



Aspectos práticos para planejamento de SBRT

Radiocirurgia de metástase óssea em vértebra

Diego Cunha – *Coordenador de Física Médica*

Barretos Cancer Hospital

REALIZAÇÃO



SBRT
SOCIEDADE BRASILEIRA
DE RADIOTERAPIA

GERENCIAMENTO



AGÊNCIA OFICIAL



Declaração de Conflito de Interesse

Diego Cunha afirma não ter conflito de interesse a declarar

Exigência da RDC Nº 96/08 da ANVISA



Outline

- Introdução
- Simulação do Tratamento e Fusão de Imagens
- Definições do Planejamento
- Planejamento do Tratamento
- Avaliação do Planejamento
- Programa de Garantia da Qualidade
- Tratamento do Paciente
- Considerações Práticas e Finais



Introdução

- **Stereotactic Body Radiation Therapy (SBRT)**
 - Dose/Fração ≥ 5 Gy
 - 5 Gy à 34 Gy/Fração
 - Número de frações ≤ 5
 - 1 à 5 Frações (Dias consecutivos ou alternados)

Premissas = Entregar com segurança uma alta dose de radiação em um pequeno número de frações!

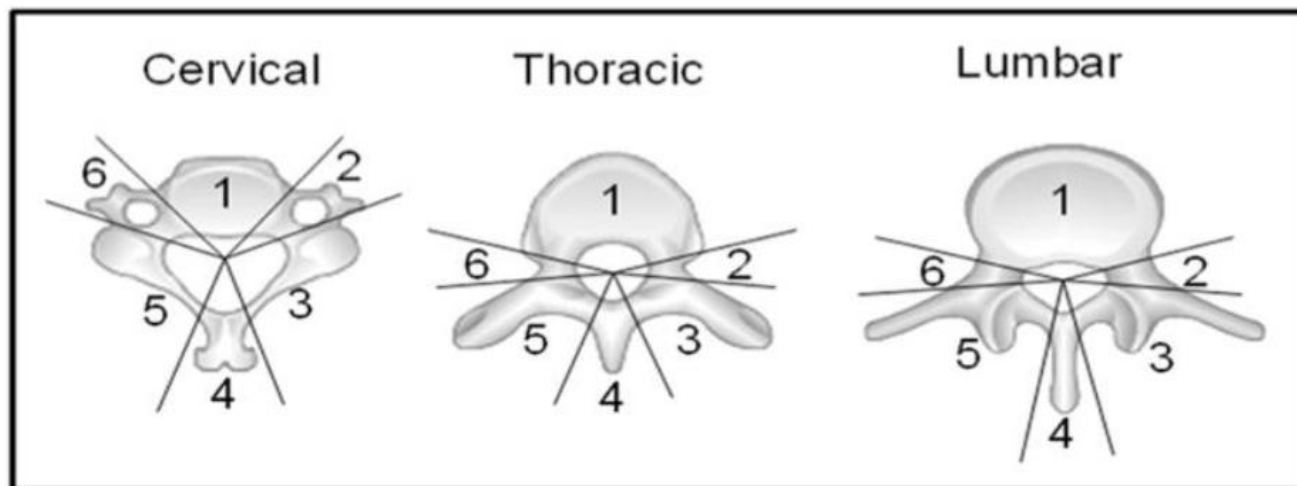


Hall W, S et al. Stereotactic body radiosurgery for spinal metastatic disease Int J Surg Oncol 2011

Introdução

■ Fatores clínicos:

■ Divisão da vértebra anatomicamente:



1) CORPO VERTEBRAL

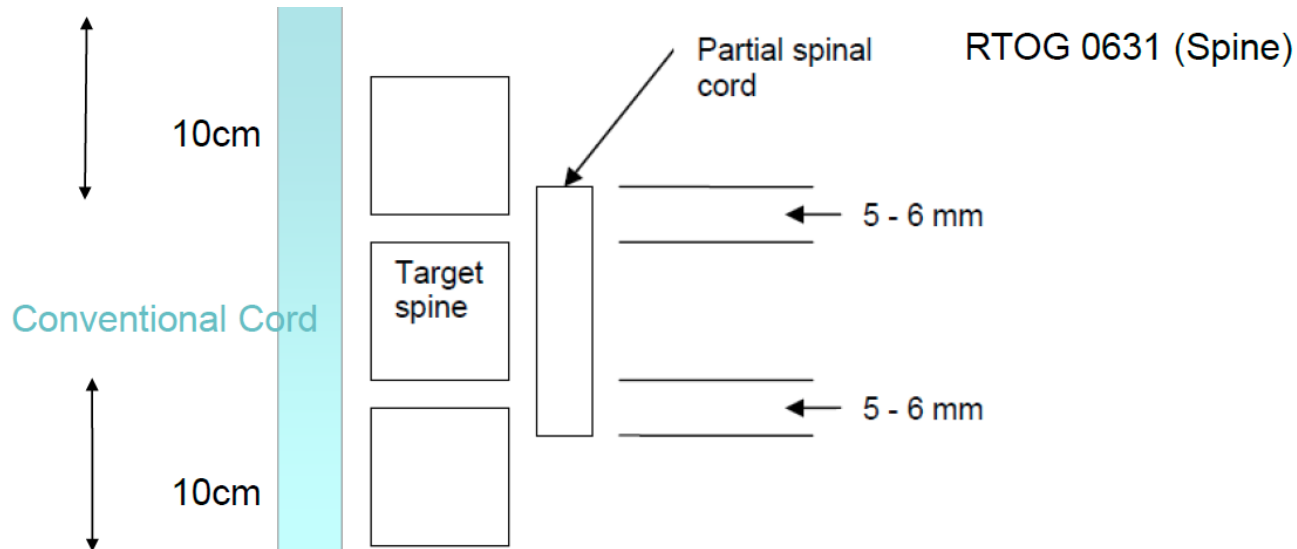
2 e 6) PEDÍCULOS ESQ E DIR

3 e 5) PROCESSOS TRANSVERSOS E LÂMINAS DIR E ESQ

4) PROCESSO ESPINHOSO

Introdução

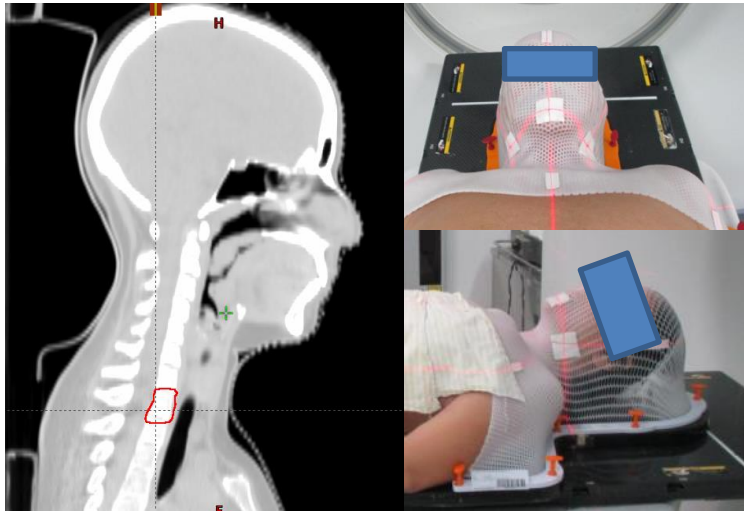
■ Fatores clínicos: Volume canal medular



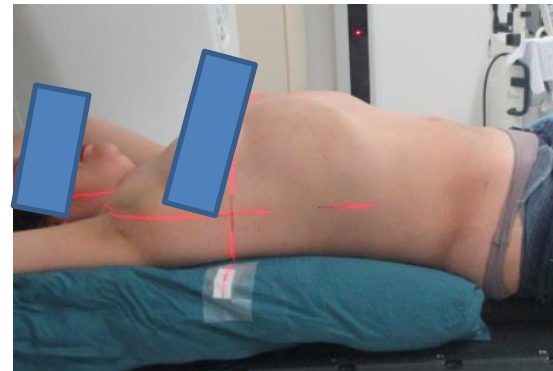
Simulação do Tratamento

SBRT Vértebra – Imobilização

- **Lesão C1 – T6**
 - Máscara longa de CP;
 - Suporte Cabeça;
 - Suporte de Joelhos.



- **Lesão T7 – L5**
 - Vac-Fix;
 - Suporte Indexação Vac-fix (Rampa 0º);
 - Suporte de Tornozelos ou Joelhos.



