite em mama.....	29
Figura 10 – a) Colimador; b) Sistemas de cones localizadores.....	32
Figura 11 – a) Suporte de encaixe; b) Circuito para liberação do tratamento.....	33
Figura 12 – Exemplo de aplicador superior.....	33
Figura 13 - Exemplo de aplicador inferior.....	34
Figura 14 – Exemplos de protetores de variados tamanhos.....	34

Lista de tabelas

Tabela 1 – Testes para o controle de qualidade na IORT.....	30
Tabela 2 – Resultados encontrados na literatura.....	37
Tabela 3 – Centros radioterápicos participantes da pesquisa.....	38
Tabela 4 – Quantidade de pacientes assistidos no Setor de Radioterapia do HC-FMB	44

Lista de abreviaturas

AL	Acelerador Linear
Boost	Complemento de dose
Et al.	Colaboradores
Gy	Gray
HDR-IORT	Braquiterapia de alta taxa de dose (HDR - High dose rate)
ICER incremental	Incremental cost-effectiveness ratio - Razão custo-benefício incremental
IORT	Radioterapia Intra Operatória (IORT = Intraoperative Radiotherapy)
IGRT	Radioterapia Guiada por Imagem
IMRT	Radioterapia por Intensidade Modulada
IOERT	Radioterapia Intraoperatória com feixes de elétrons
IORT	Radioterapia Intraoperatória
KV	Quilovolt
LT	Lesão tratada
MeV	Unidade de energia equivalente a um milhão de elétrons-volt.
MLC	Colimador multifolhas
mm	Milímetro
N	Número de pacientes
PDP	Porcentagem de dose profunda
Phantom	Material que simula o tecido humano
QALY	Quality-adjusted life year (anos de sobrevida ajustada para a qualidade)
RT3D	Radioterapia Tridimensional Conformada
SBRT	Radioterapia Estereotáxica Fracionada Corpórea ou Extracraniana
SUS	Sistema Único de Saúde
TE	Taxa de eficácia
UCO	Unidade de Custo Operacional
VMAT	Radioterapia em arco modulado volumétrico

Sumário

1. INTRODUÇÃO	12
1.1 Objetivos	15
1.2 Justificativa	15
2. REVISÃO DE LITERATURA	16
2.1 Radiação ionizante	16
2.2 Radioterapia	16
2.3 Planejamento radioterápico	18
2.4 Acessórios utilizados na radioterapia convencional	19
2.4.1 Rampa de mama	20
2.4.2 Filtro em cunha	20
2.4.3 Máscara	21
2.4.4 Suportes de apoio	22
2.4.5 Bólus	24
2.5 Controle de qualidade na radioterapia convencional	24
2.6 Modalidades avançadas de radioterapia	25
2.6.1 Radioterapia estereotáxica fracionada corpórea (SBRT)	25
2.6.2 Radioterapia guiada por imagem (IGRT)	25
2.6.3 Radioterapia Conformada (RT3D)	26
2.6.4 Radioterapia por intensidade modulada (IMRT)	26
2.6.5 Radioterapia em Arco Modulado Volumétrico (VMAT)	27
2.7 Radioterapia Intraoperatória	27
2.7.1 Proteção radiológica na IORT	29
2.7.2 Controle de qualidade na IORT	30
2.7.3 Planejamento na IORT	31
2.7.4 Acessórios na IORT	31
2.7.4.1 Colimador	32
2.7.4.2 Suporte de encaixe	32
2.7.4.3 Aplicador superior	33
2.7.4.4 Aplicador inferior	34
2.7.4.5 Protetores	34
2.8 Protocolo de IORT aplicado no tratamento de câncer de mama	35
3. METODOLOGIA	36
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	36
4.1 Análise dos resultados encontrados na literatura	36
4.2 Resultado da pesquisa realizada com a Sociedade Brasileira de Radioterapia	37
4.3 Custos de instalação do Serviço de IORT do HC-FMB	39

4.4 Realização de IORT – comparação dos procedimentos com o equipamento INTRABEAM® e com o acelerador linear.....	40
4.5 Avaliação do CONITEC do Ministério da Saúde para uso do INTRABEAM®....	41
4.6 Avaliações dos repasses financeiros para o procedimento de IORT	42
5. CONCLUSÃO	45
REFERÊNCIAS.....	48
APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO APLICADO AOS MEMBROS DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE RADIOTERAPIA	53
ANEXO A – SISTEMA DE CONES INTRAOPERATÓRIO VARIAN – 2100 C	54
ANEXO A.1 – MONTAGEM DA BASE COM O COLIMADOR.....	55
ANEXO A.2 – MONTAGEM DO APLICADOR SUPERIOR.....	56
ANEXO A.3 – MONTAGEM DO APLICADOR INFERIOR	57
ANEXO B – PROCEDIMENTO DE IORT COM ACELERADOR LINEAR.....	58
ANEXO B.1 – PROCEDIMENTO DE IORT COM ACELERADOR LINEAR.....	59
ANEXO B.2 – PROCEDIMENTO DE IORT COM ACELERADOR LINEAR.....	60
ANEXO B.3 – PROCEDIMENTO DE IORT COM ACELERADOR LINEAR.....	61
ANEXO B.4 – PROCEDIMENTO DE IORT COM ACELERADOR LINEAR.....	62
ANEXO C – PROCEDIMENTO DE IORT COM INTRABEAM®.....	63

1. INTRODUÇÃO

O uso de radiações ionizantes vem crescendo significativamente nos mais diversos ramos de atividades. Logo após a sua descoberta, em 1895, os raios-x já se mostraram um grande aliado das ciências médicas, tendo importantes funções terapêuticas, característica que permite-lhe êxito na utilização em tratamento de neoplasias. Designa-se radioterapia o tratamento que utiliza de radiação ionizante para destruir ou controlar o crescimento de células neoplásicas. Esse tratamento é uma das três armas mais utilizadas e eficientes contra o câncer (SALVAJOLI, 2013).

Com o advento do desenvolvimento das ciências exatas, novos ramos de pesquisas surgiram, tais como a engenharia biomédica, cujo importante papel está ligado, por exemplo, às novas tecnologias de fontes de emissão de radiação. Após várias atualizações tecnológicas ocorridas a partir de seu descobrimento, a maneira de produção e aplicação da radiação nas áreas de saúde mudou muito e, atualmente, aparelhos muito sofisticados são utilizados para esse fim (SCAFF, 2010).

A radioterapia é a modalidade médica que utiliza radiações ionizantes para destruir ou controlar o crescimento de células neoplásicas. O sucesso do tratamento depende de vários fatores, dentre eles a liberação precisa da dose de radiação aplicada no volume alvo, visando erradicar todas as células tumorais, com o menor dano possível às células normais circunvizinhas, às quais farão a regeneração da área irradiada. Na maioria dos casos a dose prescrita é aplicada fracionadamente, de forma não invasiva (radioterapia externa), para que o efeito biológico atinja o maior número de células neoplásicas e a tolerância dos tecidos normais seja respeitada. Os equipamentos atualmente disponíveis para procedimentos radioterápicos resumem-se em radioterapia superficial, telecobaltoterapia, aceleradores lineares, e ainda os aparelhos de braquiterapia, que fazem tratamentos utilizando as fontes de radiação próximas ou em íntimo contato com o local a ser tratado (SALVAJOLI, 2013).

Os protocolos de teleterapia exigem múltiplas sessões com irradiação de grande volume tecidual pré e circunvizinho ao leito tumoral, além disso, as doses radioterápicas nesta modalidade são fracionadas o que exige o deslocamento do pacientes por um período mais prolongado (cerca de 25 a 35 sessões) de

tratamento aumentando os custos dos sistemas públicos de financiamento dos tratamentos (KHAN; GIBBONS; SPERDUTO, 1998).

Entre as variadas formas de radioterapia destaca-se a Radioterapia Intraoperatória (IORT), por ser uma técnica de irradiação especial que permite a administração de uma alta dose em uma única fração durante procedimento cirúrgico, sendo empregada isoladamente ou como técnica de *boost* (complementação de dose). O alvo exposto diretamente proporciona máxima precisão na entrega da dose e, ao mesmo tempo, é possibilitada a redução da dose nos tecidos e órgãos saudáveis circundantes ao tumor, que são deslocados a partir do feixe de radiação pelo cirurgião (BROMBERGI, 2007).

A Radioterapia Intraoperatória é um dos exemplos mais interessantes que abordam o tratamento multidisciplinar do câncer. Em particular, a IORT pode melhorar o efeito proveniente da cirurgia e irradiação, através da eliminação precoce da doença residual, impedindo o crescimento do tumor no intervalo entre a cirurgia e a pós-irradiação convencional, que por vezes é a razão para a falta de controle local. O uso de IORT não exclui a adoção de quimioterapia ou outras terapias adjuvantes (RIBEIRO; GIAROLA; FERNANDES, 2011).

As primeiras experiências com IORT remetem à década de 1920, mas a inadequação dos equipamentos disponíveis restringia o seu uso, que acabou sendo limitado principalmente para o tratamento paliativo de tumores que não poderiam ser removidos por cirurgia. Com o desenvolvimento de equipamentos de ortovoltagem, com energias entre 90kVp e 250kVp, durante a década de 1940, o seu potencial para emissor de radiação de feixe externo foi definido. Em meados da década de 1960, feixes de elétrons (IOERT) emitidos através aceleradores lineares começaram a substituir progressivamente baixas energias. Isto resultou em grandes vantagens em termos de distribuição mais homogênea de dose, poupando os tecidos subjacentes devido à dose menor de saída e uma redução da duração do tratamento. Paralelamente a este desenvolvimento desde o início da década de 1980, as indicações para a alta taxa de dose intraoperatória de braquiterapia (HDR-IORT) vieram a aumentar (BENTEL, 1996).

Na radioterapia intraoperatória, em sua aplicação clássica com feixes externos de elétrons (IOERT), é necessária a transferência do paciente, com a ferida cirúrgica aberta, a partir da sala de cirurgia para a sala de tratamento, onde um acelerador linear adequadamente equipado está instalado, e de lá de volta para a

sala de cirurgia, a fim de concluir os procedimentos cirúrgicos. Isto pode representar um obstáculo ao desenvolvimento e à utilização em larga escala da técnica por causa dos problemas de organização para a transferência do paciente, e por causa do alongamento significativo do período de cirurgia que inevitavelmente se faz necessário (BROMBERGI, 2007).

Um passo importante para o desenvolvimento IOERT foi feito em meados dos anos 1990 com o aparecimento de protótipos móveis miniaturizados de aceleradores lineares. Isto teve consequências importantes para a futura utilização do IOERT, resultando em dispositivos facilmente movidos perto da mesa de operações e com braço que toma as posições necessárias para a irradiação. Os aceleradores possuem um espectro variável de energia de elétrons e a sua vantagem mais significativa é que eles podem ser colocados em qualquer sala de operações, sem modificações estruturais indevidas. Na verdade, blindagens móveis apropriadas posicionadas ao redor e embaixo da mesa de operação são o suficiente em termos de radioproteção. Neste caso, a transferência do paciente é evitada e o tempo cirúrgico é prolongado por apenas cerca de 20 minutos. Ao mesmo tempo, foram desenvolvidos outros dispositivos intraoperatórios para a irradiação. Eles também podem ser colocados em qualquer sala de cirurgia, já que eles usam fontes miniaturizadas de raios-x de baixa energia (cerca de 50 kV) (VERONESI, 2003).

No ano de 2014 foi instalado no Brasil o primeiro equipamento de radioterapia intraoperatória com feixes de raios-x de baixa energia ($E = 50 \text{ keV}$) da marca Zeiss modelo INTRABEAM®. O procedimento de IORT com este equipamento é realizado em uma única sessão por meio de um acelerador linear miniaturizado e demora em torno de 20 a 30 minutos. Durante o procedimento, o cirurgião posiciona um aplicador esférico no leito cirúrgico garantindo a posição exata do aplicador no tecido-alvo, em seguida o INTRABEAM® é colocado na cavidade para o tratamento, é liberado o feixe de radiação conforme a dose de tratamento preconizada. Após a irradiação, o aplicador é removido e a incisão é fechada.

A técnica de radioterapia intraoperatória tem sido apresentada na literatura como importante modalidade para controle local da lesão minimizando os efeitos biológicos secundários da radioterapia e favorecendo os aspectos cosméticos e estéticos da terapêutica externa. Além de ser uma importante solução para os efeitos secundários da radiação em tecidos e órgãos periféricos ao campo de radiação, ela proporciona a redução dos custos com as múltiplas sessões exigidas

com a teleterapia convencional, no entanto, a implantação de serviços de radioterapia intraoperatória requer equipamentos e dispositivos adequados para os procedimentos especializados que devem ser incrementados na rotina do serviço de radioterapia (MANUEL, 2004).

Durante os últimos 20 anos, diversas aplicações da IOERT foram estudadas. Como um componente de tratamento, tem mostrado promissoras taxas de controle do cancro local retal, gástrico e ginecológicos intermediários ou localmente avançados, bem como no osso e dos tecidos moles sarcomas. IOERT também tem sido utilizado em cérebro, cabeça e pescoço, pulmão e tumores pancreáticos. IOERT foi mais recentemente utilizado como o único tratamento. A literatura internacional ressalta especialmente a sua utilização em tumores de mama, com resultados muito promissores (VERONESI, 2006).

Apesar das diferentes técnicas e procedimentos, é importante ressaltar que a radioterapia intraoperatória depende não só de novos desenvolvimentos tecnológicos, mas também de uma equipe multidisciplinar, com papéis e responsabilidades claras e do estabelecimento de um programa de garantia de qualidade com diretrizes apropriadas.

1.1 Objetivos

Analisar a viabilidade financeira e social e os benefícios da implantação da técnica de IORT em serviços públicos de radioterapia.

Estudar a rotina de planejamentos dos procedimentos de IORT.

Avaliar os processos de controle da qualidade dos procedimentos de IORT.

1.2 Justificativa

O uso da técnica de IORT ainda não é largamente aplicado, em parte devido à falta de estudos que demonstrem claramente a sua viabilidade financeira frente ao cenário econômico realçado pelas políticas de saúde no Brasil. Os centros especializados que atualmente empregam a IORT são todos particulares e não assistem os pacientes oriundos dos sistemas públicos de saúde.

O Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da UNESP de Botucatu, através das equipes do Setor de Radioterapia e Clínica de Mastologia, no ano de 2010, realizaram estudos que levaram à construção de um centro cirúrgico e demais dependências para a realização de procedimentos de IORT, no entanto, ainda não

foi possível a operacionalização da técnica. Este trabalho pretende contribuir com informações sobre as necessidades e os benefícios a realização da IORT no HC-FMB.

A implantação do serviço de IORT requer o conhecimento sobre os processos envolvidos nos programas de controle de qualidade dos feixes de radiação e acessórios empregados.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Radiação ionizante

A radiação ionizante consiste em ondas eletromagnéticas com capacidade de interagir com o átomo e retirar um elétron das suas camadas da eletrosfera, sendo esse processo denominado ionização. No espectro de ondas eletromagnéticas somente os raios-x e os raios gama são radiações ionizantes.

Os efeitos das radiações ionizantes estão diretamente ligados com a quantidade e qualidade da radiação incidente e o material de interação (FLÔR, 2006).

As fontes de radiação se diferem, podendo ser artificiais (reatores nucleares, aceleradores de partículas e tubos de raios-x), ou fontes naturais (radionuclídeos e radiação cósmica) (OKUNO, 2013).

Desde a descoberta dos raios-x em 1895 por Roentgen, foi observada através de vários estudos que a exposição causa danos ao tecido, impedindo que as células se dividam e cresçam, e isto fez com que ele começasse a ser utilizado também com a finalidade terapêutica. Ao longo do tempo foram surgindo várias modalidades de equipamentos e formas de tratamento (INSTITUTO DE RADIOTERAPIA SÃO FRANCISCO, 2013).

2.2 Radioterapia

A radioterapia utiliza radiação ionizante na destruição de células tumorais, reduzindo sua recorrência e aumentando a sobrevida do paciente (SANTOS *et al.*, 2013).

A ação da radiação ionizante ocorre por meio da sua capacidade em agir sobre o DNA nuclear, interferindo na sua multiplicação. Existe uma escala de radiosensibilidade que varia de acordo com a capacidade de multiplicação celular,

sendo que para expressar a quantidade de radiação absorvida pelo tecido é utilizada a unidade Gray (Gy), onde $1\text{Gy} = 100\text{cGy}$ (JHAM; FREIRE, 2006).

A sensibilidade à radiação varia de acordo com cada ciclo celular, onde a fase G2 e Mitose (M) são as mais sensíveis, enquanto que a fase de Síntese (S) é a menos radiossensível. Por isso, é importante que na radioterapia se respeite os tecidos normais adjacentes do tumor tratado, além da tolerância da dose e volume irradiado (MARTA, 2014).

A radioterapia teve início no Brasil em 1901, no Rio Grande do Sul, e atualmente se apresenta nas modalidades de teleterapia, onde a fonte de radiação está com uma devida distância do paciente (correspondendo a 100,0 cm nos aceleradores lineares e a 80,0cm nas unidades de telecobaltoterapia) e o feixe de radiação penetra através da pele atingindo o tumor. E pode se apresentar também como braquiterapia, onde pequenas fontes de radiação são colocadas próximas ou dentro do tumor (SALVAJOLI, 2012).

Na teleterapia convencional a dose é fracionada, visando um menor dano aos tecidos circunvizinhos, porém um calendário prolongado pode gerar uma repopulação das células tumorais, e isso deve ser corrigido levando em conta o estado do paciente, ou a combinação da radioterapia com outros tratamentos (quimioterapia e/ou cirurgia). No entanto, quando se compara a radioterapia convencional com a IORT, ambas fornecem ao paciente uma sobrevida semelhante (RAMOS, 2014; PICOT *et al.*, 2015).

As fontes radioativas de cobalto-60 usadas nos equipamentos de telecobaltoterapia emitem dois picos radiação gama com energias de 1,17 MeV a 1,33 MeV, no entanto, no campo da radioterapia, para cálculos de distribuição de dose de radiação absorvida, considera-se apenas um pico de energia média - $E = 1,25\text{ MeV}$. A fonte radioativa fica acondicionada em uma cápsula e é exposta quando o aparelho é ligado e o colimador se abre. Com a necessidade de energias maiores e com os avanços tecnológicos, surgiram os aceleradores lineares (AL), os quais podem emitir feixes de fótons apenas ou outros modelos que produzem além de fótons, feixes de elétrons de alta energia (INCA, 2016).

Os aceleradores lineares possuem um tubo a vácuo onde ocorre a aceleração dos elétrons com altas velocidades. Esses elétrons chocam-se com os núcleos dos átomos de um alvo metálico de alto número atômico numa extremidade do tubo, com isto os elétrons são desacelerados e liberam a energia, de acordo com a perda

da sua velocidade. Determinada energia transforma-se em raios-x de freamento, o qual tem uma energia variável de 1 MeV até a energia máxima do elétron no momento da colisão (PEREIRA *et al.*, 2000).

A Figura 1 mostra os dois equipamentos de teleterapia usados no Setor Técnico de Radioterapia do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Botucatu (HC-FMB), sendo a Unidade de Telecobaltoterapia (Figura 1.a) da marca GE-CGR-MEV, modelo ALCYON-II, e o acelerador linear (Figura 1.b) da marca Varian, modelo 2100C.

Figura 1 – Aparelhos de radioterapia do Hospital das Clínicas de Botucatu-SP **a)** Unidade de Cobalto-60; **b)** Acelerador linear.



Fonte: material elaborado pelo autor

2.3 Planejamento radioterápico

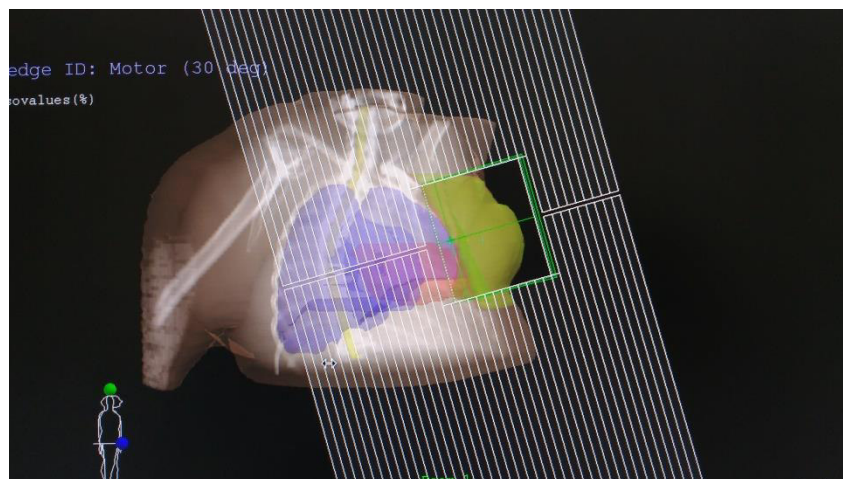
O planejamento da radioterapia tem a finalidade de determinar a distribuição de dose no volume-alvo e nos pontos de interesse ao redor do campo de radiação. É

necessário determinar alguns parâmetros físicos do feixe e do equipamento, de acordo com as especificações prescritas pelo radioterapeuta (AIMI *et al.*, 2011).

Nos serviços de radioterapia mais avançados, o paciente é submetido a uma tomografia para obtenção de imagens da região de interesse, a fim de se delimitar com precisão a região a ser irradiada e órgãos vitais sadios circunvizinhos à lesão. As imagens podem ser adquiridas computacionalmente e gravadas por meio digital para posterior interpretação em um *software* dedicado para o planejamento tri dimensional dos campos de radiação. Em alguns serviços, as imagens são enviadas do tomógrafo diretamente para o computador da sala da física médica e de planejamento. Uma vez adquiridas às imagens, o paciente pode ser dispensado, enquanto a equipe: médicos radioterapeutas e físicos médicos elaboram o plano de tratamento, determinando os ângulos de incidências dos campos de radiação, a distribuição de dose, os acessórios necessários para os procedimentos e demais parâmetros físicos e radiométricos dos feixes de radiação.

A elaboração da curva de isodose também é uma etapa fundamental no planejamento radioterápico, pois ela auxilia na visualização da distribuição da dose de radiação no volume do tumor e na sua proximidade. A curva de isodose é obtida por meio experimental (Figura 2), o qual utiliza um material com água (*phantom*) que simula o tecido humano (RODRIGUES, 2012).

Figura 2 – Modelo de planejamento em mama (curva de isodose)



Fonte: material elaborado pelo autor

2.4 Acessórios utilizados na radioterapia convencional

Durante a realização dos procedimentos de radioterapia, alguns acessórios são utilizados com a finalidade de melhor conformação do feixe de radiação, garantir

a imobilização da área tratada e a reprodutibilidade segura do tratamento, além de proporcionar melhor comodidade ao paciente durante os procedimentos radioterápicos.

2.4.1 Rampa de mama

A rampa de mama é o principal imobilizador utilizado no tratamento de neoplasia de mama com a técnica da teleterapia convencional, ela permite que se tenha reprodutibilidade no tratamento e ao mesmo tempo um maior conforto para a paciente, evitando que a mesma realize movimentos e alterações no campo de tratamento devido a um incorreto posicionamento. A rampa da mama deve ser utilizada corretamente pelo tecnólogo, sendo respeitadas as instruções da ficha da paciente, onde estão anotadas as devidas angulações da abertura do braço, encaixe da cabeça e tronco, permitindo assim, um bom resultado no tratamento (DIAS *et al.*, 2009). A Figura 3 mostra a rampa de mama usada no Setor Técnico de Radioterapia do HC-FMB.

Figura 3 – Rampa de mama



Fonte: material elaborado pelo autor

2.4.2 Filtro em cunha

O filtro em cunha tem a finalidade de compensar a falta de tecido e homogeneizar a dose de radiação no volume de tratamento. Os filtros podem se

apresentar como um acessório externo ao colimador do acelerador, onde o tecnólogo deve colocá-lo no espaço adequado conforme recomendado na ficha técnica do paciente, e neste caso cada um dos filtros possuem suas cunhas de espessura conforme o seu ângulo, os mais usados são filtros com ângulos de 15°, 30°, 45° e 60°, são idealizados de acordo com a necessidade apresentada no momento do planejamento, portanto é essencial a atenção do tecnólogo no momento do posicionamento, verificando também se as posições de entrada do filtro, designadas *right (R)*, *left (L)*, *up (U)* e *down (D)*, estão corretamente adaptadas no acelerador linear (SOUZA *et al.*, 2015). A Figura 4 mostra uma imagem do filtro em cunha do A.L. Varian modelo 2100C.

Alguns aceleradores lineares, tais como os AL da marca Elekta, possuem o filtro em cunha embutido no colimador do cabeçote do AL. Este filtro tem uma cunha de ângulo único de 60°, e o tempo de permanência dele no feixe de radiação é que faz a proporção de dose de radiação que irá corresponder aos diferentes ângulos de filtro na curva de isodose.

Figura 4 – Filtro em cunha



Fonte: material elaborado pelo autor

2.4.3 Máscara

Em tratamentos de lesões na região da cabeça e pescoço, para se garantir a imobilização do paciente durante o procedimento radioterápico e a reprodutibilidade

diária do campo de radiação, é utilizada uma máscara individual, constituída de material polimérico e termoplástico. A imobilização é importante na radioterapia devido à garantia da irradiação do volume-alvo planejado e à proteção dos órgãos de risco circunvizinhas ao campo de radiação.

A máscara é aquecida em banho térmico (aproximadamente 70° C) e em seguida é colocada na região da cabeça e pescoço do paciente tomando a forma anatômica moldada. Após o seu resfriamento a máscara fica enrijecida permitindo a reprodução diariamente do campo de radiação nela delimitado (LOCH; LIMA, 2010). A Figura 5 mostra uma máscara termoplástica de imobilização moldada para um paciente em tratamento dos campos cervico-facias e de fossas supra e infra claviculares.

Figura 5 – Máscara termoplástica



Fonte: material elaborado pelo autor

2.4.4 Suportes de apoio

Além da máscara de imobilização, no tratamento de cabeça e pescoço devem ser utilizados os suportes de apoio de pescoço, que possuem vários formatos e são empregados de acordo com a especificação na ficha técnica do paciente. Estes suportes são definidos em função da posição e extensão do pescoço nos diferentes campos de radiação, os quais são definidos conforme a localização do tumor e dos

órgãos de riscos vizinhos. A Figura 6 mostra alguns diferentes apoios de pescoço disponíveis no HC-FMB.

Figura 6 – Suportes de apoio cabeça e pescoço



Fonte: material elaborado pelo autor

Outros acessórios de posicionamento que auxiliam nos procedimentos de teleterapia são: apoio de pernas, apoio de pés, apoio de joelhos, esticador de ombros, suporte para mãos em tratamento da região de tórax. Para tratamentos onde o paciente fica em decúbito ventral são utilizados suportes de cabeça e apoio de braços específicos.

Para melhor acondicionar o paciente e melhorar a reprodutibilidade do campo de tratamento, alguns serviços usam colchões à vácuo, que é um sistema de imobilização e posicionamento individualizado alternativo aos sistemas de posicionamento, que facilmente se adapta à forma anatômica do paciente. São fabricados na sua maioria em nylon, que é um material mais resistente aos danos que levam à perda de vácuo. No seu interior existem pequenas esferas de poliestireno que em vácuo vão proporcionar a rigidez e forma desejada. Atualmente existe uma grande variedade de tamanhos, podendo-se adaptar a qualquer zona anatômica sujeita a tratamento (CAETANO, 2014). A Figura 7 mostra exemplos de colchões à vácuo usados na radioterapia.

