



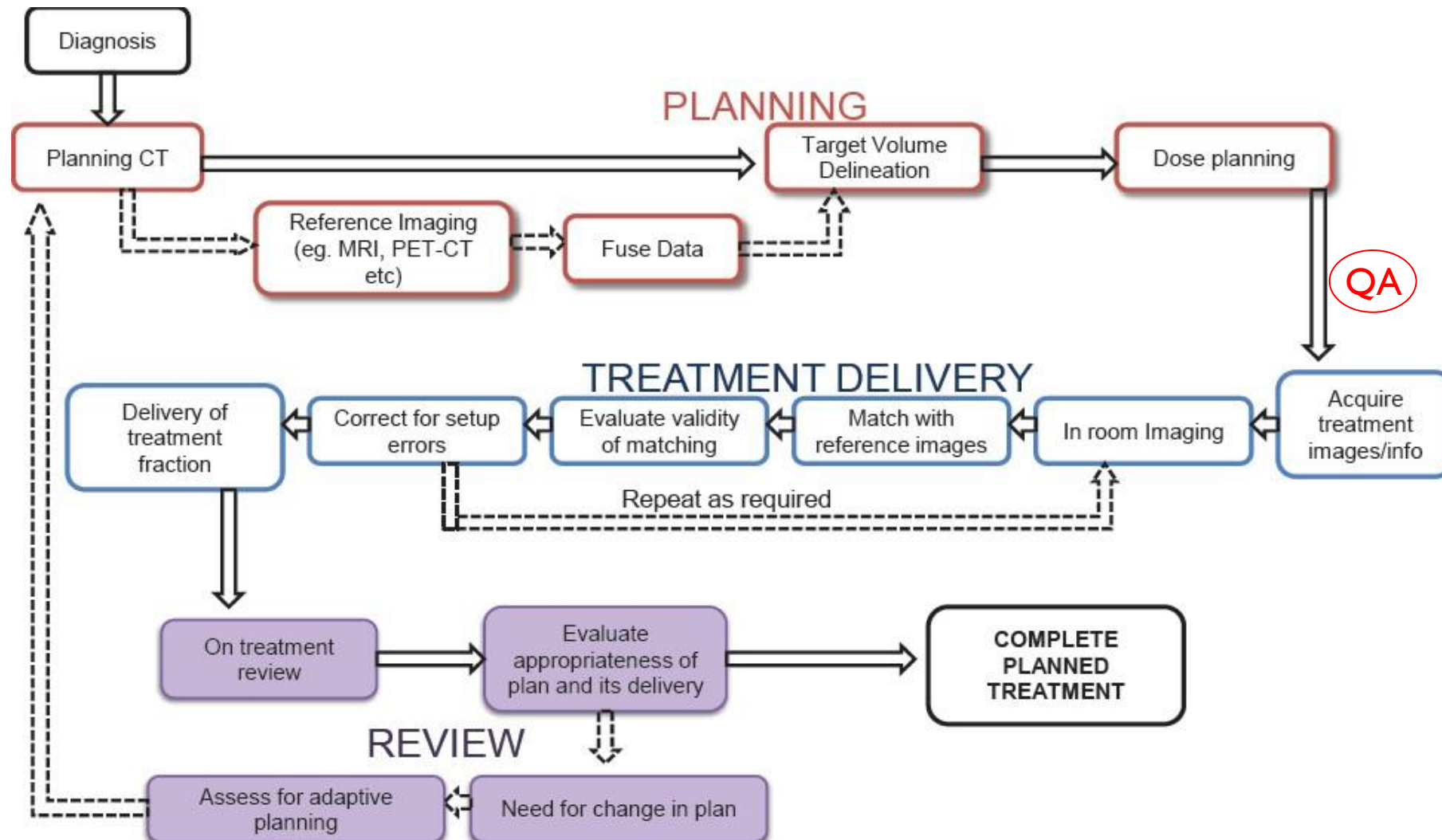
RADIOTERAPIA

2º SEMESTRE DE 2020

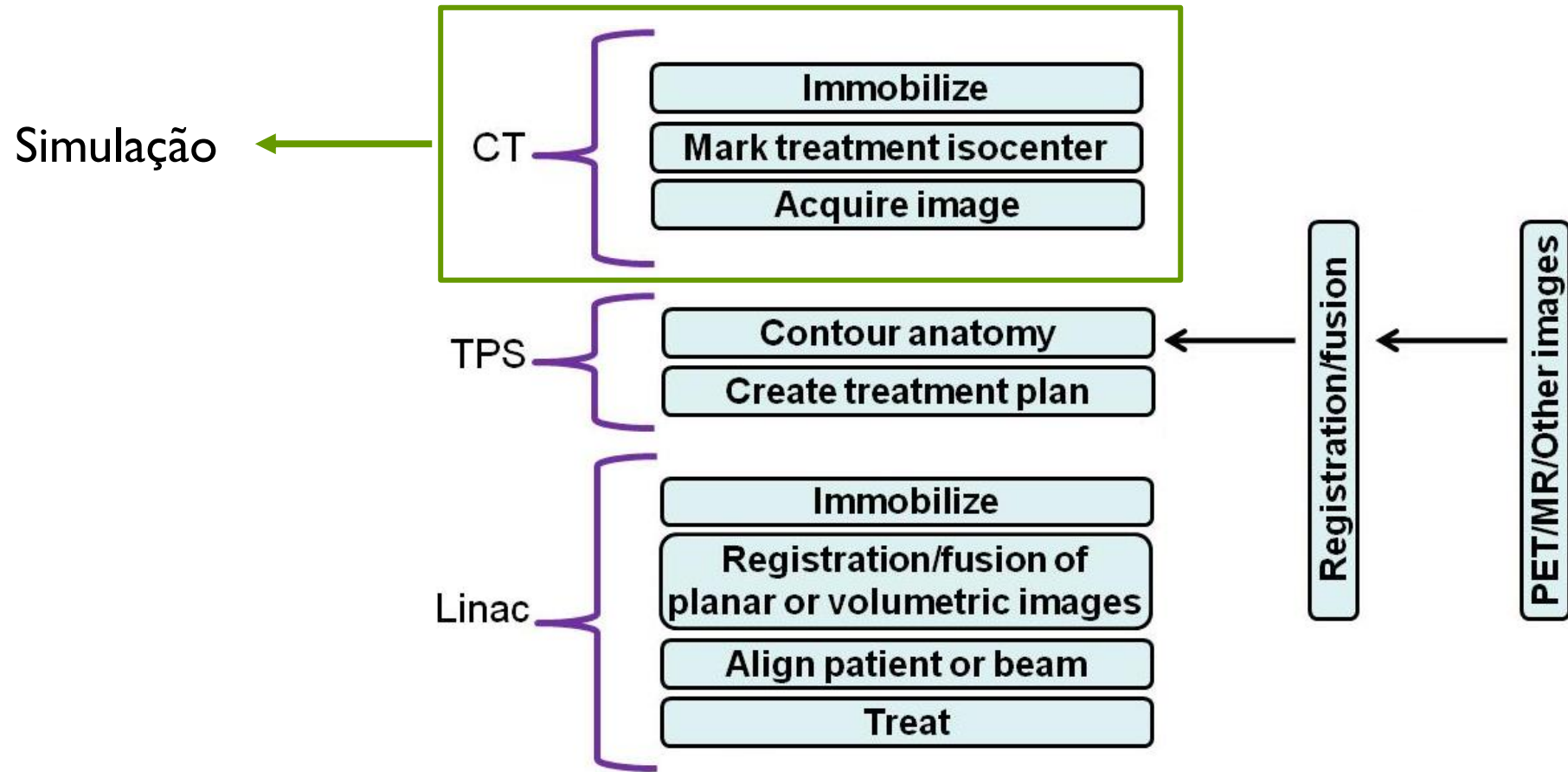
Planejamento 3D

Profa. Patrícia Nicolucci

WORKFLOW DA RADIOTERAPIA



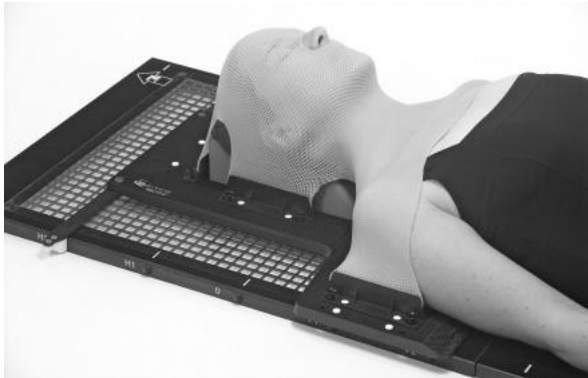
ETAPAS DO PLANO E TRATAMENTO



- Definição do posicionamento do paciente
- Acessórios de Imobilização
- Marcação do isocentro
- Obtenção de imagens CT e auxiliares para o planejamento

