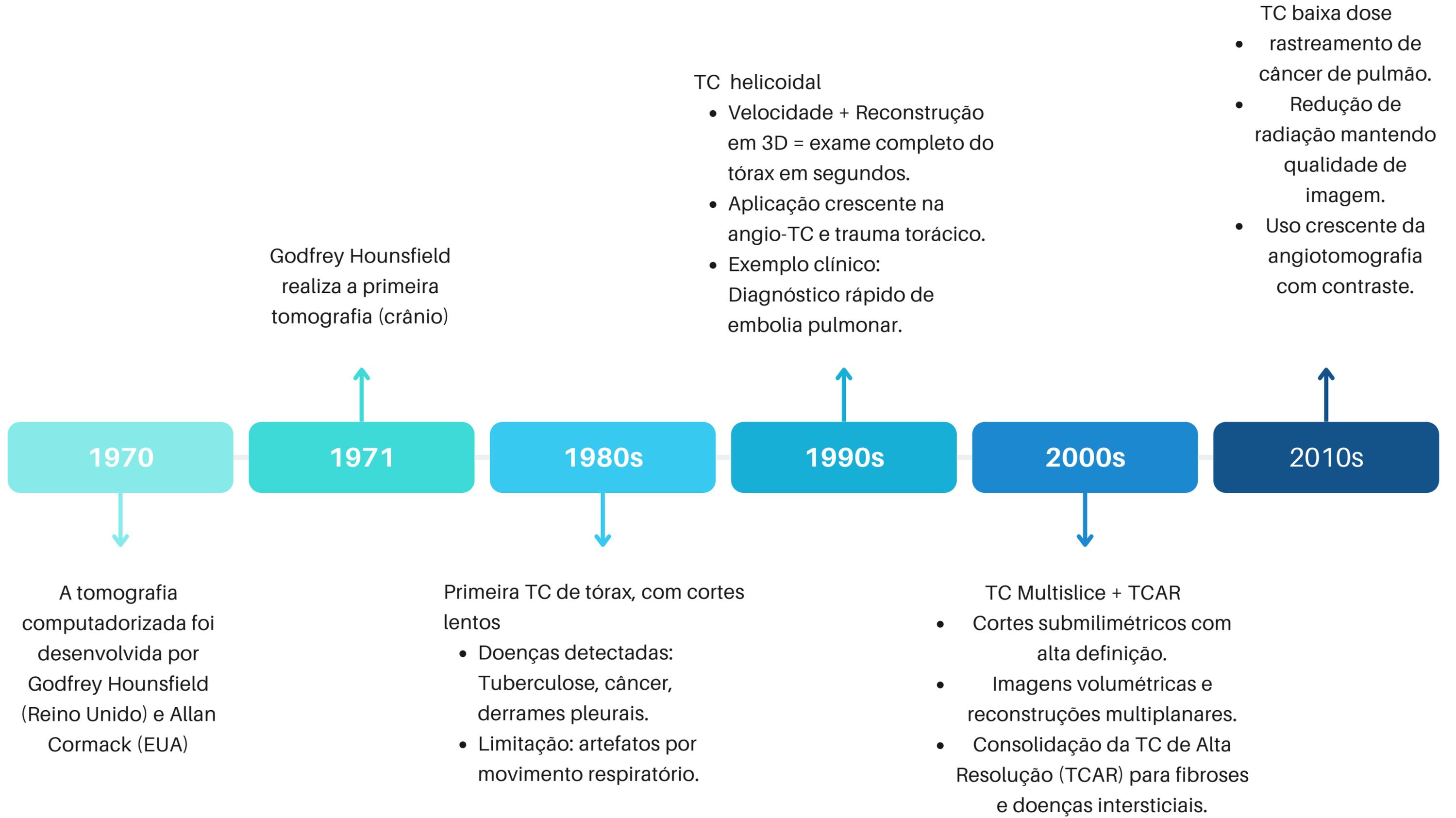


CURSO DE RADIOLOGIA: Aspectos técnicos da TC de tórax

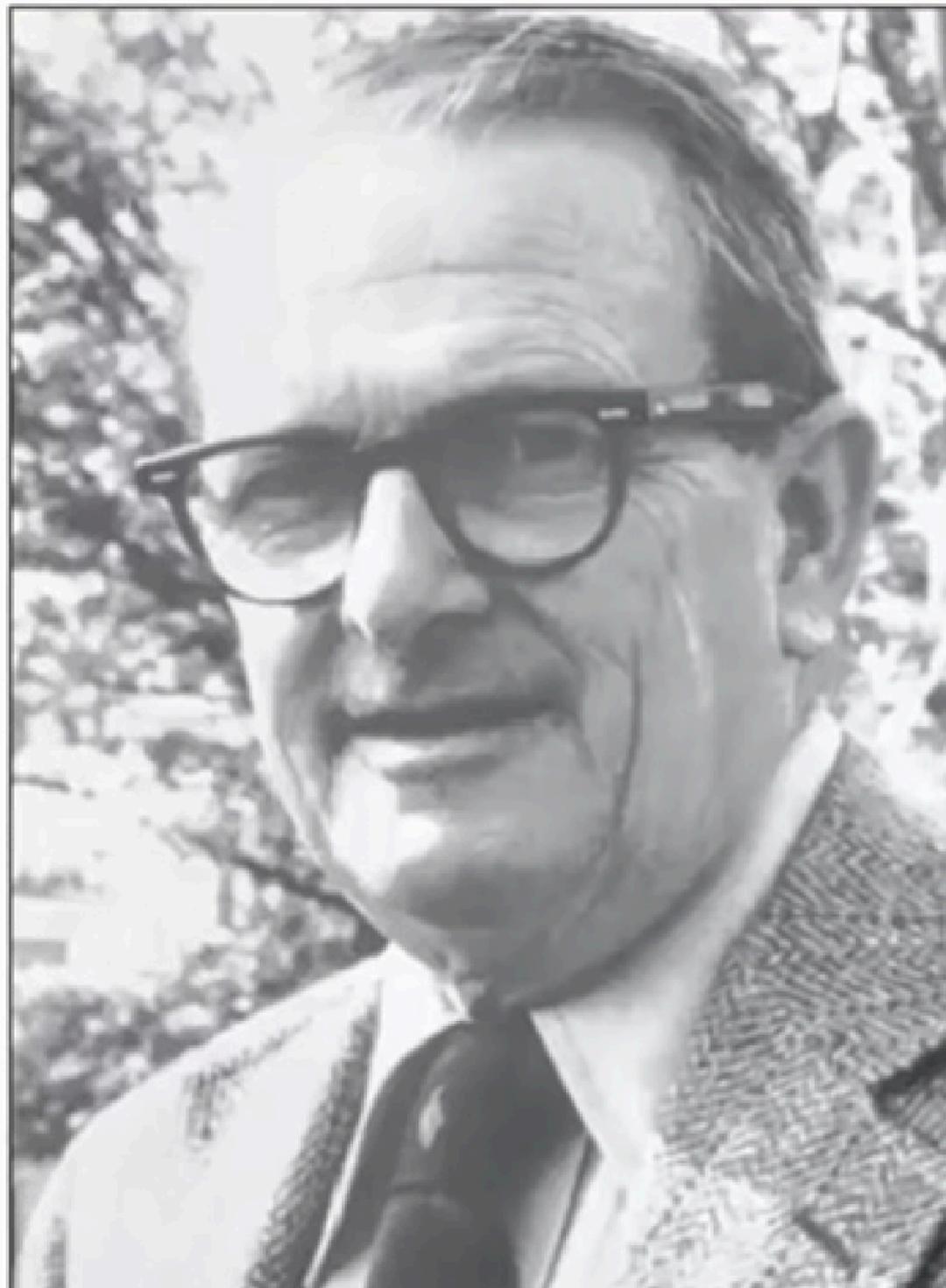
Julia Donatoni Caporalli
Residente de pneumologia HIJPII



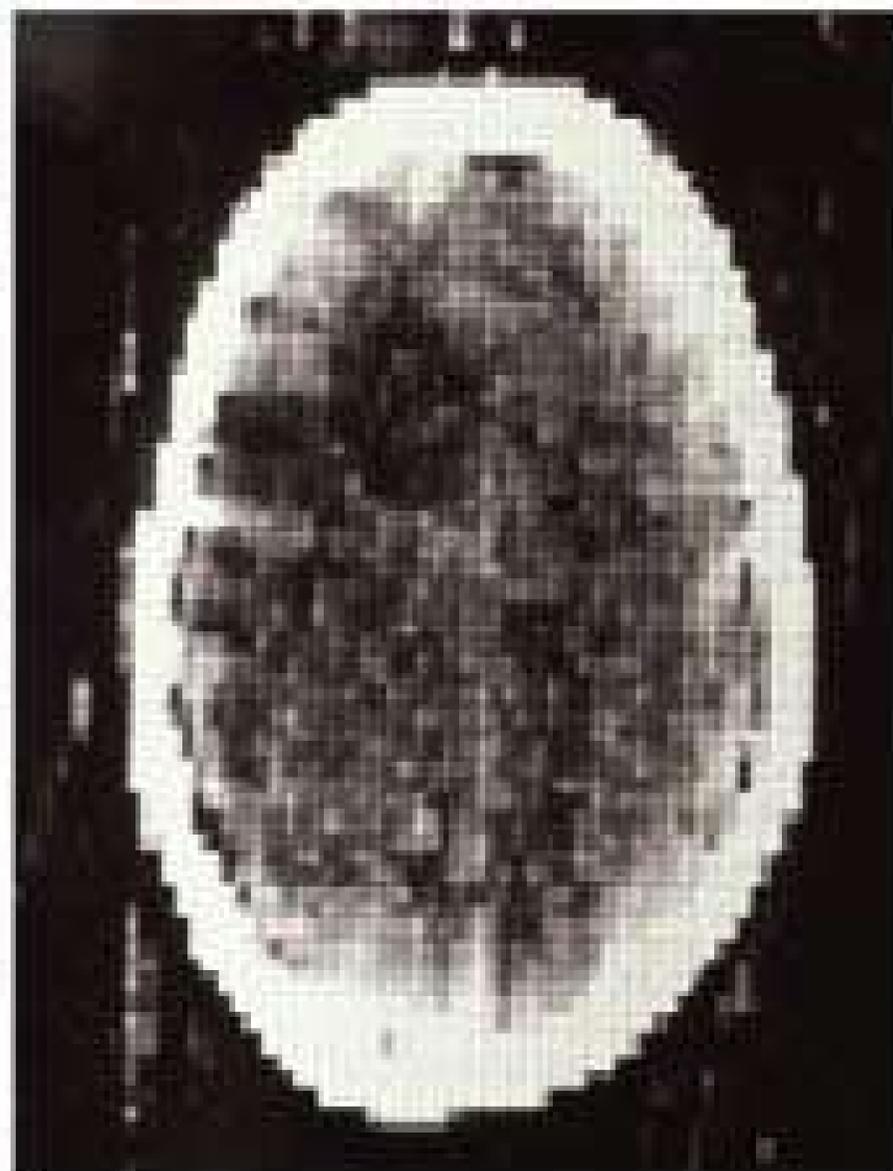
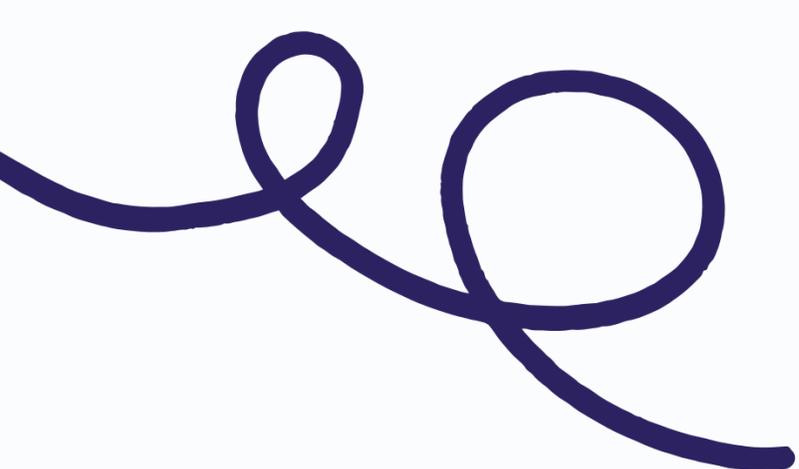


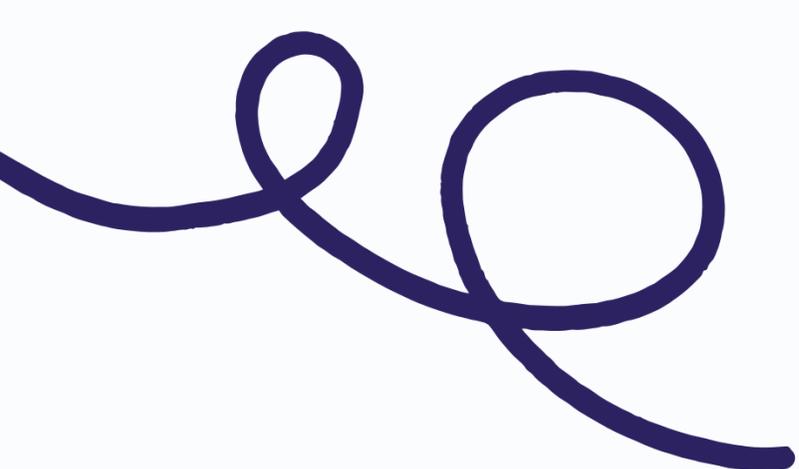


HOUNSFIELD, Godfrey N.
Nobel Laureate PHYSIOLOGY OR MEDICINE 1979
© Nobelstiftelsen



CORMACK, Allan M.
Nobel Laureate PHYSIOLOGY OR MEDICINE 1979
© Nobelstiftelsen





Introdução



- Tomo = cortes + grafia = escrita
 - Método de diagnóstico por imagem que estuda os coeficientes de atenuação que sofrem os raios X ao atravessar uma fatia de um objeto.
 - Mesmos princípios físicos da radiografia
- 
- 

Componentes gerais

Tubo de raios X:

