



**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**

The slide features a background of dark grey diagonal stripes. A white rectangular box with a thin grey border is centered on the page. Inside this box, two bullet points are listed. The first bullet point is at the top left of the box, and the second is positioned below and to the right of the first.

➤ **O QUE SÃO RECEPTORES DE IMAGEM?**

➤ **ONDE SÃO UTILIZADOS?**

**Receptores de imagem**

The diagram features a white rectangular box with a thin grey border. Inside the box, the text 'Receptores de imagem' is at the top, followed by a downward-pointing arrow, then 'convertem uma imagem invisível', another downward-pointing arrow, and finally 'em um padrão de imagem visível'. The background of the slide is white with several dark grey diagonal stripes crossing the box from the top-left to the bottom-right.



**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**

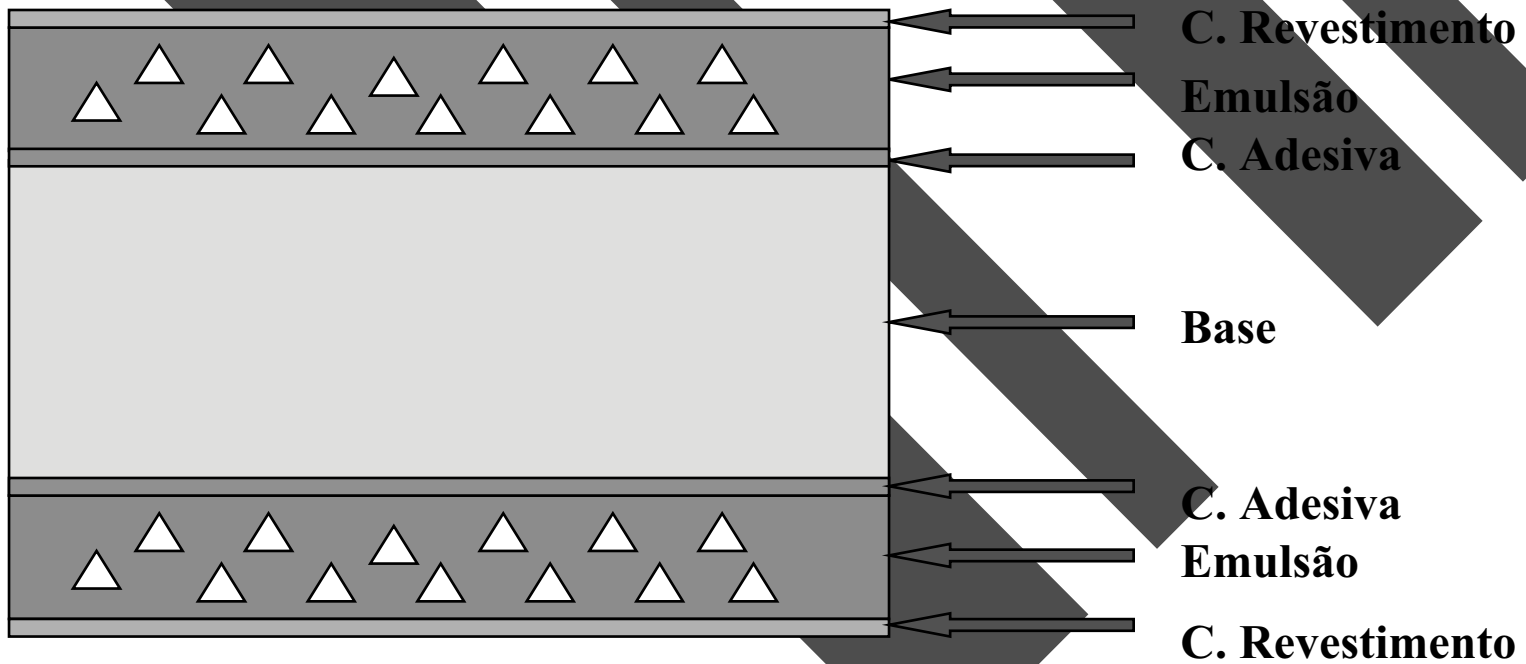