Fusão de Imagens

SBRT Vértebra

- Avanços tecnológicos em Radioterapia:
 - ↑ nº de imagens;
 - ↑ multimodalidade de imagens;
 - delineamento das estruturas;
 - checagem do posicionamento do paciente;

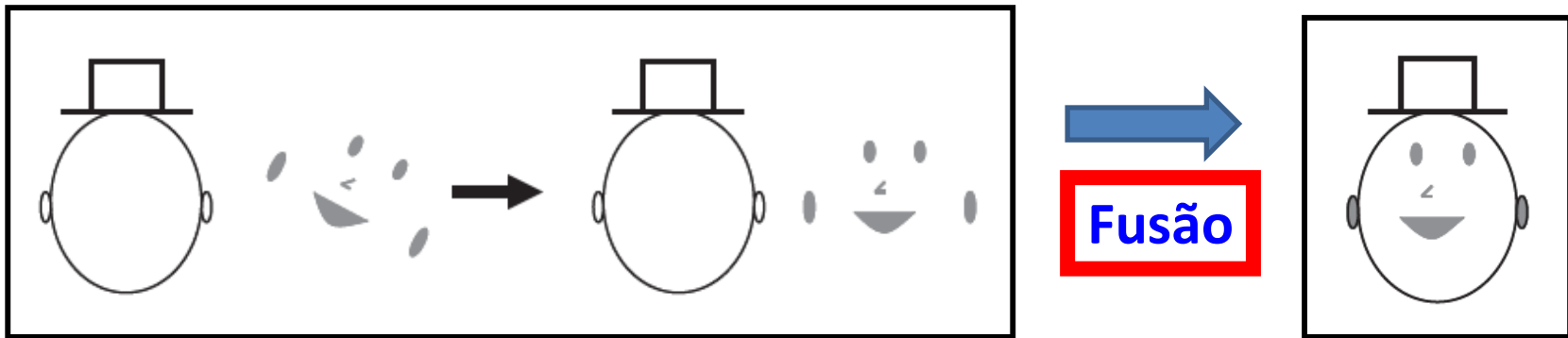
Fusão de Imagens



Fusão de Imagens

SBRT Vértebra

- O que é fusão de imagens?
 - Estabelecimento da correspondência entre as características de um conjunto de imagens utilizando um modelo de transformação para inferir uma correspondência entre elas;

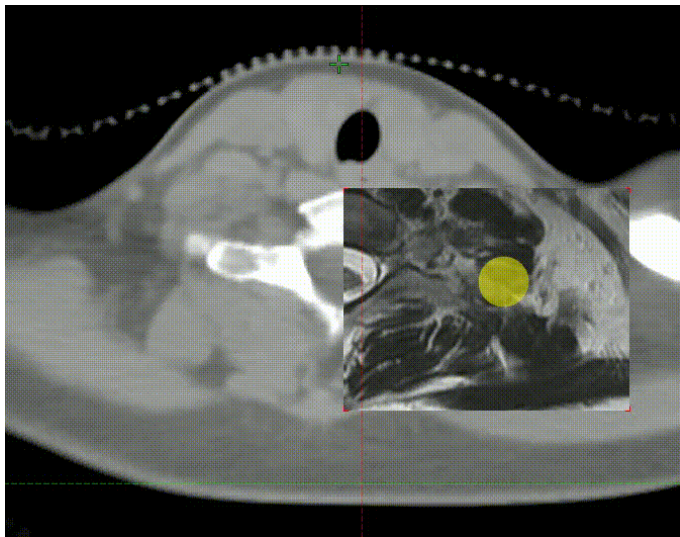


Fusão de Imagens

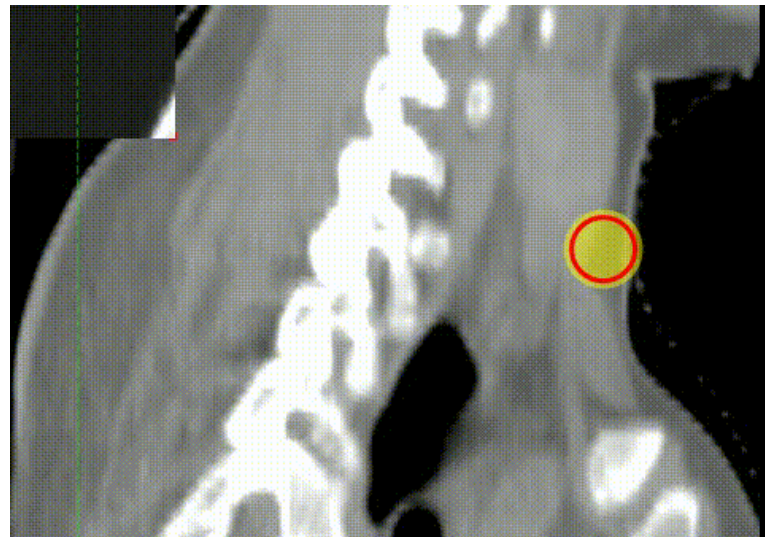
SBRT Vértebra

- Em SBRT de vértebra, a ***fusão da CT com MRI se torna ainda mais relevante*** pois a partir delas que serão definidos:

- **Volume Alvo**



- **Medula Espinhal**

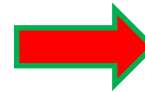


Ryu, S et al. RTOG 0631 Phase II/III Int J Radiat Oncol Biol Phys 2011

Protocolo de Aquisição de Imagens HA

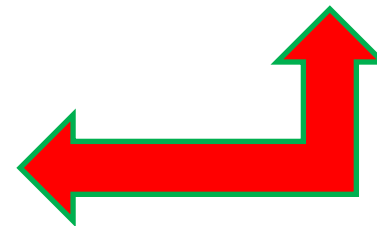
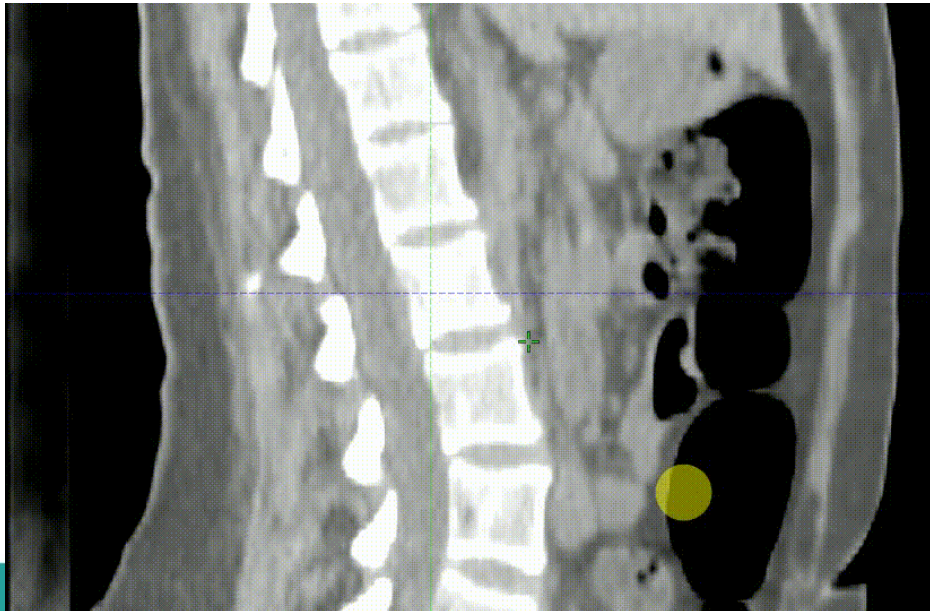
SBRT Vértebra

- **Tomografia c/s contraste 2.5 mm/slice.**
 - Artérias, OAR próximo ao Alvo
- **Aquisição MRI < 2 mm/slice.**
 - Sequencia T1
 - Sequencia T2



Observação:

- RMN realizada com Vac-Fix.

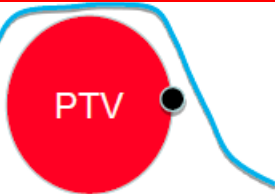


Definições do Planejamento

SBRT Vértebra

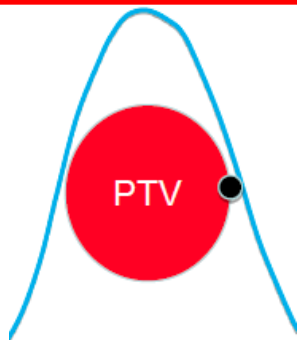
- Alto gradiente de dose são considerados aceitáveis dentro do PTV.
- Objetivo do planejamento é minimizar o volume de dose a partir do PTV (Fall off de Dose).