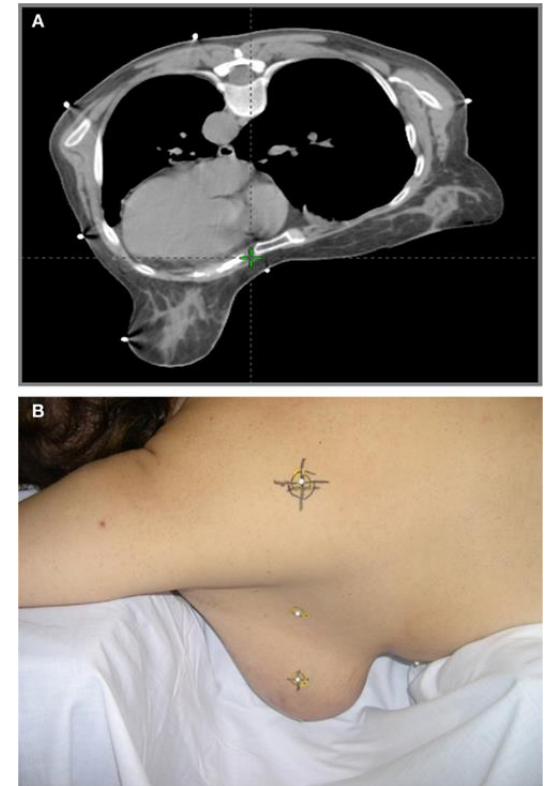
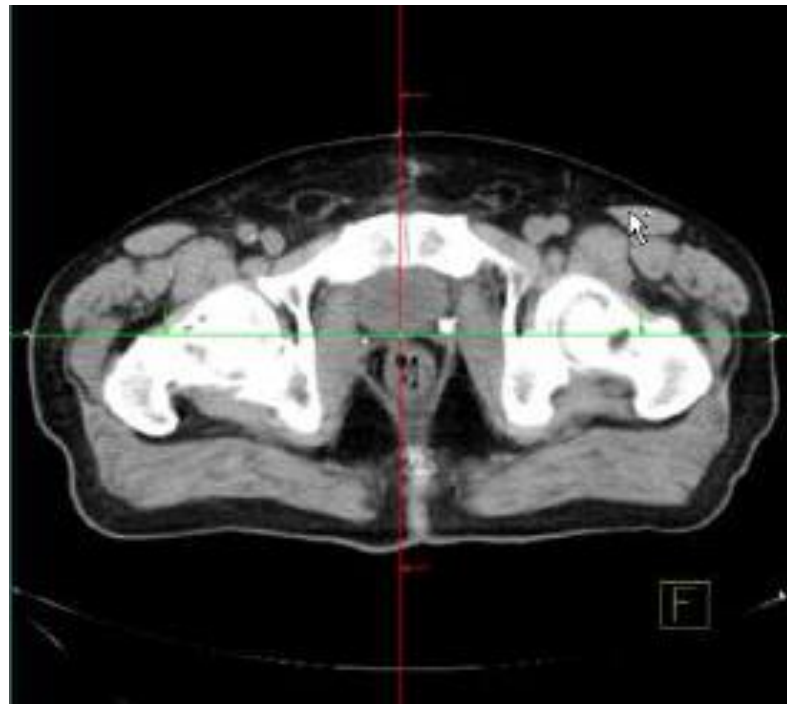
SIMULAÇÃO

- Posicionamento e imobilização: reprodutibilidade de geometria de tratamento
 - Mesmo posicionamento proposto para o tratamento
 - Utilização dos mesmos acessórios de posicionamento e imobilização



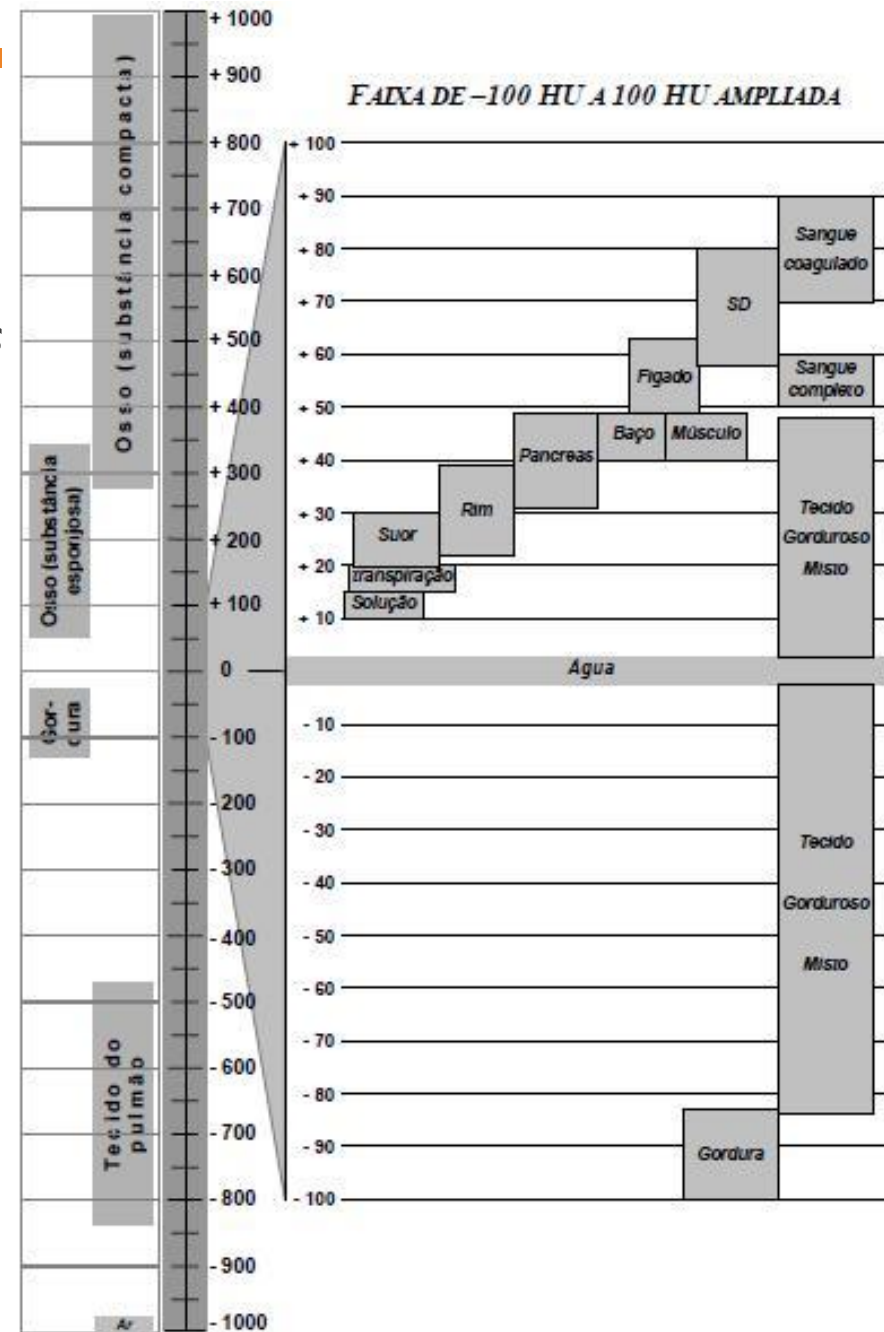
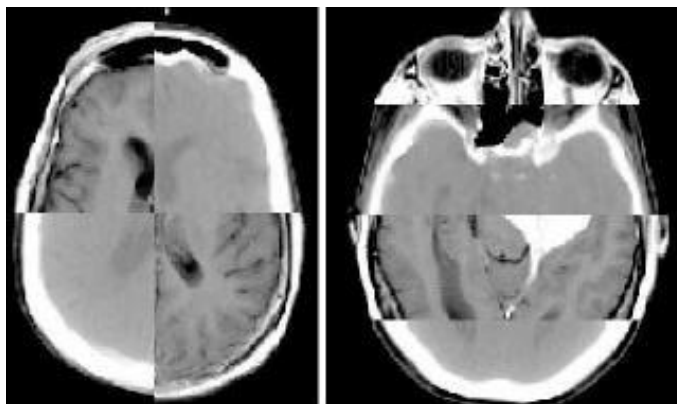
SIMULAÇÃO

