

**CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA SOUZA
FACULDADE DE TECNOLOGIA DE BOTUCATU
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM RADIOLOGIA**

PAOLA ESPOSTO MACHADO

**RADIOTERAPIA NO TRATAMENTO DO CÂNCER DE MAMA – ANÁLISE DOS
PARÂMETROS RADIOMÉTRICOS E AVANÇOS TECNOLÓGICOS**

Botucatu-SP
Agosto-2013

**CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA SOUZA
FACULDADE DE TECNOLOGIA DE BOTUCATU
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM RADIOLOGIA**

PAOLA ESPOSTO MACHADO

**RADIOTERAPIA NO TRATAMENTO DO CÂNCER DE MAMA – ANÁLISE DOS
PARÂMETROS RADIOMÉTRICOS E AVANÇOS TECNOLÓGICOS**

Orientador: Prof. Dr. Marco Antônio Rodrigues Fernandes

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
FATEC - Faculdade de Tecnologia de
Botucatu, para obtenção do título de
Tecnólogo no Curso Superior de Tecnologia
em Radiologia.

Botucatu-SP
Agosto-2013

DEDICATÓRIA

A meus pais e todas as mulheres que tiveram câncer de mama.

AGRADECIMENTOS

Agradeço mais que tudo a meus pais Maria e Zézo, sem eles eu não teria metade da coragem e da força de vencer que tenho, eles são meu maior motivo por ter feito esse trabalho da melhor forma que pude, pois sem a paciência e amizade deles, eu não conseguiria ao menos ter dado o primeiro passo. Todas as vezes que fiquei irritada ou desanimada era preciso somente olhar para eles para que os ânimos se recuperassem, pois certamente valeria a pena continuar, muito obrigada por existirem em minha vida, amo vocês incondicionalmente.

Agradeço também a meu irmão Marcelo, pois sempre pude contar com ele para todo e qualquer momento de minha vida, meu verdadeiro amigo.

Agradeço meu namorado e amigo, Kadu que esteve presente desde o início de minha jornada e se não fosse por ele, não saberia que tinha passado no vestibular e nada disso seria possível.

Serei eternamente grata a minha amiga Rafaela Camargo, pois o que fez por mim, dificilmente encontraria alguém que faria sem ela muita coisa não teria sido possível. Da FATEC guardarei muitas coisas boas, mas com certeza foi Deus quem te enviou de presente para ser minha amiga, muito obrigada por tudo que fez por mim com o coração e por sua amizade.

Outro presentinho que ganhei logo quando começou a faculdade foi minha amiga Camila Almeida que muito me ajudou no pontapé inicial dessa jornada, muito obrigada por tudo que fez por mim.

A todos os funcionários e professores da FATEC, muito obrigada por terem feito parte de minha vida nesses três anos que passamos juntos, cada um de vocês acrescentou de alguma forma em minha vida.

Agradeço muito ao meu orientador Marco Antônio pela possibilidade de ter realizado esse trabalho sob sua orientação, obrigada por ter me proporcionado a chance de aprender cada detalhe desse trabalho e enriquecer minha experiência.

Não posso deixar de agradecer meus companheiros de sala, durante esses três anos nós formamos uma família, nunca vou me esquecer de vocês, em especial Graziela Praxedes, Maria do Carmo Leme, Marita Querubin e Rozinete Galvão.

Agradeço muito ao professor Paulo Fonseca pela oportunidade que me ofereceu quando me aceitou na monitoria de sua disciplina, muito acrescentou em minha vida.

O meu muito obrigada à coordenadora Vivian Gambarato por todo o esforço que fez para que nosso curso fosse possível, esse curso é lindo demais!

EPÍGRAFE

"O homem se torna muitas vezes o que ele próprio acredita que é. Se insisto em repetir para mim mesmo que não posso fazer uma determinada coisa, é possível que acabe me tornando realmente incapaz de fazê-la. Ao contrário, se tenho a convicção de que posso fazê-la, certamente adquirirei a capacidade de realizá-la, mesmo que não a tenha no começo."

Mahatma Ghandi

RESUMO

O câncer de mama é o tipo mais incidente nas mulheres, foram previstos para o ano de 2012, 52.680 novos casos. O diagnóstico precoce é essencial, pois quando as lesões são menores que dois centímetros de diâmetro, apresentam prognóstico mais favorável e elevado percentual de cura. As possíveis modalidades de diagnóstico por imagem para a detecção do câncer de mama são a mamografia, ultrassonografia (US), cintilografia para manejo de linfonodo sentinela e a ressonância magnética (RM), apesar desta não ser habitualmente utilizada pelo seu alto custo. O tratamento local pode ser realizado através da radioterapia (RXT) e cirurgia. A hormonioterapia e quimioterapia são utilizadas para tratamento sistêmico. Os objetivos do presente trabalho são intercomparar os procedimentos da radioterapia de mama realizados em um equipamento acelerador linear (AL) e uma unidade de telecobaltoterapia, bem como analisar quantitativamente a incidência dos tumores de mama assistidos no HC da UNESP de Botucatu e estudar os parâmetros radiométricos envolvidos no planejamento. Foi realizada uma análise das fichas técnicas de mulheres para conhecer a incidência, correspondendo a 59% dos tratamentos diários do sexo feminino do setor de RXT e 33% de todos os casos. Através do estudo dos parâmetros radiométricos foi possível demonstrar que não existe relação significativa entre a escolha das curvas de isodose com a separação e altura das mamas, bem como o campo equivalente e filtros utilizados. Foi possível concluir que ambos os equipamentos são eficazes, porém, o AL apresenta maior eficácia em relação à reprodutibilidade diária do tratamento.

PALAVRAS-CHAVE: Avanços Tecnológicos. Câncer de mama. Radioterapia

ABSTRACT

Breast cancer is the most frequent type among women, were calculated in the year 2012, 52,680 new cases. Early diagnosis is essential because when lesions are smaller than two centimeters in diameter, have a more favorable prognosis and a high cure rate. The possible modalities of diagnostic by imaging for the discovery of breast cancer is mammography, ultrasonography (U.S.), scintigraphy for sentinel lymph node management and magnetic resonance imaging (MRI), although not commonly used because of its high cost. The treatment can be done with radiation (CXR), and surgery for local treatment and hormone therapy and chemotherapy for systemic treatment. The objective of this work is to compare the procedures of breast radiotherapy performed in a linear accelerator (LA) and a unit of telecobalt therapy and quantitatively analyze the incidence of breast tumors assisted in HC UNESP Botucatu and study the radiometric parameters involved in the planning. It was done an analysis of women's data to know the incidence, corresponding to 59% of daily female treatment sector of CXR and 33% of all cases. Studying the parameters radiometric was possible to demonstrate that there is no significant relationship between the choice of isodose curves with the separation and height of the breasts, as well as the equivalent field and filters. It was concluded that both devices are effective, however, the AL has greater effectiveness in daily reproducibility of treatment.

KEYWORDS: Technological Advances. Breast cancer. Radiotherapy

LISTA DE FIGURAS

Figura	Pág
1 Anatomia da mama.....	17
2 Anatomia interna da mama.....	18
3 Taxas de mortalidade específicas por idade, câncer de mama feminina por 100 mil mulheres, 1995 a 2007.....	19
4 Fenótipos da célula cancerígena.....	22
5 Incidências mamográficas em crânio caudal à esquerda e mediolateral oblíqua à direita evidenciando uma distribuição regional de calcificações redondas no quadrante superior lateral da mama direita.....	24
6 Mamografia densa e negativa para malignidade.....	25
7 US demonstrou nódulo sólido irregular e verticalizado de 8 mm.....	25
8 Múltiplos nódulos e focos ocupando praticamente toda a mama esquerda,o principal esta no QIE.....	26
9 Cintilografia em Projeção lateral da mama direita.....	27
10 Aplicador de elétrons.....	30
11 Colimador inserido na área operada da mama.....	31
12 Equipamento acelerador linear.....	35
13 Aparelho de telecobaltoterapia.....	36
14 Simulador do tratamento.....	37
15 Marcação dos campos.....	39
16 Molde com o contorno da mama.....	39
17 Volumes de Tratamento.....	40
18 Curvas de isodose.....	41
19 Filtros.....	42
20 Regiões de sobredosagem e subdosagem.....	43
21 Fossa supraclavicular e região mamária interna compreendida em um único campo anterior.....	44
22 Incidência Ca de mama assistidos de 2006 a 2012-Botucatu, 2013.....	47
23 Tratamentos realizados diariamente-Botucatu, 2013.....	48
24 Incidência por fótons e elétrons-Botucatu, 2013.....	49
25 Incidência de tratamentos por sexo-Botucatu, 2013.....	50

26	Tratamentos realizados no sexo feminino- Botucatu, 2013.....	51
27	Incidência câncer de mama no sexo feminino- Botucatu, 2013.....	51
28	Curvas de isodose mais utilizadas- Botucatu- 2013.....	52
29	Curvas de isodose.....	53
30	Separação mínima e máxima para isodose de 160% - Botucatu, 2013.....	54
31	Filtros mais utilizados- Botucatu, 2013.....	55
32	Unidade de telecobaltoterapia, GE Alcyon II.....	58
33	Rampa de mama simples.....	58
34	Rotação do gantry e beam stopper.....	59
35	Bandeja.....	60
36	Bandeja com hemibloqueador.....	60
37	Equipamento com bandeja e hemibloqueador	60
38	Controle da mesa e do gantry.....	61
39	Angulação dos campos X e Y e colimador.....	62
40	Sala de Comando da unidade de telecobaltoterapia.....	63
41	Luz de segurança da porta.....	63
42	Dispositivo luminoso.....	63
43	Acelerador LinearVarian, Clinac 2100 C.....	64
44	Rampa de mama do AL.....	65
45	Monitor do Sistema Varis.....	65
46	Controle do AL.....	66
47	Colimadores multileaf.....	66
48	Monitor dentro da sala de tratamento.....	67

LISTA DE TABELAS

Tabela	Pág.
1 Recomendações para uso da mamografia na detecção precoce do câncer de mama segundo grandes instituições internacionais.....	23
2 Resumo do risco de metástases hematogênicas para pacientes com linfonodos de axila negativos e indicações de terapia sistêmica.....	28
3 Relação das curvas de isodose e campo equivalente de 2006 a 2012.....	55
4 Curvas de isodose e altura da mama- Botucatu, 2013.....	56

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AL – ACELERADOR LINEAR

CTV – CLINICAL TARGET VOLUME

FDA – FOOD AND DRUG ADMINISTRATION

GTV – GROSS TUMOR VOLUME

Gy – GRAY

HT – HORMONIOTERAPIA

ICRU-50 – INTERNACIONAL COMMISSION ON RADIATION UNITS AND MEASUREMENTS

INCA – INSTITUTO NACIONAL DO CÂNCER

KeV – KILO ELÉTRONS VOLTS

MeV – MICRO ELÉTRONS VOLTS

PTV – PLANING TARGET VOLUME

QIE – QUADRANTE INFERIOR ESQUERDO

QT – QUIMIOTERAPIA

RM – RESSONÂNCIA MAGNÉTICA

RXT – RADIOTERAPIA

SNC – SERVIÇO NACIONAL DO CÂNCER

^{99m}Tc – TECNÉCIO

US – ULTRASSOM

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	13
1.1 Objetivo.....	14
1.2 Justificativa.....	15
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	16
2.1 Anatomia da mama.....	16
2.1.1 Anatomia externa da mama.....	16
2.1.2 Anatomia interna da mama.....	17
2.2 O câncer de mama.....	18
2.2.1 Tipos de câncer de mama.....	18
2.2.2 Fatores de risco para o câncer de mama.....	19
2.2.3 O que é o câncer.....	20
2.2.4 Breve histórico da cancerologia brasileira.....	20
2.3 Diferenças entre as células normais e as neoplásicas.....	21
2.4 Diagnóstico do câncer de mama.....	22
2.4.1 Mamografia.....	23
2.4.2 Ultrassonografia.....	24
2.4.3 Ressonância Magnética.....	26
2.4.4 Cintilografia.....	27
2.5 Tratamentos do câncer de mama.....	27
2.5.1 Tratamento sistêmico.....	28
2.5.1.1 Quimioterapia.....	28
2.5.1.2 Hormonioterapia.....	28
2.5.2 Tratamentos loco regional.....	29
2.5.2.1 Cirurgias conservadoras.....	29
2.5.2.2 Cirurgias não conservadoras.....	29
2.5.3 Radioterapia.....	29
2.5.3.1 Teleterapia.....	30
2.5.3.2 Braquiterapia.....	31
2.5.4 Radioterapia intra-operatória.....	31
2.5.5. Radioterapia no tratamento do câncer de mama.....	32
2.5.5.1 Histórico da Radioterapia.....	32
2.6 Avanços tecnológicos da Radioterapia.....	33
2.7 Radiobiologia.....	33
2.8 Equipamentos de Radioterapia.....	34
2.8.1 Acelerador Linear.....	34
2.8.2 Telecobaltoterapia.....	35
2.8.3 Simulador do tratamento.....	36
2.9 Protocolos de radioterapia de mama.....	37
2.10 Planejamento do tratamento.....	38

2.10.1 Volumes.....	40
2.10.2 Curvas de isodose.....	41
2.10.3 Separação entre campos.....	42
2.10.4 Dose de radiação.....	43
2.10.5 Técnicas.....	44
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	45
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	47
4.1 Incidência de tumores de mama tratados.....	47
4.1.1 Incidência de tratamentos diários no setor de RXT da Unesp....	48
4.1.2 Incidência de tratamentos de mama por fótons e elétrons.....	49
4.1.3 Incidência por sexo.....	50
4.1.4 Incidência de tumores no sexo feminino.....	50
4.1.5 Incidência de câncer de mama no sexo feminino.....	51
4.2 Curvas de isodose.....	52
4.3 Separação.....	53
4.4 Energia do feixe.....	54
4.5 Filtros.....	54
4.6 Relação das curvas de isodose e campo equivalente.....	55
4.7 Relação das curvas de isodose e altura da mama.....	56
4.8 Estudo comparativo das técnicas em dois equipamentos.....	57
4.8.1 Técnicas utilizadas na unidade de telecobaltoterapia.....	57
4.8.2 Técnicas utilizadas no equipamento acelerador linear.....	64
4.8.3 Comparação das técnicas utilizadas.....	68
5 CONCLUSÕES.....	70
REFERÊNCIAS.....	71

1 INTRODUÇÃO

Dentre os cânceres no sexo feminino, o de mama é o que apresenta maior número de óbitos entre as mulheres, a estimativa para o ano de 2012 segundo o Instituto Nacional de Câncer foi de mais de 52.000 novos casos de câncer de mama.

A detecção precoce é importante, pois 1/3 dessas doenças se diagnosticada e tratada precocemente podem ser curadas (BOYLE, LEVIN, 2008).

As modalidades de diagnóstico para detecção precoce é com predomínio a mamografia, utilizada no rastreamento das doenças mamárias, porém outros métodos são utilizados, como o US que é como um complemento da mamografia, realizado em mamas mais densas, quando há presença de pequenos nódulos que não são identificados na mamografia, porém são malignos (BASSET, KIM, 2001).

A RM também diagnostica câncer em mamas mais densas, porém é utilizado esse recurso em mulheres de alto risco, pois apesar de sua alta sensibilidade, o seu custo é muito alto e a disponibilidade menor, quando comparado a mamografia e ao US (GOMES, 2009).

A cintilografia tem por objetivo localizar o linfonodo sentinela, aquele que realiza a drenagem peritumoral (COSTA, FILHO, MOURA-JR, 2001).

As formas de tratamento sistêmico são a quimioterapia (QT) através de quimioterápicos injetáveis ou orais e a hormonioterapia (HT) normalmente empregada em mulheres pós-menopausa, e para tratamento loco-regional é aplicada a RXT em sessões fracionadas, e as cirurgias conservadoras ou não conservadoras (SALVAJOLI, SOUHAMI, FARIA, 1999).

A RXT é uma modalidade médica já consolidada no tratamento do câncer de mama, sendo possível realizar o tratamento quer seja no acelerador linear, como na unidade de telecobaltoterapia, porém, com diversidade nas técnicas empregadas, assim o tecnólogo em radiologia possui um papel fundamental na prática das técnicas radioterápicas, garantindo a reprodutibilidade diária do tratamento, bem como a assistência ao paciente.

Omitindo a RXT das pacientes pós-cirurgia conservadora aumenta-se em até quatro vezes o risco de recidiva mamária, e conseqüentemente, possíveis metástases à distância, portanto, é imprescindível a aplicação das técnicas corretas da equipe multidisciplinar após a realização da cirurgia conservadora da mama, visando ao máximo a conservação dos tecidos saudáveis e menor exposição de órgãos críticos como o coração e os pulmões (HADDAD, 2011).

1.1 Objetivos

- Ilustrar a contribuição do graduado em tecnologia da radiologia no setor de radioterapia realçando a importância da formação acadêmica para a realização de pesquisa clínica e científica;
- Analisar quantitativamente os procedimentos radioterápicos em paciente portadores de câncer de mama assistidos pelo Setor Técnico de Radioterapia da Unesp de Botucatu, ocorridos no período de 2006 a 2012;
- Avaliar os parâmetros radiométricos específicos das fichas técnicas dos pacientes submetidos à radioterapia em câncer de mama, que compõem as informações fundamentais utilizadas pelo tecnólogo na rotina dos atendimentos, realçando a importância do domínio do conhecimento e perfeito entendimento dos dados técnicos e clínicos para a atuação profissional segura e garantia da qualidade do tratamento;
- Interpretar a influência de acessórios físicos e parâmetros radiométricos dos feixes clínicos de radiação na distribuição da dose e perfil das curvas de isodose aplicadas nos volumes mamários tratados.

