



TIPOS DE IGRT

Soluções Elekta

Daniela Piai Groppo
Física Médica

Rio de Janeiro, 29 de junho 2018.

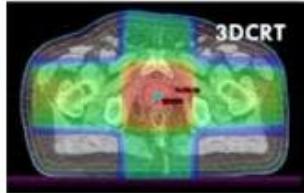
Sala de Tratamento : Elekta Versa HD™



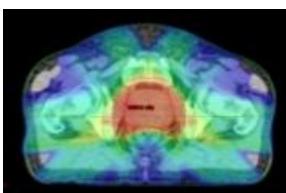
Plataforma Elekta Versa HD (Américas)

Técnicas de
irradiação

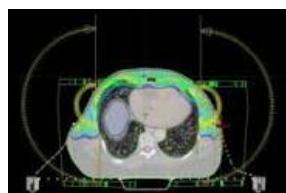
3D CRT



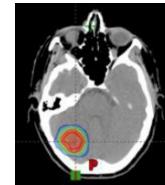
IMRT



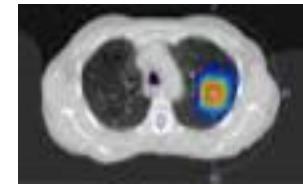
VMAT



SRS

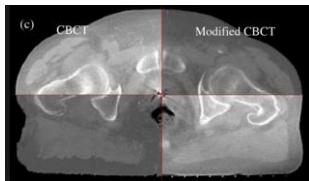


SBRT



Modalidades de
Imagens

CBCT



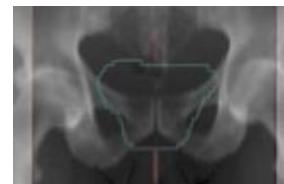
**Planar
View**



**Motion
View**



**Eletronic
Portal**



INCERTEZAS RELACIONADAS AO PACIENTE

Setup

Posicionamento
do paciente

Movimento

Interno
Alvo e/ou OAR

Deformação

Forma e Tamanho
Alvo e/ou OAR
(replan)

Como avaliar essas possíveis fontes de incertezas?

→ **Utilizando Imagens**



Objetivo: Utilizar imagens para administrar com maior acurácia uma dose de radiação

Soluções Elekta

Quais as soluções **Elekta** para aquisição de imagens, como ferramenta para **IGRT** ?

Elekta XVI

Elekta iViewGT™

Elekta Clarity®

Ferramentas para aquisição de imagens que permite verificar o **correto posicionamento do paciente e/ou posicionamento/monitoramento de um volume alvo.**

Tipos de imagem

Elekta XVI

Imagens kV

- 2D
- 3D
- 4D

Elekta iViewGT™

Imagens MV

- 2D

Elekta Clarity®

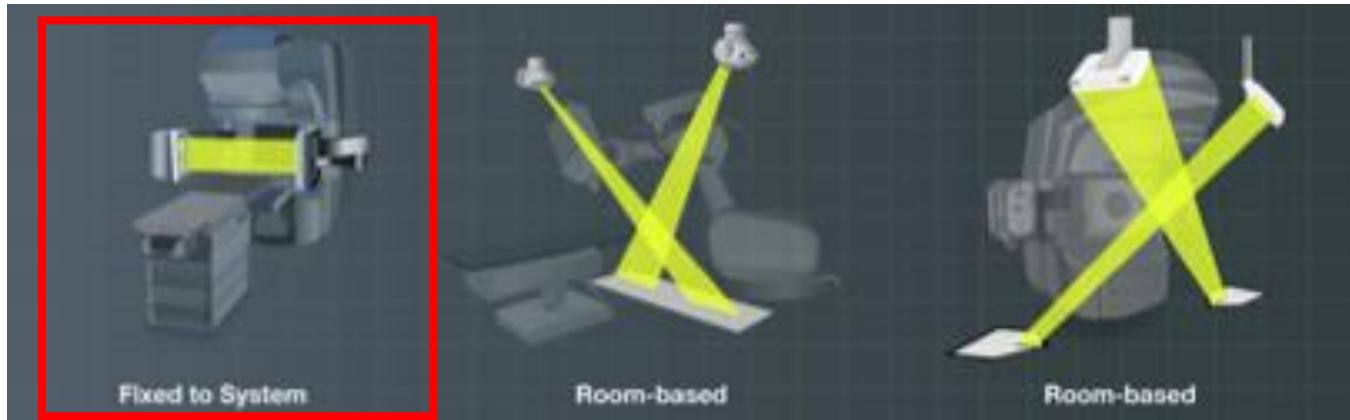
Imagens

- Ultrassom

Classificação

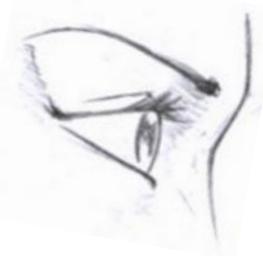
Elekta XVI e Elekta iViewGT™: soluções do tipo *Fixed To System*

Esses sistemas são conectados ao Acelerador Linear



Conhecendo as Soluções

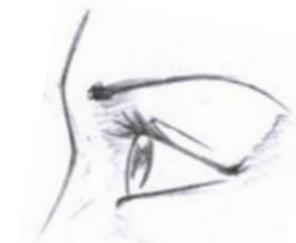
Podem ser divididas:



Componentes

Imagens
Aquisição

Software
Recursos



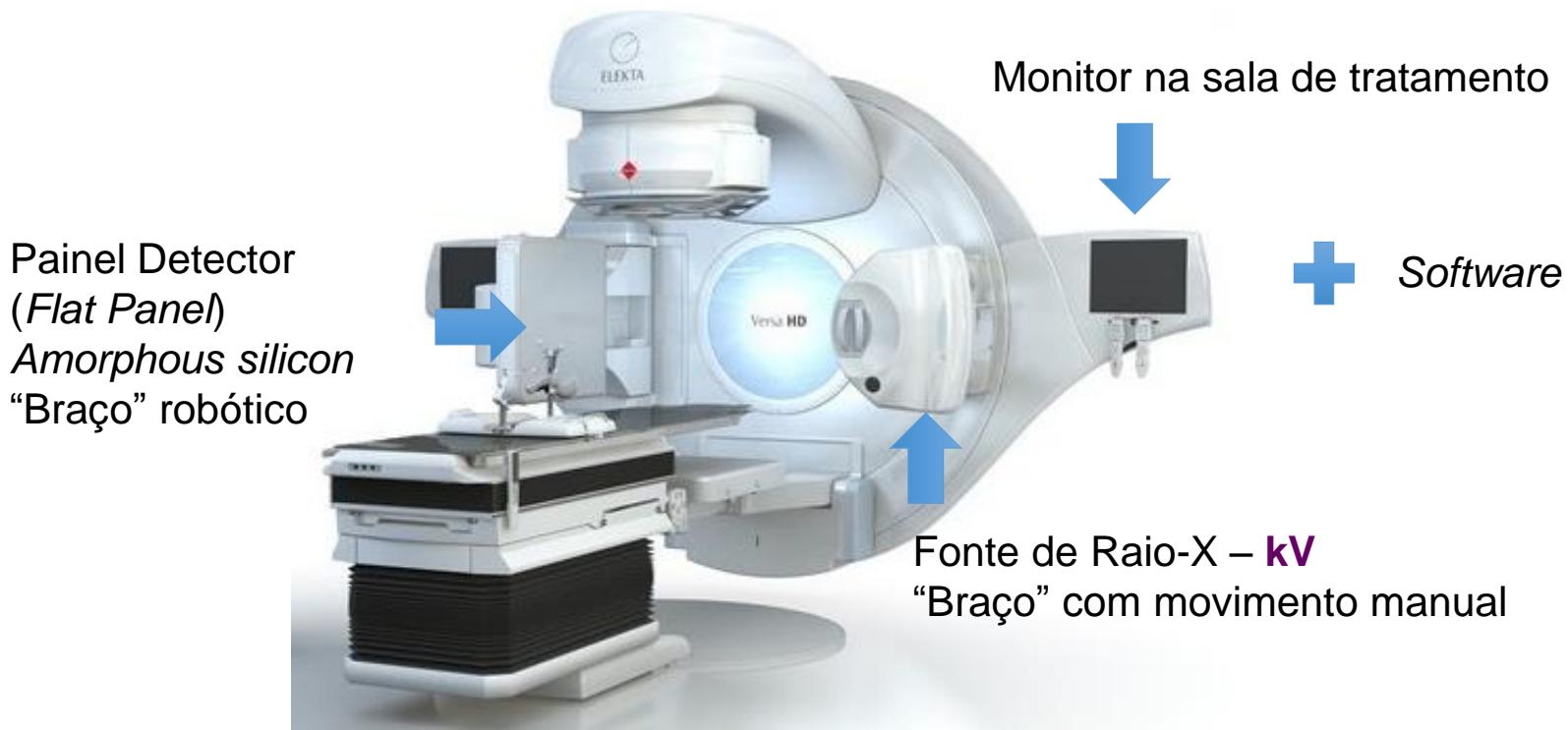
Sistema - Elekta XVI

XVI = X-ray Volume Imaging

Sistema de Baixa Energia - KV que permite adquirir imagens 2D, 3D (*Cone Beam CT*) e 4D (*Cone Beam CT 4D*) para verificação de **Posicionamento do paciente**, bem como **posicionamento/movimento** do **Volume Alvo** e OAR

Esse Sistema de Verificação do Posicionamento do Paciente pode ser considerado um Sistema de IGRT intrafração quando se utiliza com mesa a zero grau.

Sistema Elekta XVI - Componentes (Sala de Tratamento)

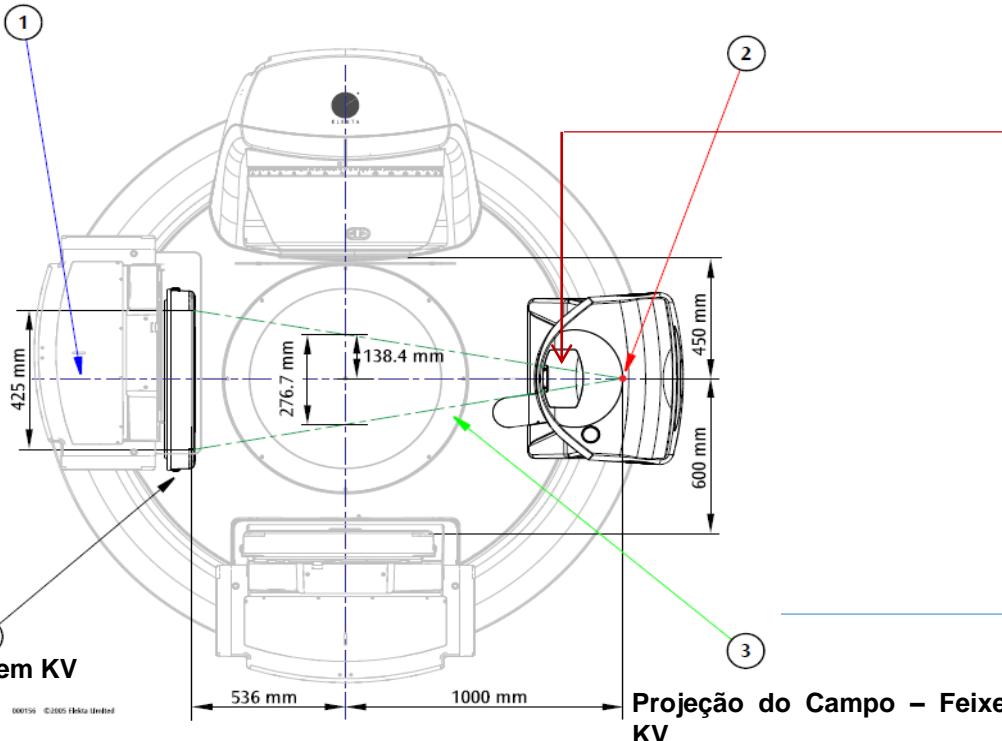


Sistema - Elekta XVI – Hardware

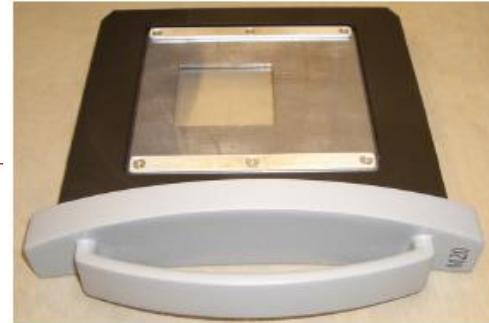
Posição Small

Eixo Central do Feixe KV

1



Ponto Focal – Feixe KV



Axial Field Length (along digital accelerator G-T axis)	
Label	Nominal irradiated length at isocenter
2	35.16 mm (for medium FOV) 36.46 mm (for large FOV)
10	135.42 mm (for small FOV) 135.42 mm (for medium FOV) 143.23 mm (for large FOV)
20	276.7 mm
15	178.5 mm (for medium FOV)
15 x 15	150.0 mm



Americas
Centro de
ONCOLOGIA
Integrado

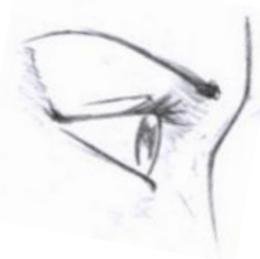
Elekta XVI – Filtros



Elekta XVI – Colimadores



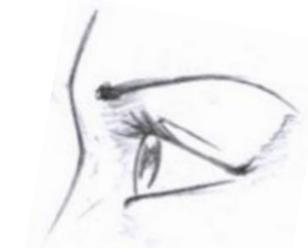
Sistema - Elekta XVI – Aquisição de Imagens



Componentes

Imagens
Aquisição

Software
Recursos





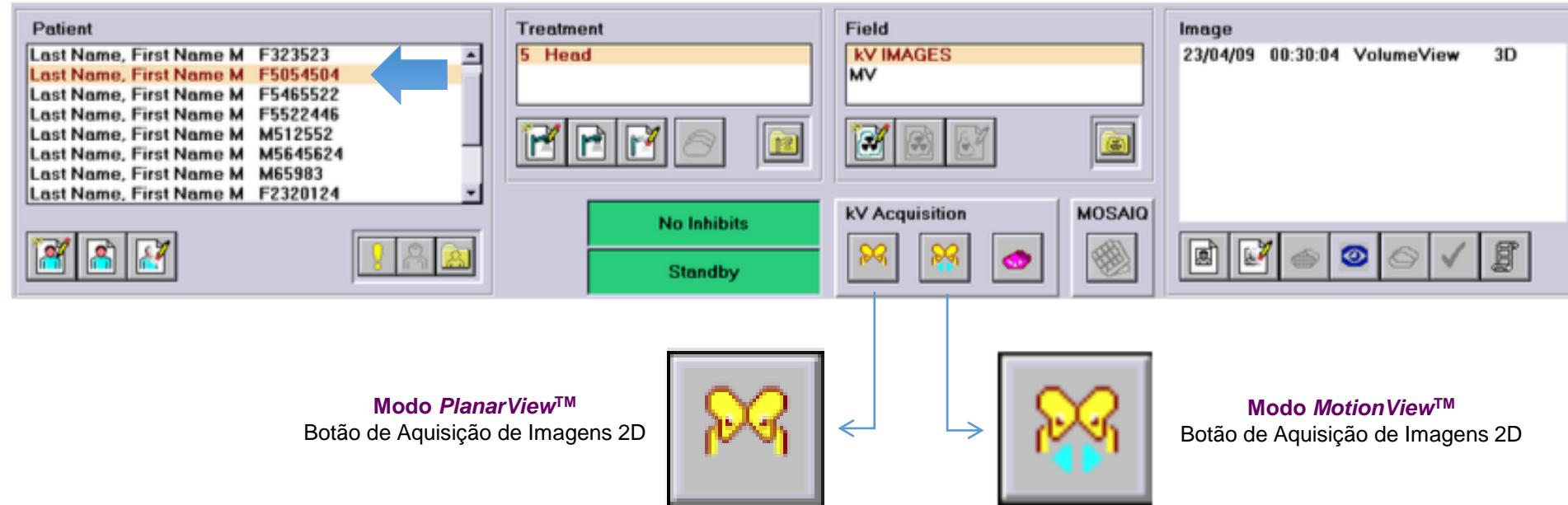
Muito Importante

**Antes da aquisição de uma imagem (2D, 3D ou 4D)
Deve-se ter feito o *warm-up* do tubo**

Aquisição de Imagens 2D

Qual ferramenta devemos utilizar para a aquisição de imagens 2D?

