



MEDICINA

USP

**MDR0639**

# **Física do Diagnóstico por imagens I**

Marcelo Tatit

# Aula 5

## Angiografia

- **Características dos equipamentos de angiografia**
- Técnicas de subtração em angiografia
- Contrastes em angiografia

## Extra classe

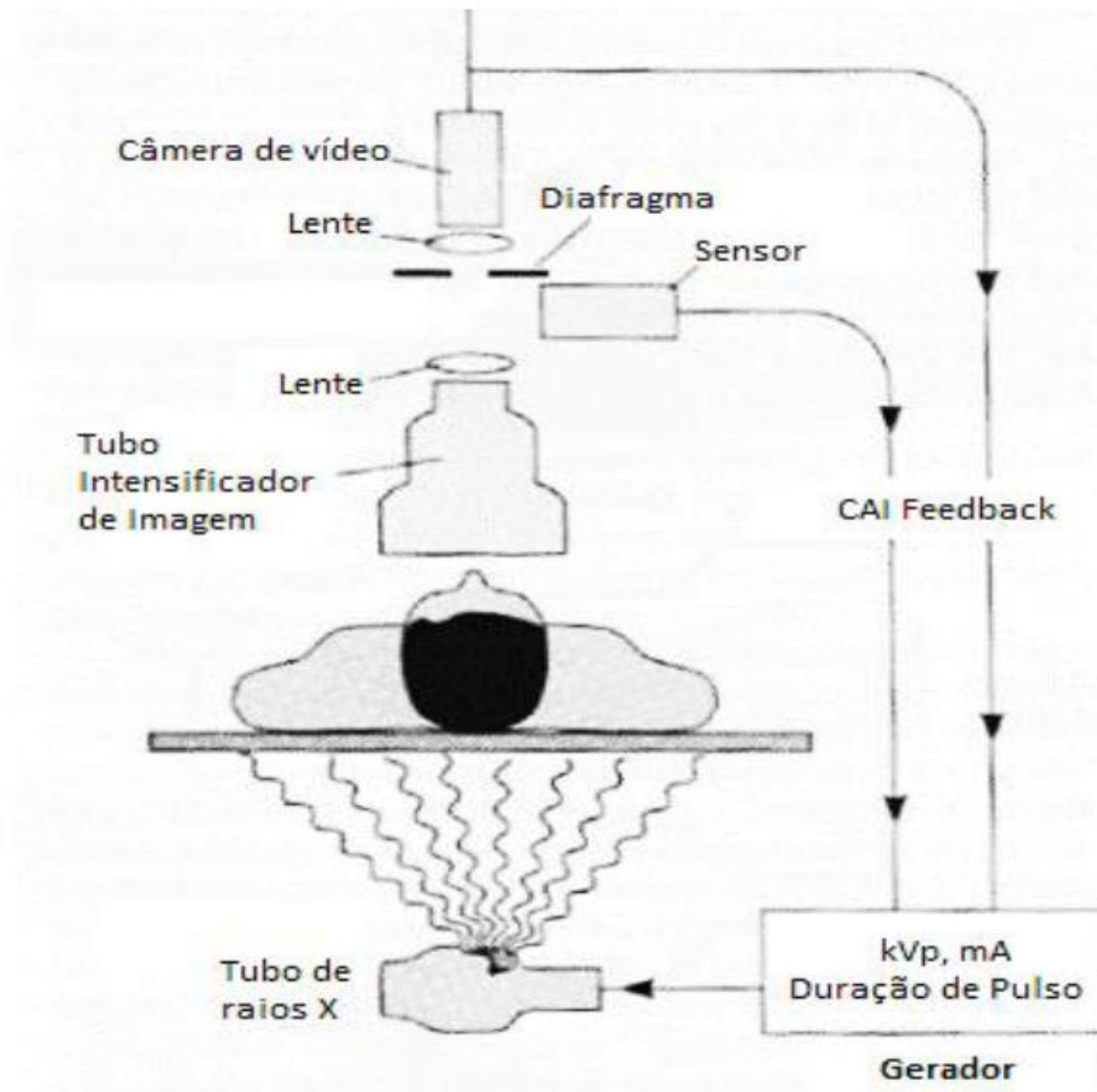
- Acessar / Assistir / ler material *on-line*
- ENVIAR
  - 1 comentário sobre o material de apoio (10 a 15 linhas);
  - 1 *link* para novo material relacionado ao tema da aula;
  - 1 questão + resposta de 10 a 15 linhas sobre a aula anterior.