- Comparar as diferenças tecnológicas existentes entre os equipamentos de teleterapia utilizados para o tratamento de câncer de mama, especificamente entre o acelerador linear e a Unidade de Telecobaltoterapia;

1.2 Justificativa(s)

A formação a nível superior na área das técnicas radiológicas ainda é recente, a grande maioria dos profissionais que atuam no setor de radioterapia possui apenas formação técnica de nível médio, o que limita o conhecimento mais aprofundado de dados físicos e clínicos utilizados na rotina dos procedimentos de radioterapia e necessários para o desenvolvimento de pesquisas científicas. Com uma formação técnica e acadêmica mais elaborada, o tecnólogo em radiologia pode contribuir de forma efetiva, não somente como membro da equipe de profissionais responsáveis pela assistência dos doentes, mas também com personagem fundamental para estudos técnicos e pesquisas científicas que busquem a constante melhoria da qualidade dos tratamentos ofertados, principalmente naqueles serviços que realizam o atendimento a pacientes carentes e oriundos do Sistema Único de Saúde (S. U. S).

A rotina exaustiva dos profissionais graduados, tais como físicos, médicos e enfermeiros, que trabalham em vários setores da saúde, em especial na radioterapia, não permite a realização de estudos retrospectivos ou concomitantes que possam balizar os resultados dos tratamentos oferecidos, e assim subsidiar novas propostas terapêuticas. Desta forma, a convivência dos estudantes de tecnologia no dia a dia do setor, proporciona maior compreensão da realidade da problemática da falta de recursos financeiros e escassez de profissionais habilitados e capacitados, e pode facilitar a prática sistemática de contribuições técnicas científicas.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Através da revisão de literatura será possível demonstrar a importância de um diagnóstico precoce do câncer de mama, para a escolha do tratamento adequado e um melhor resultado ao tratamento, enfatizando o papel da RXT nas práticas radioterápicas do câncer de mama, bem como as evoluções e diferenças dos equipamentos utilizados.

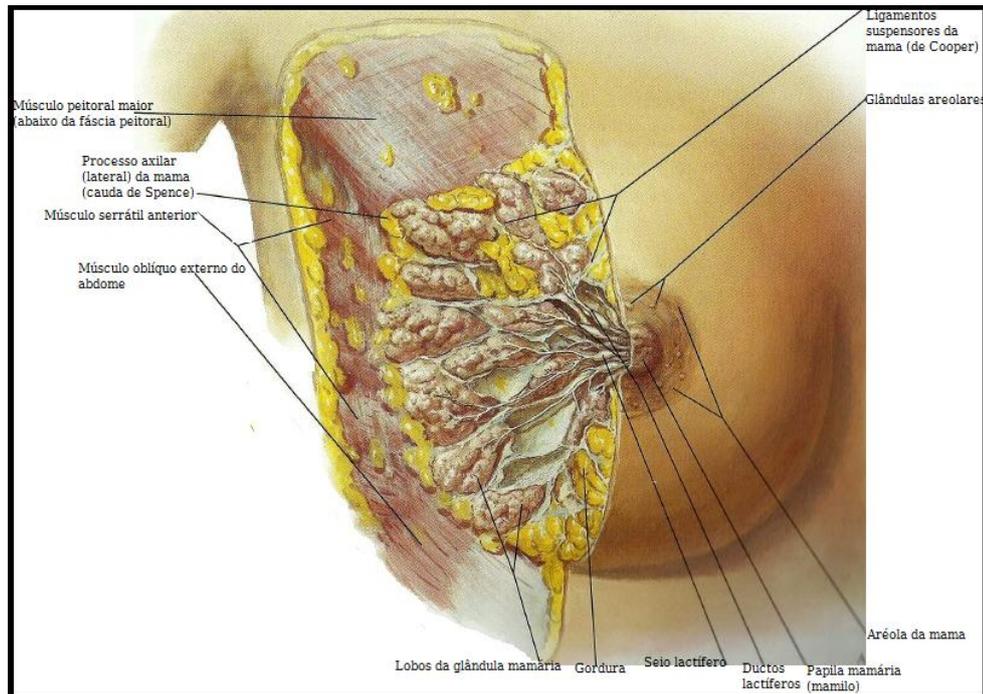
2.1 Anatomia da mama

As mamas são glândulas que nas mulheres desenvolvem-se durante a puberdade e atingem o máximo desse desenvolvimento durante a gestação e no parto. Pode ser patologicamente desenvolvidas no sexo masculino, o que caracteriza a ginecomastia. Localizadas entre a 2ª e 6ª costela, anterior ao músculo peitoral maior, separando-se em direita e esquerda pelo sulco intermamário ou seio (DANGELO E FATTINI, 2007).

2.1.1 Anatomia externa da mama

A anatomia externa da mama compreende a proeminência bilateral, o mamilo - pequena incidência contendo uma coleção de aberturas ductais de glândulas mamária provenientes do interior da mama, e a aréola onde existem glândulas sudoríparas e sebáceas. A junção da parte inferior da mama com a parede torácica anterior é chamada de prega inframamária (Figura 1) (DANGELO E FATTINI, 2007).

Figura 1: Anatomia da mama

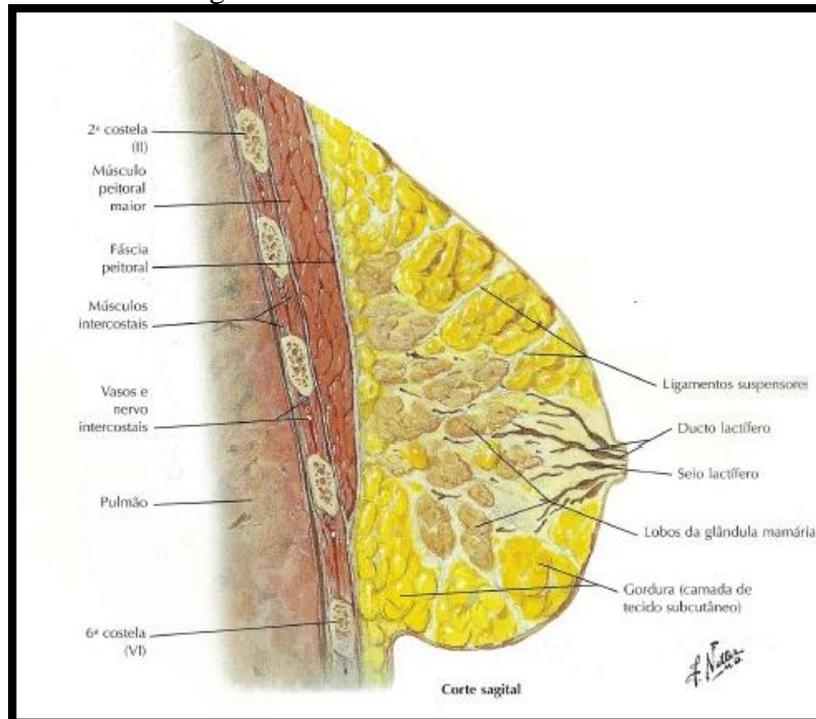


Fonte: Netter, 2008

2.1.2 Anatomia interna da mama

Situadas anteriormente ao músculo peitoral maior, músculo serrátil anterior e músculo oblíquo externo, a mama se constitui de tecido glandular formado por 15 a 20 lobos, que estão voltados com seus ápices para a superfície da mama e suas bases encontram-se na parte mais profunda da mama. Cada lobo é constituído de lóbulos que possuem ductos lactíferos que desembocam na papila mamária. O tecido conjuntivo envolve cada lobo e o corpo da mama, com predomínio de tecido adiposo que é diretamente proporcional ao tamanho e ao formato da mama (Figura 2) (DANGELO E FATTINI, 2007).

Figura 2: Anatomia interna da mama



Fonte: Netter, 2008

2.2 O câncer de mama

Atualmente o câncer de mama constitui a segunda causa mais comum de morte por câncer entre as mulheres. Segundo o Instituto Nacional de Câncer, no Brasil a estimativa para o ano de 2012 foi de 52.680 novos casos de câncer de mama.

É o tipo de câncer mais prevalente em mulheres das regiões sudeste (69/100 mil), sul (65/100 mil), centro-oeste (48/100 mil) e nordeste (32/100 mil), sem considerar os tumores da pele não melanoma (SAMPAIO et al. 2012).

Aproximadamente 1/3 dos cânceres pode ser curado se detectado precocemente e tratado adequadamente (BOYLE, LEVIN, 2008).

2.2.1 Tipos de Câncer de mama

Os principais tipos de câncer de mama encontrados são carcinoma ductal in situ, carcinoma ductal invasivo e carcinoma lobular invasivo. O carcinoma ductal in situ é aquele

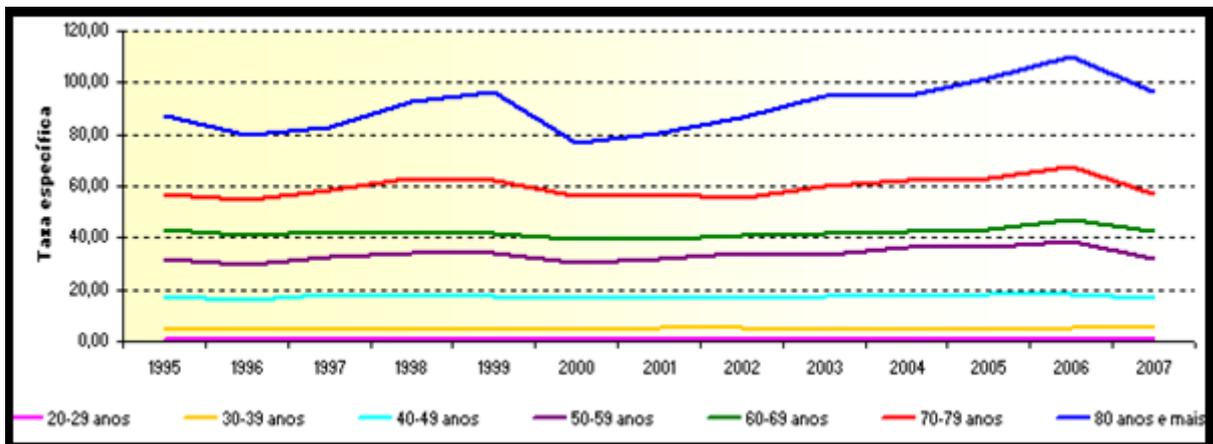
em estágio inicial, e não desenvolve metástase a princípio. O principal tipo de câncer de mama é o carcinoma ductal invasivo, pois este apresenta capacidade de metástase, o segundo tipo mais comum é o carcinoma lobular invasivo, além de ter capacidade de apresentar metástase este tem relação com o risco de desenvolver câncer na outra mama e no ovário (HOSPITAL A. C. CAMARGO, 2013).

As lesões pré-cancerígenas, isto é, aquelas que predisõem o câncer de mama, compreende o carcinoma lobular in situ, hiperplasia ductal atípica e hiperplasia lobular atípica (HOSPITAL A.C. CAMARGO, 2013).

2.2.2 Fatores de risco para o câncer de mama

Dentre os fatores de risco principais estão a idade, fatores hormonais e genéticos. O aumento da idade é proporcionalmente igual ao risco de desenvolver o câncer de mama, porém antes dos 40 anos o risco de desenvolvê-lo é muito pequeno, conforme mostra a Figura 3.

Figura 3: Taxas de mortalidade específicas por idade, câncer de mama feminina, por 100 mil mulheres. Brasil, 1995 a 2007.



Fonte: INCA, 2011

As mulheres que apresentaram a menstruação precoce, antes dos 12 anos de idade (menarca precoce), menopausa tardia (aquela que ocorreu após os 50 anos de idade) a nuliparidade, aquelas que engravidaram após os 30 anos de idade, têm um grande risco de desenvolver o câncer de mama (THULER, 2003; INCA, 2011; INUMARU, SILVEIRA, NAVES, 2011).

Mulheres que realizaram a terapia de reposição hormonal, principalmente com duração maior que cinco anos, também fazem parte desse grupo de risco (THULER, 2003; INCA, 2011; INUMARU, SILVEIRA, NAVES, 2011).

Outros fatores, como a exposição à radiação ionizante antes dos 40 anos, uso excessivo de bebida alcoólica, obesidade (principalmente após a menopausa) e sedentarismo também influenciam (THULER, 2003; INCA, 2011; INUMARU, SILVEIRA, NAVES, 2011).

As histórias familiares, principalmente em parentesco de primeiro grau antes dos 50 anos de idade, podem indicar predisposição genética, entretanto, esse fator corresponde a 5-10% dos casos (THULER, 2003; INCA, 2011; INUMARU, SILVEIRA, NAVES, 2011).

2.2.3 O que é o câncer

Câncer é o nome dado a um conjunto de mais de 100 doenças que têm em comum o crescimento desordenado (maligno) de células que invadem os tecidos e órgãos, podendo espalhar-se (metástase) para outras regiões do corpo. Cada tipo diferente de câncer se caracteriza pelo respectivo tipo de tecido incidente, como há inúmeros tipos de tecidos presentes no corpo humano, existe uma variedade muito grande de neoplasias. Outras características que diferenciam os diversos tipos de câncer entre si são a velocidade de multiplicação das células e a capacidade de invadir tecidos e órgãos vizinhos ou distantes (metástases) (INCA, 2012).

2.2.4 Breve histórico da cancerologia brasileira

Em 1934 se iniciou oficialmente o interesse governamental pela cancerologia brasileira, e o interesse do governo pela oncologia, com a fundação da Associação Paulista de Combate ao Câncer, pelo Dr. Antonio Prudente. Foi então sancionado um decreto pelo Presidente Getúlio Vargas, em setembro de 1941 onde criou o SNC (Serviço Nacional do Câncer), em decorrência deste interesse apareceu a Revista Brasileira de Cancerologia, inicialmente editada pelo Dr. Moacyr Santos Silva, afim de uma orientação geral a partir de publicações de artigos médicos relacionados a temas específicos de oncologia. A Sociedade Brasileira de Cancerologia foi fundada em menos de cinco anos depois, em 25 de julho de

1946. Com interesse no combate e no tratamento do câncer, o Dr. Antonio Prudente fundou em São Paulo o Hospital Antonio Cândido de Camargo (em homenagem ao primeiro presidente da Associação Paulista de Combate ao Câncer), inaugurado em 1953. Ao lado de seu marido, Dr. Prudente, Sra. Carmem Annes Dias Prudentes teve papel fundamental no auxílio da luta de seu marido contra o câncer, criando o voluntarismo das Redes Femininas de Combate ao Câncer (SALVAJOLI, SOUHAMI, FARIA, 1999).

2.3 Diferenças entre as células normais e neoplásicas

As células neoplásicas possuem seis fenótipos simultaneamente que conferem a elas uma vantagem proliferativa. As células normais podem apresentar qualquer um desses fenótipos, mas deixam de ser normais quando os apresentam simultaneamente (Figura 4) (HANAHAN; WEINBERG, 2000).

Os seis fenótipos são:

- **Autossuficiência em sinais proliferativos:** toda célula normal precisa ser “autorizada” antes de se multiplicar, a neoplásica se divide descontroladamente, ou seja, independem dos fatores de crescimento.
- **Insensibilidade aos sinais anti-proliferativos:** qualquer molécula que impeça a célula neoplásica de se dividir ela ignora, e continua a se dividir, ou seja, são insensíveis aos inibidores de crescimento.
- **Evasão da apoptose:** a célula neoplásica tem a propriedade de escapar da apoptose.
- **Potencial replicativo ilimitado (imortalidade):** todas as células normais têm uma idade, compatível com a quantidade de multiplicações que ela sofre, porém, a célula neoplásica tem capacidade de proliferação infinita.
- **Angiogênese sustentada:** as células doentes fazem com que os vasos sanguíneos que estão próximos da massa neoplásica, consigam ir até a profundidade da massa, para que as células mais distantes não morram de necrose.

Tabela 1: Recomendações pra uso da mamografia na detecção precoce do câncer de mama segundo grandes instituições internacionais.

Idade (anos)	ACS	NCI	UICC	CTF	OPAS
35-39	Inicial	-	-	-	Se há suspeita
40-49	1-2 anos	1-2 anos	2-3 anos	-	Se há suspeita
50 ou mais	Anual	Anual	1-3 anos	2-3 anos	Se há suspeita ou risco alto

Fonte: Salvajoli, Souhami, Faria, 1999

2.4.1 Mamografia

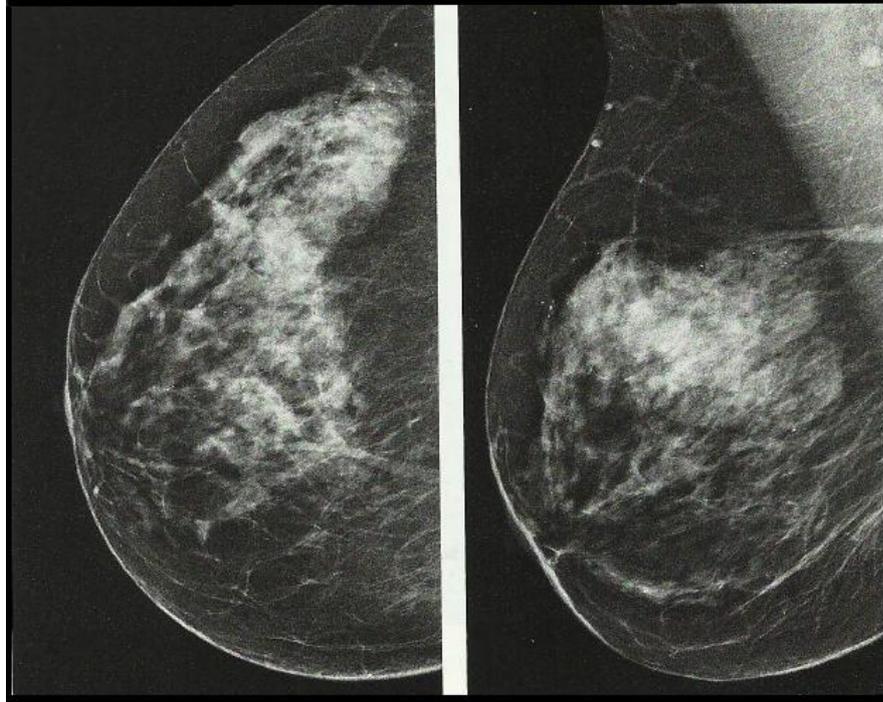
A mamografia é a técnica ainda mais utilizada para rastreamento em mulheres assintomáticas, com a detecção precoce é possível que a probabilidade de sucesso seja maior, assim como a sobrevivência da paciente, pois fica mais fácil de enquadrá-la em um tratamento específico (CHALA, BARROS, 2007).

