



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”

INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS DE BOTUCATU

Bruna Mascarin Minotti

**A EXPERIÊNCIA DE TRABALHAR EM
AMBIENTE DE RADIOTERAPIA**

Botucatu
2011

Bruna Mascarin Minotti

**A EXPERIÊNCIA DE TRABALHAR EM
AMBIENTE DE RADIOTERAPIA**

Monografia apresentada ao Instituto
de Biociências da Universidade
Estadual Paulista “Júlio de Mesquita
Filho”, Campus de Botucatu, para
obtenção do título de Bacharel em
Física Médica.

Orientador: José Ricardo de Arruda Miranda
Segundo Avaliador: Roberto Morato Fernandez

Botucatu
2011

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE
AQUISIÇÃO E TRATAMENTO
DA INFORMAÇÃO
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - CAMPUS DE BOTUCATU -
UNESP
BIBLIOTECÁRIA RESPONSÁVEL: SELMA MARIA DE JESUS.

Minotti, Bruna Mascarin.

A EXPERIÊNCIA DE TRABALHAR EM AMBIENTE DE RADIOTERAPIA /
Bruna Mascarin Minotti - Botucatu [s.n],
2011.

Trabalho de conclusão (bacharelado – Física Médica) – Universidade
Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Botucatu, 2011

Orientador: José Ricardo de Arruda Miranda

Segundo Avaliador: Roberto Morato Fernandez

1. Radioterapia – Rotina 2. Física Médica

Palavras-chave: Radioterapia – Neoplasias – Tratamento câncer

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por me permitir mais uma conquista, por ter me dado forças e sabedoria nos momentos em que se fazia necessário, e por me mostrar sempre a serenidade e o caminho da persistência. Esses elementos, Deus, foram fundamentais nesse processo.

Aos meus familiares, em especial meus pais Luiz e Luzia, ao meu irmão Gabriel e ao meu namorado Rafael, amores incondicionais, que sempre apostaram na minha trajetória profissional, que me impulsionam a ser e a querer sempre mais. Minha eterna gratidão.

Aos professores que com paciência deram a educação e a formação, principalmente meu orientador e meu avaliador que com paciência e sabedoria mostraram-me caminhos e alternativas para que a elaboração deste trabalho não apresentasse como uma barreira intransponível.

Não posso deixar de agradecer aos meus amigos por me acalmarem nos momentos mais difíceis e me apoiarem sempre que precisei em especial ao Victor, Marcela, Nayana, Camila e Paulo.

Muito obrigada a toda a equipe da Clínica de Radioterapia de São Carlos que me receberam tão bem, em especial à Juliana e ao Chico pela enorme oportunidade e a todas as técnicas que muito me ensinaram.

Não poderia deixar de mencionar Lucia, Dr. Flávio, Nayara e Danieli que tornaram o meu aprendizado mais fácil, e compartilharam momentos de descontração comigo, demonstrando grandeza de caráter e consideração com aqueles que estão iniciando carreira.

SÚMARIO

RESUMO	05
1. INTRODUÇÃO	06
2. REFERENCIAL TEÓRICO	07
2.1 Histórico da Radioterapia	07
2.2 O câncer (neoplasias) e seus tratamentos	08
2.3 Fundamentos Físicos da Radioterapia	10
2.3.1 Medidas da Radiação Ionizante	10
I. Unidades da Radiação Ionizante	10
II. Câmara de Ionização	11
2.3.2 Distribuição da Dose	12
2.3.3 Curvas de Isodose	12
2.4 Radioterapia Conformacional	13
2.4.1 Simulação do Tratamento	14
I. Procedimento da Simulação	14
II. Definição de Volume e Contorno	15
III. Planejamento e Otimização	15
3. A EXPERIÊNCIA DE TRABALHAR EM UM SERVIÇO DE RADIOTERAPIA	17
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	24
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	26

RESUMO

O procedimento da radioterapia não traz em si a garantia de qualquer resultado favorável, é preciso, antes, apostar em um planejamento minucioso e implementação cuidadosa do tratamento necessário para potencializar os benefícios da radioterapia através de sua aplicação. Primeiramente é preciso aplicar uma dose de radiação para as células tumorais em quantidade suficiente para matar as células cancerígenas no menor tempo possível, aumentando a possibilidade de controle da doença maligna, matando as células malignas e elevando a probabilidade de controlar a doença maligna, enquanto ao mesmo tempo, limita a dose para os tecidos saudáveis que circunda a célula com o tumor maligno, para que a probabilidade de dano induzindo a esses tecidos seja reduzida ao mínimo. Dentro desta perspectiva, o estudo teve por objetivo apresentar as atividades realizadas na Clínica de Radioterapia de São Carlos, procurando ampliar o conhecimento sobre a radioterapia para melhorar o atendimento aos pacientes com diagnóstico de câncer de mama e de câncer de próstata. Foi possível neste período acompanhar a rotina de trabalho dos físicos médicos, que permitiram participar ativamente das atividades de planejamento, posicionamento do paciente, cálculo de dose, procurando manter a qualidade no atendimento aos pacientes. O estágio como componente curricular desempenha um papel fundamental no processo de formação. Responsável pela introdução do aluno no campo profissional, realmente possibilita a análise contextual dessa realidade na perspectiva de uma ação interventiva. Como aprendizagem maior é possível dizer que o estágio mostrou que nos dias atuais, os novos profissionais, se quiserem conquistar seu lugar, precisam juntar inteligência, conhecimento e capacidade emocional e social para enfrentar e poder atuar rumo às mudanças requeridas, a qualificação humana precisa ir além da aquisição de conhecimentos intelectuais para outros atributos como liderança, versatilidade, flexibilidade, rapidez de decisões, saber trabalhar em equipe, ter equilíbrio emocional e físico, ser comunicativo, solidário, dentre outros. Somente assim poderá se tornar parte ativa no processo. A experiência de estágio foi bastante gratificante, a convivência na radioterapia serviu de ensinamento, pois os profissionais se desdobram em mil para seguir a prática diária, demonstrando uma vontade ferrenha de que tudo chegue a bom termo, assim, as dificuldades são superadas com bom humor e criatividade.