Deve-se utilizar *PlanarView™* ou *MotionView™*. Primeiro selecionar o paciente e a imagem DRR de referência, assim, os botões de aquisição de imagem 2D serão habilitados



Modo PlanarView™
Botão de Aquisição de Imagens 2D



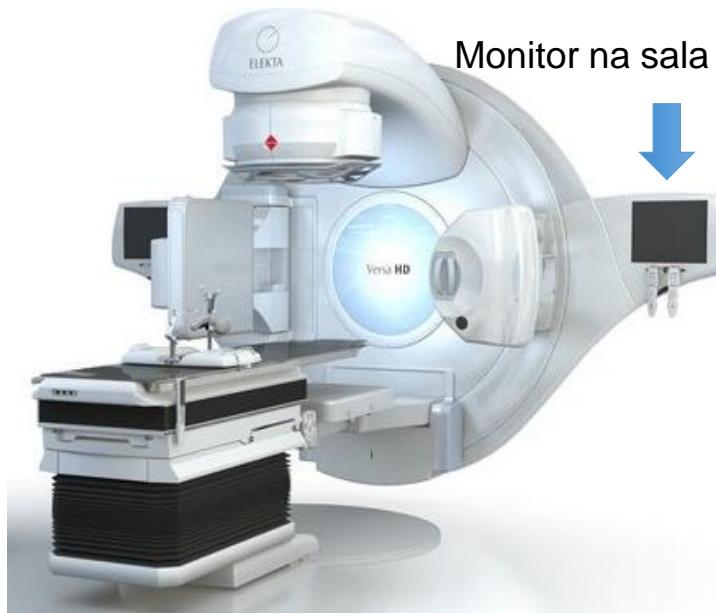
Modo MotionView™
Botão de Aquisição de Imagens 2D



Aquisição de Imagens 2D

Onde verificar os parâmetros de aquisição de imagens 2D, dentro da sala de tratamento?

No monitor dentro da sala de tratamento



Monitor na sala de tratamento

	Set	Actual
Gantry Angle.....		0.0 deg
Start Angle.....		deg
Stop Angle.....		deg
Direction.....		
Frames.....	5	
kV Panel Position.....	Small	
kV Collimator.....	S20	
kV Filter.....	F0	

Aquisição de Imagens 2D – Características

Patient

Last Name, First Name M	F323523
Last Name, First Name M	F5054504
Last Name, First Name M	F5465522
Last Name, First Name M	F5522446
Last Name, First Name M	M512552
Last Name, First Name M	M5645624
Last Name, First Name M	M65983
Last Name, First Name M	F2320124

Treatment

5 Head

Field

KV IMAGES
MV

Image

23/04/09 00:30:04 VolumeView 3D

No Inhibits

Standby

kV Acquisition

MOSAIQ

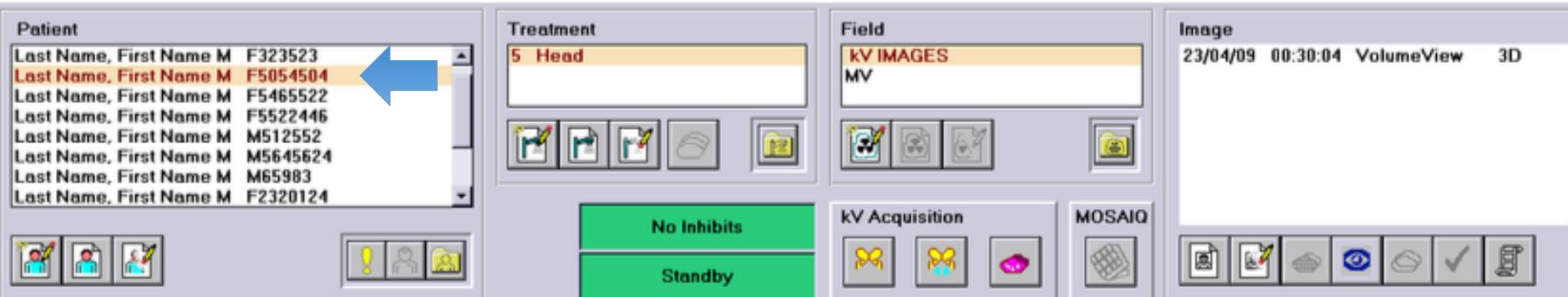
Modo PlanarView™
Botão de Aquisição de Imagens 2D

Adquire somente uma imagem estática

Aquisição de imagens ortogonais para verificar posicionamento inicial do paciente



Aquisição de Imagens 2D – Características



Modo MotionView™
Botão de Aquisição de Imagens 2D



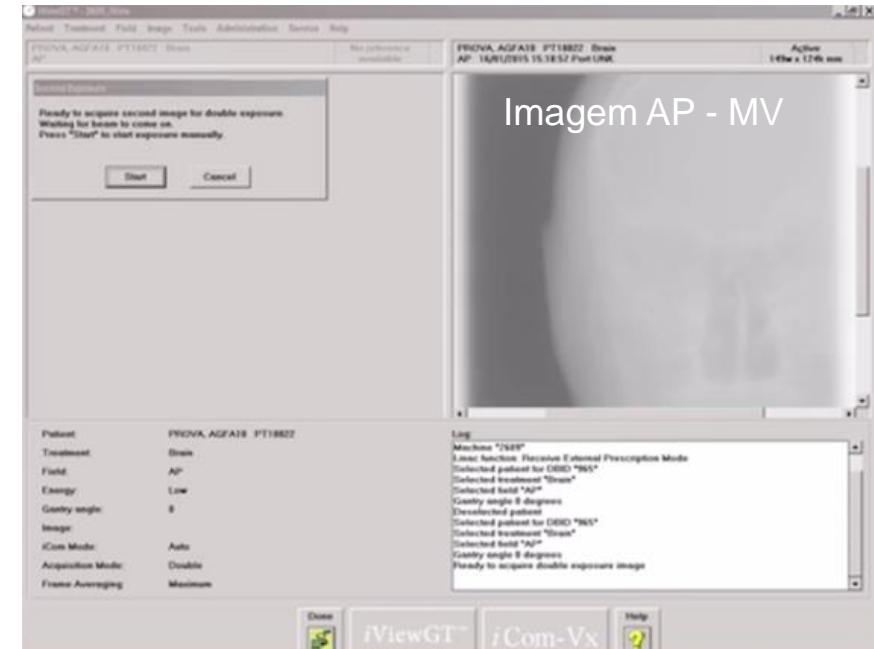
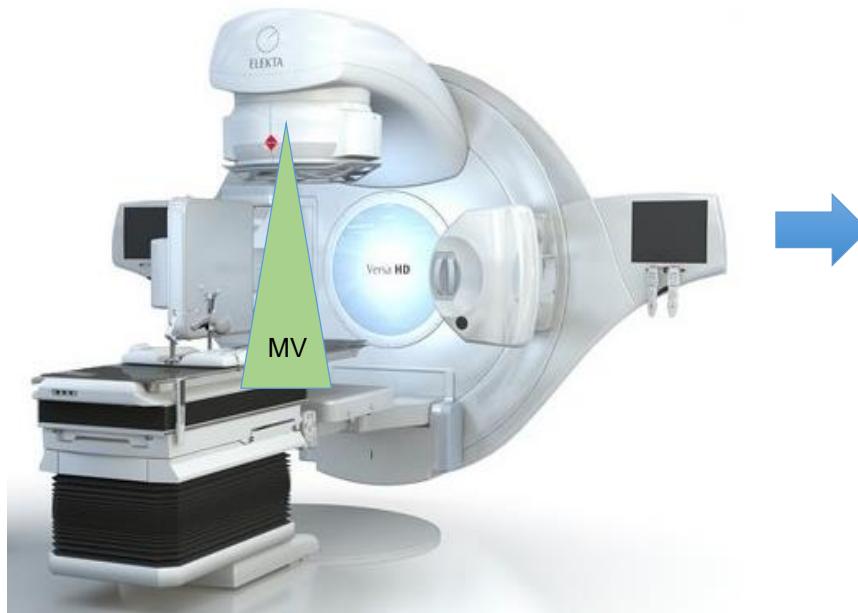
Adquire uma série de imagens com o braço estático ou em rotação

Permite avaliar se o movimento do Alvo e/ou OAR dentro do paciente encontra-se na posição para tratamento

Aquisição de Imagens 2D

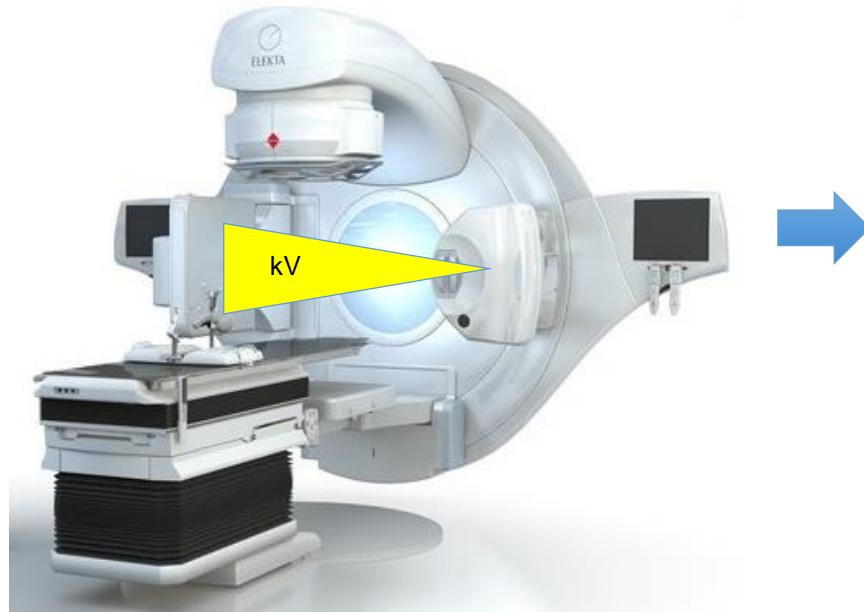
EXEMPLO:

AP – Imagem com o sistema *iViewGT™* (Imagen MV) e a Imagen **LAT** com o sistema **XVI** (Imagen kV)



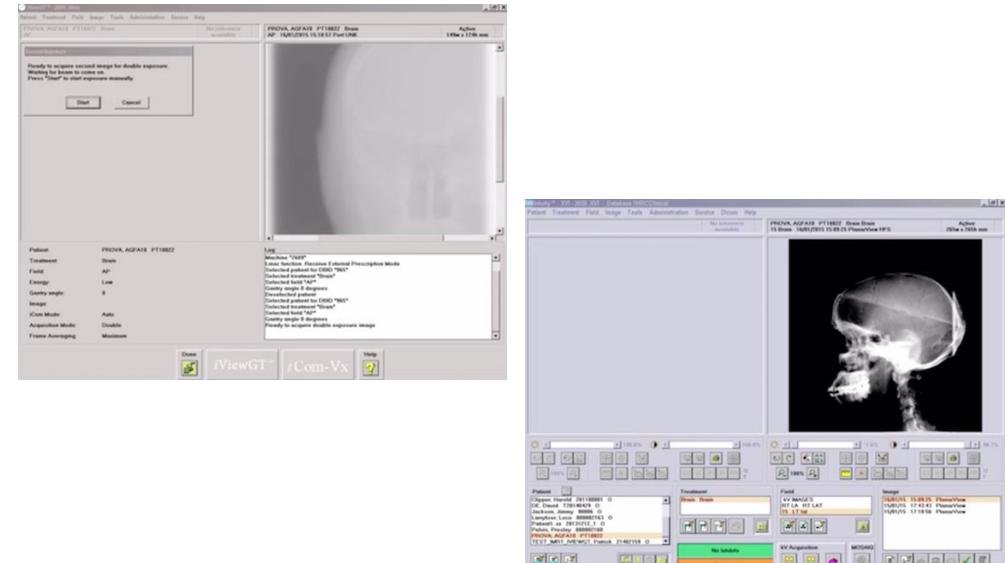
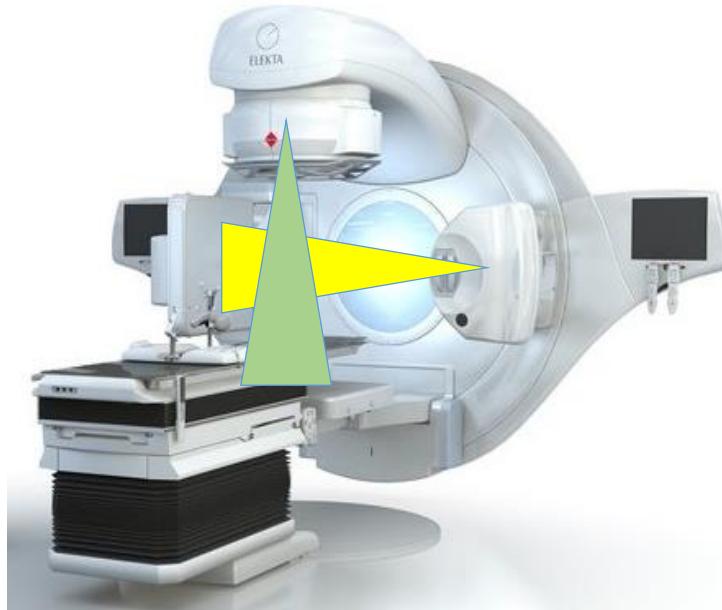
Aquisição de Imagens 2D

AP – Imagem com o sistema iView (Imagen MV) e a Imagem **LAT** com o sistema XVI (Imagen kV)



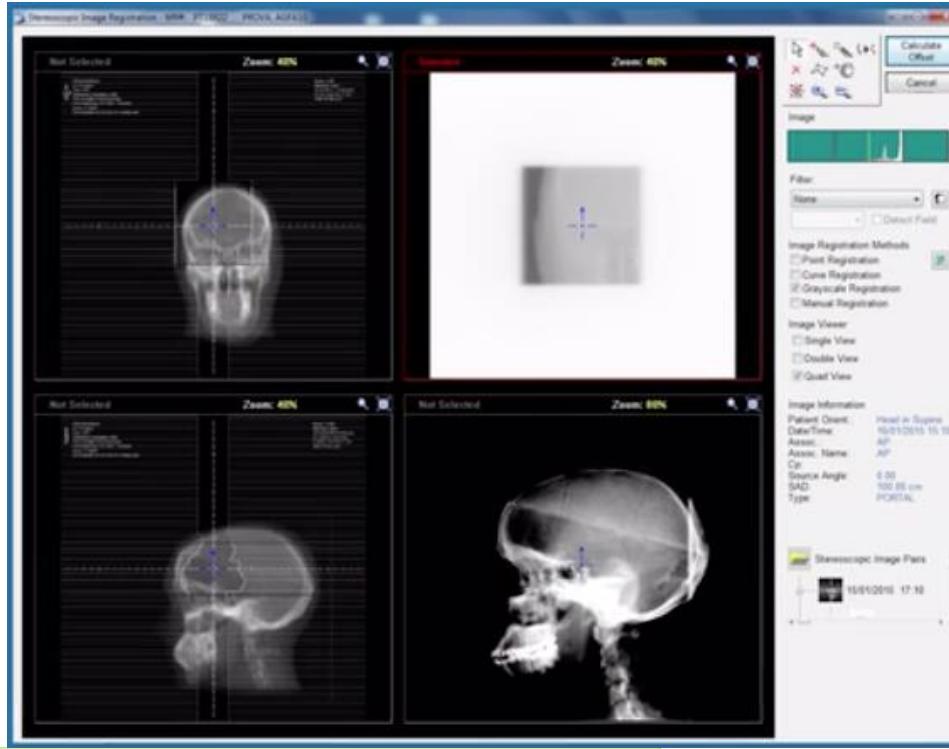
Aquisição de Imagens 2D

Se as imagens de Referência MV e KV estão definidas no D and I, a transferência das imagens para o **modo de revisão (Mosaiq)** é automática.