A sensibilidade de detectar quaisquer possíveis alterações na mama depende da densidade da mama, quanto mais tecido adiposo ela contiver, mais fácil diagnosticar alguma alteração, conforme mostra a Figura 5, do que em mamas densas (BARTON, ELMORE, FLETCHER, 1999).

Segundo Aguillar, Bauab e Maranhão (2009), de todos os métodos de diagnóstico por imagem, a mamografia é o único expressamente aprovado pelo FDA (*US Food and Drug Administration*) para o rastreamento do câncer de mama.

O objetivo do rastreamento, que é baseado na detecção, diagnóstico e no tratamento precoce é interromper a progressão da doença (AGUILLAR, BAUAB E MARANHÃO, 2009).

Figura 5: Incidências mamográficas posicionamento em crânio caudal à esquerda e mediolateral oblíqua à direita evidenciando uma distribuição regional de calcificações redondas no quadrante superior lateral da mama direita.



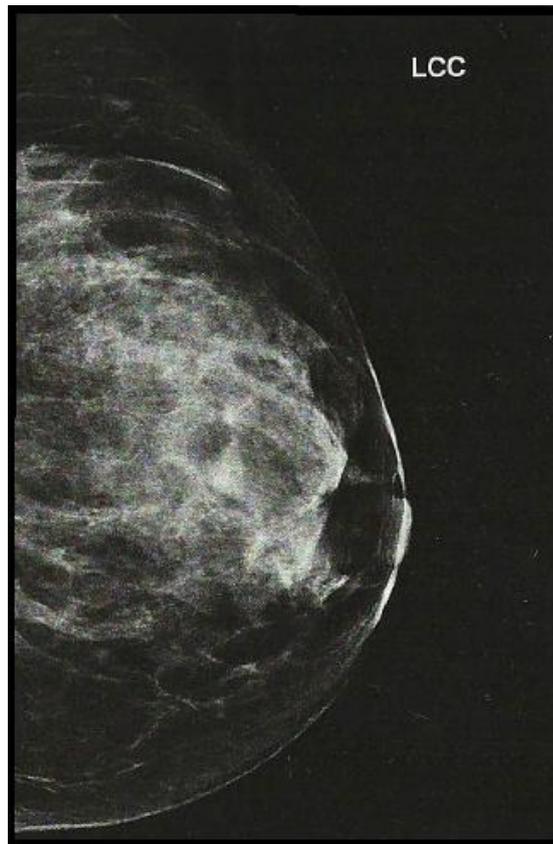
Fonte: Aguillar, Bauab, Maranhão, 2009.

2.4.2 Ultrassonografia

O US é utilizado para rastrear e avaliar mamas mais densas, sendo o principal método juntamente com a mamografia e o exame físico para detectar e diagnosticar doenças nas mamas (BASSET, KIM, 2001).

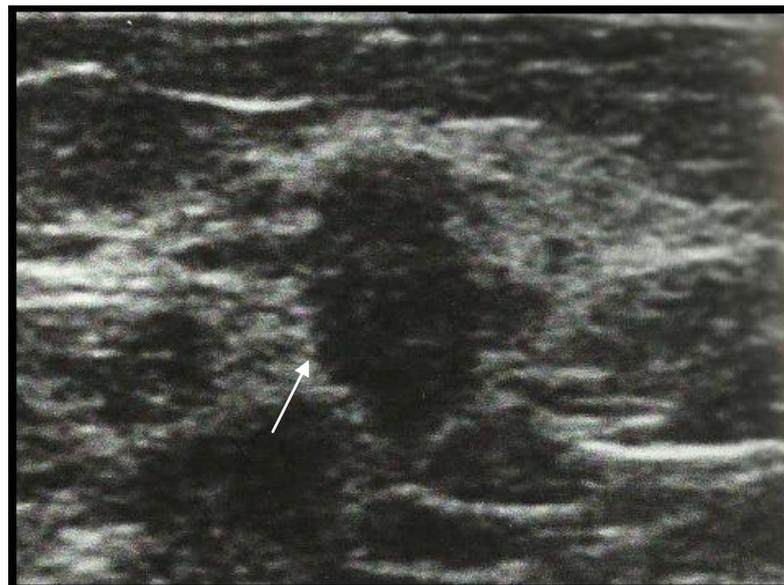
As mamas indicadas para o exame de US são aquelas que contêm nódulos palpáveis ocultos na mamografia, em mamas radiologicamente densas, porém estudos demonstraram que o US é capaz de detectar pequenos tumores invasivos não palpáveis que não são identificados na mamografia, como mostra a Figura 6 (BERG, 2004; CHALA, BARROS, 2007). Também é possível caracterizar assimetrias focais, que possivelmente podem ser nódulos, como mostra a Figura 7, bem como orientar procedimentos intervencionistas (CHALA, BARROS, 2007).

Figura 6: Mamografia densa e negativa para malignidade



Fonte: Aguillar, Bauab, Maranhão, 2009.

Figura 7: US demonstrou nódulo sólido irregular e verticalizado de 8 mm



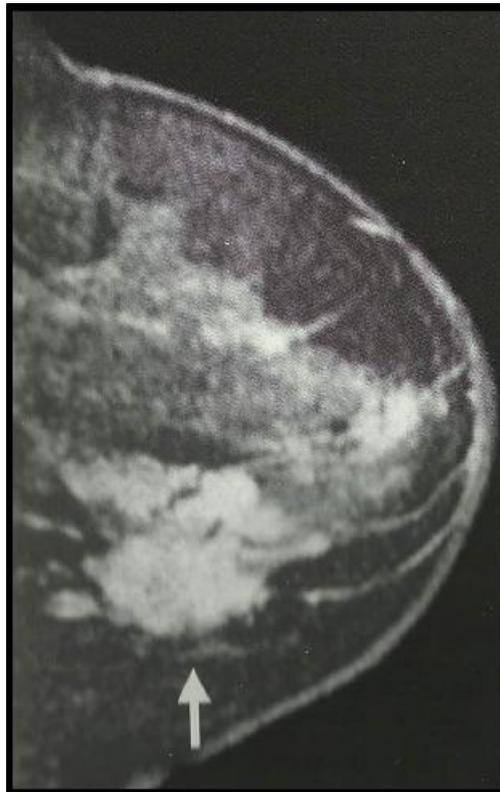
Fonte: Aguillar Bauab, Maranhão, 2009.

2.4.3 Ressonância Magnética

Assim como o US, a RM é realizada em função das mamas mais densas. Estudos demonstram que a eficácia da RM é de 20-25% em mulheres de alto risco, porém existem controvérsias quanto a esse método, pois apesar de apresentar alta sensibilidade, como mostra a Figura 8, em diagnosticar o câncer de mama, e demonstrar aqueles que ficaram ocultos na mamografia e no autoexame das mamas, o que limita esta técnica é seu alto custo, além do exame ser demorado e a disponibilidade ser menor quando comparado à mamografia e US (GOMES, 2009).

Segundo Viégas (2004), além do alto custo desse procedimento, o que limita sua aplicação também é a falta de pessoal treinado para avaliar a imagem de ressonância da mama investigando o câncer de mama.

Figura 8: Múltiplos nódulos e focos ocupando praticamente toda a mama esquerda, o principal esta no quadrante inferior esquerdo

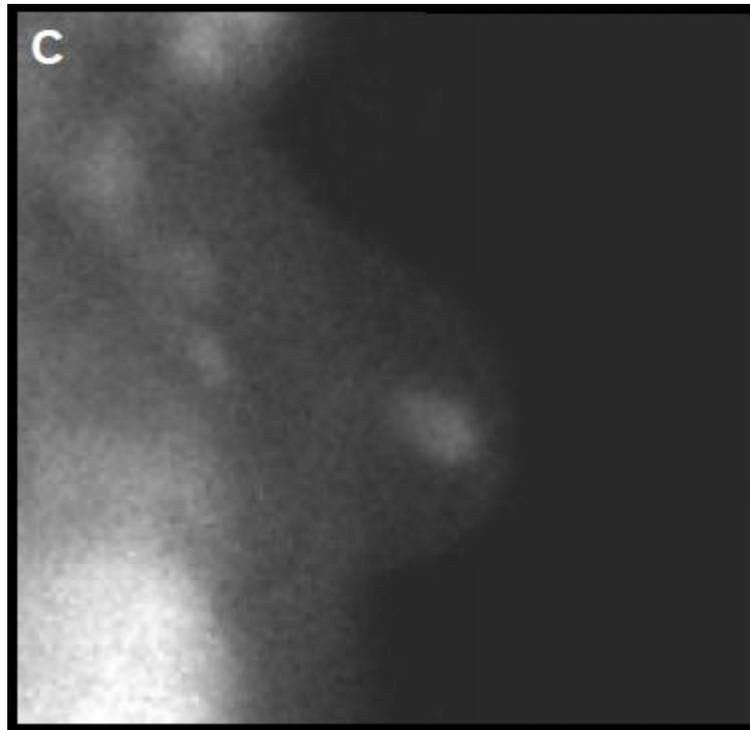


Fonte: Brandão, 2002

2.4.4 Cintilografia

Esse procedimento é realizado após a administração intravenosa de um radiofármaco (Sestamibi [^{99m}Tc]), que irá se acumular preferencialmente no tumor maligno como mostra a Figura 9, sendo possível analisar também a cadeia linfática, que será demonstrado na imagem do equipamento. A principal função da cintilografia é detectar o linfonodo sentinela, sendo esse o responsável pela drenagem peritumoral, sendo assim a forma de detectar a melhor proposta terapêutica e o estágio da lesão (COSTA, FILHO, MOURA-JR, 2001).

Figura 9: Cintilografia em projeção lateral da mama direita



Fonte: Costa, Filho,.Moura-Jr 2001.

2.5 Tratamentos do Câncer de mama

São várias as formas de tratamento que visam a melhor qualidade de vida da paciente diagnosticada com câncer de mama e exige o trabalho de uma equipe multiprofissional para o conforto da paciente e sua família. Para tratamento loco-regional as modalidades terapêuticas são a RXT e a cirurgia, já para o tratamento sistêmico emprega-se o uso da QT e HT, sejam elas exclusivas ou concomitantes (BARROS, BARBOSA, GEBRIM, 2001).

2.5.1 Tratamento Sistêmico

Nessa categoria enquadra-se a QT e a HT.

2.5.1.1 Quimioterapia

Normalmente o tratamento de QT é realizado após a cirurgia e a RXT, porém em alguns lugares é antecedida à RXT por conta de evitar as metástases hematogênicas, que representa um grande problema do câncer de mama (Tabela 2). É mais indicado para pacientes com linfonodo axilar positivo (FARIA et al. 2001). Porém há aquelas com linfonodo negativo que também são indicadas (FISHER, DIGMAM, DECILLIS, 1997).

Segundo Schettino (2010), a QT é empregada em mulheres que apresentam maior risco de apresentar metástase, pois diminui a taxa de progressão da doença.

Tabela 2: Resumo do risco de metástases hematogênicas para pacientes com linfonodos de axila negativos e indicação de terapia sistêmica.

	Risco mínimo	Risco médio	Risco Alto
Tamanho do tumor	<1cm	1 a 2 cm	>2 cm
RE	RE+	RE+	RE-
Grau histológico	grau I	grau I ou II	grau III

Fonte: Salvajoli, Souhami, Faria, 1999.

2.5.1.2 Hormonioterapia

A HT adjuvante a RXT reduz o risco de recidiva local e aumenta a taxa de sobrevida. Têm finalidade neoadjuvante, adjuvante ou paliativa, é empregada em geral em mulheres pós-menopausa, que apresentam tumores com elevadas taxas de proteínas receptoras de estrogênio e progesterona, porém, podem ser submetidas à HT mulheres na pré-menopausa, com entanto que apresentem tumores com receptores hormonais positivos (SMITH, ROSS, 2004).

2.5.2 Tratamento loco regional

Nesta categoria enquadram-se a RXT e a cirurgia.

2.5.2.1 Cirurgias Conservadoras

A tumorectomia consiste na exérese (retirada) do tumor sem margens e a ressecção segmentar ou setorectomia consiste na retirada do tumor com margens. (SALVAJOLLI, SOUHAMI, FARIA, 1999; BARROS, BARBOSA, GEBRIM, 2001).

2.5.2.2 Cirurgias não conservadoras

Quando se retira a glândula mamária, porém preserva-se aréola, papila e pele, caracteriza a adenomastectomia subcutânea ou mastectomia subcutânea, quando todos esses itens antes citados são retirados, caracteriza a mastectomia simples ou total. A mastectomia radical modificada preserva um ou dois músculos peitorais com linfadenectomia axilar e a mastectomia radical não preserva os músculos peitorais, com linfadenectomia axilar (SALVAJOLLI, SOUHAMI, FARIA, 1999; BARROS, BARBOSA, GEBRIM, 2001).

A mastectomia radical, só deve ser empregada nos casos em que o músculo peitoral foi acometido, isso prevalece desde 1979 (NIH, 1979).

2.5.3 Radioterapia

A RXT é uma modalidade médica que utiliza radiação ionizante para fins terapêuticos, que tem por objetivo aplicar a dose de radiação necessária para que haja o controle tumoral ideal, protegendo ao máximo os tecidos vizinhos sadios. Pode ser realizada através da teleterapia, onde a fonte fica distante do tumor ou braquiterapia, definida como a fonte próxima ou inserida no tumor. A teleterapia pode ser realizada nos aparelhos com feixe de fótons ou elétrons advindo do acelerador linear e através do aparelho de fonte de Co^{60} , o qual libera raios gama de energia clínica aproximada de 1,25 MeV (SALVAJOLI, SOUHAMI, FARIA, 1999; VIÉGAS, 2004).

Aproximadamente na década de 1950, o feixe de raios-X utilizado na totalidade pelos setores de RXT eram de 300 kVp, isso mudou quando a criação das unidades de Co^{60}

tomaram posição primária, por muitos anos o uso de radiação ionizante esteve diretamente associado ao uso destas unidades, porém, vem entrando em desuso, devido ao fato de serem substituídos por aceleradores lineares de alta energia, que podem liberar feixes de energia de 4 a 30 MeV (VIÉGAS, 2004).

2.5.3.1 Teleterapia

Definida como a fonte distante do tumor, começou a ser utilizada em 29 de janeiro de 1896 quando a primeira paciente com câncer de mama foi tratada. A dose aplicada ao paciente era medida pela tolerância da pele à exposição, conhecida como dose eritema, esse fato só veio a mudar em 1929. A teleterapia pode ser empregada com o uso de aceleradores lineares com energia de fótons de 6 e 10 MV, o qual é possível irradiar tumores na profundidade bem como tumores superficiais com feixe de elétrons de 4,6,9,12 e 15 Mev utilizando o aplicador de elétrons (Figura 10). O tratamento realizado no aparelho de telecobalterapia com feixes gama, pode também realizar sessões de lesões superficiais como na profundidade, porém, com uma desvantagem de quando irradiado lesões profundas, a parte superficial é irradiada de maneira desnecessária e prejudicial (SALVAJOLI, SOUHAMI, FARIA, 1999).

Figura 10: Aplicador de elétrons



Fonte: Radioterapia Unesp, 2013.

2.5.3.2 Braquiterapia

A braquiterapia é classificada de acordo com a taxa de dose empregada no tumor, que pode ser alta taxa de dose onde a dose aplicada é maior que 1200 cGy/h, intermediária e baixa taxa de dose, onde a dose aplicada corresponde a menos que 200 cGy/h. Devido ao tamanho em miniatura das fontes é possível aplicá-las no local de onde foi retirado o tumor, esta técnica radioterápica é utilizada também em recidivas tumorais (VIÉGAS, 2004).

2.5.4 Radioterapia intra-operatória

O objetivo da RXT intra-operatória é esterilizar resíduos de malignidade presentes na mama operada. A terapia intra-operatória (IORT) é realizada logo após a remoção do tumor, e pode evitar que seja necessária a irradiação após a operação em sessões fracionadas, reduzindo assim a exposição da pele, pulmão e mama contralateral desnecessariamente (BROMBERG et al. 2007).

Segundo Bromberg et al. (2007), o resultado após a irradiação intraoperatória da mama é equivalente à irradiação parcial em sessões externas diárias, com o benefício de ser dose única e conseqüentemente o custo ser menor e também diminuição dos efeitos colaterais. A técnica é realizada inserindo o colimador na área operada e realizando a aplicação única, geralmente de 21 Gy (Figura 11) (BROMBERG et al. 2007).

Figura 11: Colimador inserido na área operada da mama



Fonte: Bromberg et al. 2007.