1. INTRODUÇÃO

O simples procedimento da radioterapia não garante qualquer resultado favorável, faz-se necessário um planejamento minucioso e implementação cuidadosa do tratamento necessário para potencializar os benefícios da radioterapia através de sua aplicação. As idéias apresentadas neste trabalho se referem aos procedimentos clínicos, físicos e técnicos no planejamento do tratamento radioterápico.

A radioterapia tem por função irradiar tecidos do tumor, poupando as estruturas normais. Primeiramente é preciso aplicar uma dose de radiação para as células tumorais em quantidade suficiente para matar as células cancerígenas no menor tempo possível, aumentando a possibilidade de controle da doença maligna, matando as células malignas e elevando a probabilidade de controlar a doença maligna, enquanto ao mesmo tempo, limita a dose para os tecidos saudáveis que circunda a célula com o tumor maligno, para que a probabilidade de dano induzindo a esses tecidos seja reduzida ao mínimo.

Este trabalho tem por objetivo apresentar as atividades realizadas na Clínica de Radioterapia de São Carlos, procurando ampliar o conhecimento sobre a radioterapia para melhorar o atendimento aos pacientes com diagnóstico de câncer de mama e de câncer de próstata.

Este estudo foi elaborado durante o período de estágio junto a Clínica de Radioterapia de São Carlos que atende não somente a pacientes do SUS, como também a pacientes de planos particulares de saúde.

Foi possível neste período acompanhar a rotina de trabalho dos físicos médicos, e técnicos que permitiram participar ativamente das atividades de planejamento, posicionamento do paciente, cálculo de dose, procurando manter a qualidade no atendimento aos pacientes.

O estudo está dividido em capítulos. No primeiro verifica-se uma breve introdução sobre o tema. O segundo apresenta o referencial teórico, fazendo primeiramente um histórico da radioterapia, para depois falar sobre o câncer (neoplasias) e seus tratamentos. A seguir traz a radioterapia como um dos métodos para o tratamento do câncer. No terceiro capítulo apresenta a experiência de estagiar junto a Clínica de Radioterapia de São Carlos.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Histórico da Radioterapia

A radioterapia tem sido usada como um tratamento contra o câncer há mais de 100 anos, com suas origens a partir da descoberta dos raios X em 1895 pelo físico alemão Wilhelm Röntgen, e do rádio, por Marie e Pierre Curie, em 1898.

Com o avanço das pesquisas foram descobertas as radiações alfa, beta e gama, produzidas artificialmente ou de elementos naturais, que passaram a ser utilizadas na medicina diagnóstica e terapêutica (SCAFF, 1997).

O campo da terapia com radiações começou a crescer no início de 1900, em grande parte devido ao trabalho inovador da vencedora do Prêmio Nobel, a cientista Marie Curie, que descobriu os elementos radioativos polônio e rádio. Isso começou uma nova era no tratamento médico e na investigação diagnóstica. Radium foi usado em várias formas, até meados de 1900, quando as unidades de cobalto e célio entraram em uso. Aceleradores lineares médicos têm sido usados como fontes de radiação desde a década de 1940.

A radioterapia apresenta duas modalidades de tratamento, a teleterapia e a braquiterapia. O fator principal que diferencia essas duas técnicas é a distância da fonte com relação ao volume alvo. Na teleterapia a fonte fica a uma distância relativamente grande do tumor, variando de 80 a 100 cm, enquanto na braquiterapia a fonte fica mais próxima, ou até mesmo em contato com a lesão provocada pelo tumor.

Com a introdução da tomografia computadorizada, o planejamento tridimensional tornou-se uma possibilidade e criou uma mudança significativa na radioterapia permitindo que os médicos determinem com mais precisão a distribuição da dose.

O advento das novas tecnologias de imagem, incluindo ressonância magnética e PET CT, além do desenvolvimento de sofisticados sistemas de planejamento e aceleradores lineares de última geração capazes de modular a intensidade do feixe de radiação (IMRT), e reduzir os movimentos e erros relacionados ao tratamento, conceito da radioterapia guiada por imagem (IGRT).

2.2 O câncer (neoplasias) e seus tratamentos

Câncer é um termo genérico, mas comumente utilizado para nomear formas mais agressivas de doenças denominadas neoplasias. Trata-se de uma doença decorrente do descontrole no crescimento das células que são detectadas em virtude da malignidade. Estas células sofrem mutações e passam a se multiplicar de forma significativa dentro do órgão, passando inclusive a invadir outros órgãos, transformando-se em metástase que pode ser definida como a incidência do câncer em outros locais que não o seu de origem. As células cancerosas têm por característica a não obediência aos mecanismos biológicos que cuidam do crescimento e do metabolismo do organismo. Algumas neoplasias têm crescimento muito rápido e outras não, nestes casos de apresentar um crescimento menos acelerado acabam se confundindo com um tecido normal.

De acordo com o comportamento, as neoplasias são classificadas em benignas e malignas. O processo maligno é o que tem crescimento muito rápido e costumam invadir o tecido normal em seu entorno, sendo que, algumas vezes, forma metástases, fato que leva a caracterização da doença denominada câncer. A metástase é o tumor maligno que se hospeda longe de suas origens, como, por exemplo, ocorre no câncer de mama que pode se instalar no cérebro. Algumas vezes a primeira manifestação da doença é atribuída à metástase.

O câncer pode também apresentar distúrbios em outros órgãos longe do tumor de origem e, neste caso, não pode ser atribuído a metástases e sim, a reações próprias do organismos que são atribuídas ao processo maligno, podendo se apresentar então como uma neuropatia, ou como anemia ou mesmo uma doença renal, por exemplo. Desta forma entende-se que a neoplasia pode ser analisada como benigna quando apresenta limites, melhor dizendo, quando está encapsulada, apresenta células bem estruturadas e não invade os tecidos sua volta (CAMARGO e MARM, 2000).

