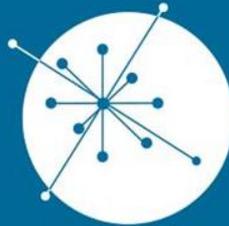


# *Fluoroscopia e Radiologia Intervencionista*



GRUPO DE  
**DOSIMETRIA  
DAS RADIAÇÕES**  
e FÍSICA MÉDICA

---

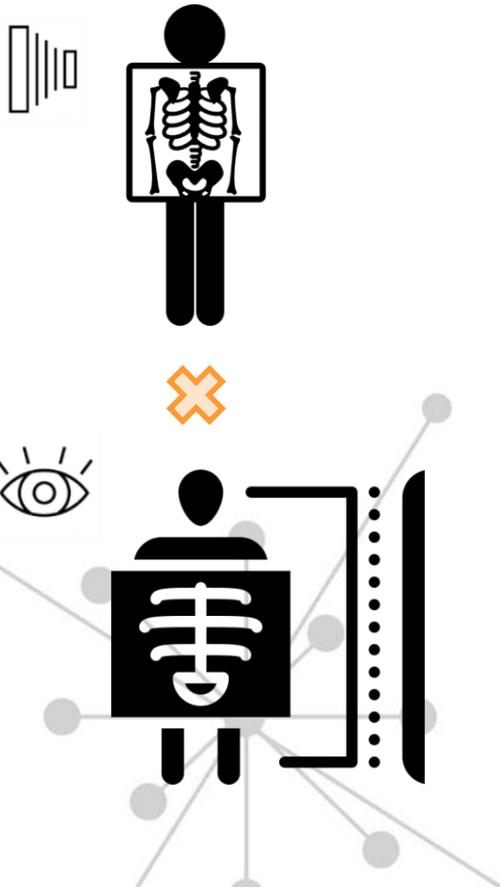
IFUSP - Instituto de Física da USP

**Aluno:** Paulo Zago Leonel

**Disciplina:** Fundamentos de Processamento de Imagens Médicas

São Paulo, 29 de setembro de 2022

# Fluoroscopia e intervenção



Capacidade de produzir imagens em tempo real com altas taxas de quadros e uma dose baixa por imagem

Imagens de raios X de projeção: visualização em tempo real com alta resolução temporal

Usada para posicionar o sistema de imagem para o registro de imagens e para fornecer orientação de imagem para procedimentos intervencionais

O receptor de tela fluorescente que dá o nome de "fluoroscopia"

## Raios X com fluoroscopia

Procedimentos diagnósticos  
não ou minimamente invasivos

Sistema lacrimal

Sistema gastrointestinal

Sistema urológico

Sistema ginecológico

## Radiologia Intervencionista

Hemodinâmica

Procedimentos diagnósticos  
intervencionistas

Angiografia - cateterismo

Endoscopia gastrointestinal

Procedimentos cardíacos,  
angioplastia,  
neuroangiográficos

Arco-C ou Arco-cirúrgico

Procedimentos diagnósticos ou  
não

Procedimentos cirúrgicos

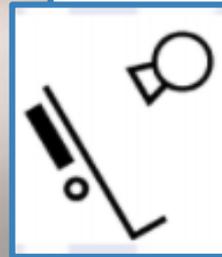
Ortopédico, remoção de  
cálculos, marca-passo

Pré e pós operatório

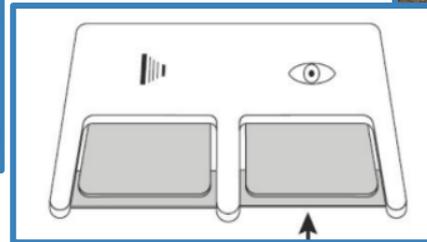
Broncoscopia, tubos e  
cateteres endotraqueais

# Equipamentos

PHILIPS  
DuoDiagnost



SIEMENS  
Luminos dRF Max



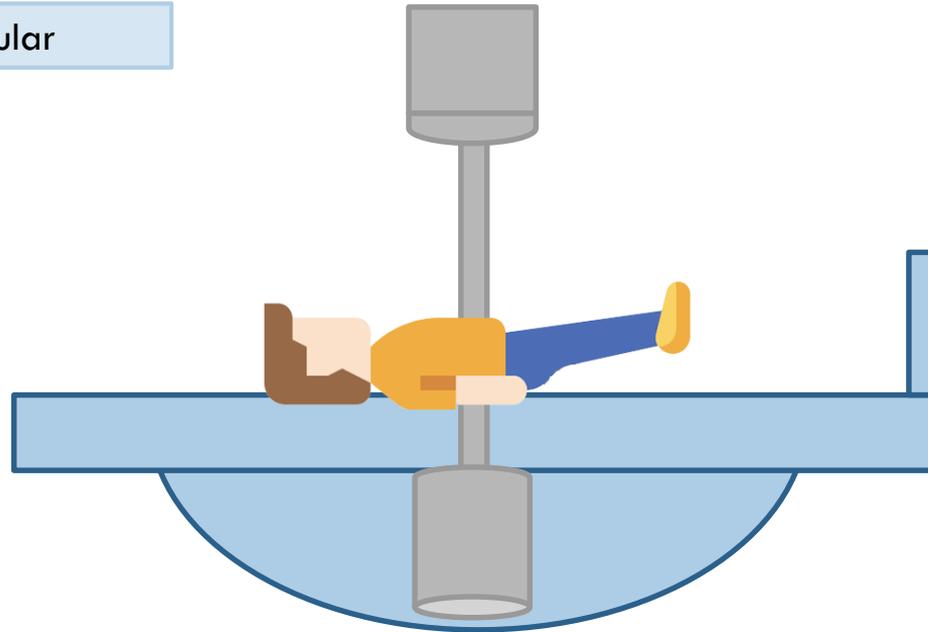
Intensificador de Imagem (II)

Flat Panel (DR)

# Movimentação

Raios X com fluoroscopia

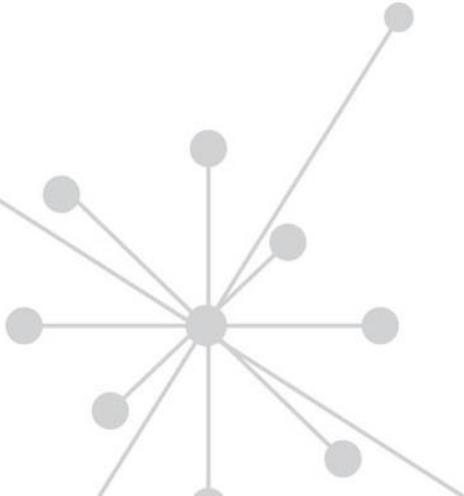
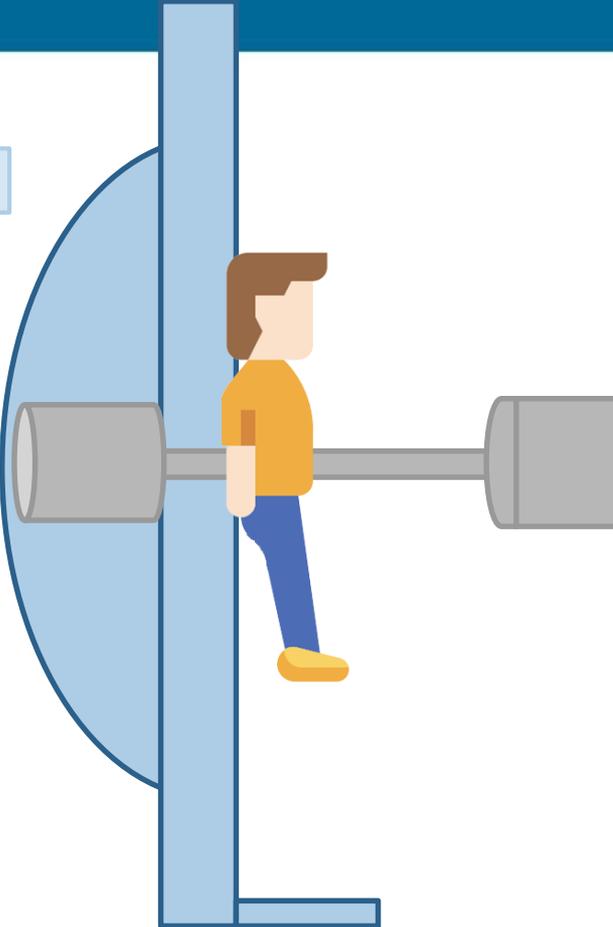
Movimento angular



# Movimentação

Raios X com fluoroscopia

Movimento angular



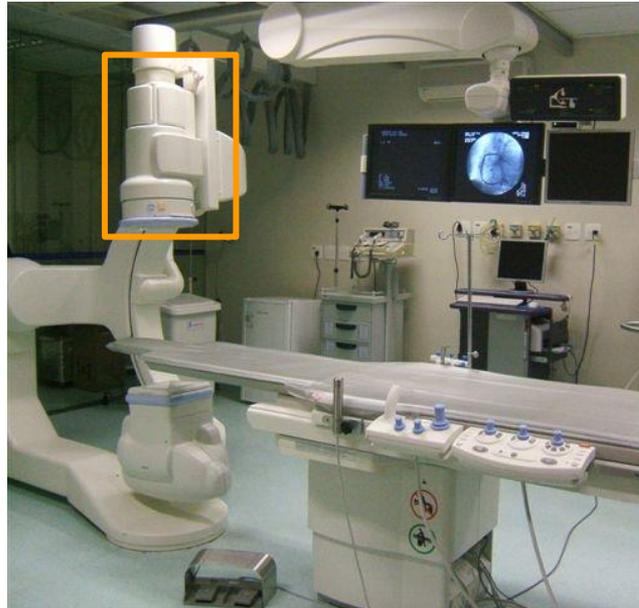
# Equipamentos

Raios X com fluoroscopia



Radiologia Intervencionista

Hemodinâmica



Arco-C ou Arco-cirúrgico

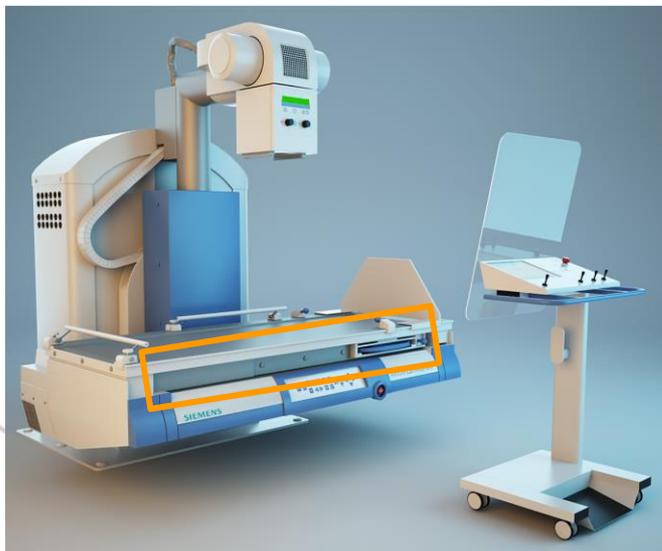


Intensificador de imagem

Fonte: Philips e GE Healthcare.