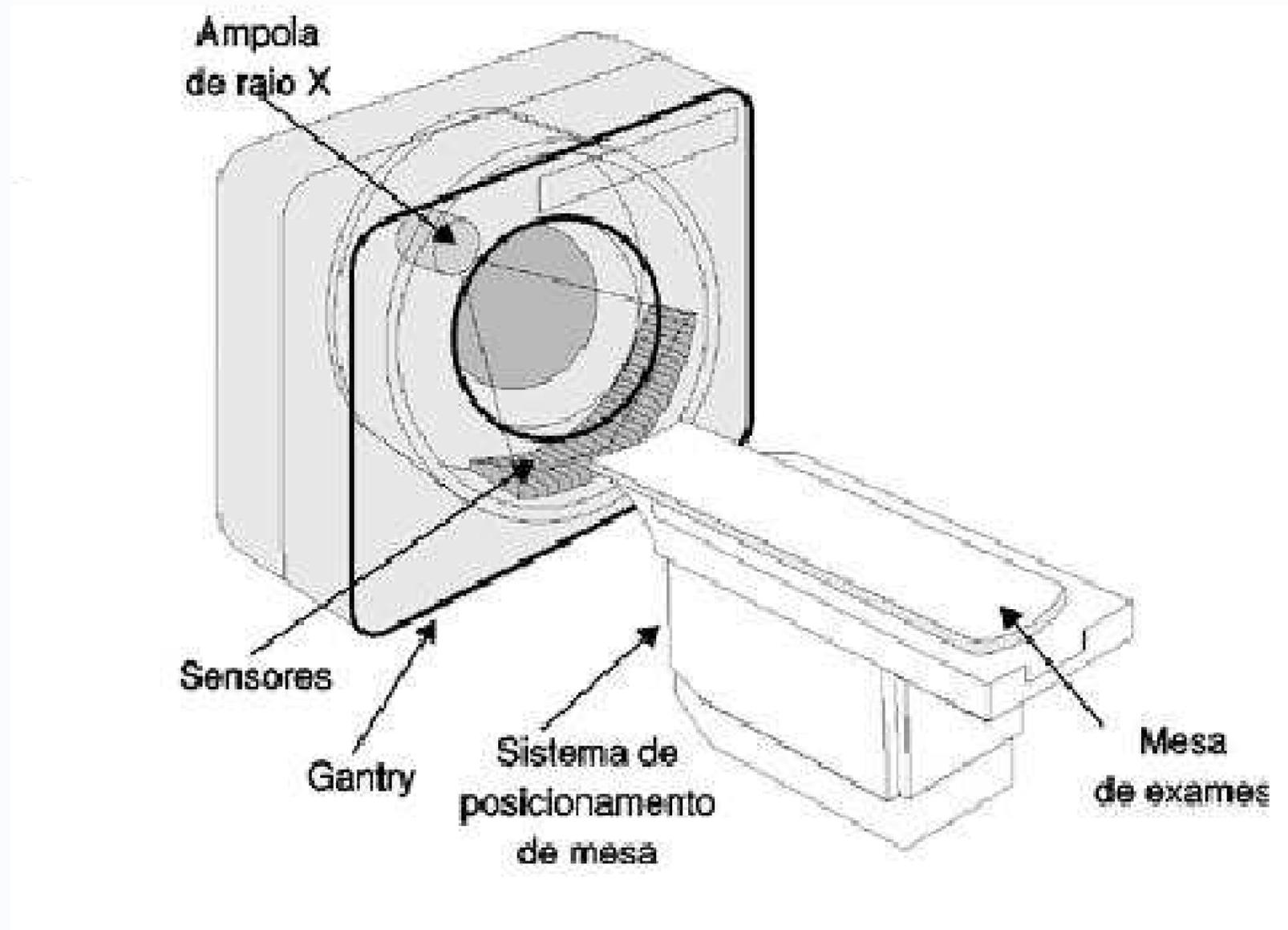
- Elétrodos de alta energia no tubo emitem feixes de radiação.
- A radiação passa pelo corpo do paciente.

Detectores de radiação:

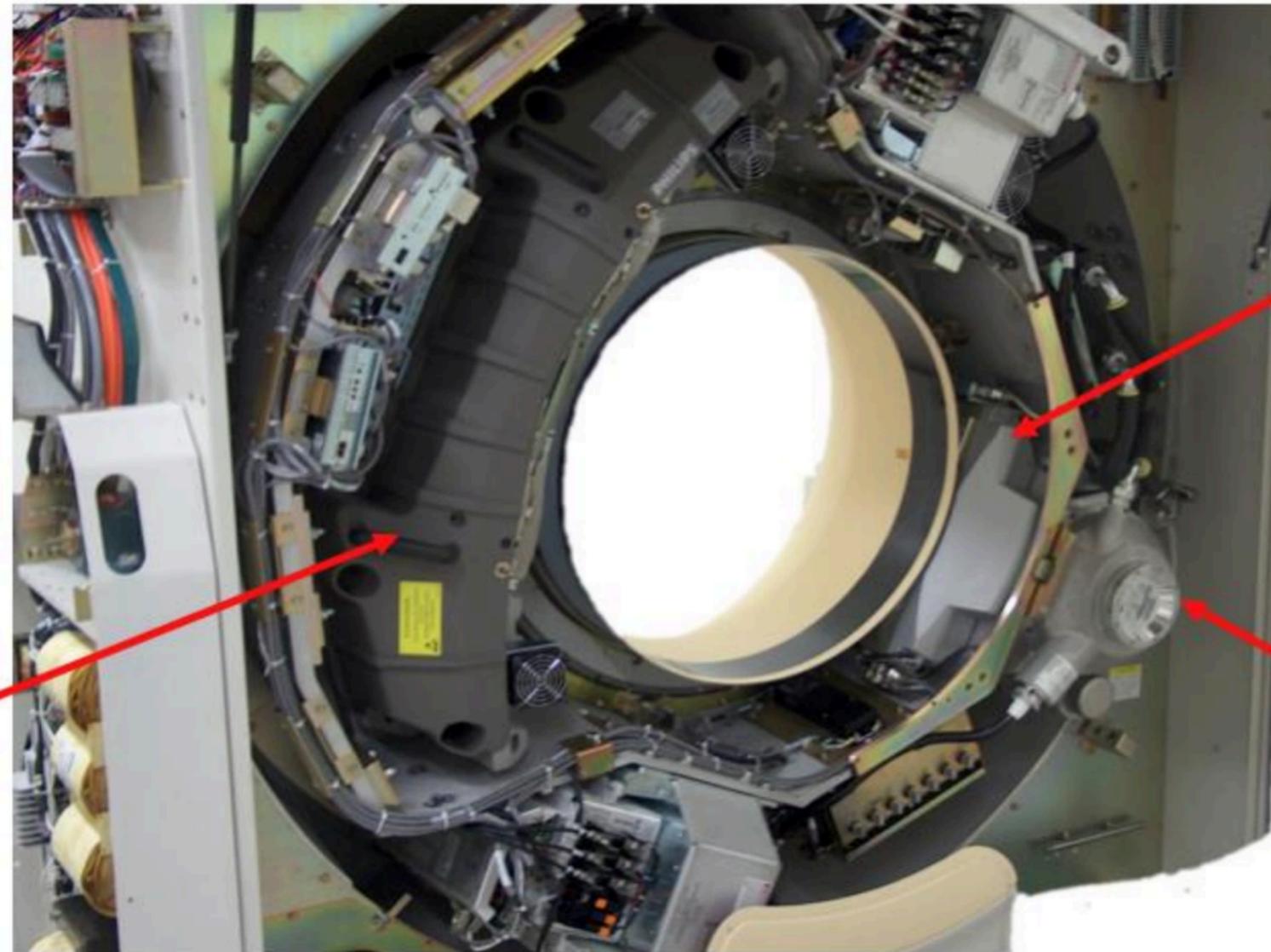
- Sensores ficam no lado oposto do tubo de raios X
- Absorvem e medem a radiação (na forma de densidade variável) após ter passado pelos tecidos
- O software de computador reconstrói a imagem à partir da radiação gerada

Mesa motorizada:

- passa o paciente pelo scanner



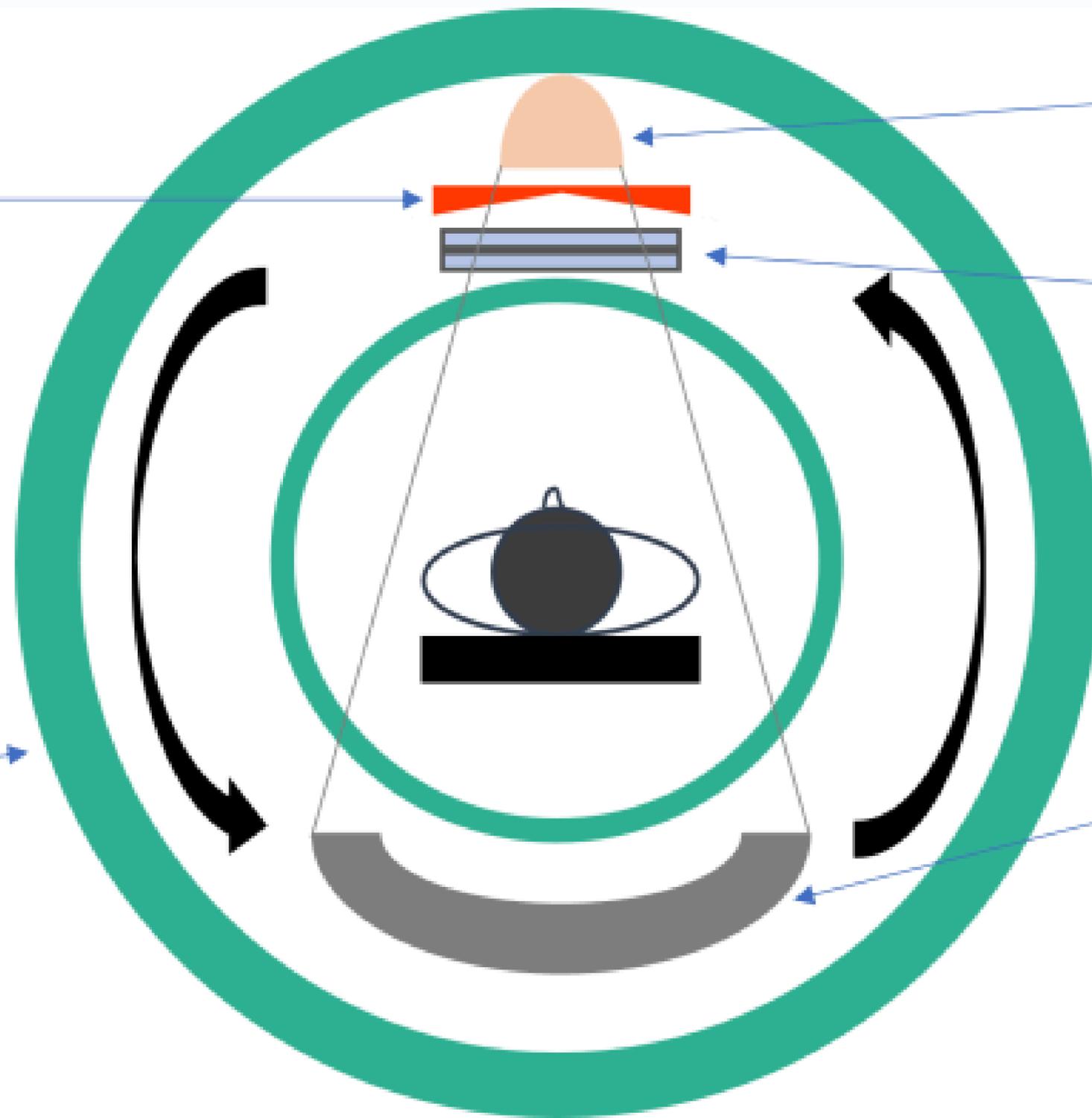
Gantry



Conjunto de detectores

Colimador pré-paciente

Cúpula com tubo de raios X



Filtro

Remove raios X de baixa energia (fótons desnecessários), o que otimiza o espectro do feixe e permite a varredura com uma dose menor..

Gantry

Ativa a rotação dos componentes do scanner.

Tubo de raios-X

Fonte de raios X.

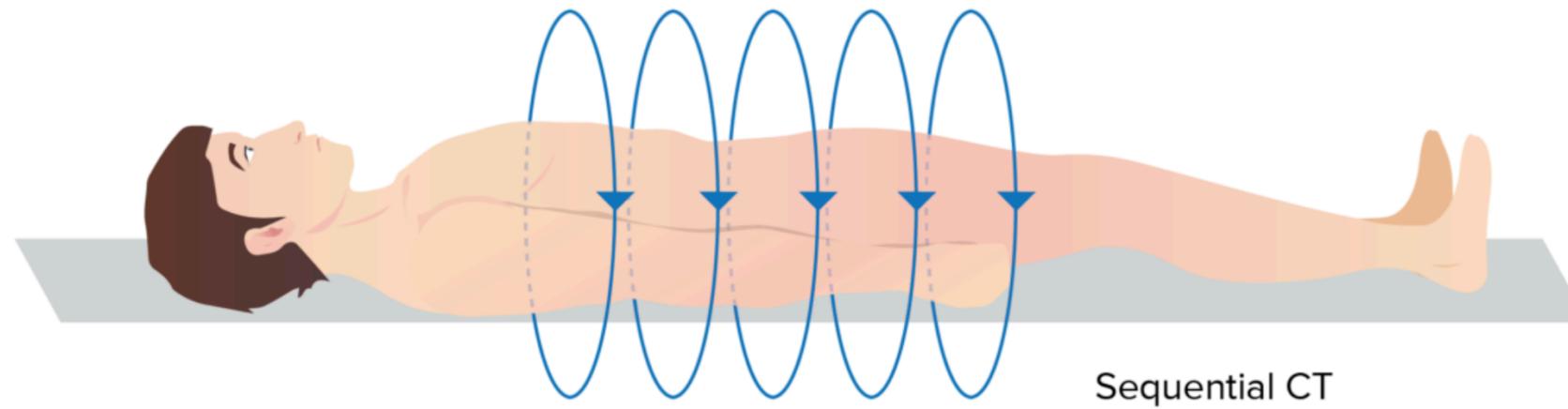
Colimador

Restringe a radiação dispersa e minimiza a dose do paciente.

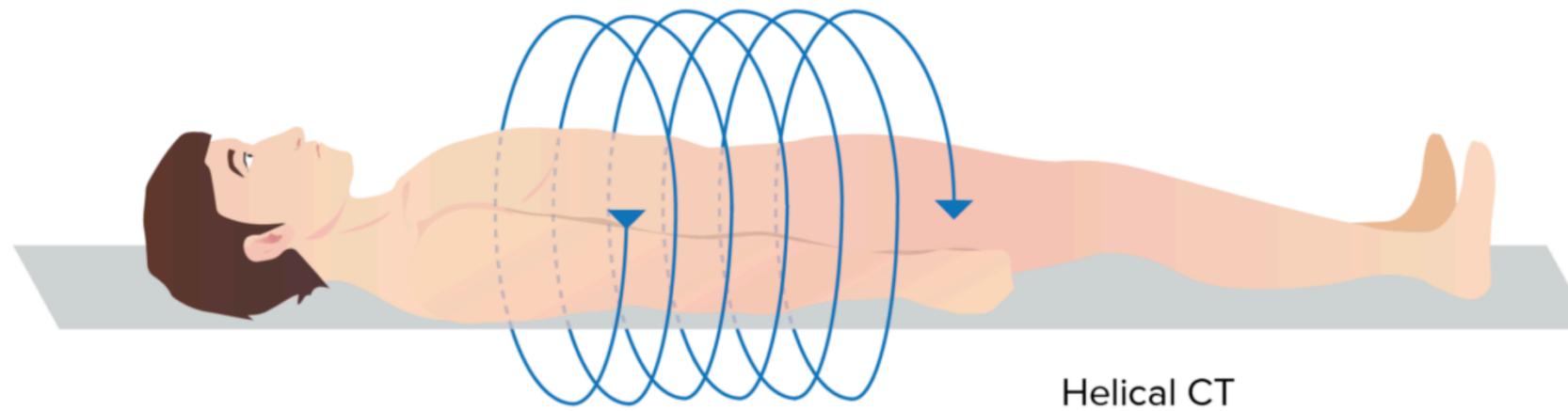
Matriz de detectores

- Um cintilador converte raios X em fótons.
- Um fotodiodo converte fótons em um sinal elétrico.