**“IP”**  
**“DETECTORES”**



**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

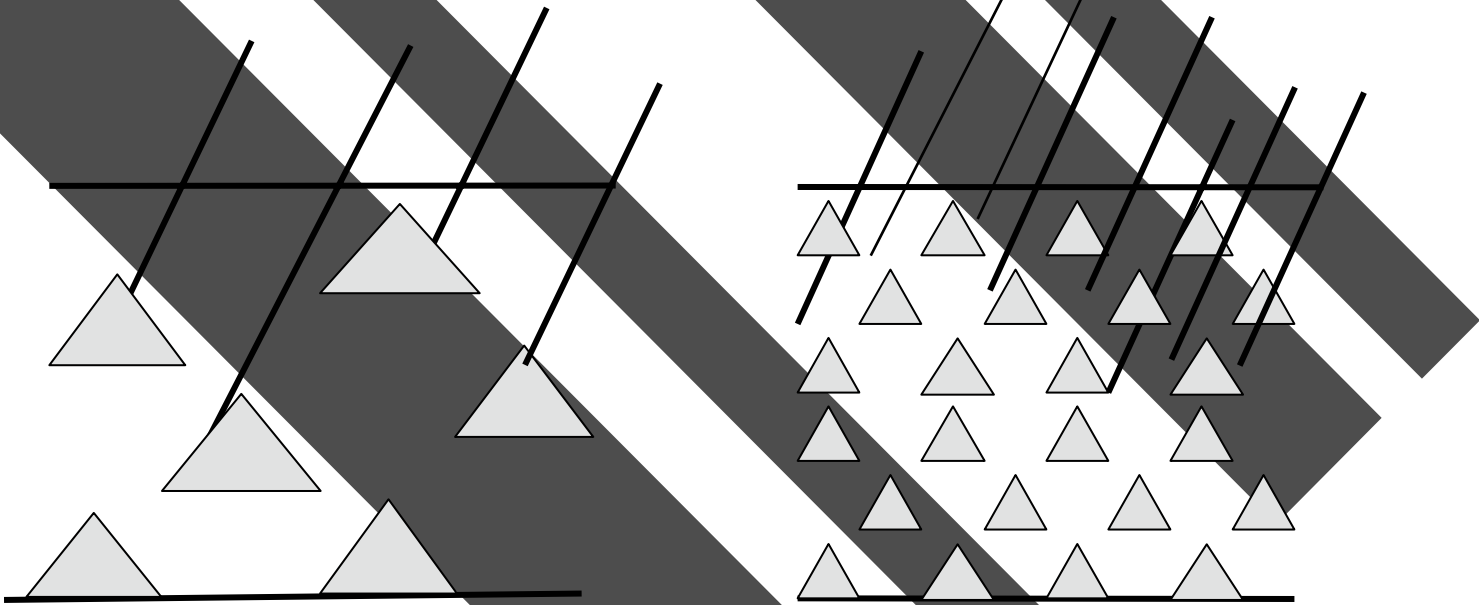
## Granulação

- ◆ Pequeno
- ◆ Grande

## Aplicações

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

# GRANULAÇÃO



*> Velocidade*  
*< Definição*

*< Velocidade*  
*> Definição*

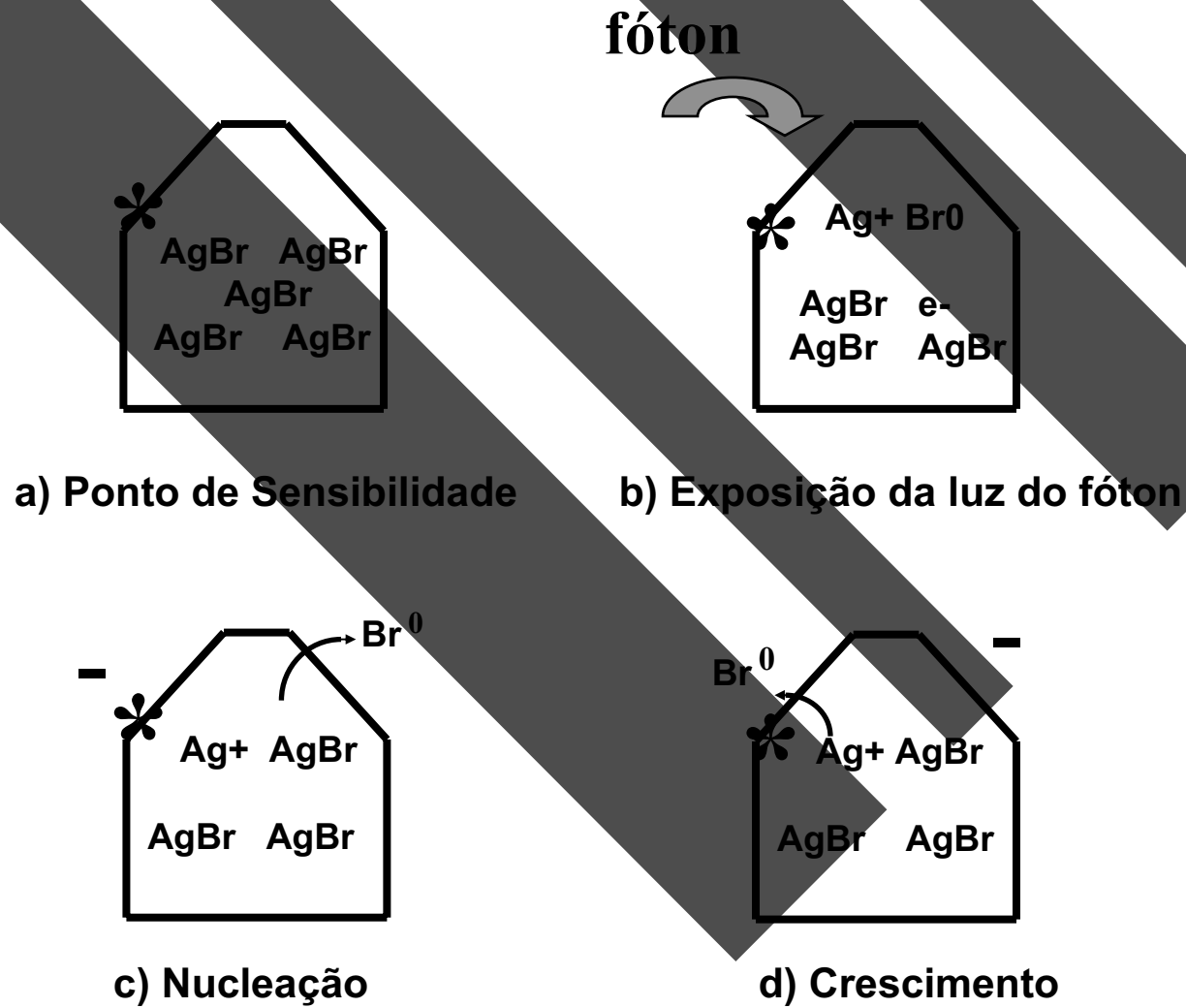
# Formação da Imagem

## **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



# 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 influência 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

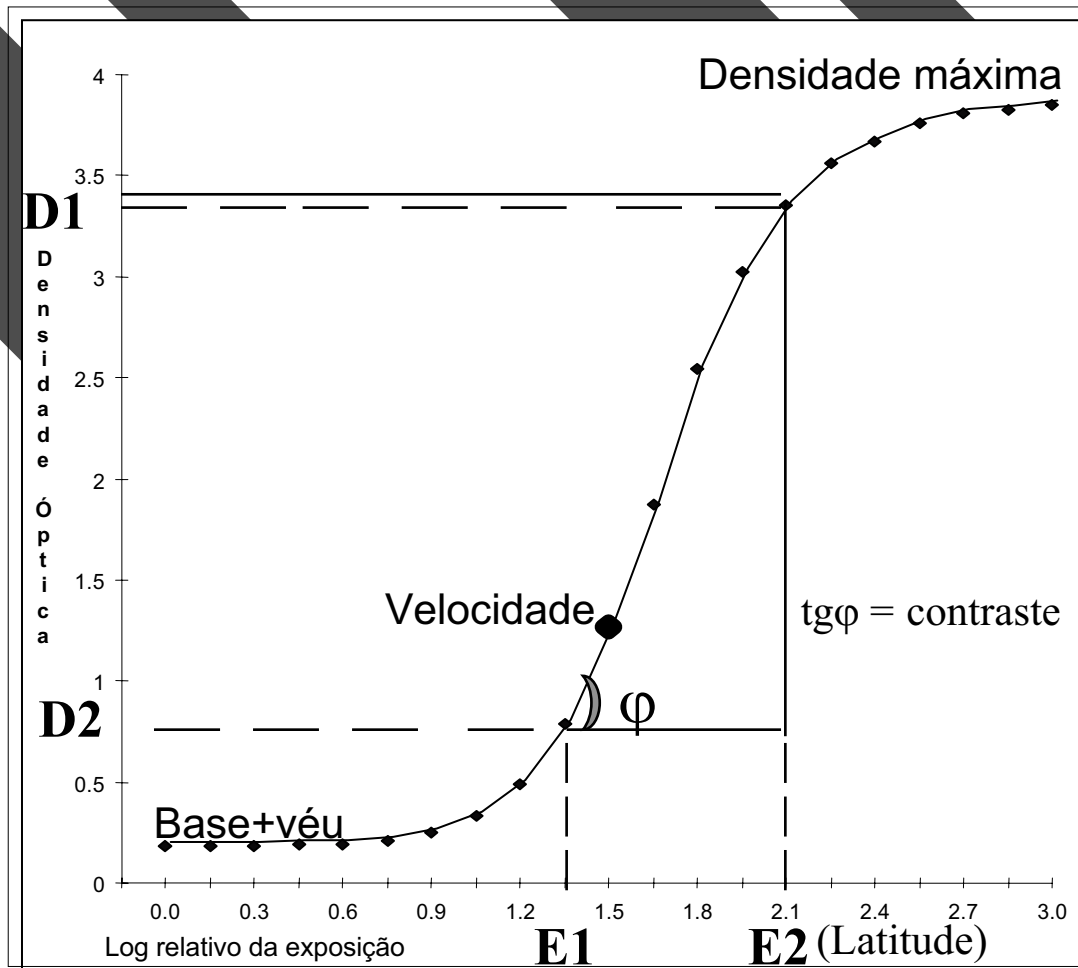
- O grau de enegrecimento (ou densidade óptica “D” ou nível de cinza) corresponde à densidade de prata metálica existente no filme.
- A densidade pode ser medida pela razão entre uma intensidade de luz incidente padrão e intensidade transmitida ⇒ DENSITÔMETRO
- A curva sensitométrica do filme (também 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**