# Equipamentos

## Raios X com fluoroscopia



## Radiologia Intervencionista

### Hemodinâmica



### Arco-C ou Arco-cirúrgico

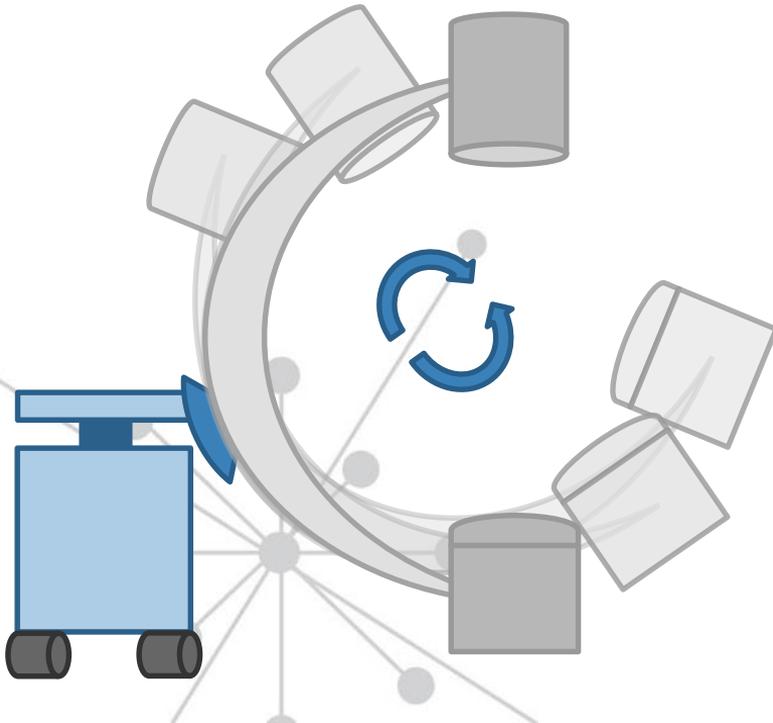


Detector *flat-panel*

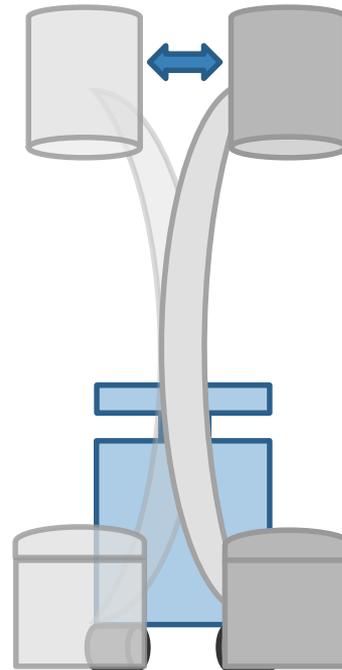
Fonte: Siemens e GE Healthcare.

## Radiologia Intervencionista

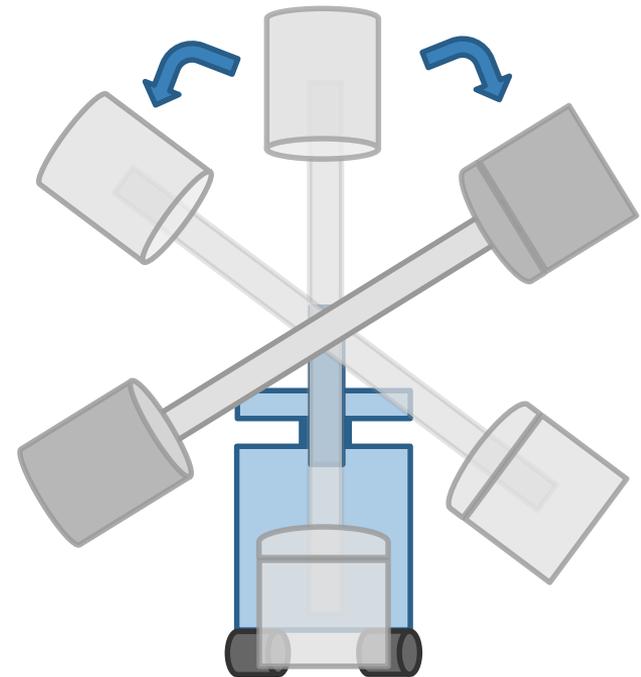
### Movimento orbital



### Movimento panorâmico



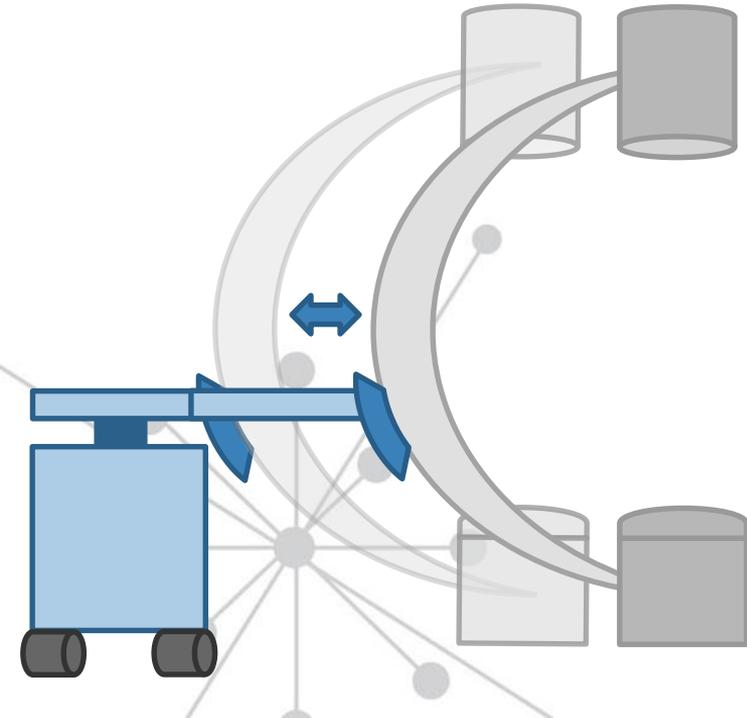
### Movimento angular



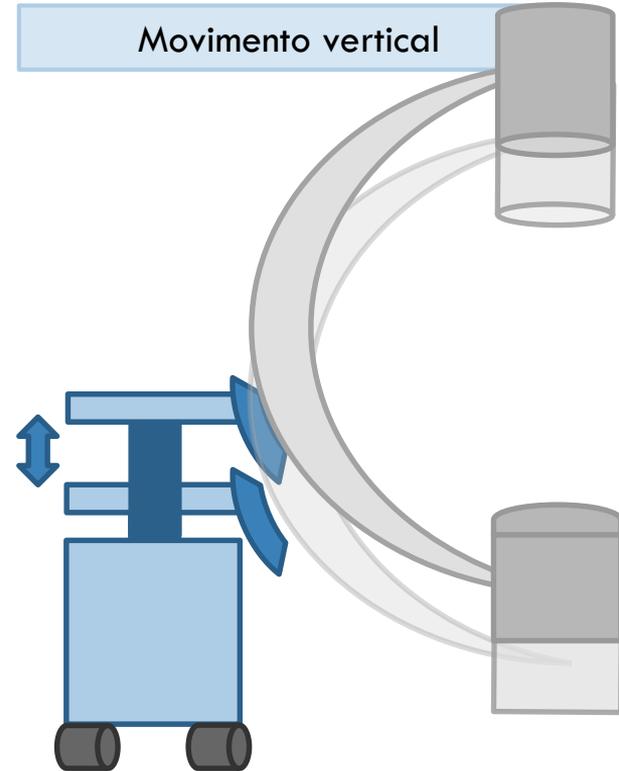
# Movimentação

## Radiologia Intervencionista

### Movimento horizontal



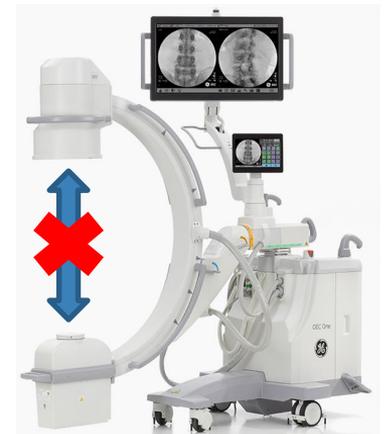
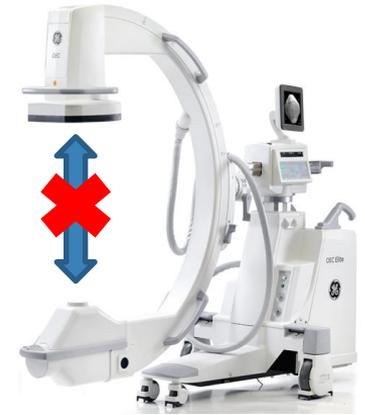
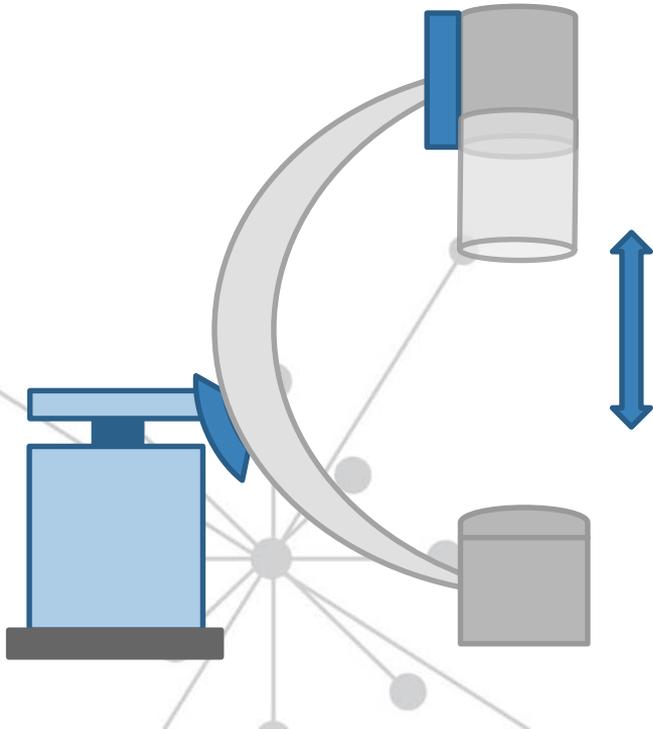
### Movimento vertical



# Movimentação

Radiologia Intervencionista

Eq. fixo: distância foco-receptor variável



Fonte: Siemens Healthineers e GE Healthcare.