Tipos de TC

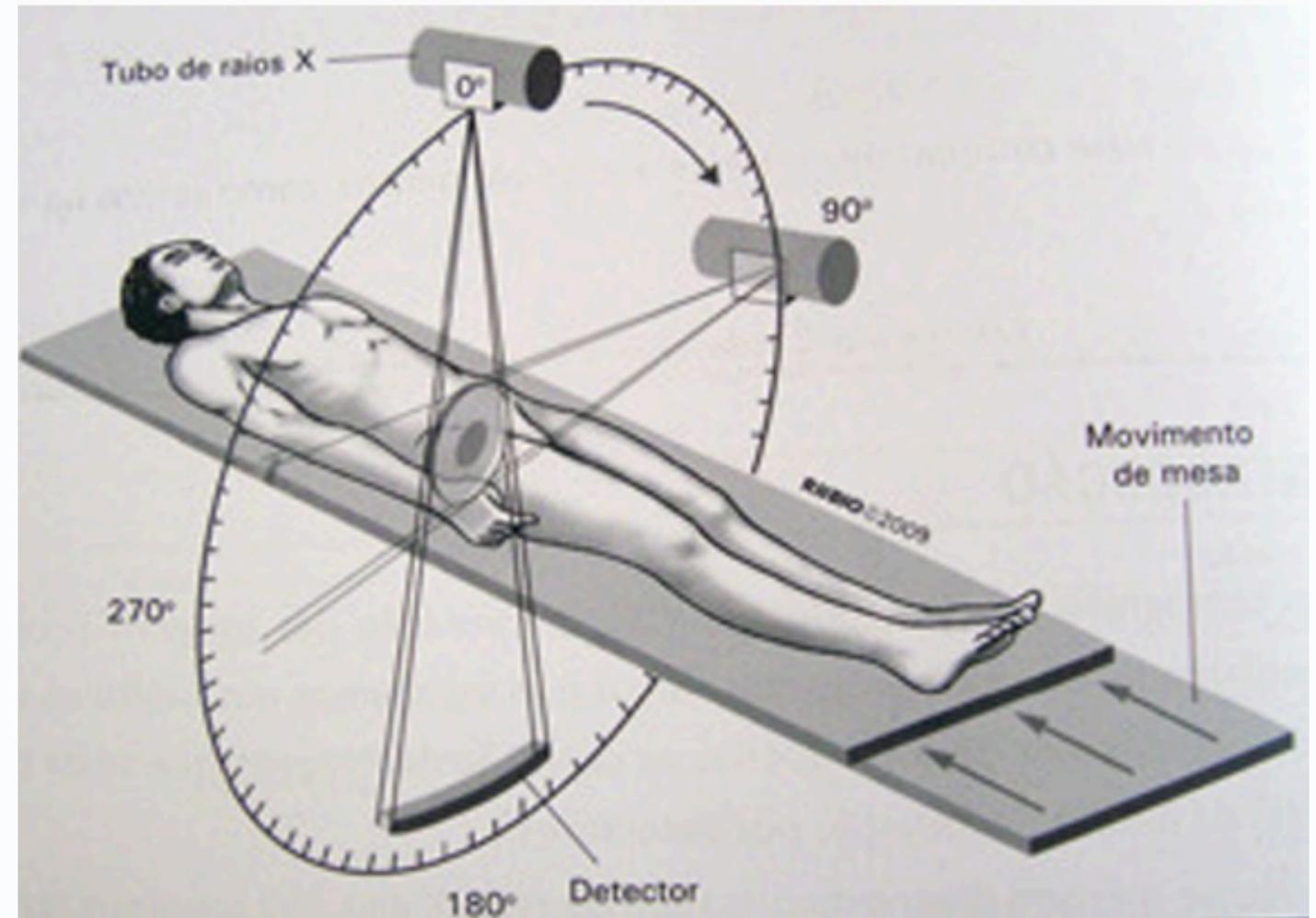


Direction of patient movement



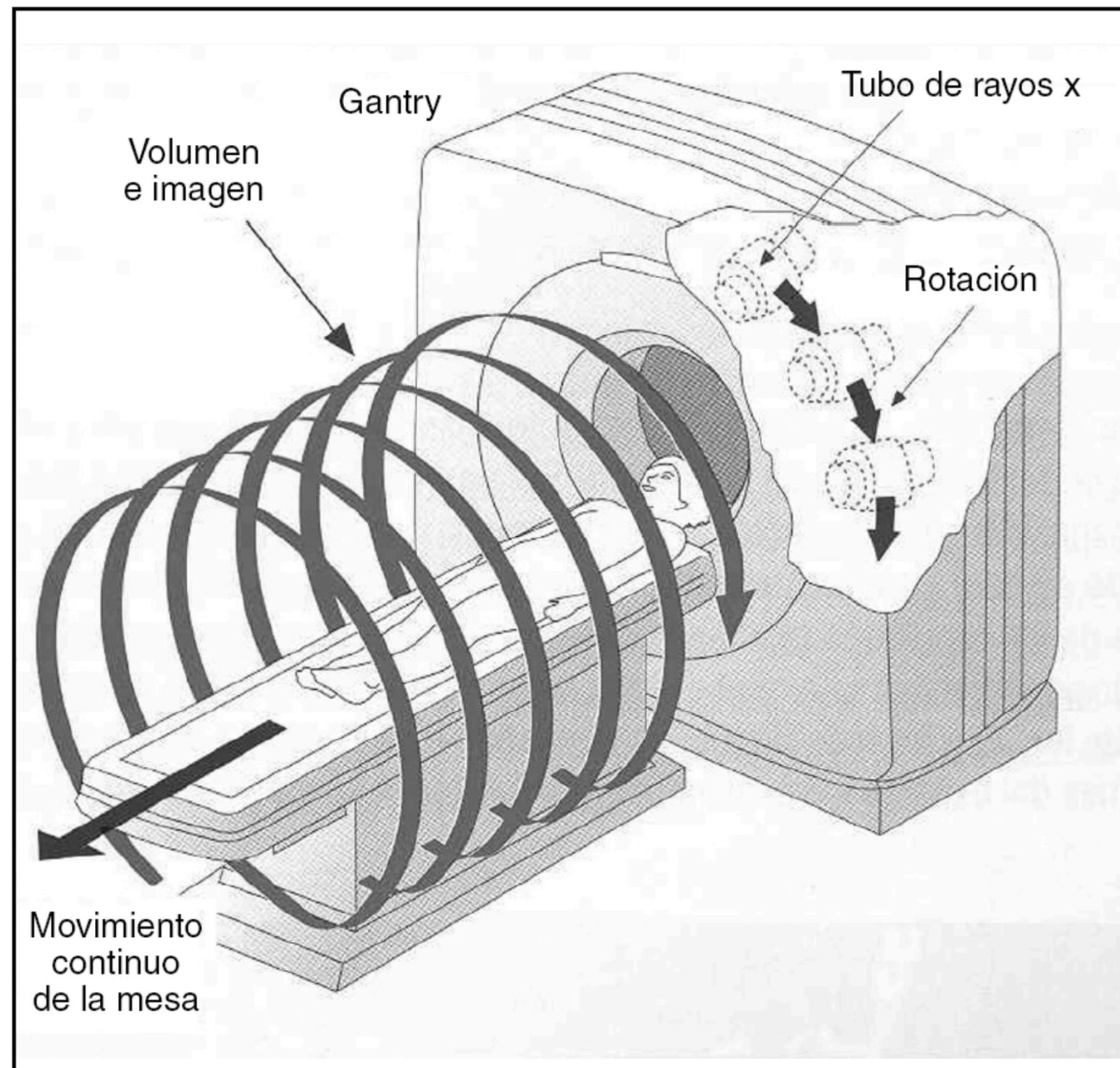
TC sequencial

- Método convencional antes da TC helicoidal
- O paciente é movido pela TC com pausas curtas para captar imagens em cada posição.
- Resulta numa dose de radiação ↑



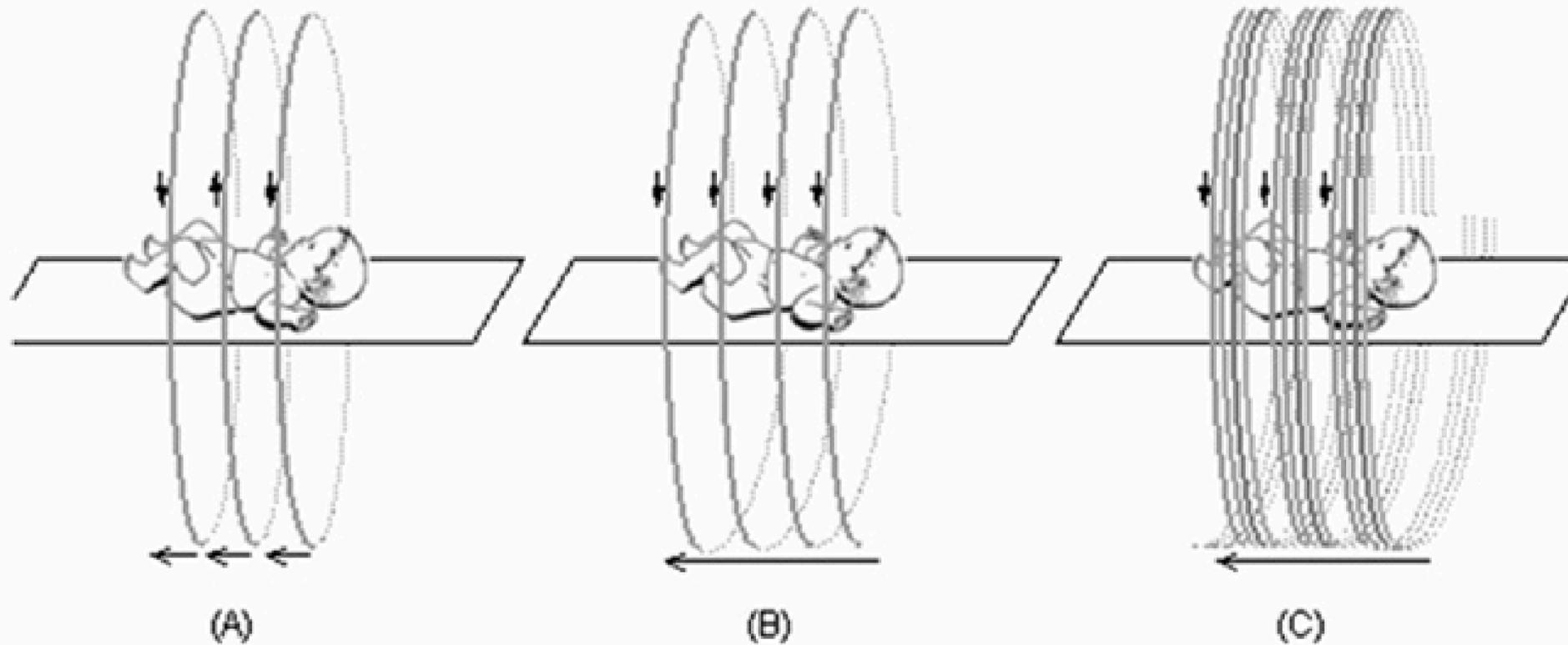
TC helicoidal

- À medida que o paciente é movido pela TC, o feixe rotativo e o detetor de raios X giram.
- Resultados num conjunto de dados tridimensional
- Minimiza erros devido ao movimento ou respiração do paciente



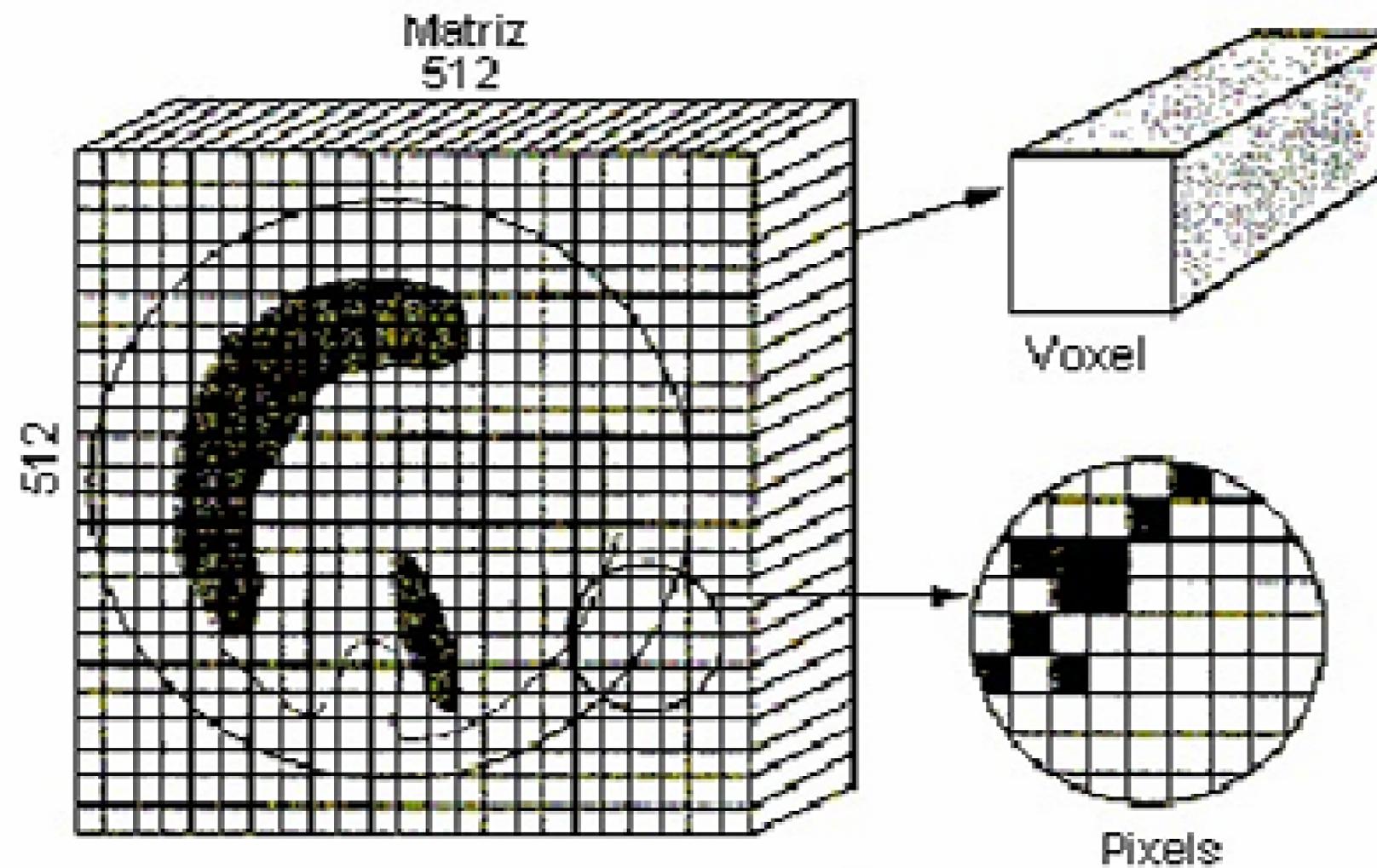
TC multislice

- Aumenta a velocidade de aquisição de imagem e reduz o tempo de exame
- Enquanto a TC helicoidal possui apenas uma fileira de detectores de raio X, a TC multi-slice apresenta até 16 fileiras.
- Aumento na velocidade de rotação do gantry
- Ex: se uma TC helicoidal faz um exame com 8 mm de espessura, uma TC multi-slice de 4 fileiras, com praticamente os mesmos parâmetros técnicos, pode fazer o mesmo exame 4x mais rápido ou com cortes 4x mais finos.



