



XXI

CONGRESSO  
DA SOCIEDADE  
BRASILEIRA DE  
RADIOTERAPIA

# Tomografia 4D – implementação, protocolos e reconstrução

VILA NOVA STAR  
REDE D'OR



GABRIELA REIS S DE JESUS

GRUPO ONCOLOGIA D'OR –  
HOSPITAL VILA NOVA STAR

REALIZAÇÃO



**SBRT**  
SOCIEDADE BRASILEIRA  
DE RADIOTERAPIA

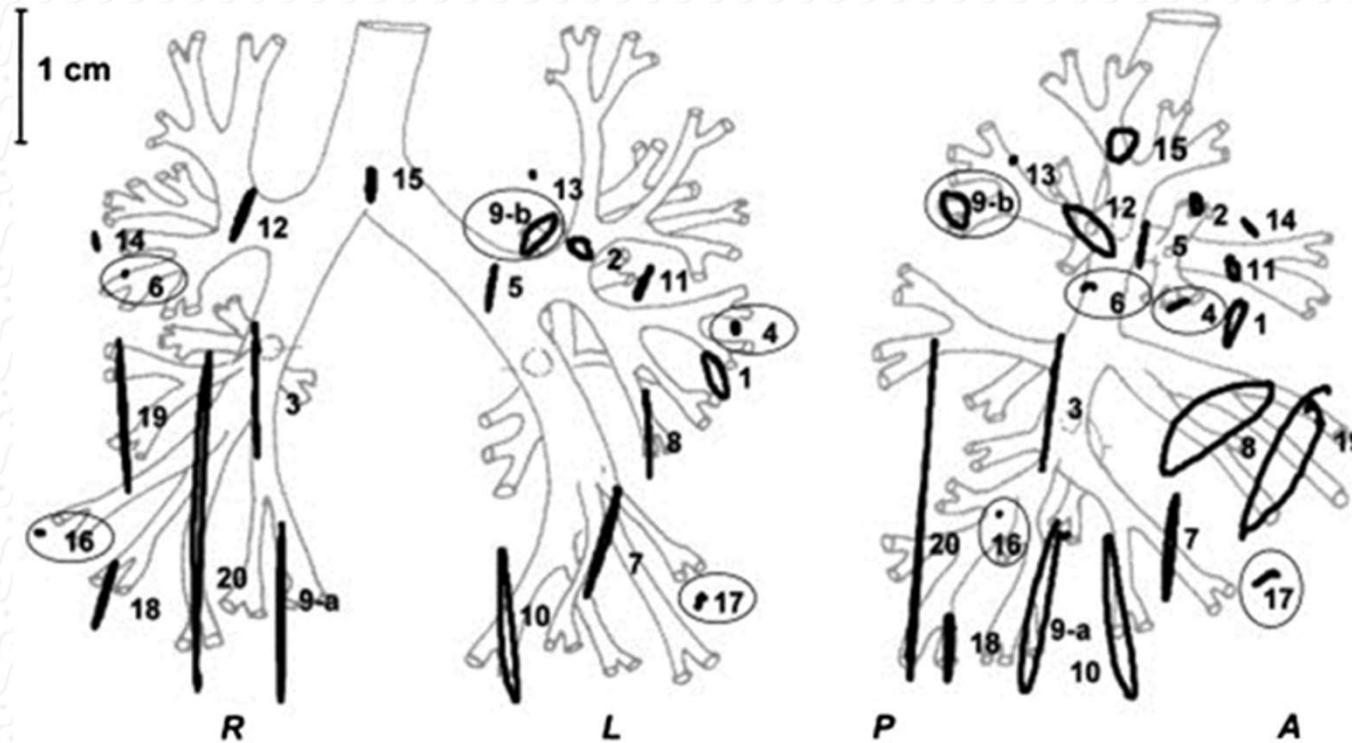
GERENCIAMENTO



AGÊNCIA OFICIAL



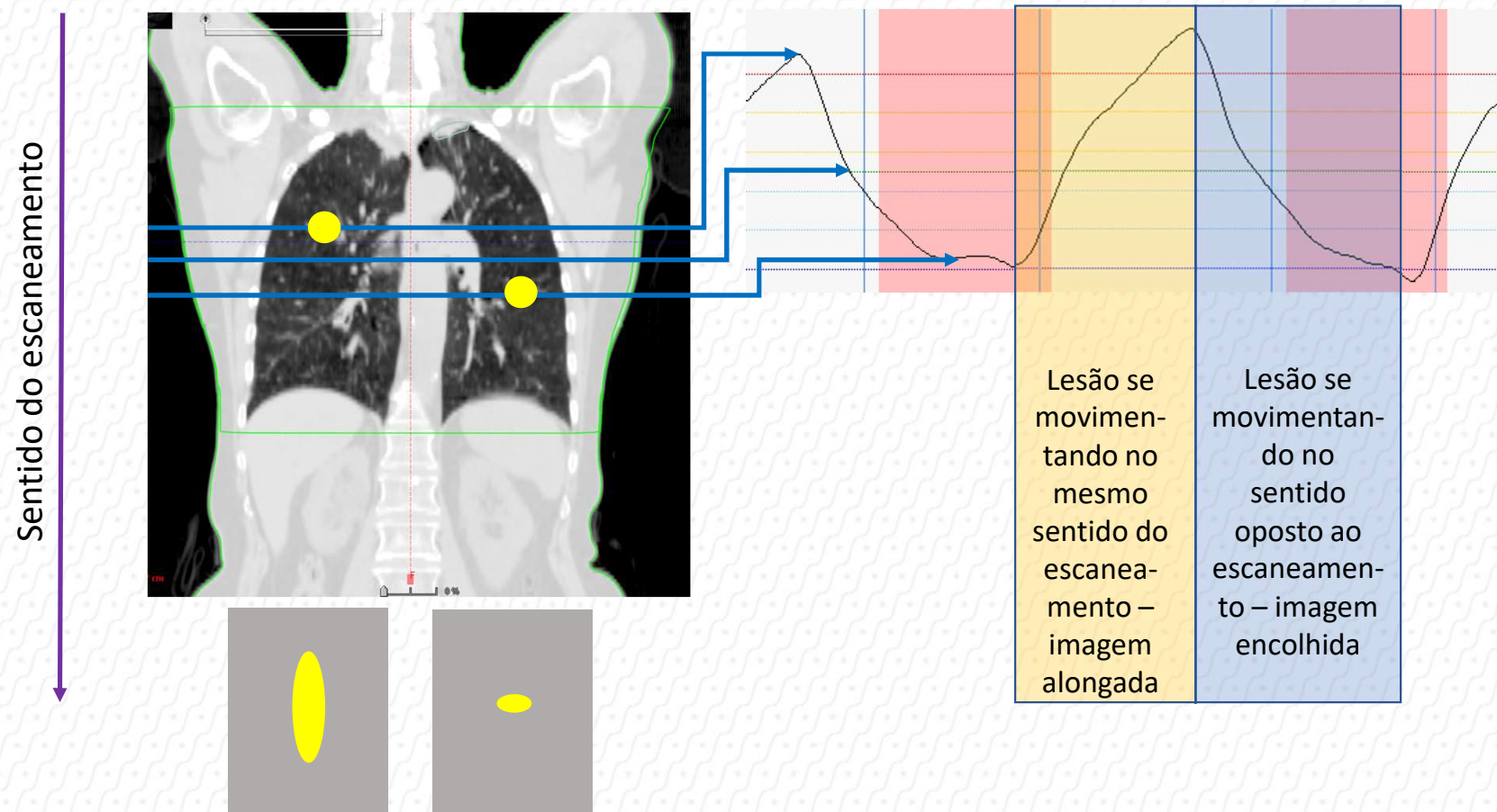
