

**TÉCNICAS DE IMAGENS  
RADIOLÓGICAS**

**E**

**RADIOPROTEÇÃO: RECICLAGEM**

**Fátima Faloppa Rodrigues Alves**

**Coordenação: Profa. Dra. Regina Bitelli Medeiros**

**Departamento Diagnóstico por Imagem**

**RECEPTORES DE IMAGEM**

**E**

**PROCESSAMENTO**

➤ **O QUE SÃO RECEPTORES DE IMAGEM?**

➤ **ONDE SÃO UTILIZADOS?**

**Receptores de imagem**



**convertem uma imagem invisível**



**em um padrão de imagem visível**

## **USO DOS RECEPTORES DE IMAGEM**

### **➤ RADIOLOGIA CONVENCIONAL:**

- ❖ FILMES**
- ❖ TELAS INTENSIFICADORAS (ECCRANS)**
- ❖ INTENSIFICADORES DE IMAGEM**
- ❖ DETECTORES**

### **➤ RADIOLOGIA DIGITAL**

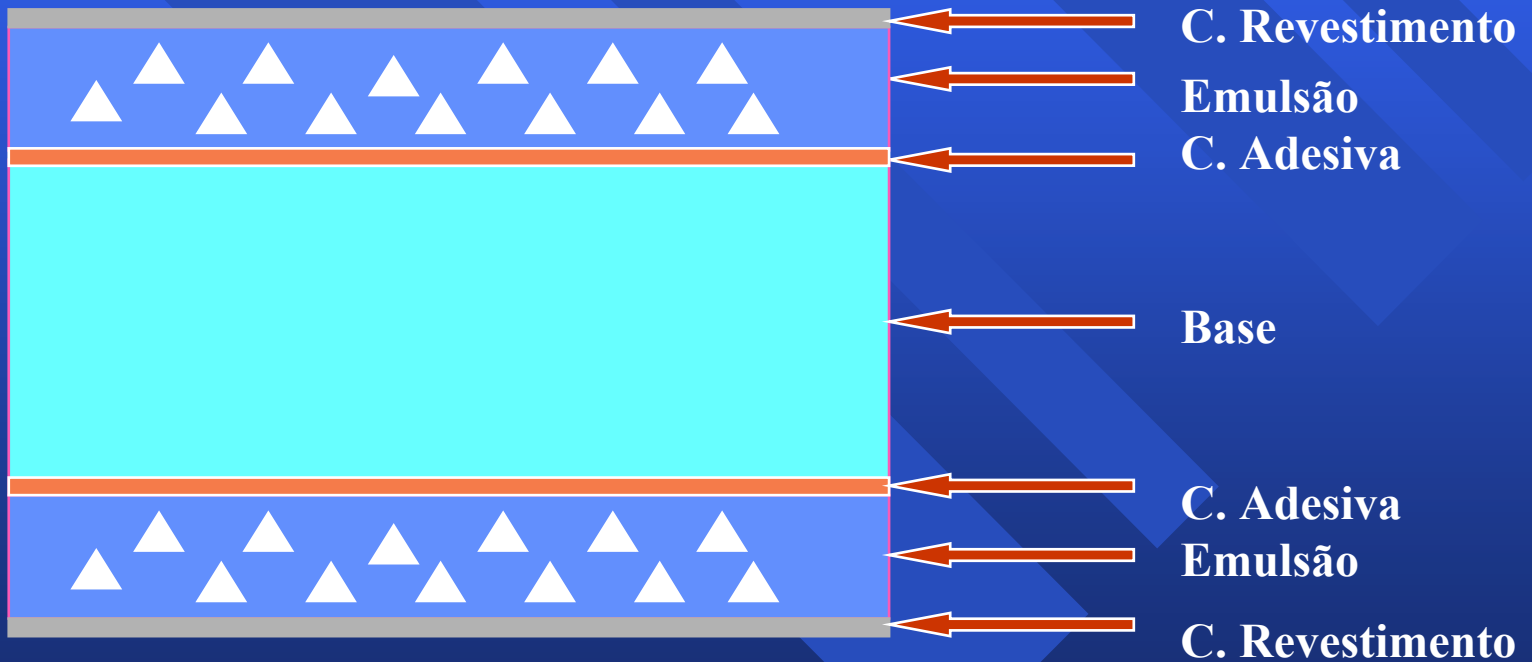
**“IP”**

**“DETECTORES”**

**FILMES**

# Composição do filme

Filmes  $\Rightarrow$  insensíveis aos raios X



(dupla emulsão)

# Classificação de filmes

## Fonte de Luz

- ◆ Ecran
- ◆ Laser

## Emulsão

- ◆ Simples
- ◆ Dupla

## Sensibilidade

- ◆ Azul
- ◆ Verde
- ◆ Laser
- ◆ Calor

## Geometria

- ◆ Tabulares
- ◆ 3 Dimensões

## Granulação

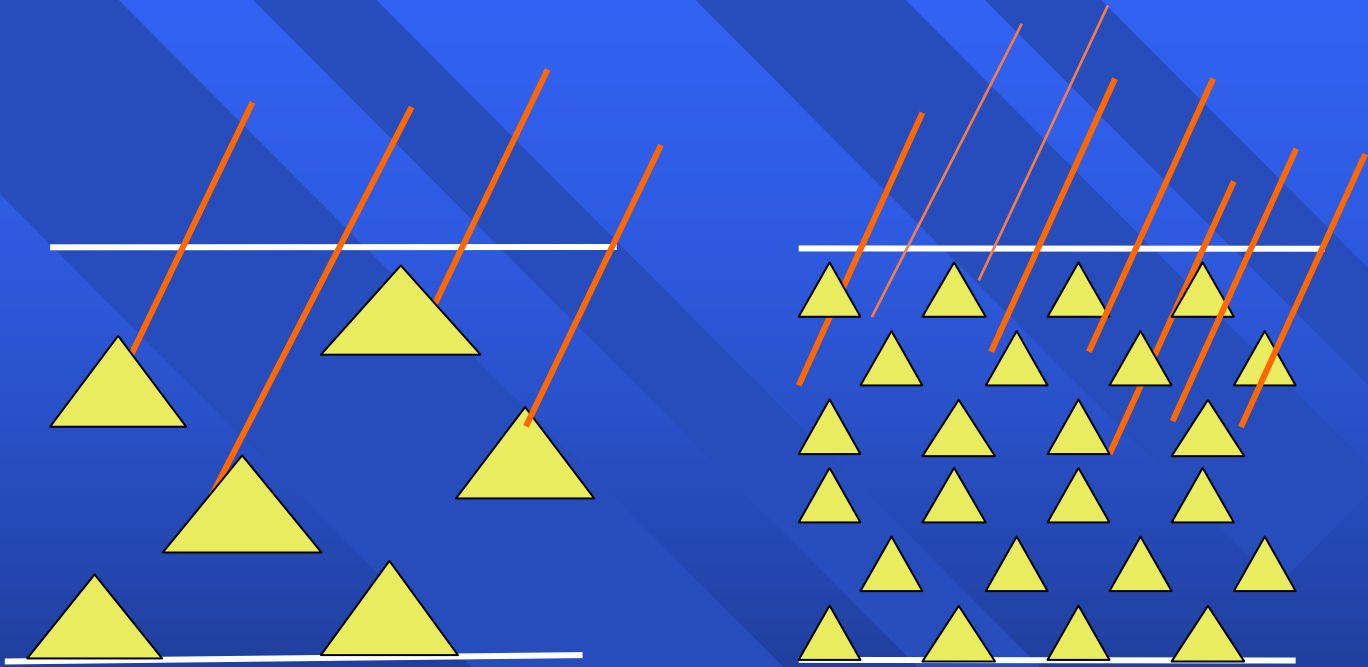
- ◆ Pequeno
- ◆ Grande

## Aplicações

- ◆ raios X
- ◆ Mamografia
- ◆ US
- ◆ CT
- ◆ RM
- ◆ MN



# GRANULAÇÃO



*> Velocidade*  
*< Definição*

*< Velocidade*  
*> Definição*

# Formação da Imagem

## **DUAS ETAPAS:**

- 1) Processo fotográfico é iniciado pela exposição do filme à luz, formando uma imagem latente presente na emulsão (não visível)**
- 2) Processo químico converte a imagem latente em imagem visível (apresentada através de variações de D.O.) a medida que os íons de prata são convertidos em prata metálica.**

