



**TRATAMENTO DE CÂNCER DE PRÓSTATA COM
RADIOTERAPIA CONFORMACIONAL 2D, 3D E
TELECOBALTOTERAPIA**

VITOR HUGO PARRA DOS SANTOS

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao conselho de curso de Física Médica do Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"-UNESP, *Campus* de Botucatu, para obtenção do título de Bacharel em Física Médica.

**Orientador: Prof. Dr. Marco Antônio Rodrigues Fernandes
Departamento de Dermatologia e Radioterapia**

Botucatu

2014

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÊC. AQUIS. TRATAMENTO DA INFORM.
DIVISÃO TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - CÂMPUS DE BOTUCATU - UNESP

BIBLIOTECÁRIA RESPONSÁVEL: ROSANGELA APARECIDA LOBO-CRB 8/7500

Santos, Vitor Hugo Parra dos.

Tratamento de câncer de próstata com radioterapia conformacional 2D, 3D e telecobaltoterapia / Vitor Hugo Parra dos Santos. - Botucatu, 2014

Trabalho de conclusão de curso (bacharelado - Física Medica) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Instituto de Biociências de Botucatu

Orientador: Marco Antônio Rodrigues Fernandes

Capes: 10501053

1. Próstata - Câncer. 2. Câncer - Diagnóstico - Tratamento. 3. Radioterapia. 4. Física Médica.

**TRATAMENTO DE CÂNCER DE PRÓSTATA COM
RADIOTERAPIA CONFORMACIONAL 2D, 3D E
TELECOBALTOTERAPIA**

VITOR HUGO PARRA DOS SANTOS

Trabalho de conclusão de curso
apresentado ao conselho de
curso de Física Médica do
Instituto de Biociências,
Universidade Estadual Paulista
"Júlio de Mesquita Filho" -
UNESP, *Campus* de Botucatu,
para obtenção do título de
Bacharel em Física Médica.

Orientador: Prof. Dr. Marco Antônio Rodrigues Fernandes
Departamento de Dermatologia e Radioterapia

Botucatu

2014

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS
CAMPUS DE BOTUCATU

TERMO DE APROVAÇÃO

VITOR HUGO PARRA DOS SANTOS

TRATAMENTO DE CÂNCER DE PRÓSTATA COM RADIOTERAPIA CONFORMACIONAL 2D, 3D E TELECOBALTOTERAPIA

Relatório final aprovado como requisito para a obtenção de créditos da disciplina Estágio Curricular do curso de graduação em Física Médica do Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" - UNESP, pelos seguintes examinadores:

Orientador: Prof. Dr. Marco Antônio Rodrigues Fernandes
Departamento de Dermatologia e Radioterapia

Prof. Dr. Roberto Morato Fernandez
Departamento de Física e Biofísica

Prof. Dr. Vladimir Eliodoro Costa
Departamento de Física e Biofísica

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus e à minha família (Marcondes, Rose, Vinicius, Raíza) que me proporcionaram todo apoio emocional, financeiro, motivacional e exemplo durante toda minha criação, educação e formação pessoal e profissional.

Agradeço aos meus familiares que sempre torceram pelo meu sucesso, agradeço aos meus amigos de Maringá, Ilha solteira e de Botucatu, pela enorme paciência e dedicação para fortalecer nossa amizade. Em especial, aos meus amigos de repúblicas que me ajudaram nas horas difíceis e que contribuíram para minha formação; deixamos de ser amigos e passamos a ser irmãos. Essa vitória também é de vocês!

Às pessoas que me motivaram e ajudaram a correr atrás do meu sonho de me tornar físico médico pela UNESP Botucatu: Mariéli Terassi, Marcela Oliveira, Diego Marcelino e Jaqueline Mongeroth.

À toda a equipe médica, técnica e funcionários do Hospital Estadual Manuel de Abreu de Bauru e do Hospital Santa Marcelina de São Paulo em especial ao físico Alexandre Angelo Rafaldini Oliveira e Genildo Coelho.

Em especial ao professor, físico, orientador, exemplo e amigo Marco Antônio Rodrigues Fernandes, sem o qual não teria o desenvolvimento acadêmico que tive.

Aos meus amigos de faculdade e em especial ao professor Vladimir.

Meus sinceros agradecimentos a todos.

RESUMO

O câncer de próstata é hoje o câncer mais comum no sexo masculino e ainda uma importante causa de morte no mundo. A mortalidade pelo câncer de próstata vem caindo, mas para que o tratamento tenha maior sucesso algumas medidas são necessárias, entre elas a detecção precoce da doença. Mais do que qualquer outro, esse tipo de câncer acomete muitos idosos - três quartos dos casos são em homens com 65 anos ou mais.

As taxas de incidências são influenciadas pelo diagnóstico de câncer ocultos, em indivíduos assintomáticos, e pela descoberta de câncer oculto em tecido removido durante operações de prostatectomia ou na autópsia. A radioterapia é um tratamento muito utilizado em pacientes com diagnóstico de câncer de próstata e estudos mostram que este procedimento traz grandes resultados para o bem estar de muitos pacientes que vêm sofrendo desta grave doença.

Neste trabalho de conclusão de curso nosso principal objetivo foi esclarecer os procedimentos para o tratamento de câncer de próstata através de telecobaltoterapia, radioterapia conformacional 2D e 3D. Na telecobaltoterapia a fonte utilizada é o cobalto-60 (emissor de raios gama) protegido por um cilindro metálico duplamente encapsulado através do qual o feixe de radiação é apontado bem no centro do tumor possibilitando o bombardeio por diferentes ângulos, dependendo do planejamento terapêutico. Os aceleradores lineares emitem energia a partir da aceleração de elétrons e emitem raio x ao interagir com o tungstênio; esse sistema é parecido com o de raio-x convencional, mas os aceleradores lineares aceleram mais intensamente o feixe de elétrons. Tem uma grande vantagem também comparada com o cobalto-60: por gerar o feixe de fótons a partir da eletricidade não é necessária a troca de sua fonte, enquanto na telecobaltoterapia, por utilizar um material radioisótopo, necessita-se de troca constante. [1;3;7]

Palavras-chave: diagnóstico, próstata, radioterapia, câncer.

ABSTRACT

Prostate cancer is now the most common cancer in males and a significant cause of death in the world. The mortality rate for prostate cancer has been dropping, but so that the treatment has greater success, some measures are necessary, including early detection of the disease. More than any other, this type of cancer affects many elderly people, three quarters of the cases are in men 65 years of age or older. Incidence rates are influenced by the hidden cancer diagnosis in asymptomatic individuals, and by the discovery of hidden cancer in tissue removed during prostatectomy operations or at autopsy. Radiotherapy is a treatment widely used in patients with a diagnosis of prostate cancer, studies show that these procedures bring big results for the well being of many patients who has been suffering for this unfortunate disease. In this monography our main objective was to clarify the procedures for the treatment of prostate cancer treatments with telecobaltoterapia, 2D and 3D Conformal radiation therapy. In telecobaltoterapia the source used is the cobalt-60 emits gamma rays, which sits inside a metallic cylinder double wrapped, the radiation beam is pointed right at the center of the tumor, this technique allows the tumor by bombing different angles depending on the therapeutic planning. The linear accelerators send energy from the acceleration of electrons, and emit x-rays when interacting with the tungsten, this system is similar to the conventional x-ray, but linear accelerators speed up even more the electron beam. Also has a great advantage compared with cobalt-60, which by generating the photon beam from the electricity does not need to be replaced at its source, the telecobaltoterapia by using a radioisotope, as time has a need to be replaced.