Todo câncer é formado por células que, ao passam por modificações no seu material genético, apresentando crescimento e multiplicação desordenada. Estas células deixam de responder aos mecanismos de controle do organismo para criar os tumores. O câncer de mama é o tumor mais freqüente nas mulheres, com uma incidência de 1.000.000 de novos casos a cada ano no mundo. Ele é responsável por um numero significativo de óbitos em mulheres adultas. Além disso, cabe lembrar que a recidiva do câncer pode ocorrer de três formas: local, regional ou metástase. Enquanto na local as células cancerosas crescem no mesmo lugar, o regional envolve a proximidade dos linfonodos, que são gânglios linfáticos. Já a metástase implica a migração do câncer

para órgãos distantes. Por exemplo, quando a mulher tratou um câncer de mama e houve uma recidiva nos ossos ou no pulmão (CAMARGO e MARM, 2000).

O câncer de próstata (CaP) é uma das principais causas de morbidade e mortalidade em homens, sendo o câncer mais comum em homens. A justificativa para esta alta incidência é pela maior expectativa de vida dos homens, sendo que após os 85 anos, a maioria dos homens apresenta este câncer em sua forma histológica (REITER, 2002).

O aumento da prevalência do câncer de próstata também é devido à melhoria nas técnicas diagnósticas, em especial, com o advento do antígeno prostático específico (PSA). Entretanto, ainda segundo Reiter (2002) a sua incidência e mortalidade variam em diferentes regiões geográficas, com forte influência regional e também racial.

No Brasil, o câncer de próstata é o segundo em incidência, sendo superado somente pelos tumores de pele não-melanomas. Os casos novos de câncer de próstata vêm aumentando a cada ano no Brasil, principalmente nos estados da região Sul e Sudeste, que apresentam uma frequência maior do tumor (INCA, 2010).

A hereditariedade é um dos fatores envolvidos na etiologia do câncer de próstata visto que homens com um familiar de primeiro grau com esta doença têm um risco duas vezes maior de desenvolvê-la comparados com homens que não têm. Esta chance eleva-se em até 11 vezes se há 2 ou 3 membros da família acometidos.

A incidência do câncer de próstata varia muito entre diferentes populações étnicas e países. As taxas mais baixas estão entre os países asiáticos e as mais altas na América do Norte e Escandinávia. Os afro-americanos apresentam uma incidência 1,5 vezes maior que os caucasianos daquele país e quase três vezes maior que homens de origem asiática. O risco de CaP aumenta entre os asiáticos quando eles imigram para a América do Norte, reforçando a idéia de que fatores ambientais atuam conjuntamente com fatores genéticos na carcinogênese (NELSON et al, 2003)

Camargo e Marm (2000) esclarecem que as grandes maiorias dos cânceres, são passíveis de cura quando percebidos na sua fase inicial. O exame médico completo (que deve incluir exames proctológico e ginecológico) é de fundamental importância para o diagnóstico precoce. Sintomas como cansaço constante, perda de peso, tosse, perdas sangüíneas (pelo escarro, pelas fezes), alterações do hábito intestinal, e dores persistentes são sintomas que podem sugerir que algo não está funcionando perfeitamente no corpo. Entretanto, não serve como diagnóstico, pois o diagnóstico requer uma maior investigação que tem início através de um exame clínico minucioso e

de exames diversos que podem diagnosticar de forma efetiva se existe ou não a incidência de câncer no organismo. O tratamento da doença cancerígena é complexo e exige uma série de medicamentos, além de tratamentos como a quimioterapia, imunoterapia, cirurgia e radioterapia.

2.3 Fundamentos Físicos da Radioterapia

2.3.1 Medida da Radiação Ionizante

I. Unidades da Radiação Ionizante

Em 1928, a Comissão Internacional de Unidades e Medidas Radiológicas adotou formalmente o Roentgen como sendo uma unidade de radiação; em 1937, sofreu algumas modificações, mas o seu conceito fundamental permaneceu o mesmo. O Roentgen foi definido como “a quantidade de raios X ou gama que, associada a uma emissão corpuscular em 1cm^3 de ar, produz íons de ambos os sinais que carregam uma unidade eletrostática de carga”. Por muito tempo o Roentgen foi usado para medir a quantidade de radiação e energia absorvida para as quais, em certas condições, os números são até compatíveis, mas na verdade com significados bem diferentes.

Por esta razão, em 1956 foi adotado o rad (radiation absorbed dose) como unidade de radiação para medir a energia absorvida em um meio.

Em 1962 foi feita uma revisão na terminologia e, em 1975, a Comissão Internacional de Unidades e Medidas Radiológicas adotou

- *Exposição (X)* que significa a soma de todos íons de mesmo sinal, produzidos no ar, quando todos os elétrons liberados pelos fótons em um elemento de volume de ar de massa DM são completamente absorvidos.

$$X = \frac{dQ}{dm} \quad (1)$$

Unidade: [C/kg]

- *Taxa de exposição (X')* é o quociente do incremento de dX da exposição em um intervalo de tempo dt.

$$X' = \frac{dX}{dt} \quad (2)$$

Unidade: [C/kg.s]

- *Kerma (K)* quantidade que descreve o primeiro passo na absorção da radiação pela matéria.

$$K = \frac{dE_{tr}}{dm} \quad (3)$$

Em que, dE_{tr} é a soma de todas as energias cinéticas iniciais dos elétrons liberados pelos fótons em um volume de massa dm .

Unidade: [J/kg]

O nome especial para unidade de Kerma é o Gray (Gy).

- *Razão Kerma-ar (K')* é o quociente do incremento dK do Kerma no intervalo de tempo dt .

$$K' = \frac{dK}{dt} \quad (4)$$

Unidade: [J/kg.s]

- *Absorção (D)* é a relação entre a energia dE cedida pelos elétrons ao meio, em um elemento de volume de massa DM . É a chamada *dose* ou *dose absorvida*.

$$D = \frac{dE}{dm} \quad (5)$$

Unidade: [J/kg]

O nome especial para unidade de dose absorvida é o Gray (Gy).

- *Taxa de Dose (D')* é o quociente da dose absorvida dD no intervalo de tempo dt .

$$D' = \frac{dD}{dt} \quad (6)$$

Unidade: [J/kg.s]

II. Câmara de Ionização

Para medirmos exposição diretamente, precisamos de um dispositivo que seja capaz de coletar cargas de um único sinal, produzido por elétrons secundários criados em um volume de ar de massa conhecida. O instrumento que satisfaz essas necessidades, ou seja, pode medir a exposição de acordo com sua definição, é a chamada câmara de ionização padrão. A maioria das Câmaras clínicas se conecta a um cabo ligado a um eletrômetro que fica fora da sala de irradiação e para feixe de fótons seu formato é aproximadamente cilíndrico.