## Gerador

❖ Critérios considerados:

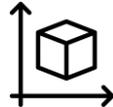
Tempo de exposição



Reprodutibilidade



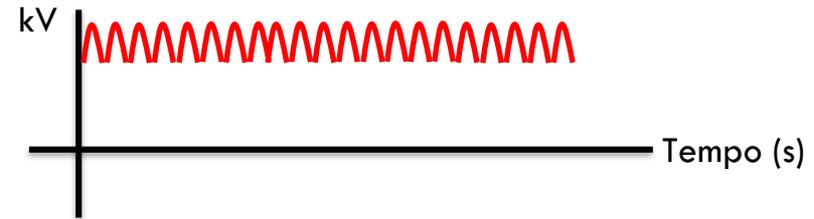
Tamanho do gerador



Custo



## ALTA FREQUÊNCIA



Compacto: atraente para uso em arco-C

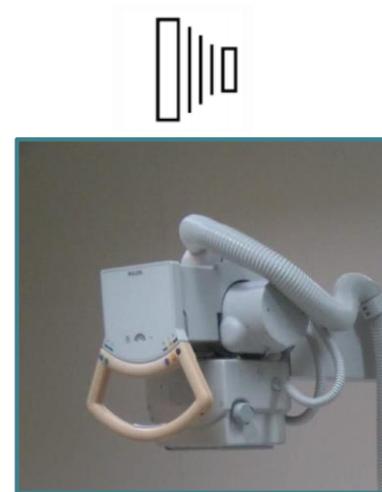
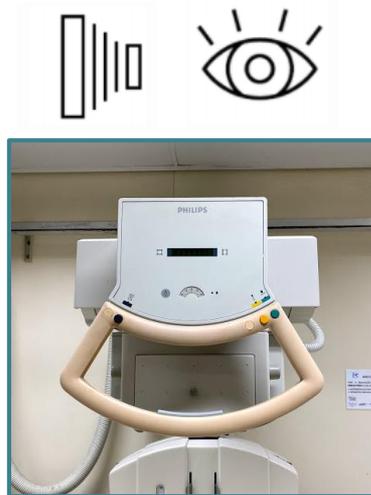
Ocupam de 60% a 80% menos espaço

Preço de 30% inferior ao de potencial constante

Fluoroscopia pulsada: tempos de subida e descida rápidos

# Componentes

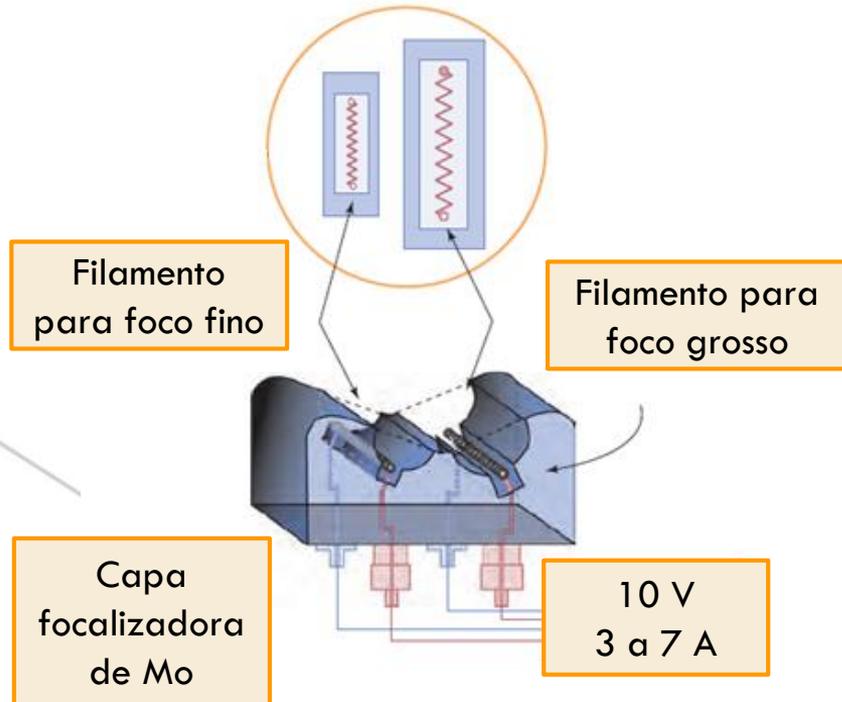
## Tubo de raios X



Rotação de anodo de alta velocidade: tubo de raios X com uma grande capacidade de dissipação do calor

# Componentes

## Tubo de raios X



Capa focalizadora é mantida no mesmo potencial do filamento em relação ao ânodo

Dimensões do ponto focal: comprimento do filamento em uma direção e a largura da distribuição de elétrons na direção perpendicular

Hemodinâmica: Micro foco

# Componentes

Tubo de raios X

Trajetoória dos  
elétrons

Linhas do  
potencial dos  
elétrons

Tensão do campo  
elétrico (V)

0 100 200 300 400 500 600 700

Polarização  
da tensão

-100 V

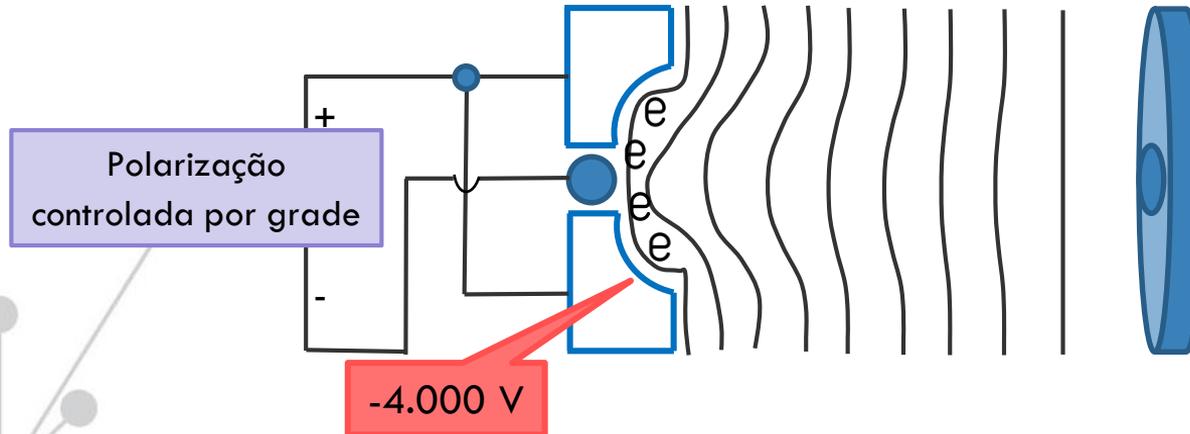
Grande voltagem aplicada entre o  
cátodo e o ânodo na polaridade  
correta

Elétrons são acelerados em uma  
distribuição estreita e viajam para o  
ânodo

# Componentes

## Tubo de raios X

Existe um campo elétrico que repele e molda a nuvem de elétrons emitidos da superfície do filamento



Ânodo 2 kV mais negativo do que o filamento, ou um eletrodo ou "grade" adicional for usado para fornecer essa tensão

Feixe de elétrons será interrompido completamente

# Modos de operação

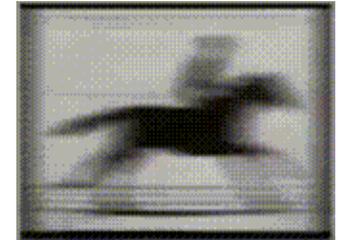
Contínuo



Imagem borrada

33,3 ms

30 frames/s



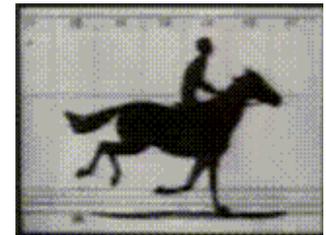
Pulsado



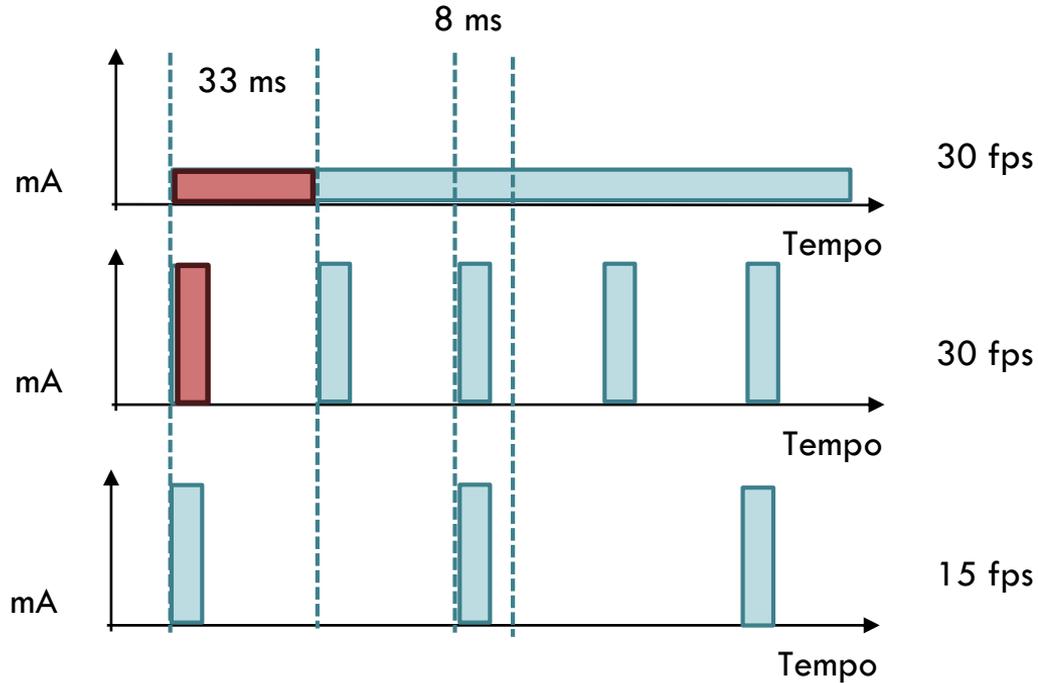
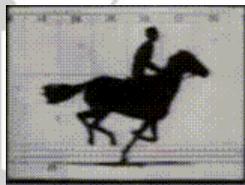
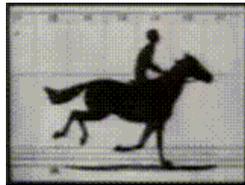
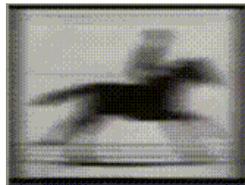
Melhora na resolução temporal