Keywords: diagnosis, prostate, radiotherapy, cancer.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	01
1.1 CÂNCER.....	01
1.2 PRÓSTATA.....	01
1.3 CÂNCER DE PRÓSTATA.....	02
1.4 TRATAMENTO DE CANCER DE PROSTATA.....	03
1.5 RADIOTERAPIA.....	03
1.6 TELECOBALTOTERAPIA.....	04
1.6.1 FATORES QUE INFLUENCIAM NOS CÁLCULOS DO PLANEJAMENTO RADIOTERAPICO.....	05
2.RADIOTERAPIA DA PRÓSTATA.....	08
2.1 MÉTODOS E CÁLCULOS DE TEMPO EM TELECOBALTOTERAPIA	08
2.2 RADIOTERAPIA DE PRÓSTATA 2D.....	10
2.2.1 FATORES QUE INFLUENCIAM O CÁLCULO NO TEMPO DE TRATAMENTO 2D.....	11
2.2.2 MÉTODOS DO PLANEJAMENTO.....	11
2.3 RADIOTREPARIA DE PRÓSTATA 3D CONFORMACIONAL.....	13
2.3.1 ETAPAS DO PLANEJAMENTO 3D CONFORMACIONAL.....	13
2.3.2 BLOCO CONFORMACIONAL.....	16
3. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	18
4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	19

1. INTODUÇÃO

1.1 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. Dividindo-se rapidamente, estas células tendem a ser muito agressivas e incontroláveis, determinando a formação de tumores (acúmulo de células cancerosas) ou neoplasias malignas. Por outro lado, um tumor benigno significa simplesmente uma massa localizada de células que se multiplicam vagarosamente e se assemelham ao seu tecido original, raramente constituindo um risco de vida. [3;4;9]

Os diferentes tipos de câncer correspondem aos vários tipos de células do corpo. Por exemplo, o câncer que tem início em tecidos epiteliais como pele ou mucosas é denominado carcinoma. Se começa em tecidos conjuntivos como ósseo, muscular ou cartilaginoso é chamado de sarcoma. 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). [3;4;9]

1.2 Próstata

A próstata é uma glândula sexual masculina, um órgão situado entre a bexiga e o pavimento pélvico, sendo atravessada pela parte inicial da uretra (canal por onde passa a urina). Está situada à frente do reto e atrás e por baixo do púbis (figura 1). A próstata produz parte do líquido que forma o esperma. O líquido produzido na próstata, designado por fluido prostático, junta-se ao líquido proveniente dos testículos (que contém os espermatozoides), das vesículas seminais (que produzem a maior parte do esperma) e ainda de outras glândulas mais pequenas, situadas em torno da uretra, contribuindo assim para a formação do esperma ou sémen. O fluido prostático é rico em nutrientes e enzimas, importantes para as características normais do esperma. [5;9]

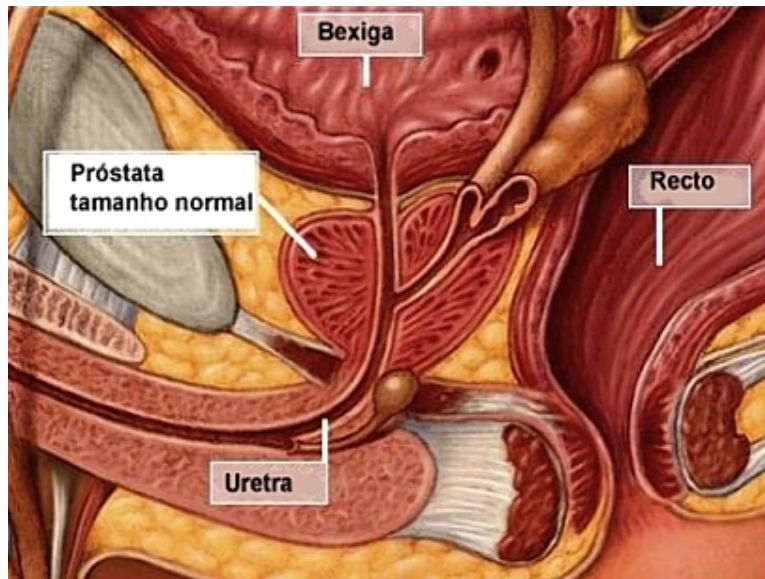


Figura 1: localização anatômica da próstata.

1.3 Câncer de próstata

O câncer da próstata pode ser constituído por diferentes tipos celulares mas, na maioria dos casos, trata-se de um tumor designado por adenocarcinoma. As células que constituem este tumor parecem ter uma origem semelhante às células que constituem a próstata normal (são células de tipo glandular), mas que, em determinada altura, se tornam mais agressivas, multiplicando-se mais (ou “morrendo” menos), aumentando de número de uma forma muito mais rápida do que as restantes células deste órgão. [5;9] Muito raramente (em menos de 1% dos casos) pode se tratar de outro tipo de tumor, geralmente um carcinoma de pequenas células ou um sarcoma (ou seja, tumores cujas células têm outras características e outra origem). [5;9]

No Brasil, o câncer de próstata é o segundo mais comum entre os homens (atrás apenas do câncer de pele não-melanoma). Em valores absolutos, é o sexto tipo mais comum no mundo e o mais prevalente em homens, representando cerca de 10% do total de cânceres. Sua taxa de incidência é cerca de seis vezes maior nos países desenvolvidos em comparação aos países em desenvolvimento. [2;3]

Mais do que qualquer outro tipo, é considerado um câncer da terceira idade já que cerca de três quartos dos casos no mundo ocorrem a partir dos 65 anos. O aumento observado nas taxas de incidência no Brasil pode ser parcialmente justificado pela evolução dos métodos diagnósticos (exames), pela melhoria na qualidade dos sistemas de informação do país e pelo aumento na expectativa de vida. [2;3]

Alguns desses tumores podem crescer de forma rápida, espalhando-se para outros órgãos e podendo levar à morte. A grande maioria, porém, cresce de forma tão lenta (leva cerca de 15 anos para atingir 1 cm³) que não chega a dar sinais durante a vida e nem a ameaçar a saúde do homem. [2;3;5;9]

1.4 Tratamento do câncer de próstata

O paciente com câncer de próstata pode ser submetido a uma série de diferentes tratamentos, cada um com riscos, efeitos colaterais e consequências diversas para a sua vida. O melhor tratamento para cada caso depende de uma série de fatores, como idade e estado geral de saúde; bem como seus sentimentos em relação aos efeitos colaterais de cada terapia, o estadiamento da doença e a probabilidade de cura para o câncer. Cirurgia, radioterapia e terapia hormonal são as opções mais comuns, a quimioterapia pode ser usada em alguns casos e, em outros, médico e paciente podem optar por apenas acompanhar a evolução da doença, sem nenhuma forma ativa de tratamento.