Aquisição de Imagens 2D

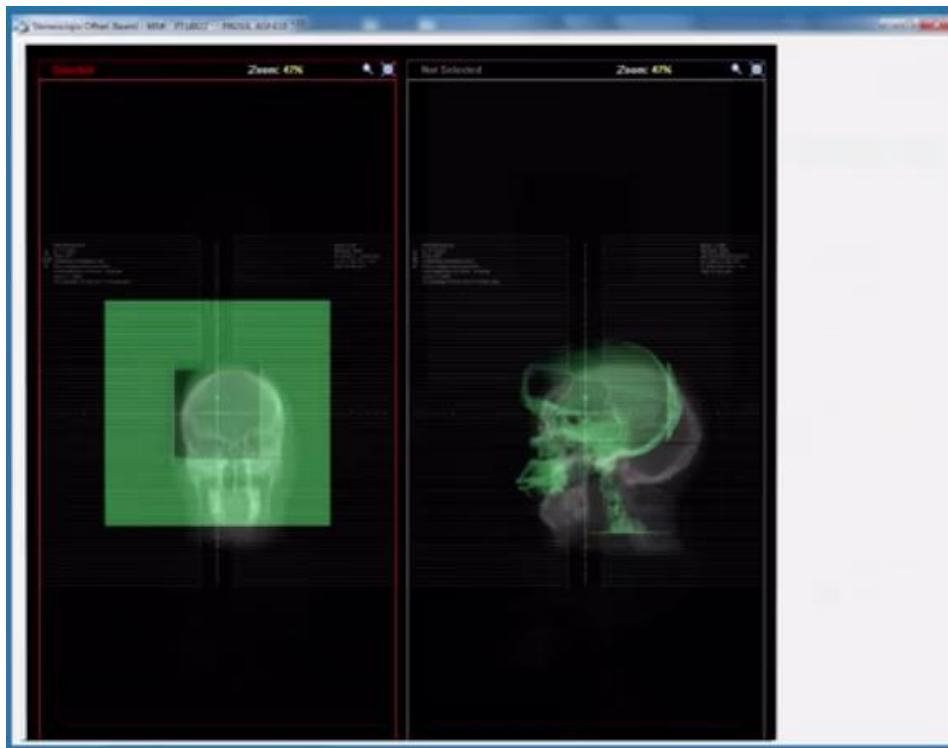
→ No ambiente Image Review, faz-se o co-registro das imagens MV e kV.



Aquisição de Imagens 2D



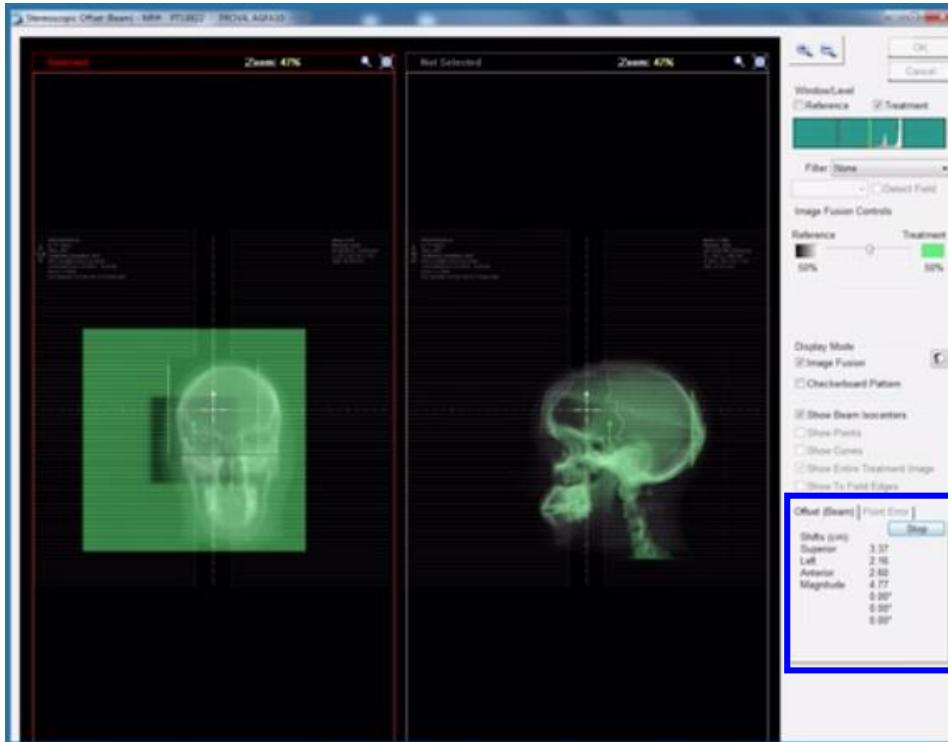
Avaliação dos “deslocamentos” **Translacionais**



Aquisição de Imagens 2D



Avaliação dos “deslocamentos” Translacionais

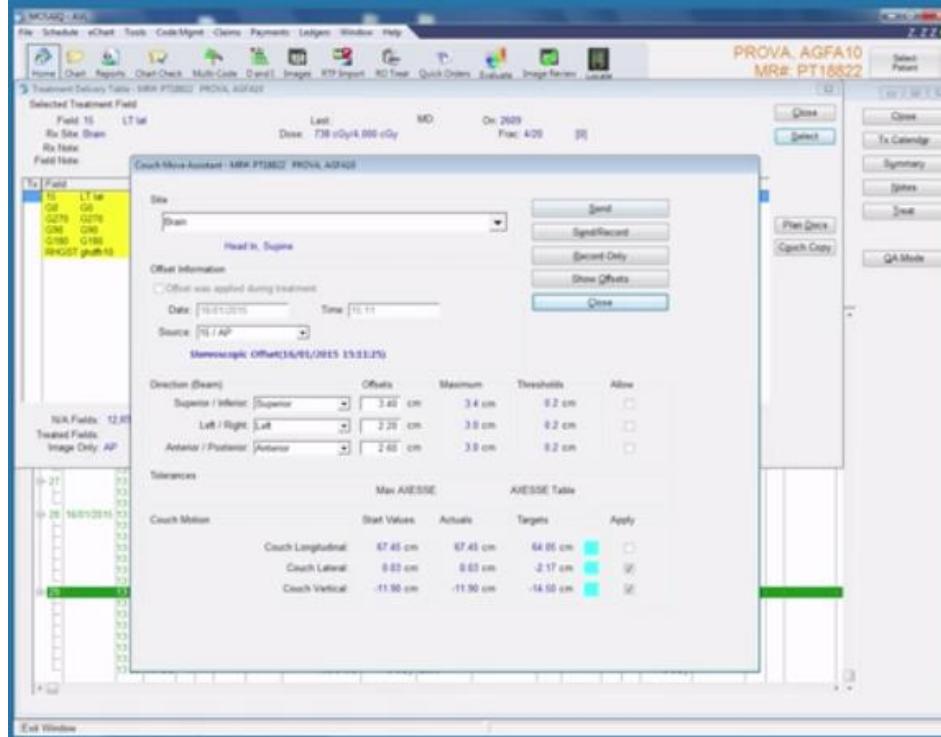


Deslocamentos
Translacionais



Aquisição de Imagens 2D

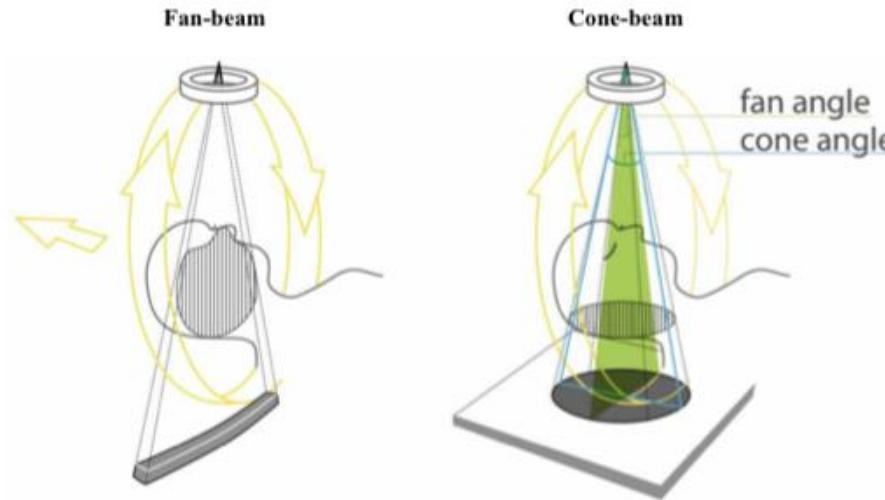
Os deslocamentos translacionais são transferidos remotamente para a mesa de tratamento



Elekta XVI (CBCT)

- Feixe cônico (mais amplo na direção longitudinal do paciente).
- Varredura completa do volume em uma única rotação.

Desvantagem: elevado **espalhamento**, o que acarreta em uma **qualidade de imagem inferior** se comparada à imagem de uma CT do tipo *Fan-beam*.



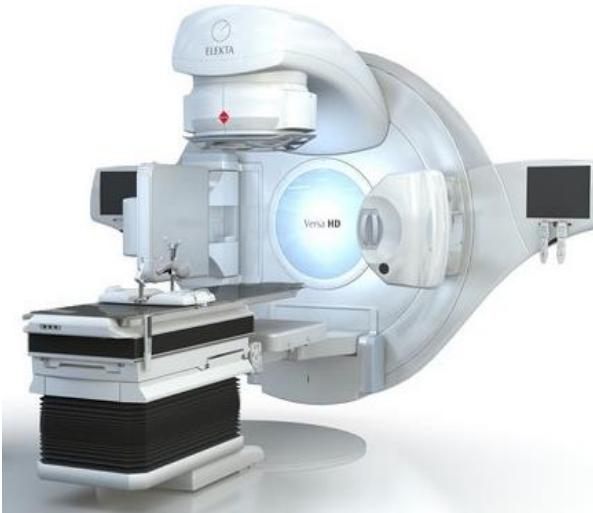


Posição do painel detector serve para adequar a aquisição da imagens 3D com a **localização anatômica**.

Presets definidos no Software

Elekta XVI: Posição do Painel Detector

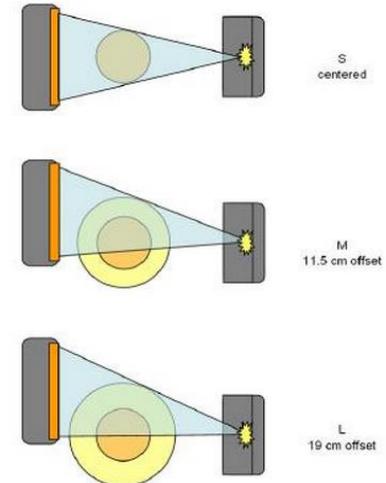
Acelerador Linear



Posição do Painel Detector

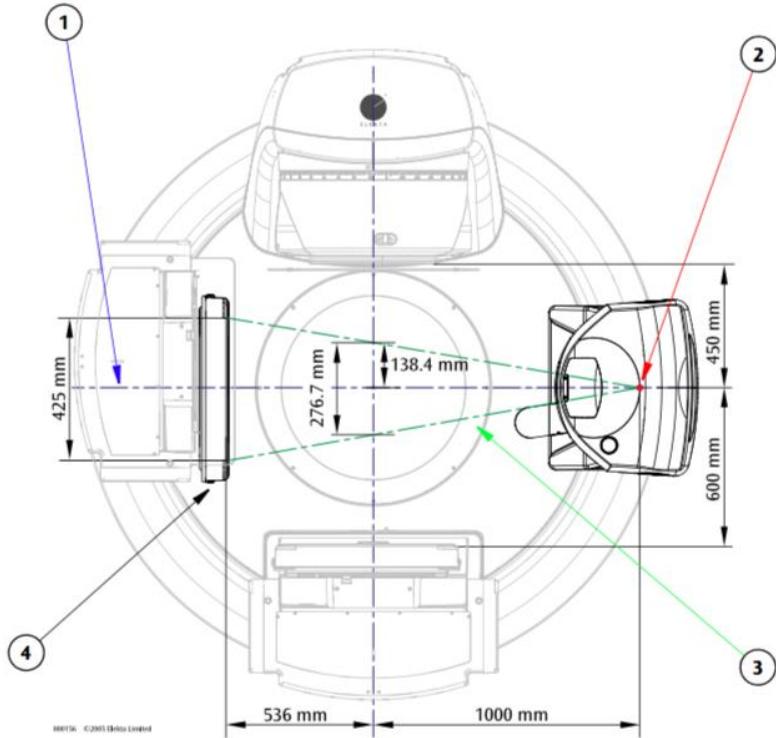


Projeções Field of View



Sistema - Elekta XVI – Hardware

Posição Small

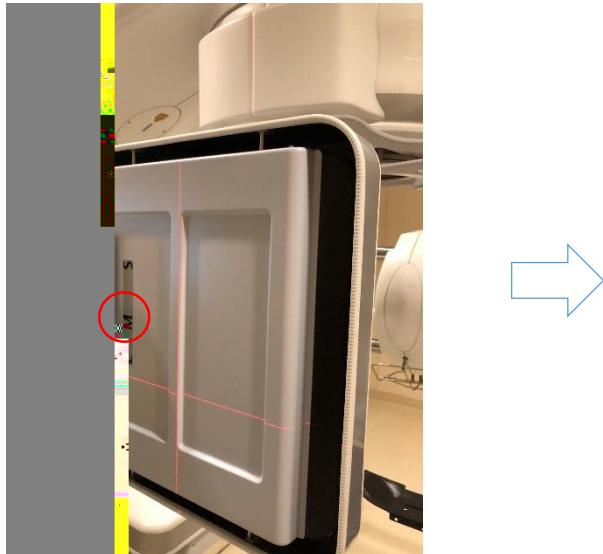


Diâmetro_{FOV} é de 270 mm, pois o centro do painel do detector kV está alinhado com o isocentro kV. Portanto, apenas meia rotação é necessária, ou seja, 180°.