8 ms

30 frames/s



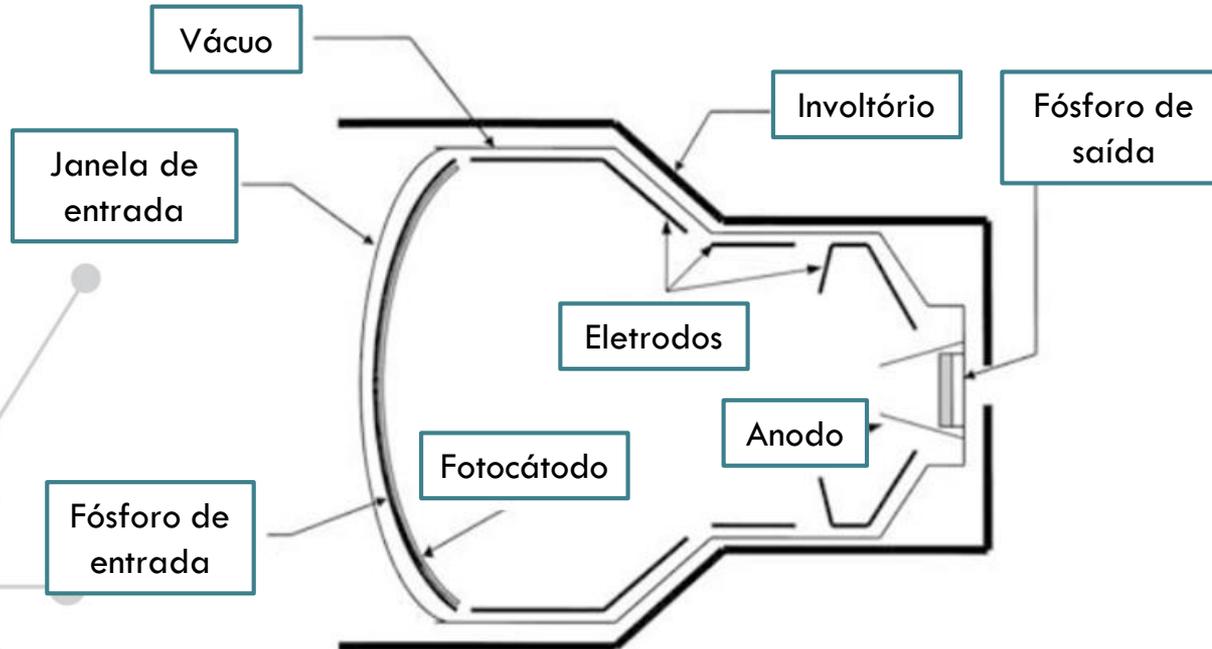
# Modos de operação



Redução na dose

# Componentes

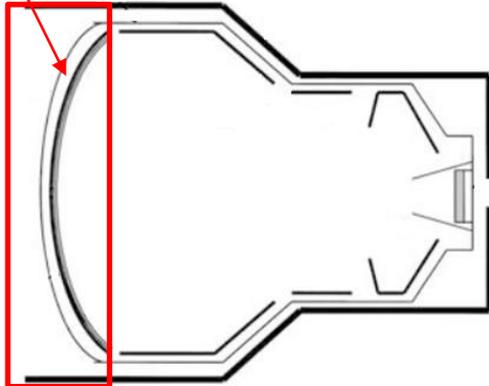
## Intensificador de Imagem



# Componentes

Intensificador de Imagem

Janela de entrada

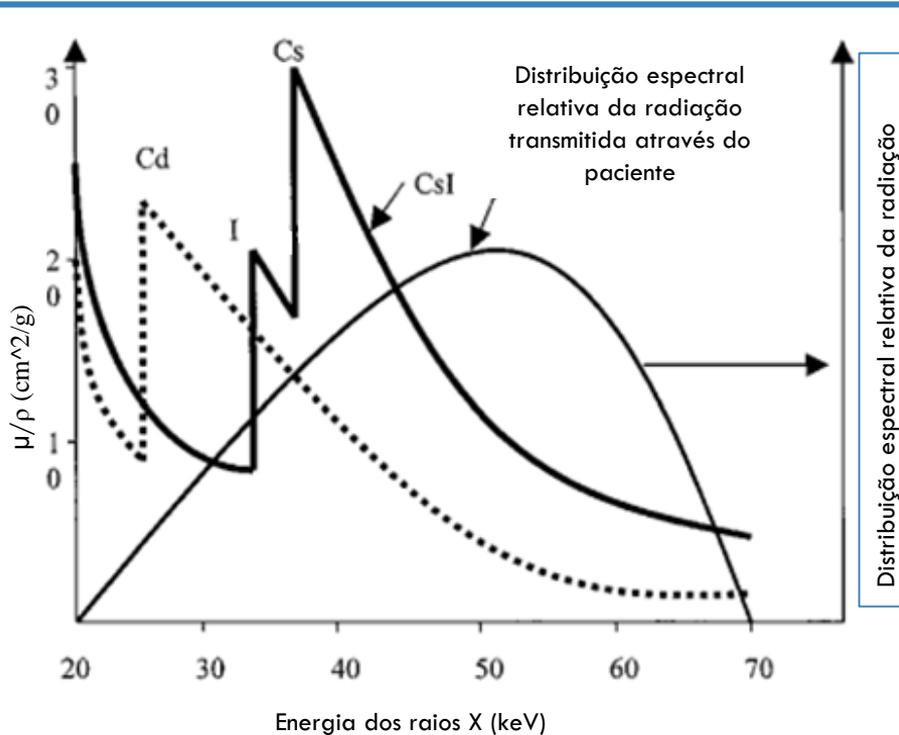


Forma convexa: minimiza a distância do paciente e maximiza o tamanho do campo de entrada útil

Alumínio ( $Z = 13$ ) e 1 mm de espessura

# Componentes

## Intensificador de Imagem



Primeiros IIs: ZnCdS; Atual: CsI

raios X  $\rightarrow$  luz  $\rightarrow$  elétrons

espessa: maior eficiência de absorção de raios X

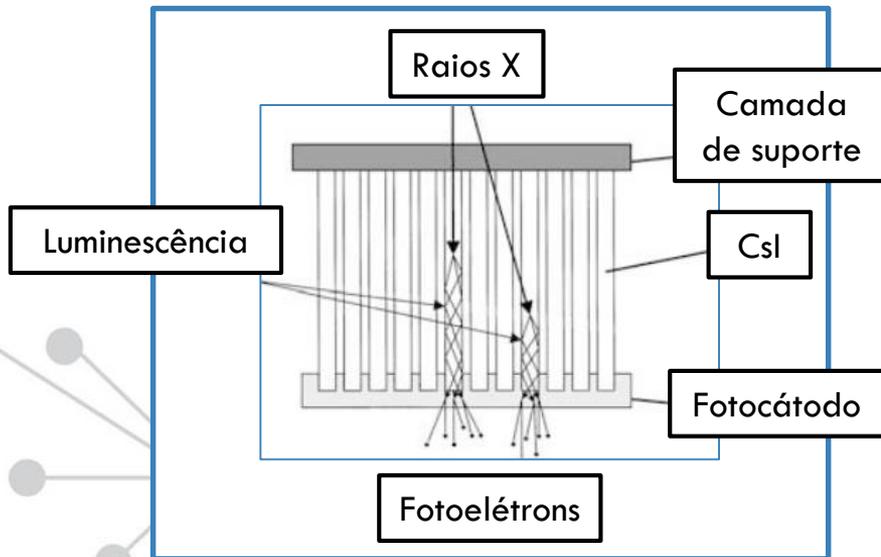
o Z (Cs = 55 e I = 53), maior absorção de raios X

il: corresponde ao espectro de raios X da radiação transmitida do paciente

# Componentes

Intensificador de Imagem

Fósforo de entrada



CsI: agulha, reduz o espalhamento lateral e melhor resolução espacial

1 fóton de raios X de 60 keV

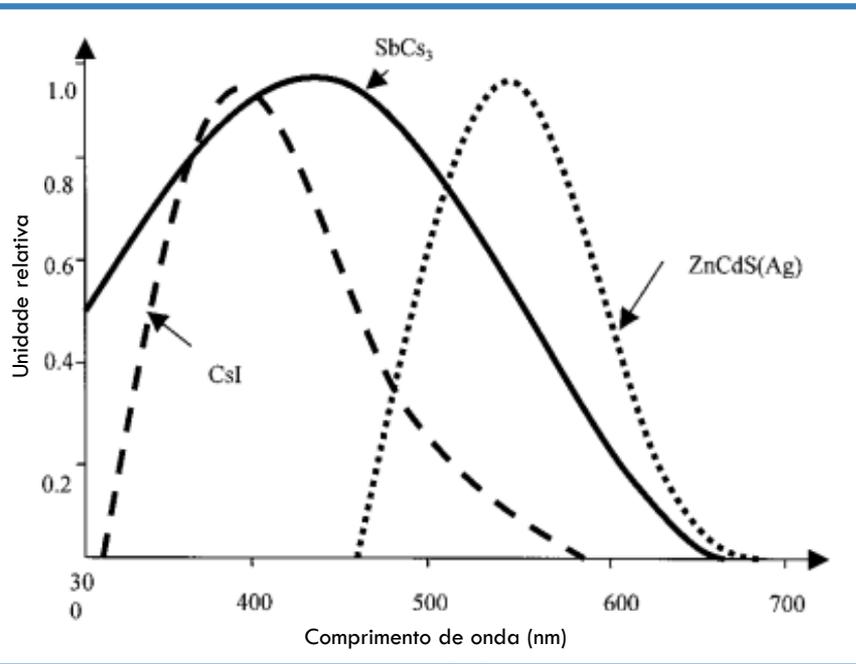
2600 fótons de luz

# Componentes

Intensificador de Imagem



Fotocátodo



Antimônio-césio (SbCs<sub>3</sub>)

CsI tem uma melhor correspondência espectral com o composto SbCs<sub>3</sub>: maximizar a eficiência da conversão de fóton de luz em fotoelétron