2.3.2 Distribuição da Dose

Para verificarmos variações de doses absorvidas, avaliarmos técnicas de tratamento e simularmos novas técnicas usamos certos materiais que absorvem e espalham as radiações de uma maneira bastante semelhante ao corpo humano, simulando-o. Esses materiais são os chamados simuladores (phantoms).

- *Porcentagem de Dose Profunda (P)* é uma relação percentual da dose em uma determinada profundidade, em relação à profundidade de dose máxima.

$$P = \frac{D_d}{D_m} \cdot 100 \quad (7)$$

Em que, P é a porcentagem de dose profunda, D_d é a dose na profundidade “d” no eixo central do feixe e D_m é a dose na profundidade de equilíbrio eletrônico no eixo central do feixe (d_m).

- *Relação Tecido-Ar (RTA)* é uma relação entre a dose numa profundidade d em um meio D_d , pela dose recebida nas mesmas condições no ar D'_d .

$$RTA = \frac{D_d}{D'_d} \quad (8)$$

- *Fator Espalhamento-Pico (FSP)* é a razão entre a dose medida na profundidade de equilíbrio eletrônico D_{dm} , pela dose medida no ar nas mesmas condições D'_{dm} .

$$FSP = \frac{D_d}{D'_{dm}} \quad (9)$$

- *Relação Espalhamento-Ar (SAR)*, se de uma relação tecido-ar, para uma área r, profundidade d e qualidade de radiação Q, subtrairmos a relação tecido-ar nas mesmas condições, só que para área zero, teremos somente a quantidade de radiação espalhada pelo feixe, teremos a relação espalhamento-ar (SAR).

$$SAR (D, A_d, Q) = RTA (d, A_d, Q) - RTA (d, 0, Q)$$

2.3.3 Curvas de Isodose

Tabelas de doses profundas, que nos fornece a variação da dose somente no eixo central, são inadequadas quando queremos conhecer a distribuição da dose no volume irradiado. Informações desse tipo são obtidas com a utilização das chamadas cartas de isodose.

Estas cartas são, na realidade, mapas de distribuição da dose na profundidade e são formadas por curvas de isodose, linhas que passam por pontos de mesma dose. Como as tabelas de porcentagem de dose profunda, as cartas de isodose são função da forma e da área do campo de irradiação, da distância foco-superfície, da qualidade da radiação e sempre para feixes incidentes perpendicularmente a uma superfície plana de um meio de densidade 1g/cm^3 . Tanto as tabelas de porcentagem de dose profunda como as curvas de isodose nos dão sempre valores relativos à dose máxima (profundidade de equilíbrio eletrônico).

2.4 Radioterapia Conformacional

Até o advento de métodos de imagens seccionais, como a tomografia computadorizada (TC) e a ressonância magnética (RNM), o tamanho e a forma de lesões profundas eram de difícil visualização sem a intervenção cirúrgica. Como resultado, os campos de tratamento tiveram de incluir uma margem importante para garantir a cobertura completa do tumor. Combinações de feixes também tinham de ser as mais simples. Sem um poderoso hardware de computador, o planejamento do tratamento era igualmente mais simples, com a distribuição de dose calculada ao longo de um único contorno transversal do paciente, em vez de em todo o volume irradiado. Estruturas críticas eram frequentemente incluídas nos campos de tratamento, limitando a possibilidade de incremento da dose tumor e excedendo as tolerâncias dos tecidos normais.

A radioterapia conformacional aumenta o controle do tumor por meio do incremento da dose tumor, reduzindo a morbidade e poupando tecidos saudáveis. Para que isto seja alcançado, é necessária uma visualização aprimorada do tumor e áreas adjacentes. Além disso, é preciso um método de simulação que permita projetar os campos de tratamento para cobrir o alvo com a minimização da irradiação de estruturas críticas em torno desse alvo. Finalmente, o planejamento computadorizado tem de calcular acuradamente e mostrar a dose através de todo o volume irradiado do paciente, tendo em conta toda forma do campo e os dispositivos de modificação dos feixes usados para ser obtida uma dose conformacionada e homogênea no volume-alvo. A simulação virtual e os sistemas de planejamento de tratamento fazem um planejamento alvo-dirigido possível por permitir, respectivamente, a otimização da geometria do feixe e a dosimetria do paciente.

2.4.1 Simulação do Tratamento

A simulação do tratamento é parte integral do processo para pacientes de radioterapia. As suas metas incluem a determinação da posição de tratamento do paciente, a identificação dos volumes-alvo, a determinação da geometria do campo de tratamento e a aquisição de dados do paciente para o planejamento computadorizado do tratamento.

Com advento da tomografia computadorizada tornou-se possível visualizar, localizar e delinear volumes-alvos nos cortes de TC, que provêm da melhor diferenciação de tecidos moles. Hoje, os equipamentos de TC, em conjunto com poderosas estações de processamento de imagens, permitem simulação de pacientes diretamente a partir de dados da TC. Esse processo é conhecido como simulação virtual. Radiografias digitalmente reconstruídas (DRR) e *beam's eye views* (BEVs), geradas da informação de TC, são usadas para definir campos de tratamento que se moldam ao volume-alvo e em redução da dose nos tecidos saudáveis e órgãos críticos.

I.Procedimento da Simulação

Inicia-se com o posicionamento do paciente na mesa de TC, na posição de tratamento. Esta é verificada nos exames piloto. Uma vez a posição final seja estabelecida, o paciente é radiografado com marcas fiéis de referência e tatuagens. Essas marcas irão permitir o posicionamento preciso do paciente na unidade de tratamento, relativo ao isocentro de tratamento escolhido no estágio de simulação.