2.5.5 Radioterapia no tratamento do câncer de mama

Os objetivos da RXT adjuvante após a mastectomia são de reduzir o risco de recidiva locorregional, que compreende o plastrão mamário e linfonodos axilares, mamários e da fossa clavicular e melhorar a sobrevida da paciente (MARTA et al. 2011).

Após a cirurgia conservadora, devem-se submeter todas as pacientes à RXT, independente de não comprometimento cicatricial de resíduos neoplásicos, idade, uso de QT e/ou HT. A RXT, após a retirada cirúrgica da mama, seja setorectomia ou quadrantectomia e o manejo do linfonodo sentinela, é o tratamento padrão para tumores iniciais de câncer de mama (MARTA et al. 2011).

A modalidade mais utilizada para RXT em câncer de mama é a teleterapia, existem diversas formas de fracionamento e dose para a realização do tratamento, porém a maioria dos tratamentos é utilizada a dose de 4.500 a 5.000 cGy de dose total com 180 a 200 cGy de fracionamento diário, cinco dias da semana (SALVAJOLLI, SOUHAMI, FARIA, 1999; MARTA et al. 2011).

A RXT destrói mais facilmente as células que possuem um suporte de oxigênio e aquelas que estão em fase de divisão celular (mitose), que em geral são as células tumorais, pois essas são mais susceptíveis a radiação, porém podem atingir as células sadias também, por isso são realizados vários cálculos para direcionamento do feixe (HOMSI, 2009).

2.5.5.1 Histórico da Radioterapia

A história da radioterapia começa em 1895 quando Wilhelm Konrad Roentgen descobre os raios-x, pesquisas começaram a ser realizadas a fim de descobrir as propriedades biológicas dessa radiação. Também nesse ano é que foi feita a primeira tentativa de tratar uma recidiva local de mama, expondo 1 hora por dia, durante 18 dias, apesar da melhora obtida, faleceu devido à metástase. Em 1896 Antoine Henri Becquerel descobre a Radioatividade, e em 1898 Madame Curie e Pierre Curie descobrem os elementos Rádio e Polônio, que são utilizados com finalidade terapêutica em 1900 em Paris, para braquiterapia de pele. Em 1903 Alexander Graham Bell propôs a inserção de pequenas quantidades de Rádio dentro de um tumor maligno com o intuito de destruir as células doentes. Progressos da física médica na década de 30 permitiram quantificar as doses de radiação e estabelecer uma relação entre

quantidade e efeito biológico, pois antes disso as doses eram avaliadas conforme a vermelhidão da pele, denominada de dose eritema (SALVAJOLI, SOUHAMI, FARIA, 1999).

2.6 Avanços tecnológicos da radioterapia

Desde 1896 se têm relatos sobre o uso da RXT no câncer de mama, aplicando a dose à paciente sem precauções dosimétricas à quantidade de radiação era empregada conforme a tolerância da pele (dose eritema), somente em 1920 é que foram uniformizados os critérios de dosimetria durante o II Congresso Internacional de Radiologia. Os aparelhos de RXT tiveram rapidamente um desenvolvimento tecnológico, com a criação de transformadores mais eficientes e do tubo de Colidge. A energia conseguida na época era de 100 KV aproximadamente, conhecida por “radiação dura” por ser mais penetrante. Em 1920 foi introduzida a RXT moderna, com um aparelho de 200 KV, também nessa época, Coutard começou a filtrar os feixes de raios-x, com o objetivo de aumentar a dose profunda, e dessa maneira pioneiramente se iniciou a RXT com doses fracionadas. Em 1928 o Instituto de Tecnologia da Califórnia possuía um aparelho radiação externa de 750 KV, provando assim a evolução das técnicas radioterápicas, mais avançado foi o laboratório Kellogg em 1938 que detinha de um aparelho de 1 MeV, capaz de tratar quatro pacientes ao mesmo tempo, emitia 20 r/min a DFP de 70 cm. Na década de 50 havia aparelhos que produziam energia da ordem de 1 MeV e só se popularizou com os aparelhos de telecobaltoterapia. O primeiro AL para uso médico foi instalado em Londres em 1952 onde liberava energia de até 8 MeV (SALVAJOLI, SOUHAMI, FARIA, 1999).

2.7 Radiobiologia

As radiações utilizadas na RXT são radiações eletromagnéticas, raios-x, raios gama e nêutrons, que não possuem carga. São chamadas de indiretamente ionizantes por não quebrarem diretamente ligações químicas, mas produzem partículas carregadas no meio absorvedor, que no caso dos nêutrons, são os prótons, e elétrons nas radiações eletromagnéticas, sendo esses capazes de gerar excitação ou ionização, que tem a capacidade então de quebrar ligações químicas e gerar mudanças químicas que serão irreversíveis no

meio biológico. Muitos danos induzidos pela radiação nas células normais são reparados, a eficiência com que isso ocorre é importante para determinar a sua radiosensibilidade. O DNA é o alvo das radiações, ou seja, o DNA sofre grandes danos quando exposto à radiação (SALVAJOLI, SOUHAMI, FARIA, 1999).

Segundo Bergonie e Tribondeau (1906) “*a sensibilidade da célula à radiação é proporcional a sua atividade reprodutiva e inversamente proporcional ao seu grau de diferenciação*”.

2.8 Equipamentos de Radioterapia

Os equipamentos utilizados em RXT são AL, Unidade de Telecobaltoterapia e o simulador do tratamento.

2.8.1 Acelerador Linear

O princípio físico do AL é a interação dos elétrons com um alvo metálico para a produção dos fótons, onde é usado um gerador de tensão variável, que cria campos elétricos em diferentes sentidos (Figura 12) (SALVAJOLI, SOUHAMI, FARIA, 1999).

Em um tubo a vácuo os elétrons são acelerados a grandes velocidades, quando se chocam nas extremidades com o alvo metálico, que possui alto número atômico, então esses elétrons são repentinamente desacelerados e liberam a energia relativa à desaceleração. Parte da energia é transformada em raios X de freamento, que varia de 1 MeV até a máxima energia do elétron no momento que choca-se com o alvo (PEREIRA et al. 2000).

O AL é capaz de gerar fótons de energia muito maior do que os do Co^{60} , liberando menor dose na pele e nos tecidos sadios, porém necessita de estabilidade elétrica, e treinamento mais rigoroso daqueles que irão manuseá-lo. É recomendável o tratamento com o AL, quando o órgão alvo é superficial com estruturas ao seu redor que sejam radiosensíveis (PEREIRA et al. 2000)

Figura 12: Acelerador linear Varian, modelo 2100 C



Fonte: Radioterapia Unesp, 2013.

2.8.2 Telecobaltoterapia

Até 1951 os únicos equipamentos existentes eram as unidades de tele-rádio que continham de 4 a 10g de ^{226}Ra , porém, além de ter um alto valor financeiro, forneciam radiações gama de baixa intensidade, o que os tornavam inexecutável. O Co^{60} surgiu com o advento dos reatores nucleares e então passaram a ser usados para fins terapêuticos, pois estes produzem radioisótopos de alta atividade. A fonte incapsulada fica dentro de um invólucro de vidro e libera energia de 1,25 MeV em posição de irradiação (Figura 13) (SALVAJOLI, SOUHAMI, FARIA, 1999).

As fontes de Co^{60} liberam fótons de raios gama, que são liberados quando em tratamento, mas em posição de repouso a fonte incapsulada é mantida no equipamento, porém, guardada dentro da blindagem, o que impede a saída dos raios gama (VIÉGAS, 2004).

Por ser uma fonte radioativa, apresenta uma meia vida de 5,25 anos, fato esse que faz com que fonte decaia sua atividade cerca de 1% ao mês, obrigando o paciente a se expor ao dobro do tempo de tratamento inicial para ser atingida a mesma dose, isso gera desconforto ao

paciente, a possibilidade do paciente se mover e tirar o tumor fora do campo de irradiação é muito grande, bem como a irradiação de partes saudáveis que entram no campo de irradiação com o movimento do paciente (PEREIRA et al. 2000).

Como o Co^{60} é uma fonte radioativa e sua energia clínica é de aproximadamente 1,25 MeV, quando o volume a ser tratado é profundo, as camadas superficiais recebem alta dose, pois são expostas a energia muito alta (VIÉGAS, 2004).

Figura 13: Aparelho de telecobaltoterapia, CGR/GE, modelo Alcyon II



Fonte: Radioterapia Unesp, 2013.

2.8.3 Simulador do tratamento

O simulador permite realizar a simulação do tratamento, promovendo a imobilização do paciente e a aquisição de imagens, assim como será no tratamento, porém, não libera energias iguais as que serão utilizadas durante o tratamento e sim raios-x com energia suficientes para o posicionamento e localização anatômica. Após a localização das referências anatômicas, são marcados os campos de irradiação e se necessário o uso de acessórios. É importante nessa fase realizar a imobilização do paciente, para que seja garantida a reprodutibilidade diária do tratamento, que deve seguir as mesmas regras da simulação (Figura 14) (SCAFF, 1997).

A proteção de órgãos internos é um passo essencial no tratamento radioterápico, pois estudos evidenciam que de 1 a 8% das mulheres com câncer de mama submetidas ao tratamento expressaram sintomas devido ao pulmão ser irradiado (MCDONALD et al. 1995).

Após a simulação, os campos a serem irradiados são demarcados para que seja garantida a reprodutibilidade diária do tratamento e assim fique garantido que seja possível perceber durante o tratamento se os campos delimitados estão dentro do campo de irradiação, os campos são delimitados com a tinta especial, a fucsina, é de permanência temporária, baixo custo para o setor e difícil remoção (VIÉGAS, 2004).

Figura 14: Simulador do tratamento



Fonte: Radioterapia Unesp, 2013.

2.9 Protocolos de Radioterapia de mama

O tratamento para irradiação da mama, pode ser através da Teleterapia, com o uso do AL com energia do feixe de energia de fótons de 6 MeV e com feixe de elétrons de energia de 4,6,9,12,15 MeV para o reforço da dose (*boost*), ou com feixes gama em Telecobaltoterapia, ou Braquiterapia, que se caracteriza pela fonte próxima ou inserida no tumor, podendo serem

exclusivas ou sequencialmente aplicadas. As técnicas de tratamentos e as regiões a serem irradiadas variam de acordo com a cirurgia previamente realizada. Para as mamas que foram conservadas, são indicados campos tangentes opostos hemibloqueados e campo direto na parede torácica. Quando indicação de irradiação de fossa supraclavicular, é feito campos opostos irregulares não pares (VIÉGAS, 2004).

O limite superior de irradiação da mama é, em geral, a altura do primeiro espaço intercostal, com o intuito de se incluir toda a mama, e o limite lateral externo é a linha medioaxilar.

Em pacientes que foram submetidas à cirurgia de mastectomia, geralmente se irradia fossa supraclavicular, e o limite superior para esse campo é no nível do segundo espaço intercostal, não mais do primeiro. Já para pacientes que realizaram tratamento conservador, a fossa supraclavicular geralmente não é irradiada, e o limite interno é sobre o esterno. Como o risco de acontecer um câncer na mama contralateral é de 10%, não é recomendado que os campos ultrapassem os limites e atinjam a mama contralateral, pois podem prejudicar em uma futura RXT e irradiação desnecessária de pulmão. Para a realização diária do tratamento, a paciente deve estar em decúbito dorsal com o rosto contralateral a mama que irá ser irradiada e o braço deve formar um ângulo de 90° o que é possível com o uso do acessório específico utilizado nesse caso específico, a rampa de mama (também conhecida como *breast board*), a qual corrige também a inclinação do tórax pelo fato da posição em decúbito dorsal (SALVAJOLI, SOUHAMI, FARIA, 1999).

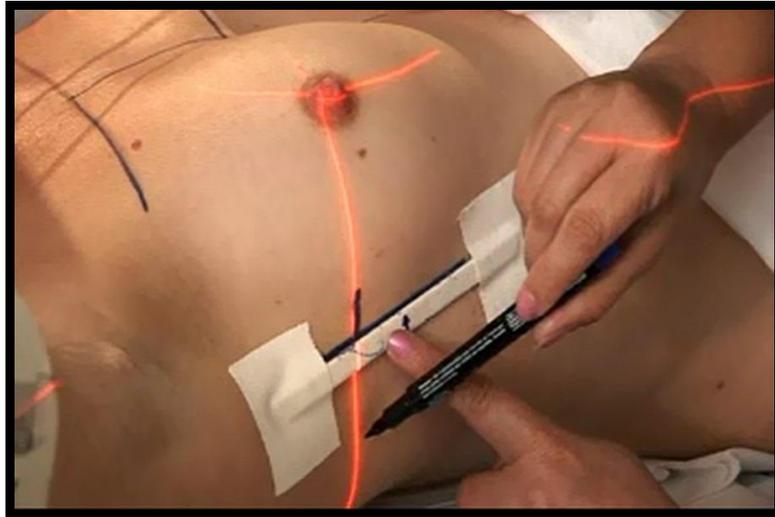
2.10 Planejamento do Tratamento

Em 1993 foi desenvolvida e publicada a norma ICRU-50 (*Internacional Commission on Radiation Units and Measurements*), a fim de padronizar nas diferentes instituições, os três parâmetros necessários para a realização de um tratamento que são: volume tratado, dose de radiação e técnica utilizada (PEREIRA et al. 2000).

Na simulação de tratamento de mama, primeiramente é escolhida a angulação do *gantry* de forma que toda a mama esteja compreendida no campo de irradiação, é necessário bloquear metade do campo de irradiação para que os pulmões não sejam irradiados, para isso é utilizado um fio metálico, conforme mostra a Figura 15 para que através da imagem

radiográfica seja delimitado o limite inferior do campo, a partir da caixa torácica (INCA, 2010).

Figura 15: Marcação dos campos



Fonte: INCA, 2010.

Para realizar o cálculo de distribuição de dose e tempo do tratamento é necessário fazer um molde com o contorno da mama e desenhá-lo em um papel, para que posteriormente o cálculo seja feito pelo físico médico (Figura 16).

Figura 16: Molde com o contorno da mama



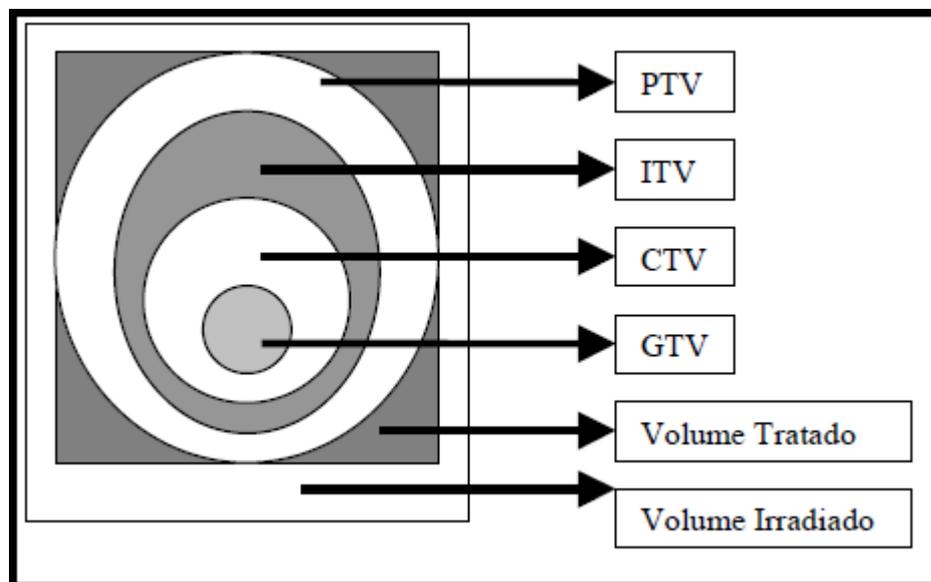
Fonte: INCA, 2010.

Durante a simulação do tratamento é essencial que o tecnólogo fique atento aos lasers de localização, pois serão estes que indicarão se a paciente está na mesma posição que garanta a reprodutibilidade diária do tratamento (VIÉGAS, 2004).

2.10.1 Volumes

Antes de se começar o planejamento, dois volumes devem ser definidos, GTV (“*Gross tumor volume*”), que corresponde ao volume tumoral, a parte visível e palpável, é onde existe a maior concentração de células malignas e CTV, corresponde ao volume de tecido que tem um GTV visível (“*clinical target volume*”), correspondente ao volume alvo. E durante o processo de planejamento mais dois parâmetros são determinados PTV (“*planning target volume*”), correspondente ao volume de planejamento, ou seja, é o CTV mais as margens de erro e os órgãos de risco. A partir dos resultados do planejamento surgem mais dois parâmetros que são volume tratado e volume irradiado (Figura 17) (PEREIRA et al. 2000).