# 4DCT – motivação



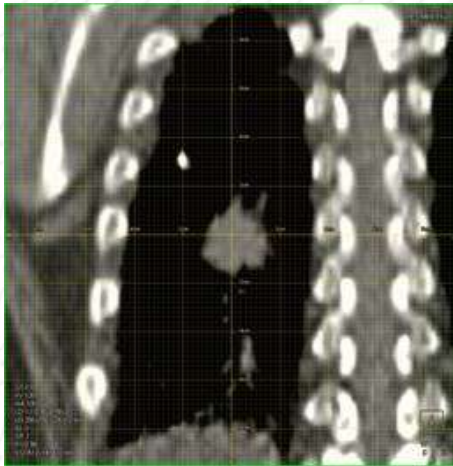
Seppenwoolde et al 2002 Int. J. Radiat. Oncol. Biol. Phys. 53 822-34.

- Alvos se movem e a trajetória é única para cada tipo de lesão, localização e paciente;
- CT convencional captura apenas um instante do movimento.

# CT em respiração livre



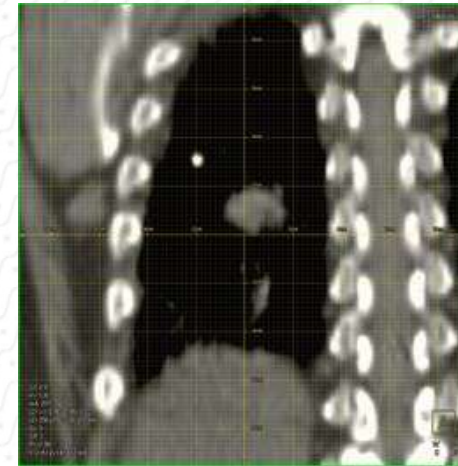
# CT em respiração livre – geometria incorreta