Figura 7 – **a)** Exemplo de colchão à vácuo; **b)** paciente imobilizado pelo colchão



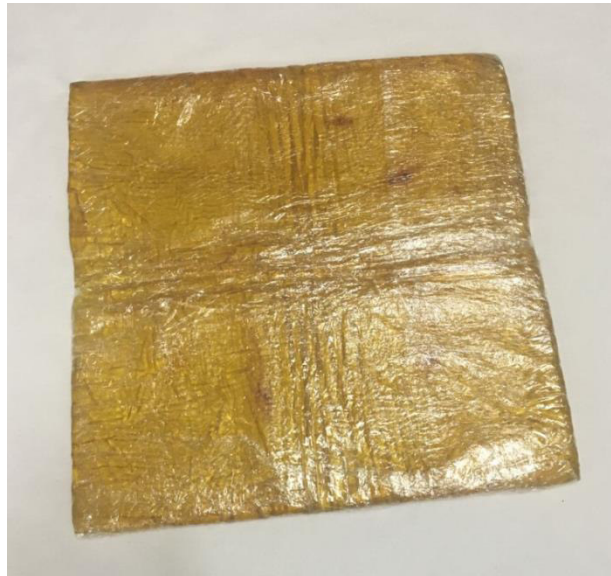
Fonte: Advanced Medical Systems

Todos estes acessórios visam permitir a sustentação e uniformidade no posicionamento do paciente (PEREIRA *et al.*, 2000).

2.4.5 Bólus

Um acessório de grande importância na radioterapia em tumores superficiais é denominado “bólus”. Ele constitui de material com densidade que corresponde à densidade do tecido mole e é utilizado para superficializar a dose de radiação. Em alguns casos, o “bolus” é confeccionado para compensar a falta de tecido em regiões anatômicas por onde o feixe de radiação deverá passar para atingir o alvo, proporcionando a homogeneização da dose de radiação (SALAMN *et al.*, 1998). A Figura 8 mostra um modelo de “bolus” usado no HC-FMB.

Figura 8 – “Bólus” superficializador de dose de radiação



Fonte: material elaborado pelo autor

2.5 Controle de qualidade na radioterapia convencional

O programa de controle de qualidade em radioterapia visa à eficiência no tratamento, a segurança aos que operam o sistema, além de garantir o perfeito estado dos aparelhos de radiação, permitindo a correção prévia de possíveis falhas no processo de irradiação (CALCINA *et al.*, 2002).

Após o início de utilização de uma máquina de radioterapia ou um novo procedimento é necessário que se realize testes de controle de qualidade (TCQ) e comissionamento do equipamento. Os dados radiométricos obtidos nas medidas do comissionamento servirão de referência para os próximos TCQ's. As medidas subsequentes não devem ultrapassar os limites de tolerância estipulados para cada

teste. É primordial a colaboração de toda a equipe envolvida, porém, um físico médico especialista deve ser o responsável oficial (FURNARI, 2009).

2.6 Modalidades avançadas de radioterapia

Com o avanço tecnológico na radioterapia foram surgindo novas técnicas inovadoras, permitindo que a dose de radiação possua maior precisão e conformidade, além de diminuir a radiação dos tecidos adjacentes. Ainda apresentando efeitos colaterais devido à radiação, essas novas técnicas aumentam a eficácia no tratamento e a proteção radiológica dos pacientes (SANTOS *et al.*, 2015).

2.6.1 Radioterapia estereotáxica fracionada corpórea (SBRT)

A radioterapia estereotáxica fracionada corpórea (SBRT) é uma técnica que utiliza uma alta dose de radiação, e sua eficácia depende do formato, tamanho, localização da lesão, do planejamento e tempo de irradiação. Inicialmente empregada no tratamento de tumores do sistema nervoso central, onde popularmente é conhecida como radiocirurgia, o uso da radioterapia estereotáxica tem se destacado pelos resultados promissores desde a primeira publicação em 1995 (CASTRO, 2006).

A técnica SBRT pode ser realizada com aceleradores lineares (AL) que permitam a monitoração do local tratado, ou em aparelhos já disponíveis especialmente para a SBRT. Para o tratamento é aplicada a técnica da radioterapia guiada por imagem (IGRT), que permite visualizar o tumor ou marcadores no momento do tratamento, reduzindo erros de posicionamento (ABREU *et al.*, 2015).

A literatura mostra esquemas de tratamentos distintos, com quantidades de frações variando desde uma única sessão até 14 frações de tratamento. A dose toda de radiação varia em torno de 15 Gy a 84 Gy, quanto maior o número de frações, maior a dose de radiação total recebida (ABREU *et al.*, 2015).

2.6.2 Radioterapia guiada por imagem (IGRT)

A radioterapia guiada por imagem (IGRT) possibilita o acompanhamento por imagem do tumor no decorrer do tratamento, sendo possível a localização exata no momento da sessão radioterápica. A técnica de IGRT é semelhante a convencional,

só difere pelo fato de ser realizada antes de cada sessão uma imagem do tumor (SOCIEDADE BRASILEIRA DE RADIOTERAPIA, 2016).

As imagens podem ser adquiridas por meio de filmes radiológicos, ou imagens digitais (comum na atualidade). Para a obtenção das imagens digitais são instalados nos AL uma fonte de raios-x de baixa energia (120kV) e um detector para a formação da imagem. As imagens produzidas são comparadas com uma reconstrução gerada pelo sistema de planejamento com auxílio da tomografia computadorizada. A dose só é liberada se o paciente estiver na posição correta (GONÇALVES, 2012).

2.6.3 Radioterapia Conformada (RT3D)

A radioterapia conformada (RT3D) utiliza a tomografia computadorizada como sua aliada no planejamento, permitindo visualização volumétrica do tumor e órgãos adjacentes. Além disso, no sistema de planejamento da RT3D também é possível determinar a distribuição da dose no local tratado de maneira volumétrica (PEÑA *et al.*, 2009).

Portanto, quando comparada com a radioterapia convencional a RT3D apresenta suas vantagens, porém quando comparada com a IMRT apresenta a limitação por não permitir que a dose de radiação liberada se molde no local irradiado conforme o campo de radiação planejado computacionalmente (MARTA *et al.*, 2014).

2.6.4 Radioterapia por intensidade modulada (IMRT)

A radioterapia por intensidade modulada (IMRT) é originada do avanço tecnológico e aliada da medicina, pois utiliza a imagem tridimensional do tumor e permite que a radiação contorne a área de interesse, oferecendo maior intensidade a mesma, e ao mesmo tempo preservando as áreas adjacentes (SANTOS *et al.*, 2009).

A IMRT aplica de maneira computacional a modulação do feixe, substituindo o filtro em cunha, blocos e compensadores, que eram empregados com essa finalidade no passado. Portanto, a IMRT possibilita uma aplicação mais precisa, podendo ser utilizada em qualquer tratamento, mas com prioridade para aqueles tumores com formas mais complexas. Além disso, é necessária a verificação da

distribuição da dose por meio do controle de qualidade elaborado para cada paciente (BARROS, 2010; LAVOR *et al.*, 2013).

2.6.5 Radioterapia em Arco Modulado Volumétrico (VMAT)

A técnica de radioterapia VMAT surgiu com base na IMRT, pois utiliza o mesmo princípio de modulação da intensidade do feixe e acrescenta o movimento do *gantry* na técnica. Ao mesmo tempo em que se realiza o tratamento com o *gantry* em rotação, a forma do campo é definida pelos movimentos das lâminas do colimador e a modulação do feixe pode ser obtida por meio de blocos de atenuação que são acoplados no AL ou no caso de aparelhos mais sofisticados, por meio do colimador multifolhas (MLC) (BRAVIM, 2015).

Mesmo com objetivo de ultrapassar a limitação do campo fixo da IMRT, deve levar em considerações os planejamentos e controles de qualidade que são mais complexos para a VMAT. No entanto, se bem aplicada a VMAT pode ser mais rápida e apresentar uma distribuição de dose igual, ou melhor, que a da IMRT (SAKURABA, 2015).

2.7 Radioterapia Intraoperatória

A radioterapia intraoperatória (IORT) teve seu início em 1909 por Carl Beck nos tratamentos de câncer gástrico e cólon, e se mostrou eficaz, principalmente nos tumores inoperáveis. No entanto, os equipamentos de radioterapia da época limitaram a sua utilização. A partir de 1970 a técnica foi iniciada no Japão e Estados Unidos, onde teve seus primeiros avanços (BEDDAR *et al.*, 2006).

Com a preocupação com os tecidos adjacentes que geralmente são expostos na radioterapia convencional, à IORT tem se mostrado eficaz, pois o tratamento é realizado no momento da cirurgia, através de um cone metálico que direciona a radiação, permitindo o afastamento das áreas sadias próximas ao tumor. O tratamento pode ser realizado no centro cirúrgico ou na sala onde o acelerador linear (AL) se encontra.

A técnica de IORT consiste no tratamento que une a cirurgia e radiação, permitindo que seja aplicada única dose de radiação no leito tumoral e acompanhamento do cirurgião responsável, realizando então uma distribuição uniforme da dose na profundidade, além de proteger os tecidos sadios adjacentes,

que são afastados e protegidos no momento da exposição da radiação (URBINA, 2004).

A realização do procedimento é feita por meio do acelerador linear, que é acoplado a um aplicador específico, o equipamento pode ser fixo, ou móvel. Quando o procedimento é realizado no equipamento fixo, o paciente é deslocado do centro cirúrgico até a sala do acelerador linear, e o caminho percorrido deve estar devidamente asséptico. No caso de utilização do equipamento móvel, o equipamento é portátil e se desloca até o centro cirúrgico, o qual deve ser apropriado para o tratamento (ALVES, 2013).

Na IORT com aceleradores lineares fixos, utiliza-se feixes de elétrons de alta energia, entre 6,0 MeV a 12 MeV, principalmente por causa da curva de porcentagem da dose profunda (PDP), pois os elétrons são radiações corpusculares que fazem com que o local irradiado receba a dose preconizada para o tratamento uniformemente, e diminui nos tecidos mais profundos além do alvo. A distribuição da dose do feixe de elétrons pode ser alterada por alguns fatores, como: osso, pulmão, cavidades de ar. A sala do acelerador linear (ou “*bunker*”) deve ser projetada para garantir os preceitos de proteção radiológica, por se usar feixes de radiação de altas energias as paredes da sala de tratamento requerem espessuras elevadas de concreto (da ordem de 2,0 metros) para se garantir a proteção radiológica nas áreas vizinhas da sala (BARROS *et al.*, 2007).

Na IORT com equipamento irradiador móvel, o feixe de radiação é raios-x de baixa energia (máxima de 50 kV), o que dispensa a complexidade das salas de megavoltagem e planos de radioproteção mais restritivos. O procedimento pode ser realizado no próprio centro cirúrgico do hospital. O equipamento móvel possui um sistema de fácil posicionamento, facilitando assim o seu manuseio, além de aplicadores específicos para cada tipo de tratamento (ZEISS, 2013).

A IORT facilita o tratamento para pessoas que residem longe do centro de radioterapia, afinal, na radioterapia convencional o paciente é submetido a várias aplicações diárias até atingir a dose de radiação total preconizada pelo médico radioterapeuta. Com a IORT o paciente recebe uma única dose de radiação no momento da cirurgia, isto minimiza os transtornos com deslocamento e custos (VERONESI *et al.*, 2010; ESPOSITO *et al.*, 2015). Por ser um método de irradiação interna e diretamente dirigida para a região operada, não há a exposição da pele, o

que elimina o efeito da radiodermite (Figura 9) e hiperpigmentação observados com a teleterapia fracionada.

Para a eficácia do procedimento de IORT é importante o treinamento das pessoas envolvidas (médicos especialistas, enfermeiros, físico e tecnólogo em radiologia), afinal, é um procedimento que envolve uma equipe multidisciplinar, e todos devem estar em sincronia. Além do treinamento, é fundamental que os físicos elaborem protocolos a serem seguidos (MANUEL, 2004).

A aplicação da radioterapia logo após a cirurgia reduz a chance de recidiva tumoral, pois altera o microambiente tumoral e tem o efeito tumoricida (BELETTI *et al.*, 2008).

Especificamente para o tratamento de câncer de mama, o Instituto de Oncologia de Milão foi o pioneiro a utilizar a técnica de IORT. As experiências com IORT foram comparadas com a radioterapia convencional, estabeleceu-se então que uma única dose de radiação de 20Gy a 22Gy produzia efeito radiobiológico e terapêutico semelhante ao protocolo convencional com dose total de 60Gy, distribuída em frações de 2Gy realizadas durante 5 dias na semana durante 6 semanas (VERONESI *et al.*, 2003).

Figura 9 – Radiodermite em mama



Fonte: CLARO *et al.*, 2013

2.7.1 Proteção radiológica na IORT

A proteção radiológica deve ser também rigorosamente seguida nos procedimentos de IORT, visando à segurança dos profissionais envolvidos e dos pacientes que receberão o tratamento.

Quando o tratamento é realizado com o acelerador linear fixo, a sala de tratamento é preparada para receber o paciente. Cone inoxidável em forma de pentágono e escolhido de acordo com o leito tumoral a ser tratado, é encaixado no acelerador linear convencional. Durante o período de tratamento o paciente é monitorado pela equipe responsável através de um sistema de televisão (ABE, 1987).

No tratamento com o acelerador linear móvel, o nível de exposição a ser seguido é igual da radioterapia superficial. O centro cirúrgico não precisa ter blindagem específica à radiação. No entanto, durante o procedimento deve ser feito um levantamento radiométrico da sala de radiação. No momento do tratamento, o paciente é monitorado pela equipe fora da sala, assim como no tratamento com acelerador linear fixo (BEDDAR *et al.*, 2006).

2.7.2 Controle de qualidade na IORT

Alguns testes de controle de qualidade (TCQ's) são específicos para a IORT e devem ser realizados de acordo com o estabelecido nos protocolos de dosimetria, e conforme as periodicidades determinadas para os testes diários, semanais, mensais ou anuais. Beddar *et al.* (2006) sugerem alguns TCQ's ilustrados na Tabela 1.

Tabela 1 – Testes para o controle de qualidade na IORT

Teste	Objetivo	Frequência	Tolerância
Constância de saída.	Avaliar a constância de saída dos elétrons.	Diário; mensal e anual.	3% diário; 2% mensal; Calibração. Anual
Dose de profundidade.	Verificar a dose em profundidade no feixe de elétrons.	Mensal e anual.	2mm de profundidade terapêutica.
Simetria.	Avaliar a simetria do feixe.	Mensal e anual	3% mensal; 2% anual.
Fator de saída do aplicador.	Avaliar o fator de saída do aplicador.	Anual.	2%.