Com os dados de TC coletados, o usuário pode contornar os volumes-alvo e outras estruturas de interesse, diretamente nas imagens de TC, com o uso de ferramentas de contorno. A partir do momento em que todas as informações anatômicas necessárias tiverem sido desenhadas, o processo da simulação virtual tem início. As imagens pilotos (setup) ajudam o operador a relacionar a posição de corte com as referências radiográficas. Para os propósitos do planejamento, o contorno externo é necessário, e para um verdadeiro de terapia conformacional, três volumes-alvo têm de ser identificados de acordo com ICRU-50: o GTV, o CTV e o PTV.

II.Definição de Volume e Contorno

Uma vez obtido os cortes tomográficos (TC) do paciente, o passo seguinte é a realização dos contornos dos volumes-alvo e dos tecidos normais. Recomendações da ICRU 50 tem sido adotadas e as definições do volume-alvo são:

1. Gross Tumor Volume (GTV): O volume da massa tumoral (GTV) representa a área de maior concentração de células tumorais. É usualmente definido como o tumor clinicamente evidente e visível nos estudos de imagens, como a TC ou a RM.

2. Clinical Tumor Volume (CTV): O volume alvo clínico inclui o GTV e toda e qualquer doença microscópica.

3. Planning Target Volume (PTV): O volume-alvo do planejamento (PTV) inclui o CTV e a margem que permite ajustes de incertezas, tolerâncias da máquina de tratamento e movimentação do órgão.

Na essência, o contorno do tumor ou dos volumes-alvo requer o uso de estudos de imagem apropriados e bom conhecimento do comportamento do tumor e das incertezas na reprodutibilidade do tratamento.

III.Planejamento e Otimização

Após o desenho dos volumes tumorais e dos tecidos normais, o passo seguinte é o desenho de portais apropriados, usando-se o beam's eye view (BEV). O BEV pode ser usado para selecionar os portais que fornecem cobertura total e ideal do tumor com irradiação mínima para as estruturas normais.

Os planos de tratamento podem ser avaliados usando-se:

1. curvas de isodose,
2. estatísticas de dose, da matriz de doses para cada elemento de volume dentro de um órgão, a seguinte chave estatística pode ser calculada. Ela inclui:

- i. Dose mínima para o volume;
- ii. Dose máxima para o volume;
- iii. Dose média para o volume;
- iv. Dose recebida por, ao menos, 95% do volume;
- v. Volume irradiado para, ao menos, 95% da dose prescrita.

3. histograma de dose-volume (DVH), é uma representação gráfica da dose recebida por muitos elementos de volume que compõem o órgão ou alvo.

Cabe relatar aqui ainda que todos estes aparelhos necessitam de proteção radiológica na sala em que se encontram, obedecendo as normas de proteção vigentes no país. Para isto, as paredes recebem um tratamento especial com concreto a fim de formar uma barreira de proteção para os trabalhadores e o público.

Estima-se que cerca de 60 % de todos os pacientes portadores de doenças malignas terão alguma indicação de radioterapia durante o curso de sua doença, seja com o objetivo curativo ou paliativo.

Para o início do tratamento, é feita marcação com tinta na pele, para que a aplicação seja realizada sempre no mesmo local. Geralmente, as aplicações duram 15 minutos e devem ser feitas diariamente (de segunda a sexta-feira), variando de 25 a 30 aplicações. Geralmente este tratamento não apresenta complicações, a pele fica apenas com o aspecto de uma queimadura de sol (SALVAJOLI ET AL, 1999).

3. A EXPERIÊNCIA DE TRABALHAR EM UM SERVIÇO DE RADIOTERAPIA

Este trabalho apresenta as atividades realizadas na Clínica de Radioterapia de São Carlos durante o período de estágio.

A radioterapia desenvolve um plano de tratamento computadorizado, com objetivo de administrar a radiação na área que contém o tumor, protegendo os tecidos normais da maneira mais eficiente possível.

A Clínica de Radioterapia de São Carlos conta com a presença de dois Físicos Especialista em Radioterapia e Supervisor em Radioproteção. A Instituição possui um Acelerador Linear Varian 600 c com feixe de energia de 6 MV.

Na clínica os procedimentos acontecem a partir do diagnóstico médico e posterior indicação do caso para Radioterapia Conformacional. De posse do receituário que indica a Radioterapia, se inicia a etapa do planejamento.

As etapas envolvidas em todo o processo consistem na simulação do tratamento, posicionamento, marcação da área a ser irradiada, obtenção das imagens de CT, planejamento computacional.

Depois de encontrada a melhor posição para o paciente é preciso definir a área ser tratada, obtidas as imagens, chega-se ao planejamento computacional que envolve a parte médica e a parte física.

O programa computacional utilizado para os planejamentos de Radioterapia Conformacional Tridimensional nesta Unidade de Atendimento foi o Eclipse com Multileaf de 80 lâminas, que recebe imagens da tomografia computadorizada do tipo DICOM.

Esse programa permite inserção dos valores de isodoses obtidos em dosimetria, e é através dessas informações que o programa calcula a distribuição das doses e o cálculo das Unidades Monitoras (U.M.) para cada planejamento efetuado.

A fonte emissora das radiações X é um acelerador linear da marca Varian, modelo 600 c, com energia de 6 MV de fótons, que trabalha com isocentro de 100,00 cm e a taxa de dose calibrada para 1,0 cGy/U.M.

De posse das imagens de CT, o médico seleciona aquelas que serão úteis durante o planejamento, e de acordo com as recomendações do ICRU-50 defini o GTV, o CTV, o PTV e os órgãos de risco. O contorno de cada estrutura é feito corte a corte, a cada

imagem é delimitada a região de interesse, e no final o que se observa é o volume correspondente a cada estrutura.

Quando se trata de radioterapia no tratamento de câncer de próstata, geralmente a dose é 7600 cGy, dividida em duas fases, em que a primeira recebe 30 frações de 180 cGy num total de 5400 cGy e a segunda 11 frações de 200 cGy. Primeiramente, os pacientes são submetidos a simulação prévia, realizada no próprio acelerador. Onde são posicionados em decúbito dorsal com as mãos na região anterior do tórax, travesseiro sob a cabeça e apoio de pé.



Figura 1: Posicionamento de um planejamento de próstata.