**“Quando a radiação interage com os cristais de brometo de prata, eles ficam suscetíveis a mudanças químicas e formam o que é conhecido como **IMAGEM LATENTE**”**

# Formação da Imagem

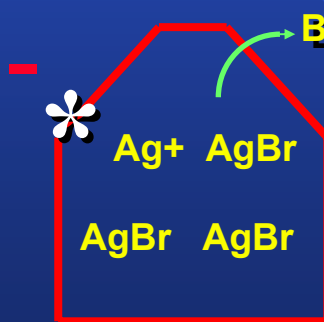
fóton



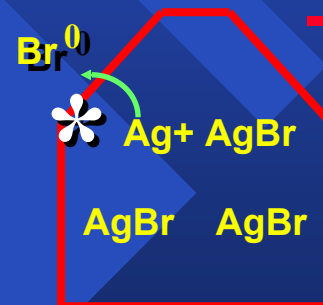
a) Ponto de Sensibilidade



b) Exposição da luz do fóton



c) Nucleação



d) Crescimento

# Características Sensitométricas dos filmes radiológicos

sensitometria → informações sobre as características dos filmes radiológicos sob determinadas condições de processamento (padronização no processamento)

informações extraídas de um filme radiológico (ou sua resposta sensitométrica) dependem → de sua constituição, da distribuição dos grãos, intensidade e qualidade dos fótons de luz utilizado na exposição

# Características Sensitométricas dos filmes radiológicos

escolha do tipo de filme → deve basear-se nas suas propriedades sensitométricas

Entre os fatores que influenciam direta ou indiretamente a resposta sensitométrica dos filmes, é a temperatura do processo de revelação que mais influencia no padrão de qualidade da imagem radiológica (deve existir também uma preocupação quanto ao armazenamento e transporte dos filmes radiológicos, pois são fatores que podem afetar o desempenho dos mesmos e a qualidade da imagem)

# Características Sensitométricas dos filmes radiológicos

O grau de enegrecimento (ou densidade óptica “D” ou nível de cinza) corresponde à densidade de prata metálica existente no filme.

A densidade pode ser medida pela razão entre uma intensidade de luz incidente padrão e intensidade transmitida ⇒ DENSITÔMETRO

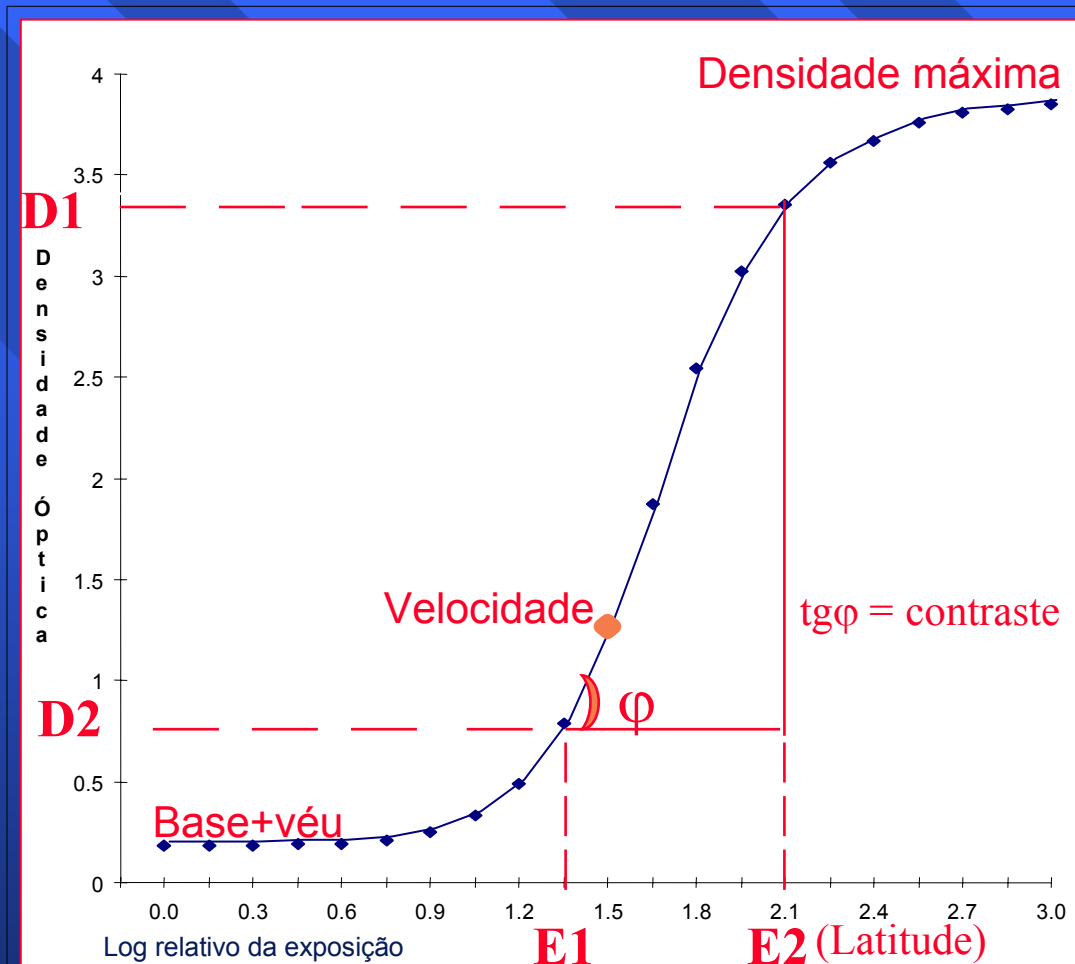
A curva sensitométrica do filme (também chamada de curva característica do filme) é afetada pela qualidade do feixe dos fótons de luz usados para a exposição e pelas condições de processamento do filme

**Sensitômetro**



**Densitômetro**

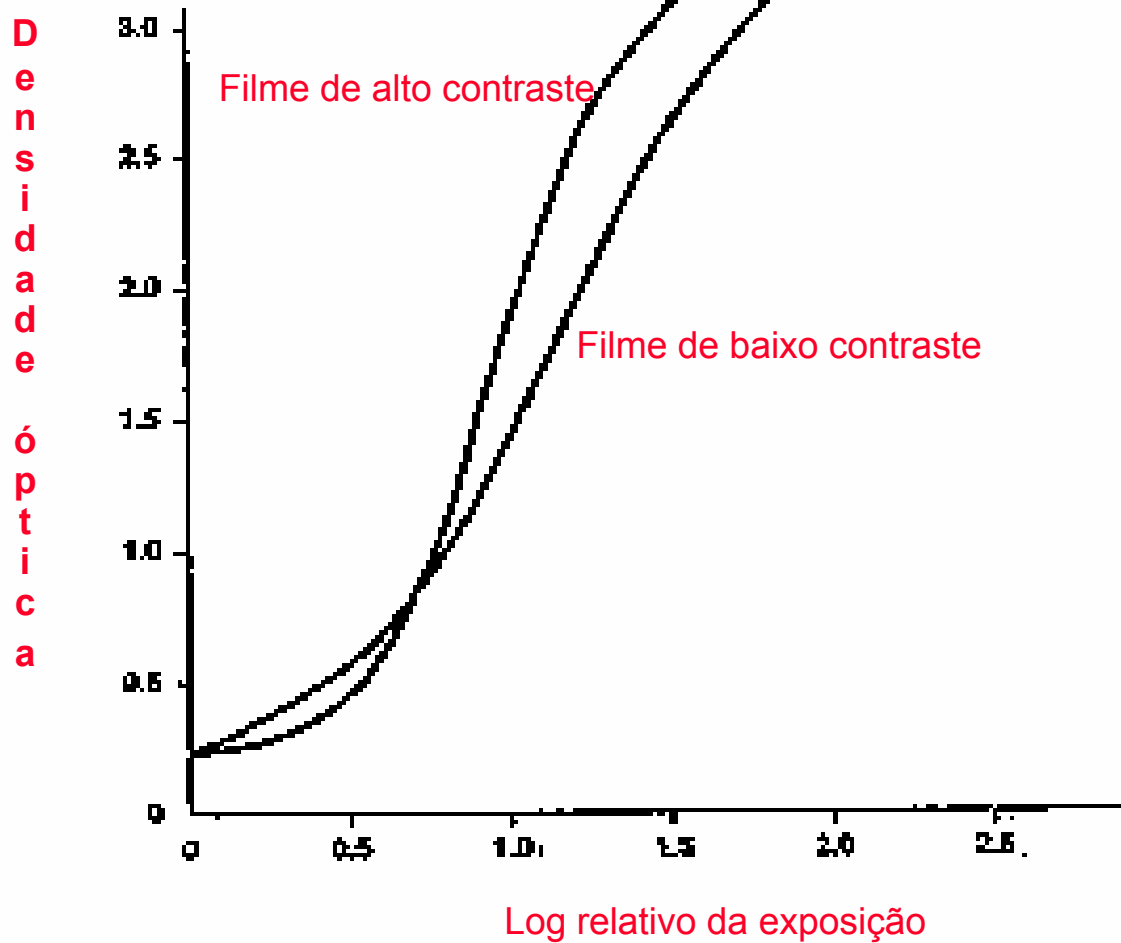
# Curva característica do filme radiológico