**Inspiração completa  
4DCT**

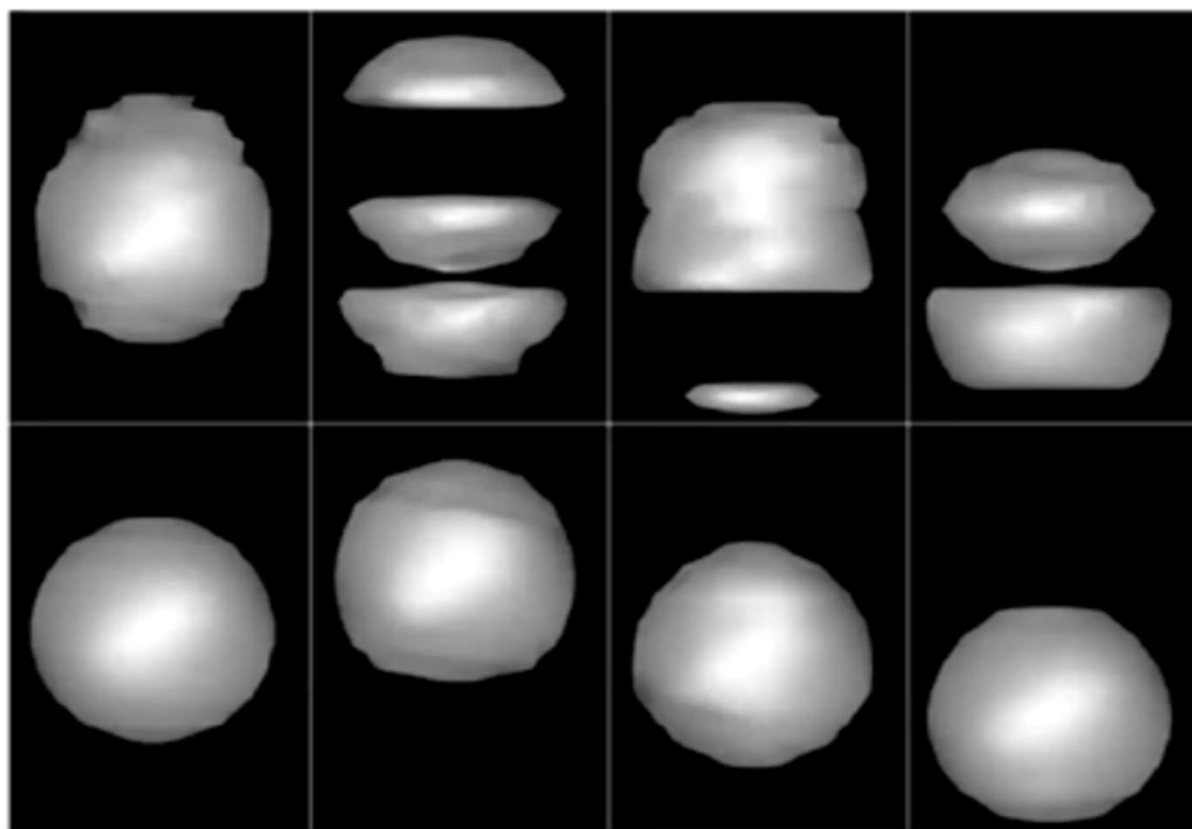


**Expiração completa  
4DCT**



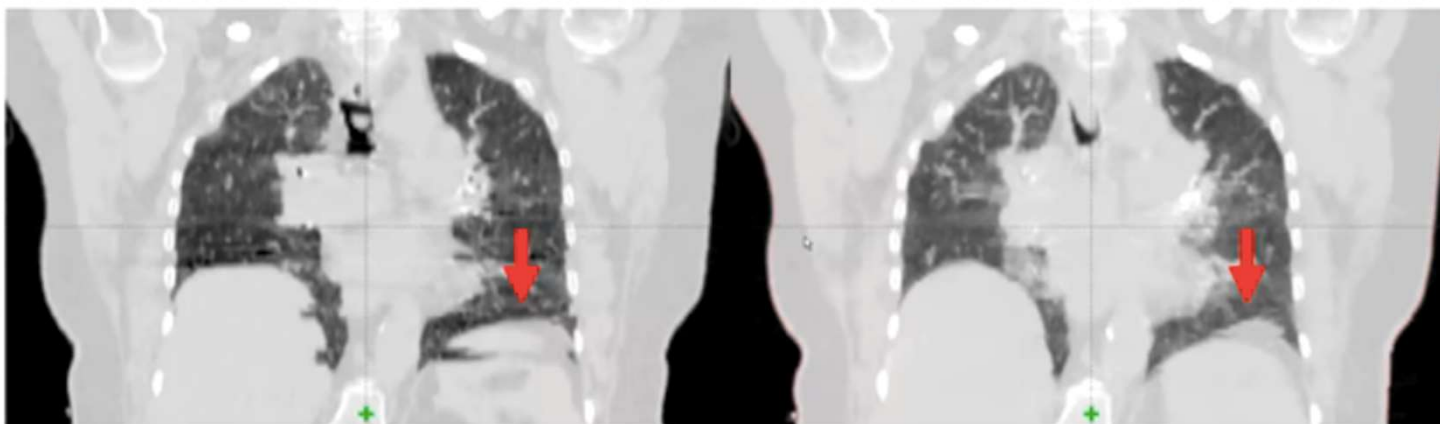
**CT convencional,  
respiração livre  
(formato e  
localização  
incorretos)**

# CT em respiração livre - artefatos



Rietzel et al., Med Phys 2005;32(4):874-889.

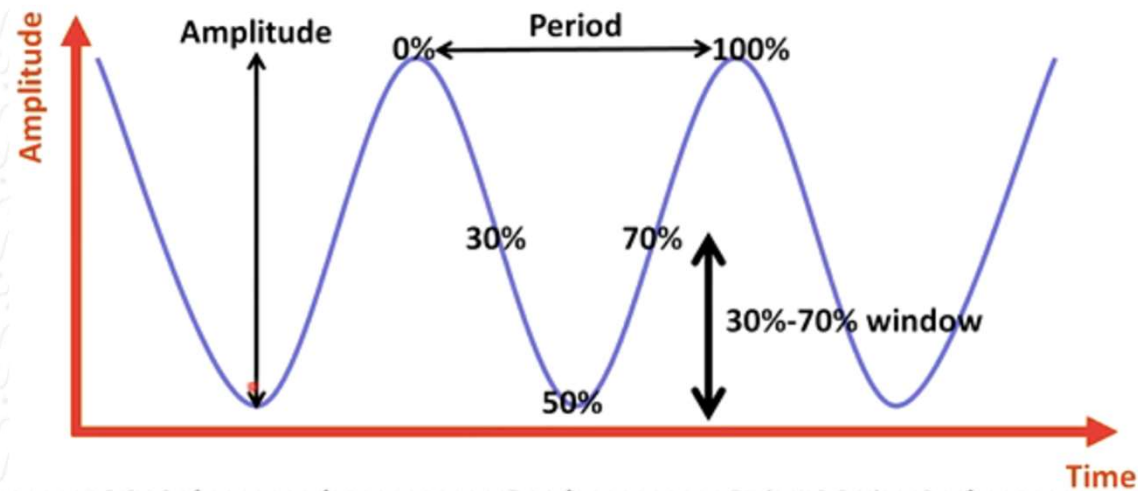
# CT em respiração livre - artefatos



Respiração livre

4DCT

# Ciclo respiratório - terminologia



Período = intervalo de tempo entre dois picos de inspiração máxima;

Amplitude = intervalo (espacial) de movimentação da caixa torácica (ou abdome)