Figura 17: Volumes de Tratamento



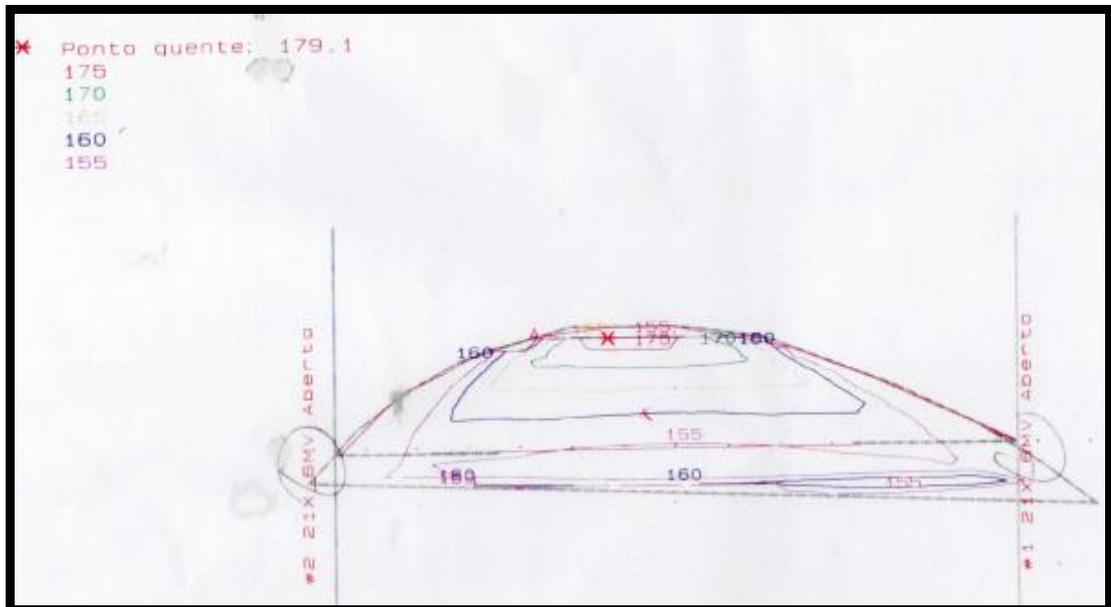
Fonte: Pereira et. al. 2000.

2.10.2 Curvas de isodose

As curvas de isodose são utilizadas em um tratamento radioterápico quando há probabilidade de dose elevada e desnecessária em um órgão de risco, quando o alvo a ser irradiado não é uma superfície plana, como a mama. Elas demonstram a dose no volume irradiado e não somente no eixo central do campo, pois o eixo central do campo de irradiação forma um ângulo reto com a superfície da paciente (Figura 18). As curvas de isodose estabelecem uma relação de dependência com tamanho de campo, distância foco superfície e energia da radiação. Existem alguns fatores que modificam as curvas de isodose, podem ser internas ou externas ao paciente (SCAFF, 1997; SALVAJOLI, SOUHAMI, FARIA, 1999; INCA, 2010).

Os filtros são utilizados quando se deseja formar um ângulo com a curva de isodose, os filtros mais utilizados são os de 15°, 30°, 45° e 60° (Figura 19) (INCA, 2010).

Figura 18: Perfil da mama e curvas de isodose



Fonte: Radioterapia Unesp, 2013.

Figura 19: Filtros

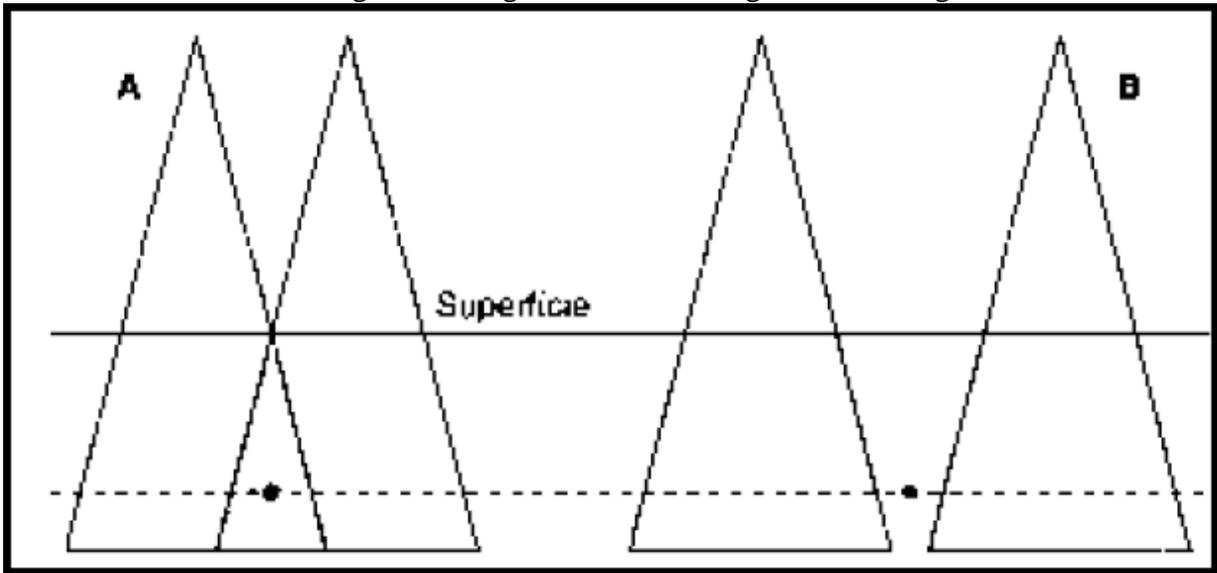


Fonte: Radioterapia Unesp, 2013.

2.10.3 Separação entre campos

Quando necessários dois ou mais campos de irradiação, podem ocorrer uma subdosagem, ou uma sobredosagem. Se as margens dos campos delimitados se sobrepuserem, haverá uma sobredosagem na região abaixo delas, porém, se a separação entre essas margens for muito grande poderá ocorrer uma região de subdosagem conforme mostra a Figura 20 (SCAFF, 1997).

Figura 20: Regiões de sobredosagem e subdosagem



Fonte: Scaff, 1997.

2.10.4 Dose de radiação

As maneiras como o tecido irá responder às diversas faixas de energia vão variar de acordo com alguns fatores como a sensibilidade do tumor à radiação, a localização do tumor, e a oxigenação, pois quanto mais oxigenado o tecido for, maior será a resposta de dano ao tecido. Para que a célula normal seja preservada, e somente as células neoplásicas sejam afetadas, as doses são fracionadas com doses diárias iguais, quanto mais radiosensível o tecido for, mais fácil de curar com a RXT. As fontes de energia da RXT podem ser geradas a partir da energia elétrica, gerando feixes de fótons ou de elétrons, ou raios gama derivados de pastilhas de cobalto (INCA, 2012).

A dose tradicional é de 4.500 a 5.000 cGy de dose total, com fracionamento diário de 180 a 200 cGy, em sessões diárias, 5 vezes na semana (SALVAJOLI, SOUHAMI, FARIA, 1999).

A energia aplicada vai depender da localização do tumor, os feixes de energia maior são utilizados em lesões mais profundas e aqueles de baixa energia para lesões mais superficiais (VIÉGAS, 2004).

2.10.5 Técnicas

As técnicas utilizadas vão variar de acordo com a cirurgia antes realizada, para resíduos cirúrgicos, normalmente emprega-se campos paralelos opostos hemibloqueados, ou com técnica de isocentro, já para irradiação do plastrão torácico pode-se realizar campos paralelos opostos hemibloqueados, ou campo direto angulado com elétrons. Para irradiação de fossa supraclavicular e axila, campos anteriores (VIÉGAS, 2004).

O tratamento de câncer de mama normalmente emprega a dose total de 50 Gy em frações diárias de 2 Gy, cinco vezes na semana (LIEVENS, POORTMANS, BOGAERT, 2001).

A dose de reforço empregada com elétrons (*“boost”*) diminui em 50% a taxa de recidiva local, com a adição de 10 a 20 Gy na dose total, e está indicado para todas as mulheres com menos de 50 anos (HADDAD, 2011)

A Figura 21 mostra um problema grave de sobredosagem cardíaca e pulmonar, pois os campos de FSC e campo interno da mama estão compreendidos em um único campo (VIÉGAS, 2004).

Figura 21: Fossa supraclavicular e região mamária interna compreendida em um único campo anterior



Fonte: Viégas, 2004.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Para a revisão dos conceitos básicos de cancerologia, incidências do câncer de mama, formas de diagnóstico, tratamento e técnicas radioterápicas foram utilizados base de dados confiáveis como Scielo, Lilacs, livros didáticos relativos ao tema do acervo da Faculdade de Tecnologia de Botucatu (FATEC) e da Universidade Estadual Paulista (UNESP) e sites confiáveis como INCA.

Foi realizado um acompanhamento no setor de Radioterapia da Universidade Estadual Paulista (UNESP) de Botucatu, durante o período de 18 de fevereiro a 7 de março de 2013, onde pôde ser observado as diferentes formas de procedimentos de RXT de mama e os protocolos utilizados nos três aparelhos presentes no setor que são o acelerador linear marca Varian, modelo 2100 C, a unidade de telecobaltoterapia marca CGR/GE modelo Alcyon II, e o simulador do tratamento.

Para o levantamento quantitativo dos casos de câncer de mama atendidos no setor, foi realizada uma contagem de todos os prontuários do sexo feminino, totalizando em 2460 prontuários, sendo 413 com os dados radiométricos dos casos clínicos de câncer de mama submetidos à RXT do período de 2006 a 2012, foram excluídos os casos de *boost*, o complemento de dose com elétrons realizado após o término das sessões estabelecidas durante o planejamento.

Juntamente com o levantamento quantitativo, foi realizada uma análise dos parâmetros radiométricos observados nas curvas de isodose realizadas durante a simulação, coletando os dados: curva de isodose preferida, energia do feixe utilizado no tratamento, utilização de filtro interno e externo, separação e altura em cm da mama irradiada, campo equivalente, observou-

se também se o tratamento seria realizado em mama presente ou em plastrão (termo utilizado quando existe a realização de cirurgia de mastectomia radical).

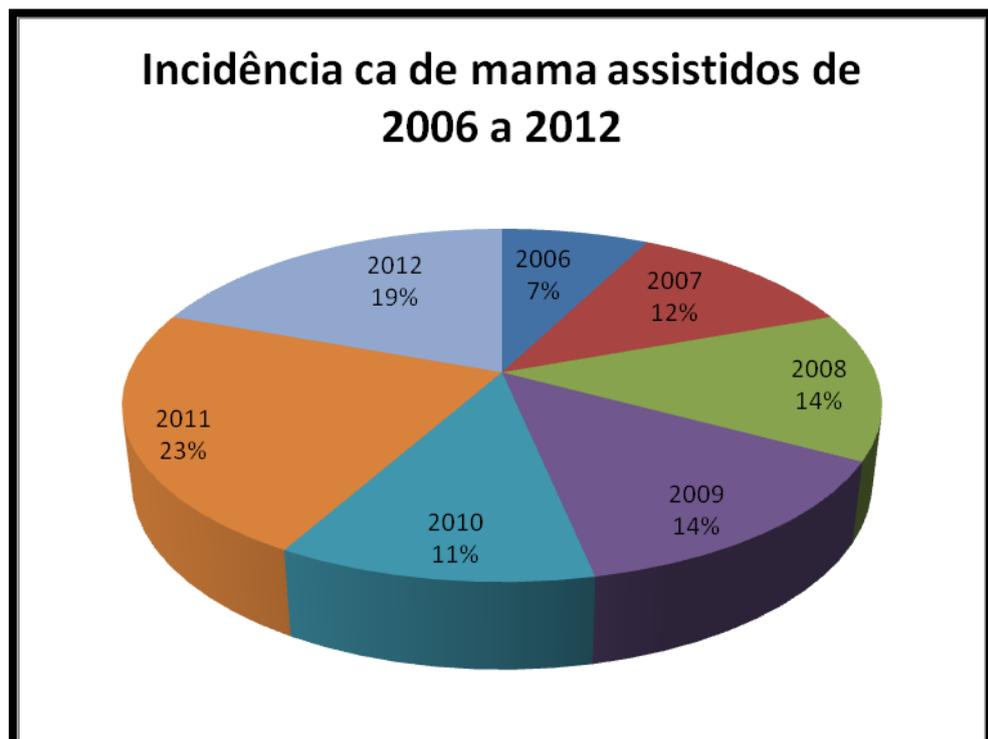
Foram fotografados os três aparelhos presentes no setor, bem como os acessórios que são utilizados durante o tratamento radioterápico da mama em cada um deles, a fim de realizar uma comparação da evolução das tecnologias de tratamento neste setor.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Incidências de tumores de mama tratados no período de 2006 a 2012

Conforme mostra a Figura 22, verificou-se que no período analisado, o ano de 2011 teve maior incidência de tratamentos de mama, correspondendo a 23 % do período de 2006 a 2012, sendo a menor incidência no ano de 2006, correspondendo a 7%.

Figura 22: Incidência de câncer de mama assistidos no setor de radioterapia de 2006 a 2012- Botucatu, 2013.

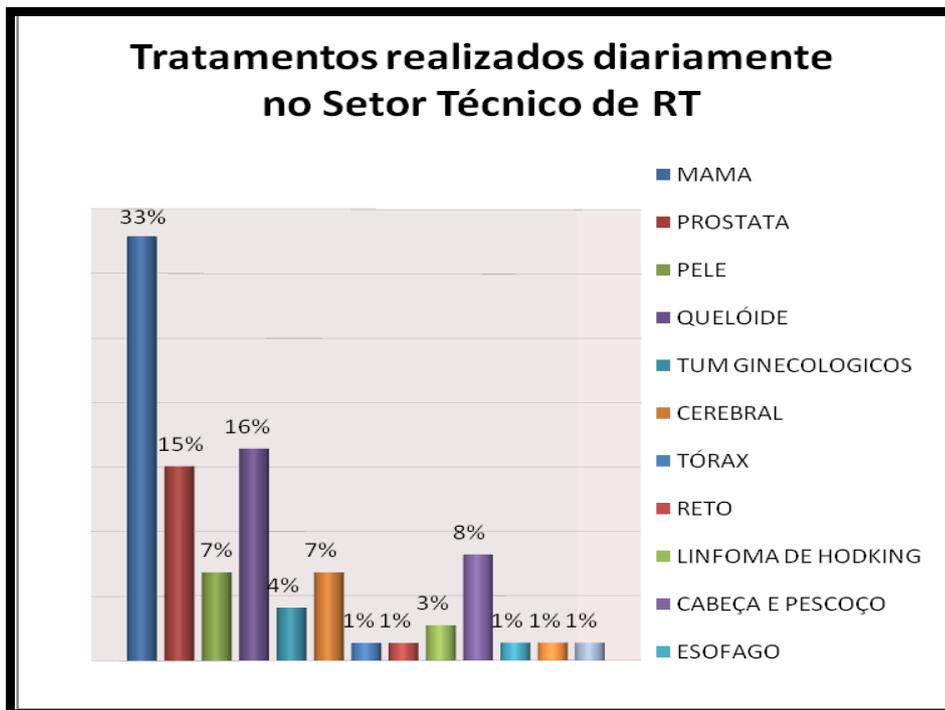


4.1.1 Incidência de tratamentos diários realizados no setor técnico de RXT da Unesp

A fim de verificar a incidência de tratamentos realizados diariamente no Setor Técnico de radioterapia, foi realizado um levantamento observando e quantificando o número de casos em tratamento. Os presentes dados têm como base o mês de maio de 2013.

Verificou-se que foram atendidos por dia cerca de 73 pacientes e dentre estes, são apresentadas as incidências em cada tipo de tratamento. Conforme demonstrado na Figura 23, cerca de 33% estão relacionados a tratamento em tumores de mama. A partir destes dados pode-se mostrar a relevância deste estudo sobre câncer de mama, o qual representa a maior incidência de tratamentos diários. O Setor Técnico de Radioterapia possui uma rotina de funcionamento compreendida das 06:00 até as 22:00, atendendo com dedicação e profissionalismo todos os pacientes.

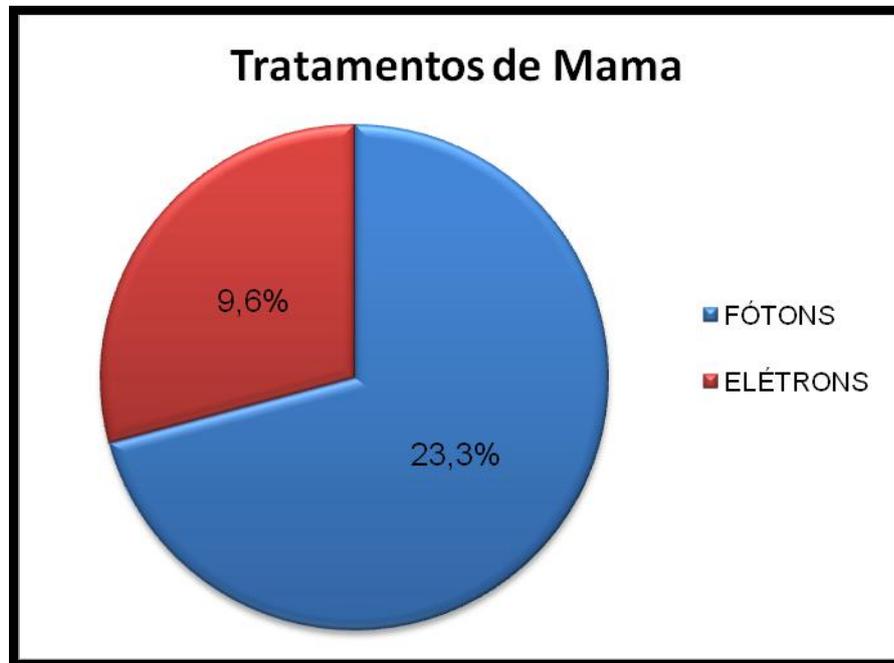
Figura 23: Tratamentos realizados diariamente-Botucatu, 2013.



4.1.2 Incidência de tratamentos de mama por fótons e elétrons

Ressalta-se que apenas os tratamentos em que serão empregadas as energias de fótons passam pelo planejamento radioterápico no equipamento simulador, sendo que nesta fase são coletados os dados e parâmetros radiométricos, bem como o contorno da mama que será útil na elaboração da curva de isodose, que será escolhida posteriormente, após a digitalização do contorno adquirido, observando a curva de isodose mais adequada para o tratamento, bem como a necessidade de utilização do acessório modificador de feixe (filtro) e seu respectivo ângulo.

Figura 24: Incidência por fótons e elétrons-Botucatu, 2013.