Tabela 1 – Testes para o controle de qualidade na IORT (continuação)

Saída e ângulo do gantry.	Avaliar a dependência da saída do ângulo do gantry.	Anual.	2%.
Monitor de linearidade da câmara.	Verificar a linearidade do monitor da câmara.	Anual.	1%.
Mecanismo de acoplamento.	Verificar a segurança mecânica.	Diário.	-

2.7.3 Planejamento na IORT

O planejamento radioterápico na IORT é fundamental, assim como na radioterapia convencional. É por meio do planejamento radioterápico que o campo é precisamente delimitado, e com a aplicação correta dos feixes de radiação o paciente irá receber a dose necessária. O radioterapeuta e o cirurgião determinam o tamanho do campo, a profundidade e o tamanho do cone para a realização do tratamento (ABE, 1987).

Como a finalidade da IORT é entregar uma única dose de radiação para combater as células tumorais, é importante o planejamento correto que especifique a dose necessária para o tratamento, levando em conta o tamanho do tumor e sua profundidade. Os tecidos adjacentes podem ser deslocados do campo da radiação, ou se possível posicionar uma blindagem entre o tecido sadio e o tecido a ser tratado (NETO *et al.*, 2005).

Outro fator fundamental está ligado com a função do anestesiológico, que é a escolha da técnica correta para a aplicação da anestesia, pois qualquer movimento do paciente influenciará no campo que a radiação atingirá, afetando o tratamento. Além disso, é também função do anestesiológico monitorar e controlar os sinais vitais do paciente, zelando pela sua segurança (GLYNN; RIKER, 2015).

2.7.4 Acessórios na IORT

Assim como na radioterapia convencional, a IORT necessita de alguns acessórios específicos que são acoplados no acelerador linear convencional para que a aplicação ocorra adequadamente.

2.7.4.1 Colimador

O campo de radiação na IORT deve ser esférico, no entanto, o colimador primário do cabeçote do acelerador linear produz campos retangulares ou quadrados. Desta forma, é necessário o uso de um colimador adicional com saída esférica, que deve ser acoplado ao colimador primário. Deve-se escolher o diâmetro adequado para a lesão a ser tratada. A Figura 10 mostra o colimador (10.a) e sistema e cones (10.b) adquiridos pelo HC-FMB para a realização de IORT.

Figura 10 – **a)** Colimador; **b)** Sistema de cones localizadores



Fonte: material elaborado pelo autor

2.7.4.2 Suporte de encaixe

O suporte de encaixe é o apoio principal da IORT, pois é nele que o colimador e os aplicadores são inseridos, e principalmente porque contém o circuito para liberação do feixe de tratamento. Quando o suporte é introduzido no acelerador, é por meio do circuito de liberação que o colimador do acelerador linear é aberto e o feixe é liberado para o tratamento. A Figura 11 mostra o suporte de encaixe adquirido pelo HC-FMB.

Figura 11 – **a)** Suporte de encaixe; **b)** Circuito para liberação do tratamento



Fonte: material elaborado pelo autor

2.7.4.3 Aplicador superior

O aplicador superior é feito de poliacetal, que é um polímero proveniente do monômero formaldeído, consiste em um plástico de alta resistência e rigidez, com propriedades termoplásticas e excelente estabilidade dimensional. O aplicador superior fica acoplado embaixo do suporte de encaixe, possui diferentes diâmetros, e é utilizado de acordo com o planejamento radioterápico previamente estabelecido. A Figura 12 mostra o modelo de aplicador superior adquirido pelo HC-FMB.

Figura 12 – Exemplo de aplicador superior



Fonte: material elaborado pelo autor

2.7.4.4 Aplicador inferior

O aplicador inferior é introduzido no aplicador superior, e é ele que fica em contato com o campo cirúrgico, são apresentados em vários diâmetros, e sua utilização varia de acordo com o tamanho da lesão tratada, e especificada no planejamento radioterápico. A figura 13 mostra o aplicador inferior adquirido pelo HC-FMB para a realização dos procedimentos de IORT.

Figura 13 – Exemplo de aplicador inferior



Fonte: material elaborado pelo autor

2.7.4.5 Protetores

Os protetores são compostos de 4mm de chumbo, 1 mm polietileno e 3mm de alumínio, esta composição é pelo fato de que primeiramente a radiação em contato com o chumbo é bloqueada, o polietileno vai absorver, diminuindo o retroespalhamento da radiação além da área tratada, e o alumínio é a área estéril em contato com a pele. São utilizados para evitar que a radiação incidente atinja as camadas de tecidos saudáveis. A Figura 14 mostra os protetores adquiridos pelo HC-FMB.

Figura 14 – Exemplos de protetores de variados tamanhos



Fonte: material elaborado pelo autor

2.8 Protocolo de IORT aplicado no tratamento de câncer de mama

As pacientes aptas para a realização da IORT são aquelas com ausência de ciclos menstruais há mais de 1 ano; lesões com diâmetro clínico $< 2,5\text{cm}$; e linfonodos axilares não palpáveis, que se submeteram a uma ressecção segmentar e biópsia de linfonodo sentinela. São realizados anamnese, exames para detectar o tumor, estadiamento clínico e radiografia pós-ressecção cirúrgica (BROMBERG, 2007).

Com a paciente sedada sob anestesia geral, a cirurgia é realizada na sala cirúrgica próxima do local onde está instalado o AL; a ressecção segmentar obedece aos critérios cirúrgicos oncológicos, com retirada em bloco do foco tumoral com ampla remoção de margem de tecido sadio, fáscia muscular e pele (quando necessário). O material retirado é examinado para avaliar a histologia da lesão, a unicentricidade, as dimensões e a amplitude das margens de ressecção no intraoperatório. A glândula a ser irradiada é preparada com a aproximação dos retalhos glandulares oportunamente separados do plano subcutâneo e suturados; a parede torácica é protegida com discos protetores.

Após a realização da cirurgia conservadora e o preparo local da mama para a IORT, a paciente, sob anestesia e acompanhada da equipe anestésica e de enfermagem, é transportada para a sala do acelerador linear e devidamente posicionada pela equipe da radioterapia e cirurgia, de forma a alinhar o colimador ao feixe de elétrons, que incide no leito operatório. A pele é afastada do campo de irradiação, por um sistema de posicionamento dedicado. O registro fotográfico do campo final é demarcado com tinta especial (caneta para marcação cutânea).

A porção da glândula mamária adjacente ao quadrante retirado é irradiada em dose única com IORT, empregando acelerador linear de partículas (LINAC) com energia de elétrons nas faixas de 6,0 MeV a 12,0 MeV, com nível individualizado baseando-se na espessura da glândula a ser irradiada. A dose administrada é de 21 Gy. Empregam-se cones específicos e colimadores para irradiação intraoperatória com elétrons, em diâmetro que abranja a margem glandular peritumoral suficiente. Fica a critério da equipe de radioterapia e de cirurgia a escolha do diâmetro do cone e da energia do feixe de elétrons, além da colocação apropriada do cone (BROMBERG, 2013).

3. METODOLOGIA

Foram estudados junto à literatura internacional e nacional os benefícios da realização da técnica da radioterapia intraoperatória. Nesta etapa foram utilizadas as bases de dados de artigos científicos (Google Acadêmico, Biblioteca Virtual em Saúde, Bireme, PubMed, Scielo), usando as palavras “Radioterapia Intraoperatória *AND* Câncer *OR* Tumor; Radioterapia Intraoperatória *AND* Brasil; Radioterapia Intraoperatória *AND* Câncer de mama; Técnicas de radioterapia; Intraoperative radiotherapy”, além de pesquisas em livros, publicações disponíveis na biblioteca do campus da UNESP de Botucatu, e pesquisas no ambiente virtual eletrônico.

Foram coletadas informações por e-mail e telefone junto aos serviços de radioterapia cadastrados na Sociedade Brasileira de Radioterapia, com o objetivo de conhecer quais realizam os procedimentos de radioterapia intraoperatória, conhecer as técnicas, procedimentos, equipamentos e dispositivos necessários para implantação desta modalidade radioterápica enfocando os parâmetros físicos e radiométricos pertinentes.

Foram analisados juntos aos fornecedores de aceleradores linear (Varian Medical Systems e Elekta Medical Systems) do ramo da radioterapia os custos financeiros da implantação de procedimentos de radioterapia intraoperatória. O representante da marca Zeiss que fornece o sistema INTRABEAM® foi contatado por e-mail para obtenção de informações relativas aos custos dos investimentos e resultados terapêuticos obtidos com a IORT com este equipamento.

Por fim, foi analisado o ambiente destinado aos procedimentos de radioterapia intraoperatória já existente no Serviço de Radioterapia do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Botucatu e avaliados os aspectos sócios econômicos visando à indicação da melhor destinação e conduta.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Análise dos resultados encontrados na literatura

Nas análises dos artigos publicados por serviços de radioterapia que realizam IORT, foram selecionados os 10 principais compreendidos no período de 1987 a 2016, que melhor ilustravam dados sobre a eficiência do tratamento levando em consideração as taxas de complicações e sobrevida livre da doença.

A Tabela 2 ilustra alguns dos parâmetros analisados nos artigos pesquisados, tais como: lesão tratada (LT); número de pacientes (N) e taxa de sobrevida (SB).

Tabela 2 – Resultados encontrados na literatura

Autor	LT	N	SB
Veronesi <i>et al.</i> , (2010)	Carcinoma de mama	1822	89,7% (10 anos)
Urbina (2004)	Glioma maligno	256	50% (16 meses)
Abe (1987)	Carcinoma estômago	101	87,2% (5 anos)
Zur <i>et al.</i> , (2016)	Carcinoma de mama	395	95% (7 anos)
Sabrido <i>et al.</i> , (2002)	Tumores sacropelvicos	17	76,5% (60 meses)
Alves (2013)	Carcinoma de mama	3451	91,8% (12 anos)
Zerwes (2007)	Carcinoma de mama	40	82,5% (18 meses)
Bromberg (2013)	Carcinoma de mama	50	94% (52,1 meses)
Barros (2007)	Carcinoma de mama	49	87,8%(23,5meses)
Vaidya <i>et al.</i> , (2010)	Carcinoma de mama	1113	82,4% (4 anos)

4.2 Resultado da pesquisa realizada com a Sociedade Brasileira de Radioterapia

Foi elaborado um questionário visando identificar os centros oncológicos que realizam os procedimentos de IORT e solicitado informações sobre os equipamentos e técnicas de IORT por eles realizadas. O formulário foi submetido aos serviços de radioterapia membros da Sociedade Brasileira de Radioterapia (SBRT). Atualmente existem 240 instalações de radioterapia cadastradas na CNEN (Comissão Nacional de Energia Nuclear) e cerca de 180 registradas na Sociedade Brasileira de Radioterapia (SBRT). A pesquisa recebeu o retorno de 40 participantes, dos quais somente 7 (17,5%) realizam procedimentos de IORT. A utilização varia do tipo dos equipamentos, sendo utilizado o acelerador linear fixo para IORT e o equipamento móvel INTRABEAM® da marca Zeiss para IORT. Os sítios anatômicos mais tratados com IORT são a mama, pelve e abdômen. As doses de radiação por aplicação variam de 18 Gy a 21 Gy. O número médio de procedimentos variam entre os serviços, em parte devido à disponibilidade de equipamentos, algumas clínicas realizam até 5 procedimentos por mês, enquanto outras fazem em média apenas 2 por ano.

A Tabela 3 identifica os serviços de radioterapia que responderam ao formulário de sobre a aplicação de procedimentos de IORT.

Tabela 3 – Centros radioterápicos participantes da pesquisa

Nome dos centros radioterápicos	Realizam IORT
Hospital Israelita Albert Einstein – São Paulo-SP	SIM
Hospital da Mulher Prof. Dr. José A.Pinotti - CAISM/UNICAMP	NÃO
Hospital Bandeirantes	NÃO
Faculdade de Medicina de Botucatu – Botucatu-SP	NÃO
Instituto Santista de Oncologia – Santos-SP	NÃO
CERAPE – Pernambuco-PE	NÃO
CEPON – Florianópolis-SC	NÃO
Hospital de Caridade São Vicente de Paulo – Jundiaí-SP	NÃO
Oncoville – Curitiba-PR	SIM
Hospital Estadual Manoel de Abreu – Bauru-SP	NÃO
Serviço de Radioterapia da Unimed – Bauru-SP	NÃO
Hospital Amaral Carvalho – Jaú-SP	NÃO
Santa Casa de Misericórdia de Araçatuba – Araçatuba-SP	NÃO
Hospital A.C. Camargo de São Paulo-SP	SIM
Hospital Sírio Libanês de São Paulo-SP	SIM
Nucleon Radioterapia e Física Médica – Sorocaba-SP	NÃO
Instituto de Radioterapia de Taguatinha – Brasília – DF	NÃO
Instituto Arnaldo Vieira de Carvalho – Santa Casa de São Paulo	NÃO
Ghelfond Diagnóstico – São Paulo – SP	NÃO
Hospital Santa Marcelina – São Paulo – SP	NÃO
Santa de Casa de Ourinhos – SP	NÃO
Hospital Mater Dei – Belo Horizonte – MG	SIM
Centro de Radioterapia de Itabuna – BA	NÃO
Hospital Alemão Oswaldo Cruz – SP	SIM
Hospital São Rafael – BA	SIM
Oncologia Rede D'OR S.A – Unidade São Cristovão – RJ	NÃO
Centro Oncológico do Triângulo Ltda. – Uberlândia-MG	NÃO
Hospital Português da Bahia – Salvador-BA	NÃO
UOPECCAN – Cascavel-PR	NÃO
ONCOCLÍNICA – RJ	NÃO
Hospital Geral de Caxias do Sul – RS	NÃO
Associação de Combate ao Câncer de Goiás – GO	NÃO
Hospital do Câncer de Barretos – Hospital PIO XII	NÃO
Oncominas – Unidade Pouso Alegre-MG	NÃO
Instituto Sul Paranaense de Radioterapia – Ponta Grossa-PR	NÃO
Liga do Câncer – Natal-RN	NÃO
Hospital Santa Catarina-SP	NÃO
Instituto do Câncer Arnaldo Vieira de Carvalho-SP	NÃO
Tacchini Sistema Integrado de Saúde – Bento Gonçalves-RS	NÃO
CEBRON – Goiânia-GO	NÃO
Total de participantes:	40
IORT: 17,5%	

Para os casos de tumores da mama, o procedimento mais comum é o tratamento exclusivo, com dose de radiação prescrita de 21 Gy, com feixes de elétrons de energias de 6,0 MeV a 15,0 MeV. Para direcionamento do feixe e posicionamento do campo de radiação utilizam-se cones circulares de acrílico com diâmetros internos de 4,0cm, 5,0cm, 6,0cm e 7,0cm com espessura de parede de 5,0mm.