0% e 100% = inspiração máxima

50% = expiração máxima

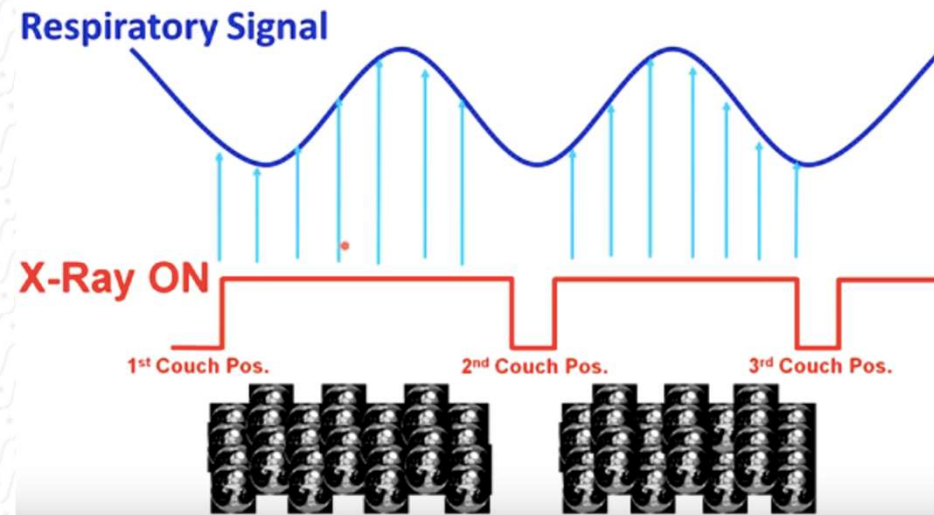
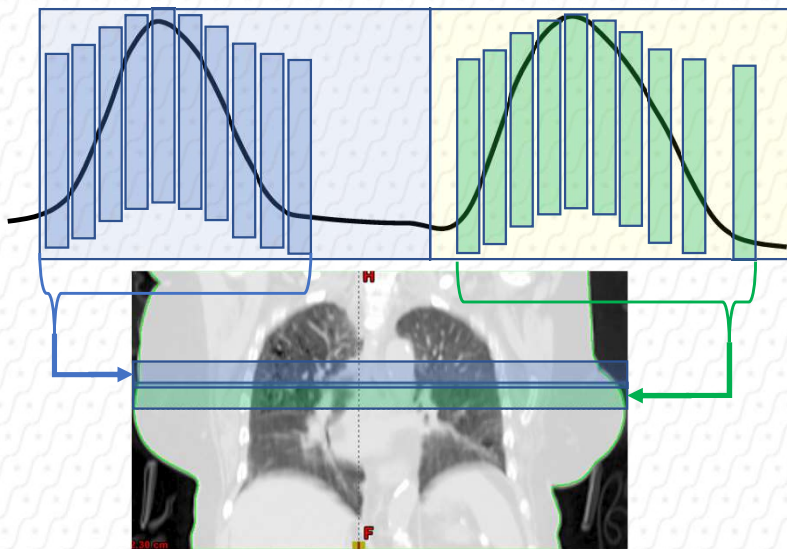
30% e 70% = meio entre inspiração e expiração (janela do gating, normalmente)

## 4DCT – como funciona?



- Alvo em movimento
- Através de múltiplas imagens, capturar as fases entre a posição inicial (inspiração) e a posição final (expiração)

## 4DCT – como funciona? (cont.)



- Para cada posição de mesa, várias imagens 2D são capturadas (oversampling);
- Cada imagem 2D é associada a uma determinada fase do ciclo respiratório;
- As imagens associadas são, então, separadas em grupos e um estudo completo é gerado para cada fase do ciclo (~300 imagens por estudo);
- Juntos, esses grupos constituem a CT-4D (~3000 imagens 2D)

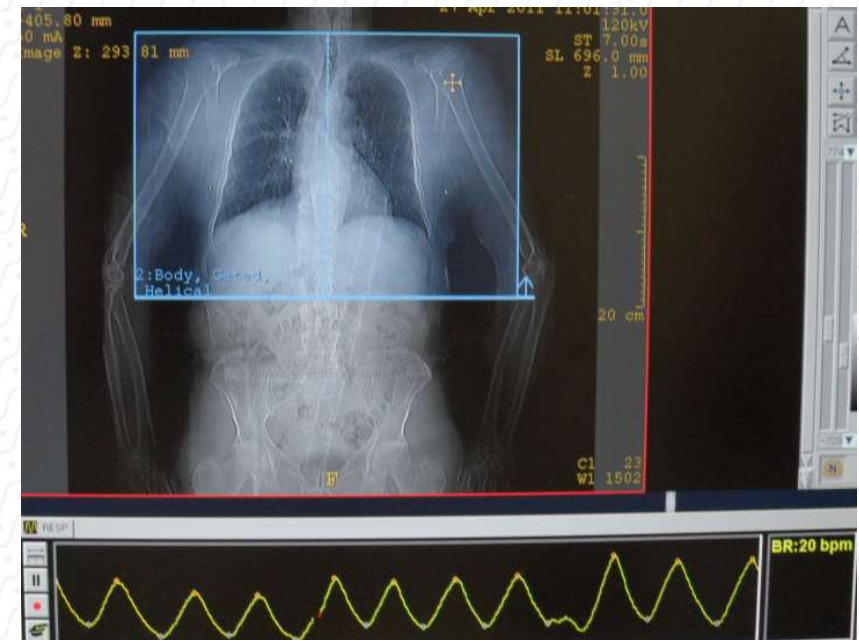
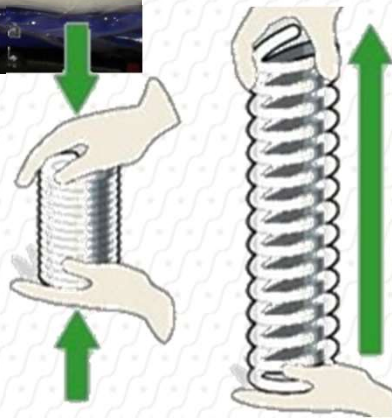
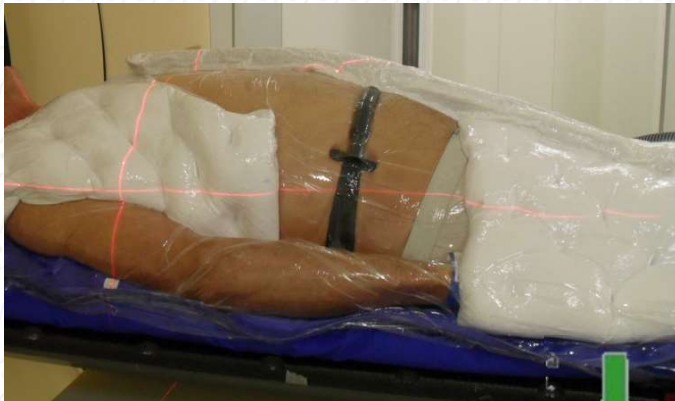
# Captura do ciclo respiratório