# Modelos de aula

- **Aula expositiva (convidado):** 45 min + 15 min discussão
- **Aula participativa**
- **Seminários:** 10-15 min exposição e 5 min discussão
- **Aprendizagem baseada em equipe (*Team Based Learning/TBL*):**  
Prova teste Individual + Prova em grupo + Discussão
- **Situação-problema:** análise de problema e propostas em grupo

# TESTE

- Cite 3 diferenças de equipamento de fluoroscopia em relação ao equipamento de radiografia convencional?  
(até 10 palavras...)



# Tubo intensificador

Detector = Fósforo de entrada / fotocátodo

OBS.: Fluoroscopia com *Flat Panel Detector* → radiografia digital.

Conversão:

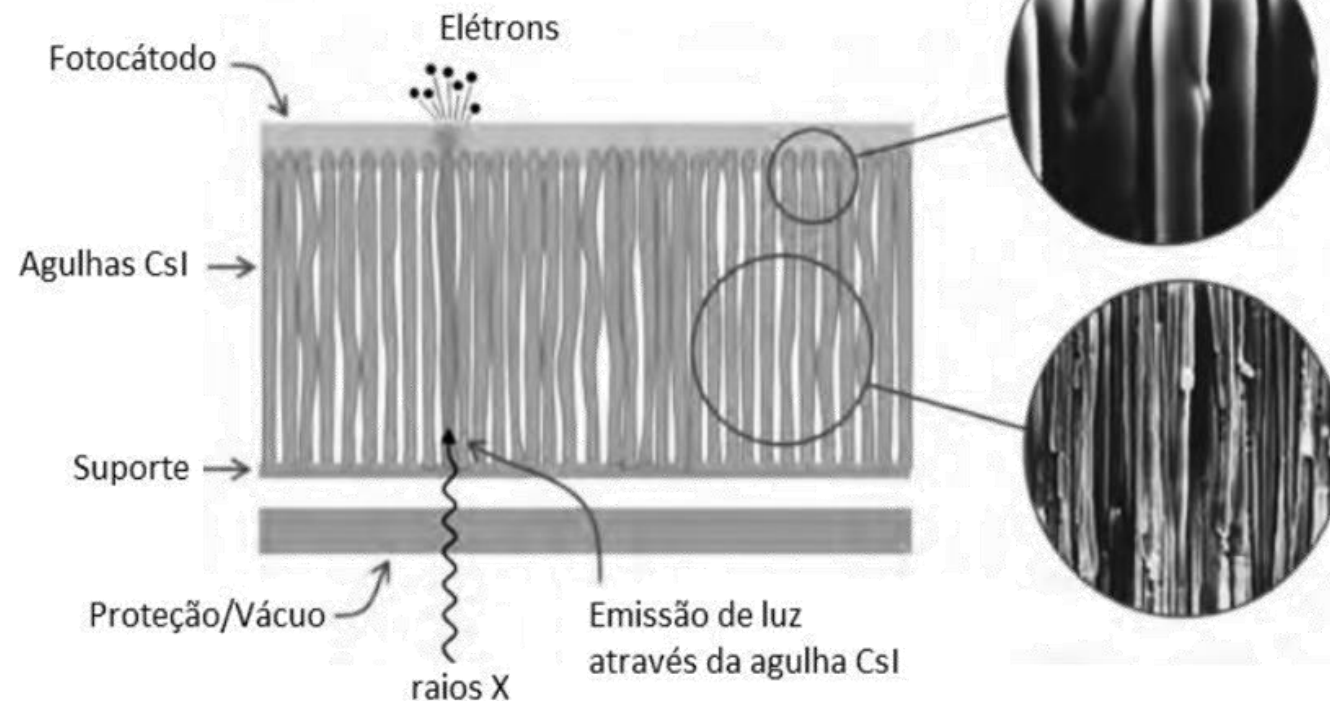
Raios X



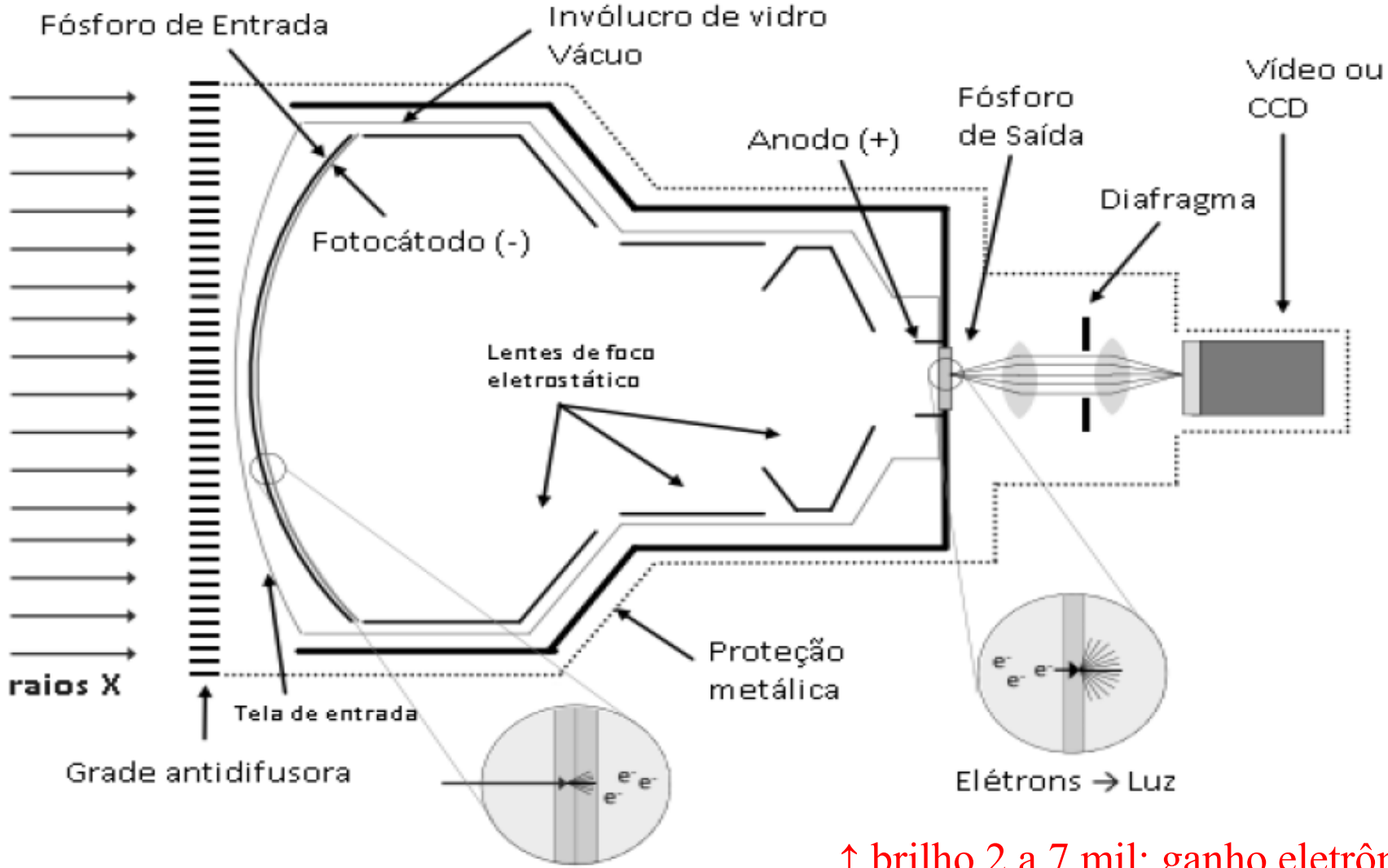
Luz



Elétrons



# Tubo intensificador



Raios X → Luz → Elétrons

Elétrons → Luz

↑ brilho 2 a 7 mil: ganho eletrônico (ou de fluxo ~50 (aceleração e- 25-30kV) + ganho de minificação (~100-200)

Bushberg, The Essential Physics of Medical Imaging.



Em relação ao gerador em um equipamento de fluoroscopia:

- a) Pode ser monofásico, trifásico e, com menor frequência, de alta frequência
- b) Reprodutibilidade da tensão importante para técnicas de subtração**
- c) Tempo de exposição é menos crítico em fluoroscopia pulsada ou cine
- d) Integrados ao sistema de controle automático de intensidade (CAI)**

# Modos da fluoroscopia

## ***Contínua***

- mais simples e bastante utilizado em sistemas com intensificador de imagem
- feixe de raios X contínuo + câmera de vídeo 25 a 30 quadros/s ( = 40 a 33 ms / quadro )
- movimento do objeto pode desfocar/borrar a imagem fluoroscópica.