Neste trabalho desenvolvemos as técnicas de planejamento radioterápico em próstata através de telecobaltoterapia, radioterapia com acelerador linear com a técnica 2D e 3D, técnicas essas observadas e estudadas durante o estágio curricular obrigatório. [4;5;9]

1.5 Radioterapia

A radioterapia é um método capaz de destruir células tumorais, empregando feixe de radiações ionizantes. Uma dose pré-calculada de radiação é aplicada, em um determinado tempo, a um volume de tecido que engloba o tumor, buscando erradicar todas as células tumorais, com o menor dano possível às células normais circunvizinhas, através das quais se fará a regeneração da área irradiada. [1;2;3;4;7]

As radiações ionizantes são eletromagnéticas ou corpusculares e carregam energia. Ao interagirem com os tecidos, dão origem a elétrons rápidos que ionizam o meio e criam efeitos químicos como a hidrólise da água e a ruptura das cadeias de DNA. A morte celular pode ocorrer então por variados mecanismos, desde a inativação de sistemas vitais para a célula até sua incapacidade de reprodução. A resposta dos tecidos às radiações depende de diversos fatores tais como a sensibilidade do tumor à radiação, sua localização e oxigenação, assim como a qualidade e a quantidade da radiação e o tempo total em que ela é administrada. [1;2;3;4;7]

Para que o efeito biológico atinja maior número de células neoplásicas e a tolerância dos tecidos normais seja respeitada, a dose total de radiação a ser administrada é habitualmente fracionada em doses diárias iguais, quando se usa a terapia externa. [1;2;3;4;7]

São várias as fontes de energia utilizadas na radioterapia. Há aparelhos que geram radiação a partir da energia elétrica, liberando raios X e elétrons, ou a partir de fontes de isótopo radioativo, como, por exemplo, pastilhas de cobalto, as quais geram raios gama. Esses aparelhos são usados como fontes externas, mantendo distâncias da pele que variam de 1 centímetro a 1 metro (teleterapia). Estas técnicas constituem a radioterapia clínica e se prestam para tratamento de lesões superficiais, semi-profundas ou profundas, dependendo da qualidade da radiação gerada pelo equipamento. [1;2;3;4;7]

Os isótopos radioativos (cobalto, célio, irídio etc.) ou sais de rádio são utilizados sob a forma de tubos, agulhas, fios, sementes ou placas e geram radiações, habitualmente gama, de diferentes energias, dependendo do elemento radioativo empregado. São aplicados, na maior parte das vezes, de forma intersticial ou intracavitária, constituindo-se na radioterapia cirúrgica, também conhecida por braquiterapia. [1;2;3;4;7]

1.6 Telecobaltoterapia

Na teleterapia a fonte de radiação está posicionada a uma certa distância da área a ser tratada, normalmente a 80,0cm nas unidades de telecobaltoterapia ou a 100,0 cm em equipamentos do tipo aceleradores lineares. O aparelho de Telecobaltoterapia utiliza a radiação proveniente de um isótopo, o Cobalto-60. Este é produzido artificialmente pelo bombardeamento do isótopo Co-59 por nêutrons em um reator atômico. O Cobalto-60 é encapsulado e colocado na cabeça do aparelho de telecobaltoterapia, emitindo raios gama. Uma abertura controlável na cápsula permite a passagem da radiação até o paciente e a energia utilizada no tratamento de radioterapia é de 1,25 MeV. [1;10]

Durante meu estágio trabalhei com o equipamento de telecobaltoterapia Theratron 80 pertencente ao Hospital Estadual Manuel de Abreu da cidade de Bauru-SP. (figura 2).

Figura 2: Equipamento de cobaltoterapia Theratron 80 do Hospital Manuel de abreu.



1.6.1 Fatores que influenciam nos cálculos do planejamento radioterápico com cobalterapia

Após ser determinada a região em que se encontra o tumor e a dose estabelecida pelo radioterapeuta, deve-se determinar os parâmetros geométricos e radiométricos do feixe de radiação e do campo de tratamento. [1;7;10]

- Rendimento da Fonte de Co-60:

É a quantidade de radiação medida que o feixe emite por unidade de tempo, uma vez que o Cobalto 60 é um isótopo radioativo, com uma meia vida de 5,25 anos. Obtido através da dosimetria realizada no aparelho do serviço. [1;7;10]

- Distância Ântero – Posterior (DAP):

Distância medida entre o plano anterior e posterior da região irradiada do paciente.

- Distância Látero - Lateral (DLL):

Distância medida entre o plano medial-lateral da região irradiada do paciente.

- Profundidade do tumor:

É determinada em função da anatomia do paciente e localização do tumor. Para campos anterior e posterior, utiliza-se a metade do DAP. Já para campos laterais, usa-se a metade do DLL.

- Percentual de Dose Profunda (PDP):

É o percentual de dose que chega a um ponto, a certa profundidade e a certo campo.

- Fator Campo:

A taxa de dose no ar dos equipamentos de alta energia sofre variação com o tamanho de campo devido a espalhamentos principalmente no sistema de colimação. A razão da dose no ar para um dado campo, em relação à dose no ar para o campo de referência 10 x 10 cm² mantendo-se as condições do equilíbrio eletrônico, é chamada de fator colimador Fc.

O espalhamento pelo meio é a razão da taxa de dose do meio, para um dado campo, na profundidade de dose máxima, em relação à taxa de dose no ar nas mesmas condições (mantendo-se as condições de equilíbrio eletrônico), nos fornecerá o fator espalhamento pelo meio Fm. Assim o fator campo é composto pelo fator colimador vezes o fator espalhamento pelo meio.

- Distância Foco – Superfície (ou Pele - DFS):

É a distância da fonte até a superfície irradiada. No serviço do Co-60 essa distância é fixa em 80 cm.

- Campos:

Os campos de irradiação do paciente são prescritos pelo médico radioterapeuta responsável. Os campos precisam ser quadrados, ou seja, possuir lados de dimensões iguais, por exemplo: 10 x 10 cm², 12 x 12 cm². Quando não são quadrados, ou seja, irregulares, por exemplo: 10 x 15, 8 x 11, é necessário tornar tais campos regulares; isso é chamado de campo equivalente quadrado, através do método de Sterling, em que se toma 4 vezes a área do campo e divide-se pelo seu perímetro.

- Angulação do Gantry:

Determina qual será o ângulo que o feixe de irradiação fará em relação ao plano do paciente.