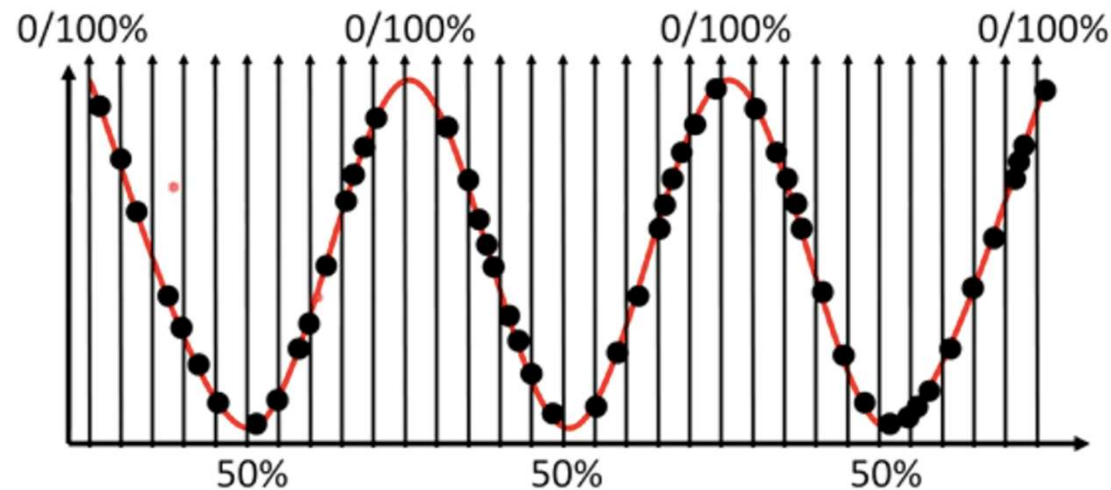
Varian® RGSC



# Captura do ciclo respiratório (cont.)

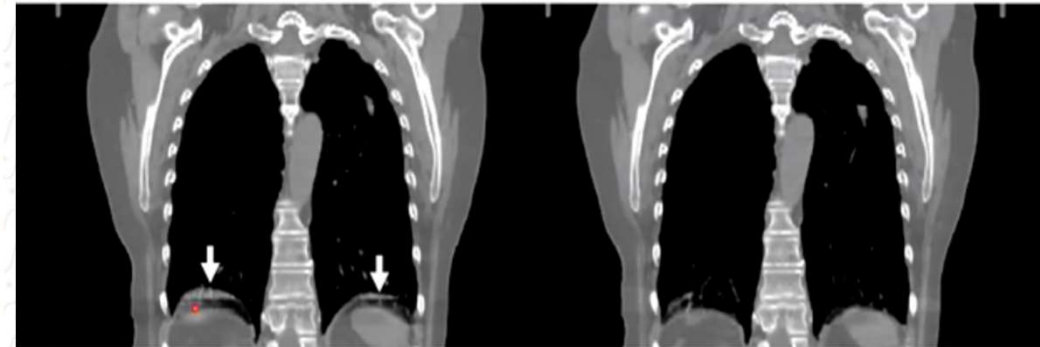
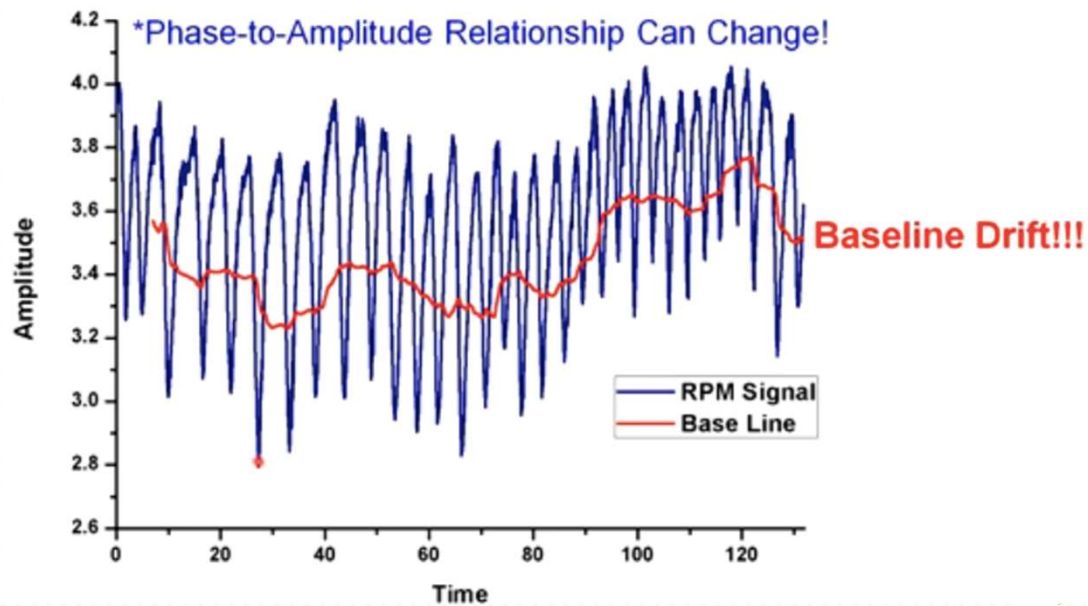