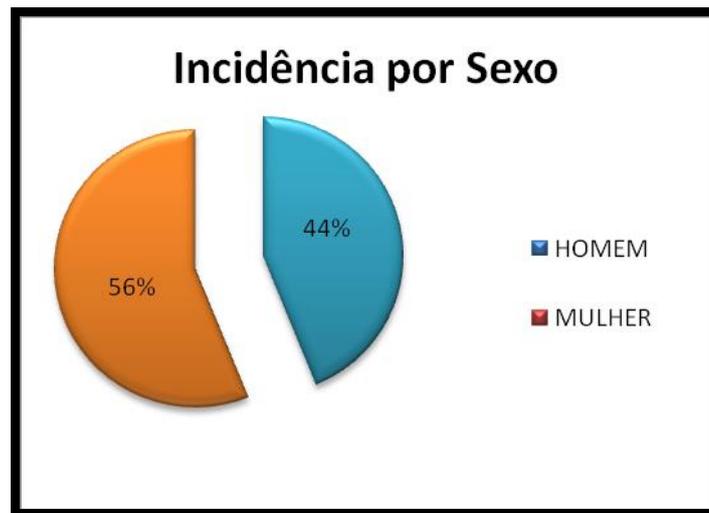


A partir da Figura 24, verifica-se que entre os 33% de casos tratados para o câncer de mama diariamente, cerca de 23,3% se referem ao tratamento que utiliza a energia de fótons (6 ou 10 MV) e 9,6% dos tratamentos estão relacionados com a dose complementar (*boost*), a qual utiliza a energia de elétrons (4, 6, 9, 12 e 15 MeV).

4.1.3 Incidência por sexo

Através da Figura 25 é possível demonstrar que entre todos os casos tratamento diariamente, cerca de 56% correspondem aos casos no sexo feminino e 44% são referentes ao sexo masculino.

Figura 25: Incidência de tratamentos por sexo-Botucatu, 2013.

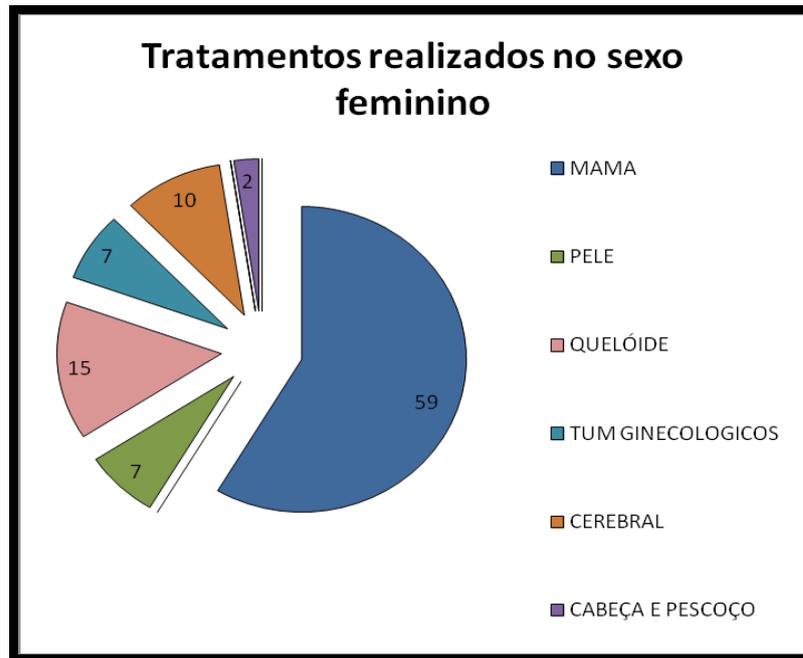


4.1.4 Incidência de tumores no sexo feminino

Pelo fato de que o câncer de mama trata-se de objeto principal deste estudo, verificaram-se quais os tumores tratados mais incidentes no sexo feminino (Figura 26). Sendo eles: tumores de mama, quelóide (doença benigna) tumores cerebrais, tumores ginecológicos, tumores de pele e neoplasias de cabeça e pescoço.

A partir destes dados, observa-se a grande incidência de tratamentos realizados em câncer de mama, fato que representou mais da metade no sexo feminino (59%), desta forma verifica-se a grande importância da realização deste trabalho, o qual enfatiza o estudo de parâmetros radiométricos e distribuição da dose de radiação na mama da paciente de acordo com os critérios estabelecidos em relação a curva de isodose e adição de acessórios complementares, sugerindo um melhor tratamento e eficácia na sua realização.

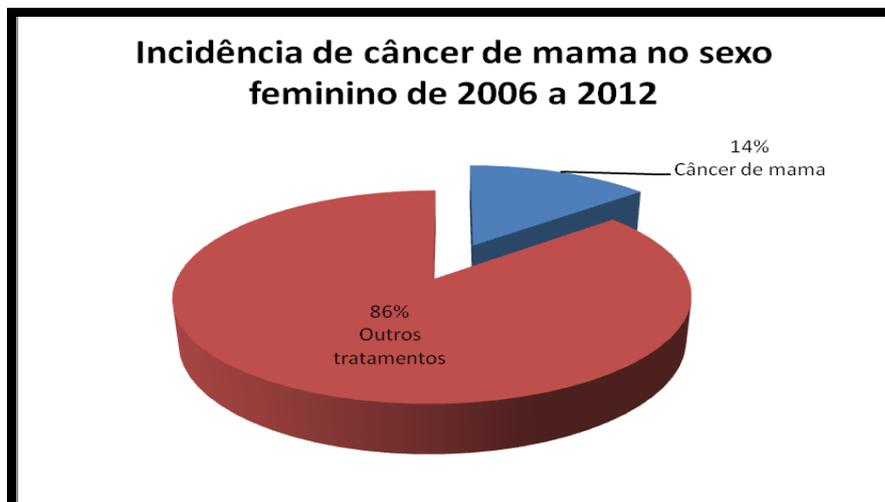
Figura 26: Tratamentos realizados no sexo feminino- Botucatu, 2013.



4.1.5 Incidência de câncer de mama no sexo feminino de 2006 a 2012

Durante o período estudado, foram analisados 2460 prontuários do sexo feminino, e dentre estes, 413 corresponderam aos casos de câncer de mama. Através destes dados foi possível concluir que a incidência de tratamentos de câncer de mama no setor de radioterapia da UNESP foi de 14% e 86% dos casos foram referentes a outras neoplasias que acometem o sexo feminino, conforme mostra a Figura 27.

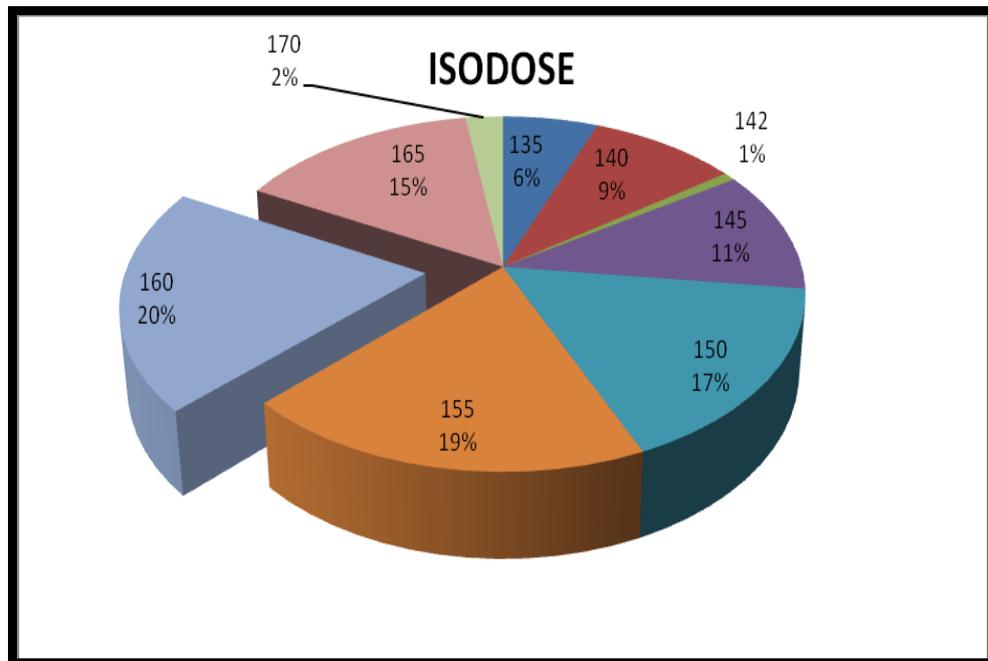
Figura 27: Incidência câncer de mama no sexo feminino- Botucatu, 2013.



4.2 Curvas de isodose

O menor valor de curva de isodose escolhida foi de 135% e o maior foi de 170%, prevalecendo (54% dos casos analisados) valores entre 155% a 165% (Figura 28). Quanto maior o valor da isodose menor a dose de radiação na superfície da mama, minimizando os efeitos de radiodermite.

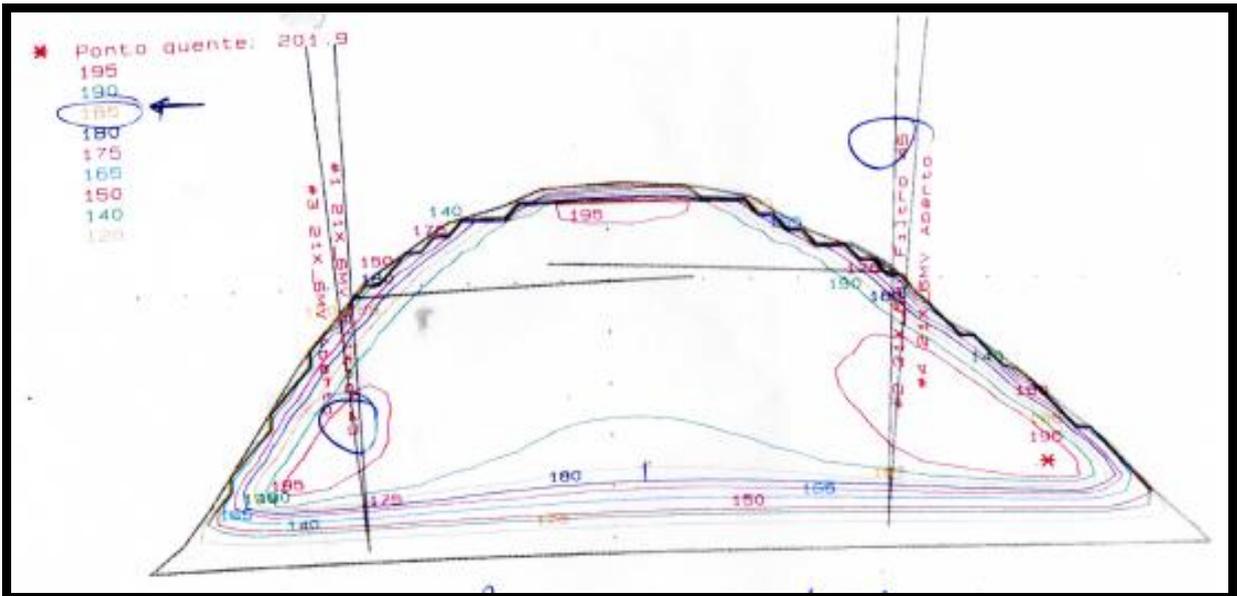
Figura 28: Curvas de isodose mais utilizadas- Botucatu- 2013.



Sabe-se que a curva de isodose é um parâmetro radiométrico que é escolhido pelo médico, o qual após estudar os diagnósticos patológicos da paciente, decide conforme a localização, tamanho e características do tumor, a melhor curva de isodose para o tratamento. De acordo com a Figura 29, que ilustra uma curva de isodose, pode-se verificar as curvas de isodose formadas. Sabe-se que quanto mais próxima a curva do campo pulmonar, exemplificado pela curva de 140% (Figura 29), maiores serão as chances de haver considerado depósito da dose de radiação na pele. A fim de evitar este problema, o médico radioterapeuta, decide na maioria dos casos, escolher uma curva de isodose que englobe a região tumoral, e evite a dose de radiação na pele da paciente, exemplificado na curva 185% (Figura 29), fato que pode ocasionar a queimadura e descamação da pele, sendo necessário interromper o tratamento até a sua recuperação.

Com o presente estudo verificou-se que as mulheres submetidas ao tratamento com curvas de isodose de 160%, possivelmente tiveram uma dose menor de radiação na pele, pois quanto maior a curva, menor a dose de radiação aplicada desnecessariamente na pele da paciente.

Figura 29: Curvas de isodose



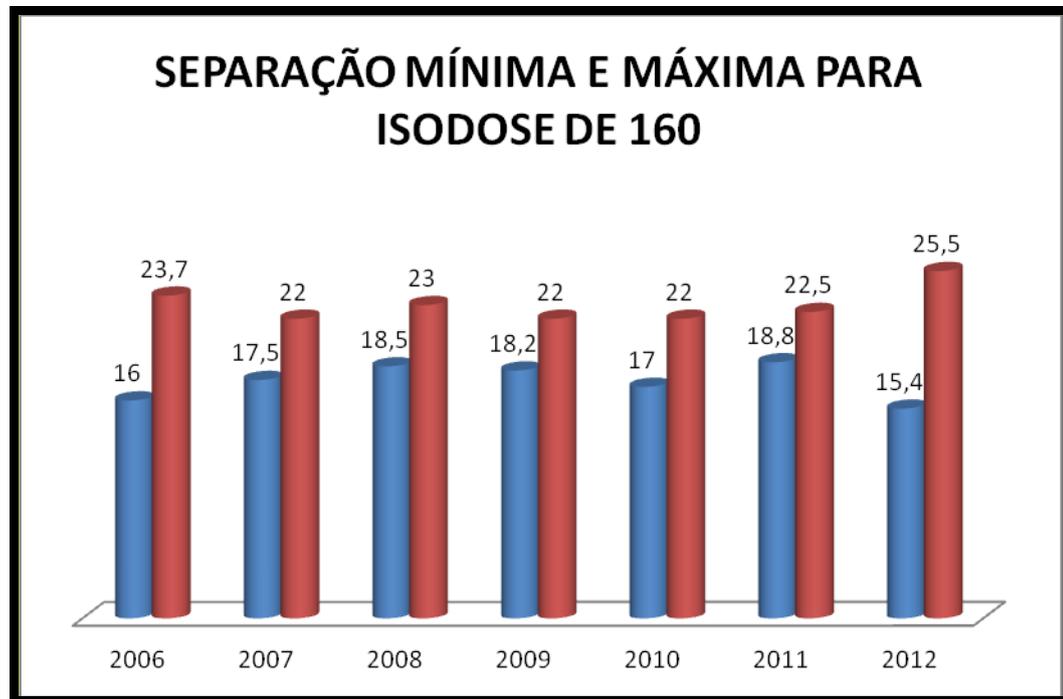
Fonte: Radioterapia Unesp, 2013.

4.3 Separação

Tendo em vista que as curvas de isodose mais utilizadas foram as de 160%, buscou-se analisar e correlacionar os demais parâmetros estudados com esta curva.

Como ilustrado na Figura 30, verificou-se que os valores de separação das mamas para a curva de isodose de 160%, variaram de 15,4 cm a 25,5 cm, portanto não se pode dizer que existe uma relação significativa entre a isodose escolhida e a separação da mama, podendo dizer que a isodose varia em relação ao critério médico, como localização, tamanho e características do tumor, e a separação da mama varia de paciente para paciente de acordo com a anatomia da mesma.

Figura 30: Separação mínima e máxima para isodose de 160% - Botucatu, 2013.



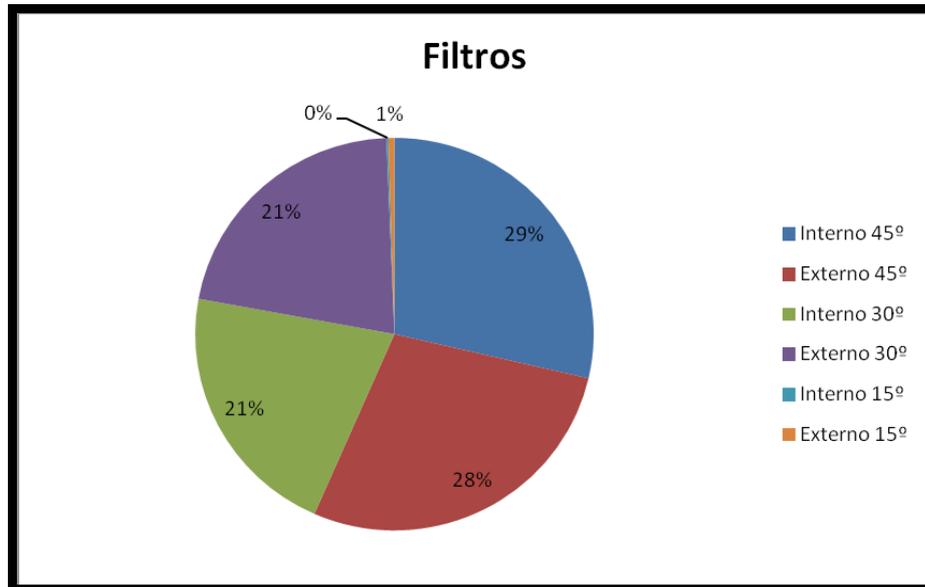
4.4 Energia do feixe

A energia dos feixes utilizados em todas as pacientes submetidas ao tratamento no período analisado foi integralmente de 6 MeV, demonstrando assim a prevalência do uso de feixe de fótons.