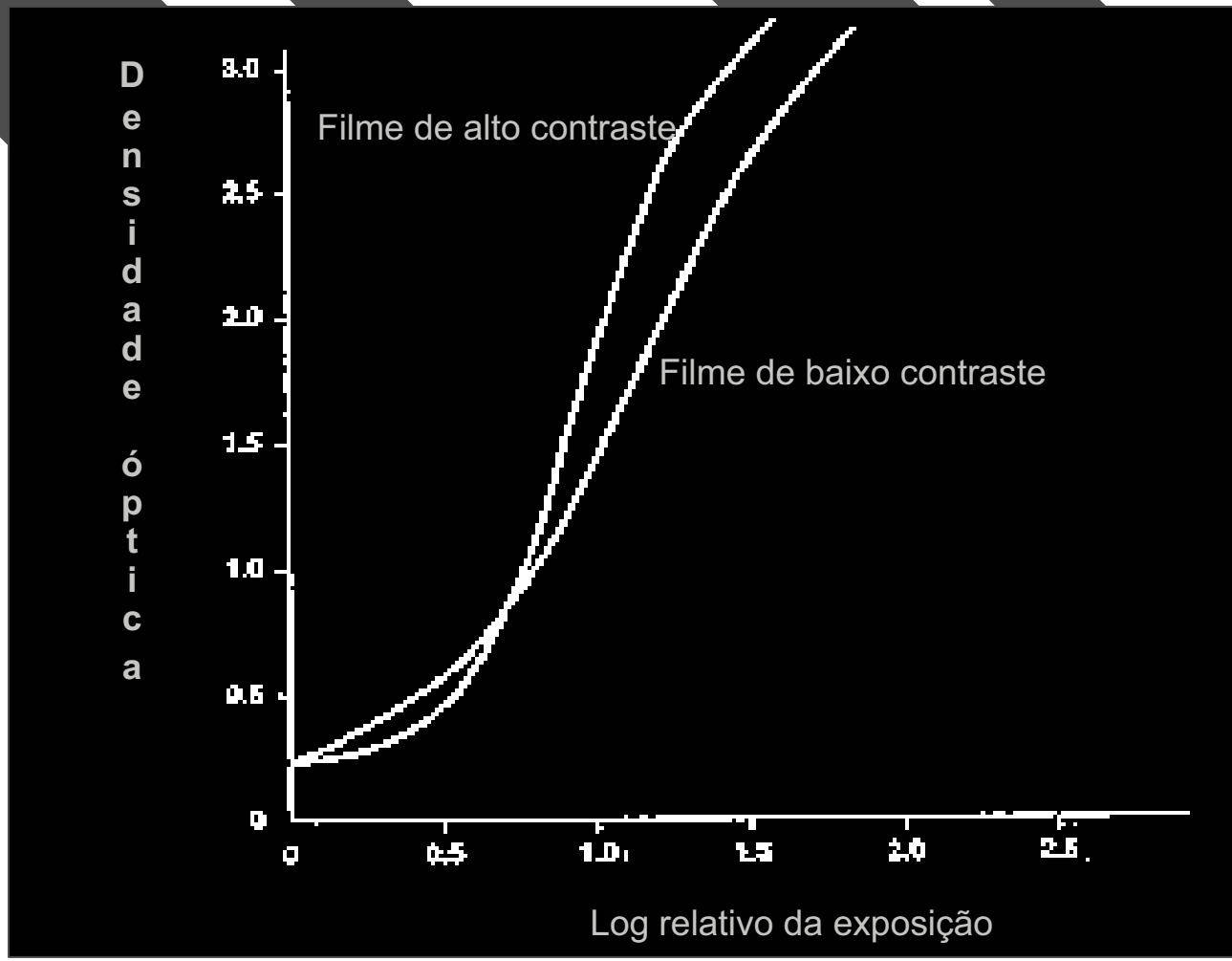
**Densitômetro**

# Curva característica do filme radiológico

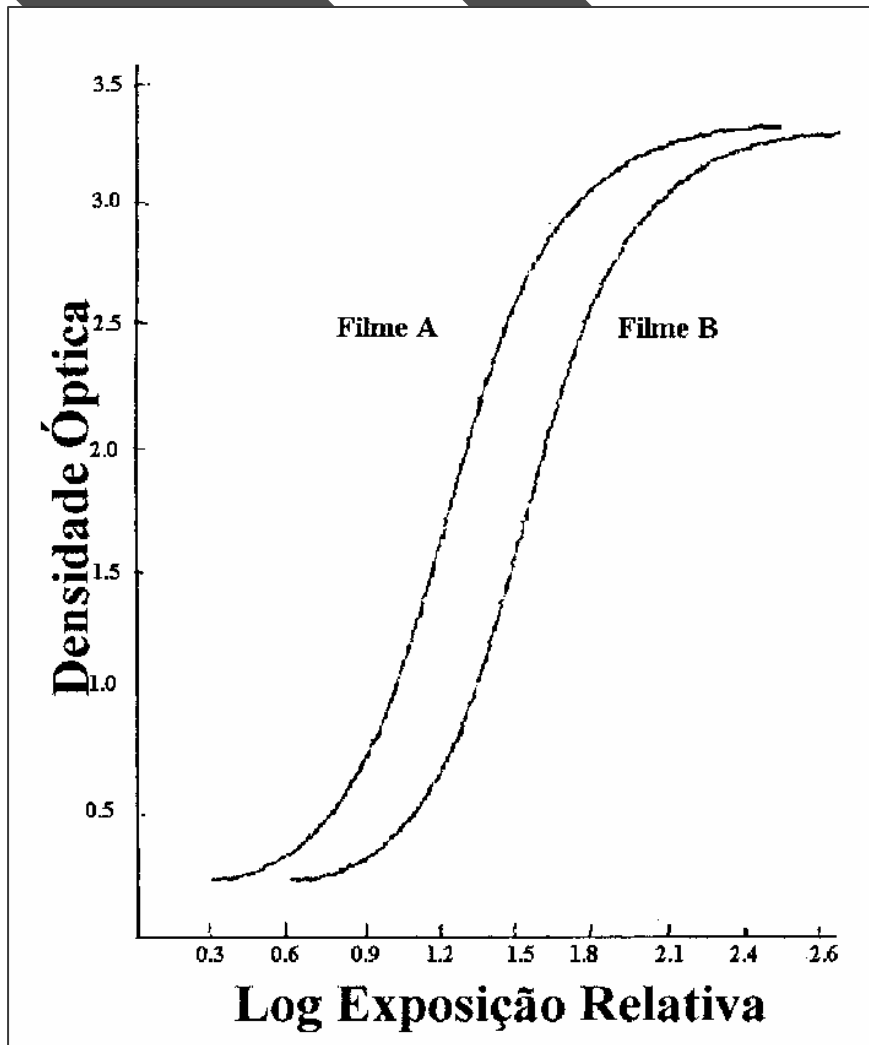


A relação entre as densidades ópticas resultante de diferentes níveis de exposição do filme à luz e os valores desta exposição tem sua forma definida por uma curva característica, denominada “Curva sensitométrica do filme”