# Associação das imagens à fase do ciclo respiratório



- Divide-se o período (tempo entre dois picos) em 10 partes iguais (0% - 90%);
- As imagens adquiridas são associadas ao intervalo de tempo correspondente

# Associação por fase - limitação

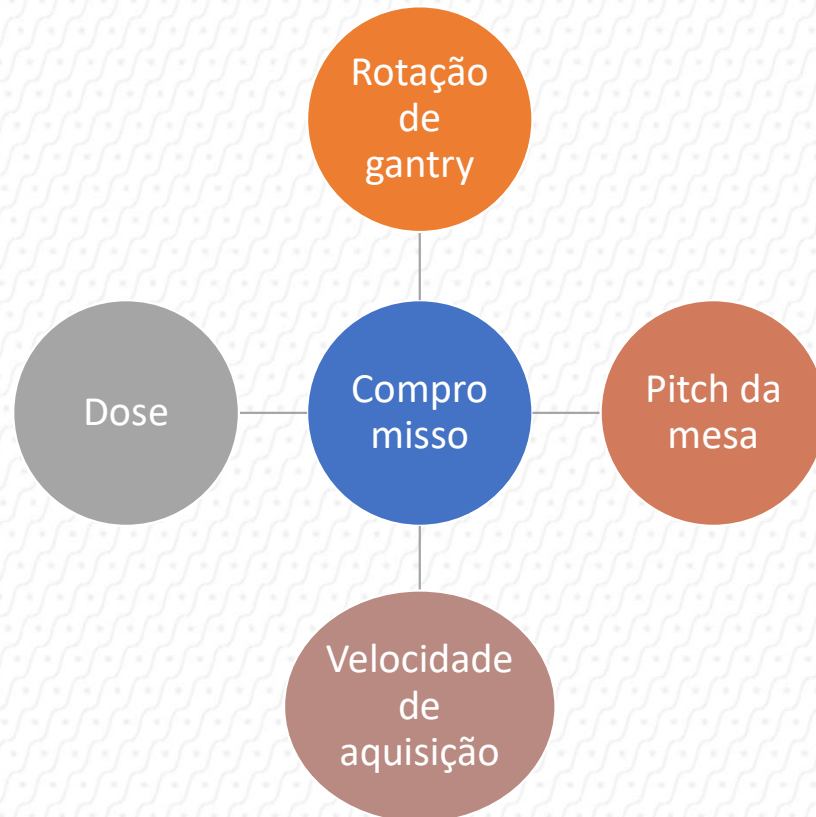


Associação por fase

Associação por amplitude

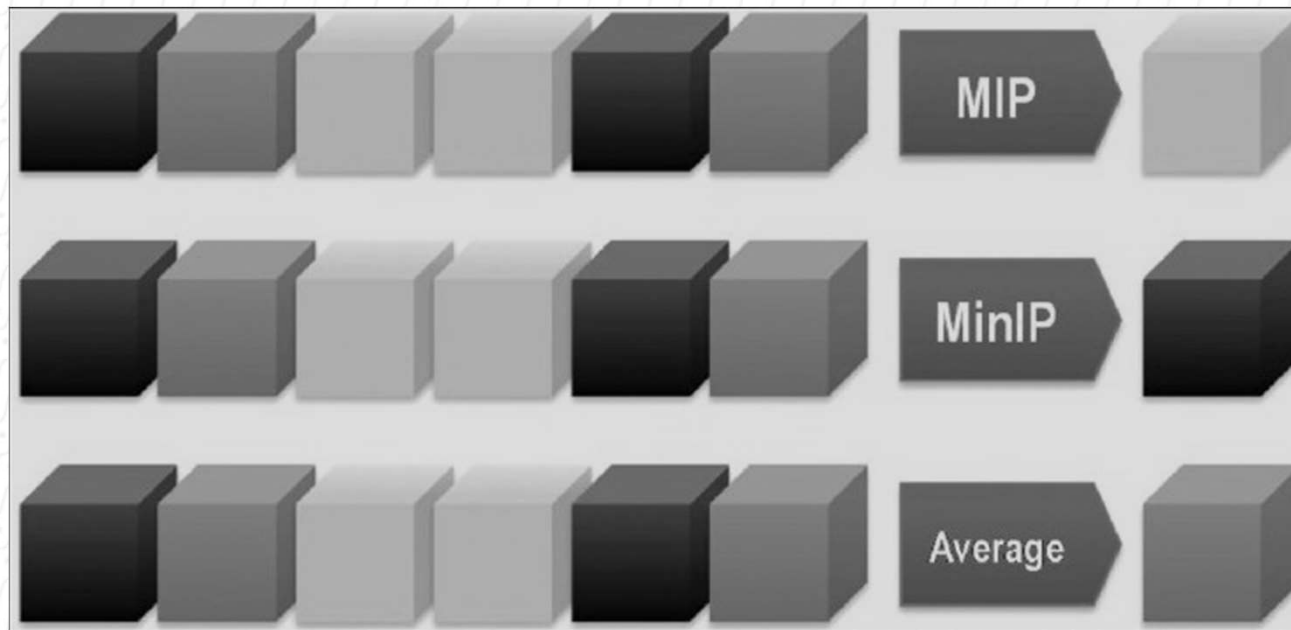
- Durante a aquisição de imagem, os picos de inspiração ( e os demais) podem apresentar diferentes amplitudes, o que causa artefato na imagem;