## ***Pulsada:***

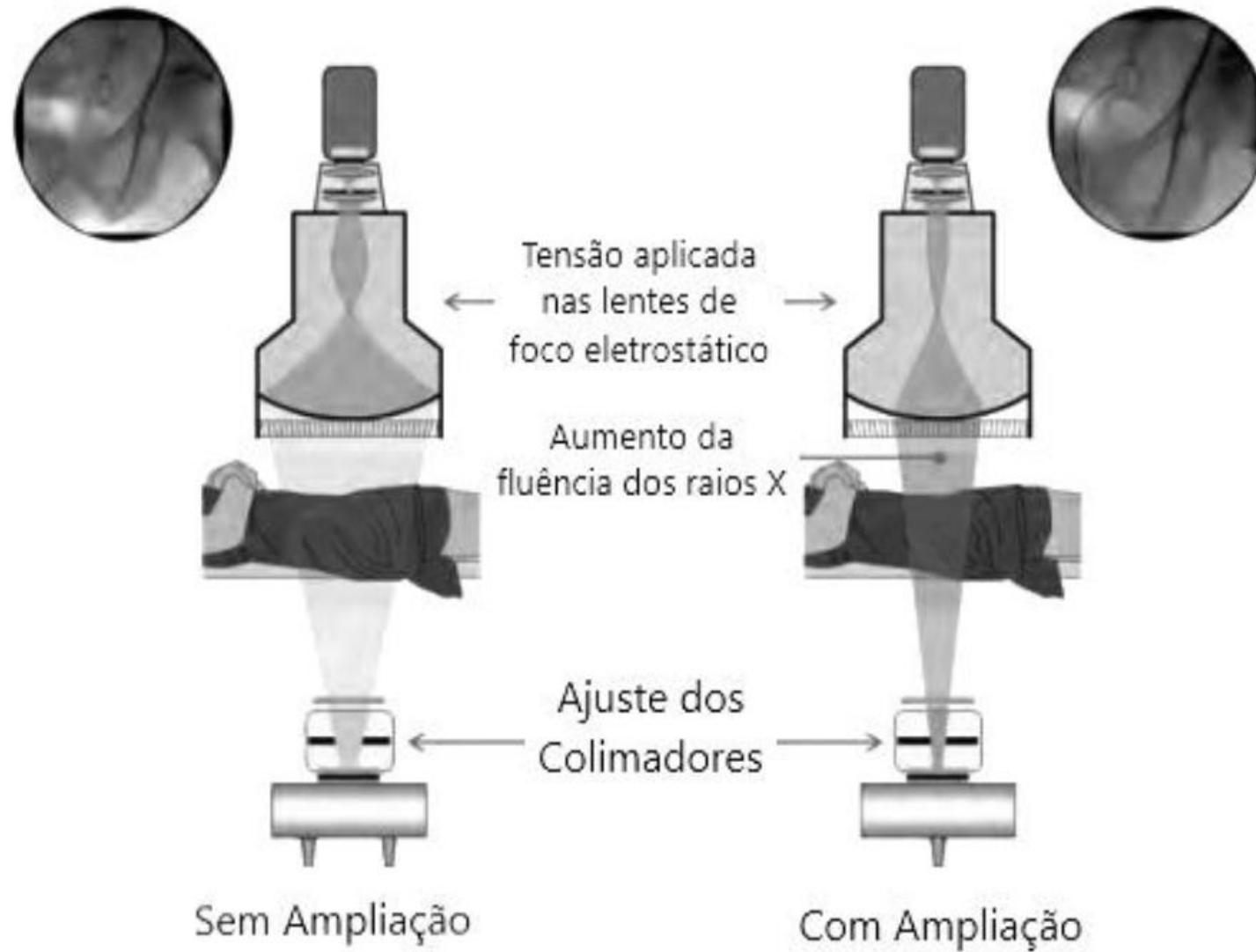
- gerador produz pulsos curtos - tempo de raios X acionado → 33 ms para 3 a 10 ms
- Reduz borramento da imagem e a exposição do paciente à radiação.
- Baixas taxas de quadros podem dificultar órgãos em movimento muito rápido (ex.: 05 quadro/seg em cardiologia intervencionista).

## ***Cine ou Aquisição Digital:***

- imagens de alta qualidade para serem gravadas para posterior avaliação
- modo fluoroscopia - 80 a 100 mA vs. modo cine até 800 mA (DOSE!)

Em relação ao ***Tamanho de Campo (FOV) e Ampliação:***

- a) O aumento do FOV no fósforo de saída leva a uma redução da imagem formada
  - b) A ampliação é produzida aumentando as tensões aplicadas às lentes de foco eletrostático do intensificador de imagem
  - c) Imagens mais magnificadas pressupõe uma redução da intensidade de corrente e dose de radiação, pois uma menor área foi irradiada
- a) Integrados ao sistema de controle automático de intensidade (CAI)**



**Figura 5:** Modos sem ampliação (esquerda) e com ampliação (direita). Fonte: Bushberg.

## ***Grades antidifusoras***

“As razões de grade para fluoroscopia variam de 6: 1 a 10: 1, que é geralmente menor do que as proporções comuns da grade em radiografia (8: 1 a 16: 1). Para fluoroscopia, a remoção da grade pode ser desejável para reduzir a dose do paciente quando a quantidade de dispersão produzida é baixa.”