- Marcação de isocentro: reprodutibilidade de geometria e sistema de coordenadas de tratamento
- Marcas fiduciais na pele do paciente – registro de coordenadas
- Indicação de referência para fusão de imagens
- Marcação de entradas e limites de campos no planejamento

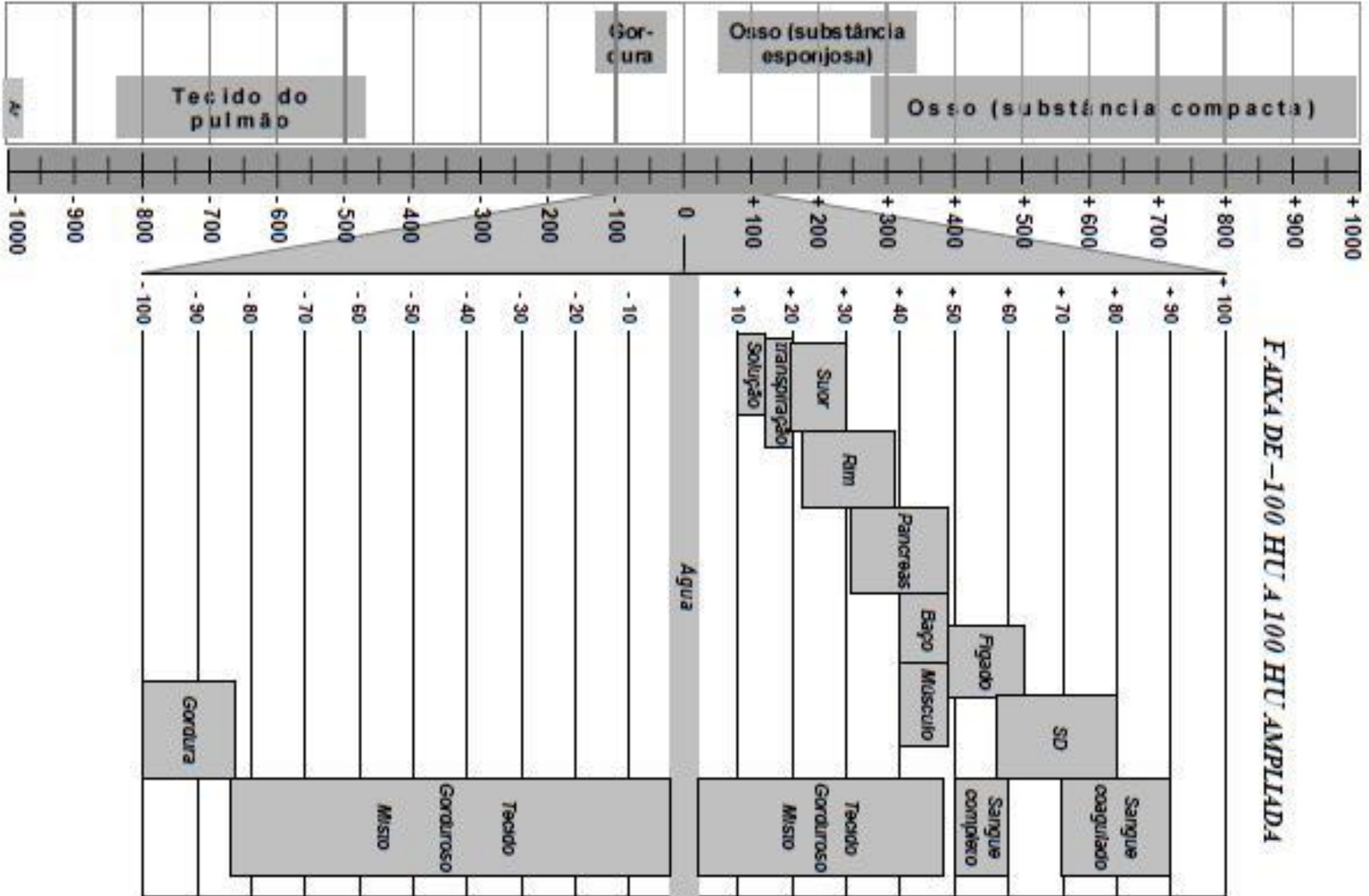


SIMULAÇÃO

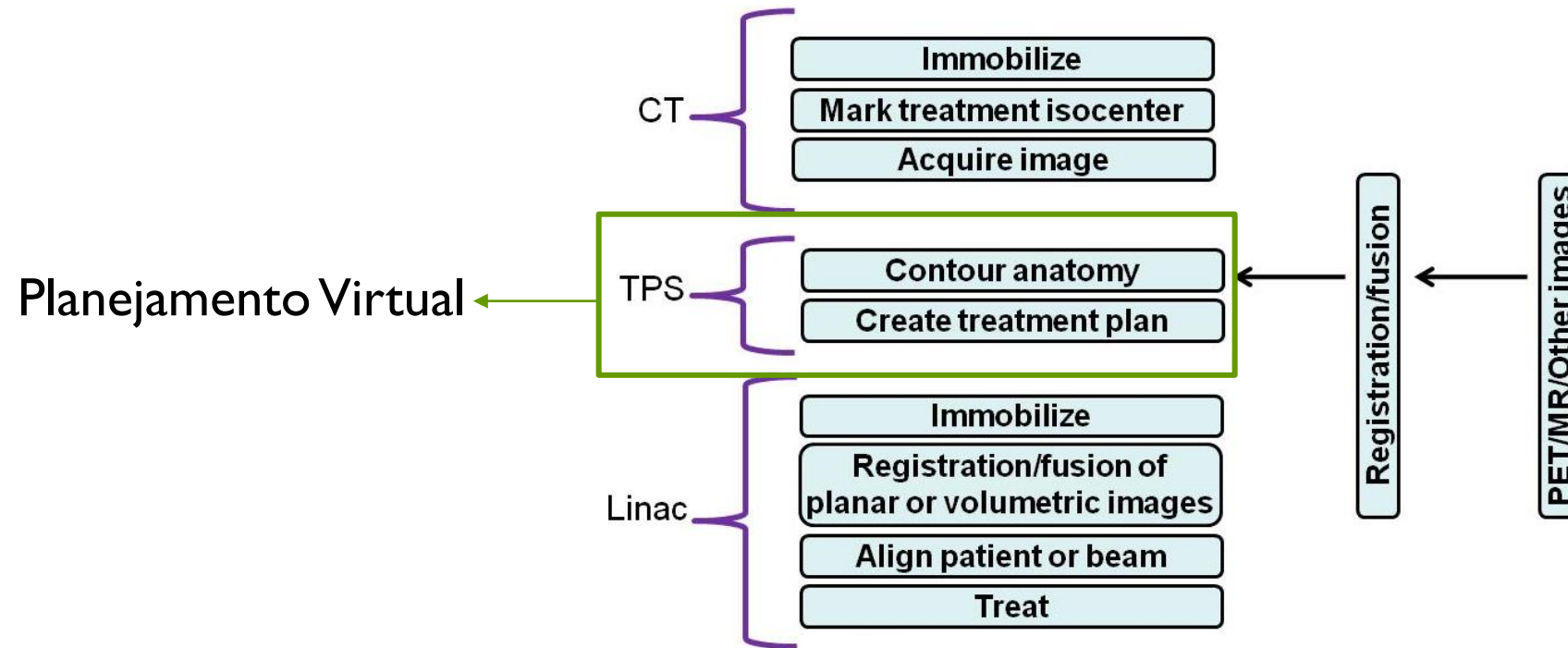
- Imagens: registro de geometria, materiais e coordenadas
 - CT por raios-X
 - padrão para obtenção de densidades eletrônicas dos voxels
 - Grande contraste para tecidos moles e duros (fiducial anatômico)
 - Auxiliares: MRI, PET, ultrassom
 - contraste de tecidos diferencial – melhor definição dos volumes
 - corregristo e fusão com CT durante o planejamento