# Elaboração de protocolos



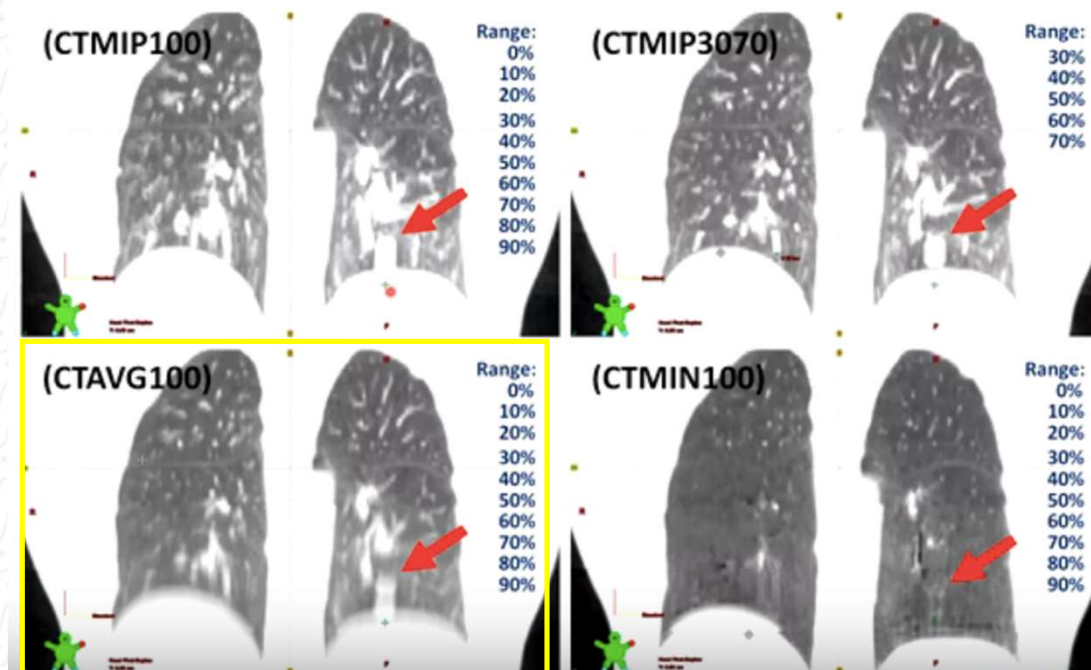
- Testar o protocolo, preferencialmente, em um phantom de movimento;
- Ajustar de acordo com os softwares e hardwares disponíveis

# Tipos de reconstrução



- **AVG = average** (valor médio, ponderado pelo tempo, do nível de cinza do pixel)
- **MIP = Maximum Intensity Projection** (valor máximo do nível de cinza que já ocupou aquele pixel)
- **MinIP = Minimum Intensity Projection** ( valor mínimo do nível de cinza que ocupou aquele pixel)

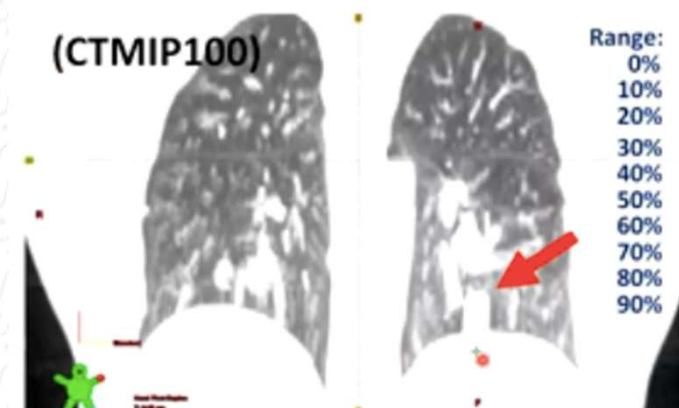
# Tipos de reconstrução (cont.)



AVG é utilizado para cálculo da dose e para delinear os OAR

# Tipos de reconstrução (cont.)

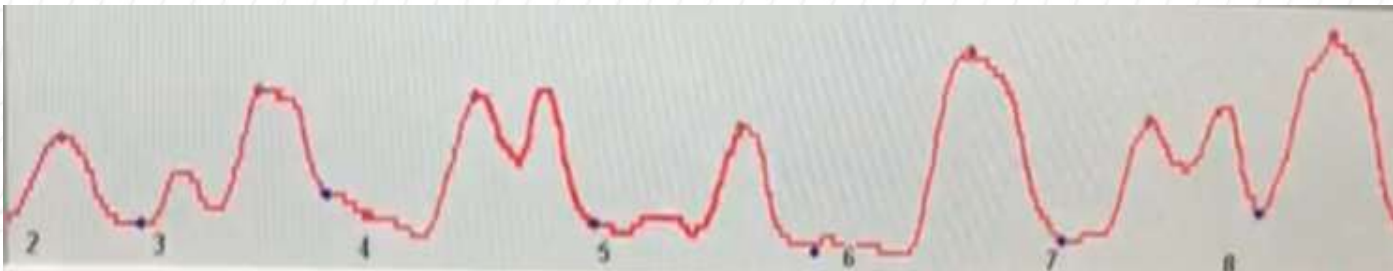
MIP geralmente é utilizado para delimitar o ITV em tumores pulmonares.  
(tumor é mais denso que o tecido pulmonar)