# 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 + Veu (Fog) → parte do filme não exposta à luz**

**Velocidade (sensibilidade) → 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)

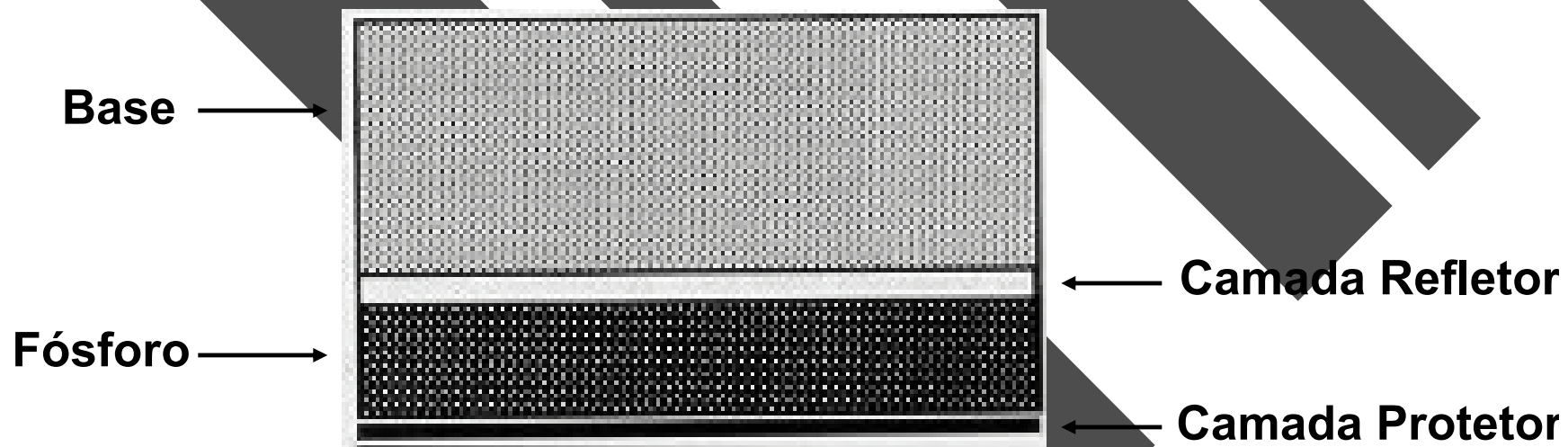
Devido a **baixa sensibilidade** do filme à exposição direta dos raios X é comum converter a informação para imagem visual utilizando luz