- Fator Bandeja:

Máquinas de teleterapia possuem uma bandeja adaptada ao cabeçote, para que nela possam ser colocados blocos de colimação, que protegem regiões internas ao campo de irradiação que não devem receber dose. Este fator bandeja é obtido através da dosimetria realizada no aparelho do serviço. (Figura 3)

Figura 3: Bandeja de acrílico.



- Dose Diária:

Dose que o paciente irá receber por dia de tratamento.

- Dose Total:

Dose que o paciente irá receber em sua totalidade no fim do tratamento, que corresponde ao produto da dose diária pelo número de aplicações prescrito.

- Filtro:

O Filtro tem como propriedade a absorção. É colocado no feixe de radiação cuja espessura é variada para compensar o aumento da dose profunda devido à falta de tecido no contorno do paciente. Existem vários tipos de filtros, como o Filtro Compensador, Filtro em Cunha e Filtro achatador do feixe. Esse fator filtro é obtido através da dosimetria realizada no aparelho do serviço.

- Dose na Superfície (DS): [1;10]

É a dose que chega à superfície do paciente, calculada por:

$$\frac{DS}{PDP} \text{ (Em cada campo) e } \frac{DS}{ISODOSE \times NORMALIZAÇÃO} \text{ (para todos os campos – Isodose).}$$

Lembrando que para os valores de PDP, usam-se valores decimais, ou seja, $PDP \div 100$.

- Isodose:

Superfície ou linha que une pontos que recebem a mesma dose em um meio irradiado. [1]

2.1 Métodos de cálculos de tempo em telecobalto terapia

Isodose:

É o método utilizado para calcular o tempo de exposição do paciente quando este recebe doses diárias iguais em todos os campos, com PDPs diferentes.

$$ISODOSE = [PDP1 + PDP2 + PDP3 + PDP4]$$

Essa isodose é normalizada em 95% como uma margem de erro da distribuição da dose, ou seja, 0,95. [1;10]

Campo Colimado:

Será menor que o campo equivalente. O campo colimado é definido por: $C_{col} = \frac{4 \times Au}{Pu}$

Onde: Au = área útil do campo de irradiação e Pu = perímetro útil do campo de irradiação. Dessa forma, deve-se utilizar a PDP do campo colimado, e não mais do campo equivalente. [1;10]

Fator Campo Colimado:

Será a multiplicação do fator abertura do colimador (campo equivalente) x fator espalhamento pelo meio (campo colimado). [1;10]

Fator Bandeja: 0,96.

Tempo Com Colimação: [1;10]

$$t = \frac{\text{DOSE DIÁRIA}}{\text{PDP DO CAMPO COLIMADO} \times \text{RENDIMENTO} \times \text{FATOR CAMPO COLIMADO} \times \text{FATOR BANDEJA} \times \text{FATOR FILTRO}}$$

Tempo Sem Colimação: [1;10]

$$t = \frac{\text{DOSE DIÁRIA}}{\text{PDP} \times \text{RENDIMENTO} \times \text{FATOR CAMPO} \times \text{FATOR FILTRO}}$$

Tempo com Isodose Com Colimação: [1;10]

$$t = \frac{\text{DOSE DIÁRIA}}{\text{ISODOSE COM PDP DO CAMPO COLIMADO} \times \text{NORMALIZAÇÃO} \times \text{RENDIMENTO} \times \text{FATOR CAMPO COLIMADO} \times \text{FATOR BANDEJA} \times \text{FATOR FILTRO}}$$

Tempo com Isodose Sem Colimação: [1;10]

$$t = \frac{\text{DOSE DIÁRIA}}{\text{ISODOSE} \times \text{NORMALIZAÇÃO} \times \text{RENDIMENTO} \times \text{FATOR CAMPO} \times \text{FATOR FILTRO}}$$

OBS: O tempo calculado será dado em minutos e quando for necessária a conversão para segundos, têm-se:

A multiplicação direta por 60 seg. Exemplo: 0,78 min x 60 = 46,8 seg = 47 seg.

Nos casos onde o tempo calculado for maior que a unidade (1,0), deve-se subtrair do valor calculado o valor 1,0, e a diferença multiplica-se por 60 seg. Exemplos: 1,13 min - 1 = 0,13 min x 60 = 7,8 seg = 1 min e 8 seg. Assim o tempo de tratamento será 1 min 8seg = 1'08 s.[10]

2.2 Radioterapia de próstata 2D

Essa técnica foi acompanhada na rotina do hospital Santa Marcelina em São Paulo. Juntamente com a equipe de médicos físicos e técnicos do setor de radioterapia, o Santa Marcelina planeja em média cinco novos casos por mês de câncer de próstata que irá ser tratado com planejamento 2D. O hospital conta com um acelerador linear modelo Precise com energia para fótons de 6 e 10 Mev e energia para elétrons de 6,8,10,12,15 Mev da fabricante ELEKTA para tratamentos 2D (figura 4).



Figura 4: Acelerador linear Precise Elekta

2.2.1 Fatores que influenciam o cálculo no tempo de tratamento 2D

Os fatores em sua maioria são os mesmos definidos no cálculo de tempo da telecobalterapia com exceção de que os campos podem ou não terem pesos diferente, por exemplo uma certa região por ser menos delicada para tratamento acaba recebendo uma dose maior do que uma região mais crítica dividindo a dose em vários campos e diminuindo os efeitos de acúmulo de dose na pele. Outro fator é o TMR (relação tecido máximo) que é um análogo a porcentagem de dose profunda (PDP). Usado no cálculo de telecobaltoterapia, o TMR será um fator para que chegue 100% da dose no tumor do paciente, os valores de TMR para cada tamanho de campo são determinados durante o comissionamento do equipamento. [1;6;7]

2.2.2 Métodos do planejamento

No caso deste software de planejamento PLATOM utilizamos uma mesa para digitalização das curvas e regiões dos pacientes a serem tratadas, e essa mesa plota as curvas e regiões no software para planejamento. Após isso inserimos no software algumas informações como número de campos, peso de cada campo, fatores de colimação, TMR, dose total do tratamento, número de sessões e a curva de dose desejada. [1;6;7]

Neste caso os números mais comuns são: curva de dose 95%, tamanho de campo 9 cmx9 cm, dose de tratamento 70 CGy, 35 sessões, 4 campos e dose diária de 2 Gy. Com isso o software calcula o número de unidades monitoras através desta fórmula:

$$U.M = \frac{\text{Dose} \times \text{Curva da dose} \times \text{Peso do campo}}{\text{Fator calibração} \times \text{TMR} \times \text{Fator espalhamento} \times \text{Fator campo} \times \text{curva de tratamento} \times \text{soma dos pesos dos campos}}$$

(Fator calibração x TMR x Fator espalhamento x Fator campo x curva de tratamento x soma dos pesos dos campos)