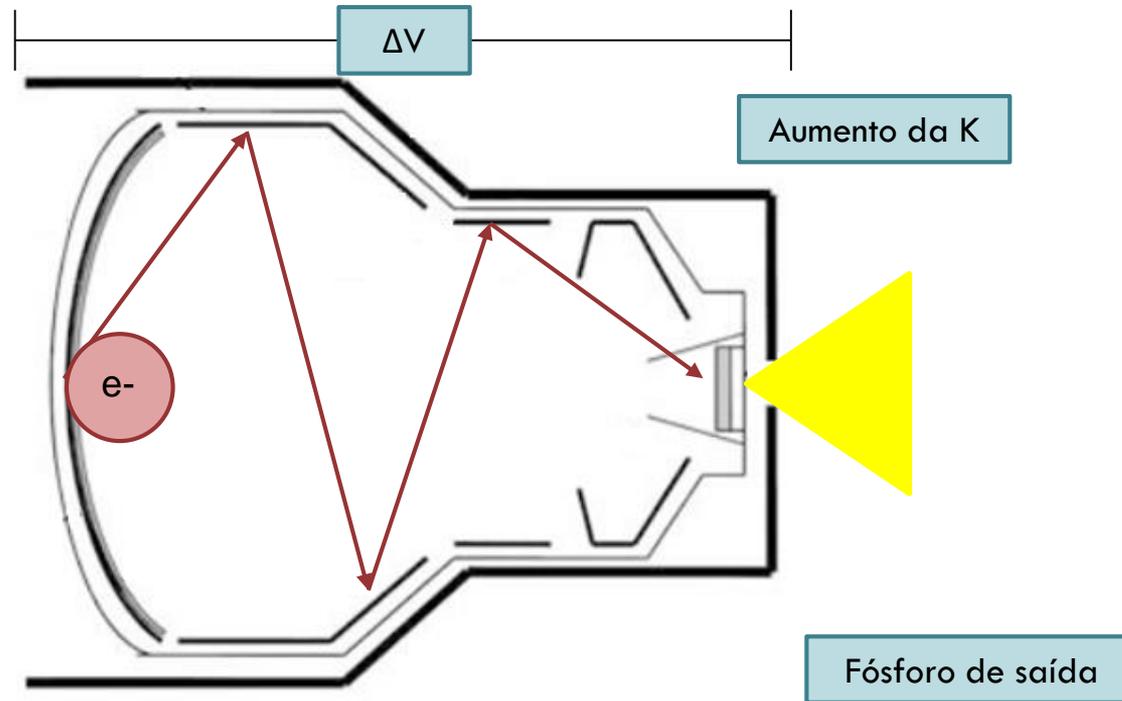
1 fóton de raios X de 60 keV

200 fotoelétrons

# Componentes

Intensificador de Imagem

Eletrodos ópticos



Fotocátodo

Fósforo de saída

# Componentes

Intensificador de Imagem

Fósforo de saída



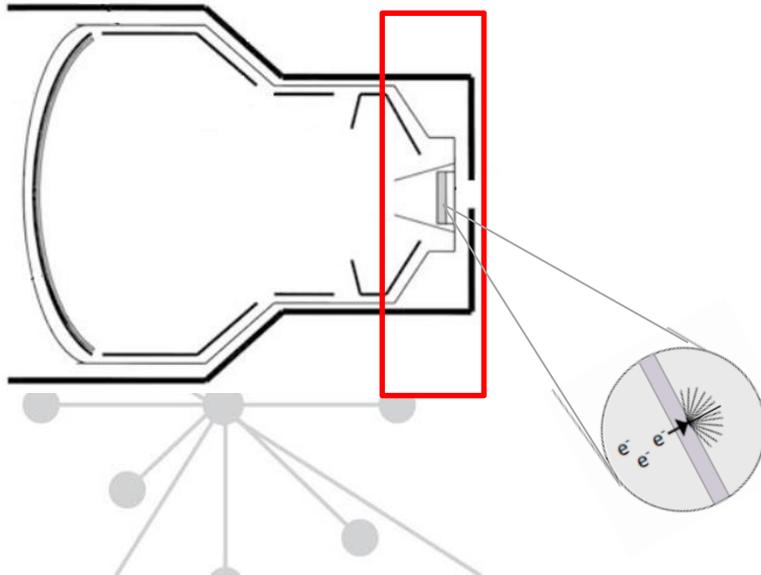
Material fluorescente: ZnCdS:Ag; espessura de 4–8  $\mu\text{m}$

1 fotoelétron  
de 25 keV

2000 fótons  
de luz

Elétrons  $\rightarrow$  Luz

Janela de saída: projetada para que os fótons refletidos de volta para a tela de entrada sejam minimizados

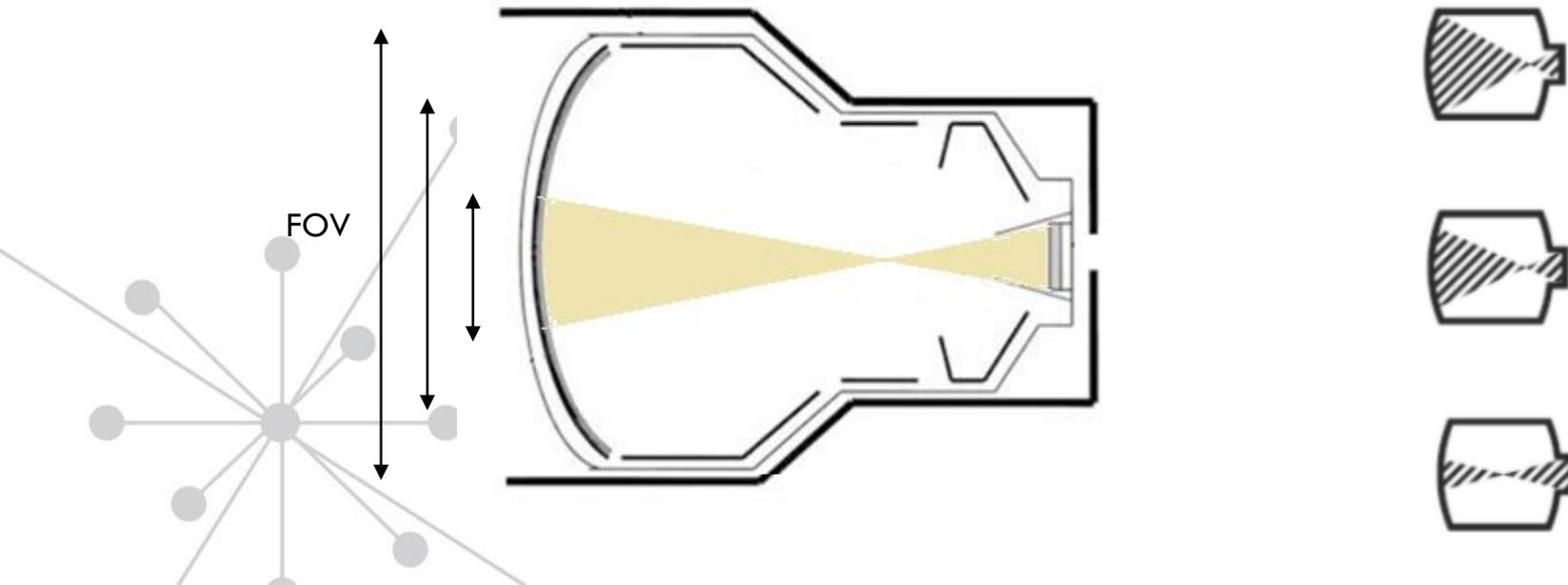


# Componentes

Intensificador de Imagem

Modo de exibição

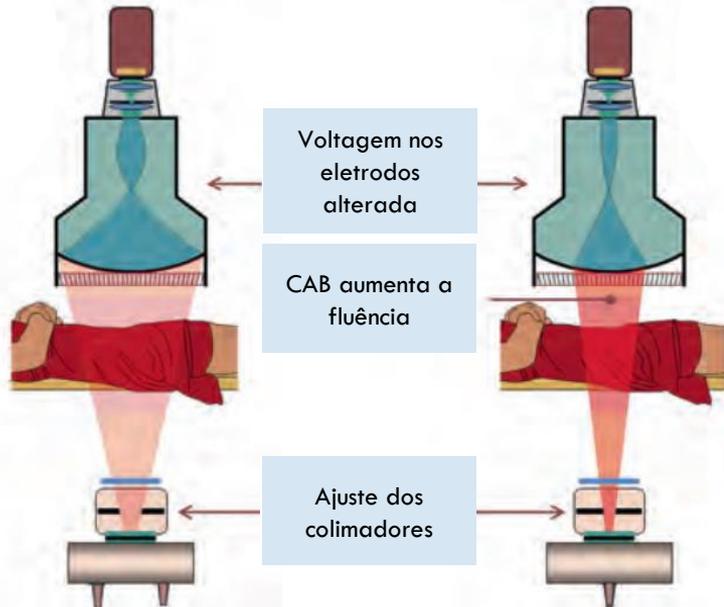
Alterar a tensão: trazer o ponto focal do feixe de elétrons para mais perto do fósforo de entrada



# Componentes

## Intensificador de Imagem

### Modo de exibição



Sem magnificação

Sem magnificação

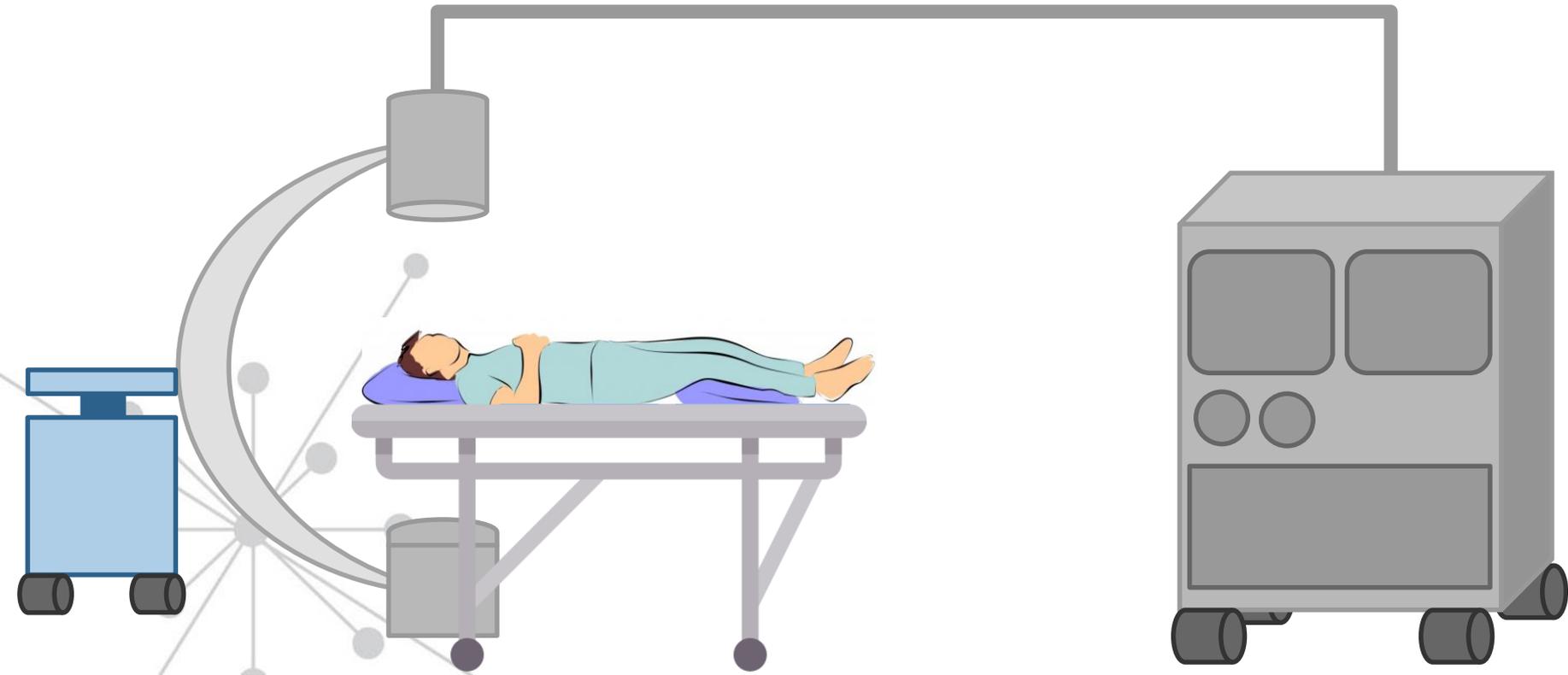
Alterar a voltagem aplicadas aos eletrodos

Área menor do fósforo de entrada = ampliar imagem

Campo no fósforo de entrada menor = exposição maior para manter o brilho constante