S20 é usado para todas as técnicas de imagem *PlanarView™* e *MotionView™*.

Sistema - Elekta XVI – Hardware

Posição *Medium*

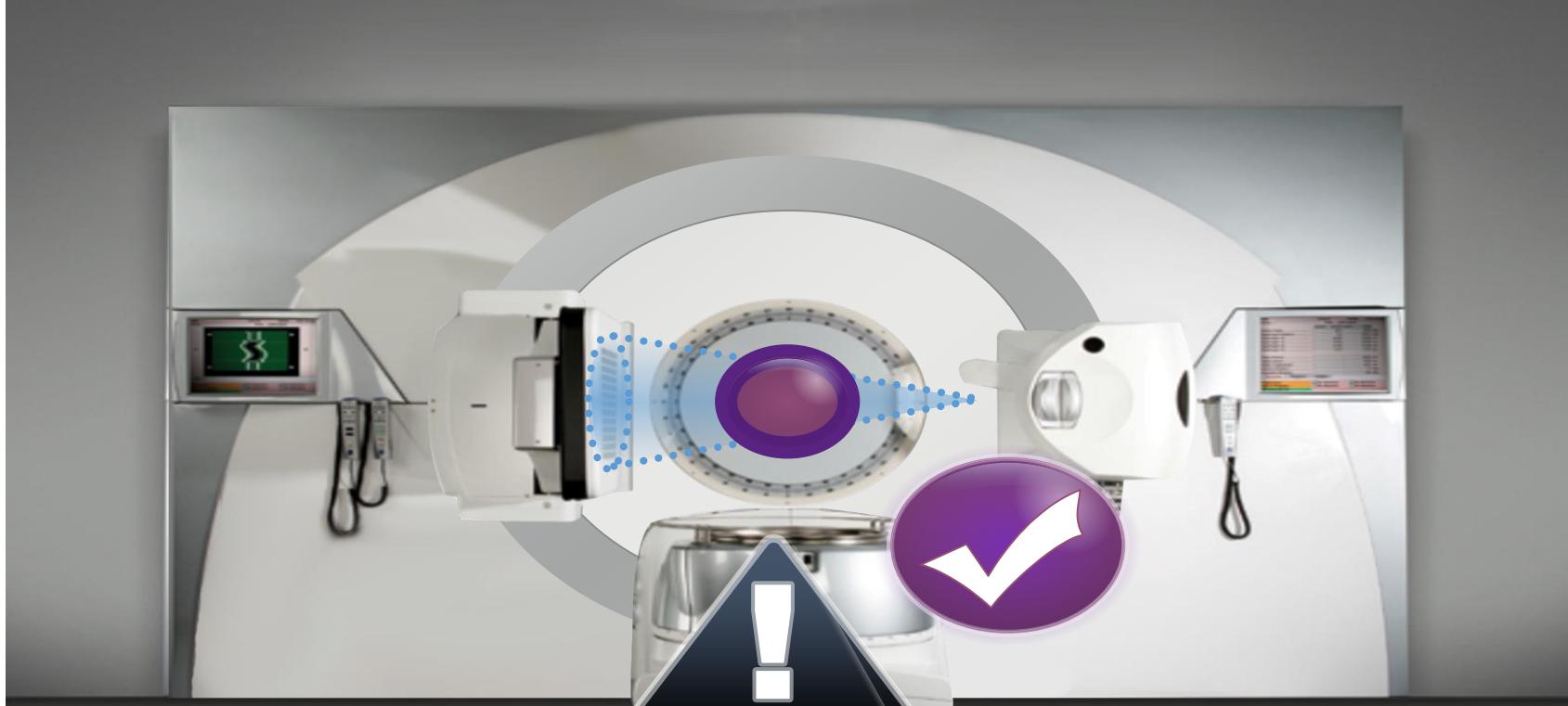


O centro do painel é deslocado a 115 mm do isocentro e a qualidade da **imagem** é melhor no **centro** do que na parte externa do objeto. Uma rotação completa de 360 ° é necessária para adquirir imagens.

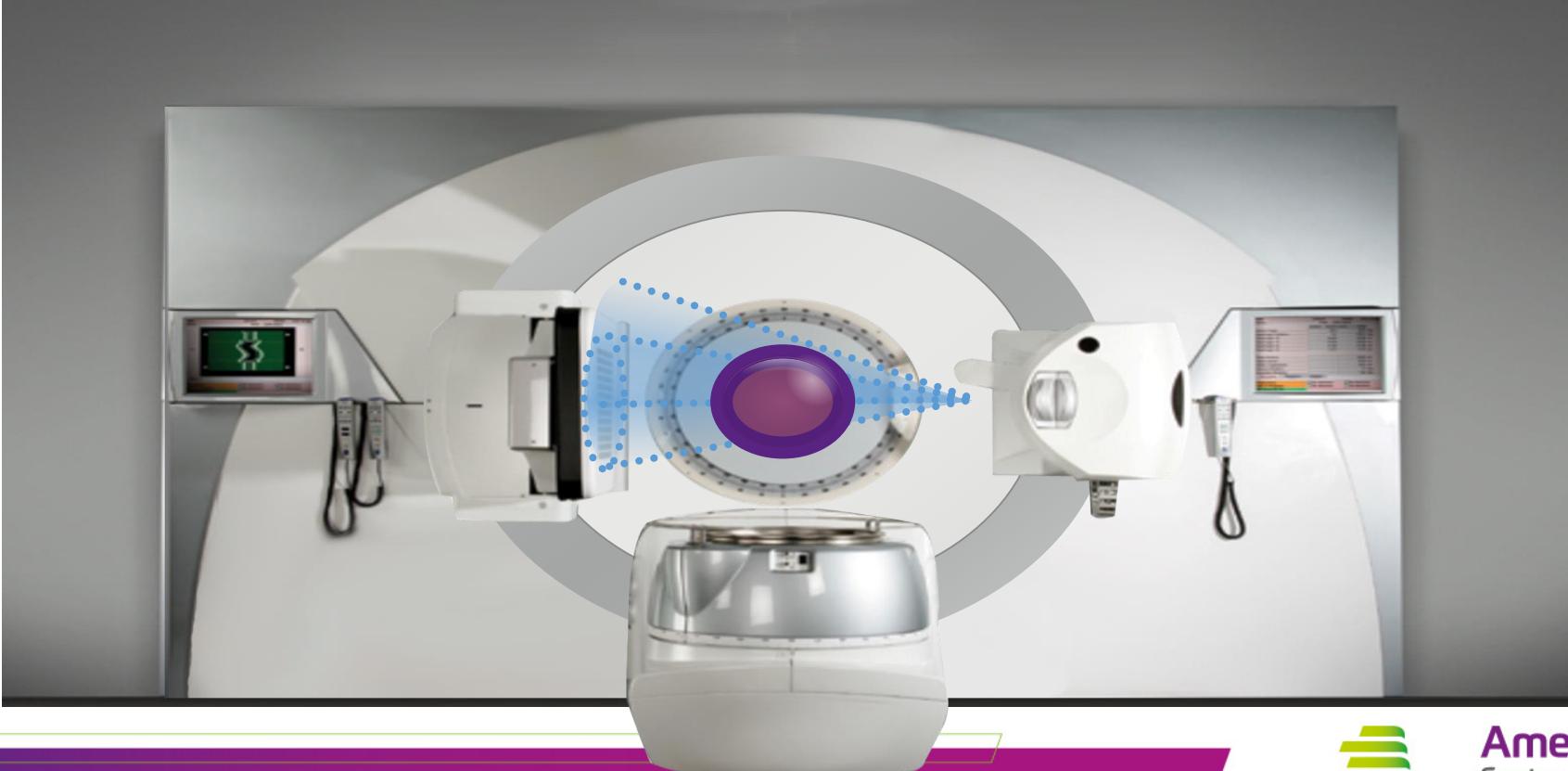


Simulação – Projeções (*Field of View*)

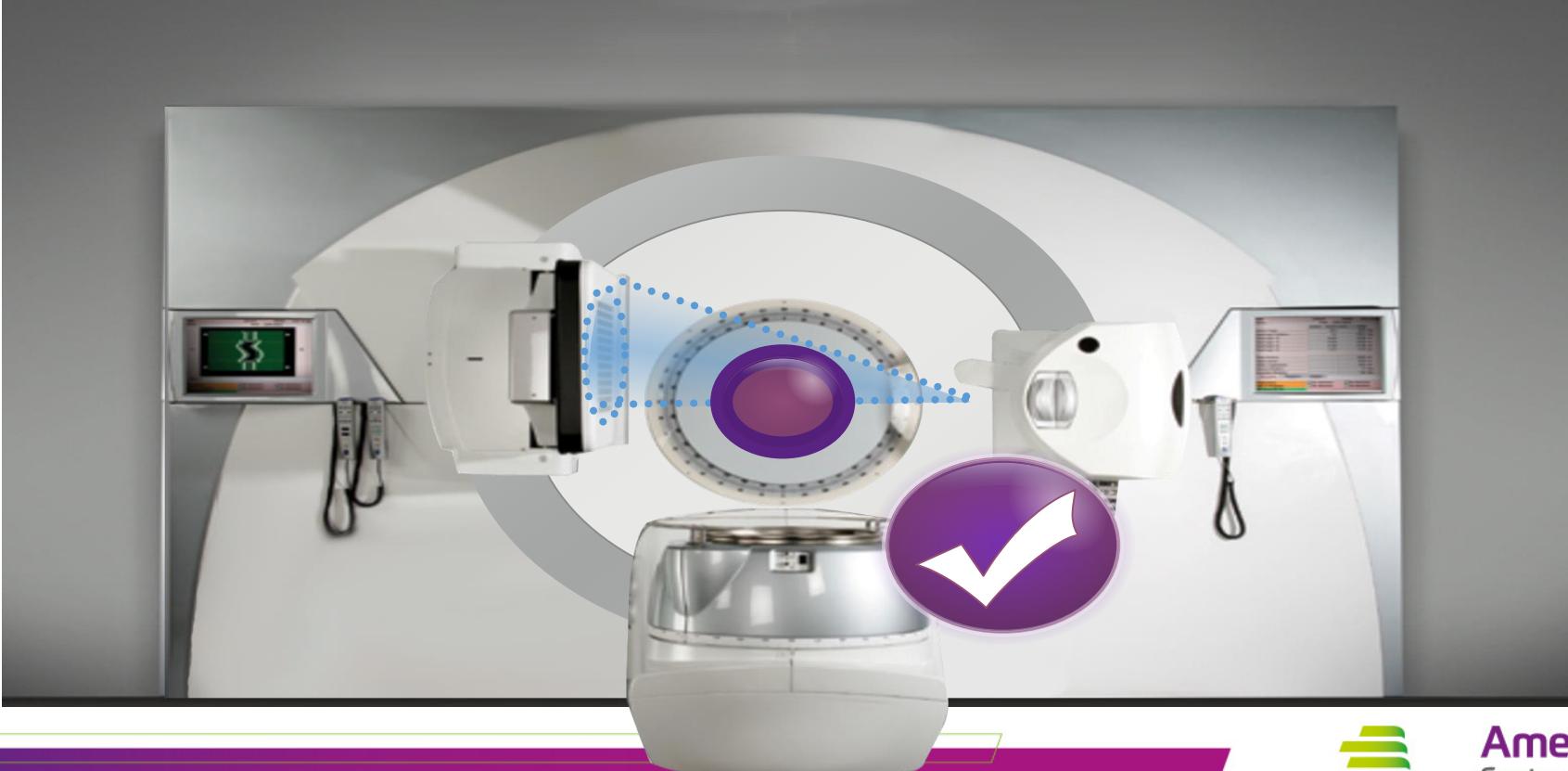
Elekta XVI (*Field of View*)



Sistema - Elekta XVI – Projeções (Field of View)



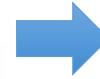
Sistema - Elekta XVI – Projeções (Field of View)



Elekta XVI – Symmetry



Aquisição



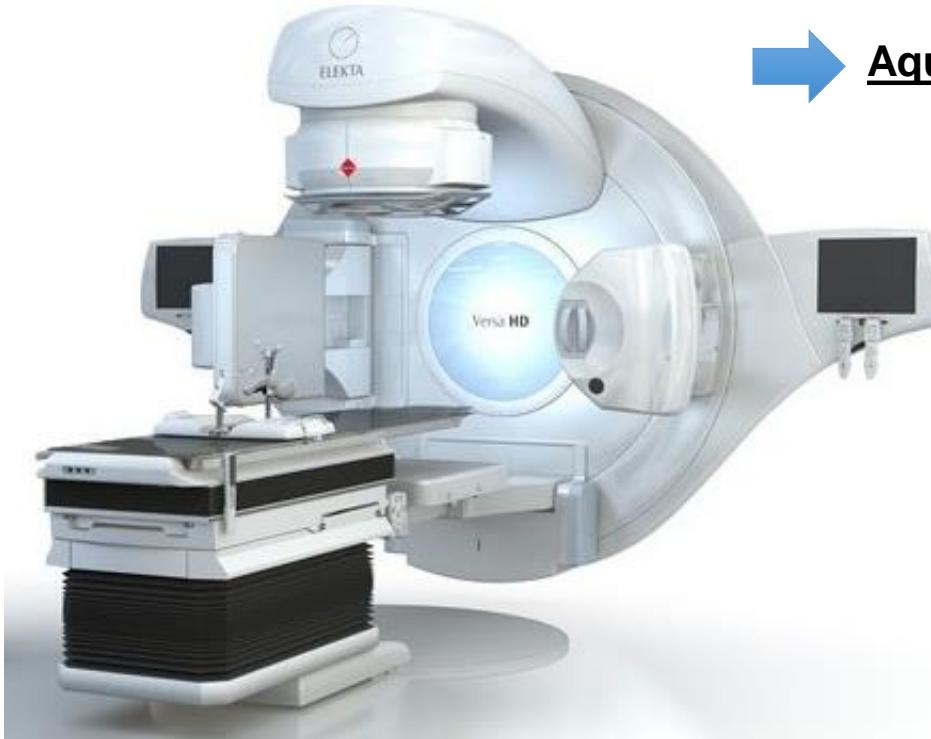
Reconstrução



Registro

4D Volume View™

Elekta XVI – Symmetry



Aquisição – Preset Selection

Velocidade do gantry = 50^0 / min

Tamanho do arco para aquisição da Imagem = 200^0

Tempo de aquisição = 4 min

Nº de Imagens (frames) adquiridas durante o CBCT = 1400
Separadas em fases

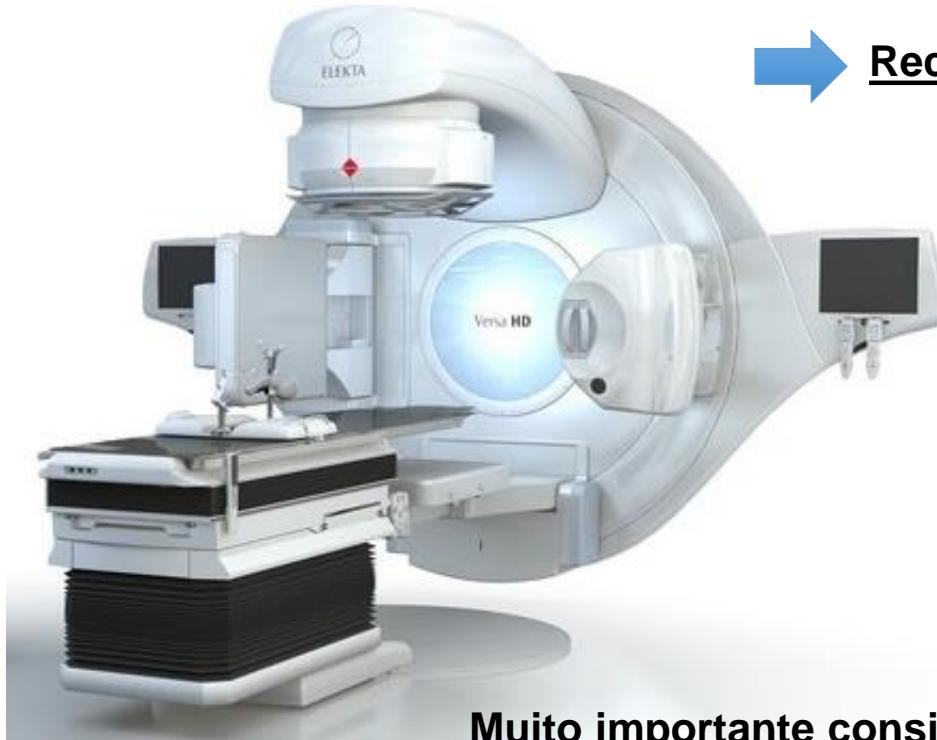
Nº de fases

Recomenda-se de 8 a 10

Porque?