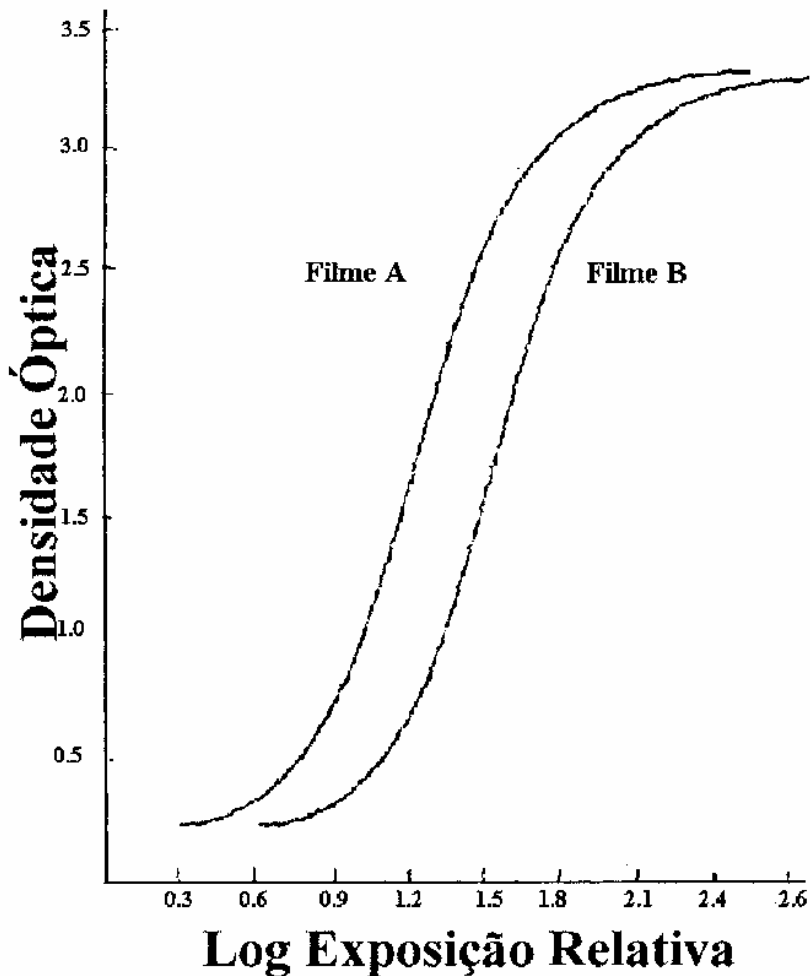
A relação entre as densidades ópticas resultante de diferentes níveis de exposição do filme à luz e os valores desta exposição tem sua forma definida por uma curva característica, denominada “Curva sensitométrica do filme”



# Contraste do Filme



# Velocidade do Filme



$$V = 1/E$$

Onde  $v$  é a velocidade e  $E$  é a exposição necessária para produzir uma densidade óptica de 1,0

Filme A + rápido

(+ sensível)

# PARÂMETROS INTRÍNSECOS DO FILME

**Base + Véu (Fog) → parte do filme não exposta à luz**

**Velocidade (sensitividade) → habilidade de um filme produzir uma densidade óptica igual a um para uma dada exposição**

**Densidade máxima → ponto mais alto da curva**

**Latitude → definido como um  $\Delta$  de exposição definido pela parte retilínea da curva**

**Contraste → variação na D.O . produzida entre dois pontos, provocada por uma variação na exposição nestes dois pontos. É representado pela parte retilínea da curva e é considerado a região mais importante**

# TELAS INTENSIFICADORAS

# Telas Intensificadoras (Ecrans)

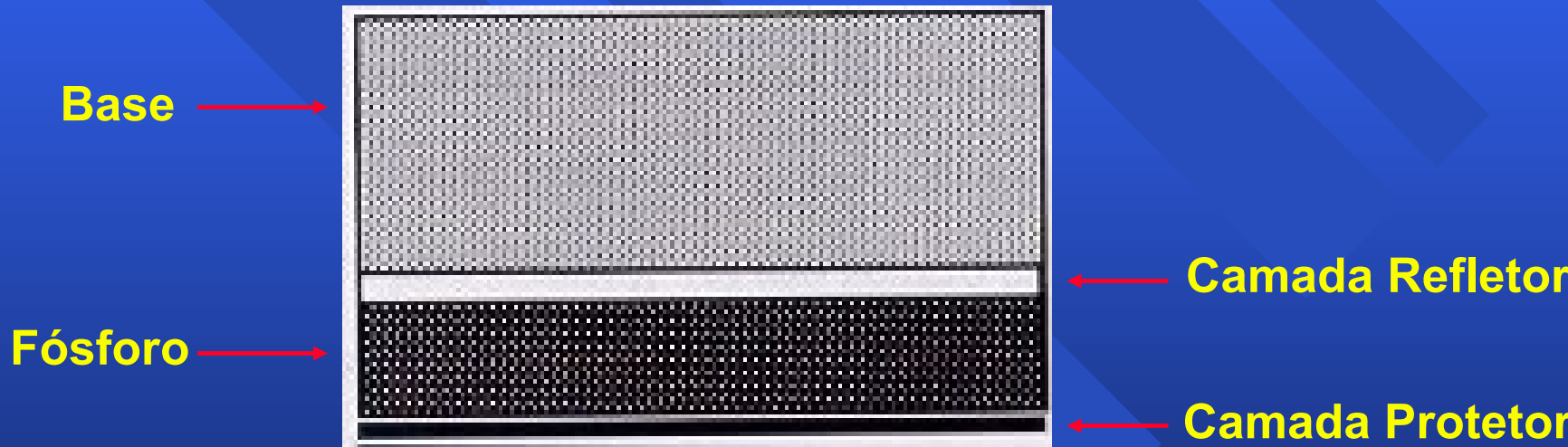
Devido a **baixa sensibilidade** do filme à exposição direta dos raios X é comum converter a informação para imagem visual utilizando luz

Fluorescência → é a habilidade de cristais de certos sais inorgânicos (fósforos) em emitir luz quando excitados por raios X

A energia dos raios X é convertida em radiação no espectro de luz visível, e esta luz pode ser usada para expor o filme de raios X (radiografia), ou ser visualizada diretamente (fluoroscopia)

# Telas Intensificadoras (Ecrans)

## Composição



[CURRY III, 1990] [SILVA, 1997]

**BASE:** camada de suporte (plástico de poliéster )

**CAMADA REFLETORA:**

óxido de magnésio ou dióxido de titânio encontra-se espalhada sobre a base e faz o redirecionamento dos fótons espalhados, embora alguns algumas telas não possuam esta camada (Kodak X-Omatic Fine e Kodak X-Omatic Regular)

**CAMADA DE FÓSFORO:**

constituída por cristais de fósforos suspensos em plástico flexível, e quanto maior a espessura do fósforo mais rápido é a tela a luz emitida tende a ser mais intensa quando aumenta o tamanho do cristal