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)**

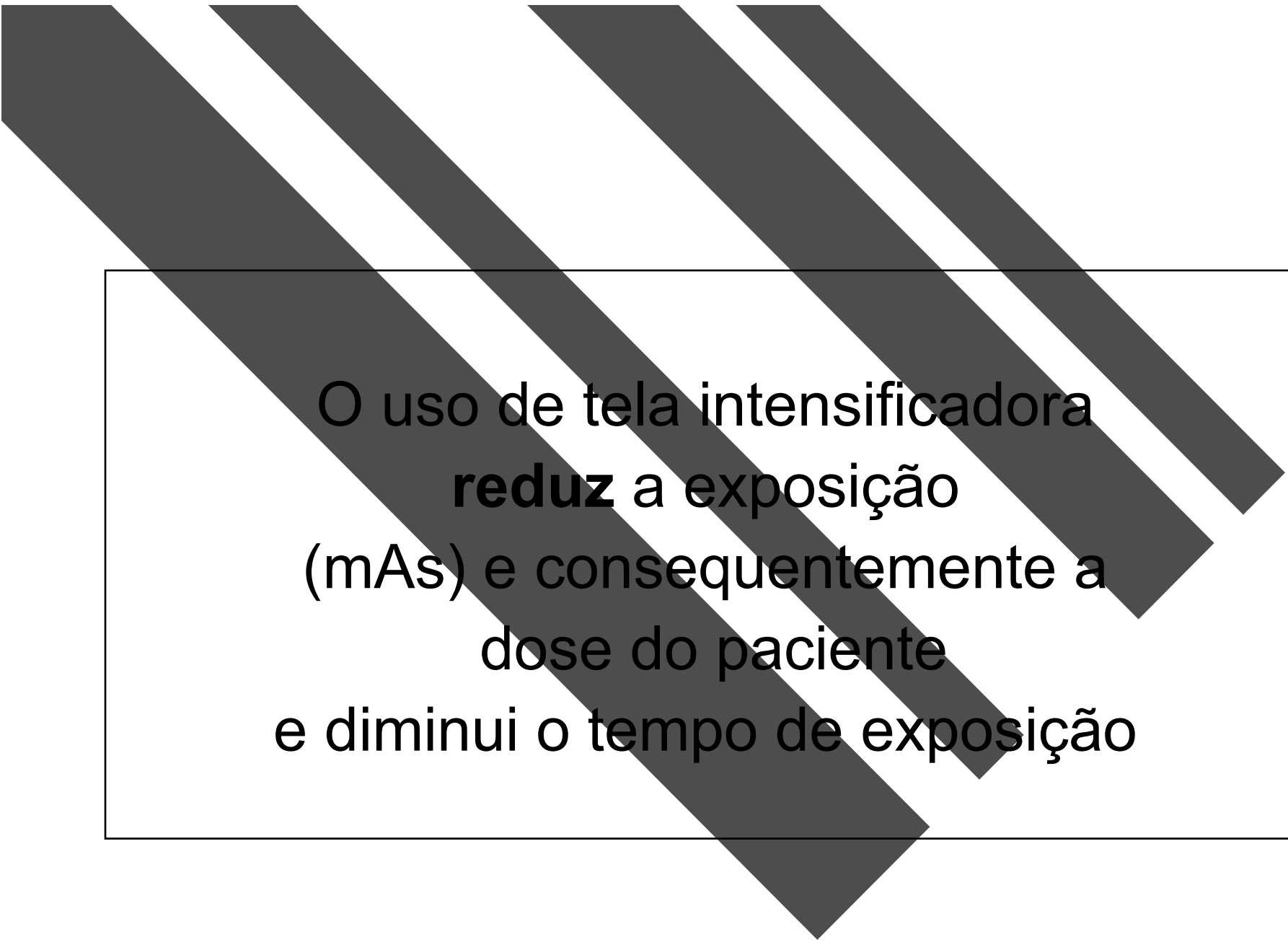
# Propriedades dos Fósforos

- 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:

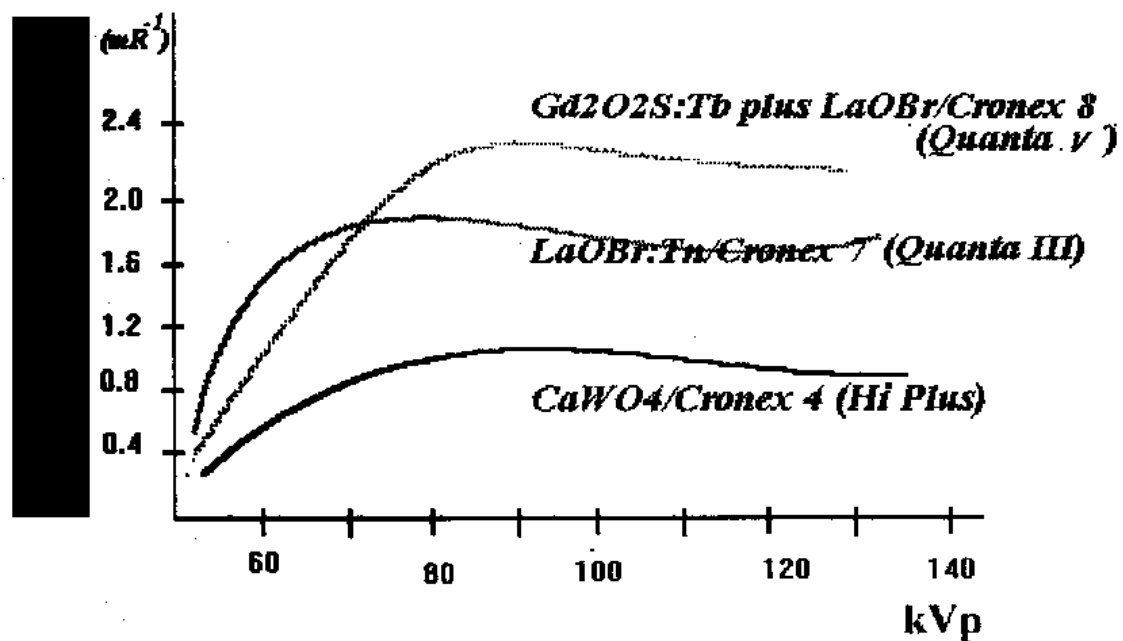
Écrans de  $\text{CaWO}_4$  (tungstato de cálcio): absorvem 20%