# Aula 5

## Angiografia

- Características dos equipamentos de angiografia
- **Técnicas de subtração em angiografia**
- **Contrastes em angiografia**



- **Qualidade da imagem em fluoroscopia:**
  - contraste
  - ruído
  - nitidez
  - Resolução temporal
  - Artefatos / distorções de imagem
  
- **Dosimetria em fluoroscopia**
  - Aspecto central - abordado na aula 11 – CQ em mamografia e fluoroscopia

- Como se relacionam?

## Qualidade da imagem em fluoroscopia:

contraste

ruído

nitidez

resolução temporal

artefatos / distorções de imagem

## Dosimetria em fluoroscopia

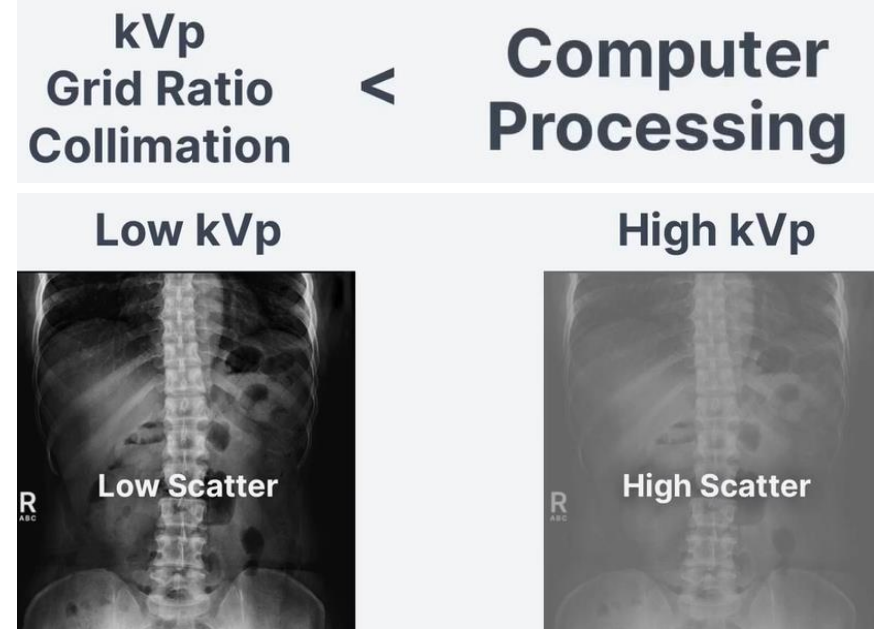
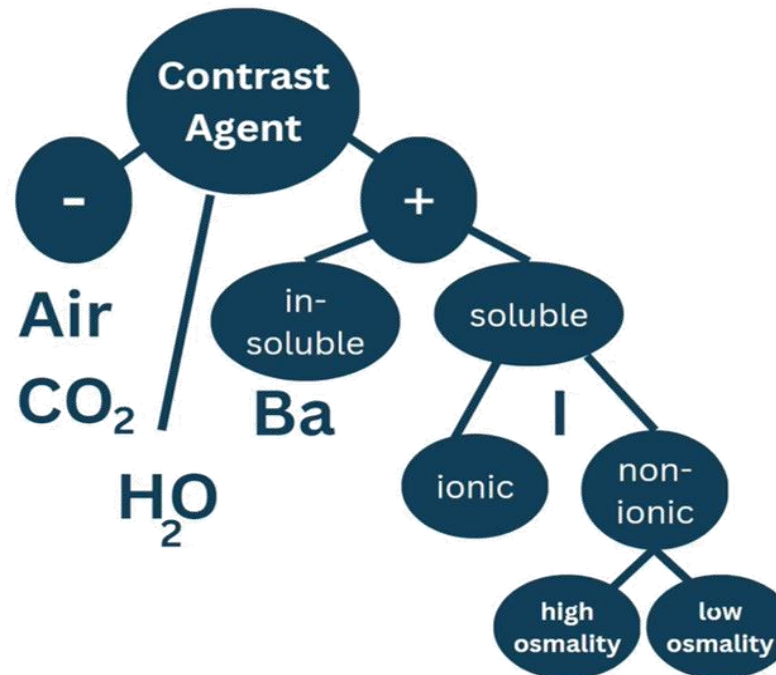
**What is the most important factor influencing image contrast in digital radiography?**



- A. Kilovoltage peak (kVp)**
- B. Grid ratio**
- C. Patient size**
- D. Computer processing**