Muitas fases implica em um aumento no tempo de processamento da imagem, o qual pode reduzir a qualidade da mesma.

Elekta XVI – Symmetry



Reconstrução – VolumeView™ Reconstruction

Reconstrução das projeções 2D em imagens 3D

Essa reconstrução é feita em relação ao maior objeto que se move durante o ciclo respiratório à diafragma

As fases nas quais as imagens 3D são separadas, equivale à divisão do movimento do Diafragma em 8 a 10 fases

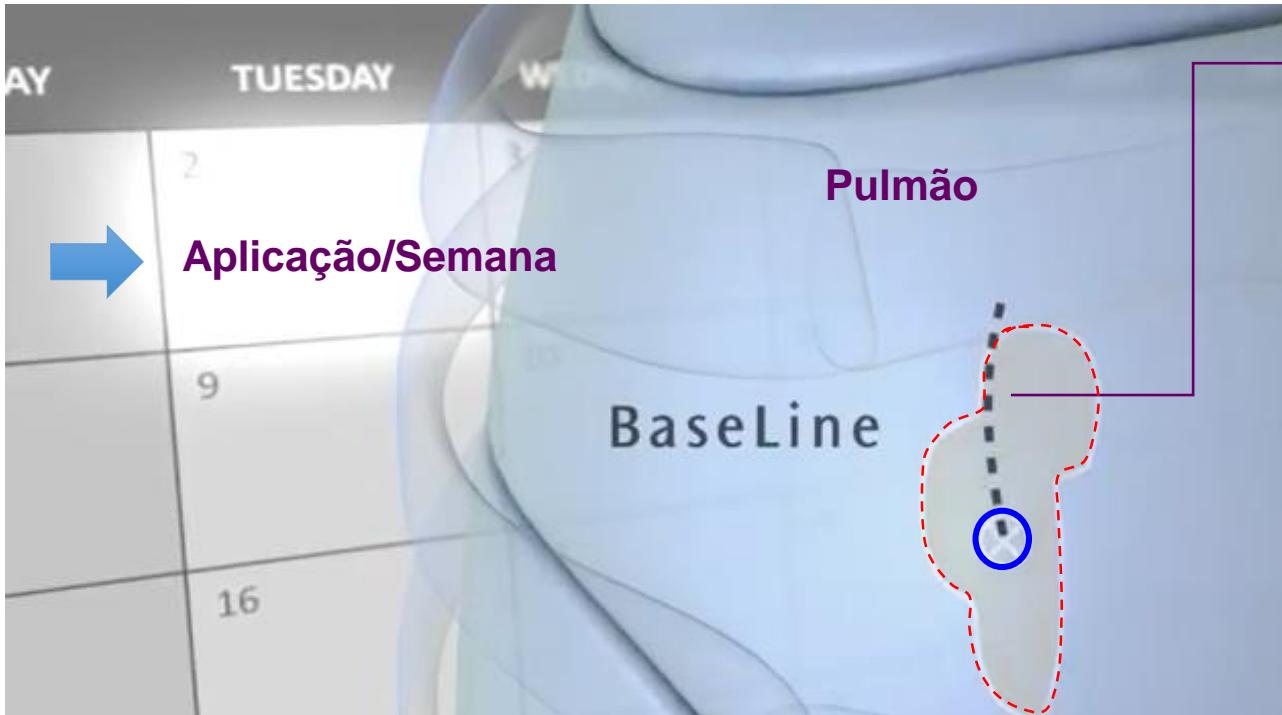
Como as imagens 3D são separadas em fases, a sequência dessas imagens 3D em relação ao tempo caracteriza a imagem 4D do Symmetry

Muito importante considerar a base do Pulmão no Clipbox



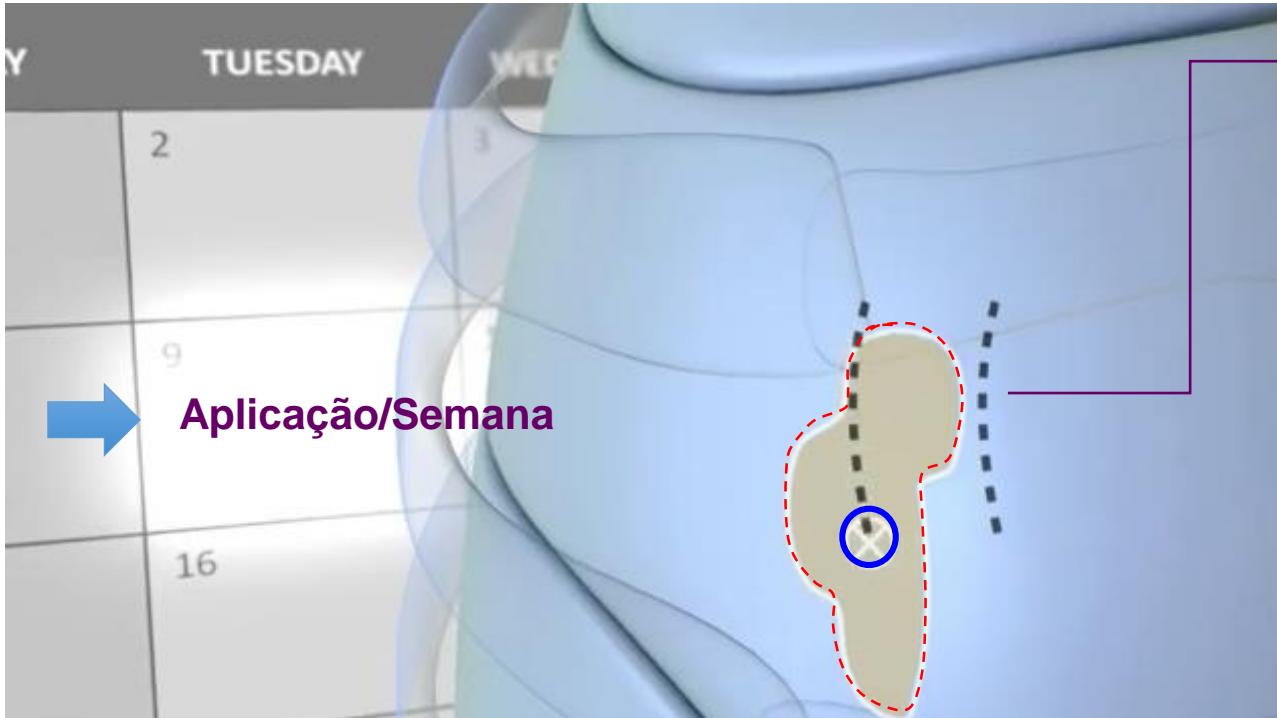
Porque é importante a aquisição desse tipo de imagem?

Sistema - Elekta XVI – (Symmetry)



Apresenta a trajetória do Centro de Massa do Voume Alvo em diferentes aplicações

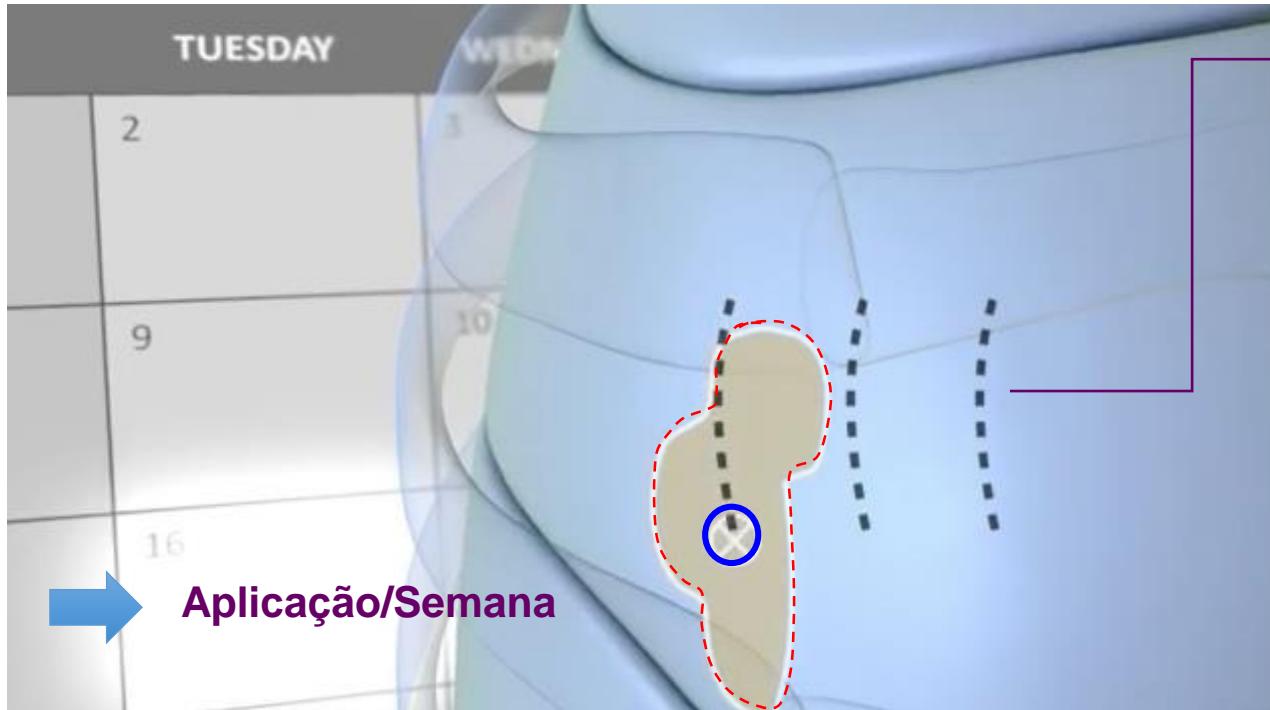
Sistema - Elekta XVI – Aquisição de Imagens (Symmetry)



Linha Base

Apresenta a trajetória do
Centro de Massa do
Voume Alvo em diferentes
aplicações

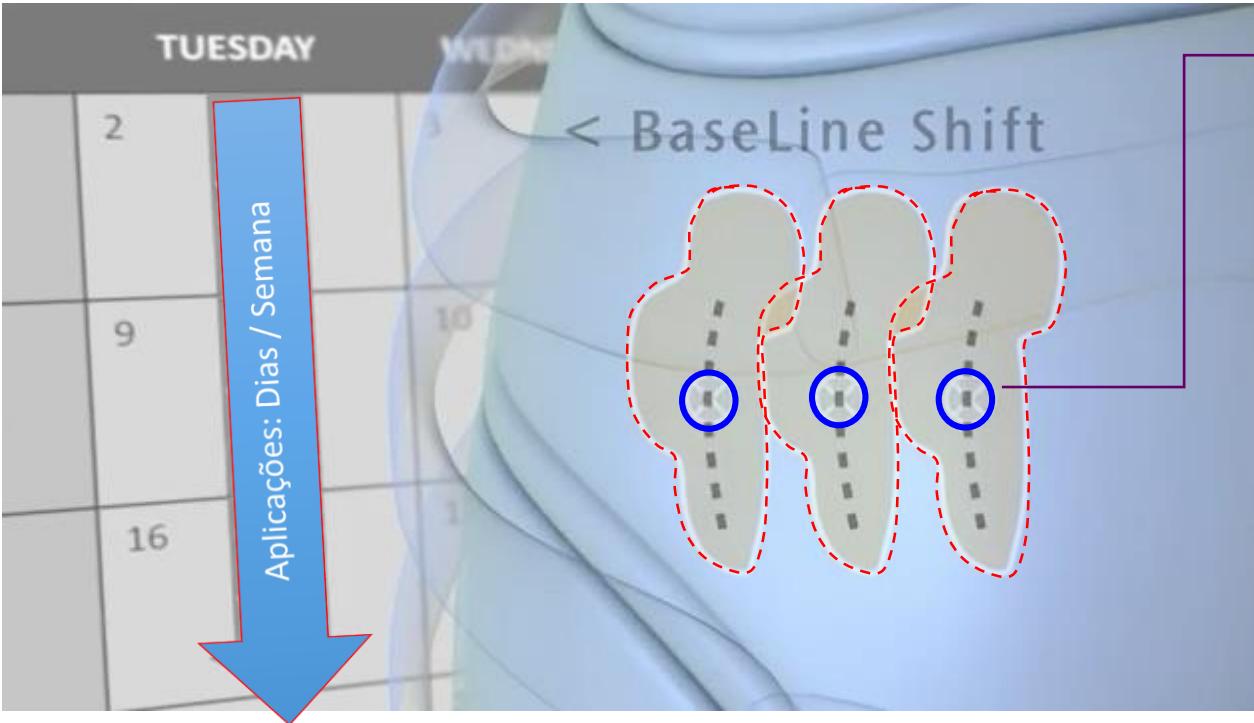
Sistema - Elekta XVI – Aquisição de Imagens (Symmetry)