Em seguida, os pacientes são direcionados para a tomografia, os cortes tomográficos são transferidos do banco de dados do Setor de Radiologia para o sistema de planejamento Eclipse via Dicom do Setor de Radioterapia, onde são reconstruídos em 3D e desenhados volumes alvos e órgãos de risco.

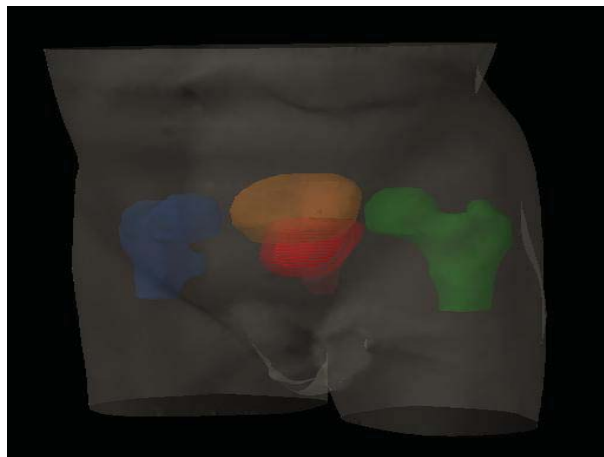


Figura 2: Reconstrução Tridimensional.

Após o contorno dos órgãos de risco e do PTV e da prescrição da dose, o físico irá escolher a melhor direção dos feixes, formato e intensidade para o melhor arranjo possível para adequar o tratamento à dose prescrita.

Os campos de tratamento na primeira fase de planejamento são quatro campos (Anterior, Posterior, Lateral Direito e Lateral Esquerdo) e quatro na segunda com a mesma distribuição.

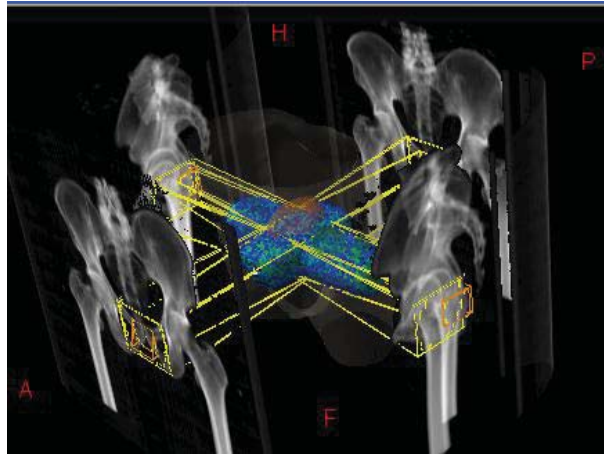


Figura 3: Imagem do Planejamento, mostrando a somatória dos campos.

Por fim, após a seleção adequada dos campos, o físico e o médico avaliam o plano.

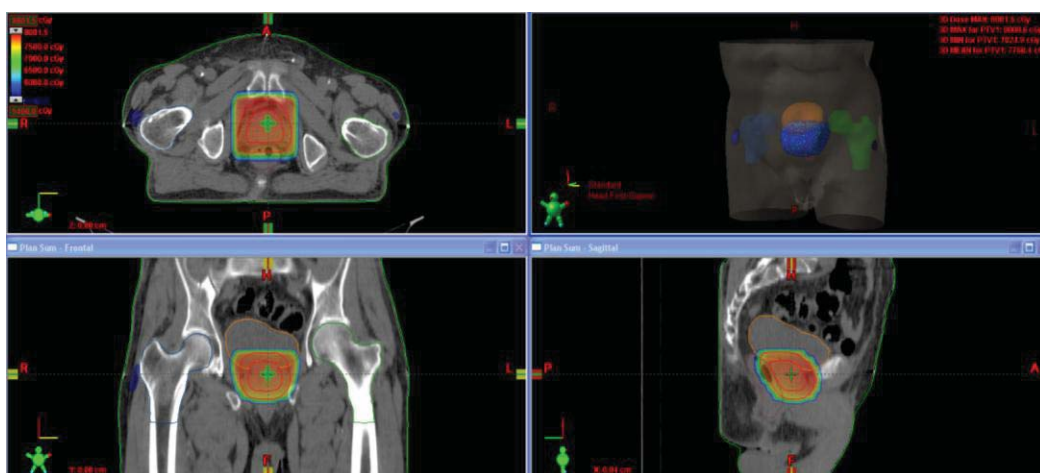


Figura 4: Distribuição Tridimensional da Dose.

Para analisar a distribuição de dose em cada volume de interesse utilizamos uma ferramenta presente no software de planejamento, o DVHs (Dose Volume Histogramas) que fornece proporcionalmente o quanto de dose está chegando nos volumes de interesse.

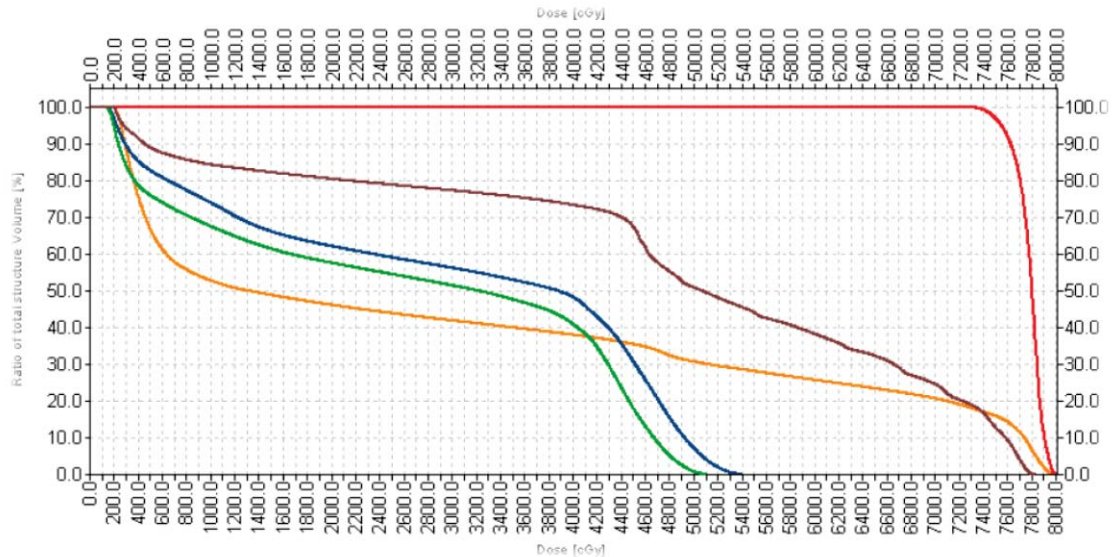


Figura 5: Histograma Dose – Volume

Vermelho = PTV; Laranja = Bexiga; Azul = Fêmur Direto; Verde = Fêmur Esquerdo e Marrom = Reto.