# Contraste

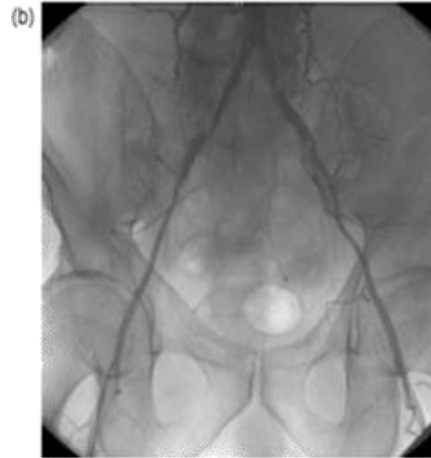
- Inerente: fatores teciduais e procedimento
- Meios de contraste



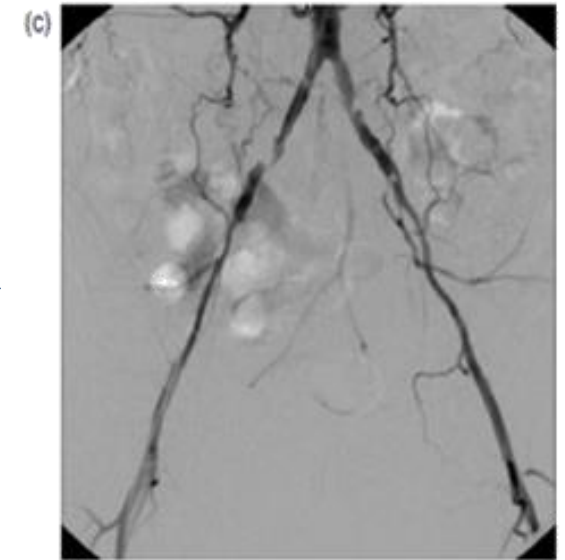
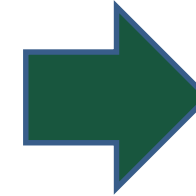
# Angiografia por subtração digital



máscara



contraste

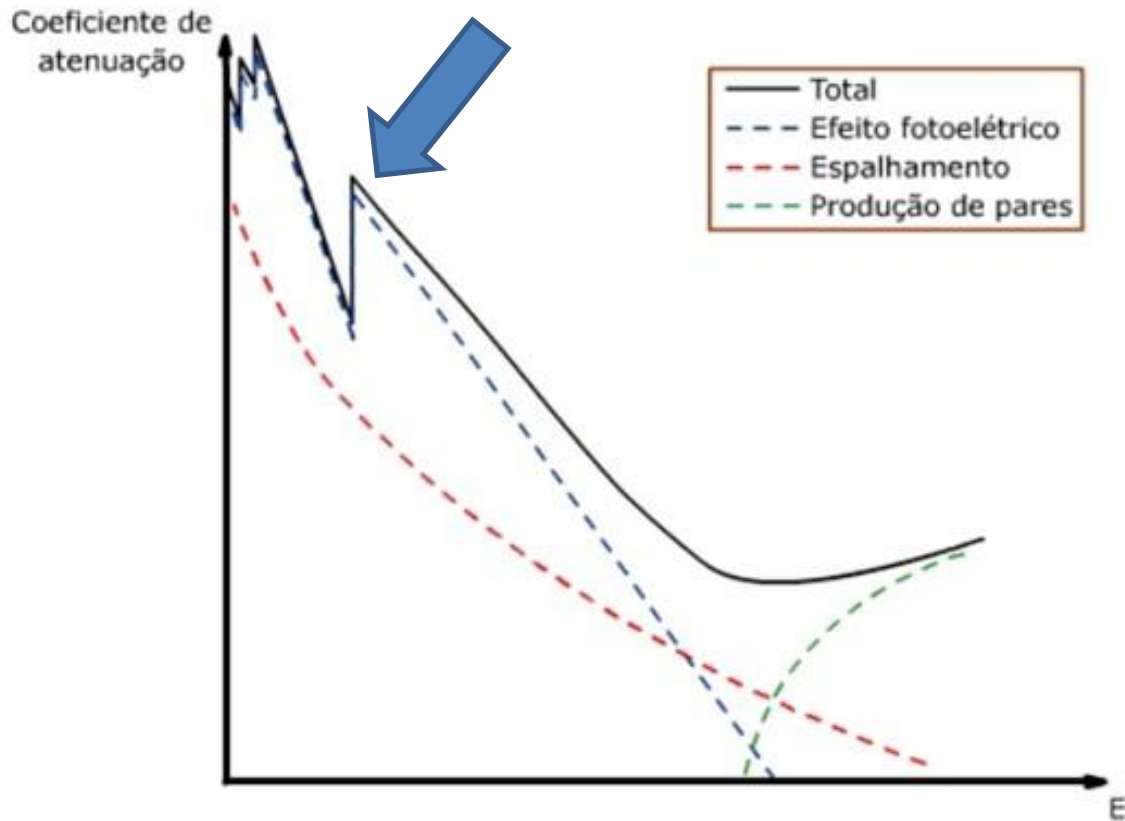


subtração

## Observações:

- atenuação  $\sim$  exponencial subtração com Log do sinal e depois reconverte
- movimentação (possível correção: desloca pixel ou muda máscara)
- subtração  $\downarrow$  informação/pixel,  $\uparrow$  ruído (precisa mais mA)