$\text{CaWO}_4$  (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

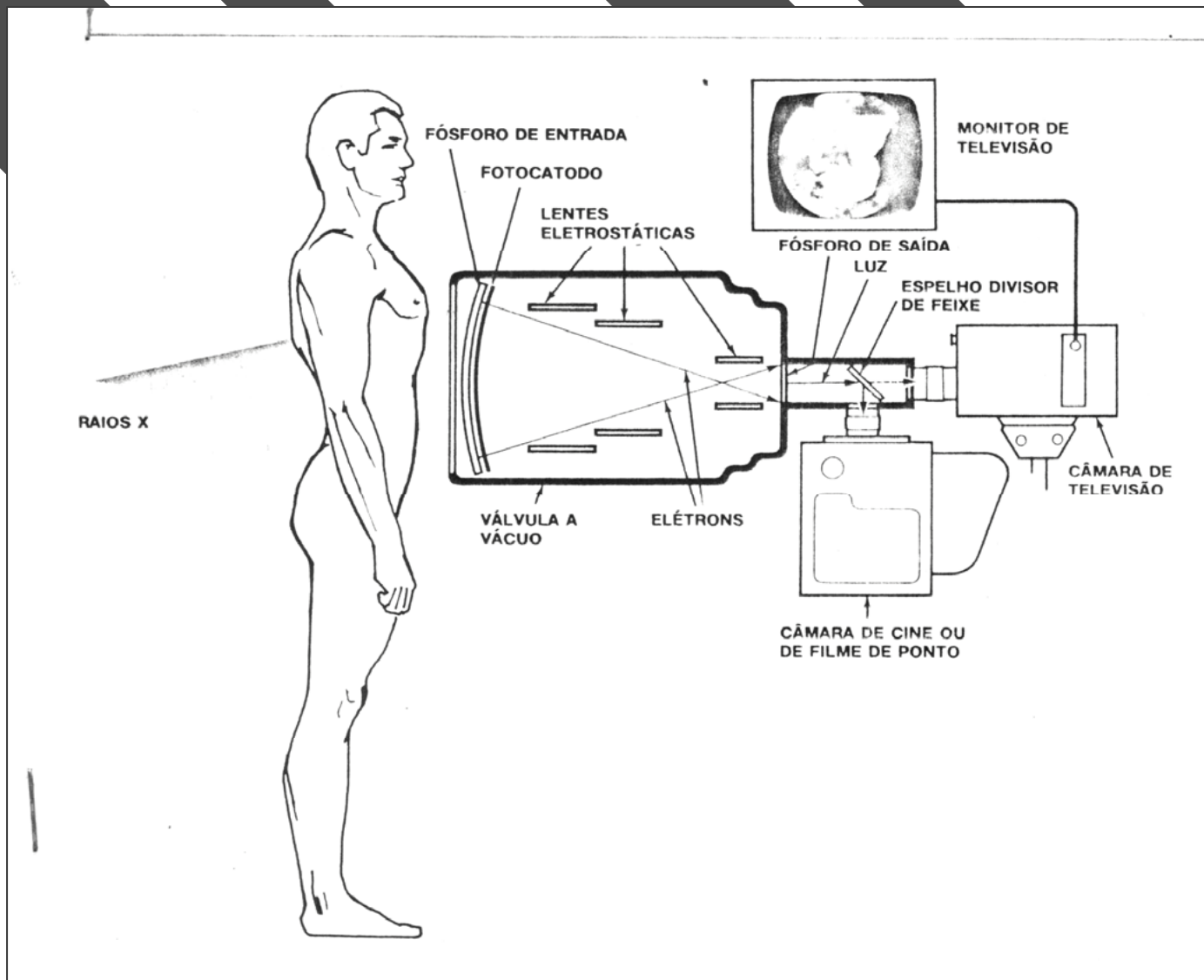
Medidores de radiação (baseia-se na sua alta resolução para determinar a energia da radiação incidente → pequenas flutuações e < incertezas nas medidas)

Utilização: Ex.: Tomógrafos

A stylized clapperboard graphic with a black body and a top bar featuring four diagonal stripes. The text is centered in a white-bordered box.