Os resultados que temos no software são as curvas de distribuição de dose pela região anatômica e as unidades monitoras para tratamento. (Figura 5 e 6)

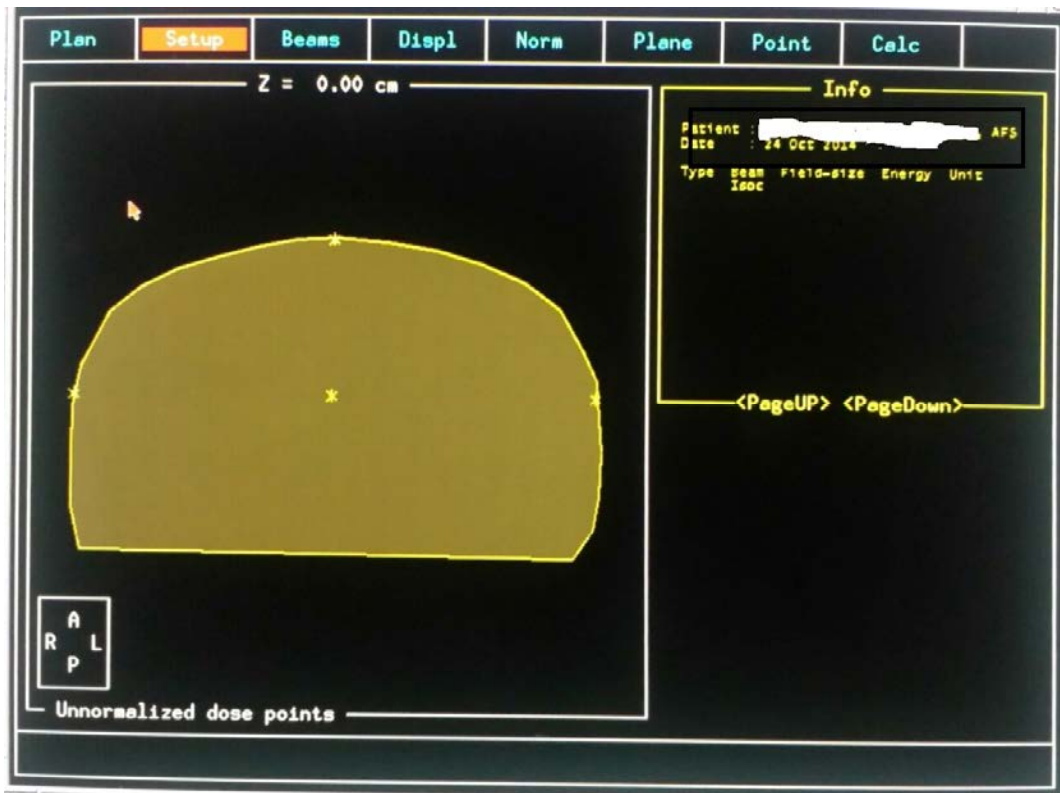


Figura 5: Imagem plotado no software através da mesa de digitalização.

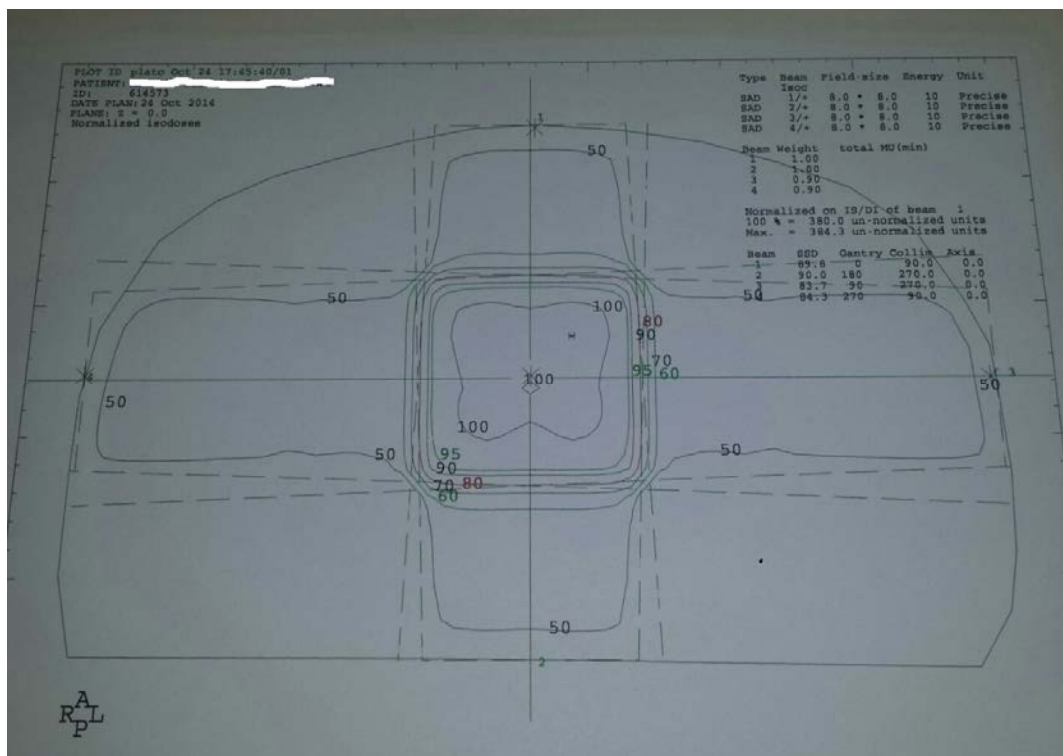


Figura 6: Imagem do planejamento pronto com os campos e curvas de dose.

2.3 Radioterapia de próstata 3D conformacional

Talvez esta seja uma das mais eficientes técnicas de tratamento de câncer de próstata que está disponível em serviços públicos e conveniados e que abrange grande cerca de 38% dos pacientes tratados com radioterapia e sua eficiência está diretamente envolvida a grau tecnológico do planejamento. [1;6;7;8]

Os tumores não são regulares, eles aparecem em diferentes localizações, formatos e tamanhos. A Radioterapia Conformacional, ou 3D, usa o computador e técnicas de imagem, geralmente uma tomografia computadorizada, que mostram o tumor e os tecidos adjacentes à região tumoral. O médico Radioterapeuta vai direcionar os raios e criar blocos com o intuito de modular o formato destes raios. Isto também pode ser feito através de um colimador de folhas que fica acoplado em alguns Aceleradores Lineares. Devido a este direcionamento e modulação dos raios consegue-se atingir os tecidos adjacentes à área tumoral com doses pequenas, permitindo a recuperação destes tecidos. É uma técnica de radiação que, comparada à Radioterapia Convencional, permite elevar a dose de tratamento dos tumores mantendo a segurança do tratamento. Ela permite que o feixe energético produzido por um acelerador linear, possa adquirir o formato exato do volume tumoral a ser irradiado. [1;6;7;8]

No hospital Santa Marcelina eles possuem um acelerador linear modelo Precise com energia para fótons de 6 e 10 Mev e energia para elétrons de 6,8,10,12,15 Mev da fabricante ELEKTA (figura 4), software de planejamento ODYSSY PERMEDIC(3D).