Margem Colimação $\approx$ Penumbra

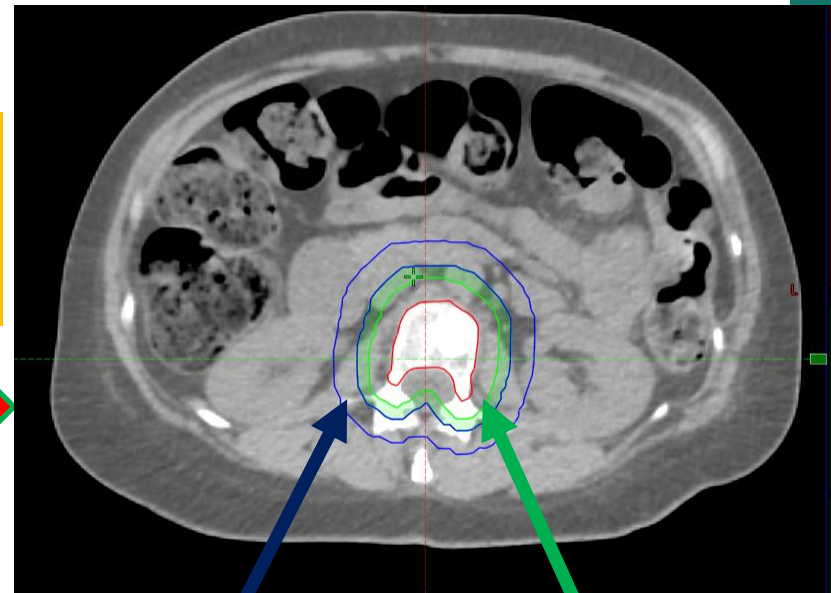
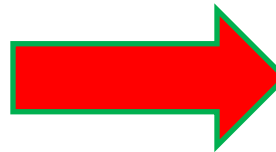


3DCRT

Margem Colimação $\approx$ 0-2 mm



**IMRT
VMAT**



Anel 1

Anel 2



Definições do Planejamento

SBRT Vértebra

- Fatores físicos: Gradiente de dose.

Dose = 16 Gy

Tolerância no OAR = 14 Gy

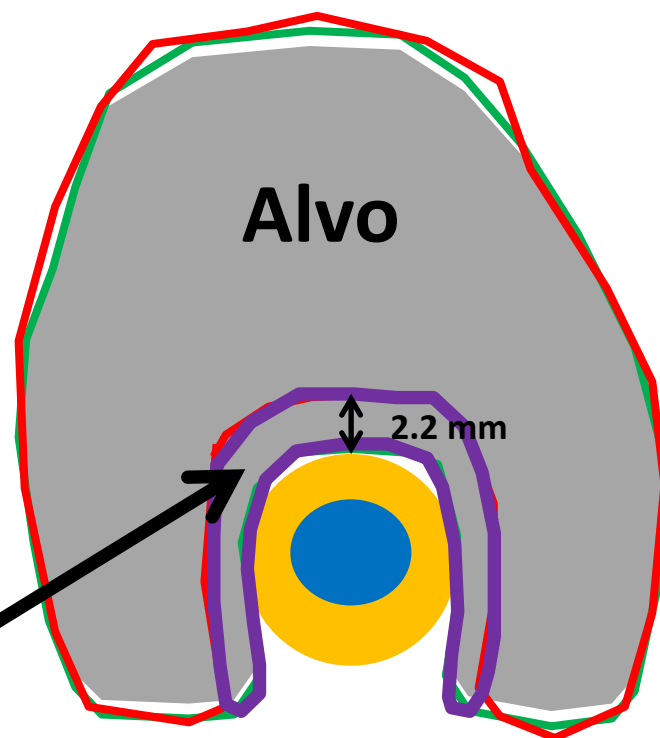
= Gradiente de Dose 28,5%

Gradiente em RapidArc™ 13%/mm

Distância mínima

16 Gy → 14 Gy = 2.2 mm

Descobertura 10% Volume



Planejamento do Tratamento

SBRT Vértebra

- **Fatores físicos:** considerar no planejamento:
 - Mesa de Tratamento.
 - Imobilizadores/Indexadores.

Tabela 2: Dose(cGy) e erro percentual(%) planos VMAT on TrueBeam™

	6MV Photon Beam	6MV FFF Photon Beam	10MV Photon Beam	10 MV FFF Photon Beam	Error (%) - Dose on TPS using Board/ Dose on LINAC using Board
Dose Measurement on LINAC considering TPS Plan with Board (cGy)	198,32	200,99	203,22	205,14	1,33 C/ Rampa
Dose Measurement on LINAC considering TPS Plan with NO Board (cGy)	197,46	201,06	202,06	204,76	
Error (%)	-0,44%	-0,04%	-0,57%	-0,18%	HU = -70



Olch et al, Med Phys (TG176) 41:1501-1530 (2014)

Panissi, G. et al. Pôster SBRT (2017)

Planejamento do Tratamento

SBRT Vértebra

Especificação do Acelerador

- ➡ TrueBeam® STx (Varian Medical Systems);
- ➡ Volumetric Modulated Arc Therapy (*RapidArc™*)
- ➡ **10MV FFF;**
- ➡ **FFF Beam Mode**
 - Flattening Filter Free;
 - High Dose Rate;
- ➡ Colimador MLC **120HD;**

Sistema de Planejamento (TPS)

- ➡ Eclipse v. 13.7.
- ➡ AAA (Analytical Anisotropic Algorithm);
 - Correção de Heterogeneidade;
- ➡ P.O. (Photon Optimizer)
 - Correção para cavidades de ar;
 - Correção de Heterogeneidade;



Planejamento do Tratamento

Comissionamento MLC: DLG e Transmissão

- Modelagem do DLG e transmissão para o MLC 120HD no TrueBeam®.

	FARMER						CC13			
	Isocêntrico		SSD 100		Referência		Isocêntrico		SSD 100	
Energia	FT(%)	DLG(cm)	FT(%)	DLG(cm)	FT(%)	DLG(cm)	FT(%)	DLG(cm)	FT(%)	DLG(cm)
6X	1,11	0,0439	1,12	0,0465	1,30	0,082	1,19	0,0582	1,23	0,0708
10X	1,30	0,0548	1,29	0,0548	1,60	0,093	1,36	0,075	1,41	0,0927
6 FFF	0,93	0,0362	0,92	0,0342	1,10	0,071	1,05	0,0607	1,08	0,0659
10 FFF	1,14	0,0477	1,13	0,0476	1,40	0,089	1,27	0,0617	1,27	0,0792

	Medidos		Modelados	
	FT (%)	DLG (cm)	FT (%)	DLG (cm)
6X	1,11	0,044	1	0,12
10X	1,3	0,055	1,3	0,13
6FFF	0,93	0,036	0,4	0,05
10FFF	1,14	0,048	1,05	0,05



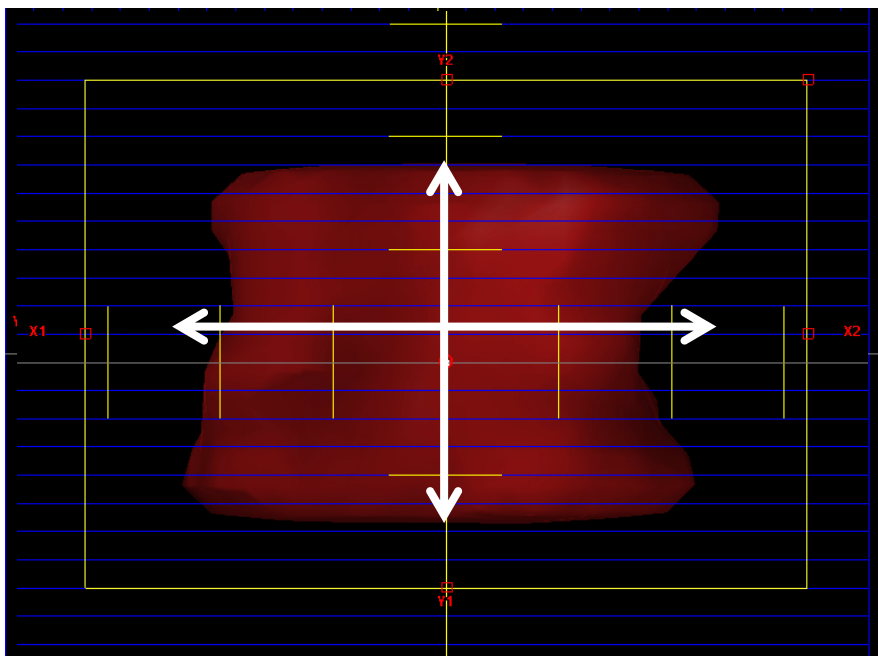
Planejamento do Tratamento

SBRT Vértebra

- 1 Arco completo (358°);
- Jaw Tracking (On);
- Ângulo do colimador (0° ou 90°);



**Time is Safety
in the SBRT**



Planejamento do Tratamento

SBRT Vértebra

- Otimização do planejamento do tratamento.