O DVH é analisado observando a dose que chega ao PTV, onde 95% do volume tem que receber 95% da dose e as doses limites que cada órgão de risco de acordo com a tabela 1:

Tabela 1: Limites de Dose dos Órgãos de Risco.

Órgão	Volume Máximo / Dose Máxima
Reto	50% - 50 Gy; 35% - 60 Gy; 25% - 70 Gy; 10% - 75Gy
Bexiga	50% - 50 Gy; 30% 70 Gy
Fêmur Direto	Pontual Máxima: 55 Gy
Fêmur Esquerdo	Pontual Máxima: 55 Gy

No planejamento de Mama, a dose prescrita neste caso é 5040 cGy, dividida em 28 frações de 180 cGy. Primeiramente, as pacientes são submetidas a simulação prévia, realizada no próprio acelerador, posicionadas com o braço do lado da mama a ser irradiada elevado, rosto voltado para o lado contra-lateral.



Figura 6: Posicionamento de um planejamento de Mama.

Em seguida, as pacientes são direcionadas para a tomografia, e com as imagens transferidas para o sistema de planejamento Eclipse são reconstruídas tridimensionalmente e desenhados volumes alvos e órgãos de risco (mama contra-lateral e pulmão).

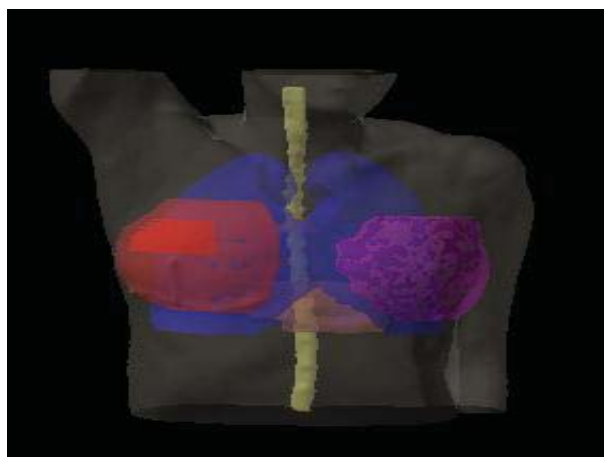


Figura 7: Reconstrução Tridimensional.

A seleção de campos para esse tratamento é de dois campos tangente interno com filtros de 30 e 15, e dois campos tangente externo com os mesmos filtros.

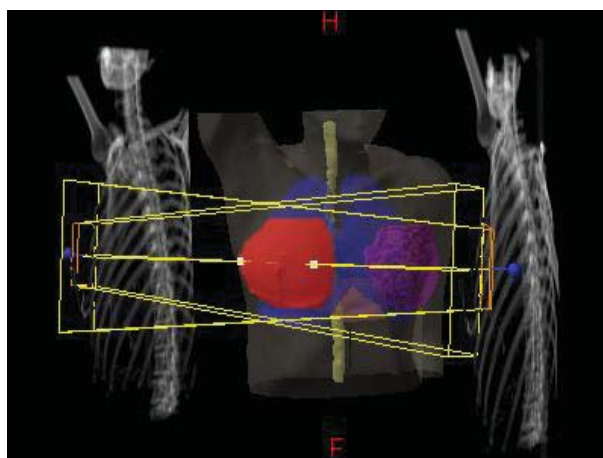


Figura 8: Campos de Tratamento.

Avaliação do plano, consiste novamente na interpretação do DVH, respeitando os limites de dose.

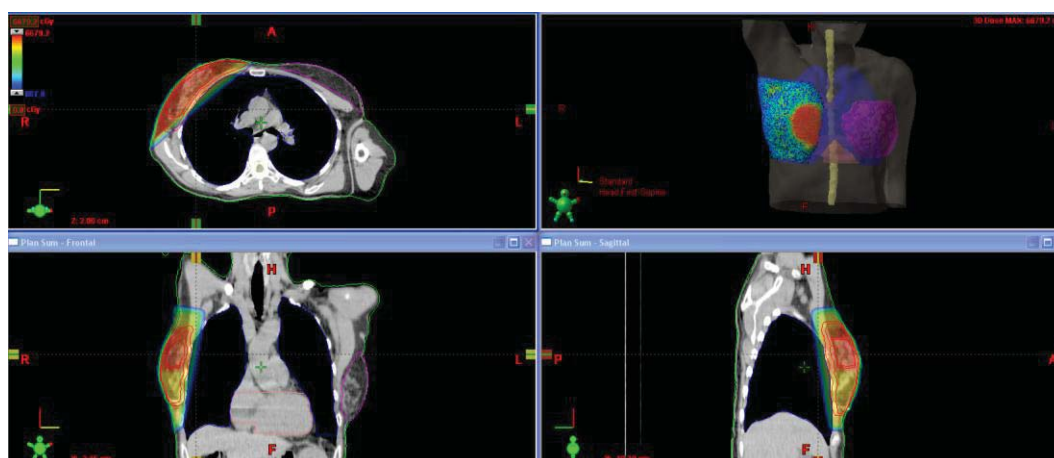


Figura 9: Distribuição da Dose .

Tabela 2: Valor de Dose Máxima para as estruturas de risco.

Órgão	Volume Máximo/ Dose Máxima
Pulmão	20% - 20 Gy
Área Cardíaca	33% 60 Gy; 66% - 45 Gy; 100 % 30 Gy.