Linha Base

Apresenta a trajetória do
Centro de Massa do
Voume Alvo em diferentes
aplicações

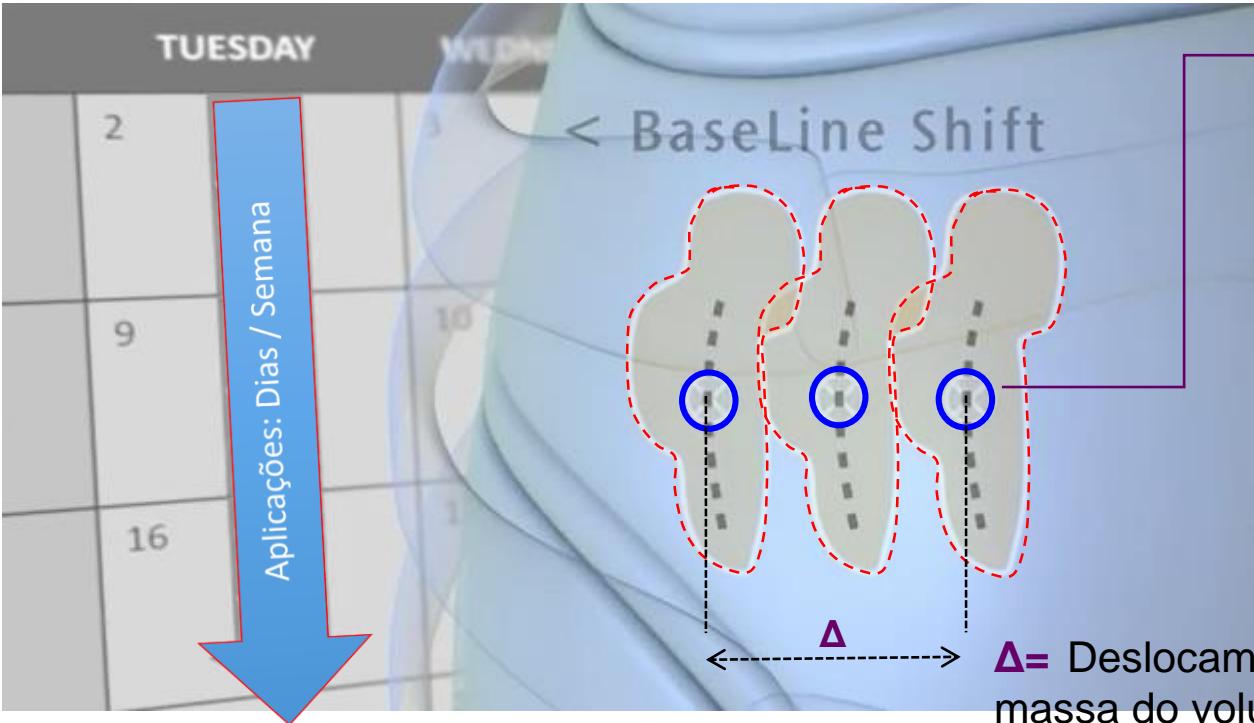
Sistema - Elekta XVI – Aquisição de Imagens (Symmetry)



Linha Base

Apresenta a trajetória do
Centro de Massa do
Voume Alvo em diferentes
aplicações

Sistema - Elekta XVI – Aquisição de Imagens (Symmetry)

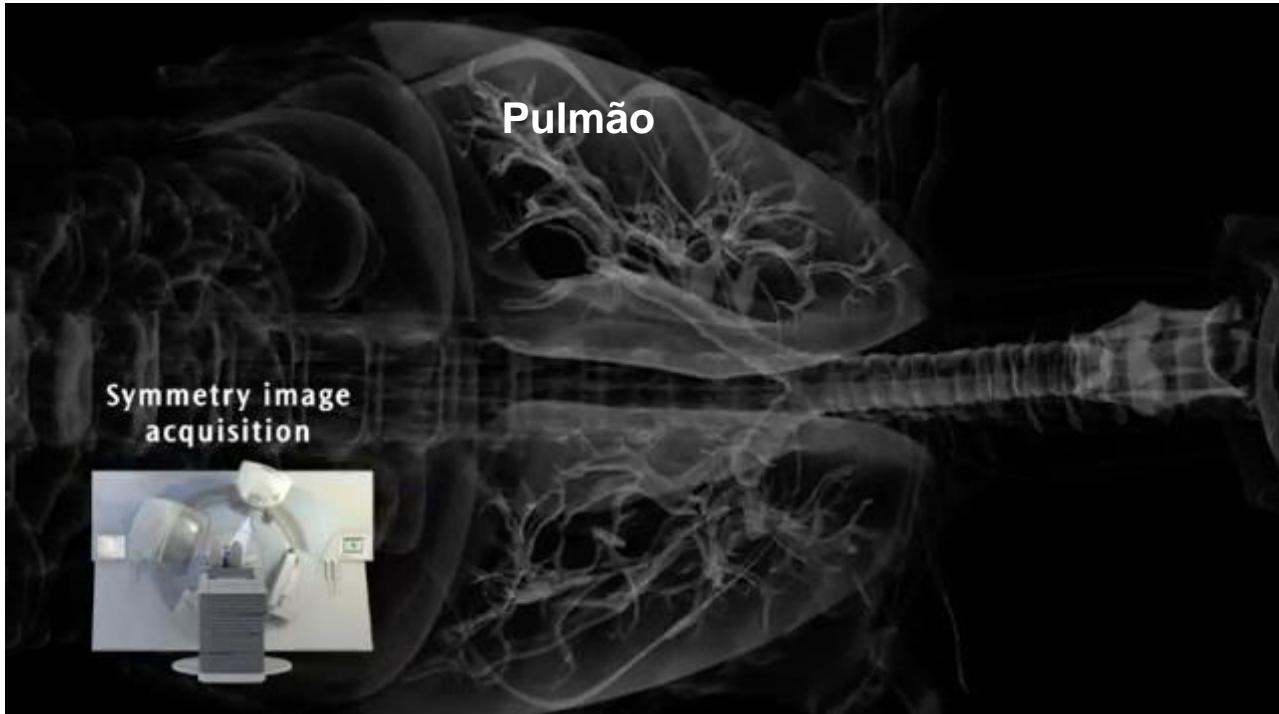


Linha Base

Apresenta a trajetória do
Centro de Massa do
Voume Alvo em diferentes
aplicações

Δ = Deslocamento em relação ao centro de
massa do volume alvo

Elekta XVI – Symmetry



Imagens kV



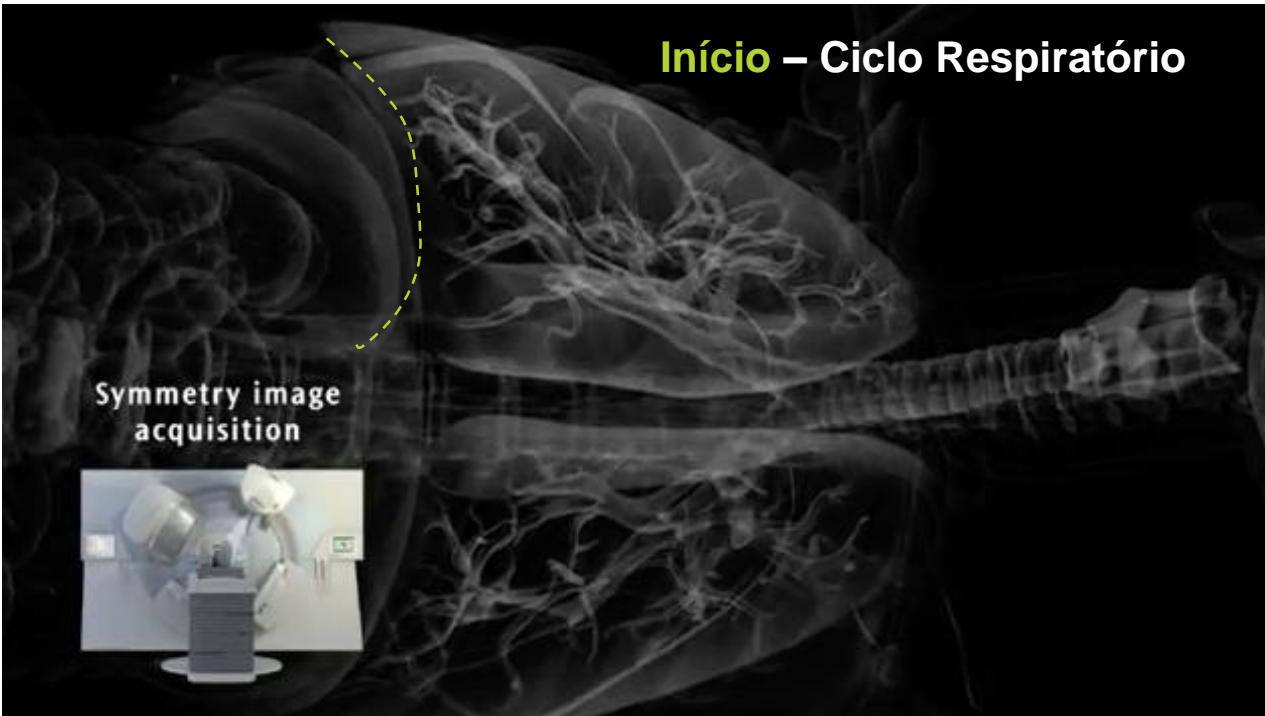
Sistema - Elekta XVI – Aquisição de Imagens (*Symmetry*)



Aquisição de Imagem:

Região que há um dinamismo

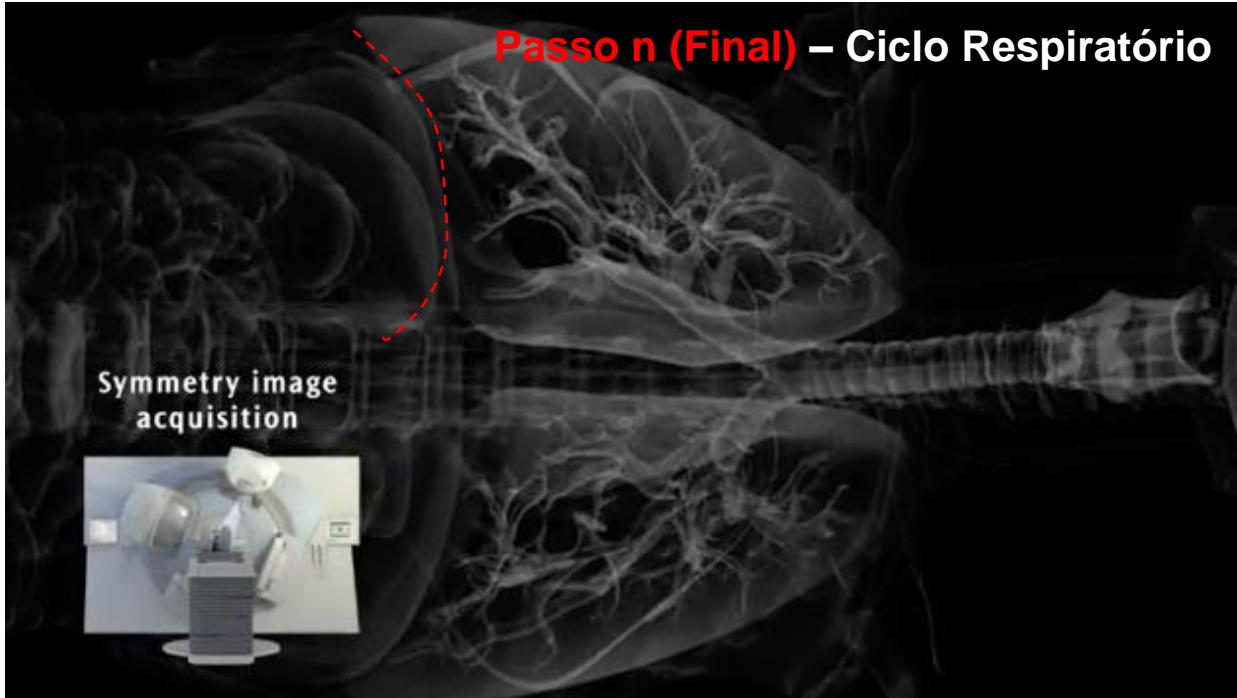
Sistema - Elekta XVI – Aquisição de Imagens (Symmetry)



Aquisição de Imagem



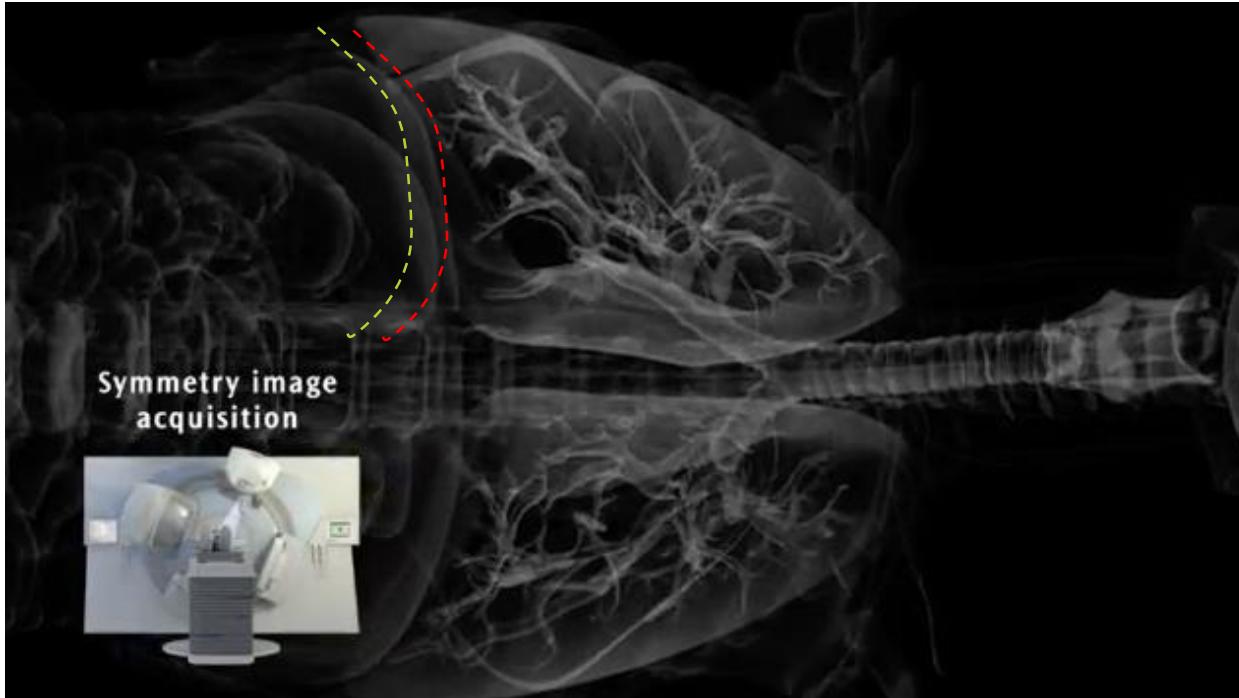
Sistema - Elekta XVI – Aquisição de Imagens (Symmetry)