2.3.1 Etapas do planejamento 3D conformacional

O uso terapêutico da radiação é um processo complexo que envolve algumas etapas pré - tratamento simulação e planejamento, indispensáveis para o sucesso da técnica.

Simulação do Tratamento

Simulação de tratamento é a determinação e/ou a identificação do volume alvo e dos órgãos críticos através de métodos de imagem radiográficas ou computadorizadas, tentando reproduzir fielmente a mesma posição de tratamento do paciente. No caso de próstata, geralmente é feita em tomográfica computadorizada e o paciente tem que estar com a bexiga cheia ou vazia dependendo da região anatômica do tumor e alguns casos é

administrado contraste. Na simulação o possível isocentro do campo de tratamento é marcado através de radiopacos, marcação baseado no DLL e no DAP e estrutura anatômica, uma vez com as imagens adquiridas elas são mandadas pro setor de planejamento físico e a equipe física importa essas imagens para o software de planejamento neste caso o ODYSSEY PERMEDIC(3D), para essa importação o físico usa um outro software chamado DICOM. [1;6;7;8]

Delimitação de campos e regiões protegidas

Nesta etapa o físico junto com o médico irão delimitar as regiões que irão ser irradiadas levando em consideração órgãos e tecidos adjacentes ao tumor para serem protegidos e escolhendo assim os respectivos pesos dos campos(figura 7).

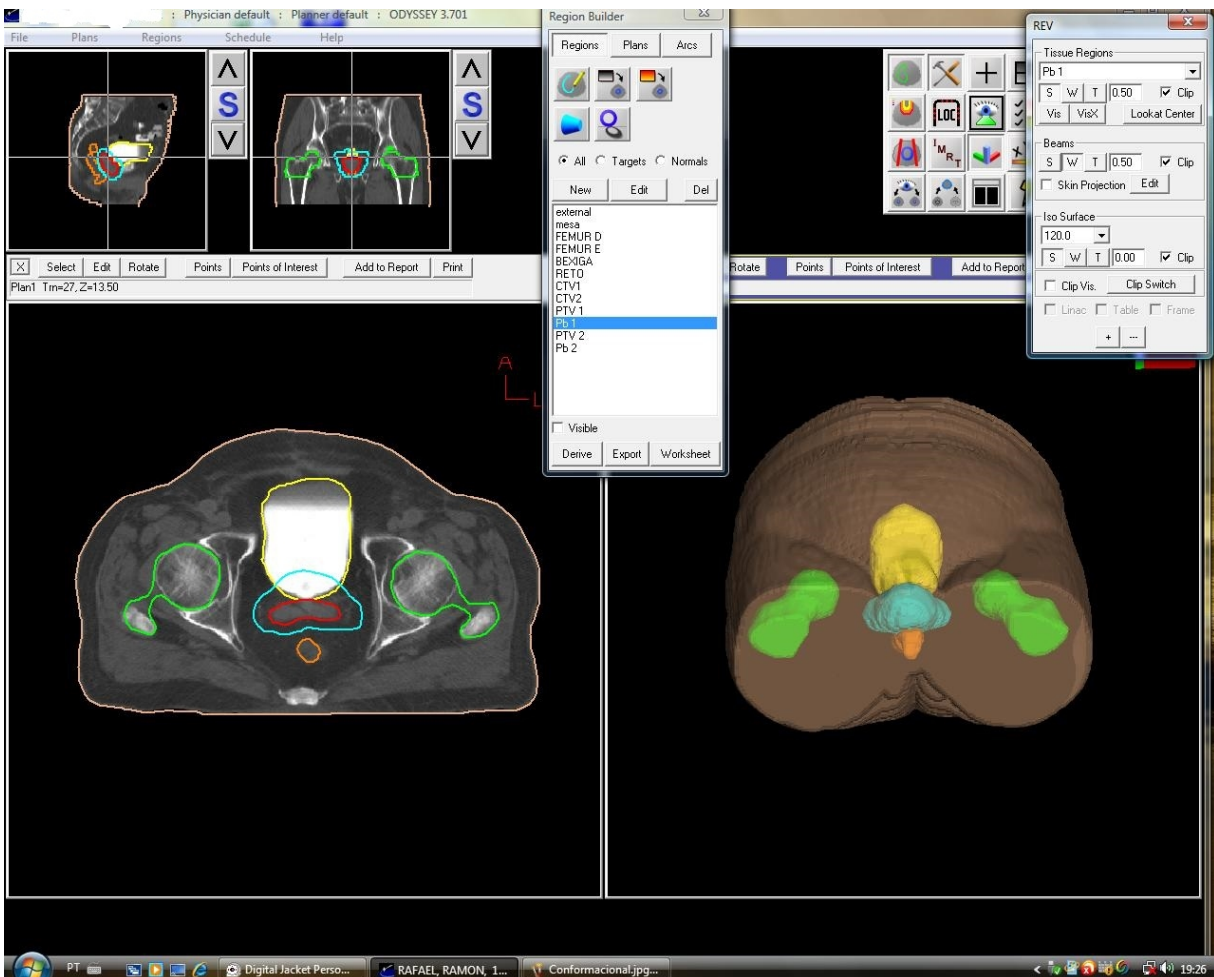


Figura 7: Imagem da simulação importada para o software com regiões delimitadas.