ESCALA DE UNIDADES HOUNSFIELD



PLANEJAMENTO VIRTUAL



- Delimitação de volumes de tratamento
- Prescrição de doses e restrições
- Definição do número e entrada dos campos de radiação
- Cálculo da distribuição de doses e outros critérios de avaliação do plano
- Cálculo dos tempos de tratamento (unidades monitoras para Linac)

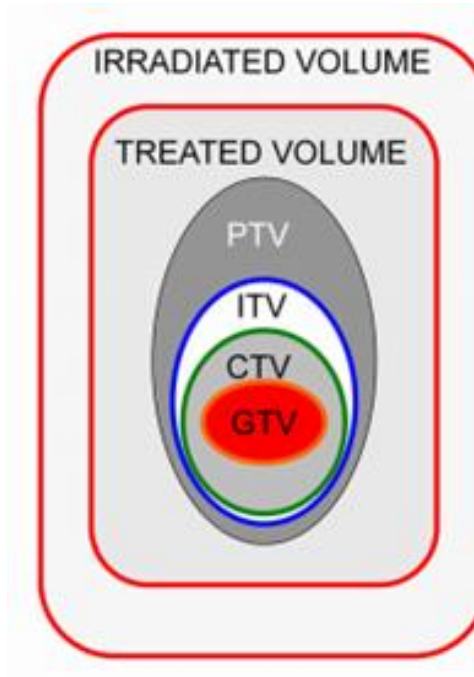
VOLUMES DO TRATAMENTO

- GTV – *gross tumor volume*
- CTV – *clinical target volume*
- ITV – *internal tumor volume*
- PTV – *planning target volume*

SI: *subclinical invasion*

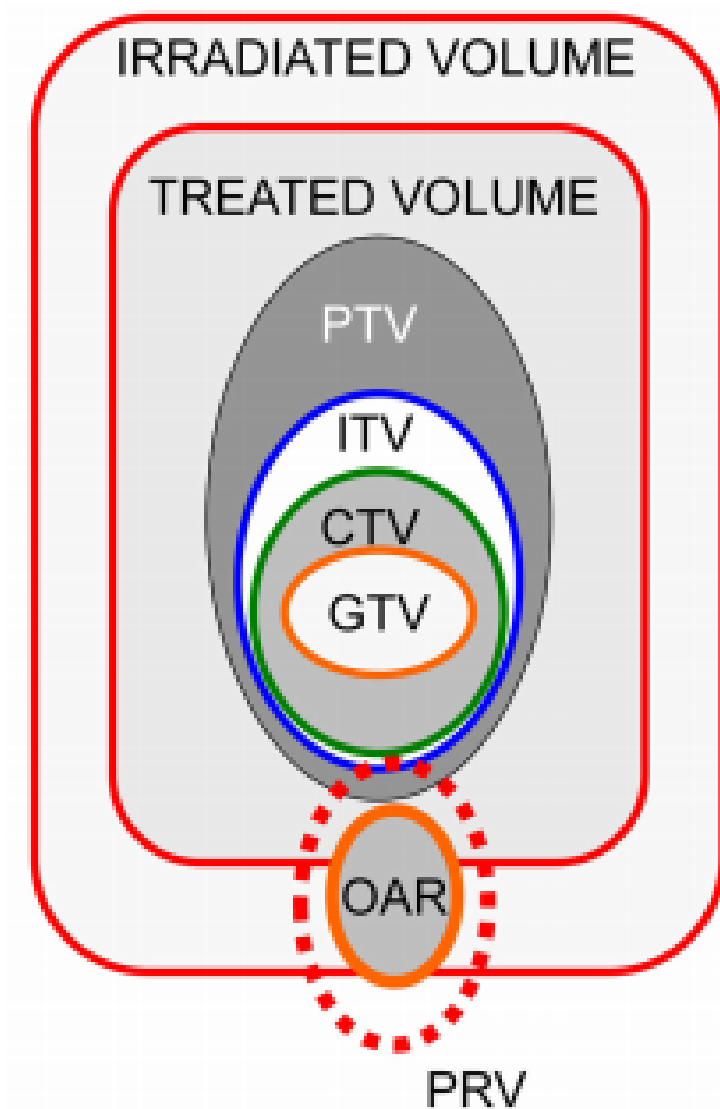
IM: *internal movement margin*

SM: *setup margin*

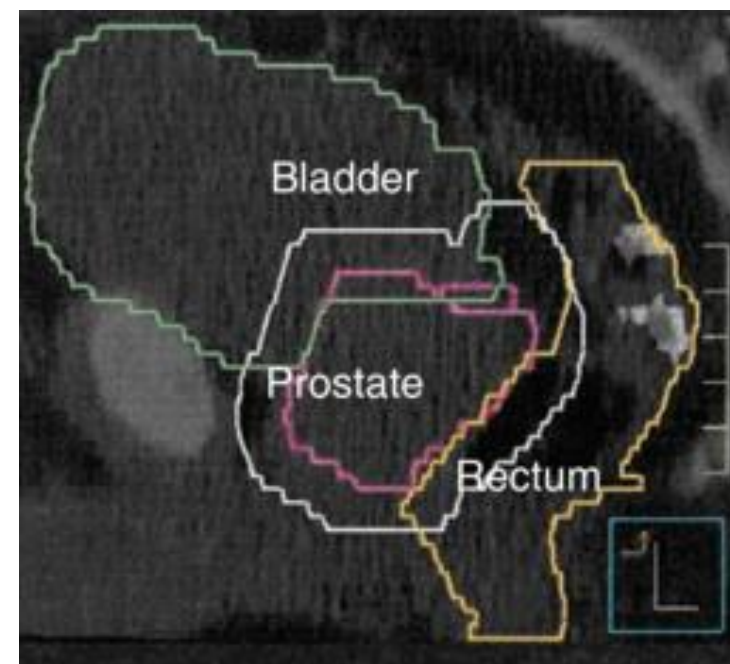
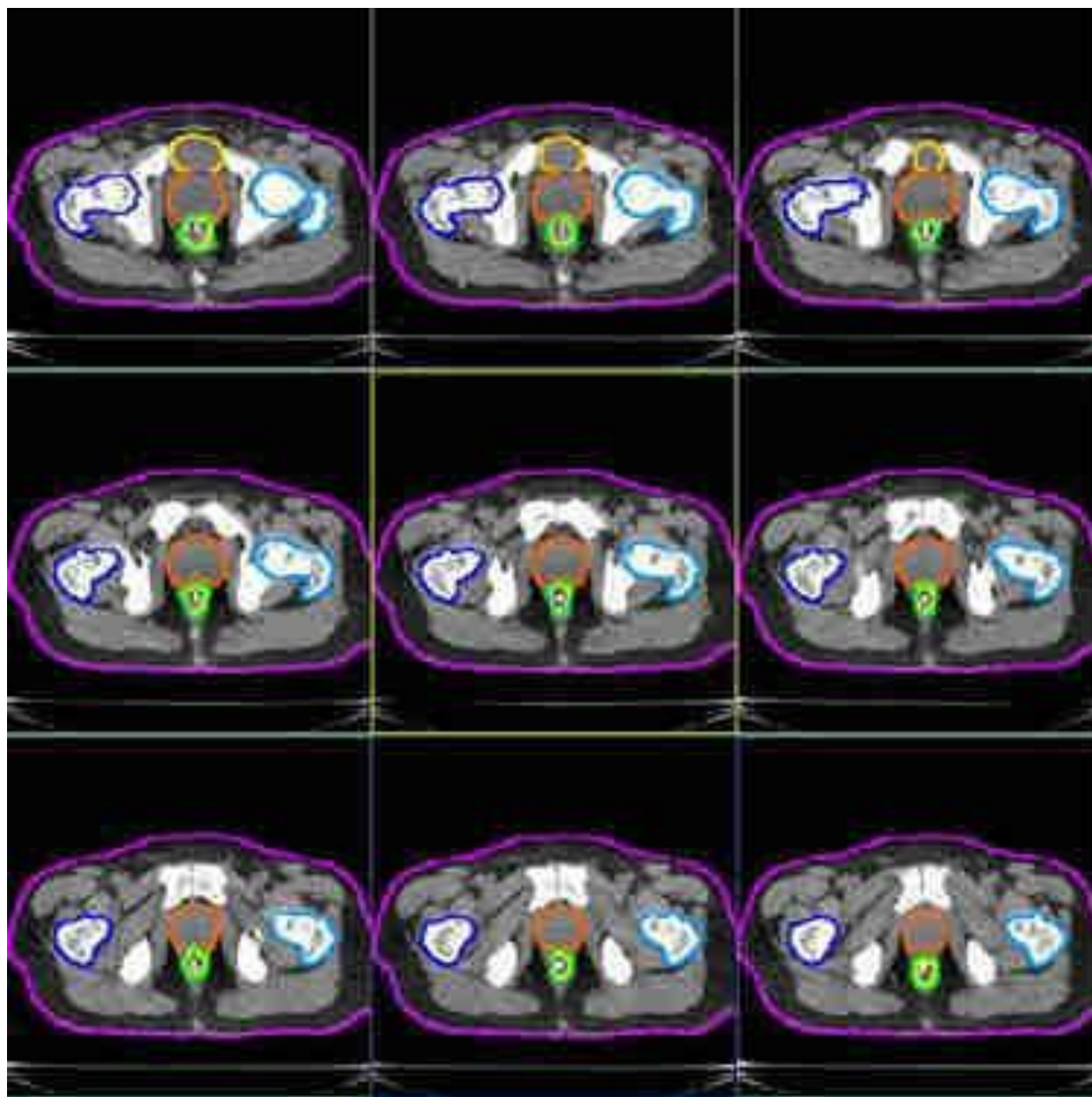