PTV 16 Gy

- ✓ Lower = 135
- ✓ Upper = 130
- ✓ Upper fake = 0

Medula/PRV

- ✓ Priority = 90

Anel (PTV+2cm)

- ✓ Upper = 85 (50% Dose Prescrita)

NTO (Manual)

- ✓ Priority = 180

OAR's (minimize)

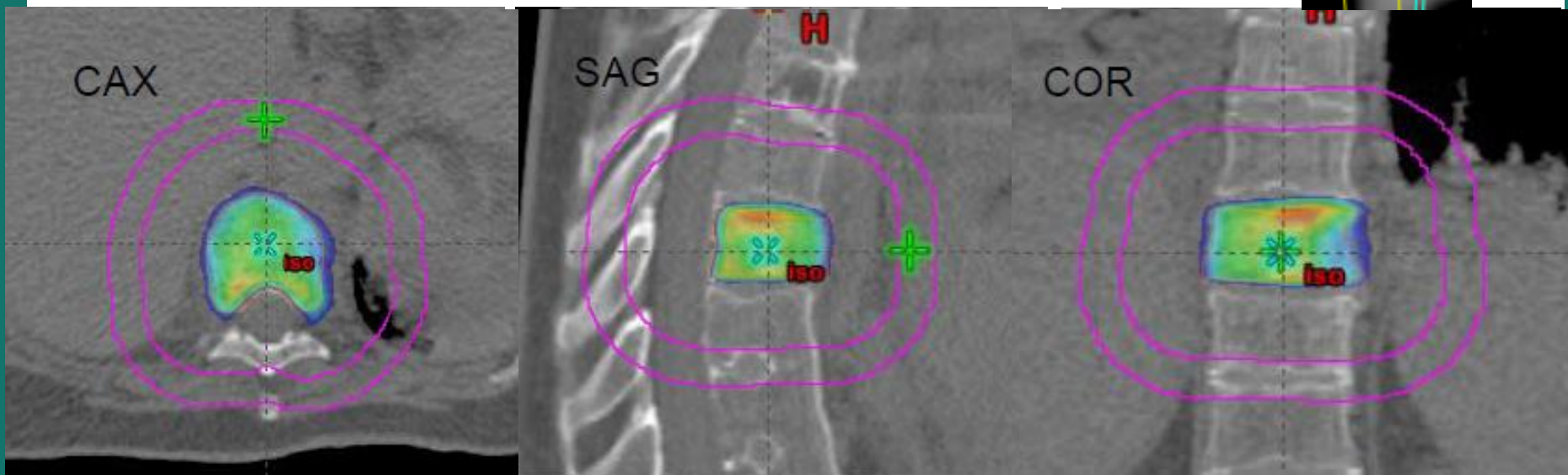
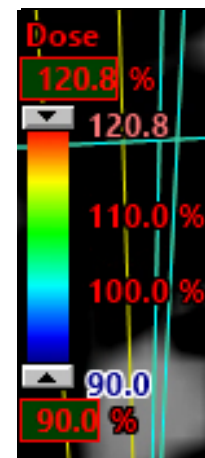
- ✓ Priority = 75



Avaliação da Distribuição da Dose

SBRT Vértebra

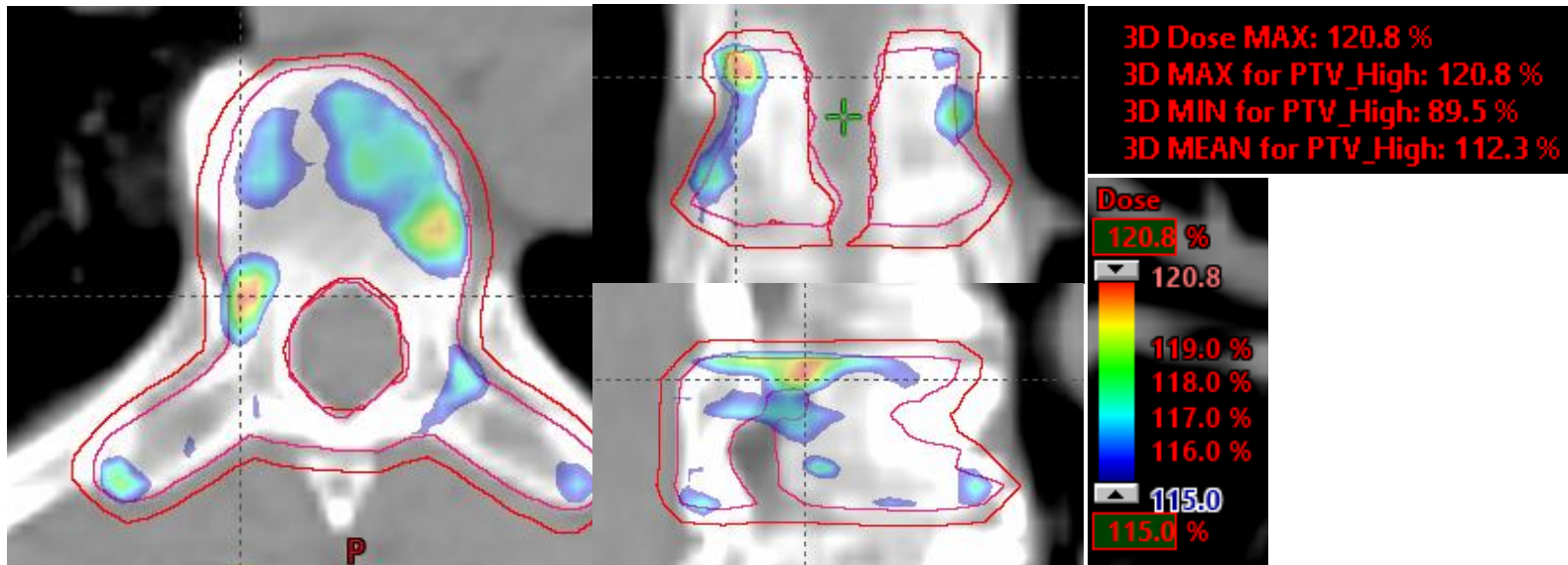
- Doses e índices avaliados no PTV 16 Gy:
- Cobertura do PTV $\rightarrow D95 \geq 100\%$
- Cobertura do PTV $\rightarrow D98 \geq 90\%$
- Índice de Conformidade ≤ 1.2



Avaliação da Distribuição da Dose

SBRT Vértebra

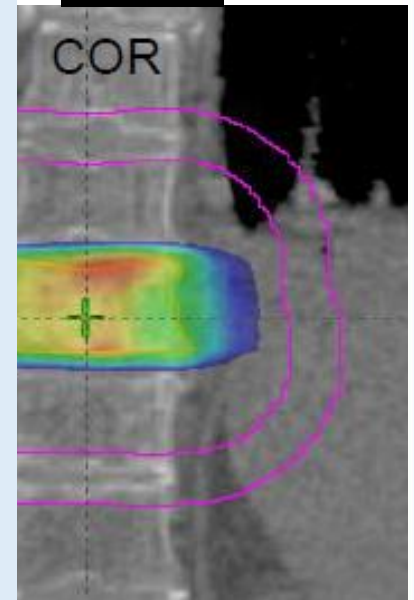
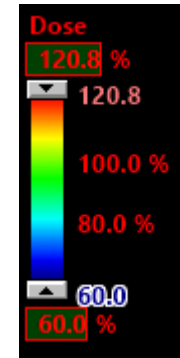
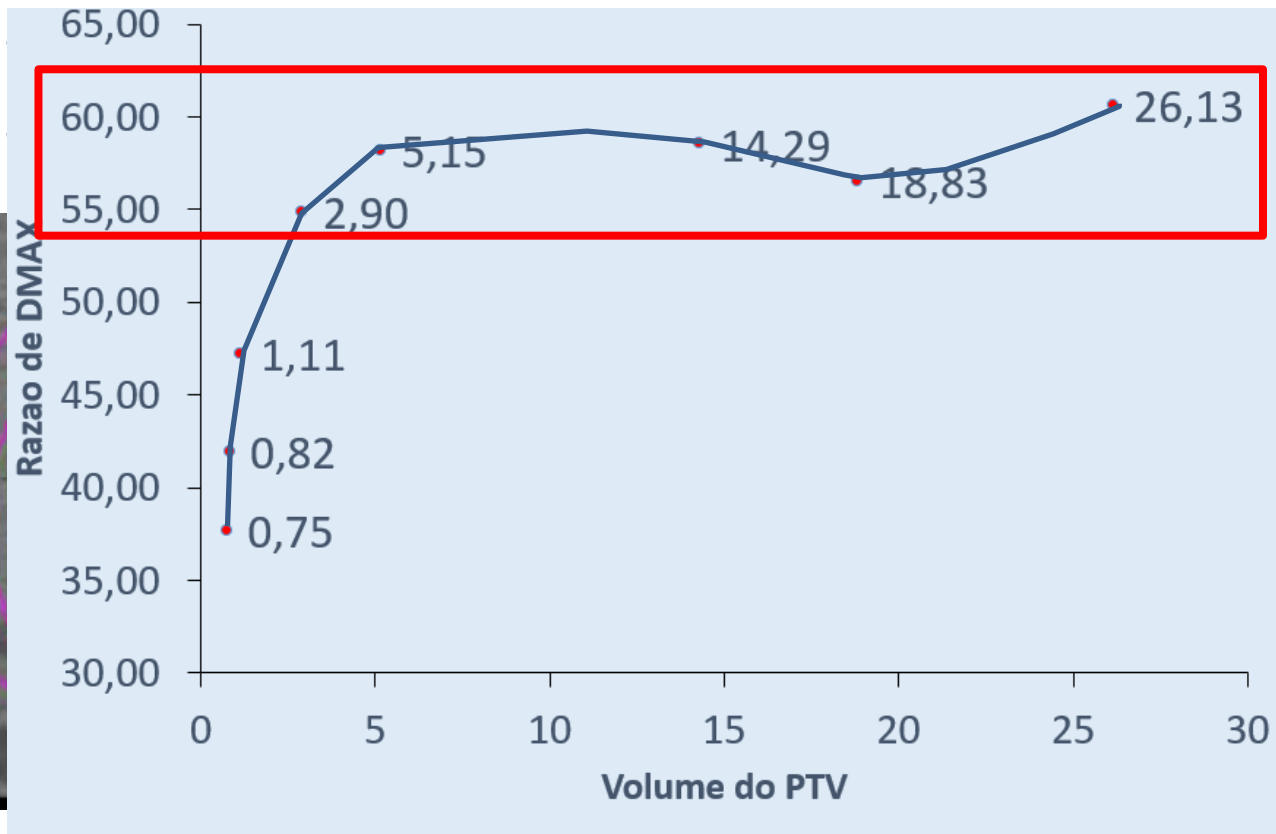
- Gradiente de Dose dentro do PTV:
- D_{max} dentro do CTV(PTV) $\rightarrow D_{0,03cc} \leq 120\%$
- $V110 \leq 10\%$