Campos, delimitação GTV, CTV e PTV

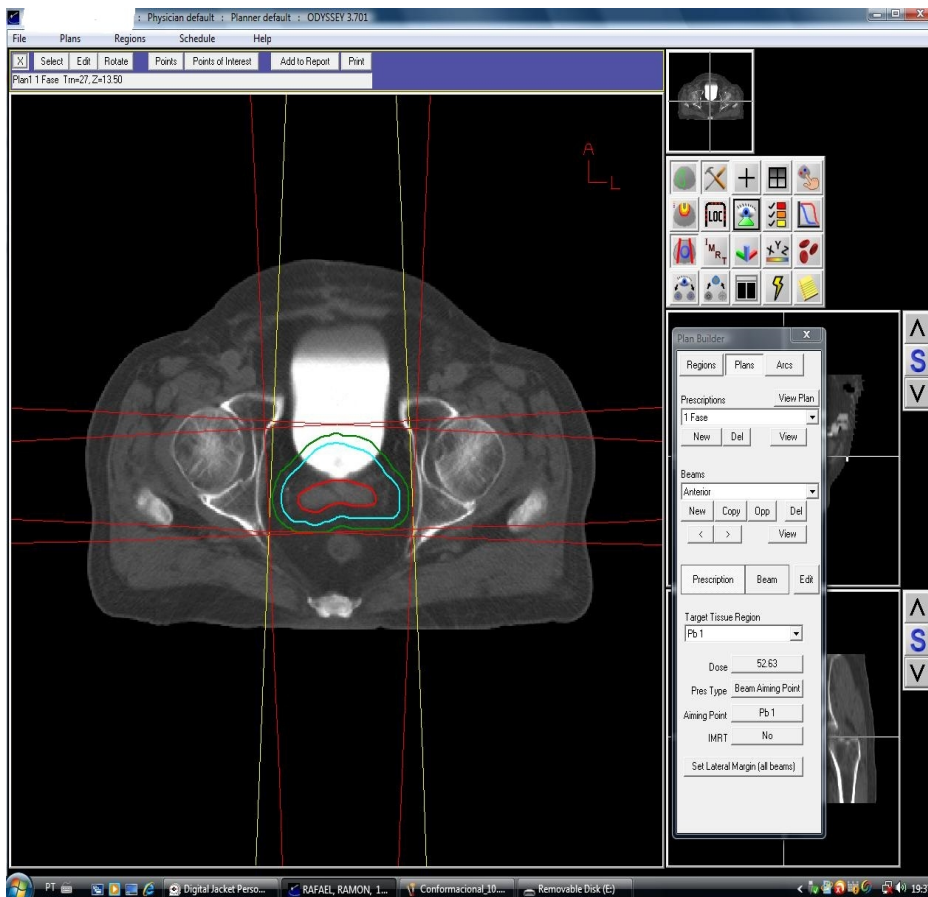
A determinação do número de campos será o que melhor atenderá as necessidades do paciente juntamente com as exigências do plano de saúde ou do SUS.

GTV (Gross tumor volume): É a área que abrange o volume da massa tumoral, representa a área de maior concentração de células tumorais é usualmente definido como tumor (contorno vermelho na figura 8). [6;7;8]

CTV (Clinical tumor volume): Volume alvo clínico, inclui o GTV e toda e qualquer doença microscópica. O CTV depende da expansão tumoral. Se a área tumoral (GTV) for grande, o CTV também será, já se a área tumoral for menor que o CTV será menor (contorno azul claro na figura 8). [6;7;8]

PTV (Planning target volume): volume alvo do planejamento, é a área que abrange o CTV e uma margem ao seu redor que nos permite ajustar tal área de acordo com a tolerância da máquina e movimentação do órgão (contorno verde na figura 8). [6;7;8]

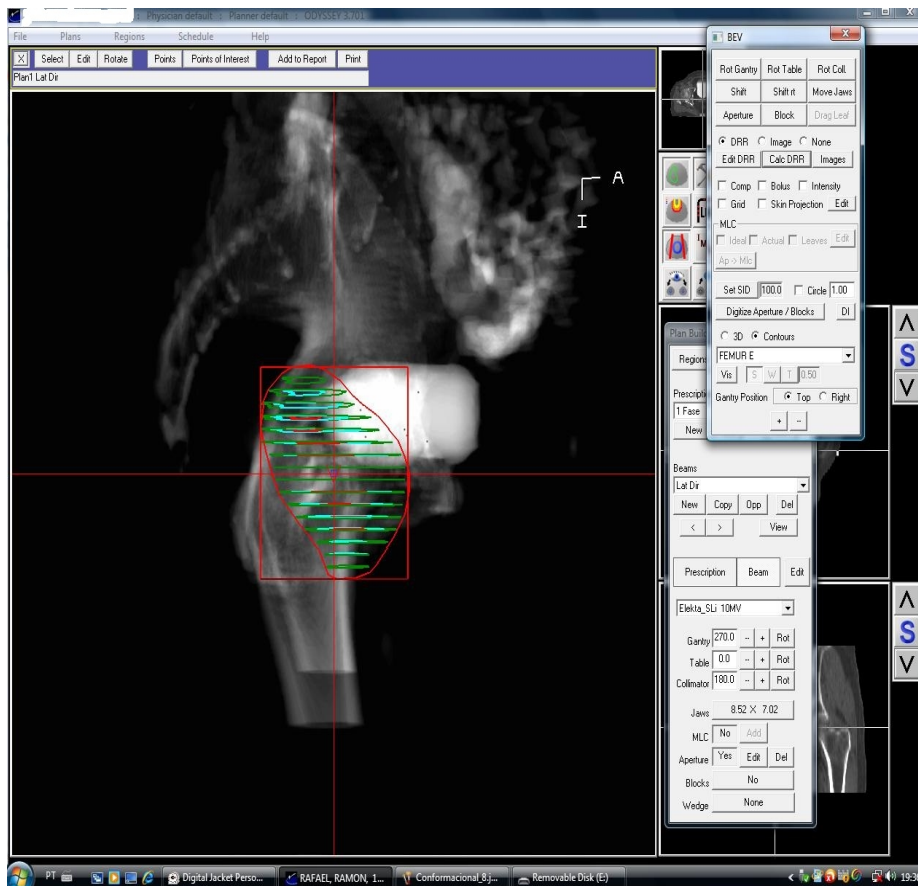
Figura 8:GVT, CTV, PTV e 4 campos (lateral esquerdo e direito, anterior e posterior)



2.3.2 Bloco conformacional

Bloco de chumbo ou Cerrobend (liga formado por 50% de bismuto, 26,7% de chumbo, 13,3% de estanho e 10% de cadmio), usa-se a curva PTV para a confecção do bloco, sendo confeccionado um bloco para cada campo com seu devido peso, sendo assim o feixe será colimado na forma PVT do tumor a ser tratado evitando assim uma exposição desnecessário de tecidos e órgãos adjacentes (figura9, 10, 11). [1;6;7;8]

Figura 9: PTV de prostata.