**CAMADA PROTETORA:**

formada de um material plástico  
função → proteger a camada de fósforo de fatores como: desgastes, umidade, manchas, eletricidade estática

## Função da tela:

- absorver a radiação transmitida pelo paciente:  
eficiência de absorção ( $Z$ )  
espessura da tela
- converter esta energia num padrão de luz que tem (tão próximo quanto possível) a mesma informação como o feixe de raios X original
- a luz, então, forma uma imagem latente no filme de raios X



Durante muitos anos as telas mais utilizadas foram:

- tungstato de cálcio (telas intensificadoras)
- sulfato de zinco (telas fluorescentes)

Hoje as mais utilizadas:

- iodeto de céσιο - (tubos intensificadores de imagem)
- sulfato de estrôncio e bário, ítrio, terras raras, gadolínio lantânio (telas intensificadoras)

# Propriedades dos Fósforos

- Tamanho dos cristais
- Alta absorção de raios X
- Alta eficiência de conversão
- Alto número atômico
- Adequado espectro de emissão de luz
- Resistir a alterações ambientais

# Propriedades dos Fósforos

Devido ao alto número atômico do fósforo (para as energias usadas em radiologia), quase toda a absorção dos raios X se dá pelo **EFEITO FOTOELÉTRICO**

O uso de tela intensificadora reduz a exposição (mAs) e conseqüentemente a dose do paciente e diminui o tempo de exposição

O uso de tela intensificadora  
**reduz** a exposição  
(mAs) e conseqüentemente a  
dose do paciente  
e diminui o tempo de exposição

**Telas mais espessas**



**Causam maior difusão da luz**

**As telas + espessas → + rápidas (absorvem mais raios X) → causam perda na nitidez da imagem (difusão da luz)**

**Velocidade → capacidade de gravar detalhes**  
**Alta VELOCIDADE ⇒ menos detalhes**

# CARACTERÍSTICAS MAIS IMPORTANTES DAS TELAS INTENSIFICADORAS

**RESOLUÇÃO**  
**E**  
**VELOCIDADE**

**Resolução** → habilidade de um sistema reproduzir fielmente um objeto

**Velocidade** → capacidade de gravar detalhes

# VELOCIDADE

A velocidade pode ser determinada pelo número relativo de raios X interagindo com o material fosfórico e a eficiência de conversão das energias dos raios X em luz visível que interage com o filme

Fatores:

- espessura da camada de fósforo
- composição
- tamanho do cristal de fósforo
- presença ou não de tinta absorvedora de luz na camada de fósforo

## 2 formas para aumentar a **VELOCIDADE**:

- aumentar a camada da espessura do fósforo
- aumentar a eficiência de conversão da energia dos raios X em luz visível que interage com o filme

**Alta VELOCIDADE  $\Rightarrow$  menos detalhes**

**Velocidade X nitidez**



Exemplos:

Écrans de  $\text{CaWO}_4$  (tungstato de cálcio): absorvem 20%

$\text{CaWO}_4$  (de alta velocidade): absorvem 40%

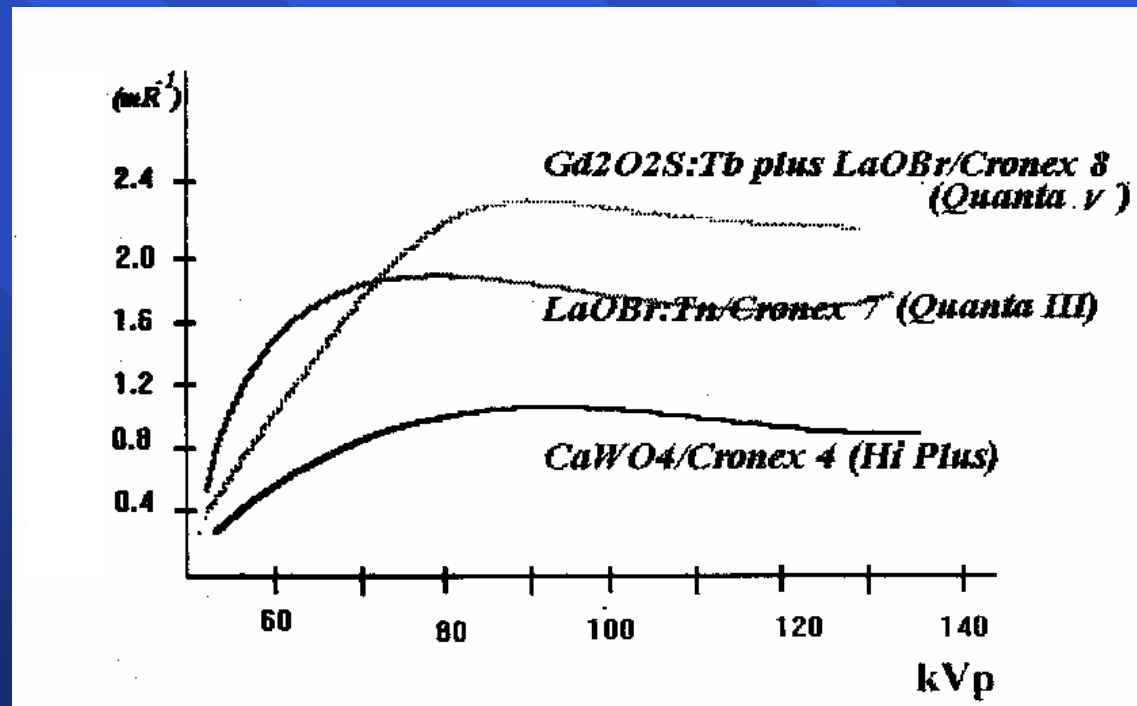
Terras-raras: absorvem 60% dos fótons de raios X incidentes

Baixa velocidade (alto poder de resolução)

Meia velocidade (poder de resolução intermediário)

Alta velocidade (baixo poder de resolução)

Dependem da  
qualidade do feixe  
de raios-X (KVp)



**Telas e filmes são fabricados de forma que possam ser usados concomitantemente e sem problemas**

**Deve-se usar sempre filmes que foram projetados para uma tela específica**

**As telas devem combinar com a sensibilidade do filme**

## Contato Filme/Tela

Se o contato for pobre haverá difusão da luz que alcança o filme

Existem dispositivos de testes que possibilitam avaliar o contato tela/filme.

**Causas + frequentes de mal contato:**

contato do feltro gasto  
deformação devido a umidade  
armação da tela rachada  
impurezas depositadas sobre a tela (ecran)

As telas precisam ser mantidas sempre limpas  
(solução anti-estática)

# DETECTORES

# DETECTORES

## CARACTERÍSTICAS:

semicondutores (bons condutores ↓ temperaturas)