- GTV
- $CTV = GTV + SI$
- $ITV = CTV + IM$
- $PTV = ITV + SM$

- OAR – *organ at risk*
- PRV – *planning risk volume*
- $PRV = OAR + \text{margem}$

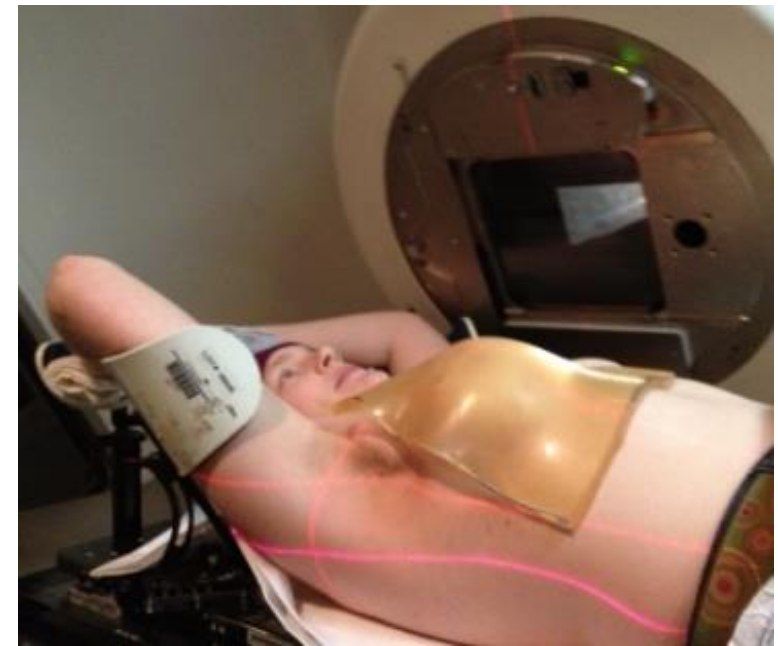
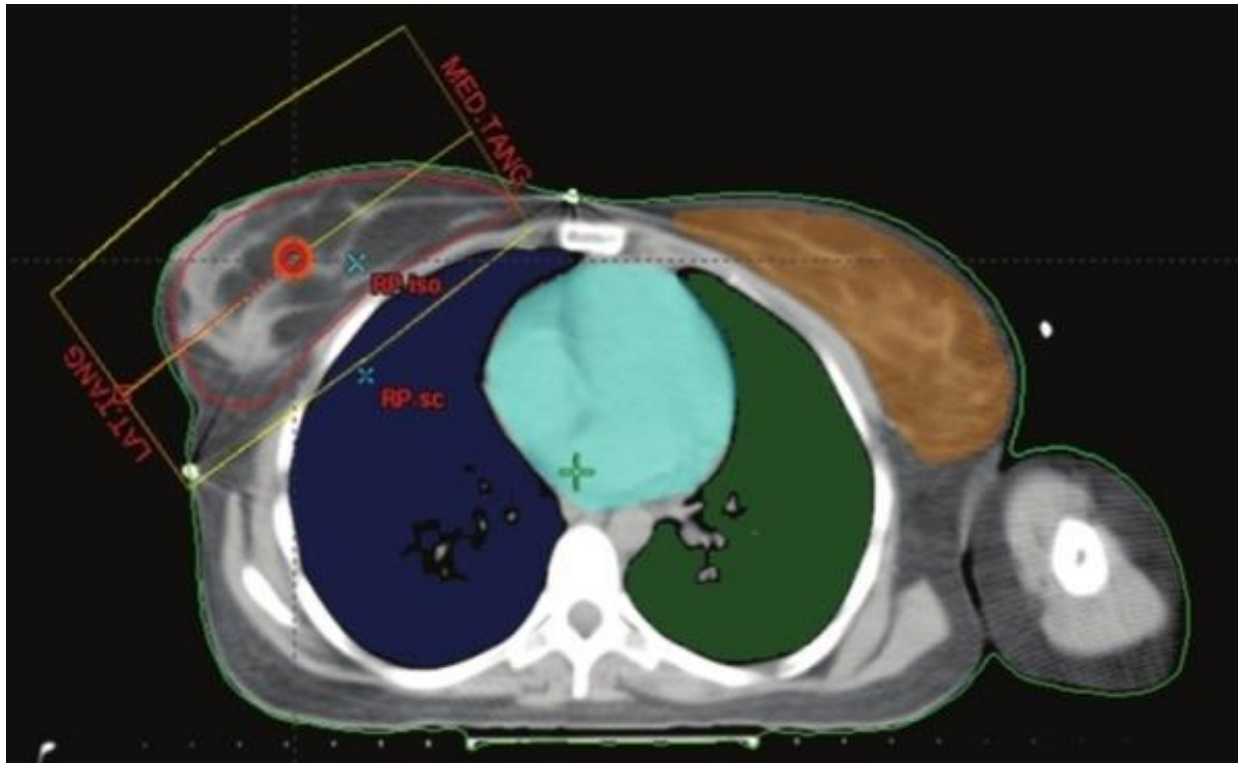