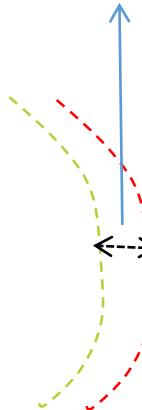
Aquisição de Imagem



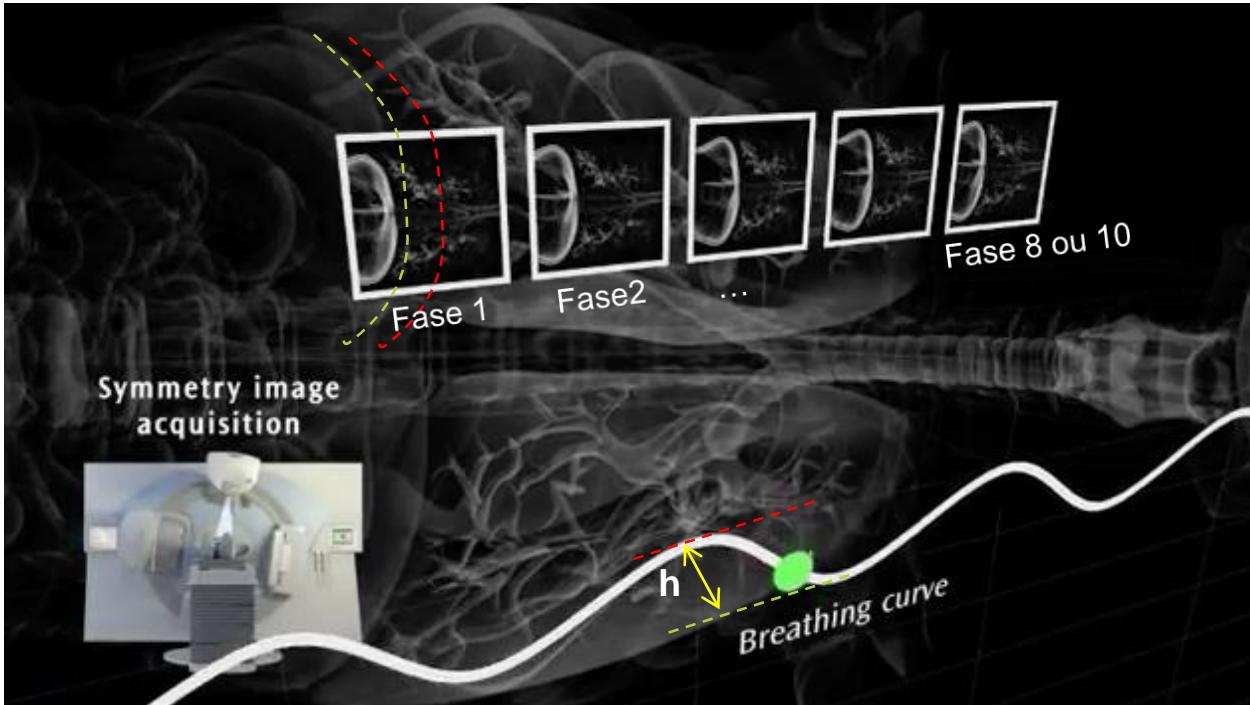
Sistema - Elekta XVI – Aquisição de Imagens (Symmetry)



Aquisição de Imagem:
Amplit. do Ciclo Respiratório

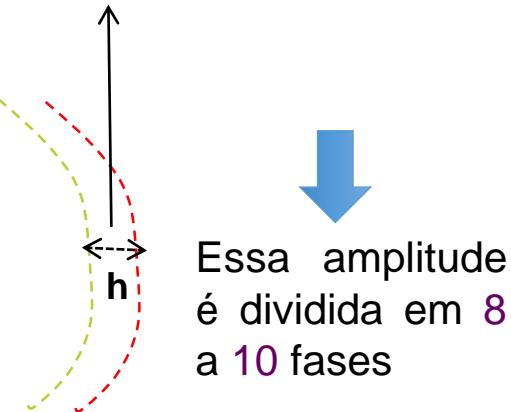


Sistema - Elekta XVI – Aquisição de Imagens (Symmetry)

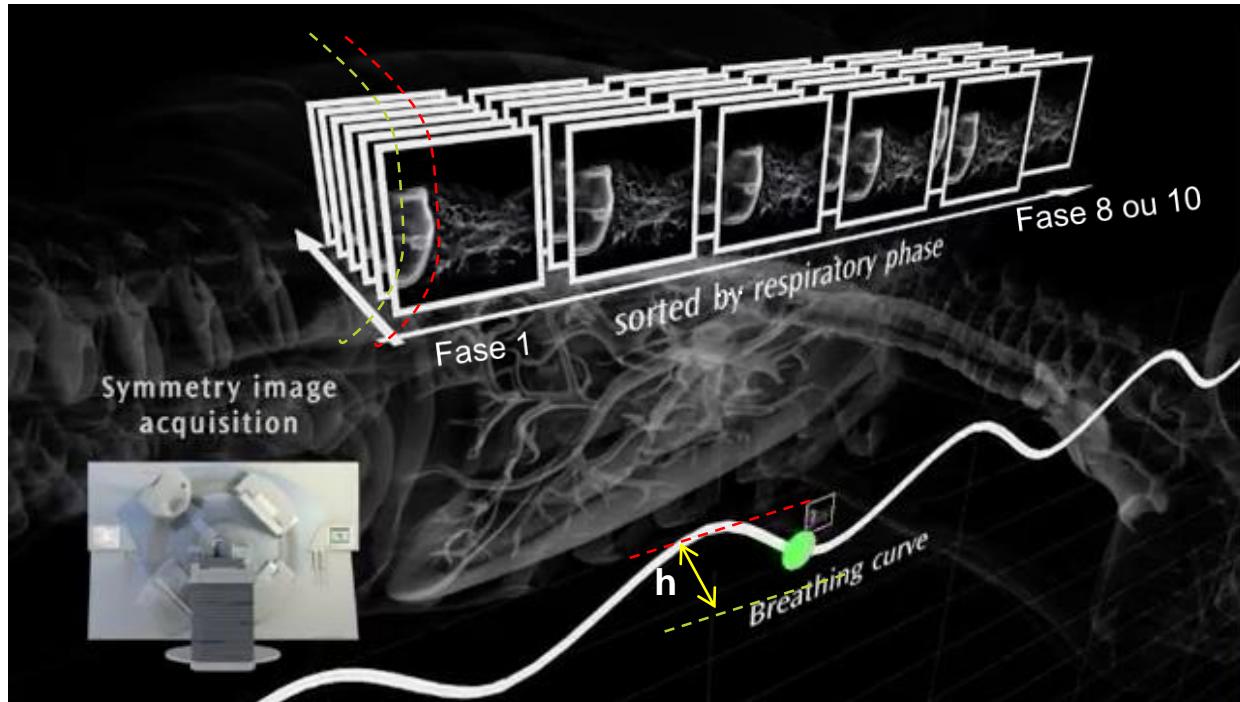


Aquisição de Imagem

Amplit. do Ciclo Respiratório

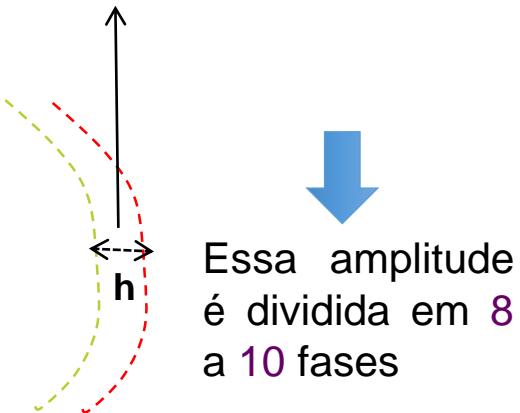


Sistema - Elekta XVI – Aquisição de Imagens (Symmetry)



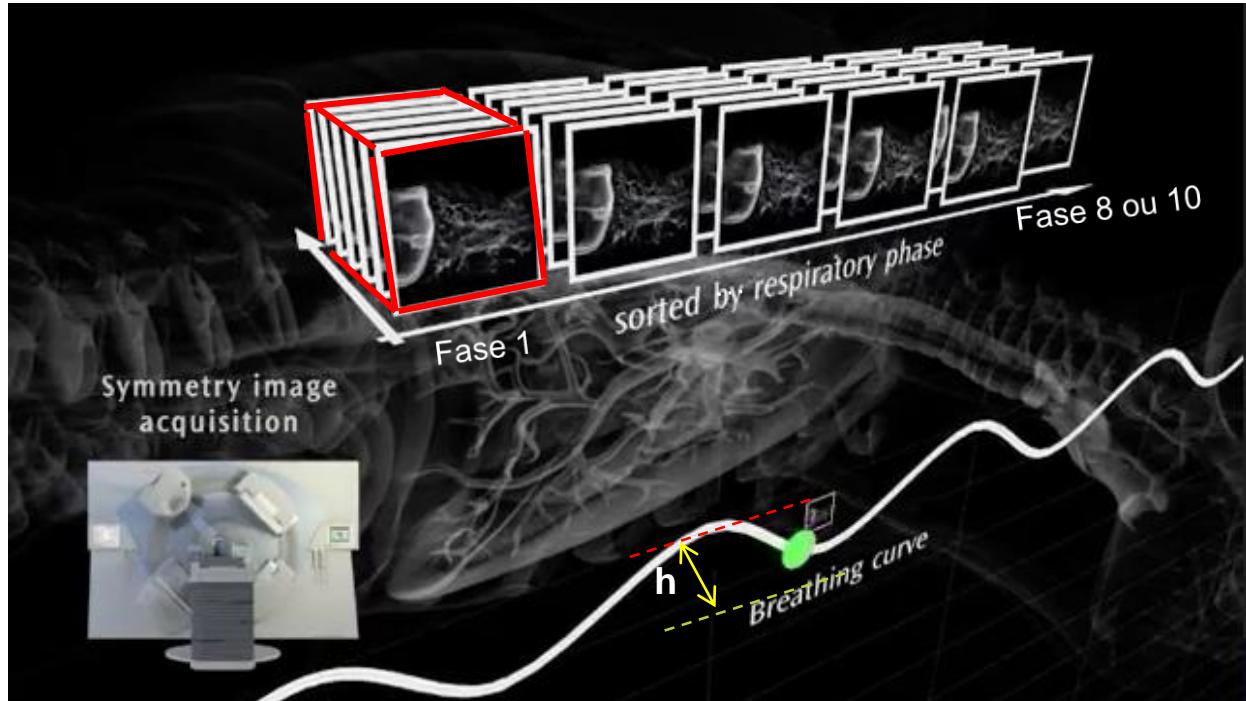
Aquisição de Imagem

Amplit. do Ciclo Respiratório



Essa amplitude
é dividida em 8
a 10 fases

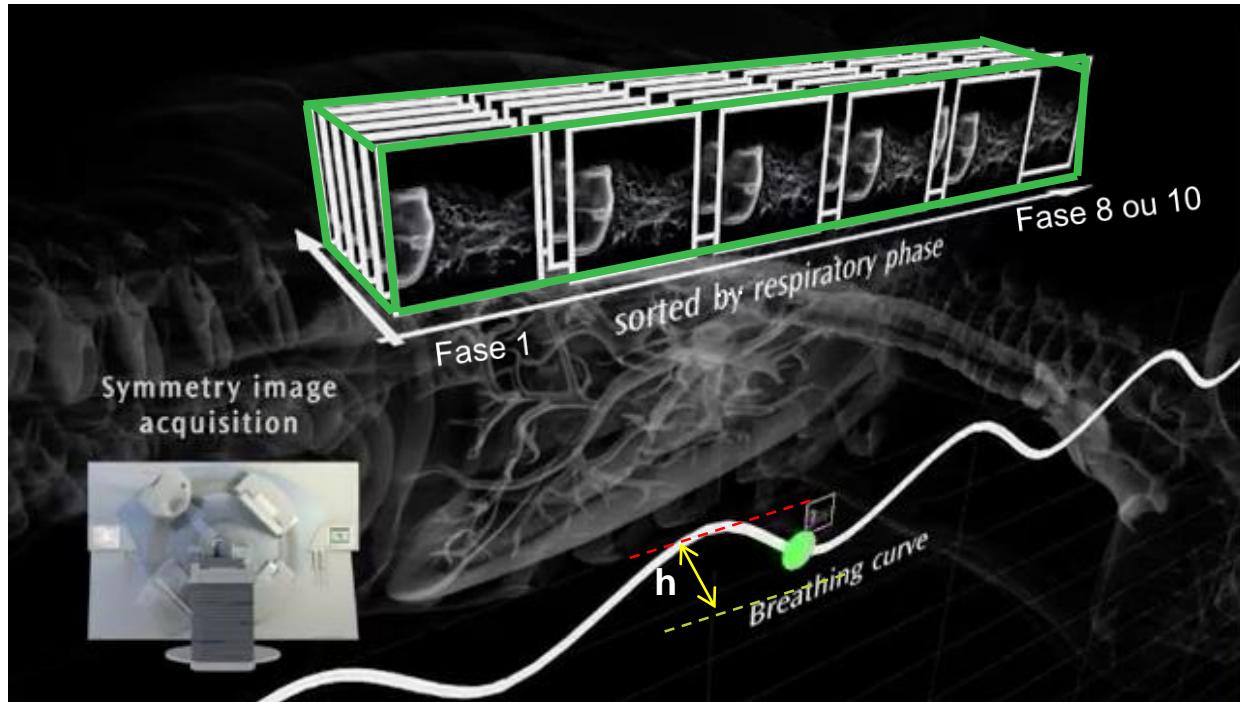
Sistema - Elekta XVI – Aquisição de Imagens (Symmetry)



Aquisição de Imagem

Reconstrução das projeções
2D em imagens 3D.

Sistema - Elekta XVI – Aquisição de Imagens (Symmetry)



Aquisição de Imagem

Sequência dessas imagens 3D em relação ao tempo caracteriza a imagem 4D do Symmetry.



Clarity

Ultrassom Transperineal

Sistemas

Tratamento com RT – **Próstata**

Posição da próstata pode variar considerando sua posição no dia da CT para Planejamento e no dia de tratamento



Métodos de Imagens para monitoramento da posição do volume Alvo

Imagens KV 2D / CBCT / **Ultrassom Transperineal** / Beacons Eletromagnéticos



Correções Intrafração

Irradiar o Volume Alvo na posição da CT para Planejamento

Sistemas

Imagens 2D

Correção
Interfração
Intrafração

CBCT kV 3D

Correção
Interfração

Clarity

Correção
Intrafração

Imagen de Ultrassom

Integrado ao Sistema
de Tratamento

Sem Fiduciais

Sistema com beacons

Correção
Intrafração

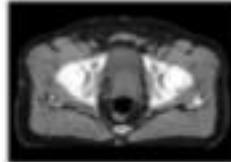
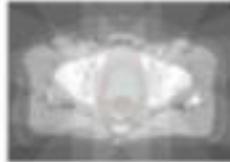
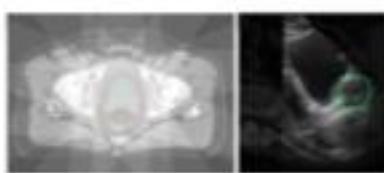
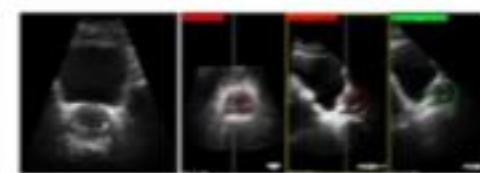
Beacons implantados
na próstata

Rastreamento
Bobinas magnéticas

...



Tipos de Sistemas

Tipo do Sistema	Simulação	Preparação	Tratamento
Intermodalidade			
Intramodalidade	 US e CT	 Plano para Tratamento CT/US Fusão de Imagens	 Alinhamento do US _{trat} baseado no Us _{ref}

Muita Atenção

Segundo o documento **AAPM 154**, quando se utiliza um sistema de ultrassonografia para rastreamento do volume alvo em um procedimento de Radioterapia, a referência deve ser uma imagem de Ultrassom e não o delineamento em uma CT utilizada para o planejamento.

Como a Elekta resolve esta questão?

Com o sistema Clarity, é possível adquirir uma imagem de Ultrassom na sala do CT Simulador, bem como na sala de tratamento.