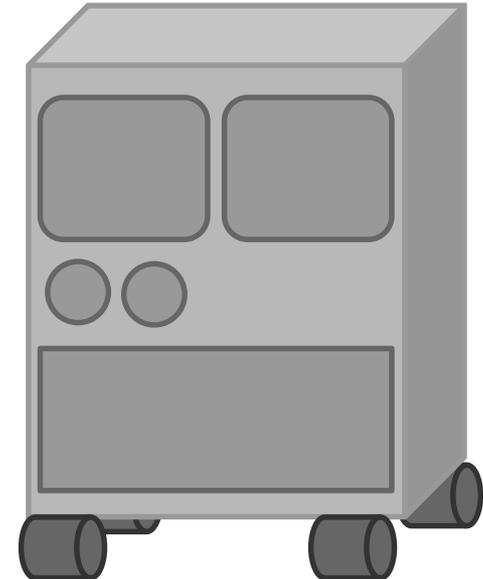
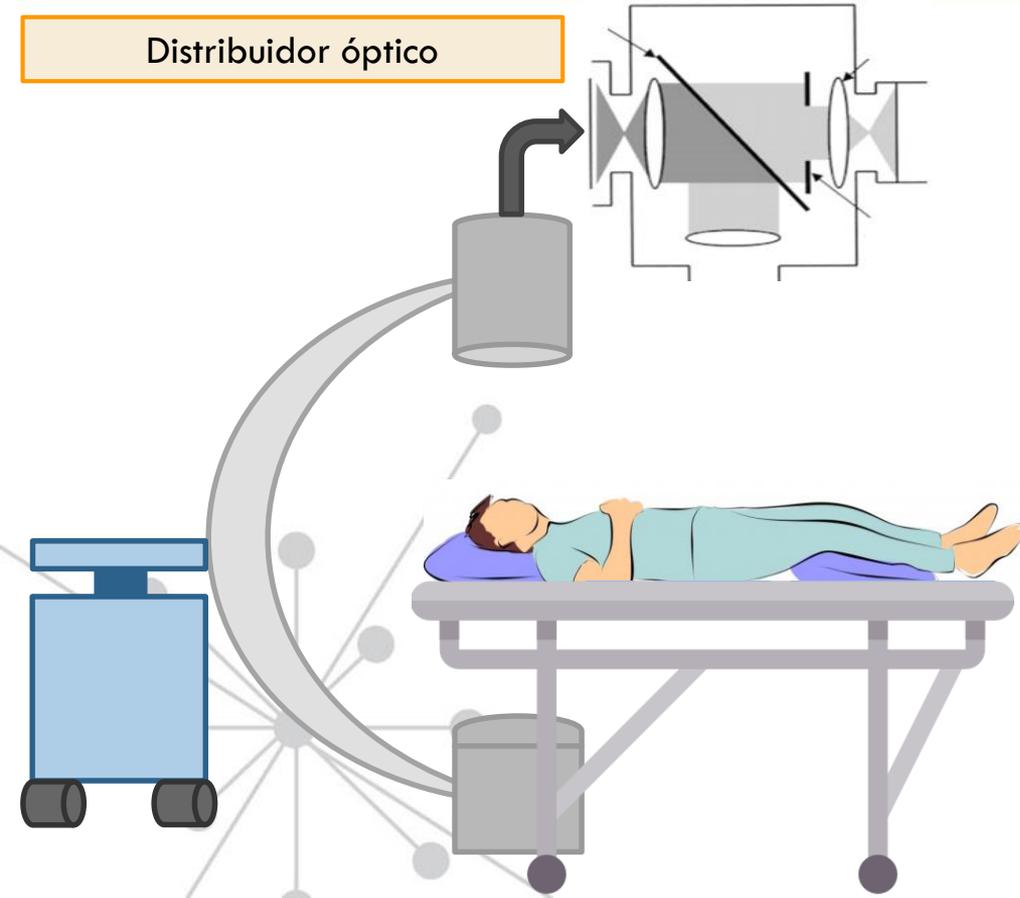
Nível de ruído: ampliação 2x; dose 4x