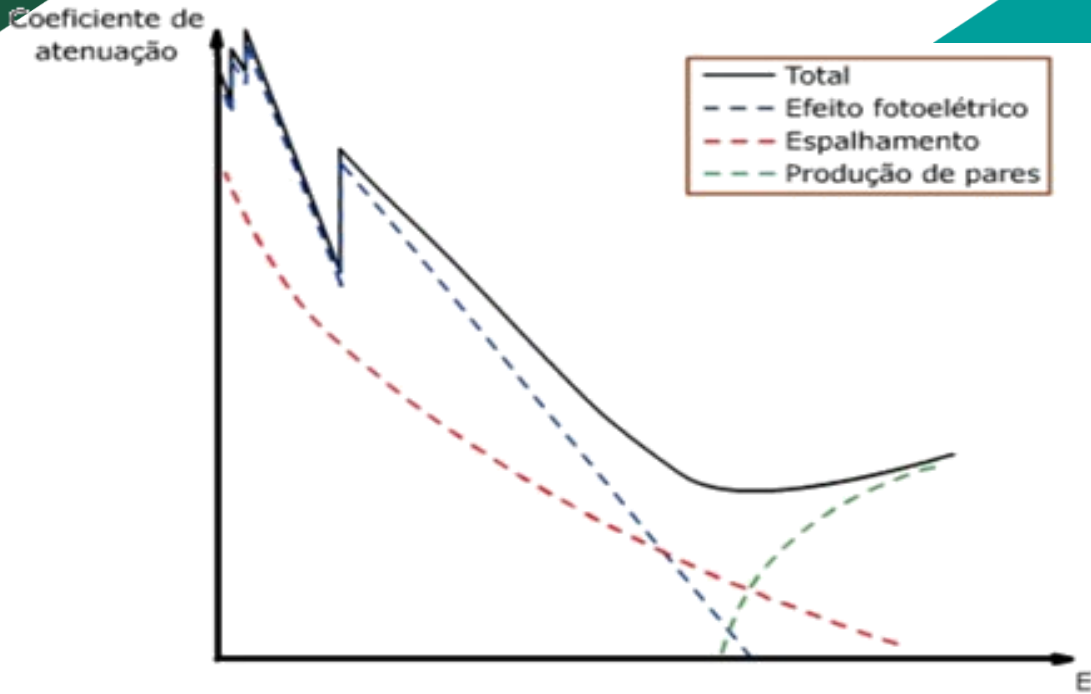
# Teste



[Fig. 4] Coeficientes de atenuação do chumbo.

A que está associado este pico de atenuação?

- Energia de ligação de elétrons
- Emissão de raios X característico
- Retroespalhamento
- Ressonância magnética



[Fig. 4] Coeficientes de atenuação do chumbo.

A curva em azul representa o coeficiente de atenuação por efeito fotoelétrico. Este coeficiente é diretamente proporcional ao quociente  $Z^3/E^3$ , onde  $Z$  é o número atômico do material e  $E$  é a energia do feixe de raios X. As descontinuidades desta curva correspondem às energias de ligação das diferentes camadas de elétrons do chumbo. Para uma energia maior que a energia de ligação de uma determinada camada, torna-se possível a ejeção de um elétron por efeito fotoelétrico, resultando em um aumento do coeficiente de absorção.

## Número atômico (Z)

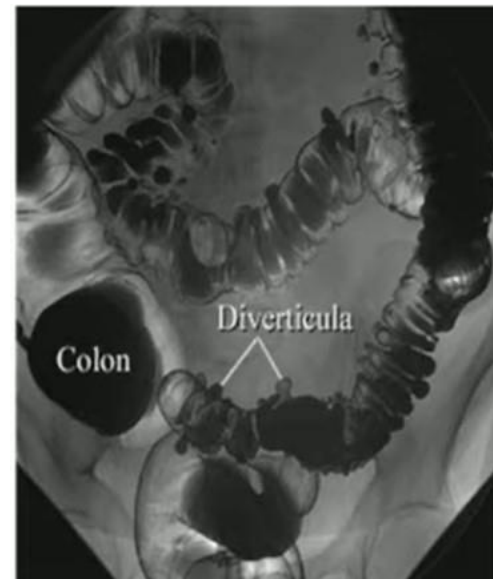
C = 8; H = 1; O = 6; N = 7

Bário = 56

(K-edge = 37 keV)