PLANEJAMENTO: DELIMITAÇÃO DE VOLUMES



PLANEJAMENTO

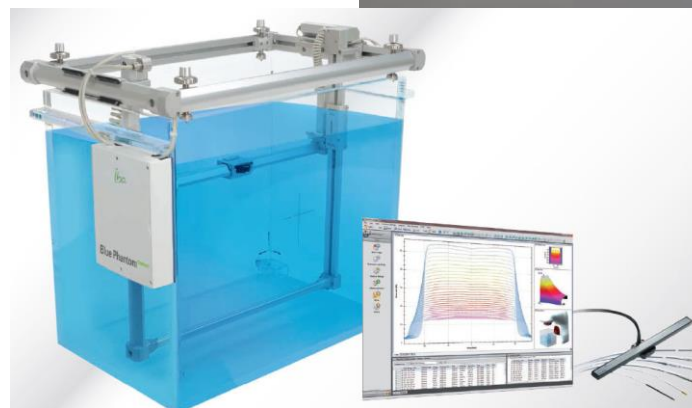
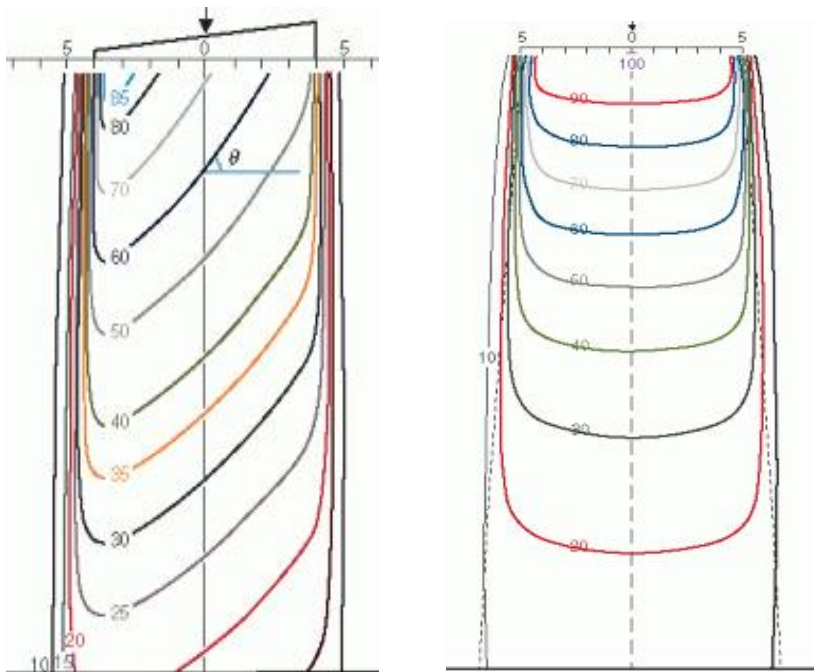
- Definição de número e entradas de campos (com acessórios – filtro, bólus)
- Definição de tamanhos de campo a partir dos volumes delimitados na imagem de planejamento



DADOS DOSIMÉTRICOS DO TPS

O TPS é “alimentado” com dados dosimétricos obtidos experimentalmente durante o comissionamento do Linac

Dados dosimétricos 3D obtidos com câmara de ionização em objeto simulador de água



Os parâmetros dosimétricos obtidos no comissionamento e usados como entrada no TPS são usados para o cálculo físico. Para técnica SSD, por exemplo, tem-se:

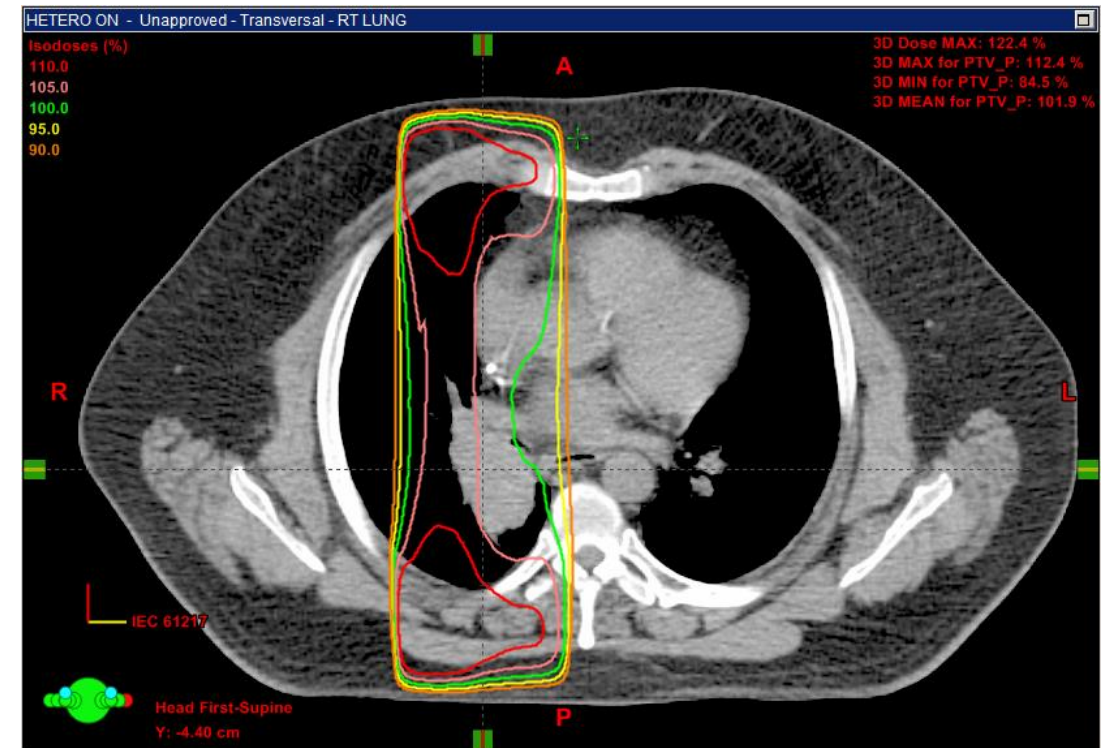
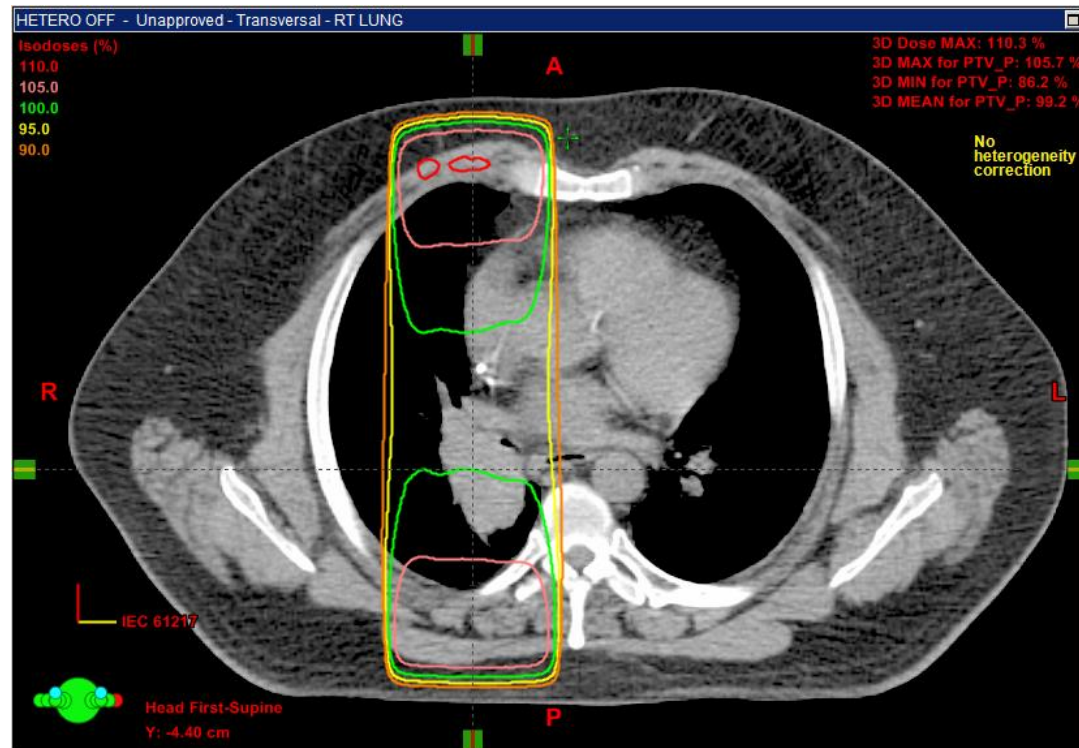
$$\text{MU} = \frac{D \cdot 100\%}{D'_0 \cdot S_c(r_c) \cdot S_p(r_{d_0}) \cdot \text{PDD}_N(d, r, \text{SSD}) \cdot \text{WF}(d, r_d, x) \cdot \text{TF} \cdot \text{OAR}(d, x) \cdot \left(\frac{\text{SSD}_0 + d_0}{\text{SSD} + d_0} \right)^2}$$

EXATIDÃO E PRECISÃO EM RADIOTERAPIA

- Nível 1
 - Dose em um ponto de referência
 - Doses máxima e mínima no PTV
- Nível 2
 - Definição confiável dos volumes do tratamento através de imagens
 - Conhecimento das distribuições de doses em planos e volumes, com correção para não-homogeneidade
- Nível 3
 - Para técnicas especiais, como IMRT: ICRU 83