# Sistema de visualização



# Sistema de visualização

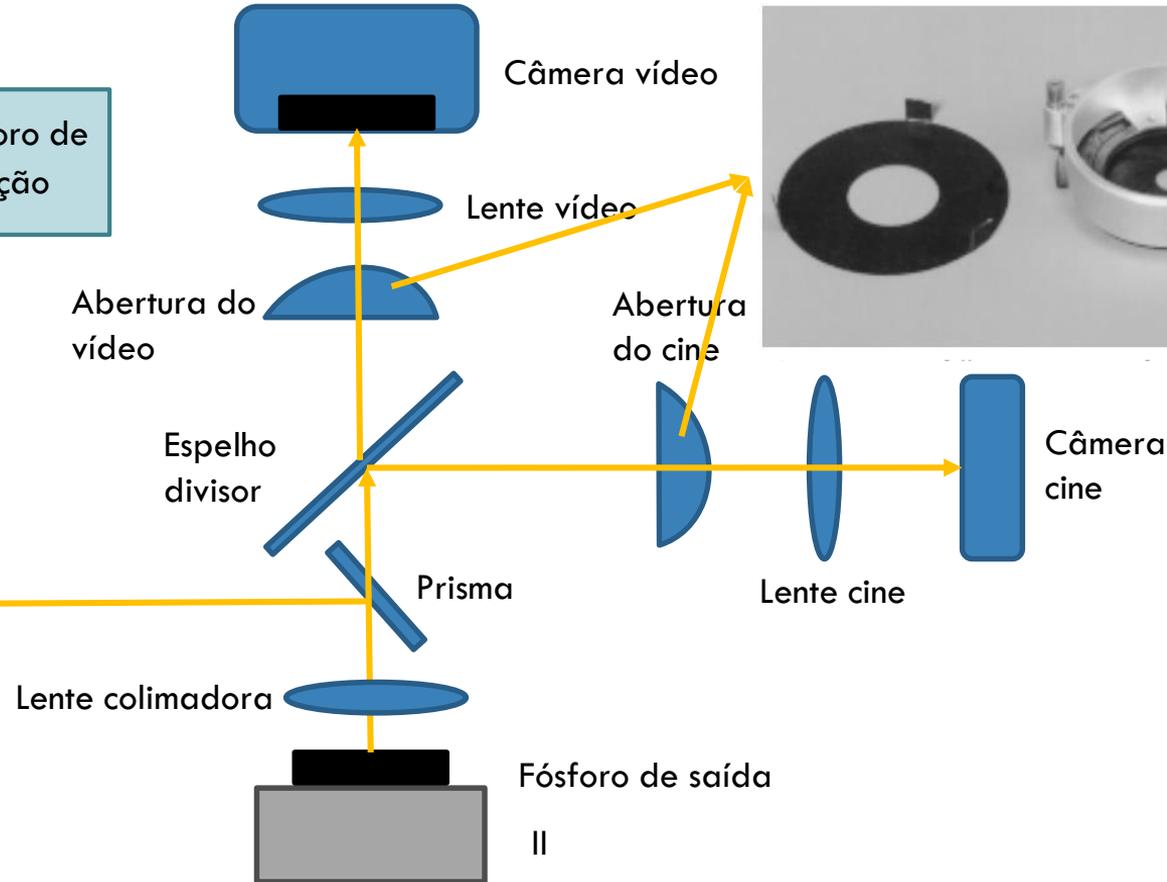
Distribuidor óptico



# Sistema de visualização

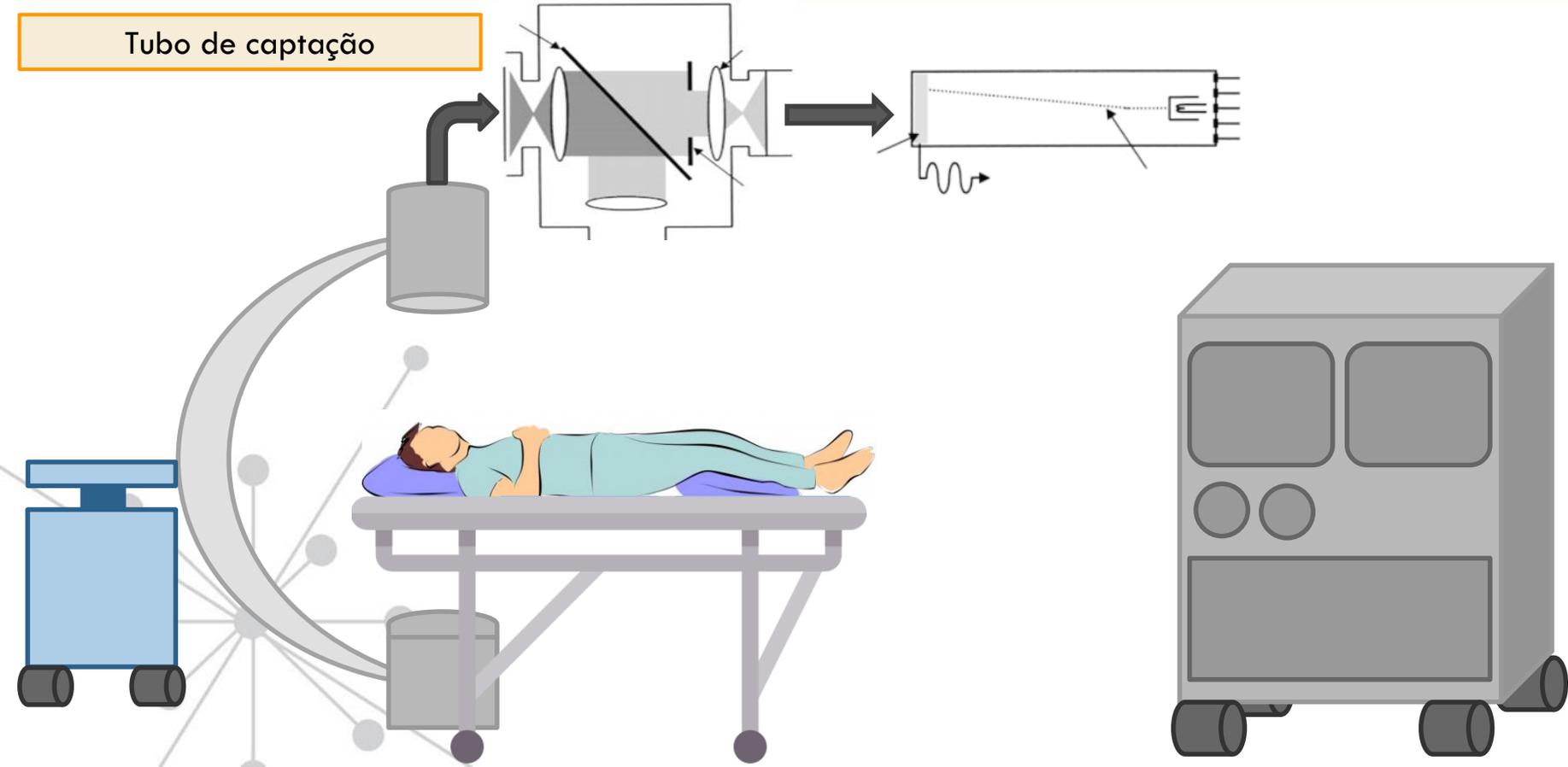
Distribuidor óptico

Acoplar a imagem da luz no fósforo de saída às câmeras de gravação



# Sistema de visualização

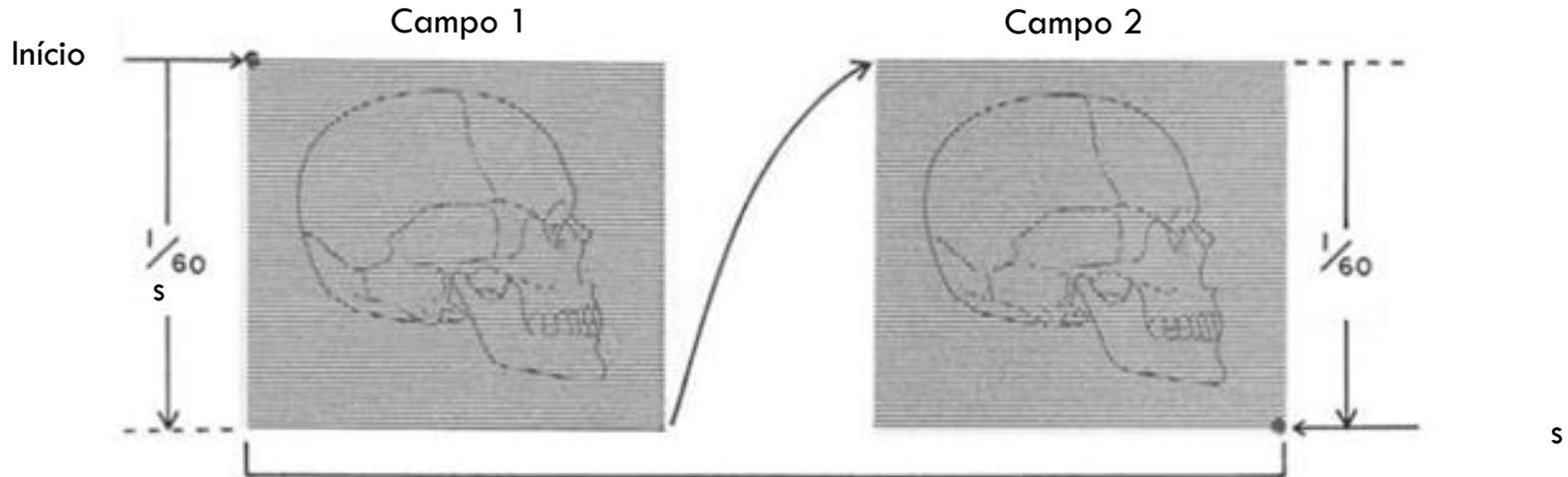
Tubo de captação





# Sistema de visualização

## Tubo de captação



Progressiva

Consecutiva

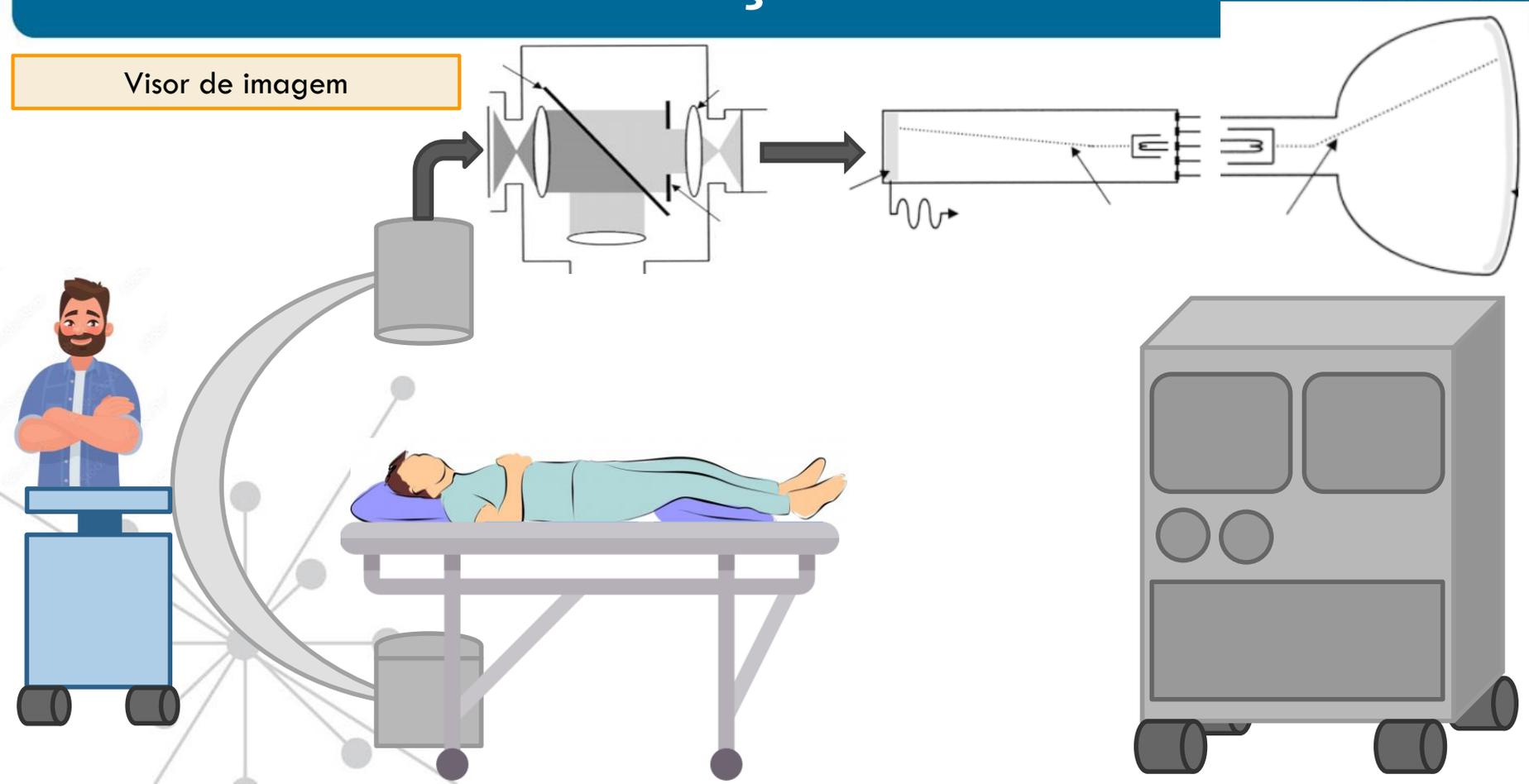
Entrelaçada

Pula-se as linhas pares

Fim

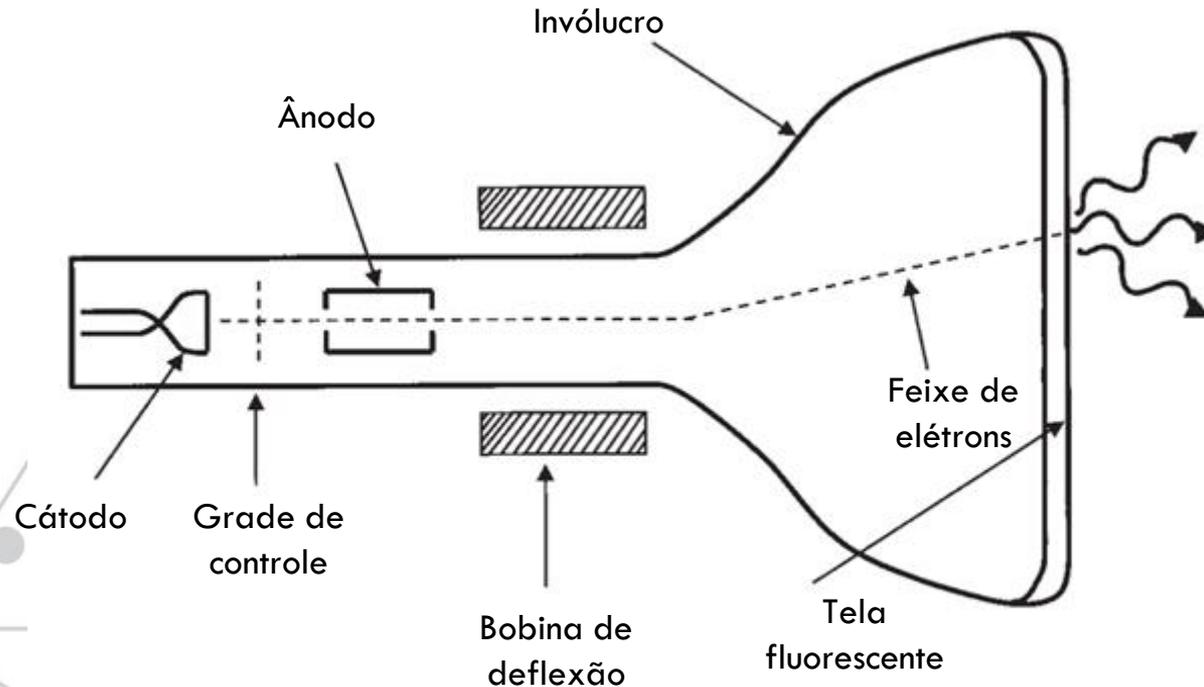
# Sistema de visualização

Visor de imagem



# Sistema de visualização

## Visor de imagem

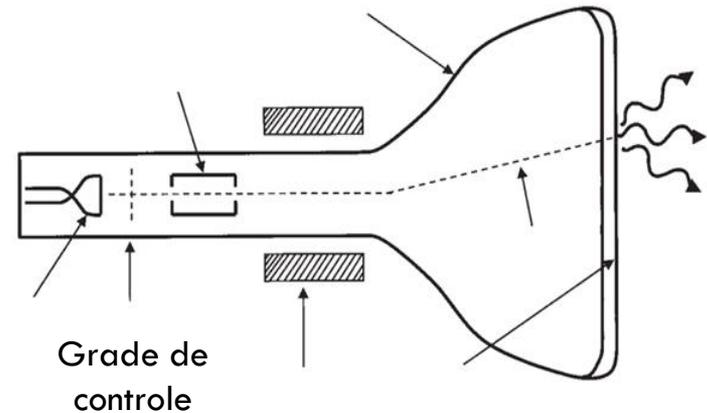


## Visor de imagem

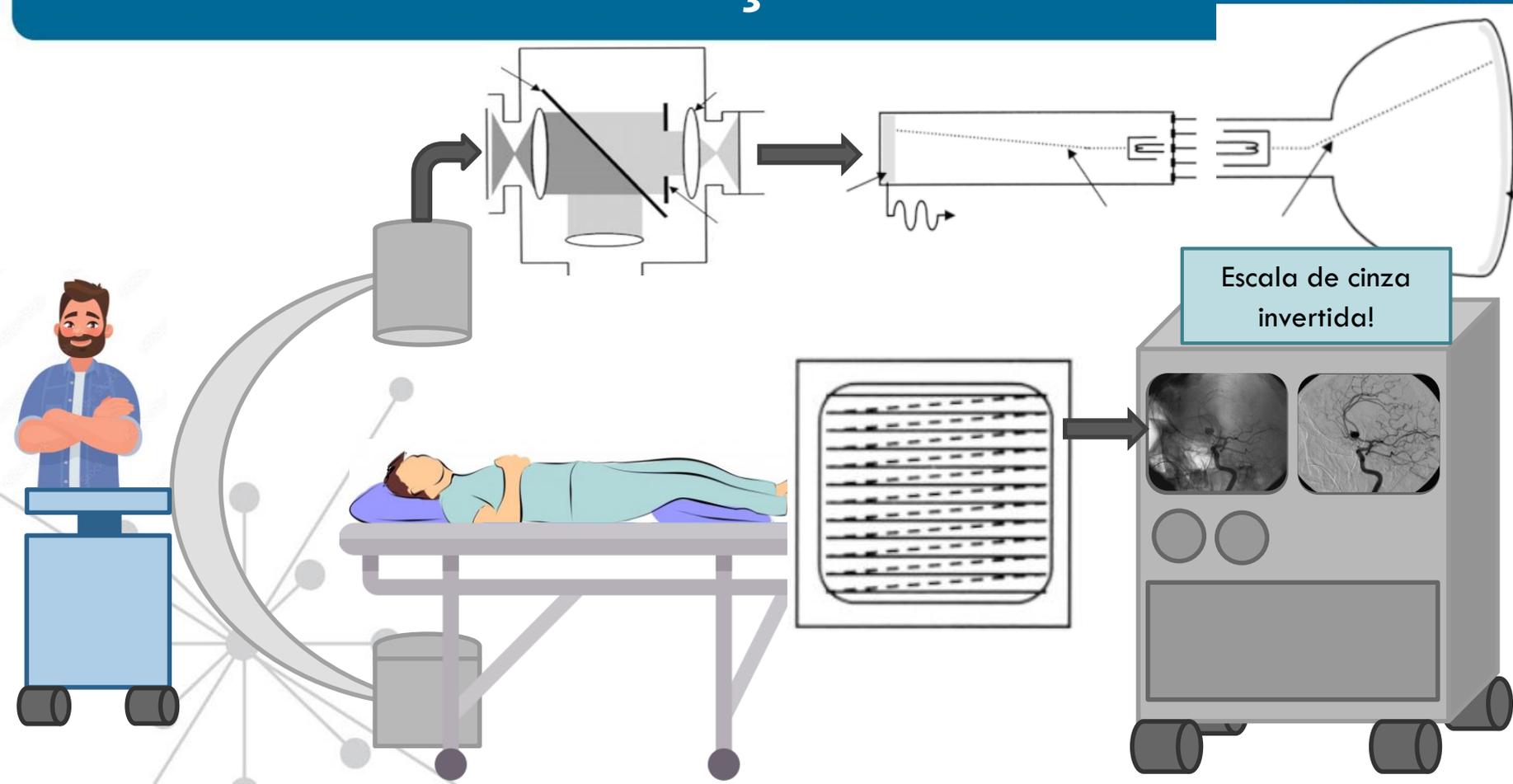
A magnitude da corrente do feixe de elétrons é determinada pela tensão aplicada à grade de controle

Se o ponto em que o feixe de elétrons está atingindo a face do monitor for escuro: grade de controle reduz a corrente do feixe de elétrons

Se a imagem deve ser clara: mais elétrons podem passar pela grade de controle para alcançar o fósforo



# Sistema de visualização



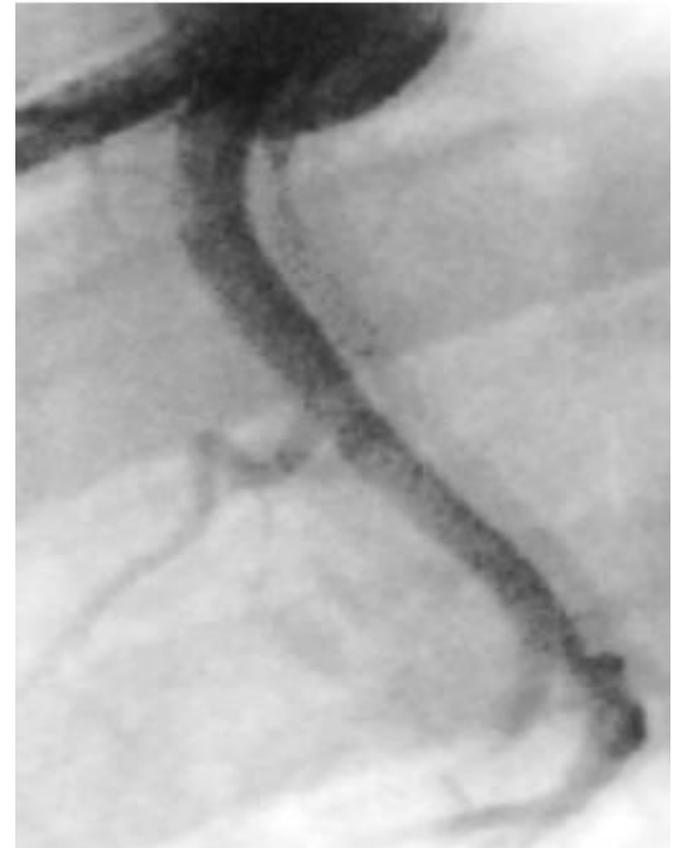