O investimento inicial para aquisição dos acessórios utilizados em IORT é da ordem de 70 mil dólares. O procedimento envolve a atuação de uma equipe multiprofissional composta por: 1 médico radioterapeuta, 2 físicos, 1 cirurgião oncológico, 1 cirurgião assistente, 1 anestesista, 1 patologista, 1 enfermeira e 1 técnico de enfermagem circulante, e em alguns dos serviços consultados existe a presença do médico nuclear para avaliação da cadeia linfonodal da região mamária.

O tempo de realização do procedimento de IORT depende dos equipamentos utilizados e do grau de complexidade cirúrgica. Os relatos mostram um tempo médio de 2 horas, sendo de 4,0 minutos a 7,0 minutos para o tempo de irradiação, considerando uma dose de 21 Gy e exposição em um acelerador linear.

No Hospital Mater Dei de Belo Horizonte já estão relatadas a experiência de 92 casos (até 08-06-2016), sendo 84 casos de mama, 5 casos de abdômen, 2 casos de pelve e 1 caso de coluna.

4.3 Custos de instalação do Serviço de IORT do HC-FMB

No ano de 2007 foi realizado um estudo técnico para a execução de obras de engenharia para reforma e ampliação junto ao Setor Técnico de Radioterapia do Hospital das Clínicas de Botucatu (HC-FMB), visando à construção da infraestrutura física necessária, com centro cirúrgico adequado para a realização de procedimentos de radioterapia intraoperatória. As obras foram concluídas no ano de 2009. O custo final da obra foi estimado em: R\$ 166.000,00 (cento e sessenta e seis mil reais), para uma área de ampliação de 130,00 m² (R\$ 1.277,00 por m²) e prazo de execução de 120 dias.

No ano de 2014 foram cotados os custos para aquisição dos acessórios necessários para a realização da IORT, específicos para uso no equipamento acelerador linear disponível no HC-FMB, da marca Varian e modelo Clinac 2100C. O valor total orçado foi de R\$ 31.900,00 (trinta e um mil e novecentos reais), consistindo de um Sistema de Cones para Radioterapia Intra-Operatória, composto:

a) suporte para encaixe dos cones; b) conjunto de 03 cones superiores e 03 aplicadores inferiores, todos com tubo redondo em acrílico cristal nos diâmetros de 50cm, 60cm e 70cm, todos com espessura de 5,0mm; c) conjunto com 8 colimadores para proteção com diâmetro externo de 70mm, 80mm, 90mm e 100mm, sendo duas unidades de cada diâmetro. Estes equipamentos foram adquiridos no ano de 2015.

Antes da utilização dos cones, é necessária a realização de testes dosimetria e aferição da qualidade dos acessórios e do feixe de radiação. O orçamento mais barato para a realização destes testes indicou o montante de R\$ 12.800,00 (doze mil e oitocentos reais).

Os custos apontados acima somam a quantia de R\$ 210.700,00 (duzentos e dez mil e setecentos reais), valor este já desembolsado pelo HC-FMB.

Para a implantação e realização dos procedimentos de IORT ainda são necessárias às aquisições de equipamentos de dosimetria específicos e da mesa cirúrgica apropriada, estimados em cerca de R\$ 80.000,00 (oitenta mil reais).

4.4 Realização de IORT – comparação dos procedimentos com o equipamento INTRABEAM® e com o acelerador linear.

O Hospital A.C. Camargo de São Paulo adquiriu um equipamento de IORT de raios-x de baixa energia, da marca Zeiss e modelo e iniciou seu uso no ano de 2016. O custo de aquisição do equipamento foi em torno de € 600.000,00 (seiscentos mil euros). Este equipamento, por usar feixes de raios-x de baixa energia não requer salas com sistemas de proteção radiológica complexa. Também não há a necessidade de construção de um centro INTRABEAM® cirúrgico no setor de radioterapia, tal como é exigido quando se realiza a IORT com aceleradores lineares. O procedimento pode ser efetuado nas salas cirúrgicas do próprio hospital, pois o equipamento é portátil, podendo ser facilmente transportado.

Naquele hospital, quando se fazia a IORT com o acelerador linear, a dose de radiação aplicada era de 12 Gy, já com o INTRABEAM® a dose de radiação é de 20 Gy, calculada na superfície do aplicador. Com o AL a energia do feixe de elétrons aplicada é de 9,0 MeV e com o INTRABEAM® o feixe de radiação usado é raios-x de energia de 50 kV. Ambos os equipamentos usam cones de localização, porém com formas e dimensões diferentes. O custo dos cones e acessórios para o AL varia

em torno de R\$ 50.000,00 (cinquenta mil reais) e R\$ 80.000,00 (oitenta mil reais), dependendo das características e especificidades dos cones e do AL usado.

O tempo de feixe de radiação com o INTRABEAM® é maior do que com o AL, no entanto, o tempo total de procedimento é menor do que com o AL, pois não há a necessidade de transferir o paciente do centro cirúrgico para a sala de teleterapia, e depois de volta para o centro cirúrgico para a finalização da cirurgia.

Ambos os métodos exigem a atuação de uma equipe multiprofissional composta por cirurgião, médico radioterapeuta e físico médico, além dos profissionais de suporte comum a um centro cirúrgico.

Na rotina do Serviço de Radioterapia do Hospital A.C. Camargo realizam-se uma média de 2 a 3 procedimentos de IORT por mês.

4.5 Avaliação do CONITEC do Ministério da Saúde para uso do INTRABEAM®.

A Comissão Nacional de Incorporação de tecnologia do SUS (CONITEC, 2016) publicou em julho de 2016 um Relatório referente ao estudo sobre a viabilidade da incorporação da IORT com o equipamento INTRABEAM® aos pacientes oriundo do Sistema Público de Saúde.

Conforme o referido Relatório, o uso do método tem indicação apenas aqueles pacientes com lesão em fase inicial sem acometimento linfático axilar. A aplicação deve se dar em dose única.

O Relatório faz um paralelo entre a radioterapia convencional em tumores de mama, onde normalmente o período de tratamento é de 5 a 7 semanas, e o método de IORT em aplicação única.

O Relatório aponta que a radioterapia intraoperatória apresenta um aumento na recorrência local do tumor em cerca de 2,0% quando comparada com a radioterapia convencional. No entanto, ela proporciona melhores resultados cosméticos e redução da toxicidade grave. O conforto aos pacientes propiciado pelo procedimento de dose única faz com que os doentes aceitem o risco de recorrência de 2,3% (CONITEC-MS, 2016).

O custo do equipamento, segundo o Relatório do CONITEC, foi estimado em € 435.000,00 (quatrocentos e trinta e cinco mil euros), incluindo um jogo de hastes, e sem contabilizar os custos de manutenção anual. Considerando a cotação atual (1€ = R\$ 3,62), tem-se um valor de R\$ 1.574.700,00 (um milhão quinhentos e setenta e quatro mil e setecentos reais). A utilização deste equipamento requer ainda a

aquisição de equipamento de proteção à radiação (estimados em torno de R\$ 6.000,00). A manutenção anual do sistema está estimada em cerca de R\$ 177.000,00 (cento e setenta e sete mil reais).

O estudo, que também analisou o QALY e o ICER da proposta de incorporação da IORT nas políticas de saúde do SUS, concluiu que ela causaria um alto impacto orçamentário (mínimo de R\$ 26.660.242,00 no primeiro ano), considerado elevado. O Relatório concluiu para recomendação preliminar não favorável à incorporação.

No estudo do CONITEC, tanto o QALY, que representa uma medida da qualidade de vida frente aos anos de sobrevida, isto é, uma medida que quantifica simultaneamente duração e qualidade de vida, quanto o ICER, que demonstra a razão custo-benefício incremental que a tecnologia propõe, ambos foram ajustados para os padrões do Sistema Único de Saúde brasileiro. O ICER demonstrado foi de R\$ 100.528,10/QALY, apontando que o procedimento passa a ser custo-efetivo (em limiar de 1 PIB *per capita*/QALY) a R\$ 3.030,00. O valor do PIB *per capita* determinado em 2015 foi de R\$ 28.876,00. O estudo realizado pelo fabricante Zeiss aponta índices de: R\$ 11.077,00/QALY, com um impacto orçamentário de aproximadamente 10 milhões de reais para o primeiro ano, a um custo do procedimento de R\$ 6.867,00.

4.6 Avaliações dos repasses financeiros para o procedimento de IORT.

O Sistema Único de Saúde (S.U.S.) e demais sistemas públicos de assistência médica, ainda não incorporaram nas suas diretrizes o pagamento do procedimento de radioterapia intraoperatória.

No âmbito dos sistemas de saúde privados, os repasses financeiros referentes aos procedimentos médico-terapêuticos seguem as recomendações da Associação Médica Brasileira (AMB) prescritas na tabela da Classificação Brasileira Hierarquizada de Procedimentos Médicos – CBHPM (AMB, 2014). Neste documento estão ordenados os métodos e procedimentos existentes nas atividades terapêuticas e diagnósticas, e são estabelecidos portes de acordo com a complexidade, tecnologia e técnicas envolvidas em cada ato.

A CBHPM estabelece o conceito de UCO (unidade de custo operacional), que incorpora depreciação de equipamentos, manutenção, mobiliário, imóvel, aluguéis,

folha de pagamento e outras despesas comprovadamente associadas aos procedimentos médicos.

A CBHPM-2014 está distribuída em 4 capítulos, os procedimentos de radioterapia estão localizados no capítulo 4 (Procedimentos Diagnósticos e Terapêuticos). A pontuação dos procedimentos médicos está agrupada em 14 portes e 3 subportes (A,B,C). Os procedimentos de radioterapia estão agrupados no código: 4.12.00.00-4, e o procedimento de IORT está identificado com o código: 4.12.03.16-0, correspondendo ao porte 14A da CBHPM que prevalece a quantidade de unidades de custo operacional UCO = 436,000. Em outubro de 2015 a AMB atualizou o valor da UCO (unidade de custo operacional) para: 1 UCO = R\$ 17,74, e o valor do porte 14A foi estipulado em R\$ 3.434,45.

O cálculo do valor de repasse final dos procedimentos segue a regra: (valor do porte) + (UCO x valor do UCO), o que corresponde a um valor final de: (3.434,45) + (436,000 x 17,74) = R\$ 11.169,09 (onze mil, cento e sessenta e nove reais e nove centavos).

Assim, um procedimento de IORT, na esfera privada, custaria em torno de R\$ 11.000,00 (onze mil reais) em valores atuais.

A realização da IORT com aceleradores lineares requer além dos investimentos em construção do centro cirúrgico e demais ambientes específicos, a disponibilidade do equipamento de teleterapia e da sala apropriada com blindagem para feixes de megavoltagem. Um AL com feixes de elétrons de alta energia custa em média cerca de U\$1.200.000,00 (um milhão e duzentos mil dólares), convertidos em reais na cotação atual resulta em R\$ 4.080.000,00 (quatro milhões e oitenta mil reais), a construção da sala de tratamento está estimada em R\$ 600.000,00 (seiscentos mil reais). Considerando os custos apresentados para o Setor Técnico de Radioterapia do HC-FMB para a construção do centro cirúrgico no setor e aquisição de acessórios, o investimento total para implantação da IORT fica estimado em aproximadamente R\$4.970.700,00 (quatro milhões, novecentos e setenta mil e setecentos reais).

No entanto, é importante salientar que o AL está concebido para realização de todos os procedimentos de teleterapia, não apenas os de IORT, podendo assim assistir a todos os pacientes submetidos à radioterapia com feixes externos. Sua implantação atende à demanda dos diversos casos clínicos encaminhados para radioterapia. A Tabela 4 apresenta o quantitativo de pacientes atendidos no Setor de

Radioterapia do HC-FMB no período de 2010 a 2014, com a realização de procedimentos de radioterapia convencionais nos diversos sítios anatômicos e patologias oncológicas.

Tabela 4 – Quantidades de pacientes assistidos no Setor de Radioterapia do HC-FMB

Ano	2010	2011	2012	2013	2014
Pacientes	714	781	806	973	952

Considerando os custos de aquisição e implantação da IORT com o equipamento INTRABEAM® citados na experiência do Hospital A.C. Camargo, 600.000,00 (seiscentos mil euros), equivalente à R\$ 2.172,000,00 (dois milhões, cento e setenta e dois reais), e o repasse dos procedimentos de IORT estimados na Tabela da CBHPM (R\$ 11.000,00), seria necessária a realização de cerca de 198 procedimentos de IORT para a reposição dos custos do investimento inicial. Isto, desconsiderando os custos de mão de obra para efetuação dos tratamentos.

No caso do HC-FMB, considerando que o acelerador linear já foi adquirido desde o ano de 2002, e é utilizado na rotina clínica para os demais procedimentos, e que os custos com a construção do centro cirúrgico e aquisição dos acessórios estão estimados em R\$ 290.000,00, seria necessária a realização de cerca de 27 procedimentos de IORT. Isto considerando os valores calculados pela CBHPM e não computados os custos de mãos de obra dos profissionais envolvidos nos procedimentos.

Atualmente, para tratamento dos pacientes oriundos do SUS, a maior parte dos serviços de radioterapia ainda executa a técnica convencional, com campos bidimensionais. A terapia é efetuada normalmente em 28 aplicações diárias, de segunda a sextas-feiras correspondendo à cerca de 35 dias de tratamento. O repasse financeiro dos procedimentos é feito por campos de radiação. Para os casos de mama, são autorizados no máximo 120 campos. O valor por campo de tratamento efetuado em acelerador linear (que possua feixes de fótons e de elétrons) é de R\$ 35,00, resultando num valor total de R\$ 4.200,00. A este valor são incluídos os custos dos planejamentos e simulações (R\$ 480,00) dos campos de tratamento, blocos de colimação (R\$ 52,00) quando necessários e filmes radiográficos para verificação dos campos de tratamento (R\$ 30,00). Estes valores

somam R\$ 4.762,00 (quatro mil, setecentos e sessenta e dois reais). Em alguns casos clínicos, onde há a indicação, após o final das aplicações com feixes de fótons, são ainda realizadas aplicações com feixes de elétrons no leito cicatricial para complemento (*boost*) da dose de radiação prescrita.