**Cuidado: lesões próximas ao diafragma = utilizar CT 50% para definir o limite caudal**

# 4DCT- precauções

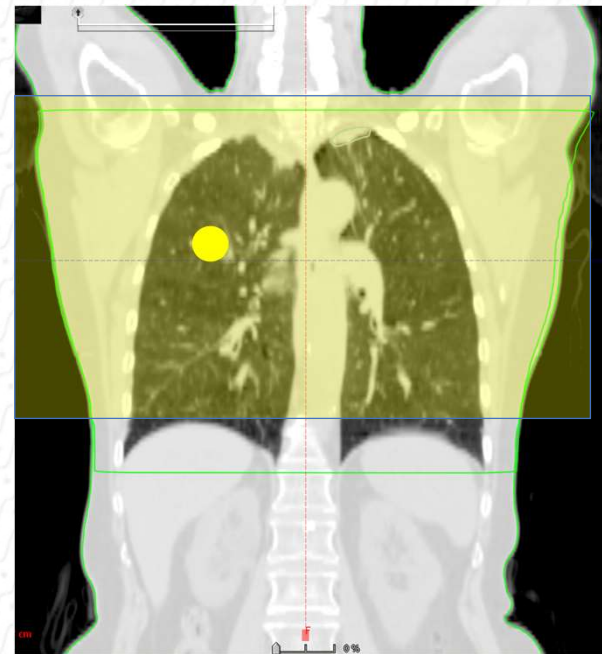
- Normalmente, CT4D é indicada para casos de SBRT pulmão / fígado / pâncreas;
  - pacientes com amplitude respiratória já limitada (doença pulmonar)
  - dificuldade em conseguir ciclo regular



**Treinamento do paciente?**

**Avaliar o ciclo antes de realizar o escaneamento**

## 4DCT – extrapolação para o dia do tratamento

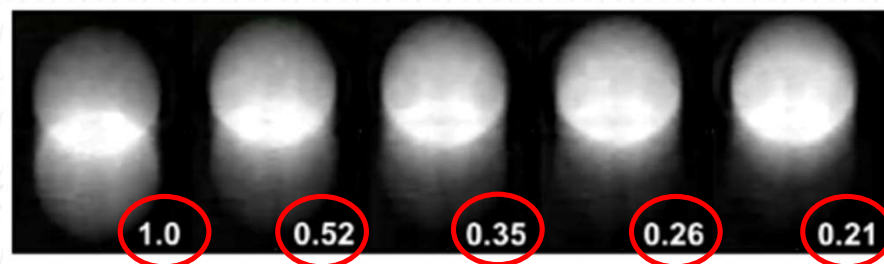


Se a imagem volumétrica produzida no AL  
não possuir gerência de movimento

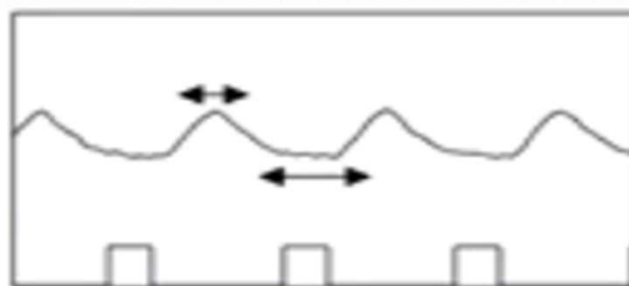


A imagem resultante da aquisição se  
assemelha a uma imagem AVG

## 4DCT – PTV vs imagem CBCT

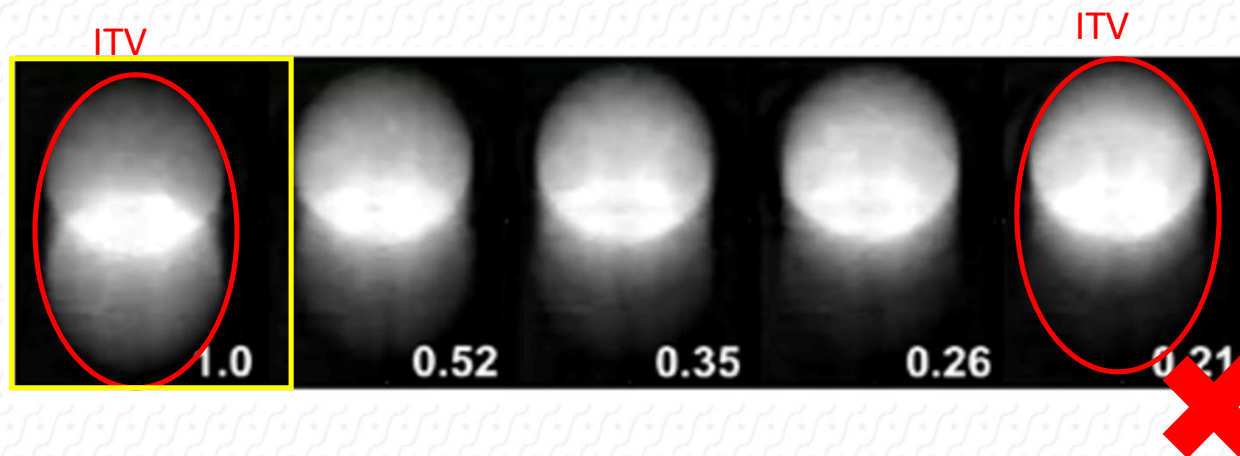


Esse valor corresponde à razão do tempo em que o paciente permanece na fase de inspiração em relação à fase de expiração.



Em geral, a razão é menor que 1 (mais tempo em expiração).

## 4DCT – PTV vs imagem CBCT



FAZER A FUSÃO PELA BORDA SUPERIOR DA LESÃO

# Considerações finais

- Adquirir a imagem 4D é muito mais simples do que entender suas características e limitações:
  - Treinamento;
  - QA
- Nem todos os pacientes serão elegíveis para a técnica;
- A análise do ciclo respiratório é a chave para muitas respostas;
- O monitoramento do paciente no momento do tratamento também é importante.



**Obrigada!**

**VILA NOVA<sup>★</sup>STAR**  
REDE D'OR