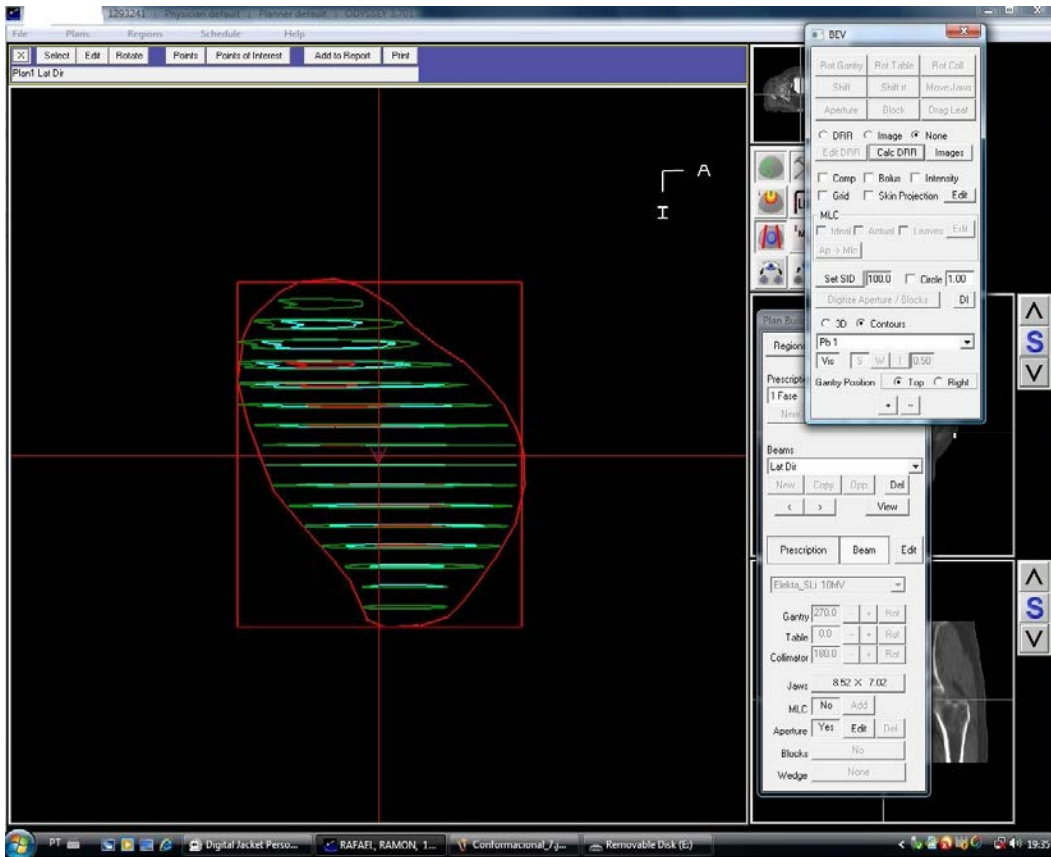


Figura 10: Região delimitada que será feito o bloco colimador.



Figura 11: Bloco conformacional pronto para uso.

Após o bloco confeccionado é feito o portão que seria uma segunda simulação com o paciente para averiguar a exatidão do campo no paciente e no equipamento, após isso o software calcula as unidades monitoras do tratamento e dá-se início ao tratamento 3D conformacional. [6;7;8]

Este tipo de tratamento abrange uma média de nove pacientes novos todos mês no hospital Santa Marcelina de São Paulo-SP.

3. Considerações finais

Mais do que uma consideração final sobre o meu trabalho o que eu tenho a deixar registrado é o pouco que aprendi na experiência de se trabalhar com radioterapia, a qual não é possível aprender completamente apenas através de livros ou em sala de aula. Essa experiência foi possível pela vivência da rotina de um hospital e centro de tratamento, onde conhecimentos de ciências exatas se misturam a sentimentos e situações problemas onde não há fórmulas e manuais para resolver, onde a capacidade de resiliência do profissional começa a aflorar, onde o resultado esperado seja o melhor atendimento e tratamento para o paciente, onde a sobrevivência e bem estar vale mais do que qualquer nota dez na faculdade.

Em um dos meus estágios convivi com um dos físicos pioneiros na radioterapia no Brasil, em uma das nossas conversas pós expediente eu perguntei qual era a maior dificuldade de gerenciar um serviço de radioterapia, imediatamente ele me respondeu que a maior dificuldade era lidar com pessoas sejam funcionários, pacientes, acompanhantes, médicos e etc. Sua explicação era que a individualidade de cada um, o temperamento, suas reações as situações ou sejam as mesmas características que fazia cada um único também tornava o obstáculo pro físico para lidar e gerenciar o serviço com produtividade, qualidade e harmonia. Ele disse que muitas das vezes a sua capacidade de resolver problemas de gestão de pessoas e pacientes foi coloca a prova muito mais do que seus conhecimentos intelectuais.

Se fosse pra dar um conselho a qualquer aluno de graduação que pretende seguir a área de radioterapia é faça um boa graduação e fique livre para aproveitar o máximo de suas férias e estágio curricular para estagiar e conhecer a realidade de trabalho da rotina de radioterapia, corra atrás dos lugares possíveis, não fique com medo de levar não, eu

particularmente levei não três anos seguidos até conseguir fazer estágio em um dos centros referência em radioterapia no Brasil, e que o mais me espantou foi ver que no hospital simples de interior o contato com paciente era muito maior e muito mais humano.

O paciente por muitas vezes está em um quadro clínico complicado rodeado de pessoas em situação parecida e isso o deprime, e por muita das vezes durante o planejamento cabe ao físico acalmá-lo e deixá-lo a vontade com um simples “Bom dia!”, “Qual seu time de futebol preferido?”, “Qual sua cidade natal?”, pequenas conversas que irão criar um clima íntimo entre o paciente e a equipe de tratamento aumentando assim a confiança do paciente sobre a equipe e levantando sua autoestima, mesmo você sendo um simples estagiário, o paciente te olha como a esperança de vida dele, com trabalho duro e dedicação você estará apto a enfrentar a rotina de radioterapia.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Scaff, LAM. **Física na Radioterapia A Base Analógica de uma Era Digital**. São Paulo: Editora Projeto Saber; 2010
2. HOSPITAL A.C CAMARGO (Brasil) (Org.). **Câncer de próstata, radioterapia e tratamento**. 2014. Disponível em: www.accamargo.com.br.
3. RIO DE JANEIRO. INSTITUTO NACIONAL DO CANCER. (Org.). **Câncer de próstata, radioterapia e tratamento**. 2014. Disponível em: www.inca.gov.br.
4. HOSPITAL DO CÂNCER DE BARRETOS (Barretos) (Org.). **Câncer de próstata, radioterapia e tratamento**. 2014. Disponível em: www.hcancerbarretos.com.br.
5. INSTITUTO DA PRÓSTATA (Portugal). **Câncer de próstata, radioterapia e tratamento**. 2014. Disponível em: www.institutodaprostata.com.
6. TONDO, Rosane. **Tecnologia em radiologia médica: Radioterapia conformacional**. São Paulo: Livraria Acadêmica, 2011. Disponível em: <https://pt.scribd.com/doc/5019207/Radioterapia-Conformacional>.
7. **REVISTA DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE RADIOTERAPIA**. Brasil: Ática, 2010. Anual. Disponível em: www.sbradioterapia.com.br/pdfs/BOOKLET.pdf.
8. **PLANEJAMENTO DE TRATAMENTO DO CÂNCER DE PRÓSTATA CLINICAMENTE LOCALIZADO: Câncer de próstata clinicamente**

localizado. Brasil: Cbr, 2013. Anual. Disponível em: http://cbr.org.br/wp-content/biblioteca-cientifica/v2/11_06.pdf.

9. ASSOCIAÇÃO PELA SAUDE DA PROSTATA (Brasil). Câncer de próstata, radioterapia e tratamento. 2014. Disponível em: www.saudedaprostata.org.br/.

10. SANTOS, Vitor Hugo Parra dos; FONTANA, Julia Martini; FERNANDES, Prof. Dr. Marco Antônio Rodrigues. Guia Prático para Cálculos do Tempo de Irradiação: Bauru: Graduando em Física Médica, 2014.