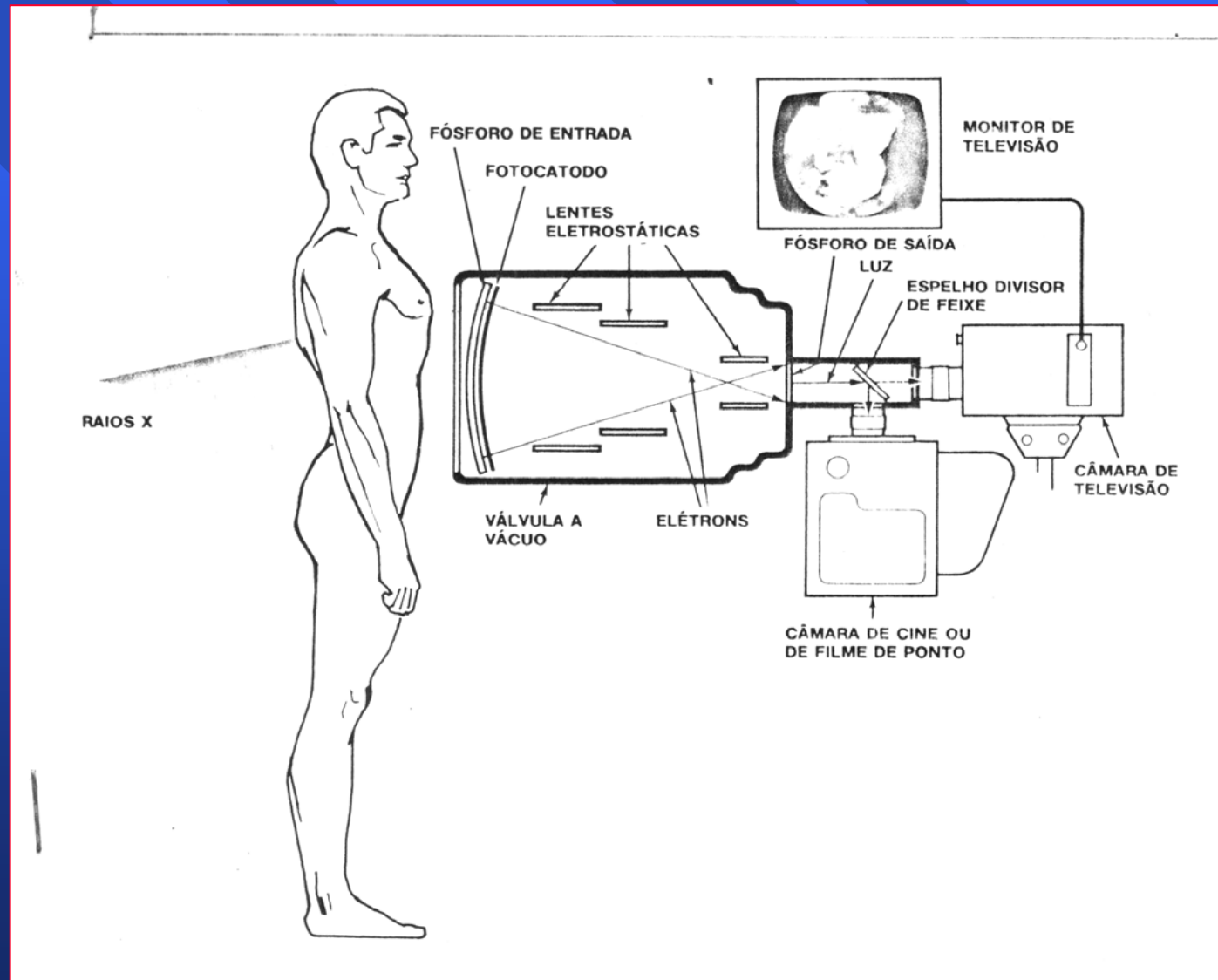
Material: Germânio e Silício

Medidores de radiação (baseia-se na sua alta resolução para determinar a energia da radiação incidente → pequenas flutuações e < incertezas nas medidas)

Utilização: Ex.: Tomógrafos

# **INTENSIFICADOR DE IMAGEM**

# INTENSIFICADORES DE IMAGEM





**RECEPTOR DE IMAGEM**

**NA**

**RADIOLOGIA DIGITAL**

# Imaging Plate



**Imaging  
Plate**

**Exposição**

**Tubo de  
raios X**

**Leitora de  
imagem**

**Scanner  
Óptico**

**Paciente**

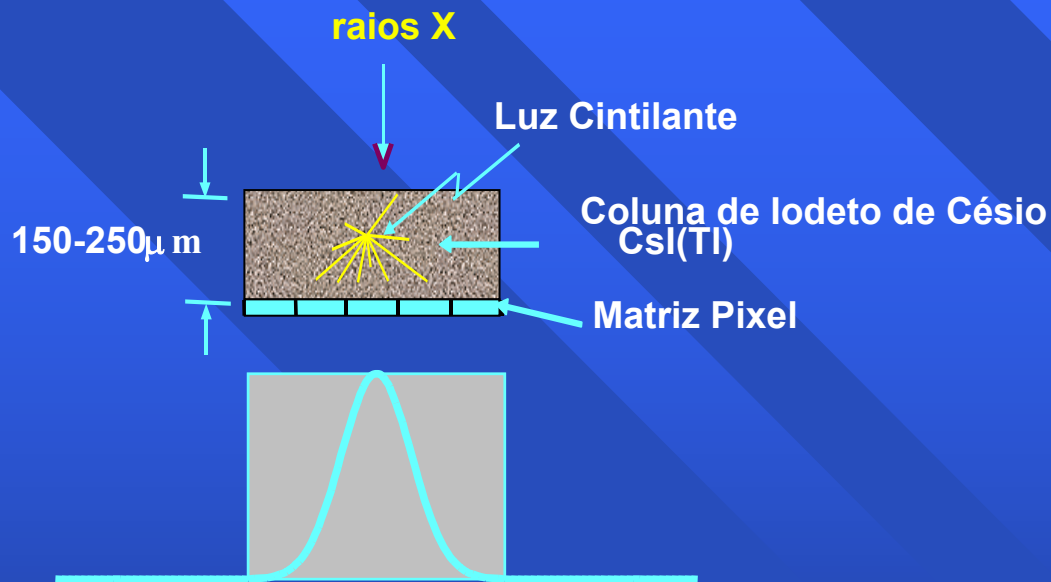
**Feixe  
Laser**

**Luz**

**Apagamento**

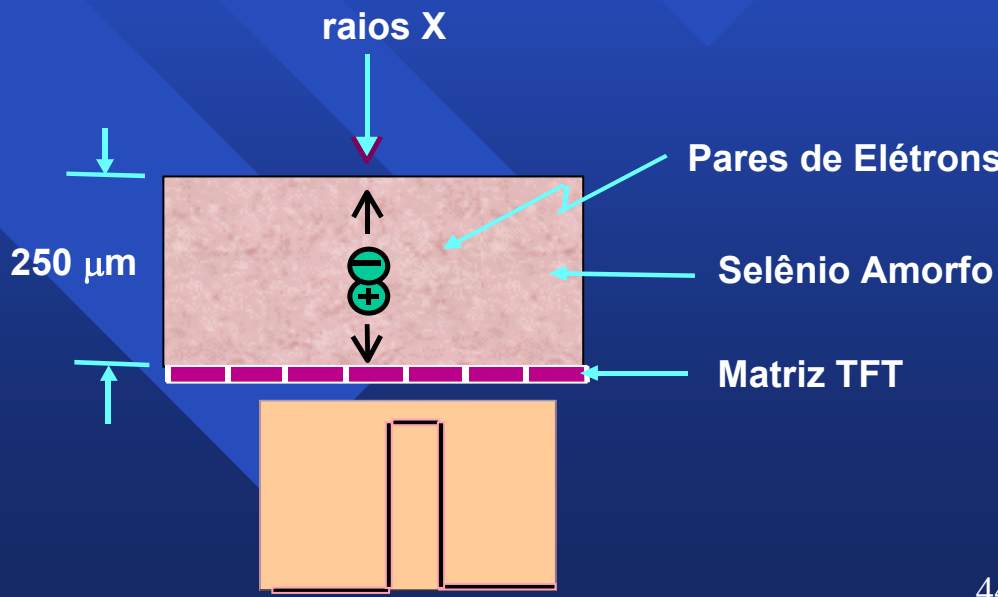
**Princípios utilizados na Leitora, Armazenamento  
e Apagamento das Placas de Fósforo**

# Existem 2 métodos para captura da imagem de mamografia digital: conversão direta e indireta



**conversão direta**  
Os fótons de raios X são capturados e convertidos para fótons de luz através do cintilador em sinais eletrônicos

**conversão indireta**  
os fótons condutores absorvem os raios X diretamente, gerando sinais eletrônicos (conversão direta), sem o estágio intermediário de conversão de raios X para luz



# Tecnologia de Detectores

## Métodos indiretos (conversão indireta)

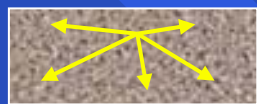
## Método direto (conversão direta)

*Écran-Filme*

Fóton raios X



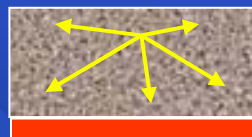
*IP*



laser →



*LORAD LBDI*  
*GE Senographe 2000D*  
*Fischer Imaging*  
*SenoScan*

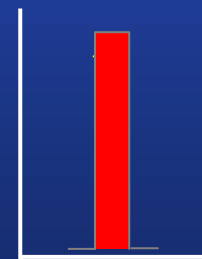
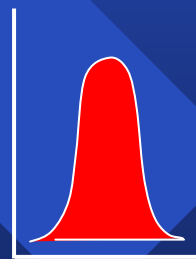
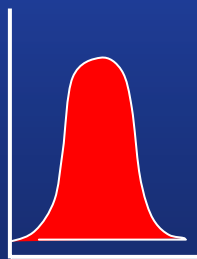