Perante a Tabela CBHPM, a radioterapia convencional ocupa o porte 1C (R\$ 47,77) com UCO igual a 3,610 por campo de tratamento. Considerando o valor do UCO de R\$ 17,74, e 120 campos de tratamento, tem-se o valor de R\$ 7.732,74. Agregam a este valor os custos com: o bloco de colimação definido como porte 3C (R\$ 198,73 e UCO = 9,730) - R\$ 371,34; o filme de verificação com porte 1A (R\$ 15,92 e UCO = 1,800) - R\$ 47,85 e o planejamento simples que possui porte 3A (R\$ 135,78 e UCO = 12,520) - R\$ 357,88, somando a quantia de R\$ 777,07. Assim, o valor recebido pelo tratamento de tumor de mama na modalidade convencional (2D) seria de R\$ 8.509,81 (oito mil quinhentos e nove reais).

Uma técnica mais moderna de radioterapia é a RT3D (Radioterapia Tridimensional Conformada), neste caso o repasse financeiro do tratamento é feito por procedimento e não por campos de tratamento, e independe da área a ser irradiada. O SUS ainda limita o pagamento deste procedimento apenas para tumores da próstata e do sistema nervoso central. O procedimento de RT3D na Tabela CBHPM compõe o porte 14C (R\$ 4.121,62) com UCO igual a 1067,130, o que corresponde a um repasse financeiro de R\$ 23.052,51 (vinte e três mil e cinquenta e dois reais). No entanto, os valores atualmente praticados pelos planos privados de saúde gira em torno de R\$ 13.000,00 (treze mil reais).

A técnica de radioterapia por intensidade modulada de feixe (IMRT) vem surgindo como alternativa de radioterapia que proporciona melhores resultados terapêuticos. Ela se enquadra como porte 14C (R\$ 4.121,62) com UCO de 1476,210, o que projeta um repasse financeiro de R\$ 30.309,58. No entanto, os valores atualmente praticados são em torno de R\$ 16.000,00 (dezesseis mil reais).

5. CONCLUSÃO

Os principais benefícios da radioterapia intraoperatória são os fatos de que:

- 1) A radiação é liberada durante o próprio procedimento de remoção cirúrgica do câncer, em uma única aplicação, evitando o deslocamento do paciente diariamente para o serviço de radioterapia, durante cerca de 35 dias;

- 2) Não há a exposição de tecidos da pele e subcutâneos, o que ocorre com a radioterapia externa, isto provoca efeitos radiobiológicos indesejáveis como radiodermite e hiperpigmentação, os quais comprometem os resultados cosméticos do tratamento;
- 3) A exposição de tecidos circunvizinhos, como o pulmão, área cardíaca e cervical, é muito menor quando comparada com a radioterapia externa.

Todavia, os estudos da literatura mostraram que a IORT não apresenta aumento na sobrevida dos pacientes tratados, quando comparada com a radioterapia tridimensional conformada. Além disto, verificou-se um acréscimo no percentual (cerca de 2,0%) de recidiva local da doença. Neste aspecto, há de se enfatizar que os estudos não compararam IORT com radioterapia convencional 2D ainda realizada no Brasil, o que pode modificar as interpretações quantitativamente.

Os investimentos para a aquisição de equipamentos ainda são muito caros e proibitivos para a maioria dos serviços de radioterapia que atendem exclusivamente pacientes oriundos dos sistemas públicos de saúde.

Na esfera dos serviços particulares de radioterapia, e que assistem exclusivamente doentes com melhores condições financeiras, a IORT oferece melhor opção terapêutica do que a radioterapia convencional.

Comparando a implantação de serviço de IORT feita com o equipamento INTRABEAM® e com aceleradores lineares, embora o investimento para construção de um centro de teleterapia com AL requer maiores custos iniciais, o atendimento pode se estender a todos os demais procedimentos de teleterapia, enquanto que o uso do INTRABEAM® é restrito para aplicações em lesões pequenas, sem comprometimento de cadeias linfonodais adjacentes, e com forte indicativo terapêutico. Neste aspecto, cabe salientar que não há diferenças significativas quanto ao tempo total gasto no procedimento de IORT feito com o AL ou com o INTRABEAM®.

Em relação à proposta de implantação de procedimentos de IORT no Setor Técnico de Radioterapia do HC-FMB, os investimentos já realizados e os aportes financeiros já estipulados, requerem o início das atividades. Todavia, há de se elaborar um plano de trabalho e conscientização dos profissionais do Setor, visando à qualidade e continuidade dos procedimentos efetuados no serviço, os quais constituem de radioterapia bi e tridimensionais para os diversos sítios

anatômicos, e que deverão compor na sua rotina os procedimentos de IORT. Isto deve ser feito de forma harmônica e com competência de gerenciamento visando sempre à qualidade dos tratamentos oferecidos e a resposta terapêutica pretendida e preconizado pelos órgãos responsáveis pelas políticas de saúde pública.

Os planejamentos físicos para a realização dos procedimentos de IORT requerem um estudo prévio das energias dos feixes de radiação a serem aplicados, e da determinação dos acessórios indicados. Todo o conjunto deve ser determinado pela equipe de médico radioterapeuta, cirurgião e físico médico.

Os procedimentos de controle de qualidade dos feixes e equipamentos de radiação utilizados em IORT são semelhantes aos realizados na radioterapia convencional. Após os testes de comissionamento da máquina com os cones localizadores, os ensaios de dosimetria devem seguir os protocolos tradicionais adequados a cada serviço de radioterapia, mediante as especificidades de cada sistema, quer seja com acelerador linear ou com o INTRABEAM®.

Referências

- ABE, M. et al. Intraoperative Radiotherapy in Carcinoma of the Stomach and Pancreas. **World Journal of Surgery**, v. 11, p. 459-464, 1987.
- ABREU, C. E. C. V. et al. Radioterapia estereotáxica extracraniana em câncer de pulmão: atualização. **J. Bras. Pneumol.**, v. 41, p. 376-387, 2015.
- AIMI, D. et al. Proposta de metodologia de controle de qualidade de filtro dinâmico utilizando a intercomparação entre TLD (LIF), câmara de ionização. **Disc. Scientia**, v. 12, p. 29-42, 2011. Disponível em: <<http://sites.unifra.br/Portals/36/tecnologicas%202011/3%20-%20PROPOSTA%20controle.pdf>>. Acesso em: 29/10/2015.
- ALVES, P. Radioterapia intraoperatória e neoplasia da mama. **Revista Portuguesa de cirurgia**, v. 27, p. 95-98, dezembro 2013. São Paulo, 2014. Acessado em www.amb.org.br.
- AMB (Associação Médica Brasileira). Classificação Brasileira Hierarquizada de Procedimentos Médicos - CBHPM.
- BARROS, A. C. S. et al. Radioterapia complementar em dose única intra-operatória no tratamento conservador do câncer de mama. **Núcleo de Mastologia do Hospital Sírio Libanês**, v. 35, p. 487-492, 2007.
- BARROS, C. S. **Estudo, avaliação e otimização em Radioterapia – IMRT**. 2010. 140f. Dissertação – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 2010.
- BEDDAR, A. S. et al. Intraoperative radiation therapy using mobile electron linear accelerators: Report of AAPM Radiation Therapy Committee Task Group No. 72. **American Association of Physicists in Medicine**, v. 33, p. 1476-1489, maio 2006.
- BELETTI, B. Targeted intraoperative radiotherapy impairs the stimulation of breast cancer cell proliferation and invasion caused by surgical wounding. **Clin. Cancer. Res.**, v. 14, p. 1325-1332, março 2008.
- BENTEL, G.C. Dose Calculations in Brachytherapy – Pratical Applications of Brachytherapy Techniques. **Radiation Therapy Planning**, v.2, p. 533 – 616, 1996.
- BRAVIM, A. **Aplicação das técnicas de dosimetria termoluminescente (TL) e luminescência opticamente estimulada (OSL) na determinação de curvas de isodose em uma simulação de tratamento de câncer pela técnica de radioterapia em arco volumétrico – VMAT**. 2015. 118f. Tese (Doutorado) – Instituto de Pesquisa Energéticas e Nucleares, Autarquia Associada à Universidade de São Paulo, 2015.
- BROMBERG, S. E. et al. Radioterapia Intraoperatória como protocolo de tratamento do câncer de mama inicial. **Einstein**, v. 11, p. 439-445, 2013.
- BROMBERGI, S.E., et al. Uso da radioterapia intraoperatória (IORT) como protocolo

de investigação no tratamento do câncer de mama inicial: resultados parciais do Hospital Israelita Albert Einstein. **Einstein**, v.5, p.105 – 110, 2007.

CAETANO, M.A.A. **Estudo de três sistemas de imobilização utilizados em Radioterapia – perspectiva atual e futura**. 2014. 56f. Dissertação (Mestrado) – Instituto Politécnico de Lisboa - Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Lisboa, 2014.

CALCINA, C. S. G. et al. Análises de protocolos teleterápicos de controle de qualidade de alguns serviços locais, baseados no TG40 e Arcal XXX. **Radiol. Bras.**, v. 35, p. 31-40, 2002.

CASTRO, D. G. et al. Radiocirurgia nos Adenomas Hipofisários. **Arq. Bras. Endocrinol. Metab.**, vol 50, p. 996-1004, dez 2006.

CLARO, F. et al. Complicações em reconstrução mamária total em pacientes mastectomizadas por câncer de mama: análise comparativa de longo prazo quanto a influência de técnica, tempo de cirurgia, momento da reconstrução e tratamento adjuvante. **Revista Brasileira de Cirurgia Plástica**, vol 28, p. 85-91, 2013.

CONITEC (Comissão Nacional de Incorporação de tecnologia do SUS) – Ministério da Saúde. Relatório de Recomendação. Julho-2016. Brasília-DF. 2016. Disponível em: <<http://conitec.gov.br>>. Acesso em: 20 nov. 2016.

DIAS, T. S. et al. Absorção do feixe de fótons de 6 MV através de acessórios de imobilização para radioterapia. **Revista Brasileira de Física Médica**, 2009. Disponível em <http://www.siscone.com.br/Uploads/CBFM/Trab01390000161920140616_000000.PDF>. Acesso em: 03/11/2015.

ESPOSITO, E. et al. Is IORT ready for roll-out?. **Ecancer**, v. 9, p. 516, 2015. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4360616/pdf/can-9-516.pdf>>. Acesso em: 23 out. 2015.

FLÔR, R. C. Uma prática educativa de sensibilização quanto à exposição a radiação ionizante com profissionais de saúde. **Revista Brasileira de Enfermagem**, v. 59, p. 274-278, 2006.

FURNARI, L. Controle de qualidade em radioterapia. **Revista Brasileira de Física Médica**, v. 3, p. 77-90, 2009.

GLYNN, K. M.; RIKER, A.I. Anesthetic Considerations for Intraoperative Radiation Therapy. **The Ochsner Journal**, v. 15, p. 438–440, 2015.

GONÇALVES, V. D. **Caracterização da dose em pacientes devido à produção de imagens de raios-x utilizadas em radioterapia guiada por imagem - IGRT**. 2012. 54f. Tese (Mestrado) - Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, Autarquia Associada à Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

INCA. **Radioterapia**. Rio de Janeiro, 2016. Disponível em: <http://www1.inca.gov.br/conteudo_view.asp?id=100>. Acesso em: 04 nov. 2015.

INSTITUTO DE RADIOTERAPIA SÃO FRANCISCO. **História da Radioterapia**. Disponível em: <http://www.radioterapiamg.med.br/historia_rxt.html>. Acesso em: 05 nov 2015.

JHAM, B. C.; FREIRA, A. R. S. Complicações bucais da radioterapia em cabeça e pescoço. **Rev. Bras. Otorrinolaringol.**, v. 72, p. 704-708, 2006.

KHAN, F.; GIBBONS, J.P.; SPERDUTO, P.W. **Treatment Planning in Radiation Oncology**. Philadelphia: Wolters Kluwer, 1998.

LAVOR, M. et al. Avaliação das ferramentas de controle da qualidade para pacientes submetidos ao IMRT. **Revista Brasileira de Física Médica**, v. 7, p. 3-8, 2013.

LOCH, C. P.; LIMA, M. F. S. Estudo da degradação dos imobilizadores utilizados em pacientes submetidos à radioterapia de cabeça e pescoço. **Revista Matéria**, v. 15, p. 461-471, 2010.

MANUEL, F. A. C. Radioterapia intraoperatoria (electrones) en España: 20 años de implantación asistencial y contribución científica. **Oncología**, v. 27, p. 345-349, 2004.

MARTA, G. N. et al. Tratamento de tumores da cabeça e pescoço com radioterapia de intensidade modulada. **Sociedade Brasileira de Radioterapia**, 2014. Disponível em <<http://www.sbradioterapia.com.br/pdfs/tratamento-de-tumores-da-cabeca-e-pescoco-com-radioterapia-de-intensidade-modulada.pdf>>. Acesso em: 05/01/2016.

MARTA, G. N. Radiobiologia: princípios básicos aplicados à prática clínica. **Diagn. Tratamento**, v. 19, p. 45-47, 2014.

NETO, A. J. C. et al. Monte Carlo simulation as an auxiliary tool for electron beam quality specification for intra-operative radiotherapy. **Brazilian Journal of Physics**, v. 35, n. 3b, 2005.

OKUNO, E. Efeitos biológicos das radiações ionizantes. Acidente radiológico de Goiânia. **Estudos Avançados**, v. 27, p. 185-199, 2013.

PEÑA, R. O. et al. Radioterapia conformada en pacientes con cáncer de prostate Experiencia de tres años en el Instituto Nacional de Cancerología de Colombia. **Rev. Colomb. Cancerol.**, v. 13, p. 124-133, 2009. Disponível em <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0123901509701313>>. Acesso em: 05/01/2016.