As imagens adquiridas antes de cada Tratamento, ou seja, na sala de tratamento R³, são comparadas com as imagens obtidas na sala do CT Simulador R_{CT}³



Sistema - Elekta *Clarity*[®]

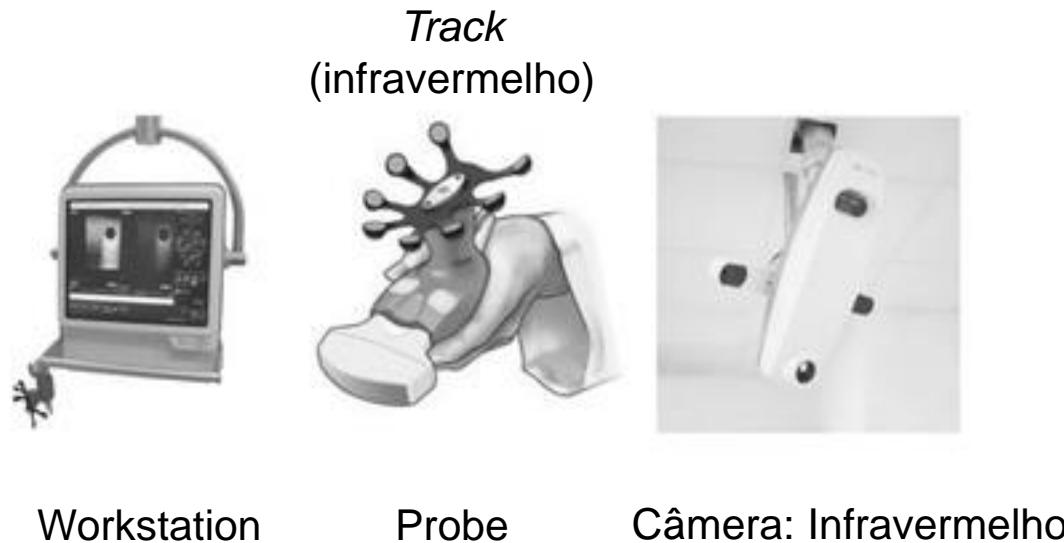
Sistema de Imagens
Ultrasound



Software



Sistema - Elekta *Clarity*[®]



Características Geométricas

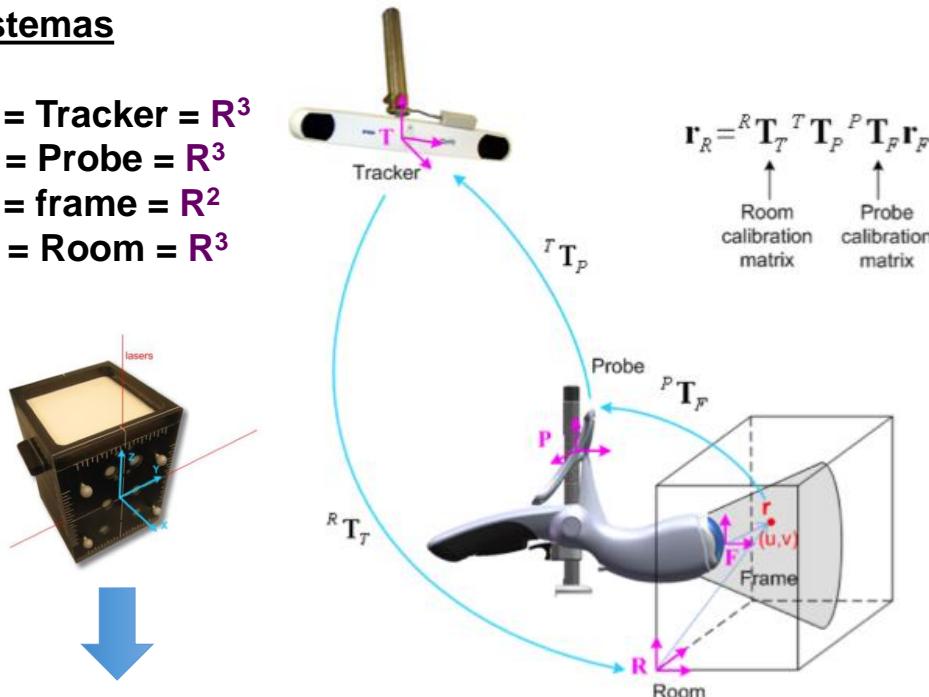
4 Sistemas

T = Tracker = R^3

P = Probe = R^3

F = frame = R^2

R = Room = R^3



Calibração do Sistema

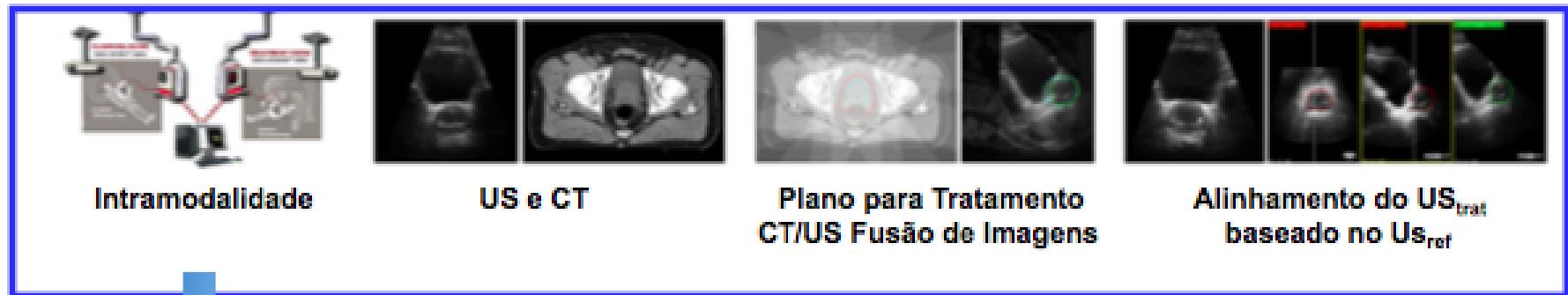
Imagens

F = Sistema que define os vários slices da Próstata

Rastreamento dos slices em relação às coordenadas do Sistema R^3

Reconstrução de uma imagem 3D a partir dos slices, tendo os voxels definidos no sistema R^3 , que será utilizado para alinhamento.

Tipos de Sistema



2 Espaços R³

Espaço R³_{Trat}
Sala de Tratamento
+
Espaço R³_{Sim}
Sala de Simulação

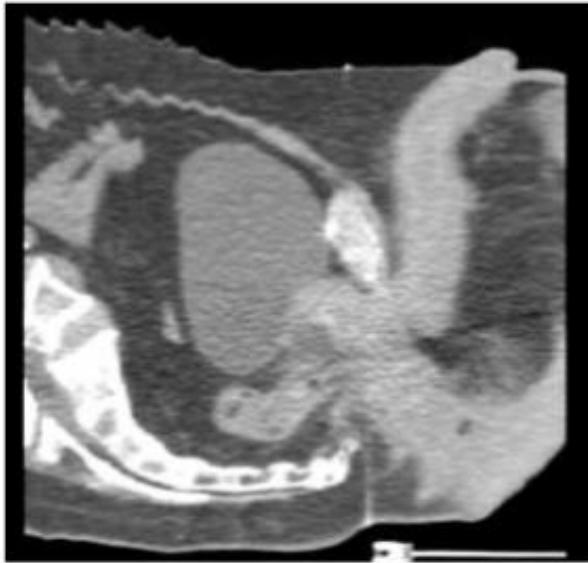
A referência é o a Imagem US feito na
Sala CT Simulação

Características

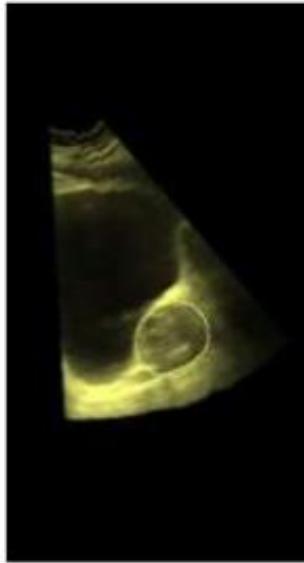
Imagen CT
Planejamento

Imagen
Ultrassom

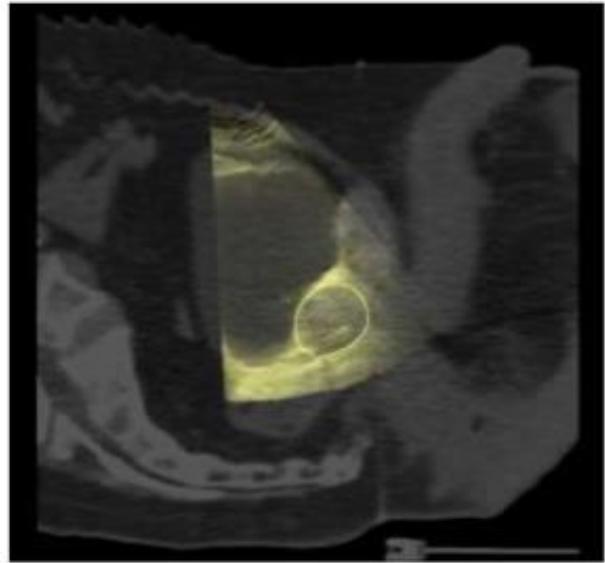
Visualização de
Tecidos Moles



+

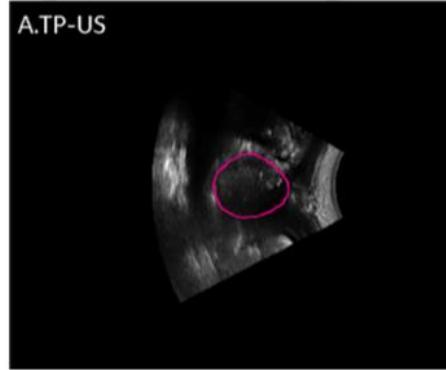
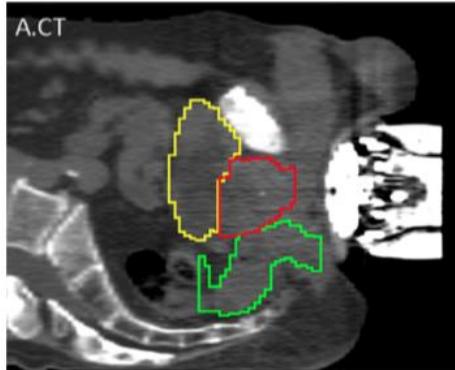


=

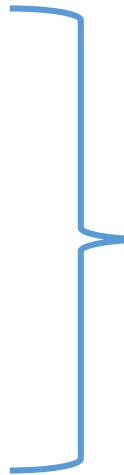
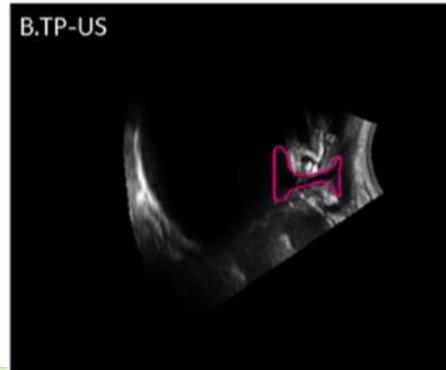
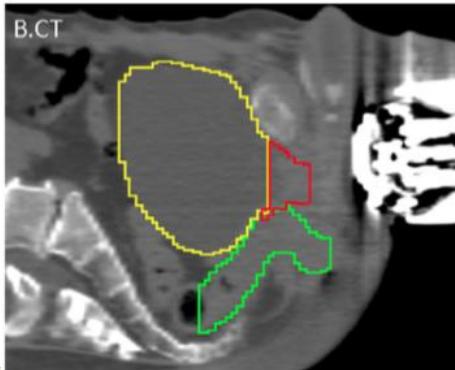


Fusão de Imagens

Delinamento CT
e US



Delinamento CT
e US



Slices Projetados em R^3

Workflow: pós-fusão

- Definição de limites de movimentação da próstata considerando a margem dada ao PTV;
- Transferência de dados de referência para o Sistema Clarity de Tratamento;
- Posicionamento do paciente (como na simulação);
- Aquisição da Imagem de Ultrassom;
- Comparação com a imagem de referência e verificação da posição do bulbo e próstata;
- Monitoramento;
- CBCT (verificação do posicionamento e preparo do paciente);
- Depois do deslocamento é sinalizado ao Clarity esta posição como a origem (0,0,0) e inicia-se o tratamento.

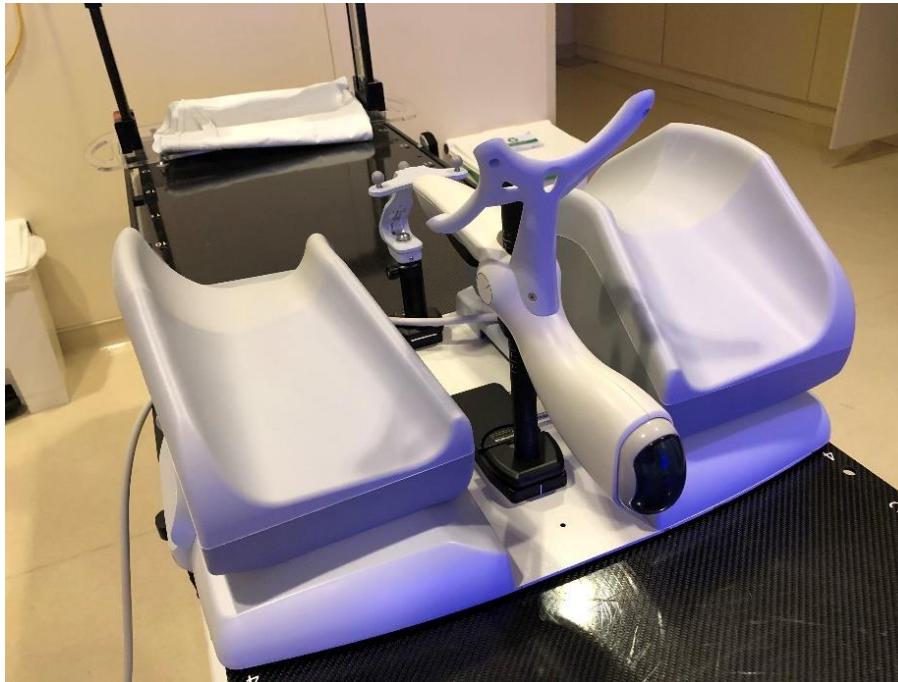
Monitoramento

- Monitoramento tridimensional em tempo real

Exemplo: Tolerância de 5 mm para movimentação

- Se a próstata manter-se deslocada além do limite permitido por mais de 5 s, o Software Clarity sinaliza.
- *Response*: desliga o feixe automaticamente

Clarity – Room Treatment





C2 and P1 - Restricted Information and Basic Personal Data



C2 and P1 - Restricted Information and Basic Personal Data



C2 and P1 - Restricted Information and Basic Personal Data

Considerações Finais

- As soluções apresentam recursos para aquisição de imagens 2D (kV e MV), 3D (CBCT-kV), 4D (Symmetry-kV) e Ultrassom (Clarity);
- IGRT: interfração e intrafração;
- Todas essas soluções são integradas ao Sistema de Gerenciamento e Tratamento;
- Ferramentas de avaliação de imagem podem ser customizadas para cada tratamento;
- Avaliação *off-line*;
- XVi e Iview permitem intervenções remotas pela equipe de suporte;
- Possibilidade de exportar a imagem de CBCT para o TPS para avaliação do planejamento.

Com essas modalidades e recursos de imagem disponíveis é possível realizar tratamentos de alta complexidade com maior acurácia e segurança.



Americas
Centro de
ONCOLOGIA
Integrado