*LORAD*  
*Selenia*



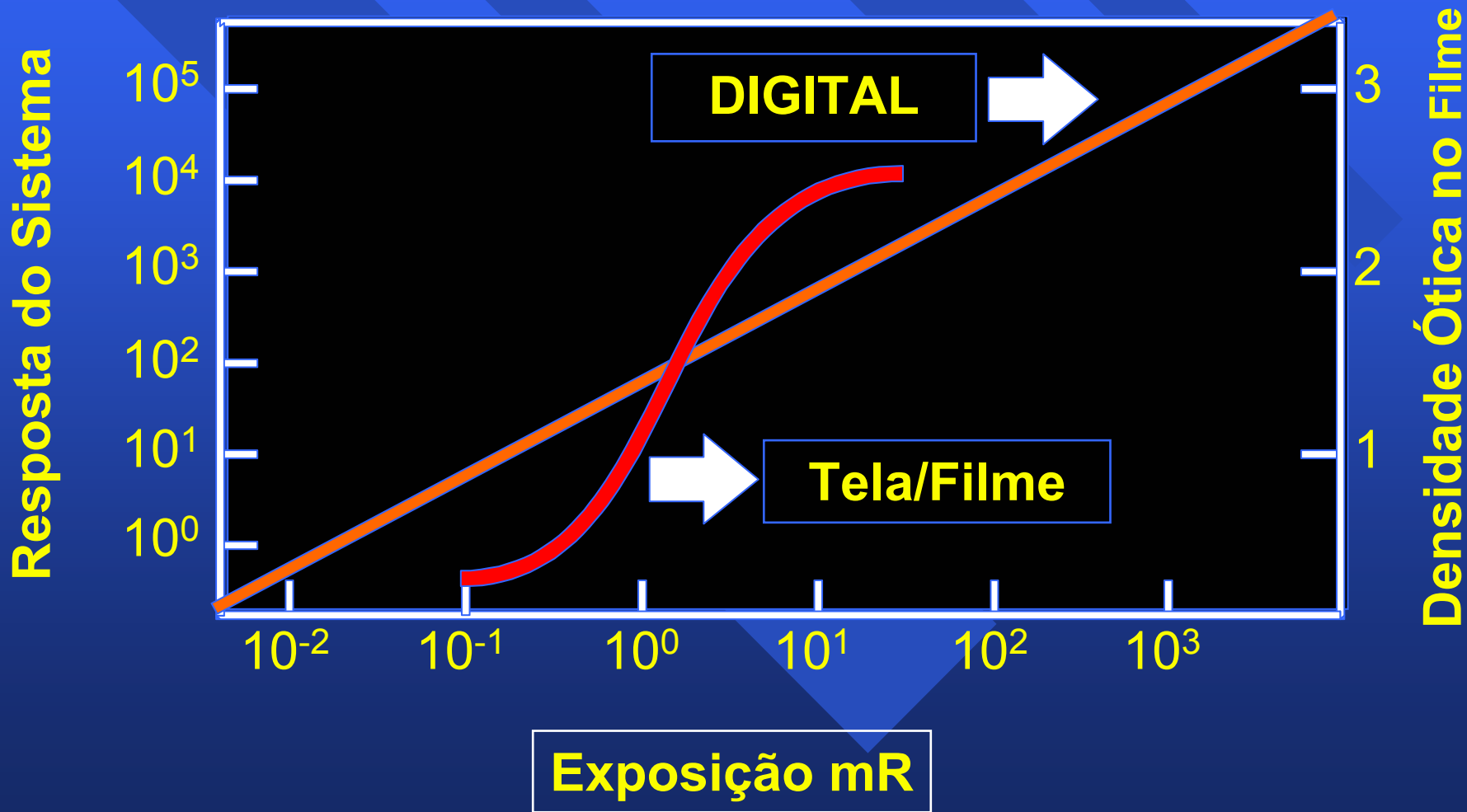
+

+



Definição do Sinal

# D.O. no filme e intensidade luminosa no DIGITAL em função da Dose



# PROCESSAMENTO

# Processamento

através do processamento



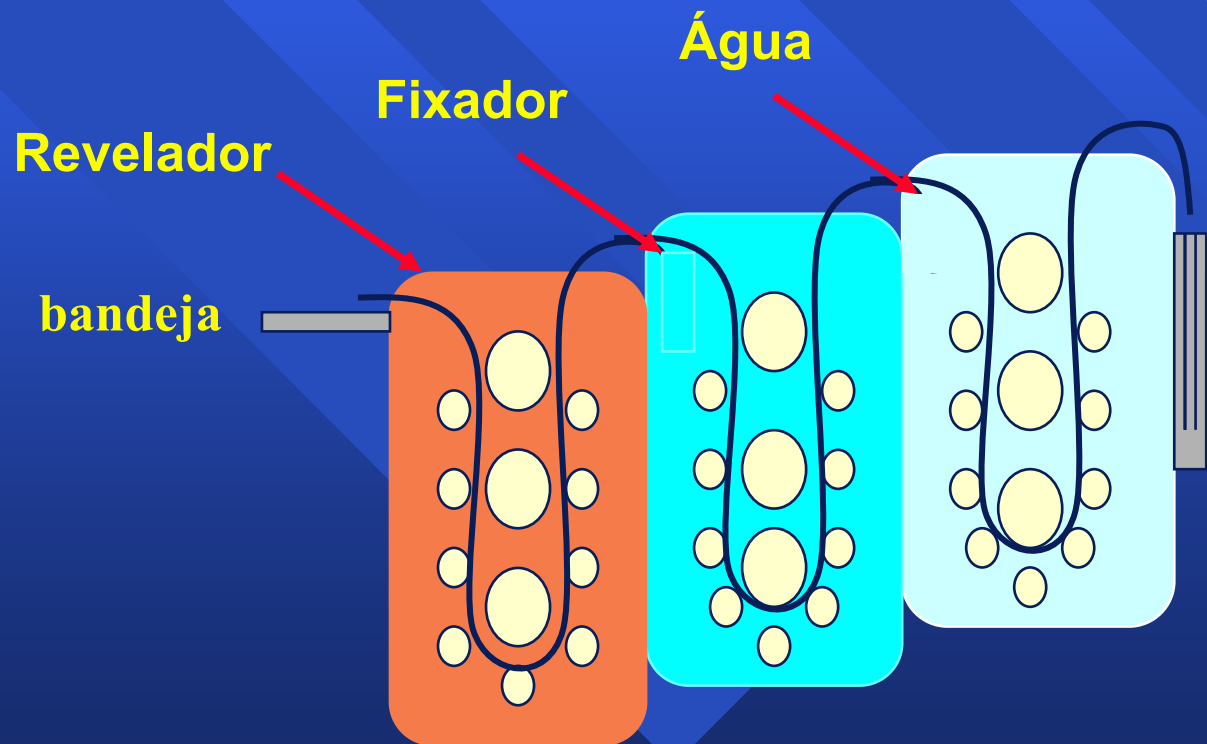
imagem latente



se transforma em imagem visível



# Etapas de um Processamento



# Função dos agentes químicos

**Revelador:** Redução dos AgBr modificados (através da ação de vários agentes: alcalino, moderador e conservador)

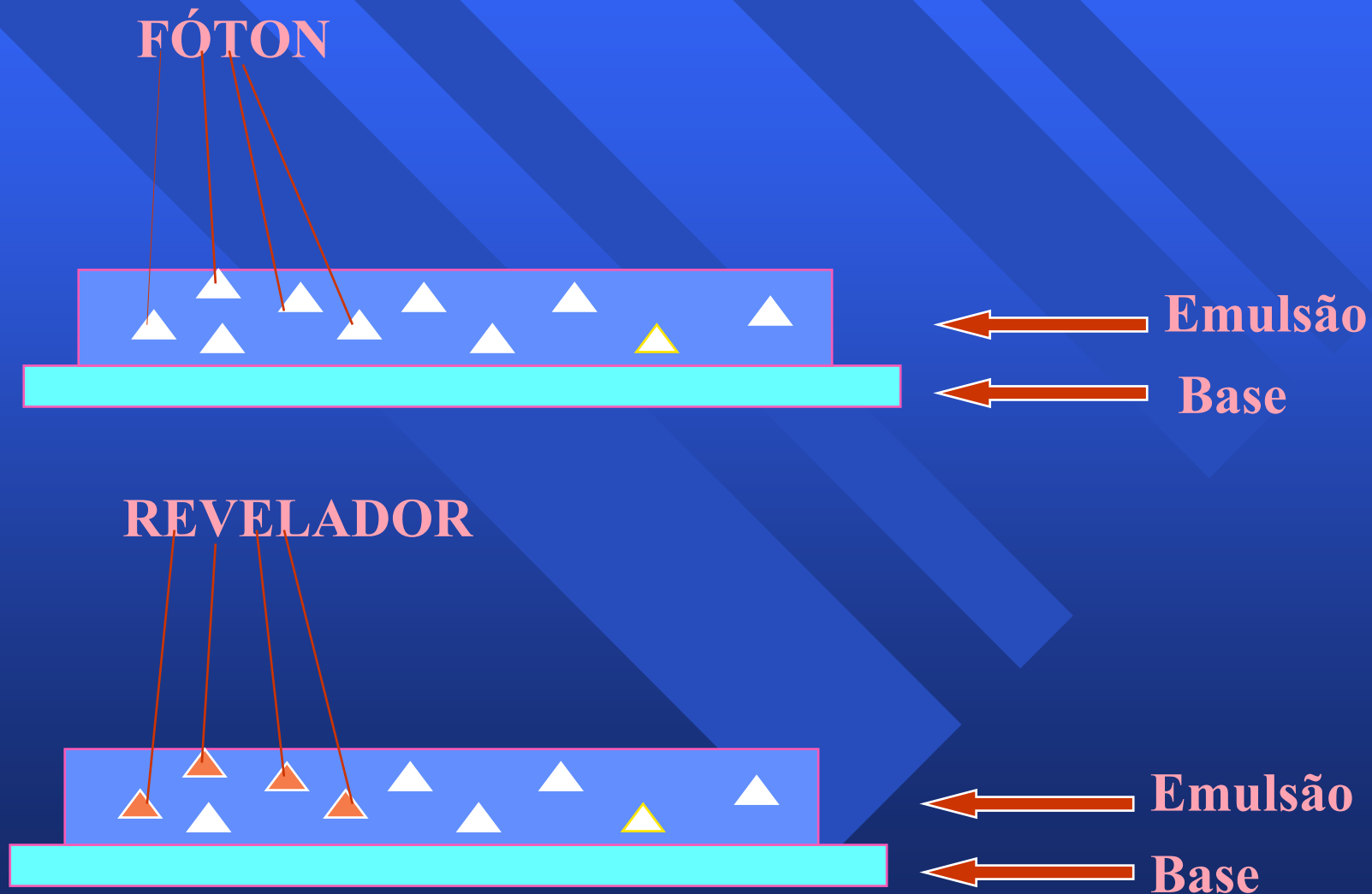