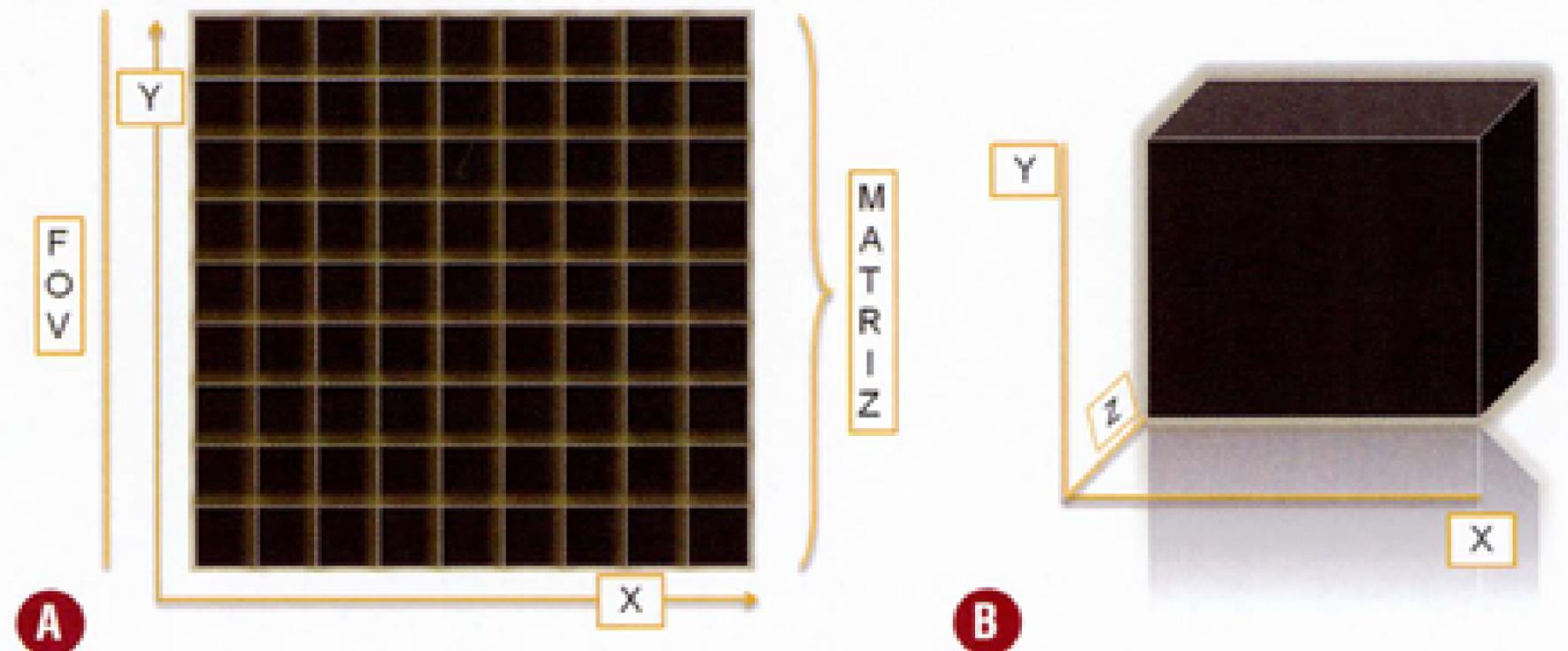
Formação da imagem

- As informações são representadas em uma matriz quadrangular de 512 X 512.
- A menor unidade da matriz é o pixel, para as imagens bidimensionais
- Voxel para as tridimensionais

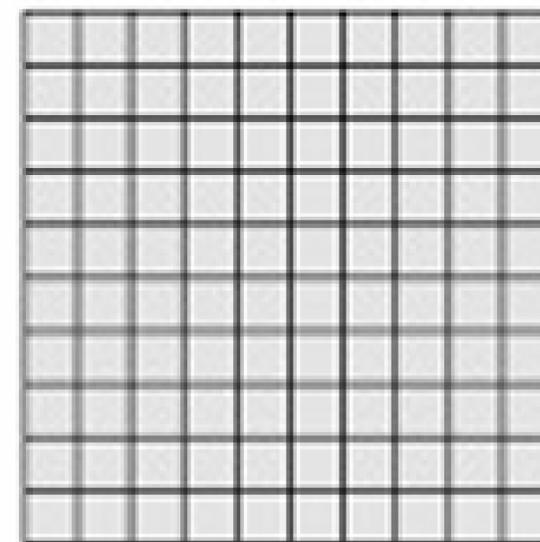


Formação da imagem

- As dimensões do pixel são iguais e medidas nos eixos X e Y
- Como a matriz em tomografia é habitualmente fixa, o tamanho do pixel depende diretamente do FOV
- Quanto menor é o pixel, melhor é a resolução espacial nos eixos X e Y (plano axial), ou seja, quanto menor o FOV, melhor a resolução espacial
- A resolução espacial no eixo Z depende do tamanho do voxel, que é definido pela espessura do corte.



FOV



FOV

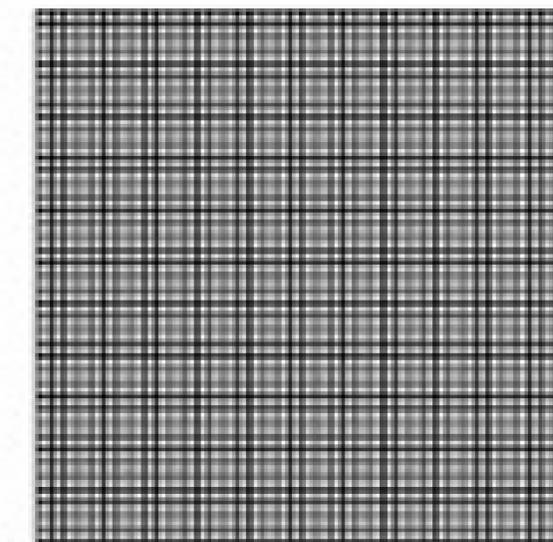


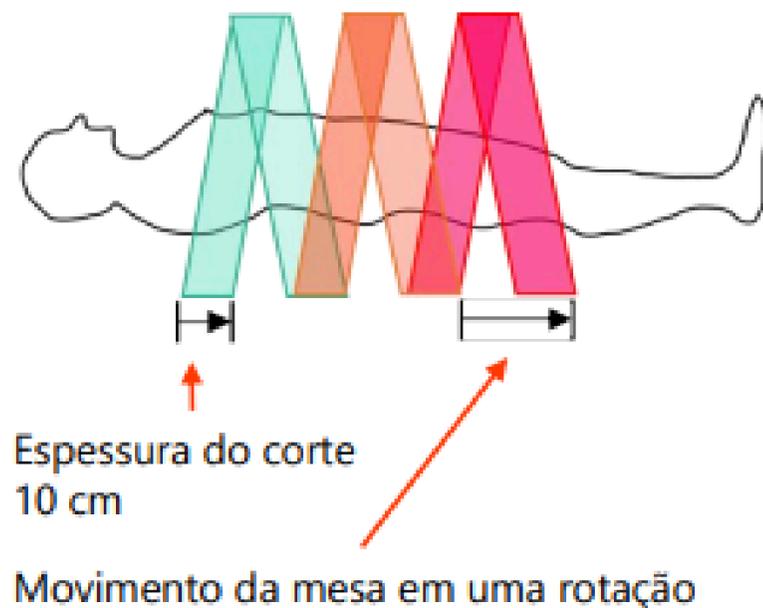
TABELA 2-1. Efeitos do Aumento ou Redução de Alguns Parâmetros na TC

		<i>Desvantagens</i>	<i>Vantagens</i>
Matriz	Redução	Reduz a resolução espacial no plano axial	As imagens são mais "leves"
	Aumento	Ocupa mais espaço em disco e dificulta o tráfego na rede	Melhora a resolução espacial no plano axial
FOV	Redução	Restringe o campo de visão	Melhora a resolução espacial no plano axial
	Aumento	Reduz a resolução espacial no plano axial	Amplia o campo de visão (visão panorâmica)
Espessura do corte	Redução	Reduz a resolução de contraste (aumenta o ruído)	Aumenta a resolução espacial no eixo Z
	Aumento	Efeito de volume parcial	Aumenta a resolução de contraste (reduz o ruído)
Regime do tubo	Redução	Reduz a resolução de contraste (aumenta o ruído)	Reduz a dose de radiação
	Aumento	Aumenta a resolução de contraste (reduz o ruído)	Aumenta a dose de radiação

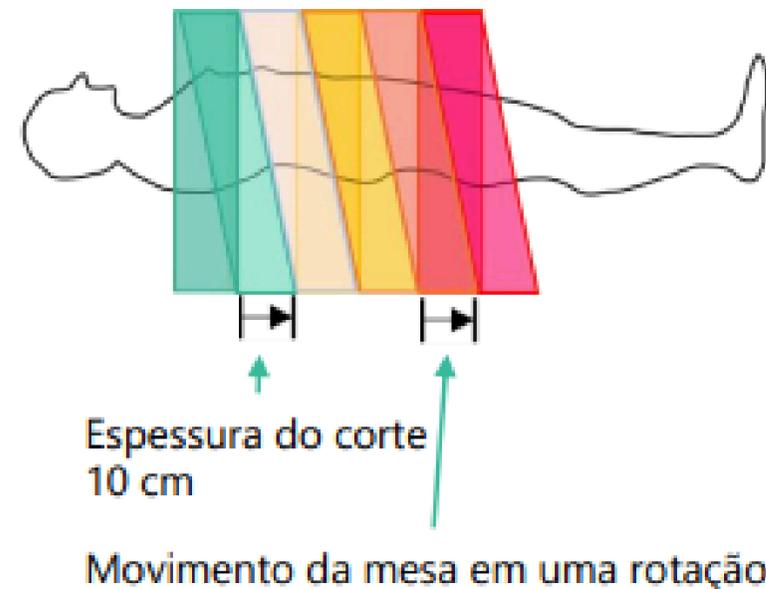
Pitch

- Distância percorrida pela mesa em uma rotação de 360° do gantry dividida pela colimação do feixe (colimação do feixe = espessura do corte).
- 1 pitch: 10mm/s .
- Apneia de 10 segundos percorre 10cm.
- Um pitch maior que 1 pode ser usado para escanear mais rapidamente e diminuir a dose de radiação, mas compromete a qualidade de imagem.

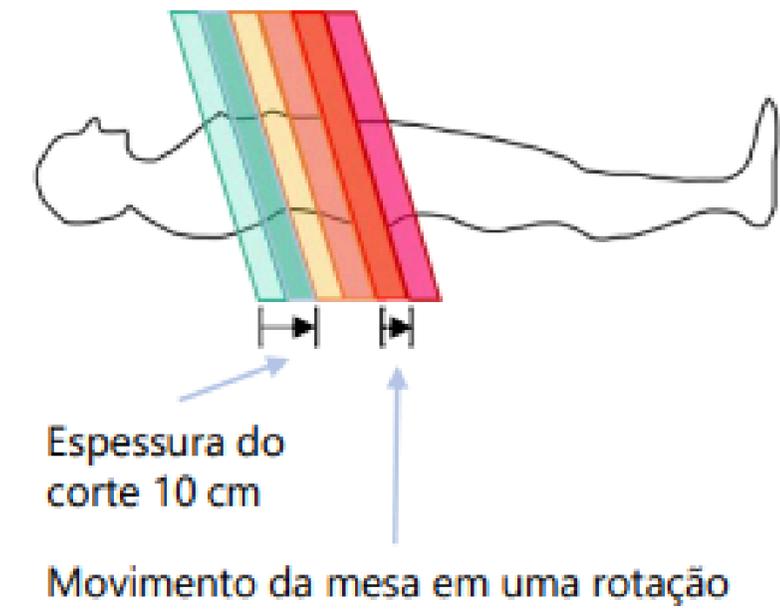
Pitch = 2



Pitch = 1

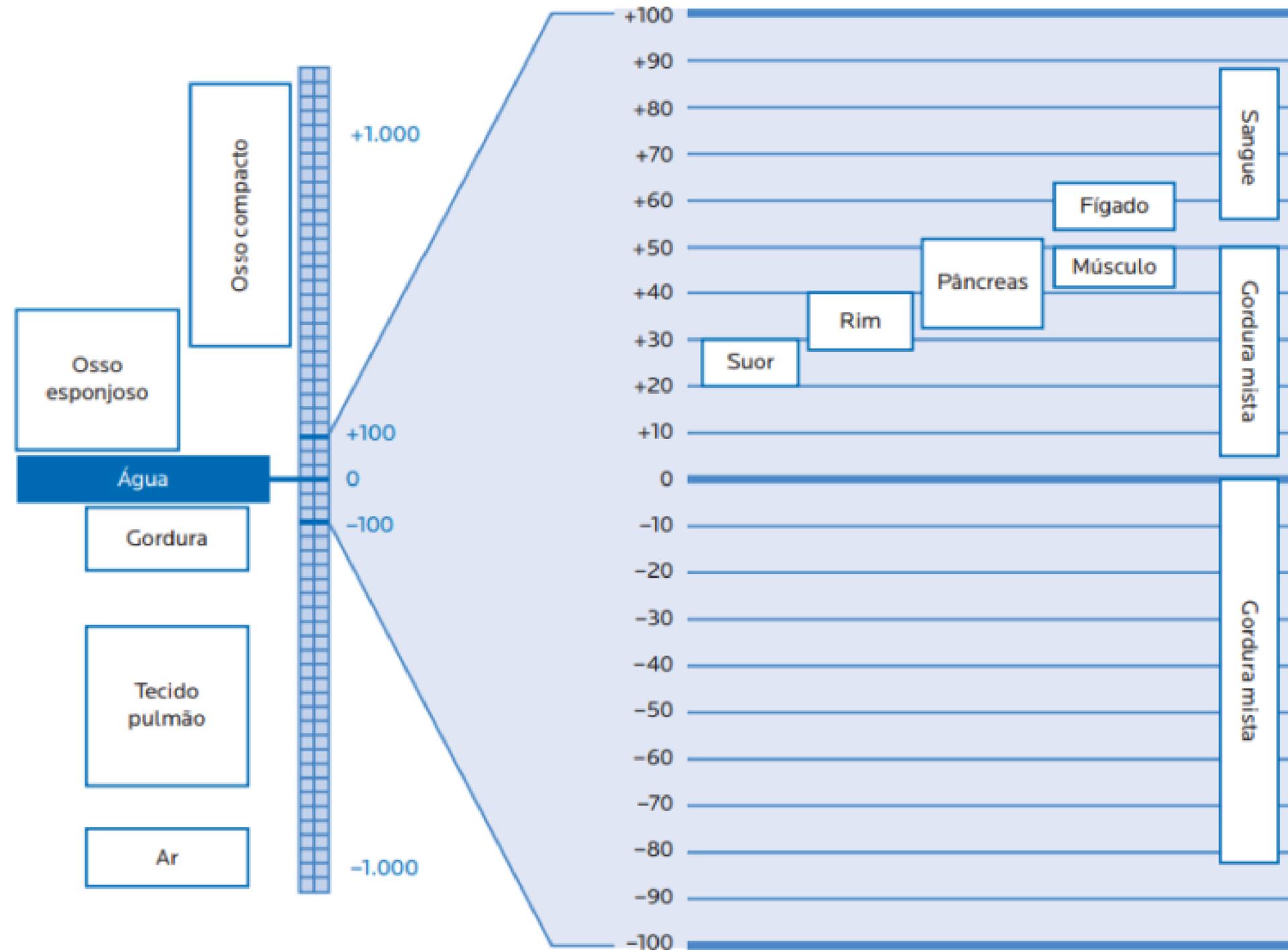


Pitch = 0.5



Escala de Hounsfield

- Serve para quantificar a densidade de radiação utilizada na TC
- Define a densidade da água como 0 unidades Hounsfield (UH), e a densidade do ar como - 1000 UH
- Todos os outros tecidos biológicos têm densidades expressas em relação a esses valores.