4.5 Filtros

As análises mostraram que não há uma prevalência no ângulo do filtro utilizado. A escolha do filtro depende da curva de isodose apontada e visa a compensação de falta de tecido face à morfologia do tecido mamário. Portanto, pode-se concluir que as mamas tratadas nesse período possivelmente apresentavam maior falta de tecido do que as demais, sugerindo dessa forma a utilização de filtros com maiores angulações, pois quanto maior for o ângulo do filtro, menor é a quantidade de tecido da área a ser tratada e maior deve ser a compensação da falta de tecido, com a finalidade de promover a homogeneização da dose de radiação nessa região (Figura 31).

Figura 31: Filtros mais utilizados- Botucatu, 2013.



4.6 Relações isodose x campo equivalente

Conforme mostram os dados da Tabela 3, não se verificou uma relação direta entre o valor da curva de isodose escolhida e o campo equivalente de radiação determinado, pois se verificou o mesmo valor de campo equivalente em diferentes valores de curvas de isodose.

O cálculo dos campos equivalentes é uma etapa essencial na obtenção dos parâmetros necessários para a determinação da taxa de dose em um campo de radiação. Tendo em vista que muitas vezes os campos a serem irradiados possuem formas irregulares, é necessário realizar um cálculo para se obter um campo quadrado equivalente, o qual será utilizado para compor um dos itens para o cálculo de determinação da dose a ser prescrita para o tratamento.

Tabela 3: Relação das curvas de isodose e campo equivalente de 2006 a 2012- Botucatu, 2013.

Curvas de Isodose e Campo Equivalente											
125 %	130%	135%	140%	142%	145%	150%	155%	160%	165%	170%	180
8,5	9	12	8,5	8,2	12	11	12	12	10	9,5	8,5
9	10	11,5	13	8,5	7	11,5	9	9,5	11,5	10,5	9
8	6	7,5	11		9	7,7	10	8,5	9	11	
	7	7	7,5		8	10	10,5	10,5	10,5	8,5	
	10,5	9	6		6	7,5	11	9	9,5	8	

8,5	10	8	10	13	8,5	11	12
8	8,5	11,5	7,5	8,5	9,5	7,8	13,5
	8	10	13	9,5	9,8	10	8,5
	11	12	11	8	11,5	13	11
	11,8	9,5	9,5	12	11,3	11,5	8
	15	10,5	15	9	10,7	8	13
	13	6,5	12,5	10,5	12,5	17,4	
	6,5	12,5	8,5	6	8		
	9,5	7	10,5	6,5	6		
			11,5		7,5		
			7,8				

4.7 Relação das curvas de isodose e altura da mama

Através dos dados da Tabela 4, foi possível concluir que não há uma relação direta entre os valores das curvas de isodose escolhidas para o tratamento e a altura da mama (dimensão “y” do campo de radiação).

Tabela 4: Curvas de isodose e altura da mama- Botucatu, 2013.

Isodose	135%	140%	145%	150%	155%	160%	165%	170%
Altura	10,8 cm	6,5 cm	12,1 cm	9 cm	12,2 cm	10,8 cm	6 cm	7,6 cm
	10 cm	11 cm	6,8 cm	8,8 cm	10 cm	7,3 cm	8,4 cm	8 cm
	4,5 cm	6,3 cm	7,5 cm	9,8 cm	8,8 cm	6,4 cm	8,3 cm	7,2 cm
	4,2 cm	3,7 cm	6,4 cm	4,5 cm	8 cm	7 cm	9 cm	
	3,6 cm	3,9 cm	5,6 cm	8,4 cm	7,8 cm	5 cm	9,8 cm	
	4,3 cm	8 cm	3,3 cm	7,8 cm	8,7 cm	8,6 cm	7,9 cm	
	4 cm	3,5 cm	6,7 cm	3,3 cm	7,5 cm	6,3 cm	9,5 cm	
	6 cm	7,6 cm	6 cm	9,5 cm	7 cm	8,3 cm	5,7 cm	
	9,1 cm	6 cm	5 cm	5 cm	8,5 cm	7,2 cm	7 cm	
	7 cm	7,9 cm	3,4 cm	8 cm	6,8 cm	6,5 cm	5,8 cm	
	12 cm	7,3 cm	3,7 cm	10 cm	5,7 cm	4,6 cm	5 cm	
	8,3 cm	10,2 cm	11,3 cm	6,6 cm	6,5 cm	4 cm	10 cm	
		4,5 cm	8 cm	7,5 cm	7,7 cm	6,2 cm	6,4 cm	
		8,7 cm	7 cm	2,8 cm	6 cm	5,3 cm	6,2 cm	
		5,4 cm	4 cm	7,7 cm	7,3 cm	5,9 cm	6,5 cm	
		7,1 cm	4,4 cm	5,3 cm	9 cm	6,7 cm	5,5 cm	
			3,5 cm	8,3 cm	10,2 cm	5,4 cm	4,6 cm	
			13,2 cm	7,6 cm	8,3 cm	8,7 cm	5,1 cm	
			10,2 cm	7 cm	7,6 cm	8,4 cm	7,2 cm	

	5 cm	8,5 cm	6,9 cm	9 cm	7,4 cm
	4,5 cm	3,8 cm	9,3 cm	7,4 cm	7,8 cm
	10 cm	5,5 cm	6,1 cm	6 cm	9,3 cm
		2,7 cm	8,4 cm	9,7 cm	5,3 cm
		6 cm	5,6 cm	8,5 cm	8,9 cm
			5,5 cm	5,2 cm	8 cm
			4,8 cm	5 cm	6,7 cm
			9,8 cm	6,6 cm	
			7,1 cm	10 cm	
			3,8 cm	5,4 cm	
			6,3 cm	11,4 cm	
			5,8 cm	7,6 cm	
			5 cm		

4.8 Estudo comparativo das técnicas de radioterapia em tumores de mama em dois equipamentos

Com a finalidade de avaliar o avanço tecnológico ocorrido no setor técnico de radioterapia da Unesp, buscou-se estudar e comparar as técnicas utilizadas para o tratamento do câncer de mama em dois equipamentos, sendo eles a Unidade de Telecobaltoterapia e o Equipamento Acelerador Linear.

4.8.1 Técnicas utilizadas na unidade de telecobaltoterapia

A Unidade de Telecobaltoterapia, da marca GE/CGR/MEV, modelo Alcyon II, foi instalada no setor de radioterapia no ano de 1993, onde há presente uma fonte de Co-60, a qual possui energia de 1,25 MeV, com meia-vida de 5,27 anos, a fonte presente atualmente neste equipamento foi trocada no ano de 2010.

Atualmente a unidade de telecobaltoterapia não está mais sendo utilizada em grande massa para atendimento na rotina no setor de radioterapia, sendo que apenas alguns casos específicos estão sendo encaminhados para tratamento neste equipamento (Figura 32).

Figura 32: Unidade de telecobaltoterapia, GE Alcyon II



Fonte: Radioterapia Unesp, 2013.

Foram acompanhados alguns casos de tratamento de câncer de mama neste aparelho, a fim de verificar as técnicas utilizadas.

Utiliza-se como acessório para posicionamento uma rampa de mama simples, na qual é possível ajustar a altura do braço e o encosto para a cabeça da paciente (Figura 33).

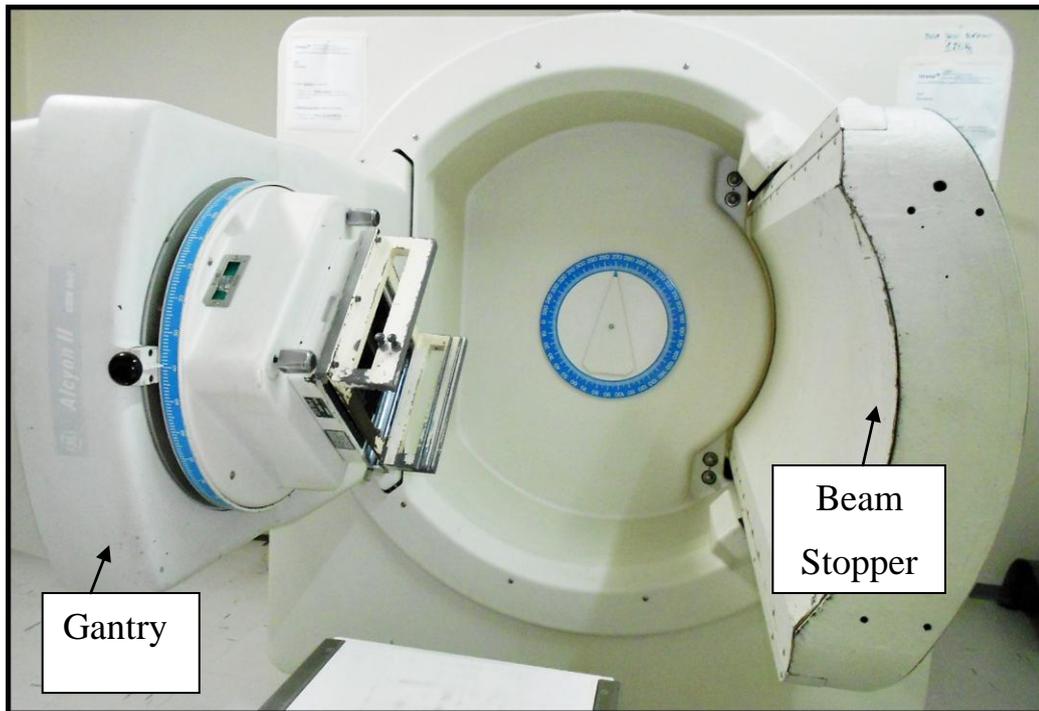
Figura 33: Rampa de mama simples



Fonte: Radioterapia Unesp, 2013.

Neste equipamento deve-se ter grande cautela ao girar o *gantry* para posicionar os campos interno e externo, evitando que o *gantry* ou o *beam stopper* (lado contrário do *gantry*) colida com o paciente ou com regiões de seu corpo (Figura 34).

Figura 34: Rotação do gantry e beam stopper



Fonte: Radioterapia Unesp, 2013.

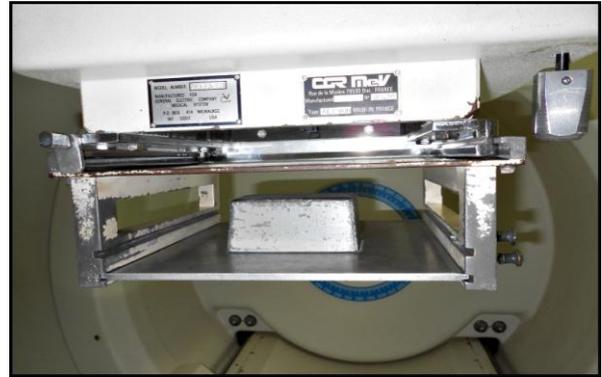
Antes de localizar os campos de tratamento, deve-se verificar se todos os acessórios estão inseridos no *gantry*, como a bandeja (Figura 35), a qual serve de suporte para encaixar o bloqueador de meio de campo ou hemi bloqueador, o qual é utilizado para bloquear metade do campo de irradiação, colimando a região pulmonar próxima ao campo de tratamento (Figura 36).

Figura35: Bandeja



Fonte: Radioterapia Unesp, 2013.

Figura 36: Bandeja com hemibloqueador



Fonte: Radioterapia Unesp, 2013.

Deve-se também ter cuidado ao posicionar o bloqueador de meio campo, certificando que o mesmo esteja encaixado e fixado corretamente na bandeja (Figura 37), pois a manipulação deste bloco pode se tornar perigosa devido ao peso excessivo, que pode pender muitas vezes sobre o paciente.

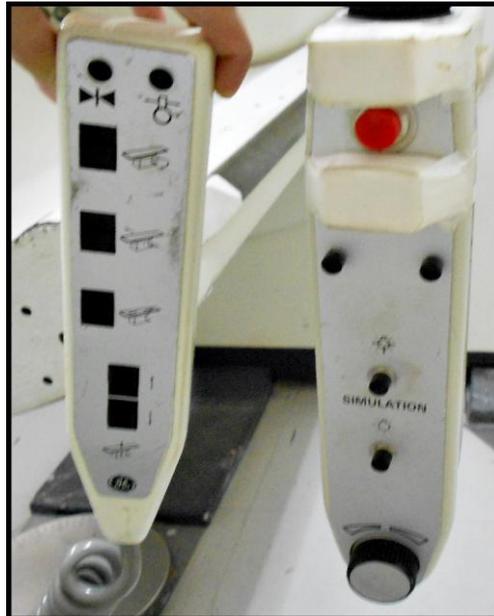
Figura 37: Equipamento com bandeja e hemibloqueador



Fonte: Radioterapia Unesp, 2013

Para a localização dos campos deve-se girar cuidadosamente o *gantry* para a posição ideal através de um controle manual (Figura 38), somente depois disso deve-se posicionar a mesa verticalmente e horizontalmente utilizando o controle manual da mesa.

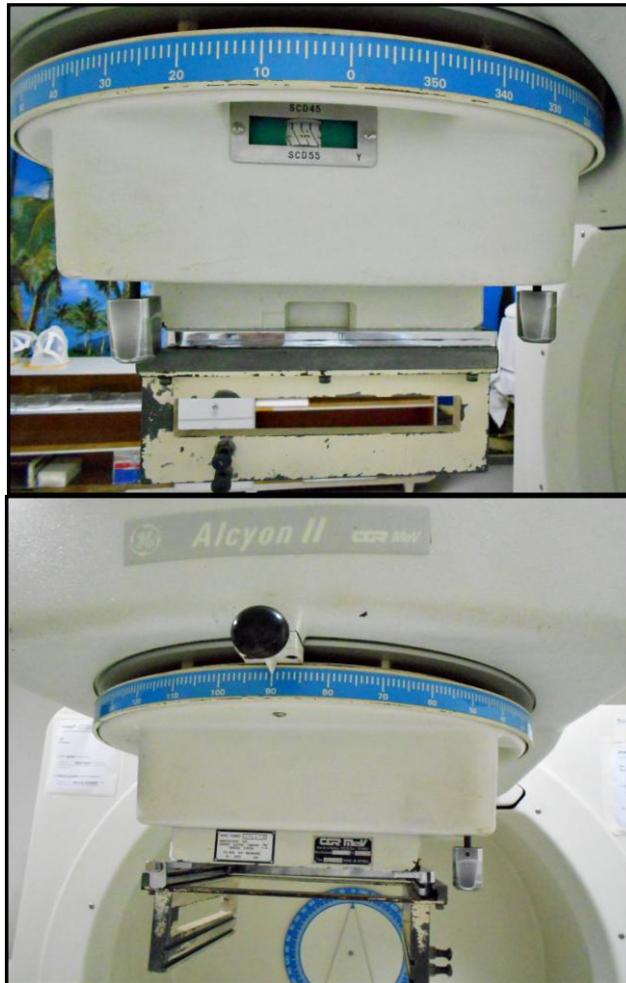
Figura 38: Controle da mesa e do *gantry*



Fonte: Radioterapia Unesp, 2013

Para a correta localização dos campos de tratamento deve ser observado na ficha técnica da paciente as medidas X e Y dos campos, e a angulação do colimador (Figura 39), os quais devem ser ajustados manualmente.

Figura 39: Angulação dos campos X e Y e colimador



Fonte: Radioterapia Unesp, 2013.

Deve-se também verificar e localizar o campo de radiação, utilizando a técnica de SSD com uma distância de 80 cm, da fonte até a pele da paciente. Após o correto posicionamento e localização do campo de tratamento, deve-se sair da sala, fechar corretamente a porta, e no dispositivo de comando deve-se colocar o tempo prescrito do campo de tratamento manualmente e iniciar a irradiação deste campo (Figura 40).

Figura 40: Sala de Comando da unidade de telecobaltoterapia



Fonte: Radioterapia Unesp, 2013

Durante o momento em que está ocorrendo a irradiação, a luz de segurança da porta do equipamento permanece acessa na cor vermelha (Figura 41) , bem como um dispositivo luminoso localizado ao lado do console de comando (Figura 42).

Figura 41: Luz de segurança da porta

Figura 42: Dispositivo luminoso



Fonte: Radioterapia Unesp, 2013.

4.8.2 Técnicas utilizadas no Equipamento Acelerador Linear

O Equipamento Acelerador Linear da marca Varian, modelo CLINAC 2100 C, foi instalado no setor no ano de 2002, e atualmente é empregado largamente nas rotinas diárias de tratamento, inclusive para o tratamento do câncer de mama (Figura 43).

Trata-se de um equipamento moderno, que possui diferentes energias com feixes de fótons de 6 e 10 MV, e elétrons de 4,6,9,12 e 15 MeV, onde é possível escolher o feixe e energia ideal para cada tipo de tratamento.

Figura 43: Acelerador Linear Varian, Clinac 2100 C



Fonte: Radioterapia Unesp, 2013.

Para o tratamento do câncer de mama, é utilizado como acessório para posicionamento uma rampa de mama, que possui várias angulações, visando posicionar confortavelmente e corretamente a paciente, garantindo a reprodutibilidade diária do tratamento (Figura 44).

Figura 44: Rampa de mama do AL

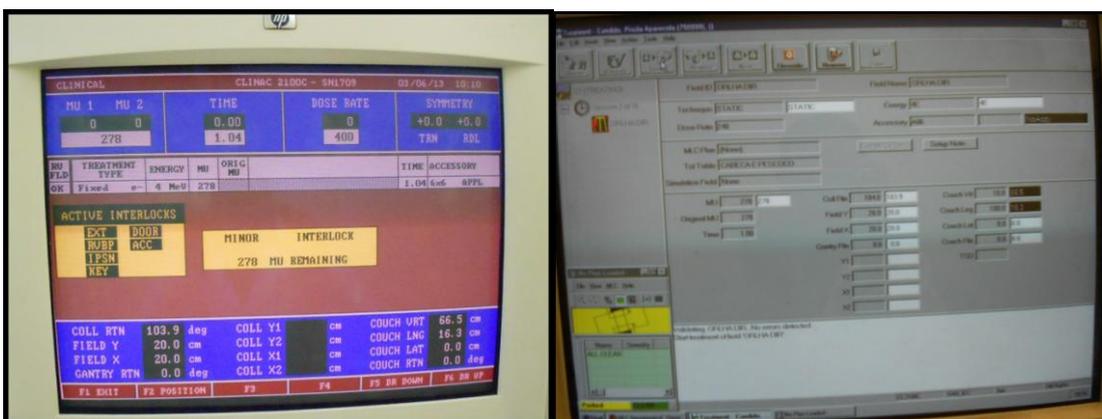


Fonte: Radioterapia Unesp, 2013.