Avaliação da Distribuição da Dose

SBRT Vértebra

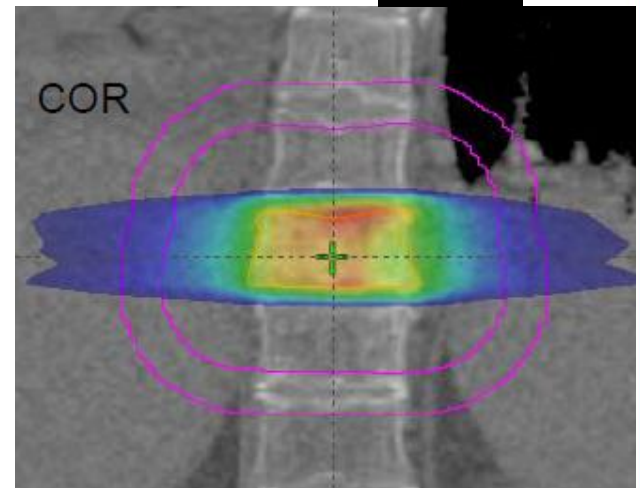
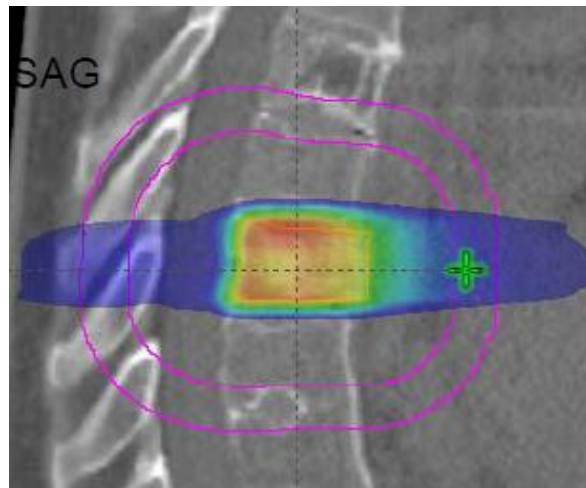
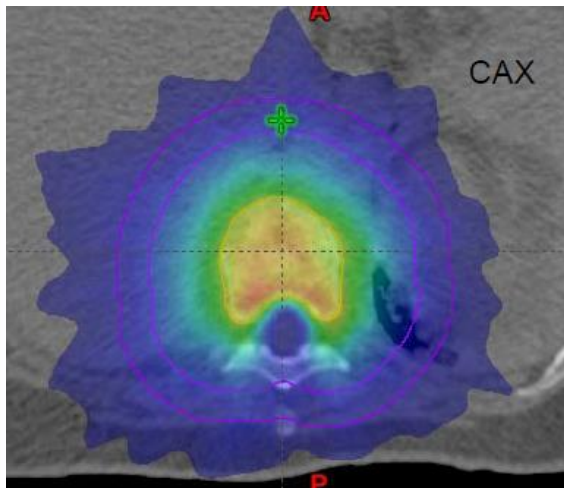
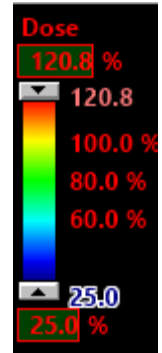
- Fall off e Gradiente de Dose:**



Avaliação da Distribuição da Dose

SBRT Vértebra

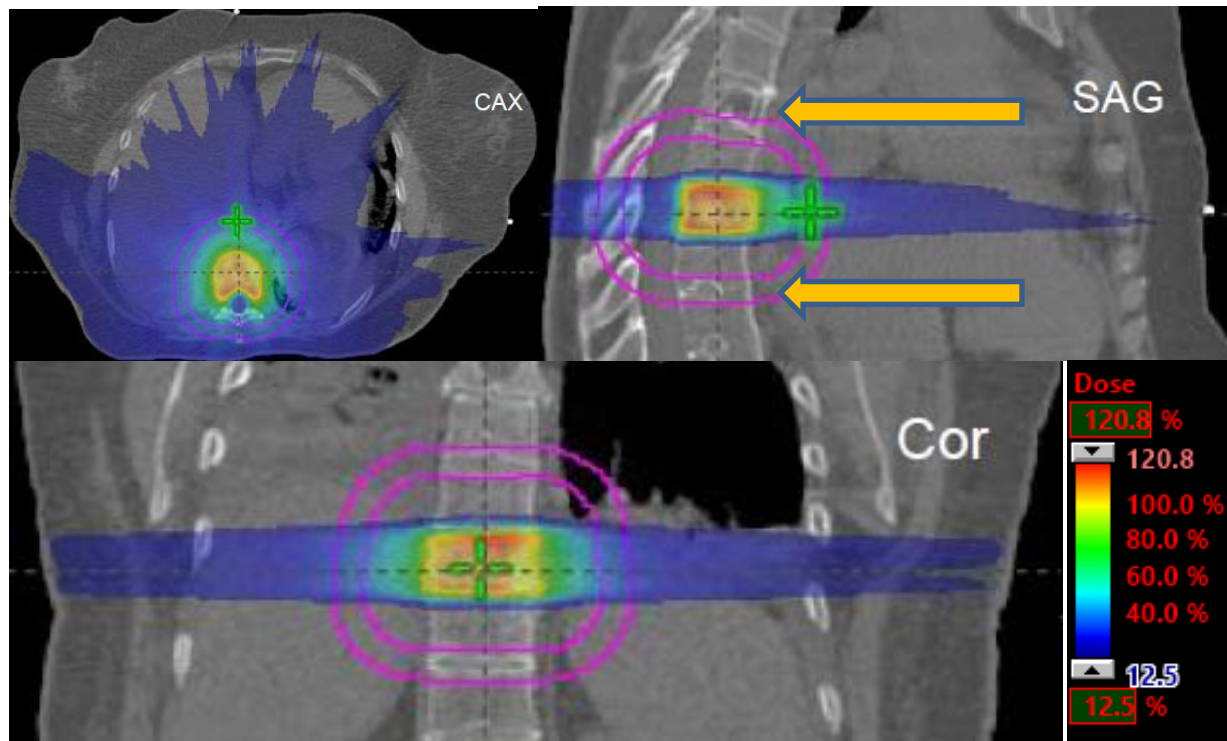
- Verificar distribuição de dose < Prescrição:
 - 25% Dose Prescrita = **4 Gy**



Avaliação da Distribuição da Dose

SBRT Vértebra

- Verificar distribuição de dose < Prescrição:
 - 12,5% Dose Prescrita = **2 Gy**



Avaliações das Doses e Volumes

SBRT Vértebra

- Atualmente seguimos as seguintes referências para avaliarmos o DVH:

PTV

Prescrição de dose

	PTV _____ (FASE _____)
Fracionamento de dose	____ x ____ cGy = ____ Gy
Curva de prescrição	
No Campos/dia	
PTV	$D_{95\%} \geq 100(95\%):$ ____ $D_{98\%} =$ ____ % $D_{2\%} =$: ____ % $D_{0,03cc} \leq 120(125\%):$ ____ $IC < 1,2 = V_{DOSE}/V_{PTV}: $ ____ $IG < 5,0 = V_{ISO 50\%}/V_{ISOPREC}: $ ____