**INTENSIFICADOR  
DE IMAGEM**

# INTENSIFICADORES DE IMAGEM





**RECEPTOR DE IMAGEM**

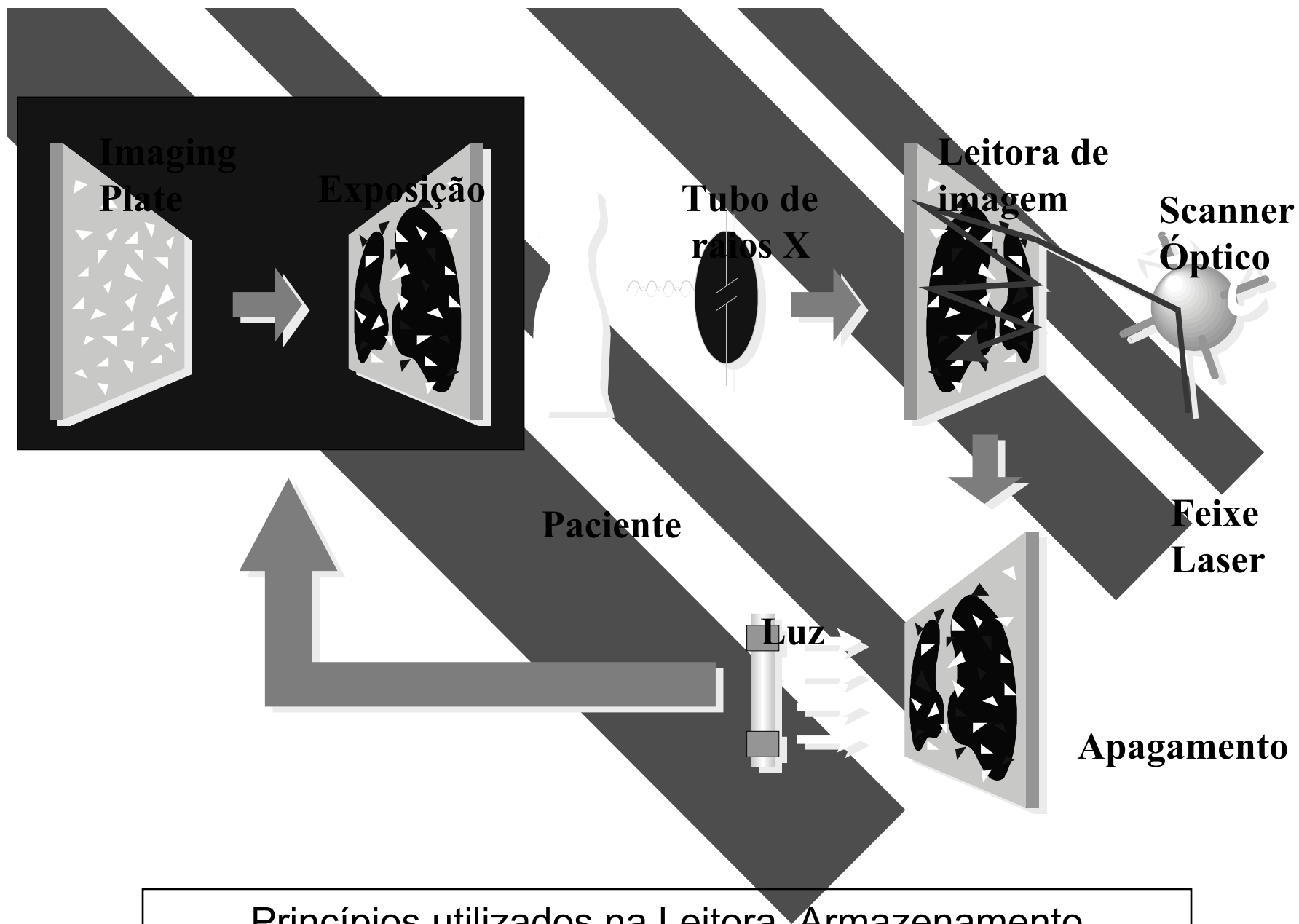
**NA**

**RADIOLOGIA DIGITAL**



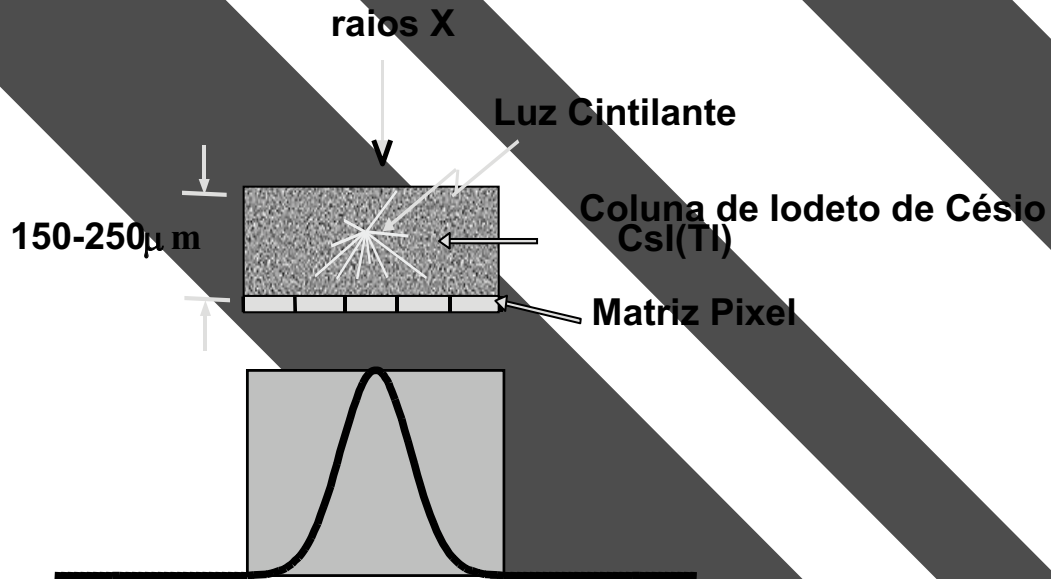
# Imaging Plate





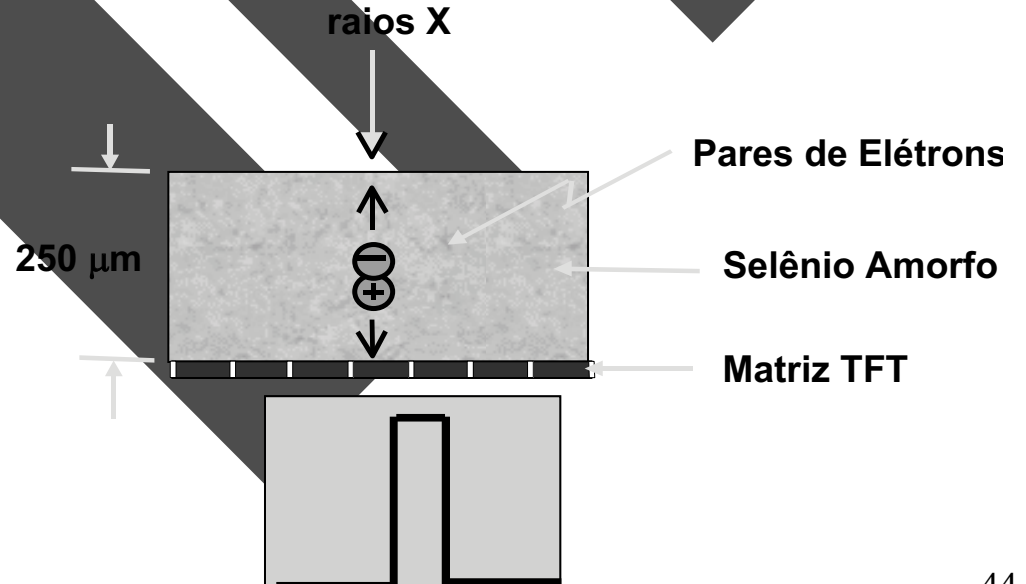
Princípios utilizados na Leitora, Armazenamento e Apagamento das Placas de Fósforo