Janelamento

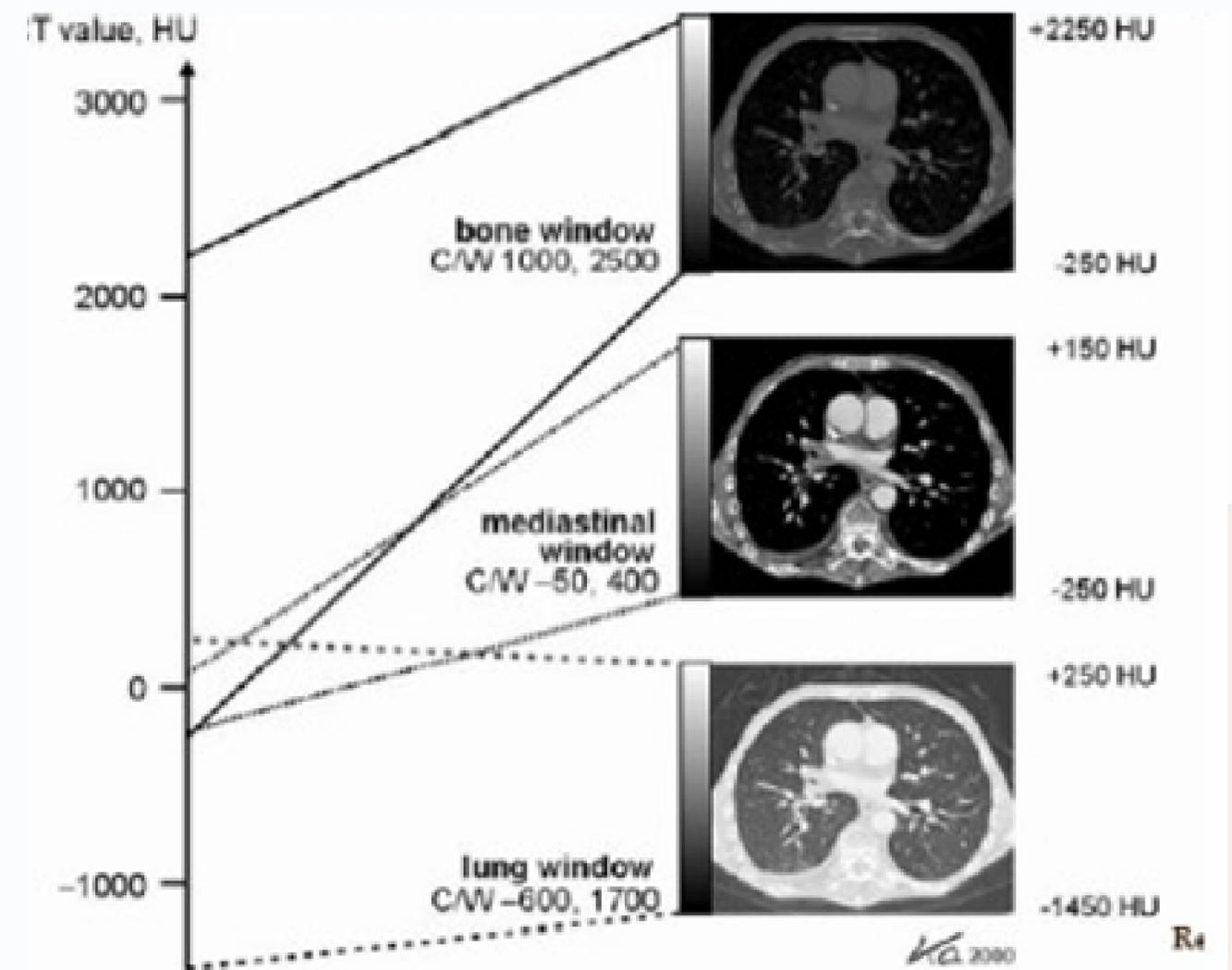
- Como a escala é muito ampla (de -1000 a +1000 UH), a imagem precisa ser "recortada" em janelas específicas para realçar certos tecidos.

Janela pulmonar:

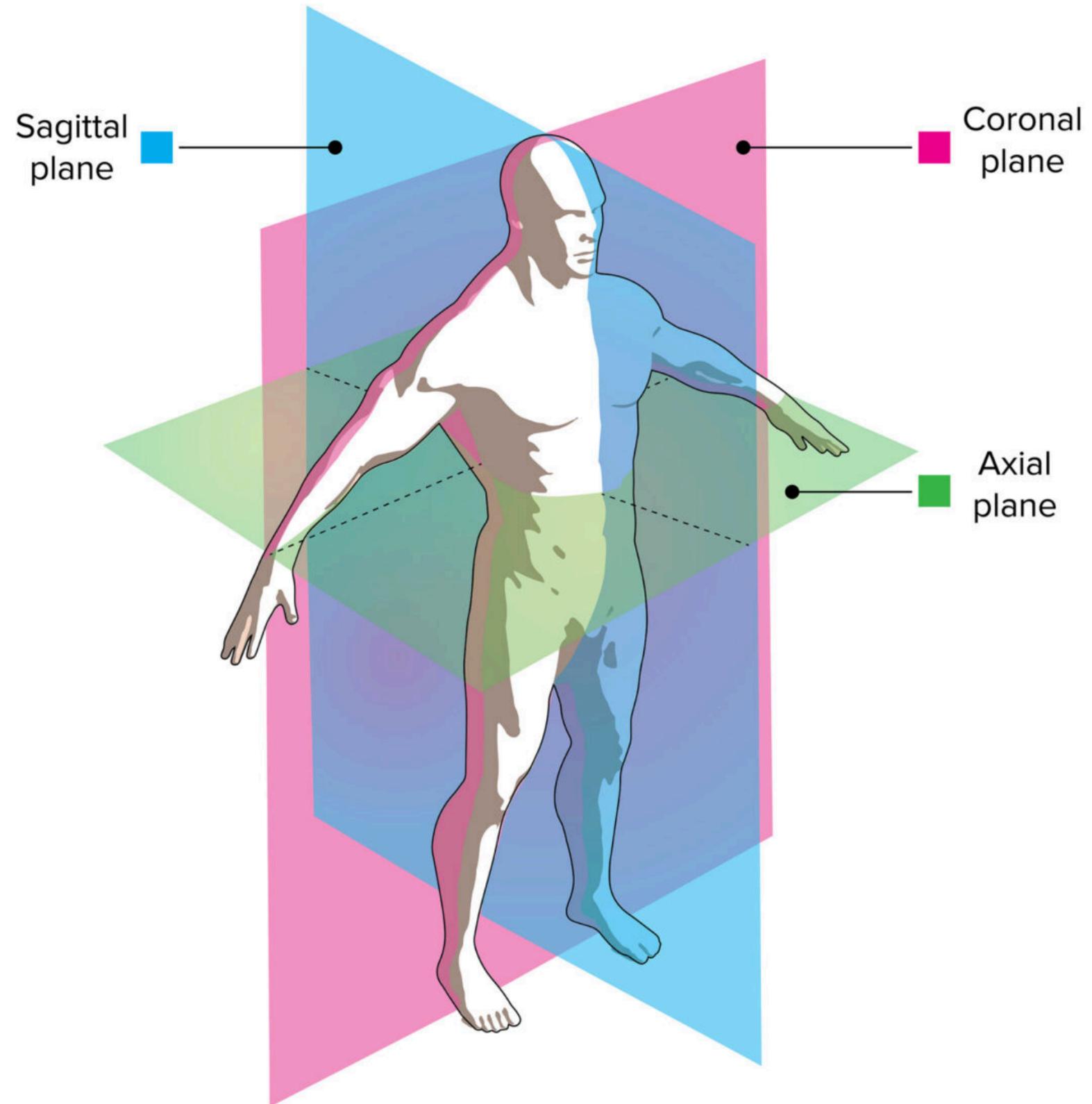
- Pulmões aparecem com bom contraste interno (pode-se ver bronquiectasias, vidro fosco).
- Tecidos moles e mediastino ficam "lavados", difíceis de ver.

Janela mediastinal:

- Pulmões parecem escuros e sem detalhe.
- Coração, vasos, linfonodos e tumores ficam bem definidos.



Planos



Reconstrução de imagem

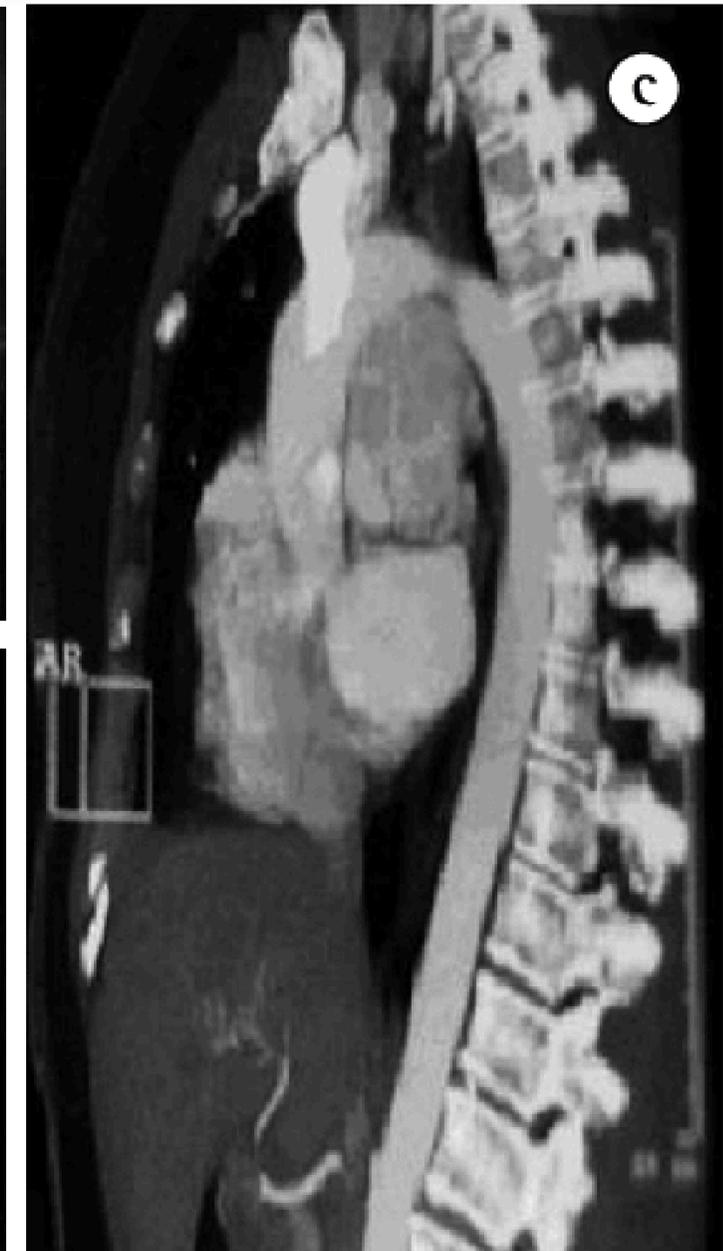
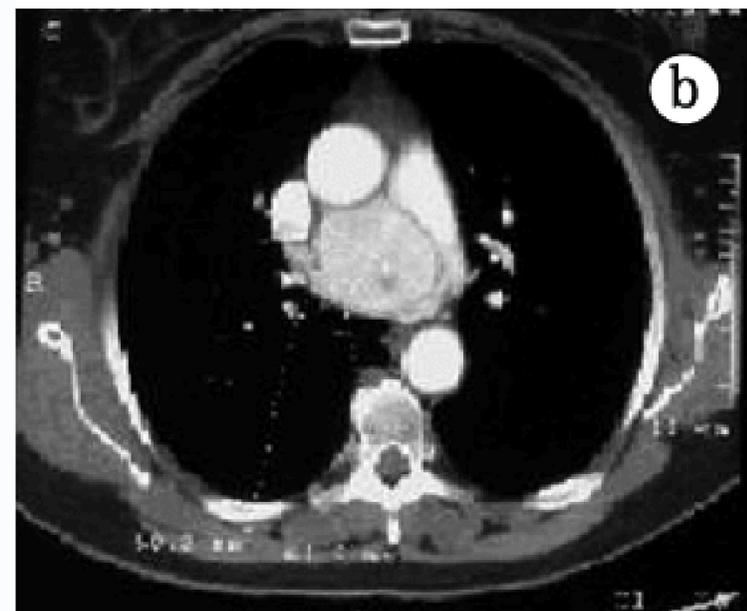
TABELA 2-5. Tipos de Reconstrução mais Utilizados em TC de Tórax

Multiplanares	Ortogonais	Coronais
		Sagitais
	Obliquas	
	Curvas	Paralelas
		<i>Center line</i>
Tridimensionais	MIP	
	MinIP	
	SSD	
	VRT	
	Endoscopia virtual	Broncoscopia
		Angioscopia
	Caracterização tecidual	Volumetria

Reconstrução de imagem

Reconstrução multiplanar

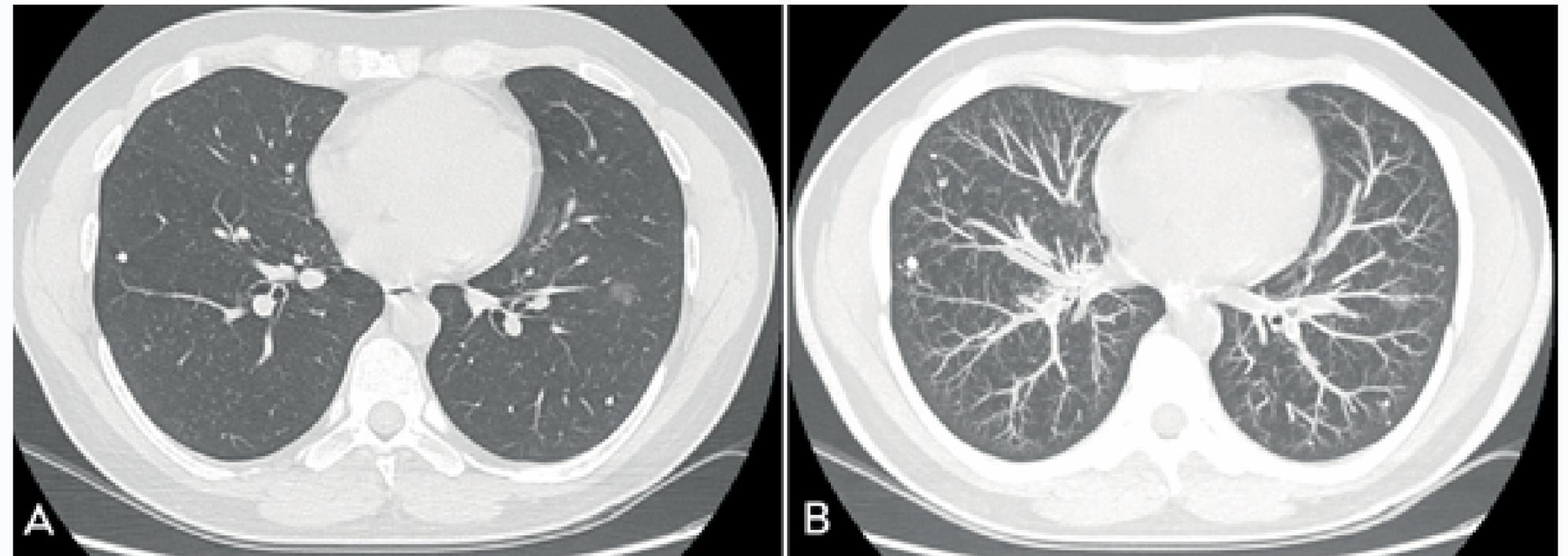
- Técnica que permite a reconstrução de imagens à partir dos cortes iniciais de referência.
- Do corte axial, se faz o sagital, coronal e oblíquos