OAR Constraints

	ESTRUTURA	CRITÉRIOS	OBSERVAÇÃO	PRIORIDADE
☐	Nervo Óptico	Dir: $D_{0,2cc} \leq 8Gy:$ ____ $D_{max} < 10Gy:$ ____ Esq: $D_{0,2cc} \leq 8Gy:$ ____ $D_{max} < 10Gy:$ ____		
☐	Cóclea	Dir: $D_{max} < 9Gy:$ ____ Esq: $D_{max} < 9Gy:$ ____		
☐	Tronco	$D_{0,5cc} \leq 10Gy:$ ____ $D_{max} < 15Gy:$ ____		
☐	Medula	$D_{0,35cc} \leq 10Gy:$ ____ $D_{1,2cc} \leq 7Gy:$ ____ $D_{max} < 14Gy:$ ____		
☐	Medula Subvolume	$D_{10\%} \leq 10Gy:$ ____ $D_{max} < 14Gy:$ ____		
☐	Cauda Equina	$D_{5cc} \leq 14Gy:$ ____ $D_{max} < 16Gy:$ ____		
☐	Plexo Sacral	$D_{5cc} \leq 14,4Gy:$ ____ $D_{max} < 16Gy:$ ____		
☐	Esôfago	$D_{5cc} \leq 11,9Gy:$ ____ $D_{max} < 15,4Gy:$ ____		
☐	Plexo Braquial	$D_{3cc} \leq 14Gy:$ ____ $D_{max} < 17,5Gy:$ ____		
☐	Área Cardíaca	$D_{15cc} \leq 16Gy:$ ____ $D_{max} < 22Gy:$ ____		
☐	Grandes Vasos	$D_{10cc} \leq 31Gy:$ ____ $D_{max} < 37Gy:$ ____		

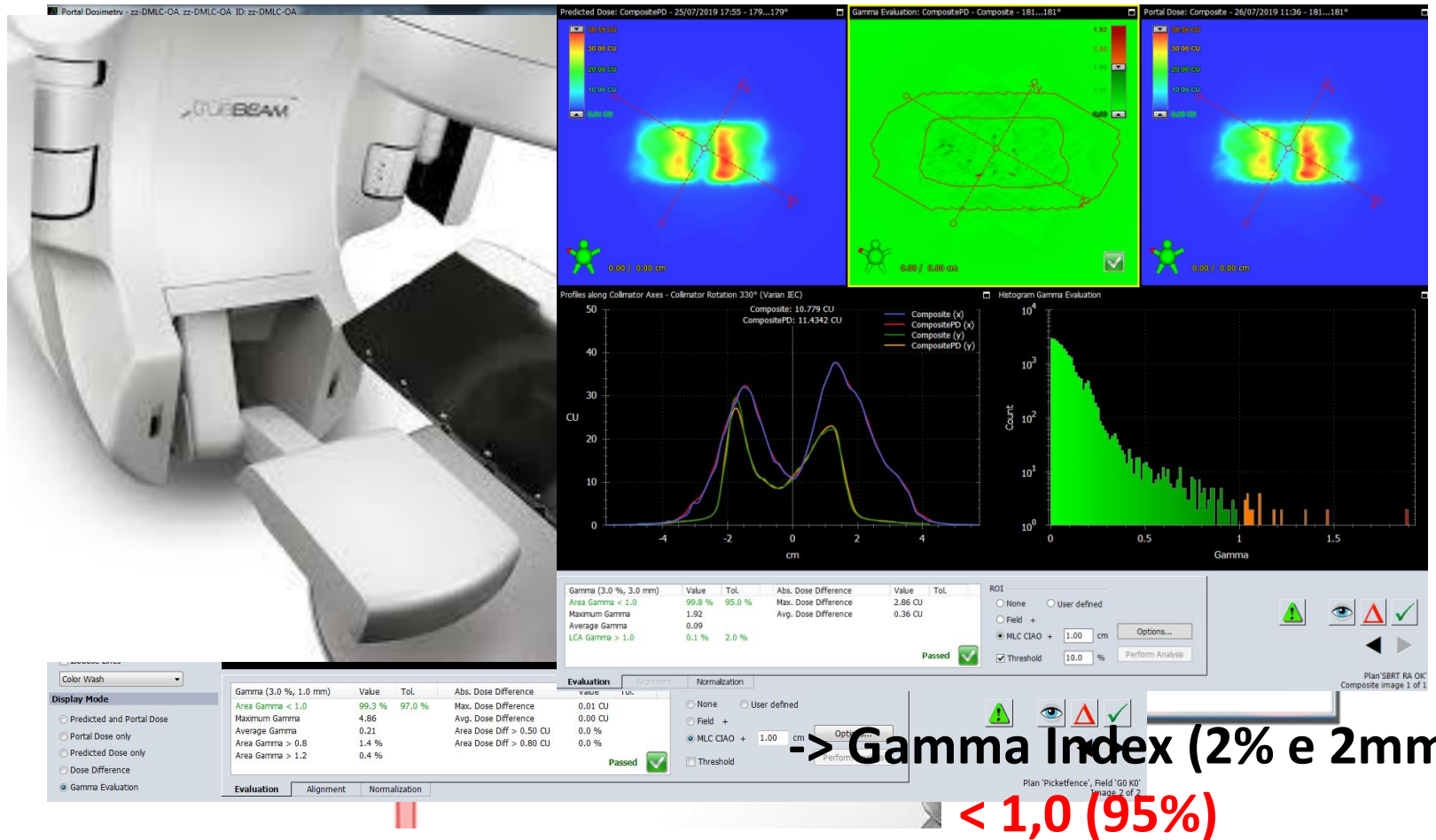
Ryu, S et al. RTOG 0631 Phase II/III Int J Radiat Oncol Biol Phys 2011

Menzel H, S et al. ICRU 91 Journal of the ICRU, 2014.



Timmerman, 6-2009.

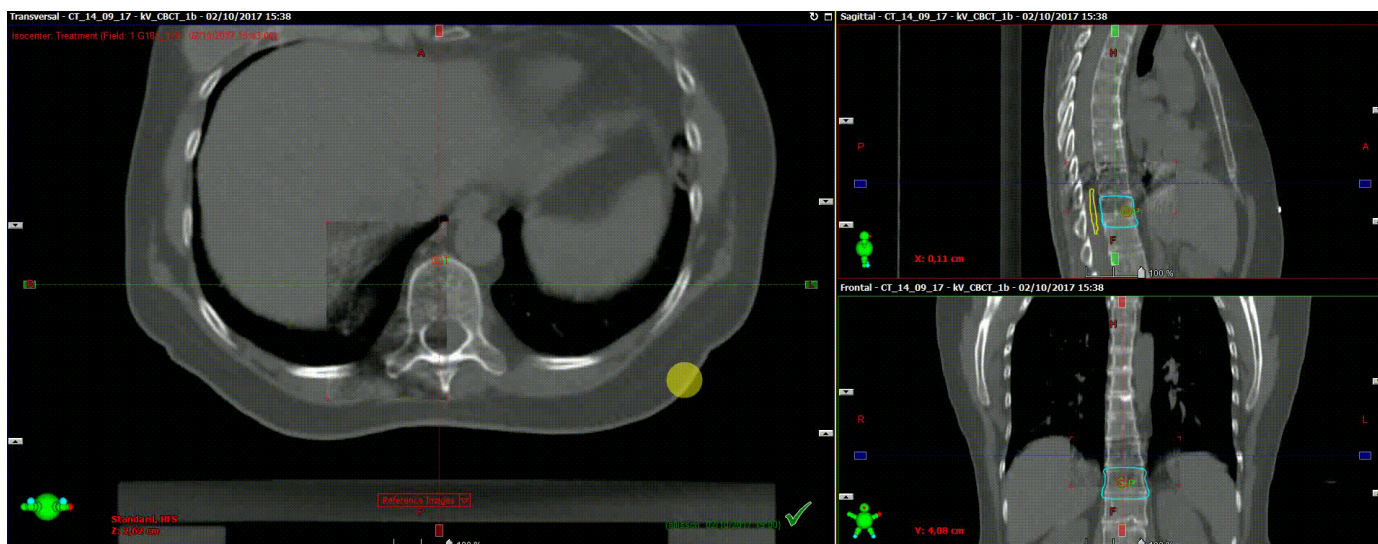
Programa de Garantia da Qualidade SBRT Vértebra