# Artefatos

## Lag

Condição na qual a saída do sinal de vídeo aumenta ou cai para o novo valor mais lentamente do que a mudança da entrada de luz

O atraso aumenta à medida que o tubo de captação envelhece

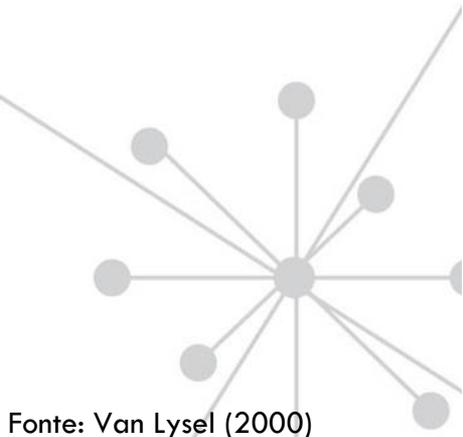
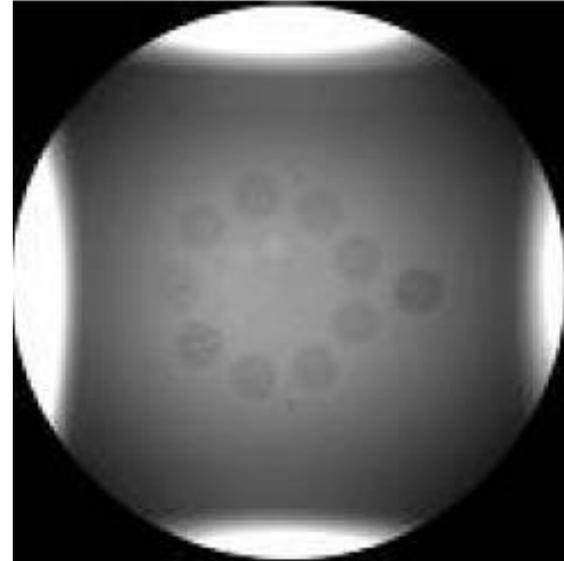
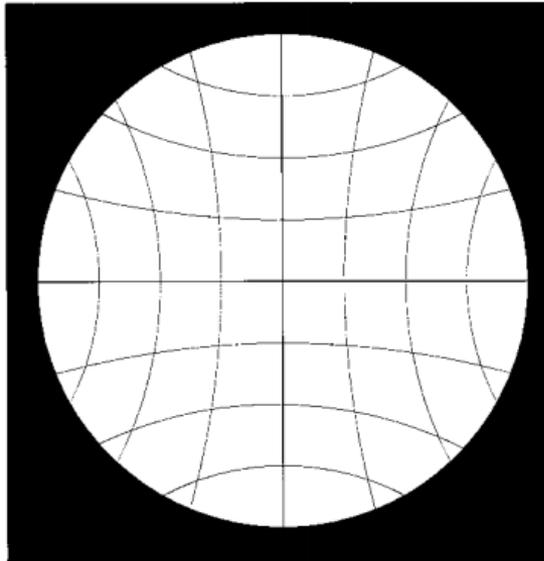
Degrada a resolução temporal da imagem dinâmica



## Distorção *Pincushion*

Diferença de ampliação na periferia da imagem

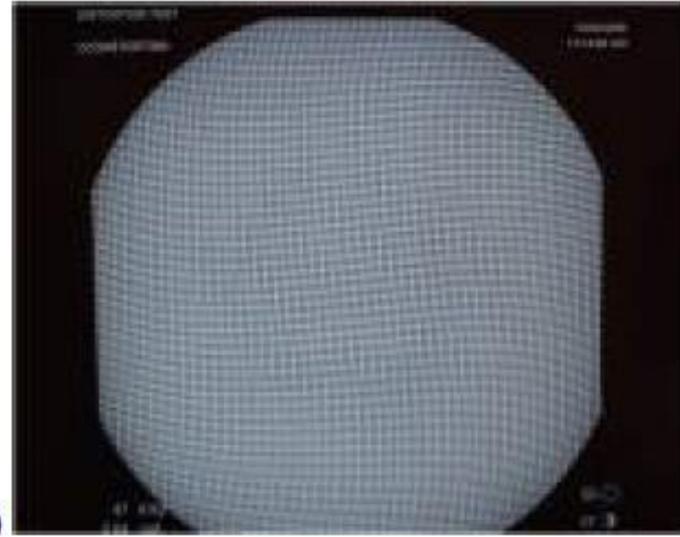
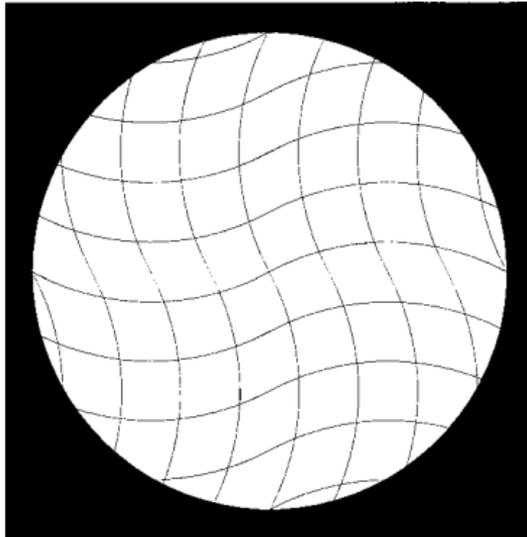
Imagem é produzida em uma superfície curva e projetada em uma superfície plana



## Distorção S

Elétrons dentro do intensificador de imagem se movem em caminhos ao longo de linhas

Fontes eletromagnéticas externas afetam os caminhos de elétrons na periferia do intensificador de imagem



# Referências bibliográficas

BUSHBERG, J. T. *et al.* **The essential physics of medical imaging**. 3. ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2012.

JOHNS, E. H.; CUNNINGHAM, J. R. **The Physics of Radiology**. 4. ed. Springfield: Charles C. Thomas, 1983.

HIPERMÍDIA. 2013.

SPRAWLS, P. J. **Principles of Medical Imaging**. 4. ed. Atlanta: Emory University School of Medicine, 1987.