Iodo = 53

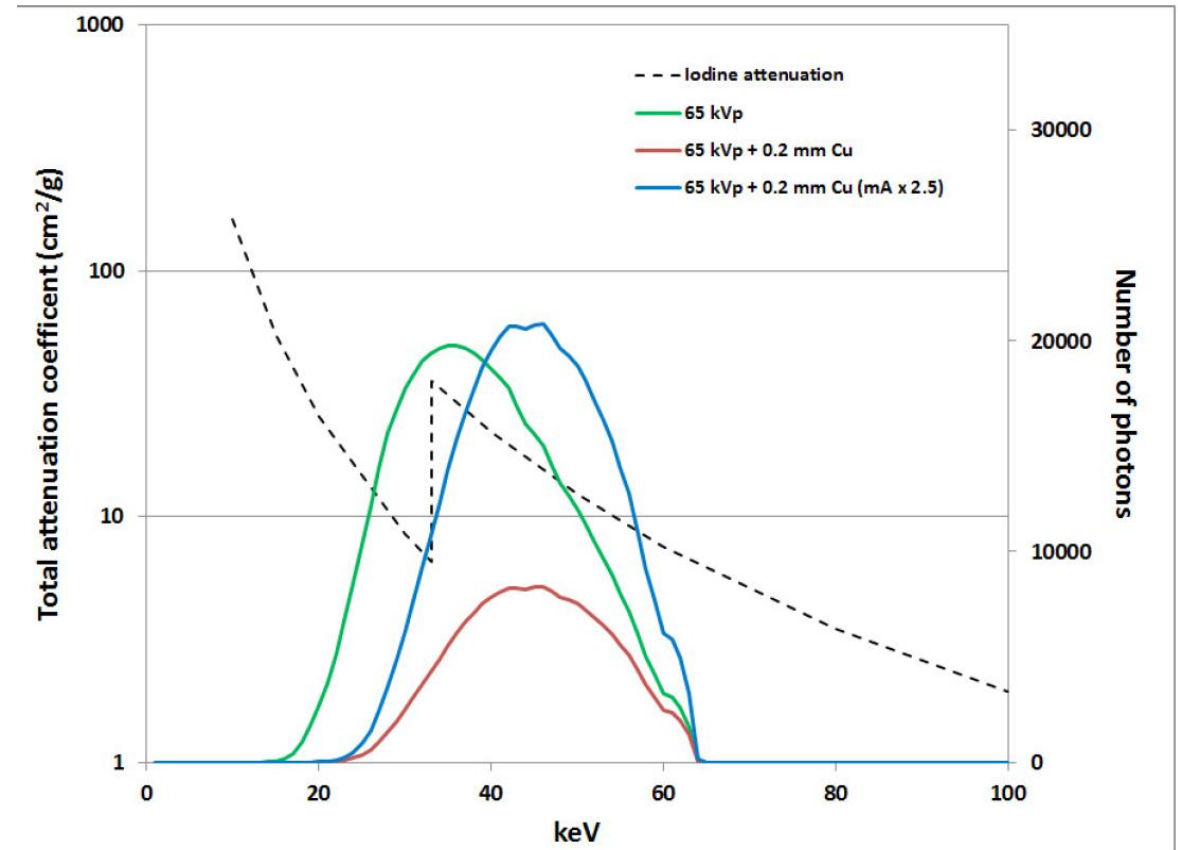
(K-edge = 33 keV)



# Spectral shaping

## Filtros de modelagem espectral:

- maximizar efeito do agente de contraste (*iodo*)
- sinal do contraste depende do espectro de raios X
- máximo quando espectro de raios X logo acima da borda K (*cuidado c/ aumento de dose com baixos kVs*)
- filtros metálicos removem raios X de baixa energia: filtro de cobre para moldar o espectro de raios X (kV relativamente baixo e corrente alta: 50–400 mA)





- **AULA Mamografia - Modelo “*palestra e seminários*”**
  - 3 seminários de 10 min + 5 min discussão aberta
  - Separação dos temas por grupo:
    - Características específicas do mamógrafo
    - Técnica mamográfica
    - Espectro de raios X na imagem mamográfica
- **Acessar material *on-line* + Enviar**
  - 1 comentário (10 a 15 linhas);
  - 1 *link* para novo material;
  - 1 questão + resposta 10 a 15 linhas sobre a aula anterior.

Comente/critique:

“se forem empregados contrastes de alta densidade não é necessária a subtração digital na angiografia”  
( máximo 10 linhas)