Tratamento do paciente

SBRT Vértebra

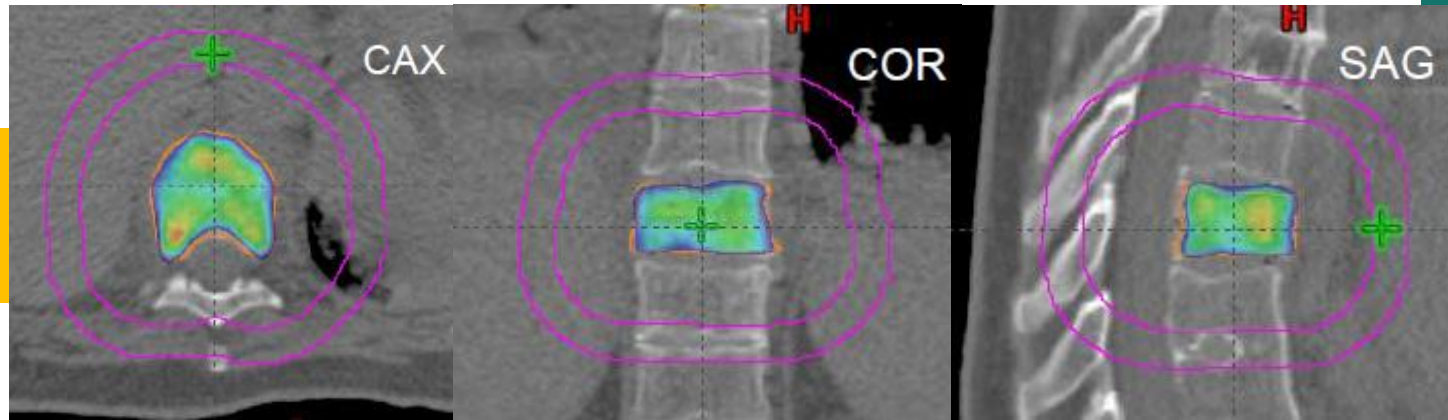
- Físico e Médico acompanham posicionamento e tratamento do paciente.
- Análise e liberação do CBCT pelo Radio-Oncologista.
- Imagens Intra-fração (*Triggered Imaging*).



Considerações Práticas

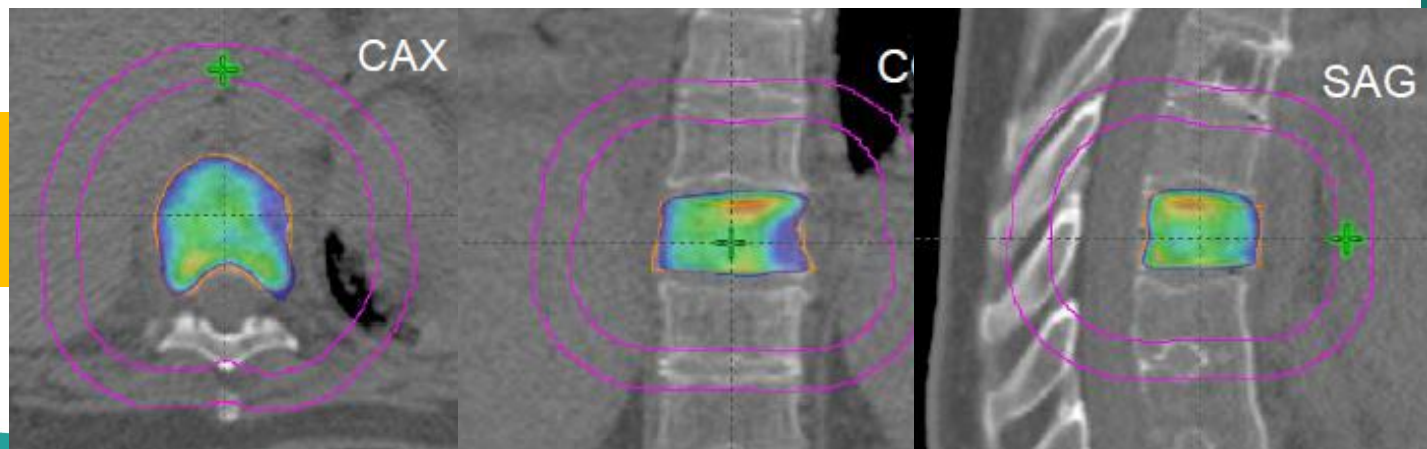
- Por que utilizar colimador com ângulos 0° ou 90° ?

**Colimador
 45°**



100% Dose Prescrição

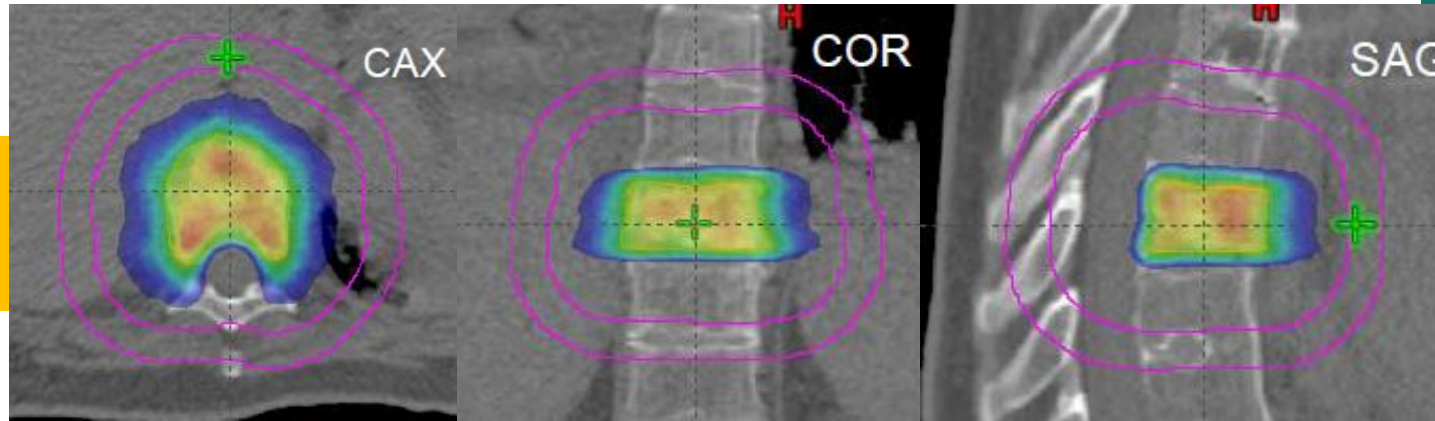
**Colimador
 0° ou 90°**



Considerações Práticas

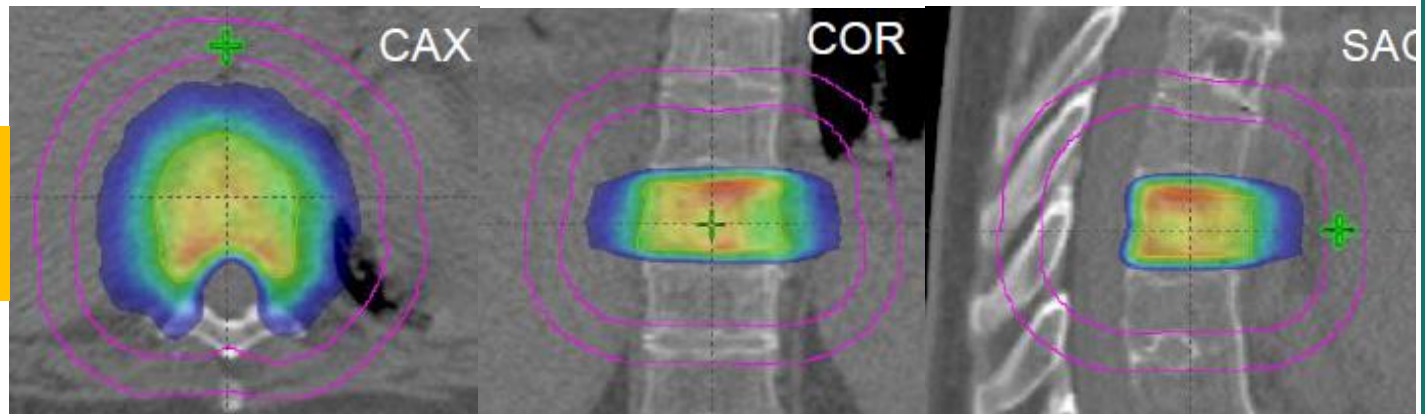
- Por que utilizar colimador com ângulos 0° ou 90° ?