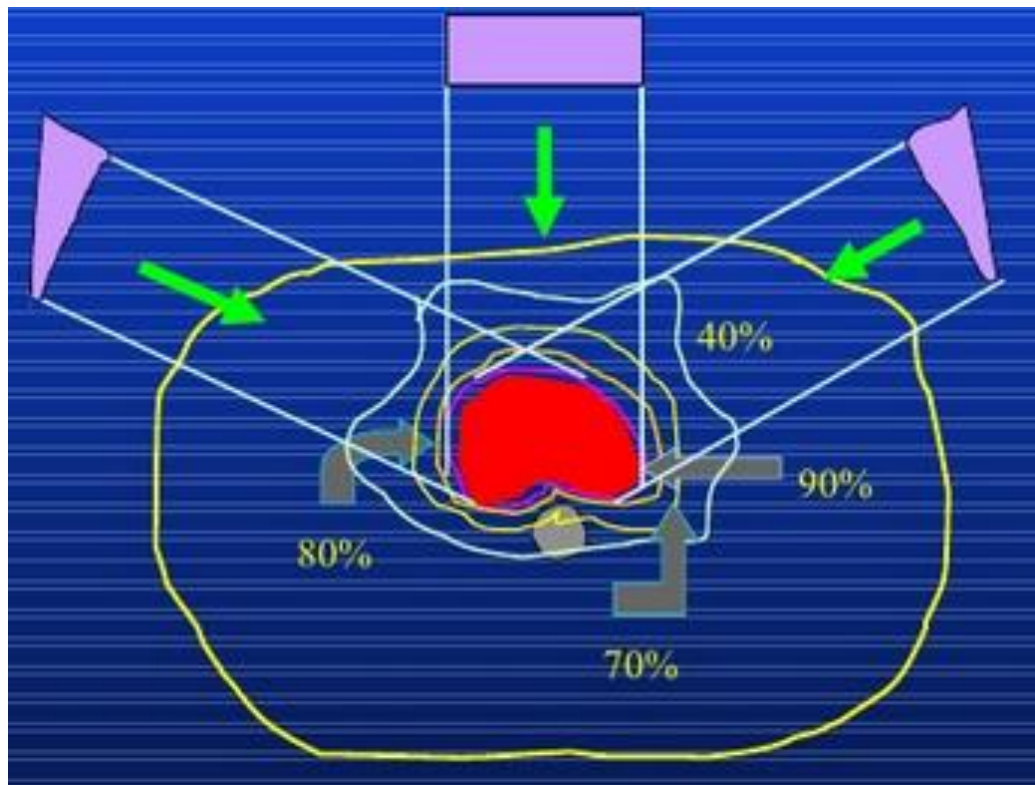
HETEROGENEIDADES DE TECIDOS

Distribuição de dose sem correção para heterogeneidade (A) e com correção de heterogeneidade (B)

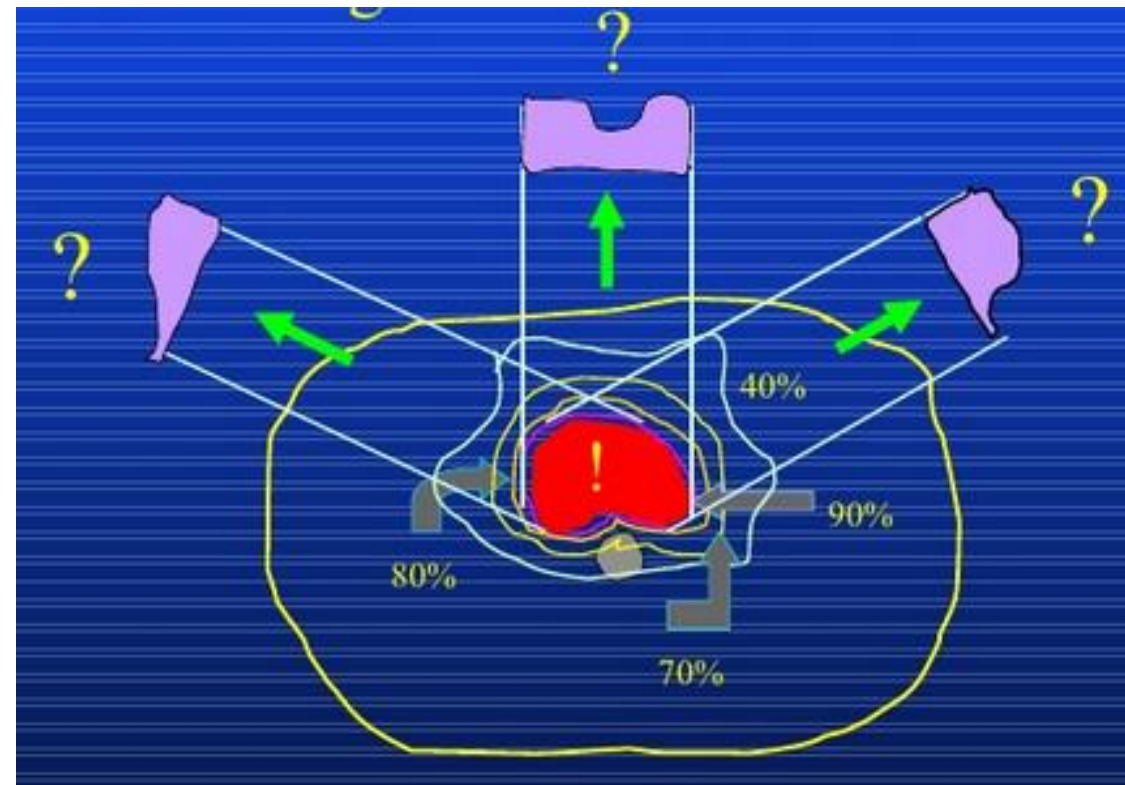


PLANEJAMENTO DIRETO E INVERSO

Direto: feixes determinam distribuição de dose



Inverso: distribuição de doses determinam o feixe

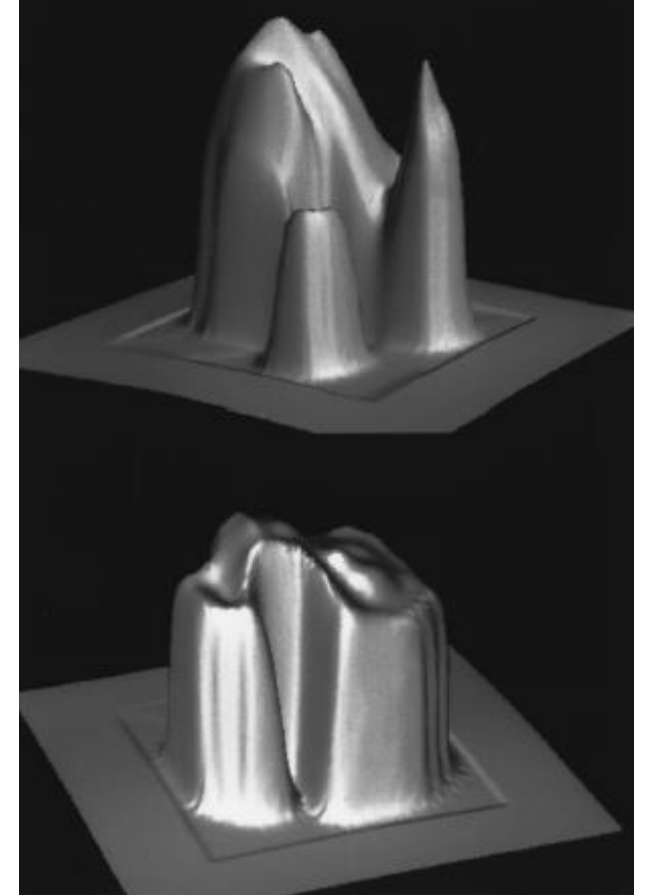


PLANEJAMENTO INVERSO

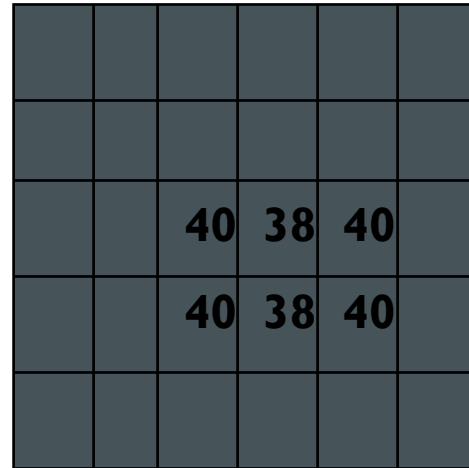
Resolução espacial dos *beamlets* está relacionada ao MLC e seu modo de movimentação (dinâmico ou step & shoot)

Algoritmo baseado em processos iterativos com restrições de dose e volume

Problema: e se um dado *beamlet* tiver intensidade negativa?