Reconstrução de imagem

Maximum Intensity Projection (MIP)

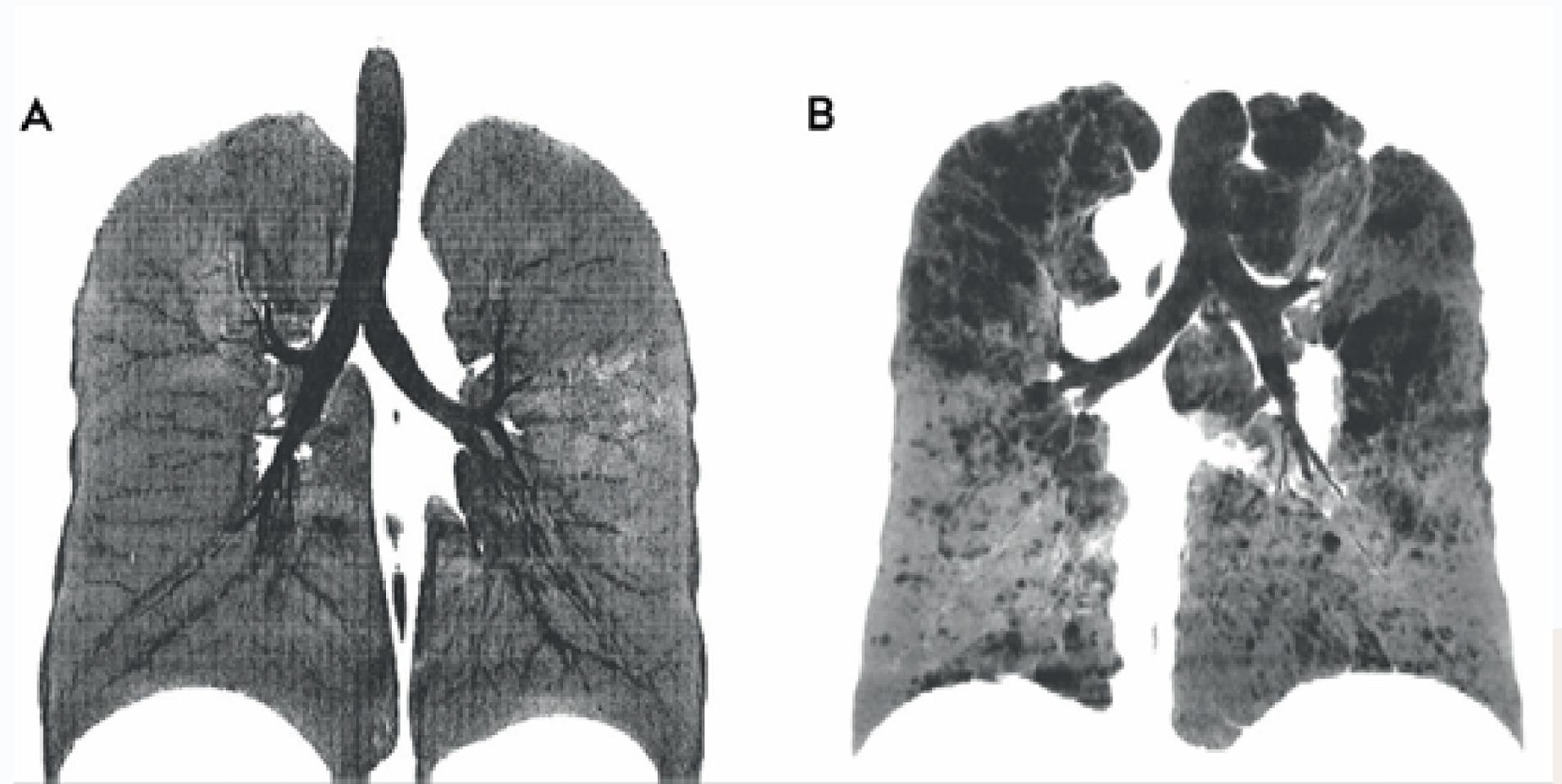
- Seleciona as estruturas de mais alta densidade (maior coeficiente de atenuação)
- Bom para visualizar vasculatura
- Pulmão: pesquisa de nódulos



Reconstrução de imagem

Minimum Intensity Projection (minIP)

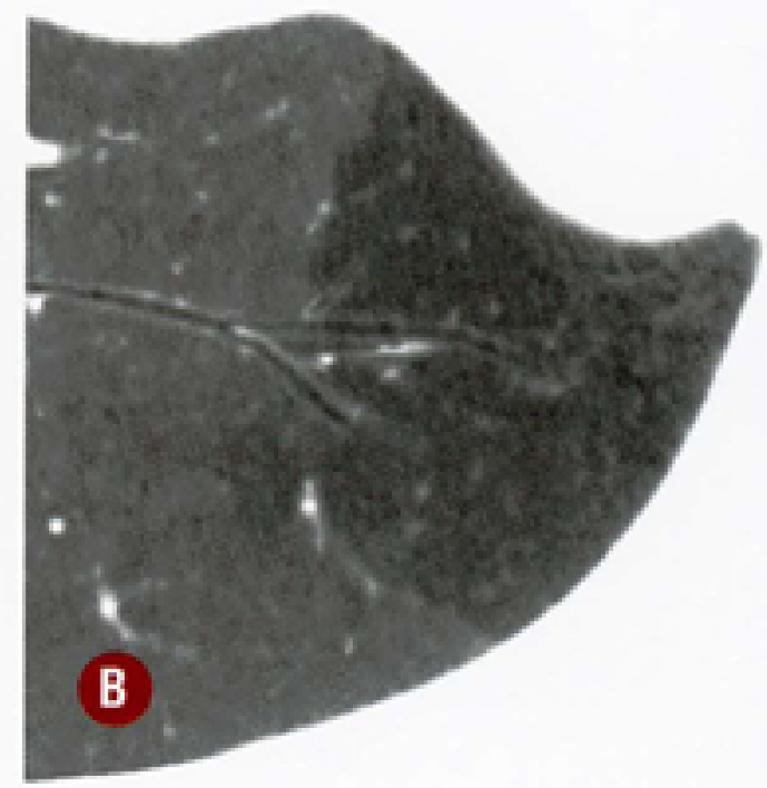
- Seleciona as estruturas de menor densidade
- Bom para estudo de parede brônquica e traqueal
- Áreas de atenuação e perfusão em mosaico são bem visualizadas, realçando a redução de densidade do parênquima



MIP



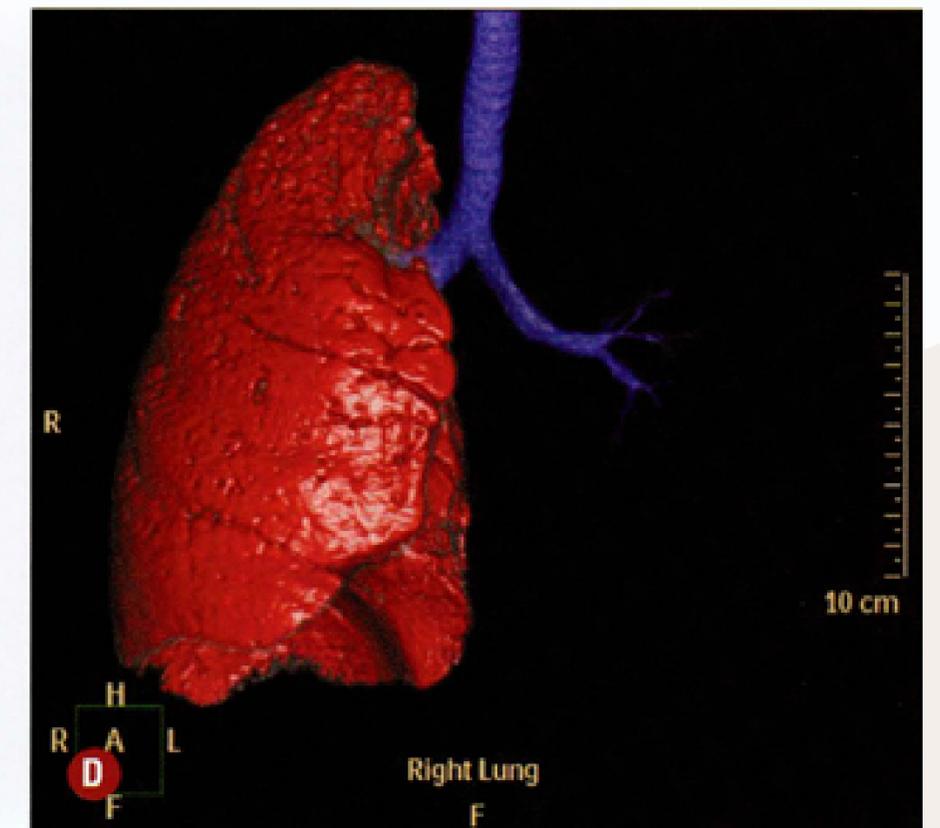
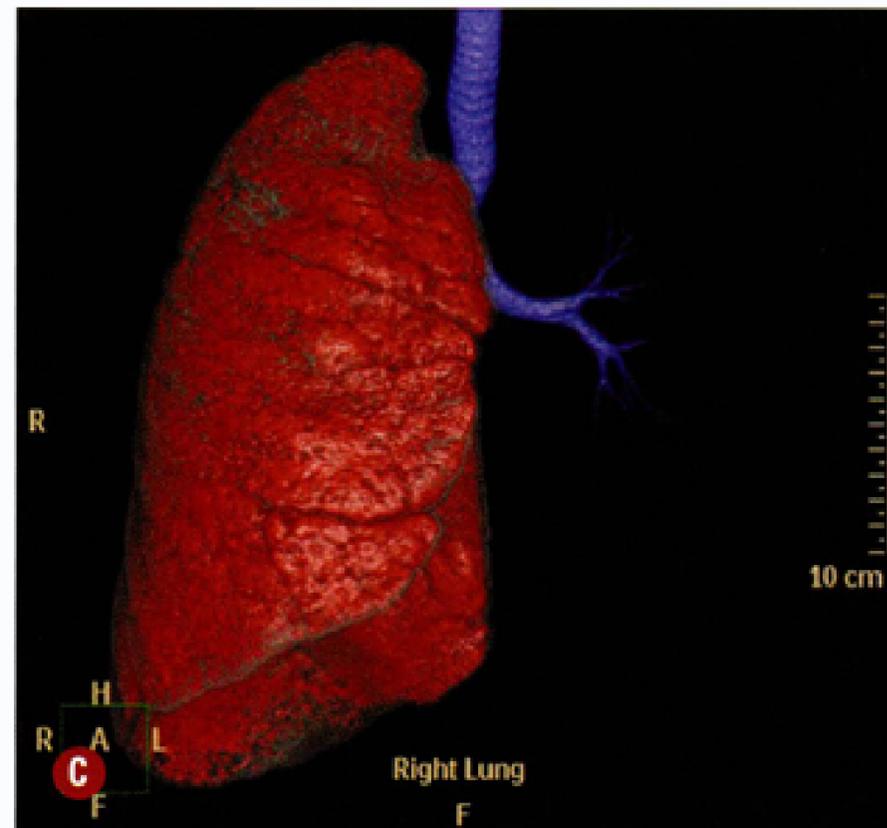
MinIP



Reconstrução de imagem

Volume Rendering (VRT)

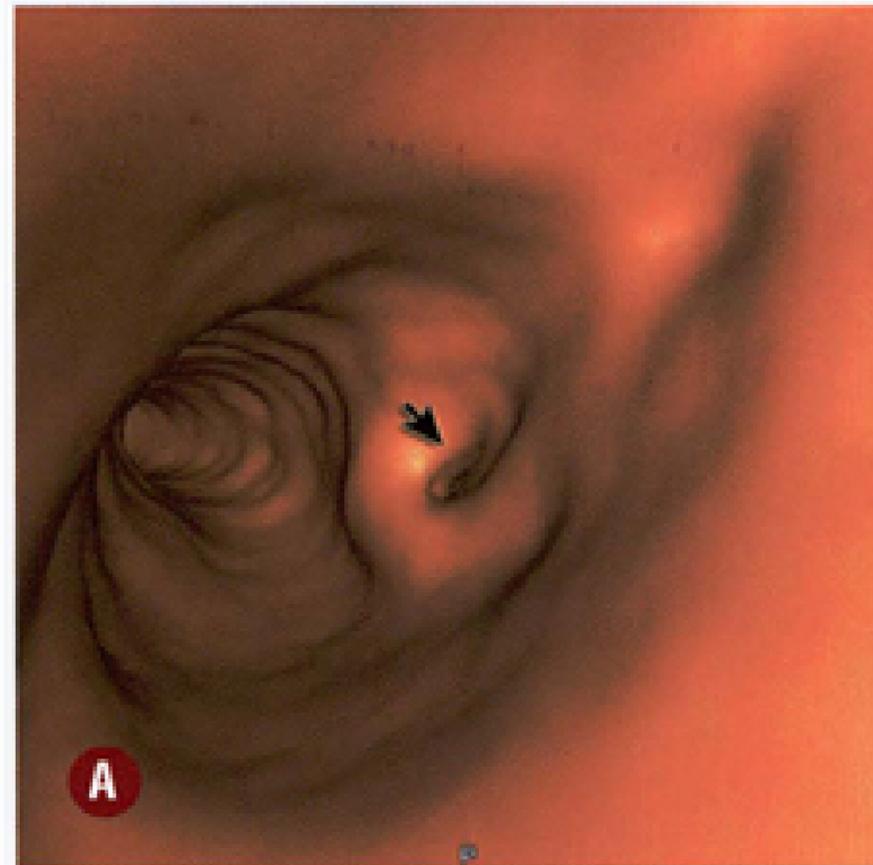
- Técnica complexa, abordando várias técnicas (inclusive MIP e minIP).
- Atribui valores de densidade de 0 a 100% aos voxels.
- preserva a informação de profundidade, demonstrando melhor a distribuição espacial das estruturas.