PEREIRA, A. J. et al. **Manual para técnicos em radioterapia**. Rio de Janeiro: INCA, 2000. Disponível em: <http://www1.inca.gov.br/pqrt/download/tec_int/PQRT_man_tec_rdtrp.pdf>. Acesso em: 24/10/2015.

PICOT, J. et al. The INTRABEAM® Photon Radiotherapy System for the adjuvant treatment of early breast cancer: a systematic review and economic evaluation. **Health Technology Assessment**, v. 19, p. 1-190, 2015. Disponível em <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK311408/pdf/Bookshelf_NBK311408.pdf>.

Acesso em: 01 fev. 2016.

RAMOS, M. R. C. C. **Minimizar o Prolongamento do Tratamento de Radioterapia**. 2014. 64f. Tese (Mestrado) – Instituto Politécnico de Lisboa, Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Lisboa, 2014.

RIBEIRO, V. A. B.; GIAROLA, R. S., FERNANDES, M. A. R. Avaliação Computacional do Comportamento do Feixe de Radiação em Equipamento de Radioterapia Intraoperatória - Simulações com o Código MCNP-5C. **VII Congresso de Física Aplicada à Medicina**, v.1, p.34 – 37, 2011.

RODRIGUES, B. T. **Radioterapia em câncer de mama – importância da determinação da curva de isodose**. 2012. 29f. Trabalho de conclusão de curso (bacharelado - Física Médica) - Instituto de Biociências de Botucatu, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2012.

SABRIDO, J. L. G., et al. Tumores sacropélvicos primaries y secundarios: Tratamiento con cirugía radical y radioterapia intraoperatória. **Cir. Esp.**, v. 73, p. 78-87, 2003.

SAKURABA, R. K. **Desenvolvimento de um sistema de verificação dosimétrica tridimensional utilizando solução Flicke gel na aplicação para a verificação da radioterapia em arco modulado volumétrico (VMAT) nos tratamentos com movimentação do alvo pela respiração**. 2015. 111f. Tese (Doutorado) – Instituto de Pesquisa Energéticas e Nucleares, Autarquia Associada à Universidade de São Paulo, 2015.

SALAMN, K. D. et al. O uso de PVC no tratamento do cancer. **Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento**, v. 6, p. 22-24, 1998.

SALVAJOLI, B. P. O papel da radioterapia no tratamento do câncer – avanços e desafios. **Onco&**, p. 32-36, 2012. Disponível em: <<http://revistaonco.com.br/wp-content/uploads/2012/09/Radioterapia.pdf>>. Acesso em: 22 set. 2015.

SALVAJOLI, J. V.; SOUAHAMI, L.; FARIA, S. L. **Radioterapia em Oncologia**. MEDSI Editora Atheneu. Rio de Janeiro-RJ. 2013.

SANTOS, D. E. et al. Efeito da radioterapia na função pulmonar e na fadiga de mulheres em tratamento para o câncer de mama. **Fisioter Pesq.**, v. 20, p. 50-55, 2013.

SANTOS, H. C. et al. IMRT e a proteção radiológica no tratamento do câncer de próstata. **Brazilian Journal of Radiation Sciences**, 2015. Disponível em: <<http://www2.sbpr.org.br/revista/index.php/REVISTA/article/viewFile/98/131>>. Acesso em: 16 jan 2016.

SANTOS, I. S. et al. Radioterapia de intensidade modulada (IMRT) para o câncer de próstata. **Informe ATS: Avaliação de Tecnologia em Saúde**. Rio de Janeiro: ANS, set 2009. Disponível em: <http://www.ans.gov.br/images/stories/Materiais_para_pesquisa/Materiais_por_assunto/InformeATS_n7_Radioterapia_de_Intensidade_Modulada_cancer_prostata.pdf>. Acesso em: 30 nov. 2015.

SCAFF, L. A. M., **Física na radioterapia: A base Analógica de uma era digital**. São Paulo: Saber. 2010.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE RADIOTERAPIA. **Novas tecnologias na radioterapia Factsheet**. Disponível em: <http://newsroom.varian.com/download/12+04+18_FS_Radioterapia+-+novas+tecnologias.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2016.

SOUZA, R. S. et al. Determinação do “Fator Filtro Dinâmico” para Aceleradores Therapy. **The Ochsner Journal**, v. 15, p. 438–440, 2015.

URBINA, D. O. Tumores Cerebrales: radiocirurgia estereotáxica o radioterapia intraoperatoria. **Oncologia**, v. 27, p. 338-341, 2004.

VERONESI, U. et al. Full-Dose Intraoperative Radiotherapy With Electrons During Breast-Conserving Surgery. **Arch. Surg.**, v. 138, p. 1253-1256, 2003.

VAIDYA, J. S., et al. Targeted intraoperative radiotherapy versus whole breast radiotherapy for breast cancer (TARGIT-A trial): an international, prospective, randomised, non-inferiority phase 3 trial. **Lancet**, v. 376, p. 91-102, 2010.

VERONESI, U. et al. Intraoperative radiotherapy during breast conserving surgery: a study on 1,822 cases treated with electrons. **Breast. Cancer. Res. Treat.**, v. 124, p.141–151, 2010.

VERONESI, U., et al. Intraoperative radiation therapy with electrons (ELIOT) in early-stage breast cancer. **The Breast**, v.12, p. 483–490, 2003.

VERONESI, U., et al. Surgical technique of intraoperative radiation therapy with electrons (ELIOT) in breast cancer: A lesson learned by over 1000 procedures. **Surgery**, v.140, p. 467–471, 2006.

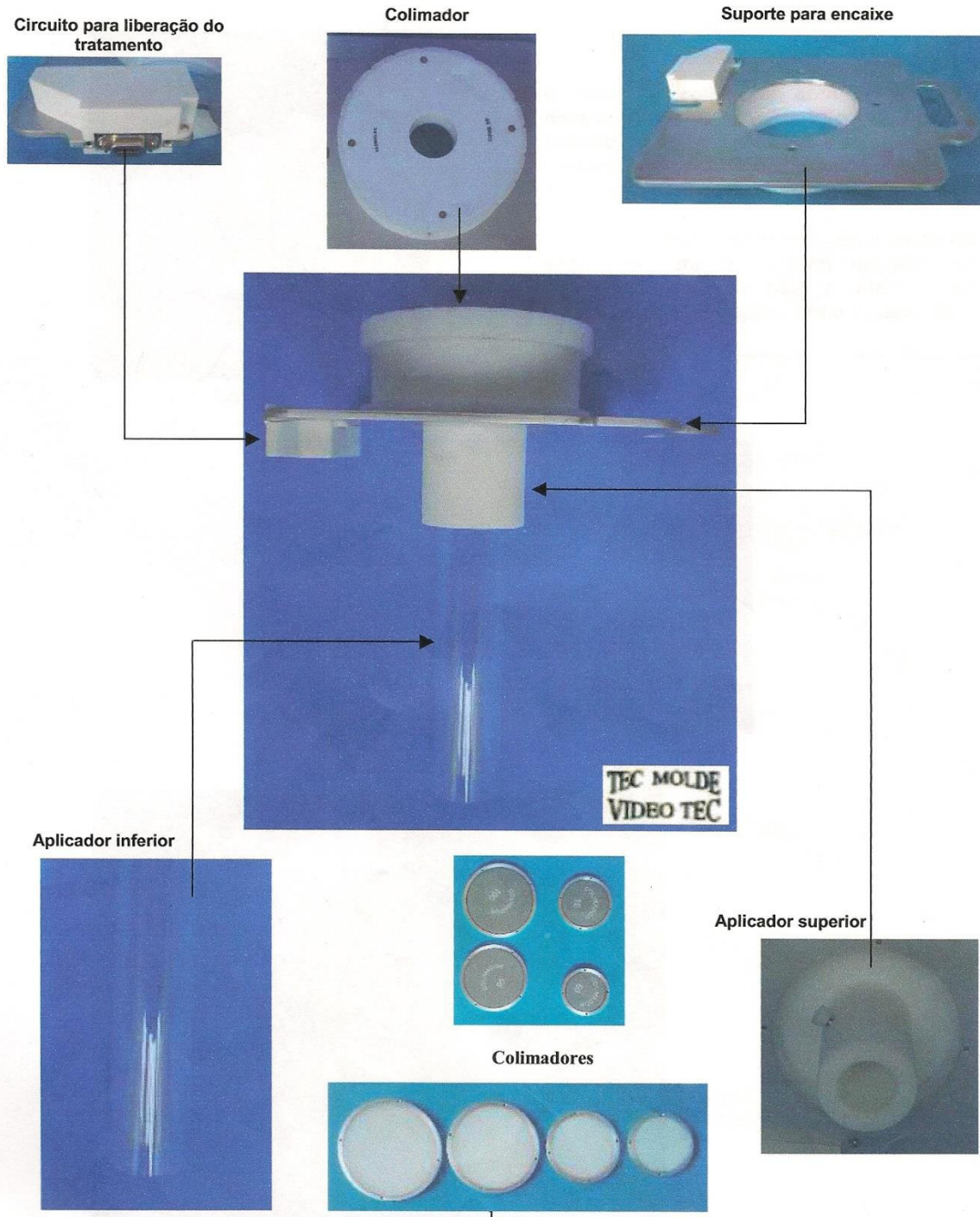
ZEISS. **INTRABEAM®: especificações técnicas**. Alemanha: Carl Zeiss Meditec AG. 2013.

ZUR, M., et al. Short-Term complications of intra-operative radiotherapy for early breast cancer. **Journal of Surgical Oncology**, 2016.

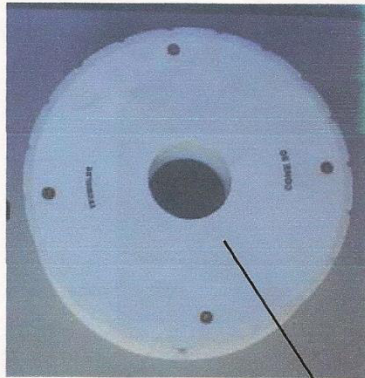
ZERWES, F. P. Radioterapia intra-operatória no tratamento conservador do câncer de mama. **Radiol. Bras.**, v. 40, p. 396, 2007.

**APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO APLICADO AOS MEMBROS DA SOCIEDADE
BRASILEIRA DE RADIOTERAPIA**

Questionário sobre a utilização da radioterapia intraoperatória		
QUESTÕES	RESPOSTAS	
No seu serviço, vocês realizam a técnica de radioterapia intraoperatória – RTIO ?	SIM ()	NÃO ()
<i>Se SIM, prosseguir com o questionário.</i>		
Qual o aparelho de radioterapia vocês utilizam para realizarem a técnica de RTIO ?		
Quais os tipos de lesões e regiões anatômicas são tratadas com RTIO ?		
Qual a dose de radiação total aplicada?		
Quantos procedimentos de RTIO são realizados por mês?		

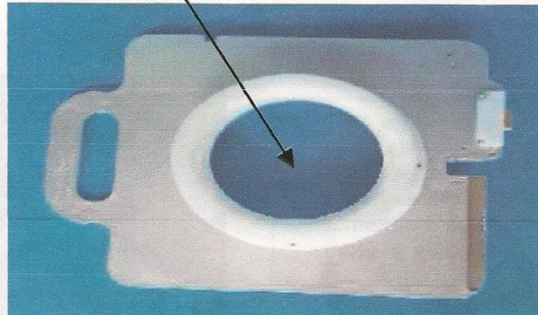
ANEXO A – SISTEMA DE CONES INTRAOPERATÓRIO VARIAN – 2100 C

ANEXO A.1 – MONTAGEM DA BASE COM O COLIMADOR

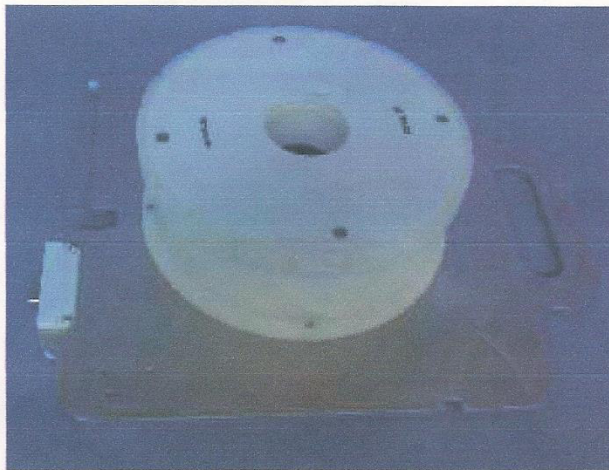


Colimador

- Encaixar o colimador com o diâmetro desejado na base, girando-o no sentido horário e proceder um leve aperto, tomando o cuidado para não apertar demais, evitando assim o seu travamento.
- Introduzir a base na canaleta do suporte do acelerador até o perfeito encaixe do conector, para que haja a abertura do colimador e a liberação para o tratamento.