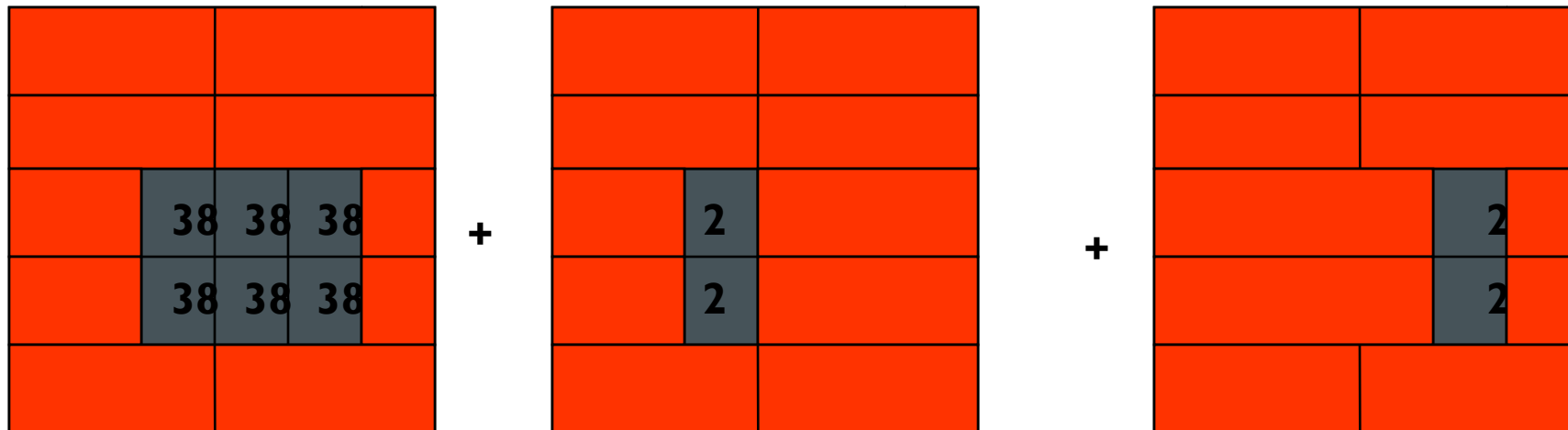
OTIMIZAÇÃO



Mapa de intensidades otimizado

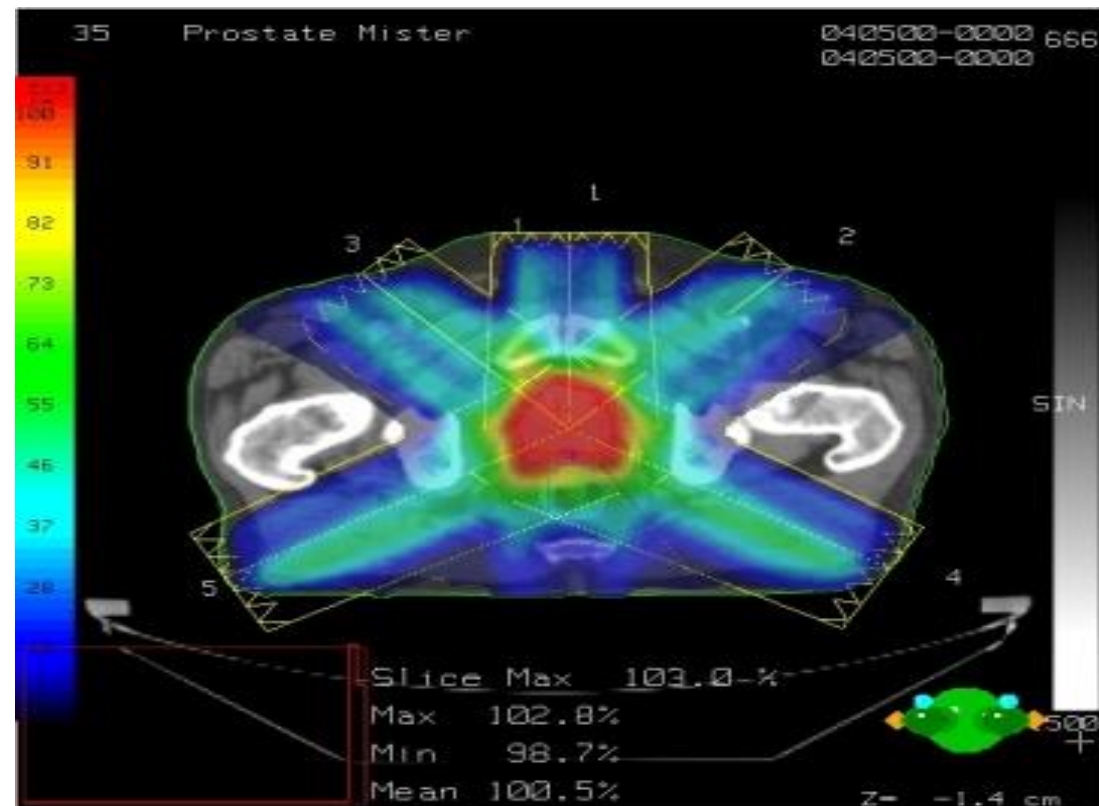
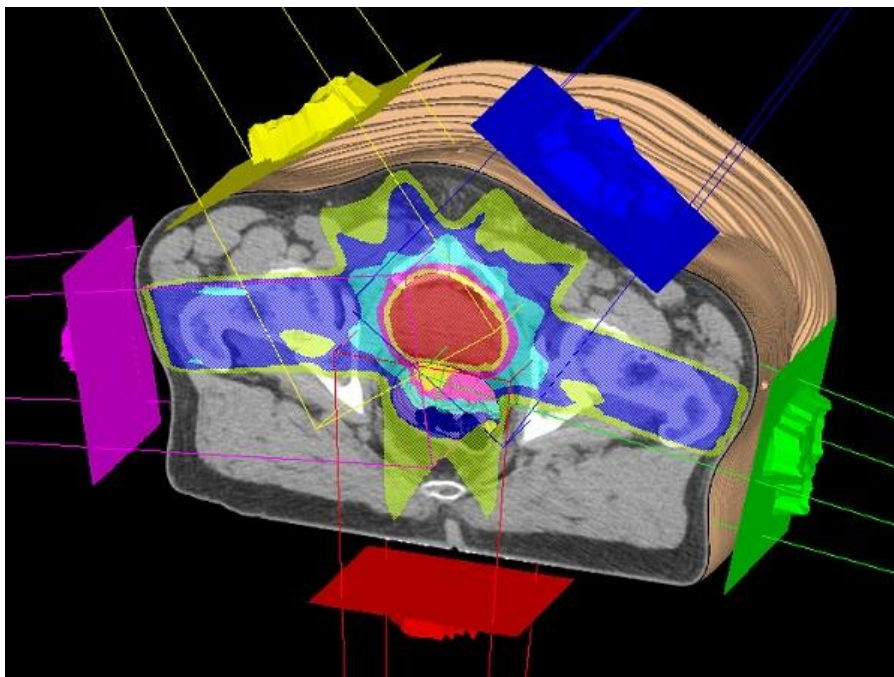


Para 3 segmentos do MLC



PLANEJAMENTO

- Cálculo das distribuições de doses: direto ou inverso
- Volumes após o cálculo
 - Volume tratado
 - Volume irradiado



- Prescrição da dose
 - restrições de dose-volume