Reconstrução de imagem

Volume Rendering (VRT)

- A endoscopia virtual é uma modalidade de reconstrução 3D,
- Simula a navegação em uma estrutura tubular, apropriada para o auxílio diagnóstico de patologias de vias aéreas (broncoscopia virtual), vasos e tubo digestivo

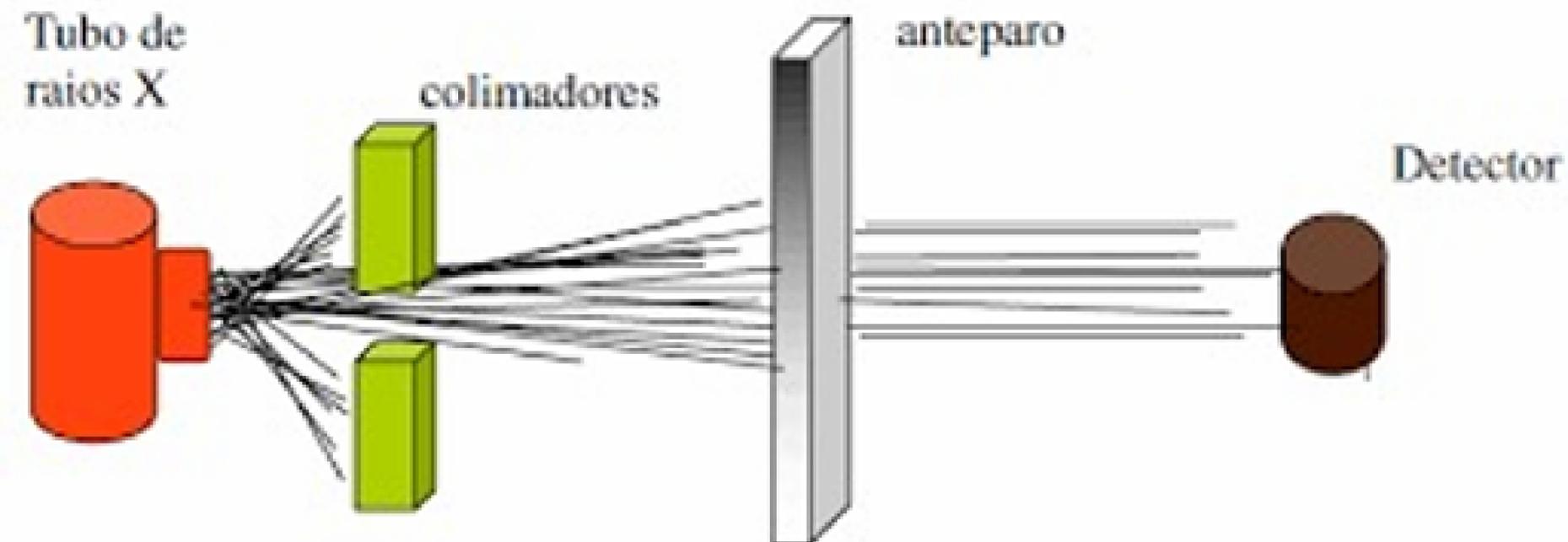
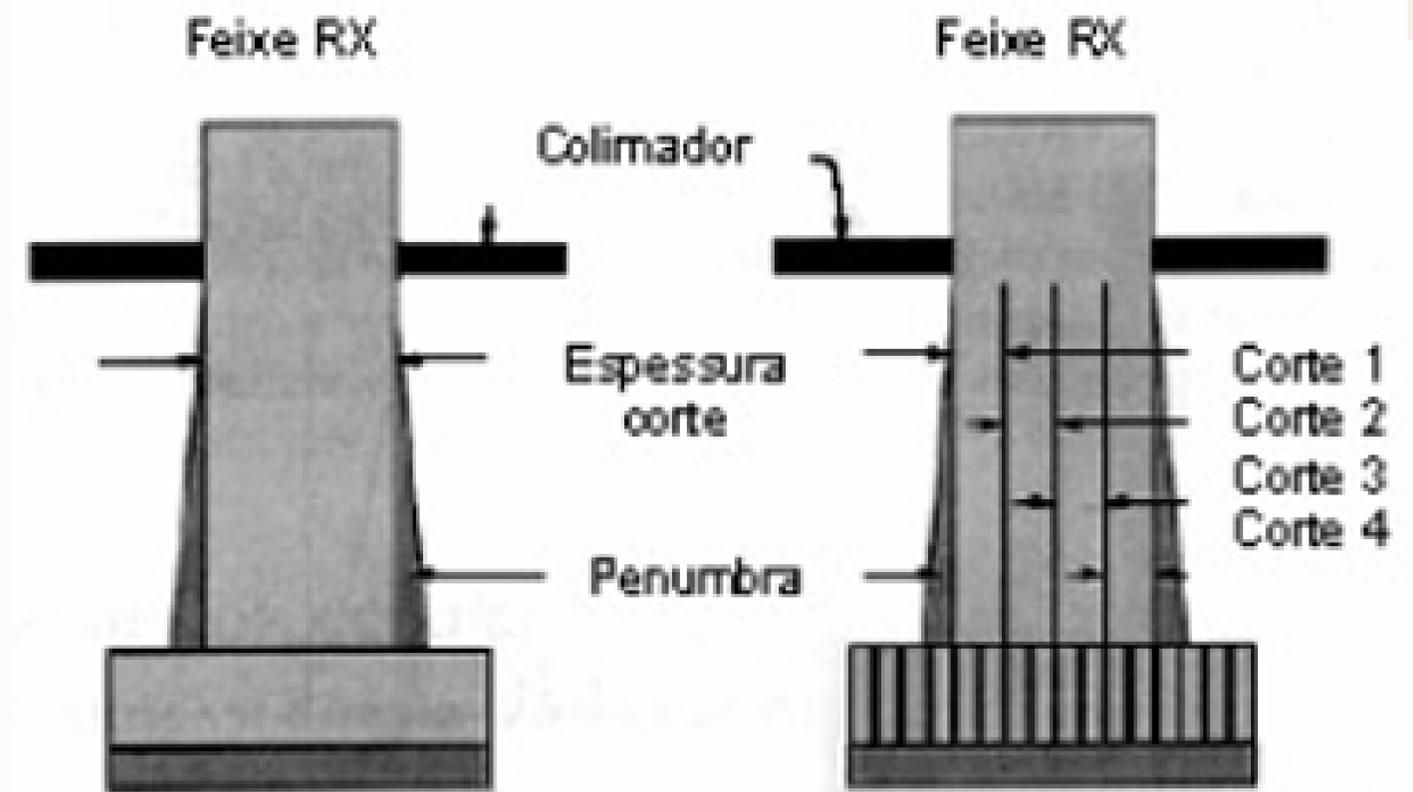


Doses de radiação

- Segundo o conceito ALARA (as low as reasonably achievable), a dose de radiação deve ser ajustada ao biotipo do paciente e à indicação específica do estudo
- Fatores interferem na dose de radiação: corrente (mAs), voltagem (kV), pitch, colimação, tamanho do paciente, além da extensão da hélice e do número de fases.

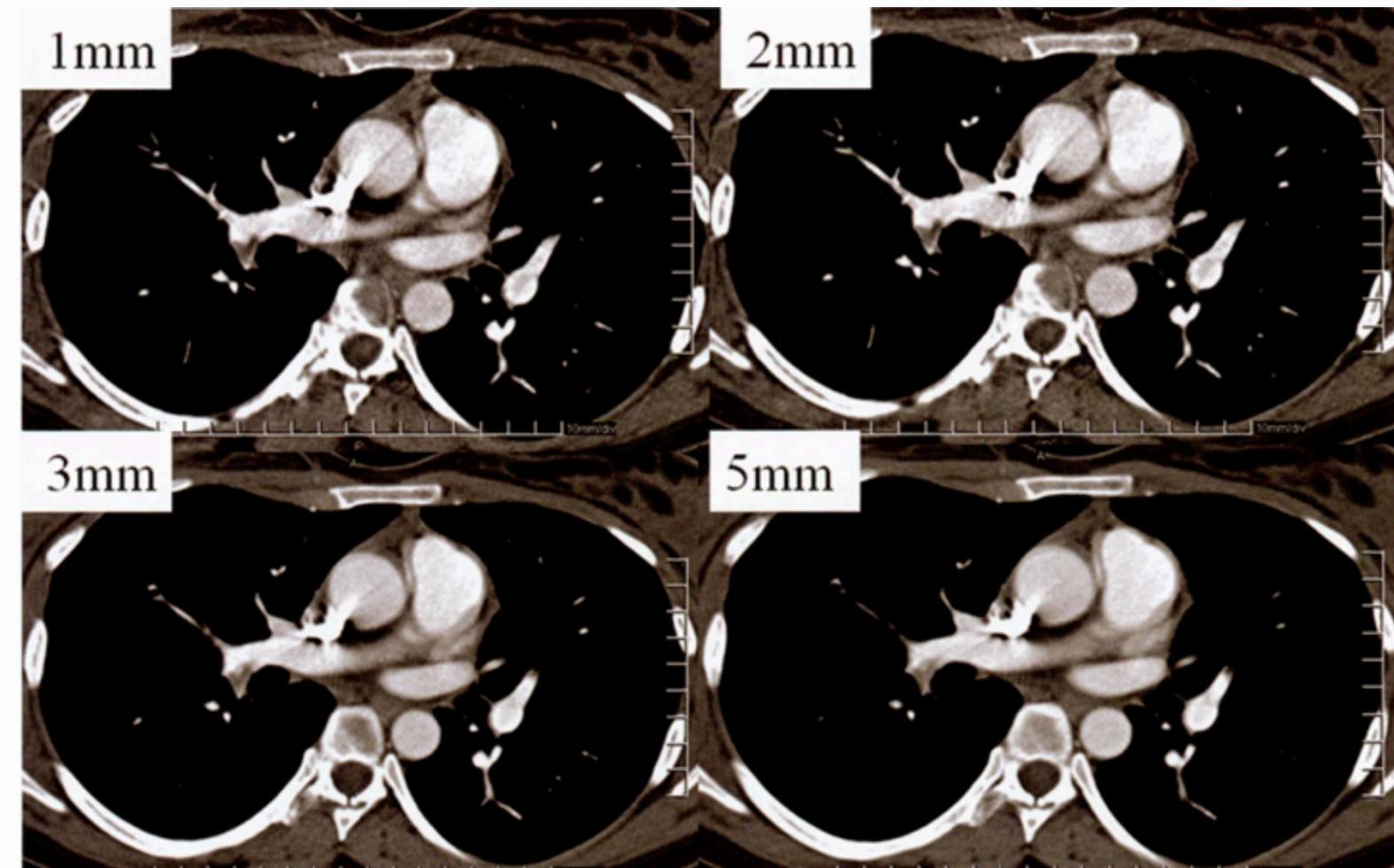
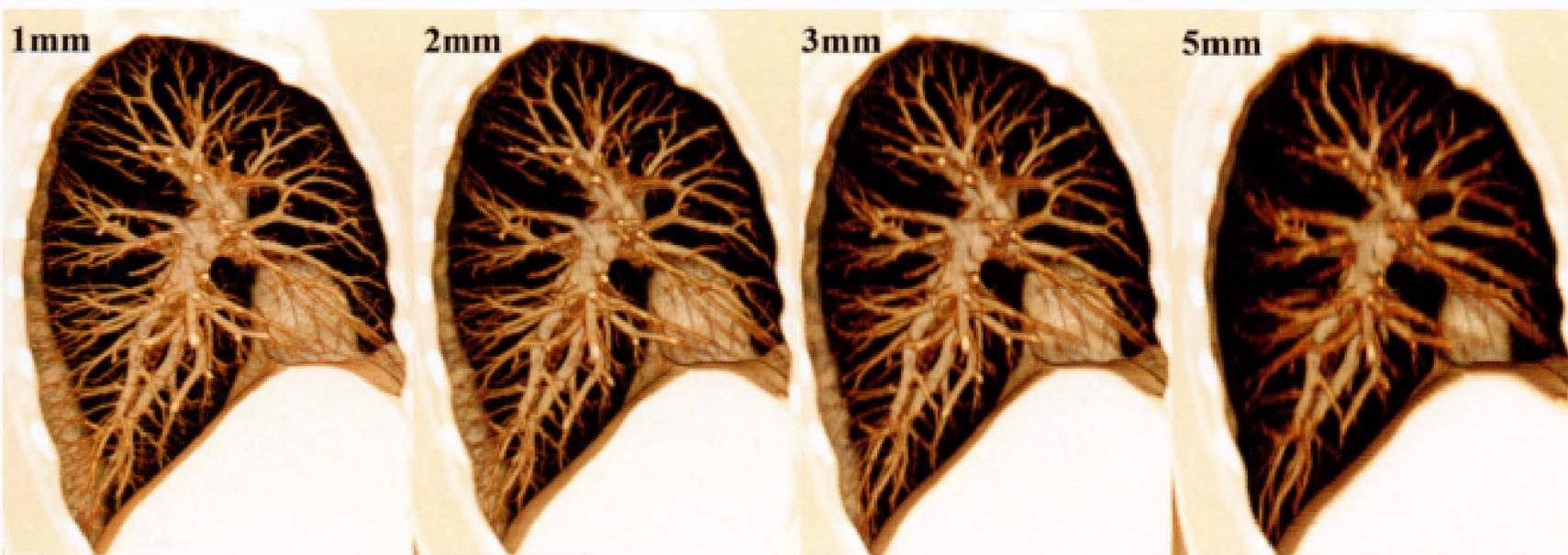
Colimação

- É o ajuste da largura do feixe de raios X usado durante a aquisição das imagens. Determina:
- Quantos cortes serão adquiridos por rotação do tubo
- A espessura de cada corte
- Exemplo: Colimação de $64 \times 0,625$ mm: o aparelho faz 64 cortes simultâneos, cada um com 0,625 mm de espessura.



Espessura do corte

- Refere-se à espessura das fatias de imagem que são geradas durante o exame, e varia de acordo com a área do corpo a ser examinada e a finalidade do exame
- Espessura de corte mais fina significa que as imagens terão mais detalhes, enquanto na espessura de corte mais grossa, as imagens terão menos detalhes, mas podem ser adquiridas mais rapidamente.



Doses de radiação

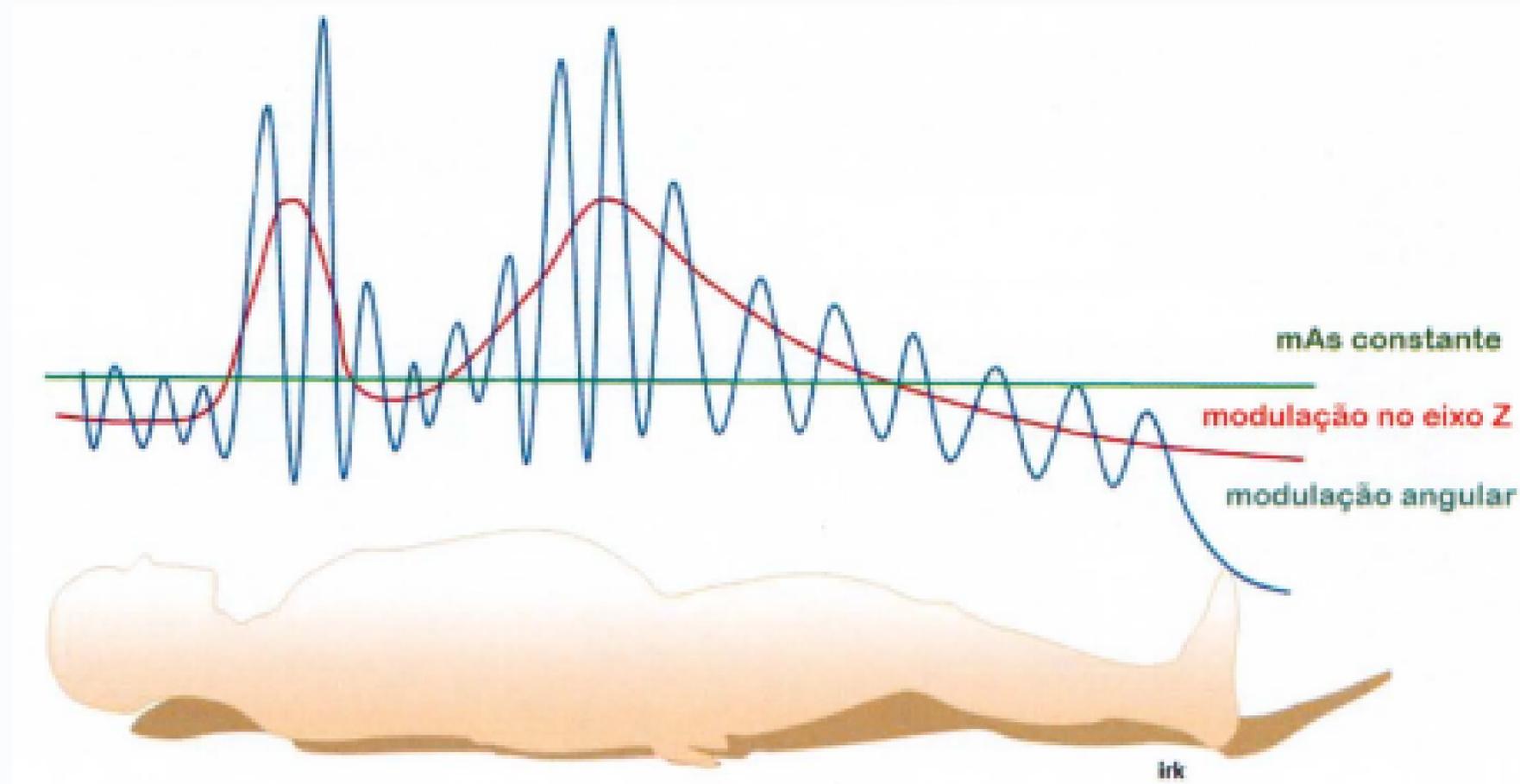
- Os protocolos padrão utilizam 120 a 140 kV e 100 a 533 mAs > grande variação de dose
- Redução da kV de 120 para 90 diminui a dose de radiação em mais de 35% sem comprometer a resolução, e técnicas com baixo kV e alto mAs empregam baixa dose de radiação em relação às de alto kV e baixo mAs.
- Alguns estudos mostram que não há diferença na detecção de anormalidades entre exames realizados com dose padrão e baixa dose de radiação.