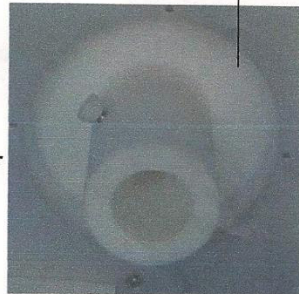
Base



ANEXO A.2 – MONTAGEM DO APLICADOR SUPERIOR



Conjunto base + colimador

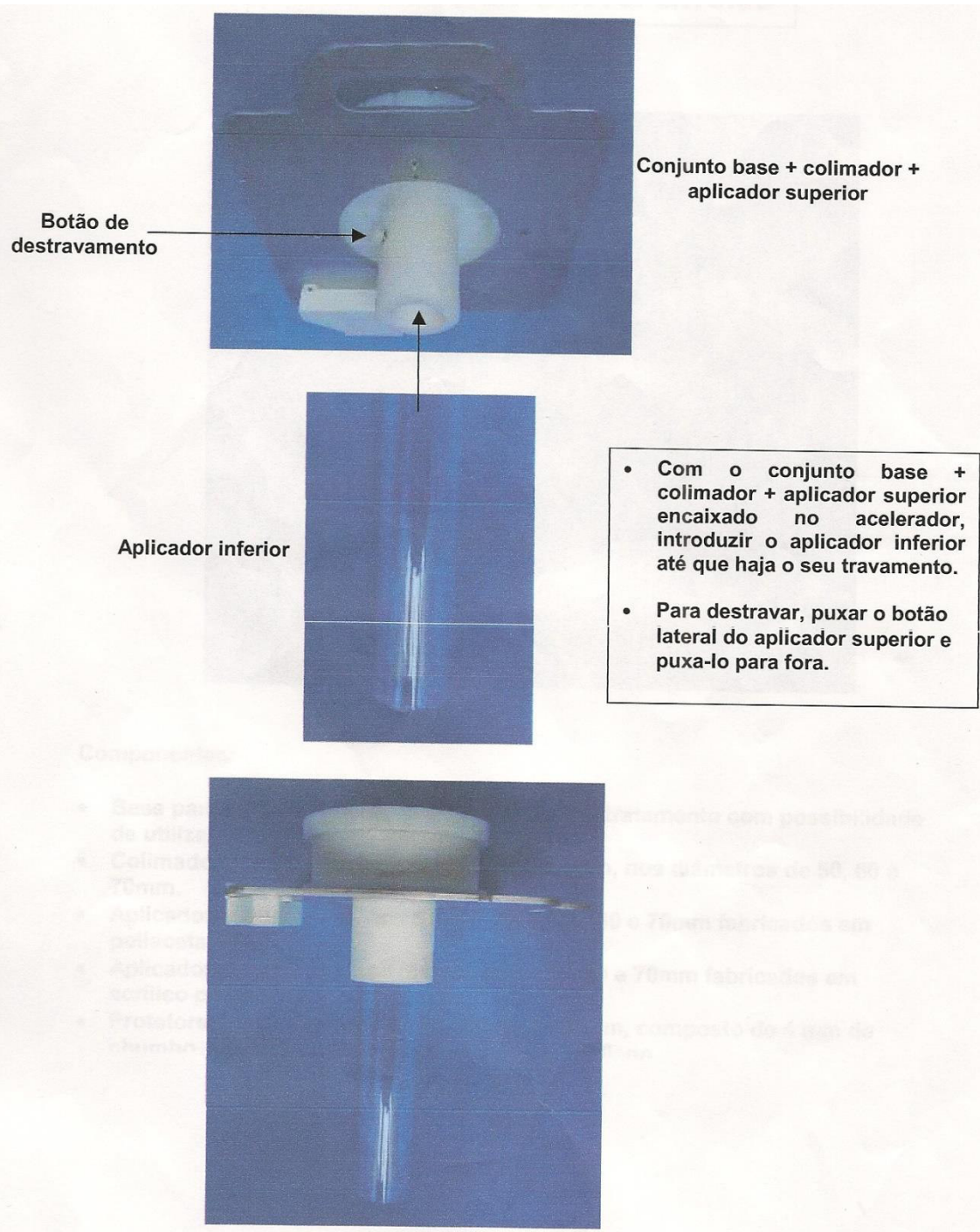


Aplicador superior

- Com o conjunto base + colimador encaixado no acelerador, introduzir o aplicador superior girando-o no sentido horário e proceder um leve aperto, tomando o cuidado para não apertar demais, evitando assim o seu travamento.



ANEXO A.3 – MONTAGEM DO APLICADOR INFERIOR

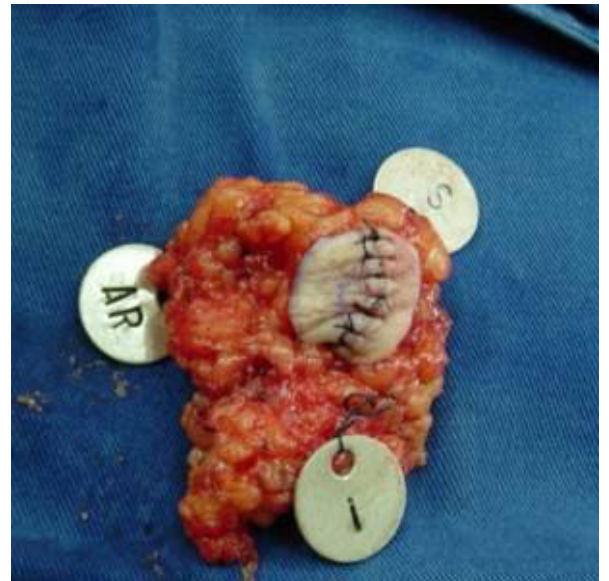
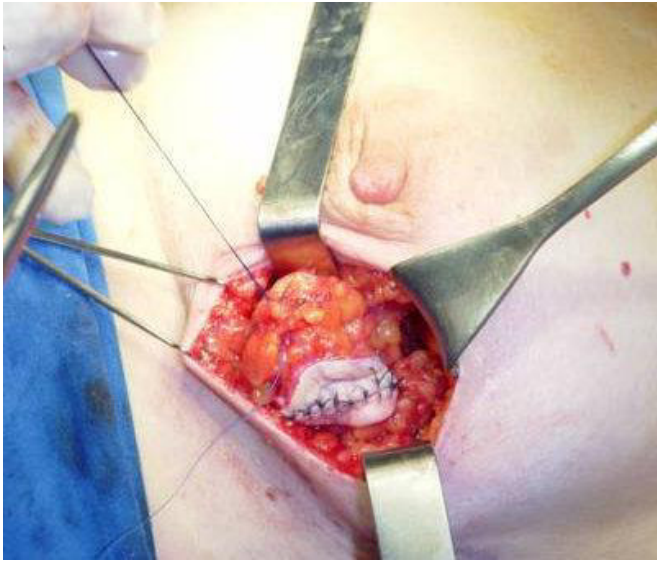


ANEXO B –PROCEDIMENTO DE IORT COM ACELERADOR LINEAR

(Fonte: Roberta Fiuza – Hospital Sírio Libanês – Radioterapia Intraoperatória para o Câncer de Mama)

Etapas:

Cirurgia - Análise de margens e linfonodo sentinela - RTIOP caso ambos negativos



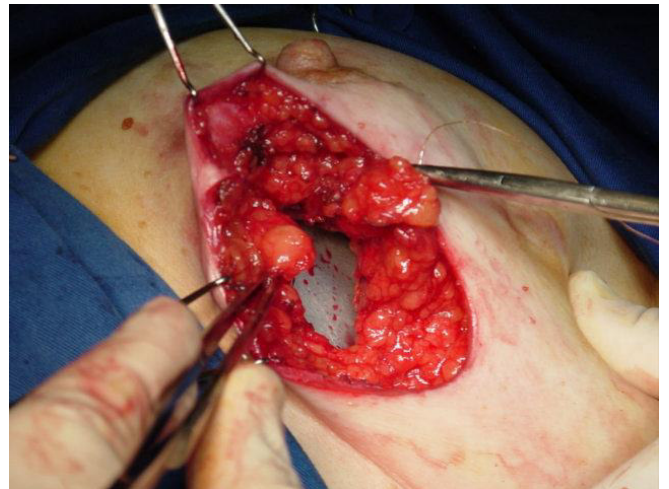
ANEXO B.1 –PROCEDIMENTO DE IORT COM ACELERADOR LINEAR

(Fonte: Roberta Fiuza – Hospital Sírio Libanês – Radioterapia Intraoperatória para o Câncer de Mama)

Mobilização do parênquima e fixação do disco de blindagem do feixe de radiação e proteção do tecido pulmonar.



Composto de 3 camadas: a superior de silicone, a segunda de alumínio e a inferior de chumbo.

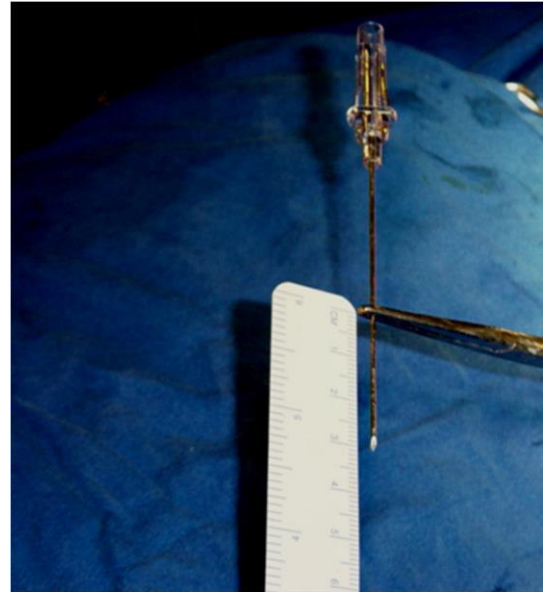
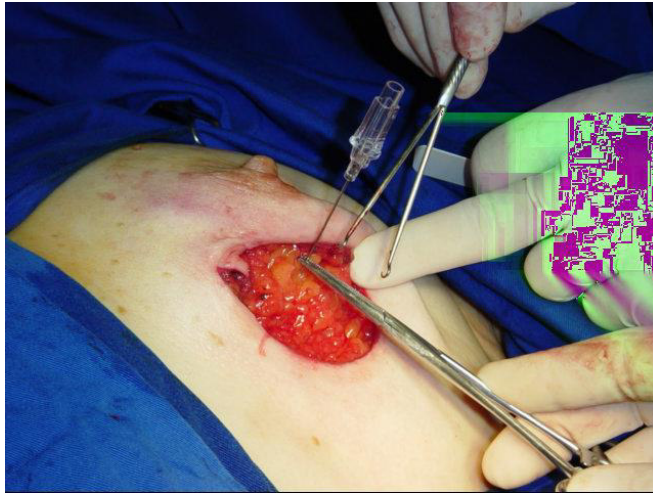


Dispositivo posicionado no campo a ser irradiado.

ANEXO B.2 –PROCEDIMENTO DE IORT COM ACELERADOR LINEAR

(Fonte: Roberta Fiuza – Hospital Sírio Libanês – Radioterapia Intraoperatória para o Câncer de Mama)

Medida da espessura de tratamento



Paciente e transferida para sala do acelerador linear

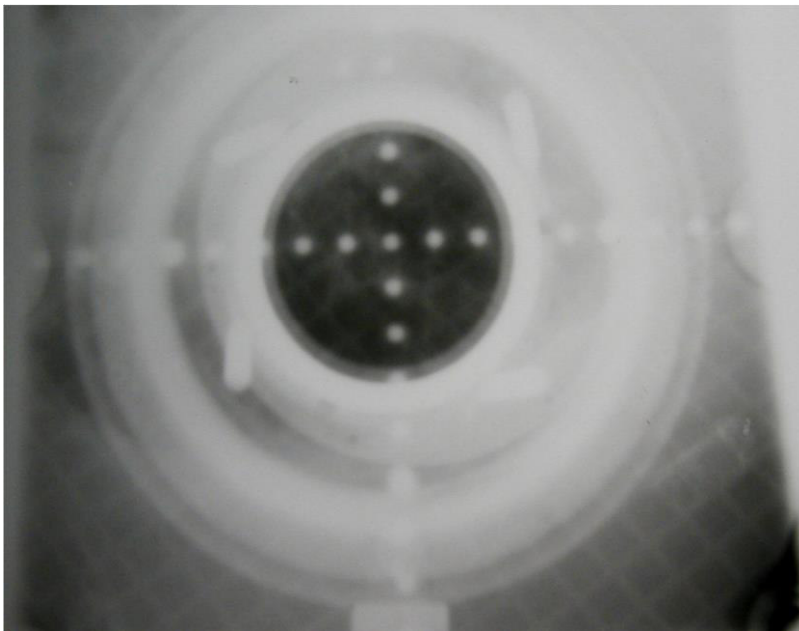


ANEXO B.3 –PROCEDIMENTO DE IORT COM ACELERADOR LINEAR

(Fonte: Roberta Fiuza – Hospital Sírio Libanês – Radioterapia Intraoperatória para o Câncer de Mama)



Posicionamento e acoplamento do cone

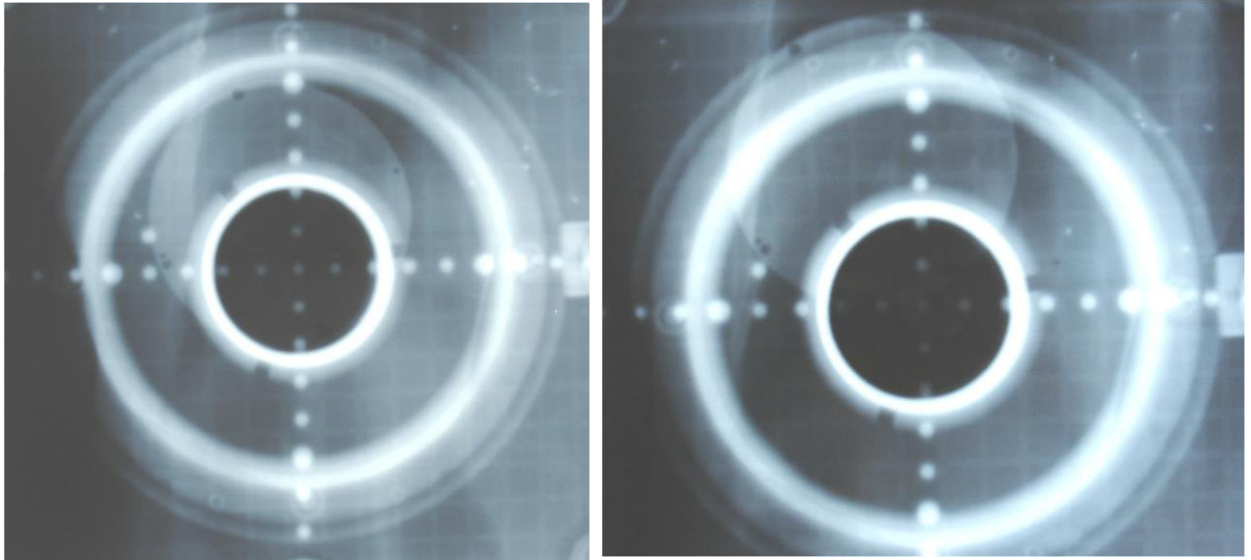


Filme de verificação prévia ao tratamento

ANEXO B.4 –PROCEDIMENTO DE IORT COM ACELERADOR LINEAR

(Fonte: Roberta Fiuza – Hospital Sírio Libanês – Radioterapia Intraoperatória para o Câncer de Mama)

Situações inadequadas – o disco deslocado da área de proteção.



ANEXO C – PROCEDIMENTO DE IORT COM INTRABEAM®