O Acelerador Linear possui um equipamento com um sistema *Varis* interligado, este sistema possibilita a inserção de todos os dados técnicos referentes ao tratamento de determinado paciente.

Para iniciar o tratamento de uma paciente, primeiramente a mesma é localizada e inserida no sistema, após isso todos os dados referentes ao seu tratamento, como angulação do gantry, do colimador, distância vertical, longitudinal, lateral, angulação da mesa, tamanho de campo X e Y, presença de acessórios, são enviados ao monitor que fica presente na sala de tratamento, onde o tecnólogo poderá visualizar todos os parâmetros técnicos, ajustando-os rapidamente, adiantando e otimizando o tempo (Figura 45).

Figura 45: Monitor do Sistema Varis



Fonte: Radioterapia Unesp, 2013.

Após o posicionamento adequado da paciente na mesa de tratamento, através do controle de comando (Figura 46), são acionadas as teclas *Alt + Enter*, as quais possibilitam

um ajuste dos parâmetros citados automaticamente, sendo necessário apenas girar o *gantry* para sua correta angulação e localizar o campo de tratamento.

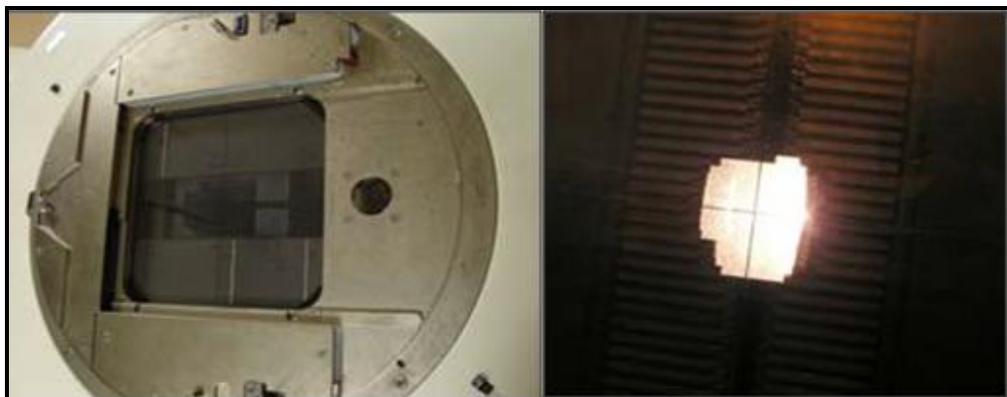
Figura 46: Controle do AL



Fonte: Radioterapia Unesp, 2013.

O equipamento acelerador linear possui colimadores *multileaf*, os quais são caracterizados por um conjunto de 26 pares de lâminas que possuem a capacidade de se moldar aos diferentes campos de radiação, possibilitando desta forma a colimação necessária, protegendo estruturas sadias que estão ao redor do campo de tratamento (Figura 47).

Figura 47: Colimadores multileaf



Fonte: Radioterapia Unesp, 2013.

Após o correto posicionamento é verificado se são utilizados acessórios como filtros e suas angulações, fato que também está descrito no monitor dentro da sala de tratamento (Figura 48).

Figura 48: Monitor dentro da sala de tratamento

Patient	PLAN	ACTUAL
Field Y Y2	17.0	17.0
Field X X2	6.0	6.0
Coll Rtn	0.0	0.0
Gantry Rtn	307.0	307.0
Couch Vrt	31.1	31.1
Couch Lng	124.3	124.9
Couch Lat	992.8	993.2
Couch Rtn	0.0	0.1
Accessory	W45R20	NOACCY

Field INT C FILTRO
SETUP NOTE

TSD

EXT | RVBP | KEY | PNDT | DOOR | ACC

Fonte: Radioterapia Unesp, 2013.

Este equipamento possui muitos dispositivos de segurança, como dispositivos que reconhecem o acessório correto a ser utilizado, por exemplo: se o filtro a ser utilizado é o de 45° e por descuido o operador insere o filtro de 30°, o sistema acusa que o acessório está errado e não deixa o tratamento ser iniciado. Se o operador por descuido esquecer-se de travar a mesa de tratamento, o sistema não deixa que o tratamento tenha início, dispositivo que assegura maior segurança e eficácia para o tratamento, pois o paciente pode se movimentar e a mesa pode sair de sua localização, alterando o campo de tratamento. No sistema de tratamento existe ainda a contagem das sessões de radioterapia que já foram realizadas pela paciente, e o total de sessões preconizadas para o tratamento.

4.8.3 Comparação das Técnicas utilizadas

Sabe-se que os dois equipamentos são eficazes no tratamento de câncer de mama, porém cada um possui seus princípios e técnicas.

Verificou-se que a Unidade de Telecobaltoterapia apresenta bastante desvantagem em relação ao Acelerador Linear, pelo fato da modernidade e otimização do tratamento presente neste último. A Unidade de Telecobaltoterapia por ser um equipamento mais antigo, suas técnicas devem ser realizadas de forma totalmente manual, já o Acelerador Linear possui um sistema que possibilita a visualização de todos os parâmetros técnicos do tratamento, bem como comandos do controle manual que podem ajustar quase que automaticamente os parâmetros do posicionamento.

Em relação ao custo-benefício o Acelerador Linear apresenta grande vantagem em relação a Unidade de Telecobaltoterapia, pois além dos parâmetros já discutidos, o equipamento de Cobalto-60 por ser uma fonte radioativa, possui um decaimento de cerca de 1% ao mês, e a emissão de fótons é contínua, ou seja, a fonte não para de emitir radiação, e quando a máquina está desligada, a fonte permanece guardada em uma blindagem adequada que bloqueia a saída dos raios gama. Por esse fator é que os aparelhos de Co-60 estão em desuso, tendo em vista que depois de 5,27 anos, a exposição do paciente ao feixe demora o dobro de tempo em relação à inicial para que seja atingida a mesma dose, assim sendo, o tratamento demora mais, ocasionando mais desconforto ao paciente e dificultando o tratamento para o mesmo; e ainda após o decaimento da fonte, a mesma necessita ser trocada, o que acarreta um custo de cerca de US\$ 100.000,00 (cem mil dólares) para o setor de RXT.

No Quadro 1 pode-se comparar as técnicas e parâmetros utilizados em cada um dos equipamentos estudados.

Quadro 1: Comparação das técnicas utilizadas no AL e Co⁶⁰-Botucatu, 2013.

Comparação das técnicas utilizadas		
Parâmetros	Equipamentos	
	Unidade de Telecobaltoterapia	Acelerador Linear
Colimação	Manual – Utilização de bloqueador de meio campo.	Colimador <i>Multileaf</i> ou ajuste automático nas dimensões de campos X e Y.

Agilidade e tempo de tratamento	Existe uma demora no posicionamento para o tratamento, pois tudo é realizado manualmente. O tempo de tratamento varia em relação ao decaimento da fonte, ou seja quanto maior o decaimento da fonte, maior será o tempo de tratamento.	Grande agilidade no posicionamento, devido ao sistemas de dados que podem ser visualizados da sala de tratamento. O tempo de tratamento para cada paciente sempre será o mesmo, tendo em vista que o equipamento não se trata de um fonte de radiação.
Inserção do tempo de tratamento/ dose de radiação	O tempo de tratamento preconizado para cada campo deve ser inserido manualmente no console de comando.	A Unidade Monitora já está inserida no sistema de tratamento, basta apenas checar.
Contagem das sessões de radioterapia já realizadas	Prestar bastante atenção neste item, deve ser anotado na ficha técnica e no livro de tratamento, todos os dias em que o paciente realizar o tratamento, pois caso contrário a sessão pode ser esquecida e não considerada.	Prestar bastante atenção neste item, deve ser anotado na ficha técnica do paciente e no livro de tratamento, todos os dias em que o paciente realizar o tratamento, porém caso haja alguma falha na anotação, pode ser checado o sistema de tratamento onde marcará o numero de sessões já realizadas.
Acessório utilizado – Rampa de mama	Este acessório causa desconforto ao paciente e não possui muitas angulações para o posicionamento.	Acessório possui diversas angulações do braço da paciente, que são adquiridos conforme seu melhor posicionamento.
Relação Custo-benefício	O Cobalto-60 possui uma fonte radioativa que possui decaimento, desta forma após determinado tempo será necessário a troca de fonte, o que acarretará grande custo para o serviço, além do desconforto proporcionado ao paciente devido a demora do tratamento.	Ótima relação custo-benefício, necessita apenas de manutenção preventiva, trata-se de um equipamento moderno e eficaz, porém também pode apresentar problemas como a necessidade de troca de peças entre outros.

5 CONCLUSÕES

Verificou-se que entre todos os tipos de neoplasias tratadas no Setor Técnico de Radioterapia da Universidade Estadual Paulista diariamente, cerca de 59% dos casos assistidos referem-se a tratamentos de tumores de mama, esta grande incidência de tratamentos justifica o interesse na realização deste trabalho.

Realizou-se o estudo dos parâmetros radiométricos utilizados nos tratamentos verificando que as curvas de isodose mais utilizadas foram as de 160%, não havendo relação significativa entre as curvas e a separação, altura e campos equivalentes estudados.

Verificou-se os avanços tecnológicos dos equipamentos utilizados, concluindo que as técnicas utilizadas em ambos são eficazes, porém existem diferenças entre os mesmos, tratando-se de que o Acelerador Linear por ser um equipamento mais moderno apresenta maiores tecnologias e melhores formas de realização das técnicas preconizadas, agilizando o atendimento e colaborando para a eficácia dos procedimentos realizados.

REFERÊNCIAS

AGUILLAR, V; BAUAB, S; MARANHÃO, N. **Mama Diagnóstico por imagem**. Rio de Janeiro: Revinter, 2009. 663 p.

BARROS, A. C. S. D; BARBOSA, E. M; GEBRIM, L. H. **Diagnóstico e Tratamento do Câncer de Mama**. Projeto Diretrizes Diagnóstico e Tratamento do Câncer de Mama. Federação Brasileira de Ginecologia e Obstetrícia, 2001, p. 2 -15.

BARTON, M. B; ELMORE, J. G; FLETCHER, S. W. *Breast symptoms among women enrolled in a health maintenance organization: frequency, evolution and outcome*. **Ann Intern Med** 1999, p.651–657.

BASSET L. W; KIM C. H. *Breast imaging: mammography and ultrasonography*. **Magn Reson Imaging Clin N Am**, 2001; p.251–271.

BERG,W. A. *US screening*. **31st National Conference on Breast Cancer**, Miami Florida, maio, 2004.

BOYLE, P; LEVIN, B. *World cancer report*. Lyon: **IARC Press**; 2008. 510 p.

BRANDÃO, A. **Ressonância magnética da mama**. Rio de Janeiro: Revinter, 2002. 575p.

BROMBERG, S. E; BERNARDINI, M. A; FRASSON, A. L; WAGNER, J; VENCO, F; HANRIOT R; KATZ A; SIMON, S. *Uso da radioterapia intra-operatória (IORT) como protocolo de investigação no tratamento do câncer de mama inicial: resultados parciais do Hospital Israelita Albert Einstein*. **einstein**, vol. 5 p.105-110, 2007;

CHALA, L. F; BARROS, N. *Avaliação das mamas com método de imagem*. **Revista Brasileira de Radiologia**, vol. 40, p. 4-6, 2007.

COSTA, M. G. F; FILHO, C. F. F. C; MOURA-JR, L. A. Revisão Bibliográfica Sobre o uso da cintilografia mamária com metoxi-isobutil-isonitrila – tecnécio 99M (MIBI-TC99M) no diagnóstico diferencial de câncer de mama. **Revista Brasileira de Cancerologia**, v. 47, p.33-42, 2001.

DÂNGELO, J. G; FATTINI, C. A. **Anatomia Humana Sistêmica e Segmentar**. 3ª Ed. São Paulo, SP: Atheneu, 2001. 763 p.

ELMORE, J. G; ARMSTRONG, K; LEHMAN, C .D, FLETCHER S. W. *Screening for Breast Cancer*. **JAMA**. 2005.

FARIA, S. L; OLIVEIRA. A. J; GARCIA, A. R; AMALFI, C; SPIRANDELI, J. M. B; CAMPOS, E. C. Quimioterapia concomitante à radioterapia no tratamento adjuvante do câncer da mama localizado. **Revista Brasileira de Cancerologia**, v.47, p.153-158, 2001.

FISHER, B; DIGMAM, J; DECILLIS, A. *The worth of chemotherapy and tamoxifen (TAM) over TAM alone in node-negative patients with estrogen-receptor (ER) positive invasive breast cancer (BC): fisrt results from NSABP B20*. Proc Am Soc Clin Oncol 1997.

GOMES, E. S. P. **Utilidade Clínica da Ressonância Magnética no Rastreo e Diagnóstico do Cancro da Mama**. 2009

HADDAD, C. F. Radioterapia adjuvante no câncer de mama operável. **Revista FEMINA** vol.39 nº 6, jun. 2011.

HANAHAN D; WEINBER,G. R. A.*The Hallmarks of Cancer -Cell*, vol. 100, p.57–70, January 7, 2000.

HOMSI,V. F. Novas técnicas de tratamento aplicadas ao câncer de mama. **AC&T Científica**, 2009.

HOSPITAL A.C CAMARGO. **Tudo sobre o câncer. Mama**. Disponível em: <<http://www.accamargo.org.br/tudo-sobre-o-cancer/mama/27/>>. Acesso em 15 abr. 2013.

INCA Instituto Nacional de Câncer. **Atualização para técnicos em radioterapia**. 2010.

INCA Instituto Nacional de Câncer. **Incidência de câncer no Brasil**. 2012. Disponível em: <<http://www.inca.gov.br/estimativa/2012/>>. Acesso em: 21 nov. 2012.

INCA Instituto Nacional de Câncer. **Programa Nacional do controle do câncer de mama**. 2011. Disponível em: http://www2.inca.gov.br/wps/wcm/connect/acoes_programas/site/home/nobrasil/programa_controle_cancer_mama/deteccao_precoce. Acesso em 22 nov. 2012.

INUMARU, L. E; SILVEIRA, E. A; NAVES, M. M. V. Fatores de risco e de proteção para câncer de mama: uma revisão sistemática. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, vol. 27 p. 1259-1270, jul, 2011.

LIEVENS, Y, POORTMANS, P, VAN DEN BOGAERT, W. *A glance on quality assurance in EORTC study 22922 evaluating techniques for internal mammary and medial supraclavicular lymph node chain irradiation in breast cancer*. **Radiother Oncol**.v.60, p.257-265, 2001.

MARTA G. N, HANNA S. A, SALVAJOLI B. P, SIQUEIRA G. S. M, MARTELLA E, CARVALHO H. A, HADDAD C. M. K, DA SILVA J. L. F. Câncer de Mama Estadio Inicial e Radioterapia: Revisão de Literatura. **Revista Brasileira de Cancerologia**. v. 57,p.87-120, 2011.

MCDONALD,S; RUBIN P; PHILLIPS,T. L; MARKS, L. B. *Injury to the lung from cancer therapy: clinical syndromes,measurable endpoints, and potential scoring systems*. Int J Radiat Oncol Biol Phys. 1995;31:1187-203.

NETTER, F. H. M. D. **Atlas de Anatomia Humana**. 4ª Ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008.

NIH Consensus Development Conference. *Summary.The treatment of primary breast cancer. Management of local disease*. Vol 2, Nr 5,June, 1979.

PEREIRA, A. J; DANILIAUSKAS, M; LOPES, R. M. G; HADDAD, G. P; CRUZ, J. C; MARTINS, H. L. **Manual para técnicos em Radioterapia**. 43 p. (Programa de Qualidade em Radioterapia) Rio de Janeiro: Inca, 2000.

SALVAJOLI, J.V; SOUHAMI, L; FARIA, S. L. **Radioterapia em Oncologia**. Rio de Janeiro-RJ: MEDSI, 1999.

SAMPAIO, H. A. D. C; OLIVEIRA, N. T; SABRY, M. O. D; CARIOCA, A. A. F; PINHEIRO, L. G. P. Influência do Tipo de Terapia Antineoplásica sobre Marcadores Antropométricos e Dietéticos em Mulheres Portadoras de Câncer de Mama. **Revista Brasileira de Cancerologia**; v.58, p.223-230, 2012.

SCAFF, L. A. M. **Física da Radioterapia**. São Paulo- SP: SARVIER, 1997.

SCHETTINO, R. D. C. **Avaliação das condições pulmonares funcionais pré-radioterapia no tratamento do câncer de mama**. 2010.

SMITH I. E; ROSS G. M. *Breast irradiation after lumpectomy - no longer always necessary*. N Engl J Med. 2004; 351(10):1021-3.

THULER, L. C. Considerações sobre a prevenção do câncer de mama feminino. **Revista Brasileira de Cancerologia**, vol. 49 p. 227-238, 2003.

VIÉGAS, C. M. P. **Mama anatomia topográfica x planos de tratamento**, 2004.