Doses de radiação

- Estudos têm empregado baixa dose de radiação (20 a 50 mAs) com eficiência na detecção de nódulos pulmonares, e em outras indicações, como pacientes oncológicos, bronquiectasias, enfisema pulmonar, asbestose e TEP com mAs variando de 17,5 a 100.
- Sistemas de controle de exposição da radiação têm sido desenvolvidos em equipamentos mais recentes capazes de sugerir a miliamperagem necessária, levando em consideração o biotipo do paciente e o padrão de qualidade da imagem definida pelo usuário.
- Técnicas de controle automático de exposição da radiação têm sido eficazes na redução da dose de radiação, sem diminuição significativa da qualidade da imagem.

Modulação

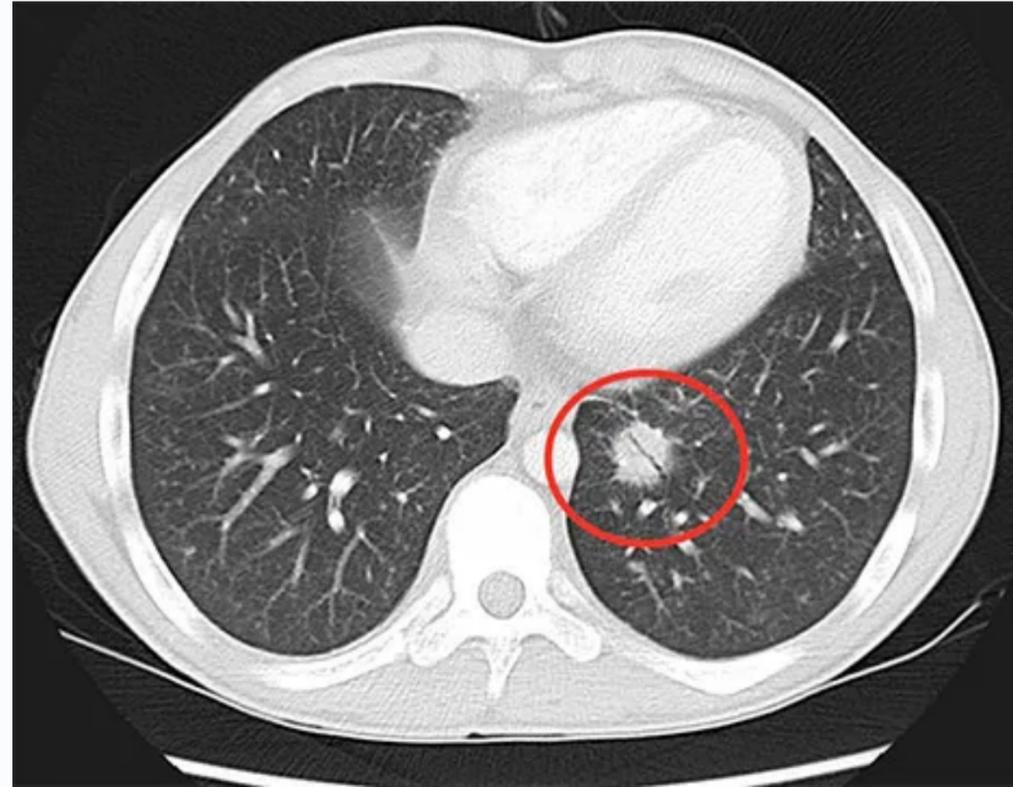
- Com a finalidade de manter uniforme a qualidade da imagem em todos os segmentos, a corrente no tubo de raios X pode ser modulada
- modulação longitudinal- variação da corrente do tubo de raios X ao longo do eixo Z. Reduz a dose de radiação em 26%;
- modulação angular- variação da corrente do tubo de raios X de acordo com a posição do tubo (anteroposterior e laterolateral). Reduz a dose de radiação em 22%;



Contraste

- Substância que aumenta a visibilidade de determinadas estruturas, como vasos sanguíneos, órgãos e tecidos moles
- Padrão: iodo na concentração de 300mg/ml
- Fase arterial (precoce - 30s): aorta hiperdensa
- Fase venosa/portal (tardia - 60s): veia cava hiperdensa
- Indicações na TC de tórax: suspeita de TEP, neoplasias pulmonares ou mediastinais, processos inflamatórios complicados (abscesso pulmonar, mediastinite), avaliação de grandes vasos do tórax

Contraste



Protocolo

Quadro 44: Protocolo para estudo da patologia pulmonar difusa do tórax - cortes axiais.

Posicionamento	Paciente em decúbito dorsal com os membros superiores elevados e ao lado da cabeça.
Topograma	Topograma coronal (face) a abranger toda a região torácica. Aquisição do topograma com FOV de 400mm e 120 kV e 50 -100 mA.
Altura mesa	A meia distancia antero - posterior do tórax.
Centragem	Dez centímetros acima das cristas ilíacas.
Cortes	Aquisição desde os vértices até às bases pulmonares. Cortes axiais com espessura e avanços de 4 a 8 mm ou cortes finos de 1,5 a 2,0 mm.
FOV	Scan FOV de, 400 mm Display FOV, 340 mm
Filtros	Filtros de parênquima e filtro de partes moles.
Valores exposição	kVp:120; mAs: 210
Respiração	Doente em inspiração profunda.
Pitch	1,0; 1,5
Contraste	Não se efectua injeção de contraste.
Reconstrução	Com intervalos de 4 a 8 mm e intervalos de 1 a 2mm nos cortes finos.
Fotografia /Impressão	O exame deve ser fotografado como topograma sem e com a indicação dos cortes, as imagens adquiridas devem ser fotografadas em janela de pulmão e mediastino.

Protocolo

Apneia após inspiração forçada:

- Melhora a visualização de:
- Parênquima pulmonar (bronquiectasias, nódulos, infiltrados)
- Vasos pulmonares
- Estruturas do mediastino
- Evita borramento ou duplicação de imagens causado pela respiração.

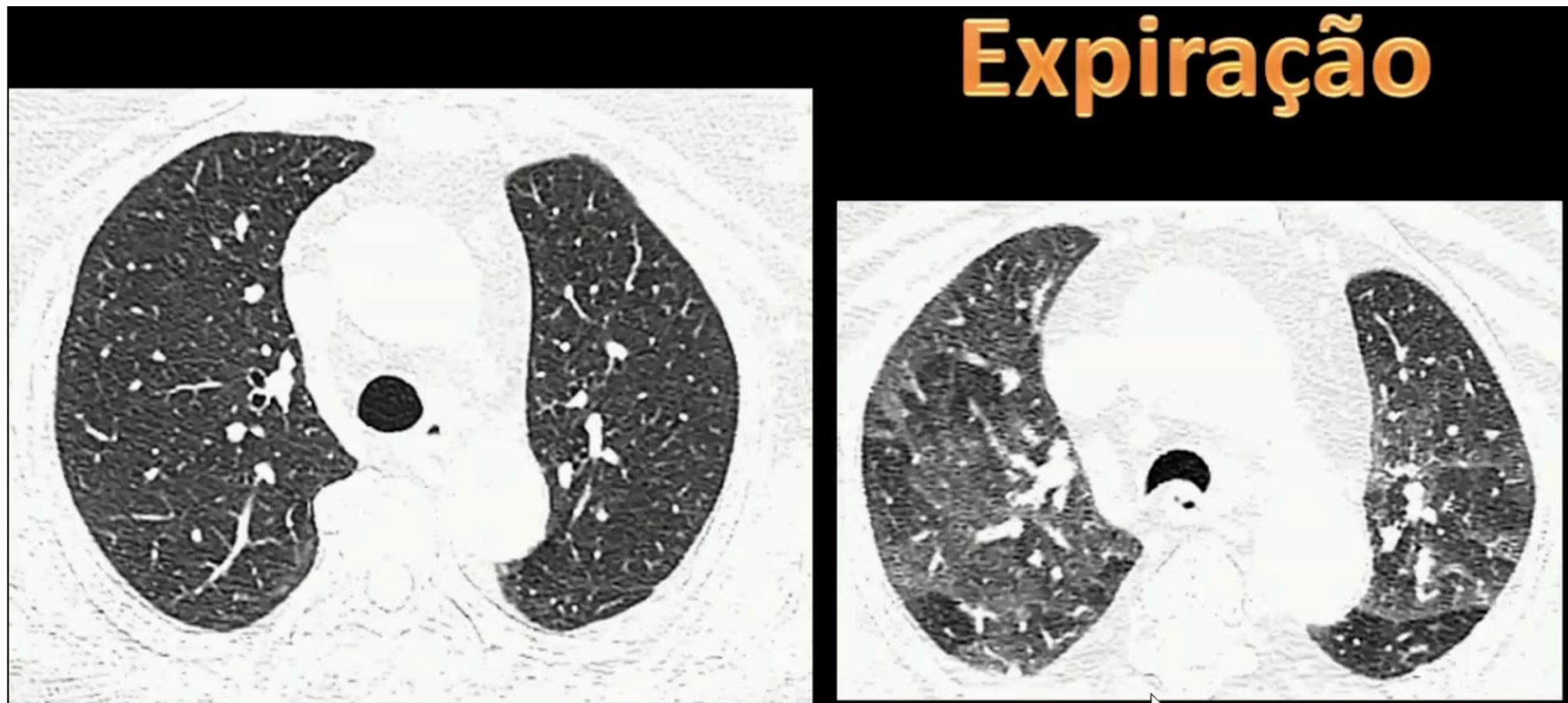
Apneia após expiração forçada:

- Bom para ver aprisionamento aéreo, perfusão em mosaico
- Doenças de pequenas vias aéreas: bronquiolite, BOPI, asma

Dica

Como saber se o paciente está inspirando ou expirando?

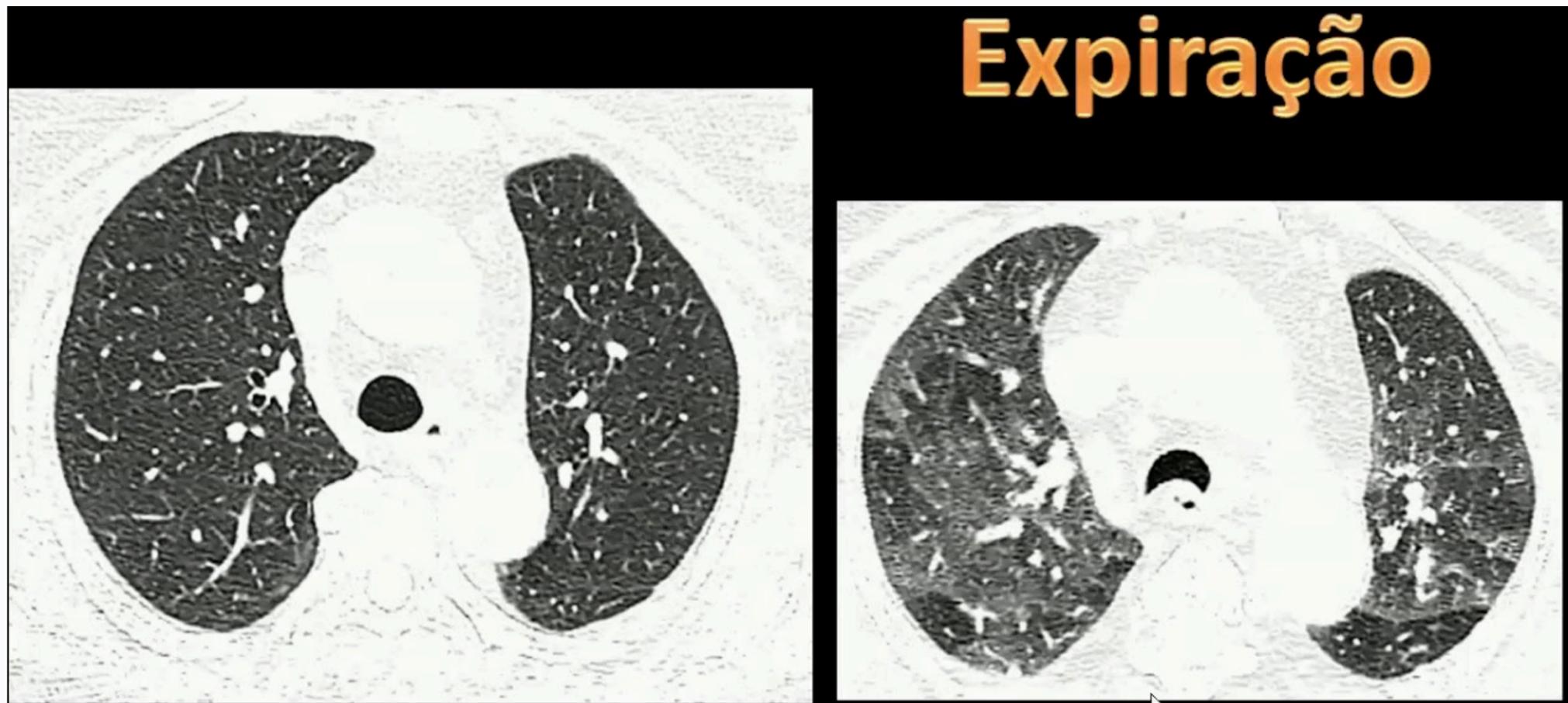
- Inspiração: traqueia arredondada
- Expiração: parede posterior da traqueia abaulada ou retificada > parcialmente colapsada



Dica

Como saber se o paciente está inspirando ou expirando?

- Inspiração: traqueia arredondada
- Expiração: parede posterior da traqueia abaulada ou retificada > parcialmente colapsada



Referências

SILVA, C. I. S.; MÜLLER, N. L. CBR – Tórax. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier Brasil, 2017. p. 51–68.

HANSELL, David M. Imaging of Disease of the Chest. 5º edição. Elsevier 2010

SALVATORE, Mary M. Chest CT for non-Radiologists. Springer. 2018.

WORMANNS, Dag. Diagnostic Imaging of the Chest. Thieme. 2020.

Obrigada!