**Colimador
 45°**



50% Dose Prescrição

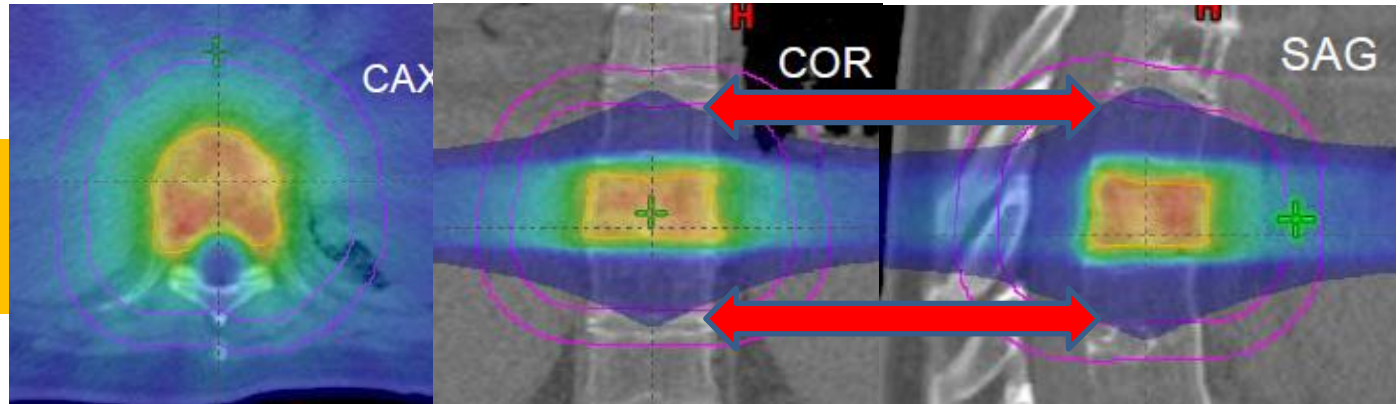
**Colimador
 0° ou 90°**



Considerações Práticas

- Por que utilizar colimador com ângulos 0° ou 90° ?

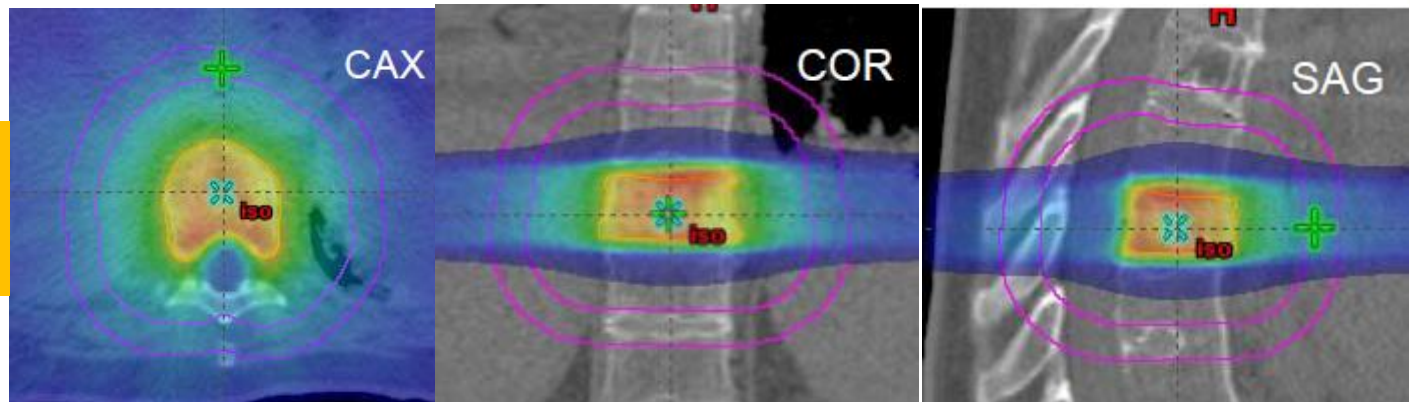
**Colimador
 45°**



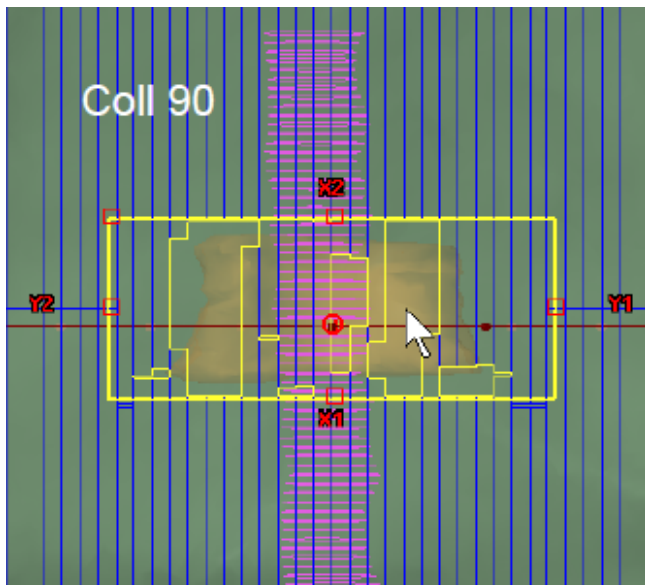
5% Dose Prescrição.

Aumento de ~ 15 cc da Dose tecido normal.

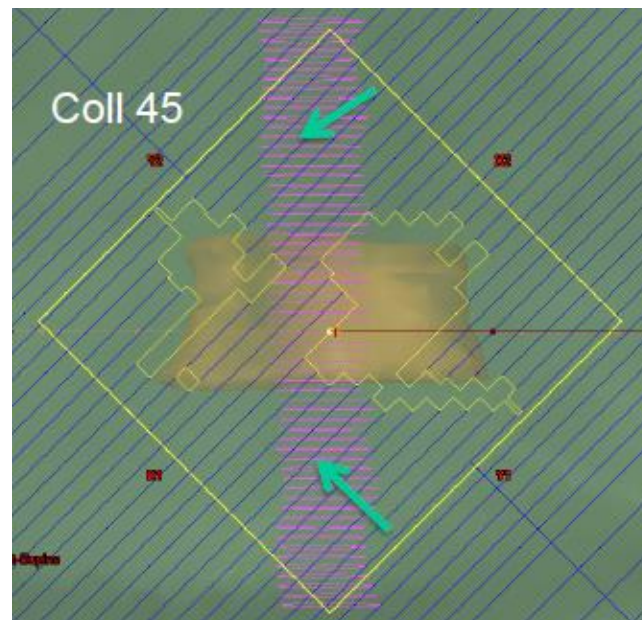
**Colimador
 0° ou 90°**



Considerações Práticas



- Quando colimador está à 45°, abertura do Jaw ~ 2x maior.
- Dose de transmissão na parte inferior e superior do OAR.



Considerações Práticas

SBRT Vértebra

- Impacto da grade de cálculo no planejamento?

Conclusão: Para Volumes < 1 cc Grade 1 mm

Pacientes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Índice de Conformidade	1,07/1,09	1,38/1,36	1,07/1,12	1,65/1,29	0,98/1,00	2,83/1,93	1,11/1,2	1,24/1,27	1,00/1,00	1,04/1,04
Índice de Homogeneidade	0,06/0,07	0,08/0,08	0,13/0,15	0,10/0,13	0,11/0,13	0,04/0,08	0,06/0,09	0,14/0,15	0,10/0,09	0,14/0,13
Índice de Gradiente	0,63/0,67	0,60/0,65	0,42/0,45	0,34/0,40	0,78/0,82	0,54/0,62	0,73/0,77	0,43/0,46	1,05/1,14	0,95/0,97
Índice de Conformidade Paddick	0,95/0,91	0,74/0,75	0,95/0,90	0,64/0,81	1,02/1,00	0,37/0,54	0,97/0,94	0,85/0,82	0,99/1,00	0,96/0,97
Tempo de Cálculo	5'16" 1'29"	4'03" 1'20"	3'21" 1'24"	4'35" 2'04"	9'15" 2'27"	4'51" 2'25"	4'40" 1'33"	3'30" 1'05"	4'31" 1'44"	4'47" 1'44"



Considerações Finais

SBRT Vértebra

- Estabelecer protocolos técnicos e clínicos;
- Determinar a modalidade de tratamento (3DCRT, IMRT, VMAT);
- Comissionamento (Campos Pequenos, DLG e Transmissão);
- Treinamento da equipe;

- Reports e guidelines (RTOG 0631, TG176, ICRU 83 e 91);
- Programa de Garantia da Qualidade;
- IGRT (Níveis de Ação);
- Imobilizadores e acessórios necessários;





Radioterapia
Barretos/Jales/Porto Velho



BARRETOS/UCLA RADIATION ONCOLOGY REFRESHER COURSE 2019

AN **ASTRO**
ENDORSED MEETING

Date
NOVEMBER, 08th – 09th
IRCAD Latin America – Barretos/SP

International Speakers



Phuoc T. Tran, MD, PhD



Ann C. Raldow, MD, MPH



Albert Chang, MD, PhD



Phys. Sang-June Park, PhD



C. Jillian Tsai, MD, PhD



Phys. Minsong Cao, PhD



Percy Lee, MD, PhD



Robert Chin, MD, PhD

REALIZATION

ha hospital
de amor
barretos



SUPPORT

ASTRO
AMERICAN SOCIETY FOR RADIATION ONCOLOGY

INFORMATION

Phone: (17) 3321-6600 ext. 7081
www.oncoeventos.com.br
oncoeventos@hcancerbarretos.com.br

OBRIGADO!

Diego Cunha

Coordenador de Física Médica

diegocunhalves@hotmail.com

Barretos Cancer Hospital