**Fixador:** Retira os AgBr não modificados / endurece a emulsão

**Água:** Elimina resíduos químicos

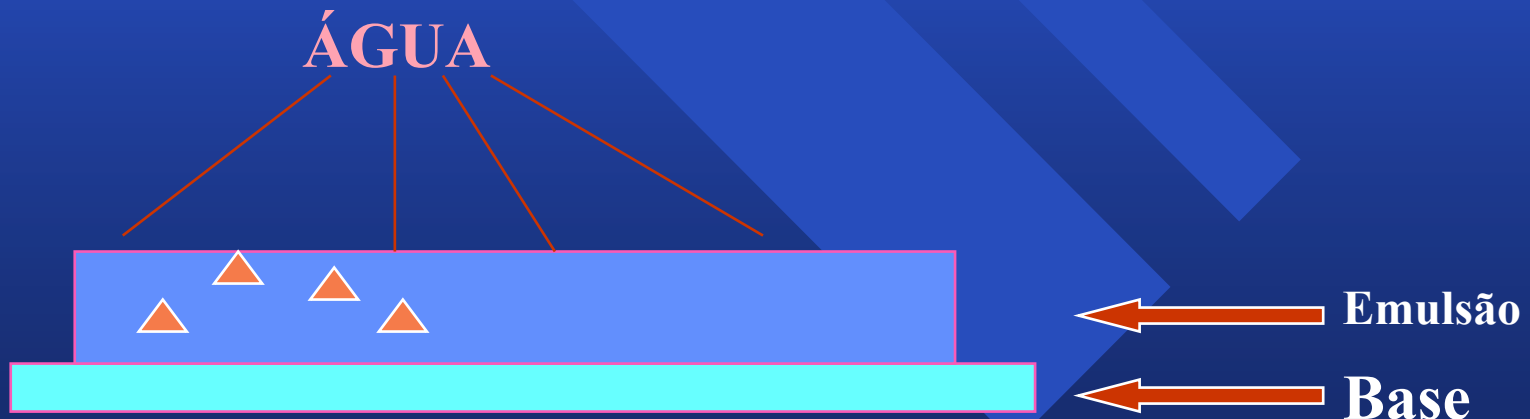
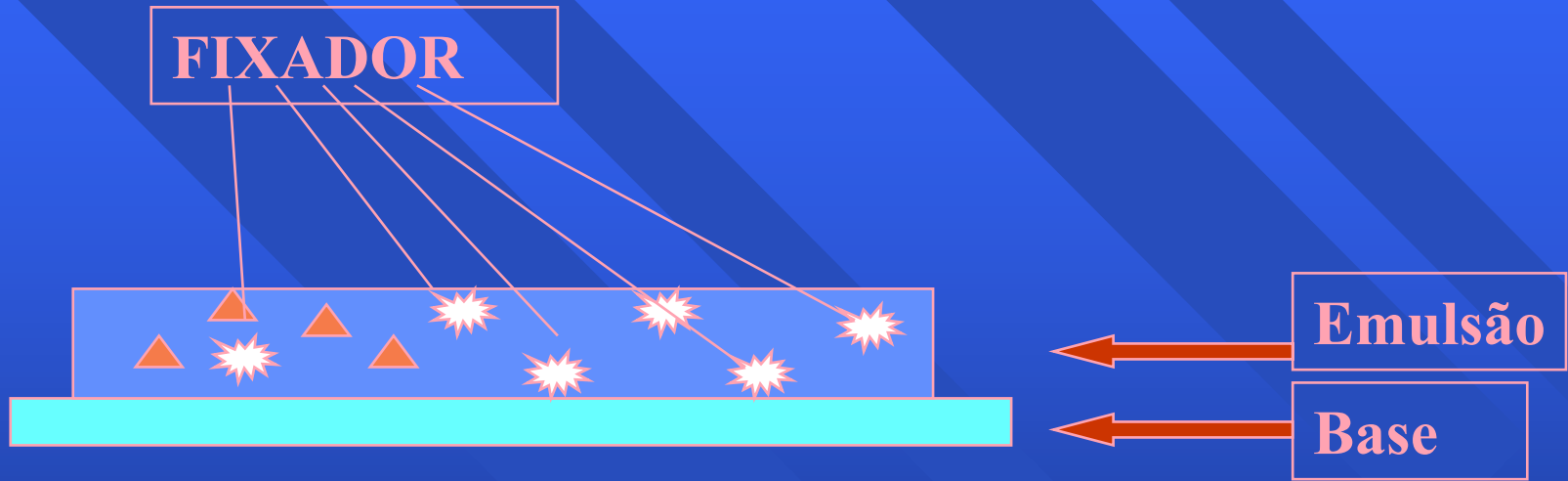
**Secagem:** Finaliza o processo

**“(Starter: Estabiliza a atividade do revelador e aumenta sua vida útil)”**

# Processamento



# Processamento



# Processamento

**A precisão e a estabilidade ao processo revelação são influenciadas por variáveis associadas ao processo de revelação entre elas as variáveis QUÍMICAS e FÍSICAS**