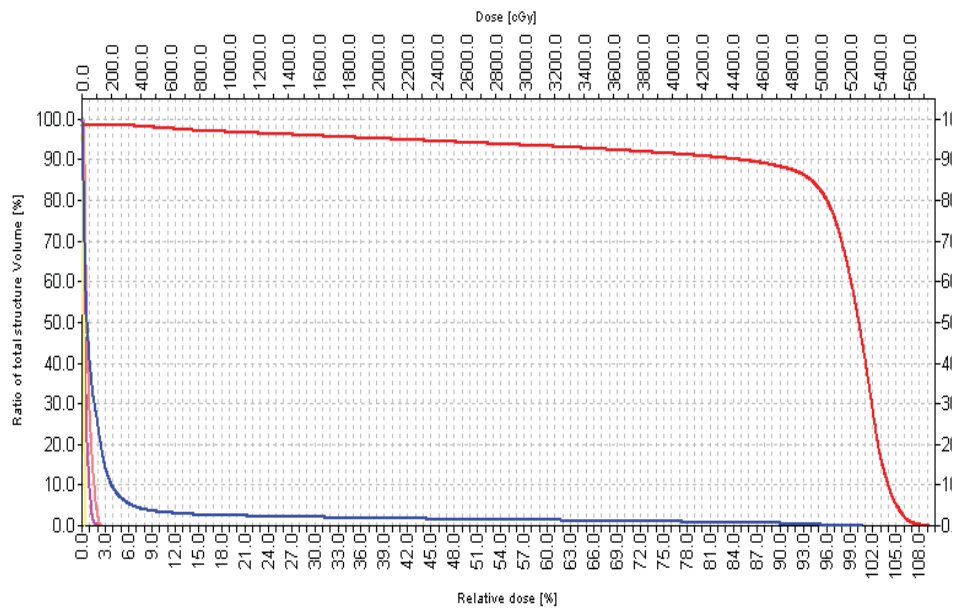


Figura 10: Histograma Dose-Volume.

Vermelho = PTV; Azul escuro = Pulmão; Rosa = Mama Contra-Lateral
e Rosa Claro = Área Cardíaca.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esse trabalho consistiu em relatar a rotina na clínica de radioterapia de São Carlos detalhando as etapas de planejamento assim como mostrando alguns resultados de planejamento.

O estágio como componente curricular desempenha um papel fundamental no processo de formação. Responsável pela introdução do aluno no campo profissional, realmente possibilita a análise contextual dessa realidade na perspectiva de uma ação interventiva.

Como aprendizagem maior é possível dizer que o estágio mostrou que nos dias atuais, com as grandes transformações impulsionadas pelo progresso científico e tecnológico, as exigências para o profissional se intensificam num cenário de maior amplitudes, assim, os novos profissionais, se quiserem realmente conquistar seu lugar, precisam unir inteligência, conhecimento e capacidade emocional e social para enfrentar e poder atuar rumo às mudanças requeridas, a qualificação humana precisa ir além da aquisição de conhecimentos intelectuais para outros atributos como liderança, versatilidade, flexibilidade, rapidez de decisões, saber trabalhar em equipe, ter equilíbrio emocional e físico, ser comunicativo, solidário, dentre outros. Somente assim poderá se tornar parte ativa no processo.

A experiência de estágio foi bastante gratificante, a convivência na radioterapia serviu de ensinamento, pois o que se percebe é que a teoria fica bastante distante da prática, assim, no aprendizado durante o curso tudo parece ser fácil de implantar, contudo, ao entrar em contato direto com a prática, a situação muda sensivelmente e os profissionais se desdobram em mil para seguir a prática diária onde os profissionais demonstram uma vontade ferrenha de que tudo chegue a bom termo, assim, as dificuldades são superadas com bom humor e criatividade; o que torna o ambiente mais agradável. Acredito que tudo isso ocorra porque a administração da clínica é composta por pessoas que tiveram oportunidades de se atualizar e com isso, conseguem, de alguma forma, implementar seus conhecimentos dentro de um contexto maior que é a Clínica como um todo.

As sugestões ficam por conta da percepção da importância que o estágio possui sobre a formação do profissional, pois ele dá a real dimensão da importância da física médica para na aplicação da radioterapia.

Além disso, é interessante também que se ressalte a importância da manutenção e preservação da própria saúde, pois espera-se que o profissional esteja bem para atender bem aos pacientes que vem a procura não só de tratamento, mas de atenção e dedicação em um momento tão complicado de sua vida.

A educação continuada é uma sugestão válida que deve ser a meta dos profissionais, pois a mesma favorece o crescimento e a convivência entre os pares, trazendo como resultado a valorização; a tomada de consciência de seu papel na dinâmica das equipes que participam do trabalho, o que certamente repercutirá na consolidação de uma boa imagem do profissional.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] CARTER, H. B. P., A.W.: Diagnosis and staging of prostate cancer. In: Walsh: Campbell's Urology 8th edition: WB Saunders; 2002. p.3055–3064, 2002.
- [2] ICRU-50 "Prescribing, Recording, and Reporting Photon Beam Therapy" – 1993.
- [3] INCA: MINISTÉRIO DA SAÚDE, BRASIL. Estimativa de incidência e mortalidade por câncer no Brasil para 2010. Available at: <http://www2.inca.gov.br/>. 2010.
- [4] NELSON, W. G., DE MARZO, A. M., ISAACS, W. B.: Prostate cancer. N Engl J Med, 349: 366, 2003.
- [5] REITER RE, D. K. J.: Epidemiology, etiology and prevention of prostate cancer. In: Walsh: Campbell's Urology, 8th edition: WB Saunders; 2002. p. 3002-3003., 2002.
- [6] SALVAJOLI, J.V. SOUHMAI, L. FARIA. S.L. "RADIOTERAPIA EM ONCOLOGIA" 1ª Ed. Medsi Editora Médica e Científica Ltda. 1999.
- [7] SCAFF, L.M. Física de Radioterapia. São Paulo. Sarvier, 1997.
- [8] PODGORSK, E.B. Review of Radiation Oncology Physics: a handbook for teachers and students. Vienna, Australia, 2003.
- [9] KHAN, F.M. The Physics of Radiation Therapy. Philadelphia, USA: Lippincott Williams & Wilkins, Third Edition, 2003.