# Fatores que alteram a imagem



# Variações Físicas

**Tempo de  
imersão do  
revelador**

**Temperatura do  
revelador  
( 26°C - 37 °C )**

- **Modelo da processadora**
- **Ciclo**

**Tipo de Emulsão**

**Tipo do químico**

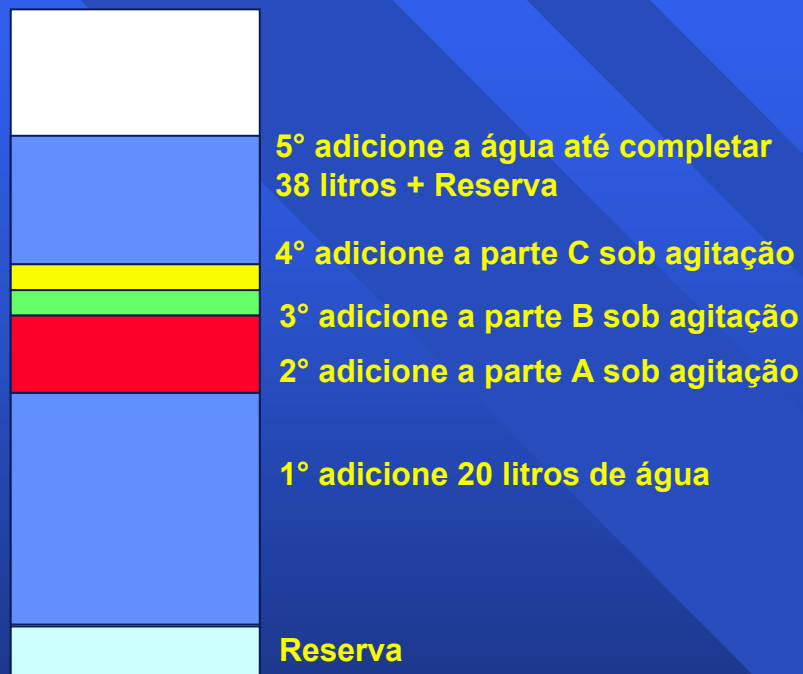
**Conjunto**

- **Variação**

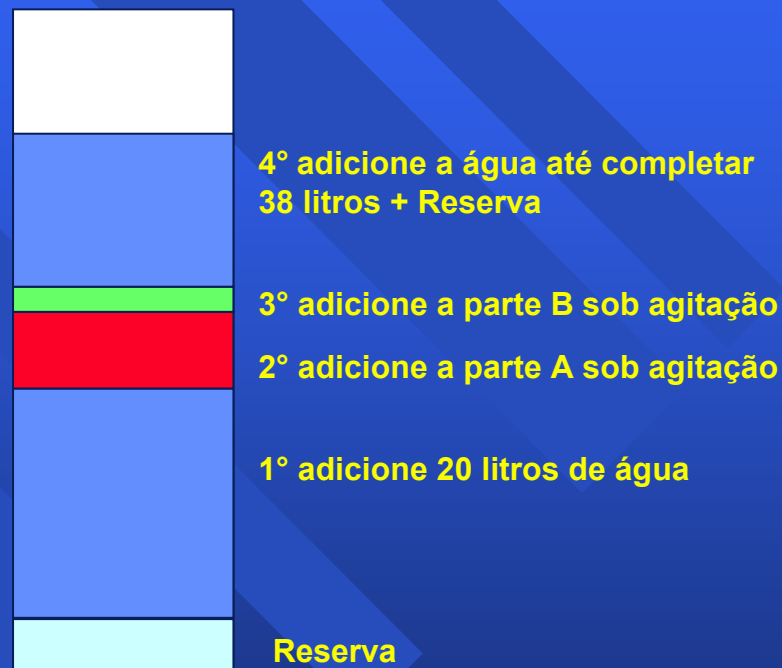
**Seleção da temperatura**

# CUIDADOS NO PREPARO DOS QUÍMICOS (REV/FIX)

## Revelador



## Fixador



- os químicos deverão ser preparados seguindo **RIGOROSAMENTE** seguindo as instruções do fabricante;
- Utilizar sempre água filtrada para o preparo dos químicos;



Após o preparo dos químicos controlar:

**PH:**    **fixador**        → **05**  
              **revelador**    → **11**

**DENSIDADE:** fix/rev → 1,070 –1,090 g/cm<sup>3</sup> (químico kodak)

**OBS.:**

- 1) *Instalar fita graduada nos tanques de preparo do revelador e fixador  
para marcação do volume limite dos mesmos*
- 2) *Não reutilizar os químicos*
- 3) *Acondicionar os resíduos químicos adequadamente em bombonas  
até sua retirada para tratamento*

# **PROCEDIMENTOS DE ROTINA PARA USO ADEQUADO DAS PROCESSADORAS**

## **AO TÉRMINO DO EXPEDIENTE**

- 1. Desligar a processadora**
- 2. Fechar o registro de água que abastece a processadora**
- 3. Deslocar o dreno da água**
- 4. Retirar os rolos e lava-los cuidadosamente**
- 5. Colocar os rolos em local seguro e cobri-los (evitar pó)**
- 6. Deslocar a tampa da processadora e mantê-la parcialmente aberta após o término do expediente**
- 7. Fechar qualquer janela próxima à processadora**

# PROCEDIMENTOS DE ROTINA PARA USO ADEQUADO DAS PROCESSADORAS

## AO INCIAR O EXPEDIENTE

1. Colocar na posição correta o dreno da água
2. Ligar a água
3. Colocar os rolos (cuidadosamente)
4. Fechar a tampa da processadora
5. Ligar a processadora
6. Limpar a bandeja com pano “ligeiramente”úmido e depois seco (que não solte fiapos)
7. Passar de 4 a 5 filmes grandes para assentar os rolos

## COMO DEVE SER UMA CÂMARA ESCURA

**PAREDES** ➤ pintura: cores pastéis e claras (nunca preta), lavável

**REVESTIMENTO** ➤ resistente a ação corrosiva (substâncias químicas)

**PISO** ➤ fácil limpeza, anticorrosivo, impermeável e antiderrapante (ex.: emborrachado, paviflex)

**BANCADA** ➤ fórmica lavável com gavetas (acondicionamento dos filmes)

**VENTILAÇÃO** ➤ forçada (exaustor)

**TEMPERATURA E UMIDADE DO AR** ➤ controlados  
(termohigrômetro)  
e mantidas respectivamente a 18-24°C / 40-60%

**PORTA** ➤ tipo labirinto ou dupla porta ou sistema giratório

**ÁREA** ➤ 5m<sup>2</sup>, prever local para → armazenamento de filmes, estocagem dos galões reservas e residuais (produtos químicos), local de instalação dos tambores de preparo dos químicos, filtro de água, pia (45cm de profundidade), sistema de drenagem da água

# COMO DEVE SER A ILUMINAÇÃO DE UMA CÂMARA ESCURA

**LÂMPADA FLUORESCENTE** ➤ padrão para hospitais e clínicas

**INTERRUPTORES (não fluorescentes)** ➤ posicionados de forma a evitar acionamento acidental

**VEDAÇÃO** ➤ apropriada contra a luz tanto para porta quanto para a passagem de **chassis** (box)

**SISTEMA DE ILUMINAÇÃO DE SEGURANÇA** ➤ lâmpadas e filtros apropriados (aos tipos de filmes), altura: no mínimo 1,20 m da bancada (Kodak GBX)

# CUIDADOS COM A CÂMARA ESCURA

**LIMPEZA** ➤ diariamente utilizar pano úmido (superfícies e piso)  
não comer, beber, fumar, manter roupas penduradas  
retirar objetos não pertinentes ao trabalho  
mãos limpas, unhas curtas (sem esmaltes)  
se possível utilizar luvas especiais (filmes mamográficos)

**ACONDICIONAMENTO DAS CAIXAS DE FILMES** ➤ vertical  
(temperatura e umidade do ar sob controle)

## **CUIDADOS COM A CÂMARA CLARA**

**limpeza diária (evitar alimentos, objetos desnecessários)**

**negatoscópio (local apropriado)**

**ambiente de iluminação adequado**

**acondicionamento dos *chassis* (local apropriado)**