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)

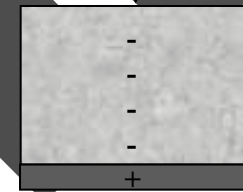
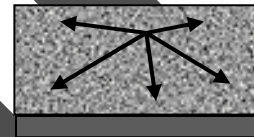
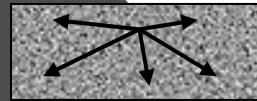
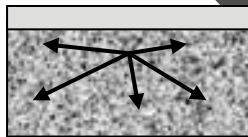
*Écran-Filme*

*IP*

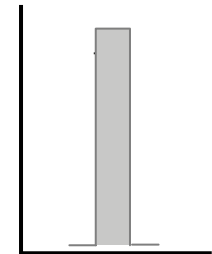
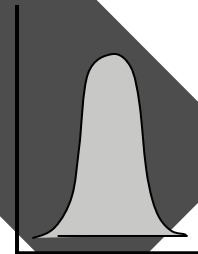
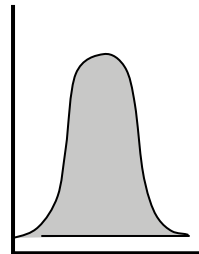
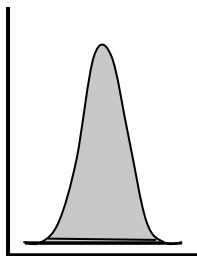
*LORAD LBDI*  
*GE Senographe 2000D*  
*Fischer Imaging*  
*SenoScan*

*LORAD Selenia*

Fóton raios X

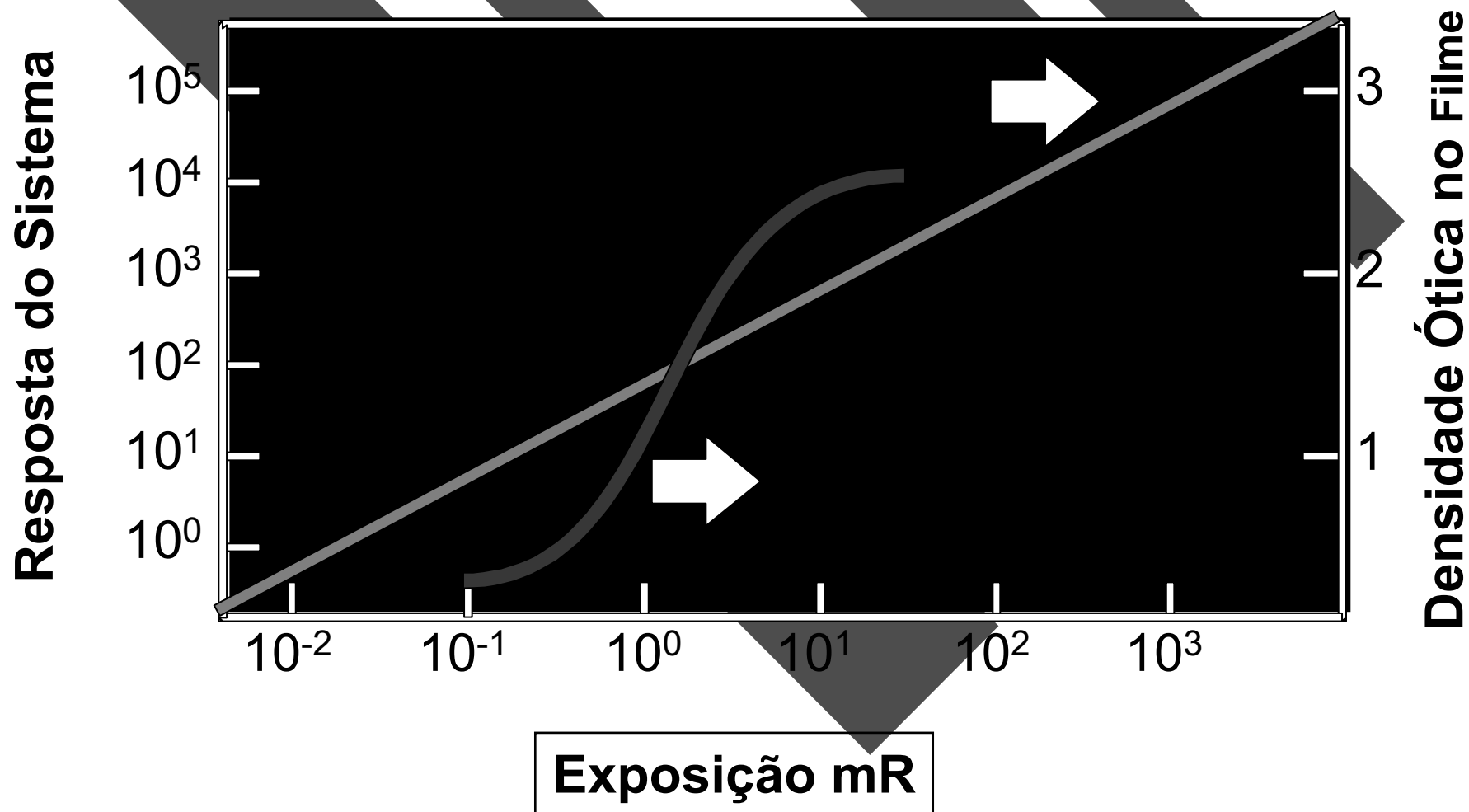


laser →



Definição do Sinal

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





# PROCESSAMENTO

# **Processamento**

**através do processamento**

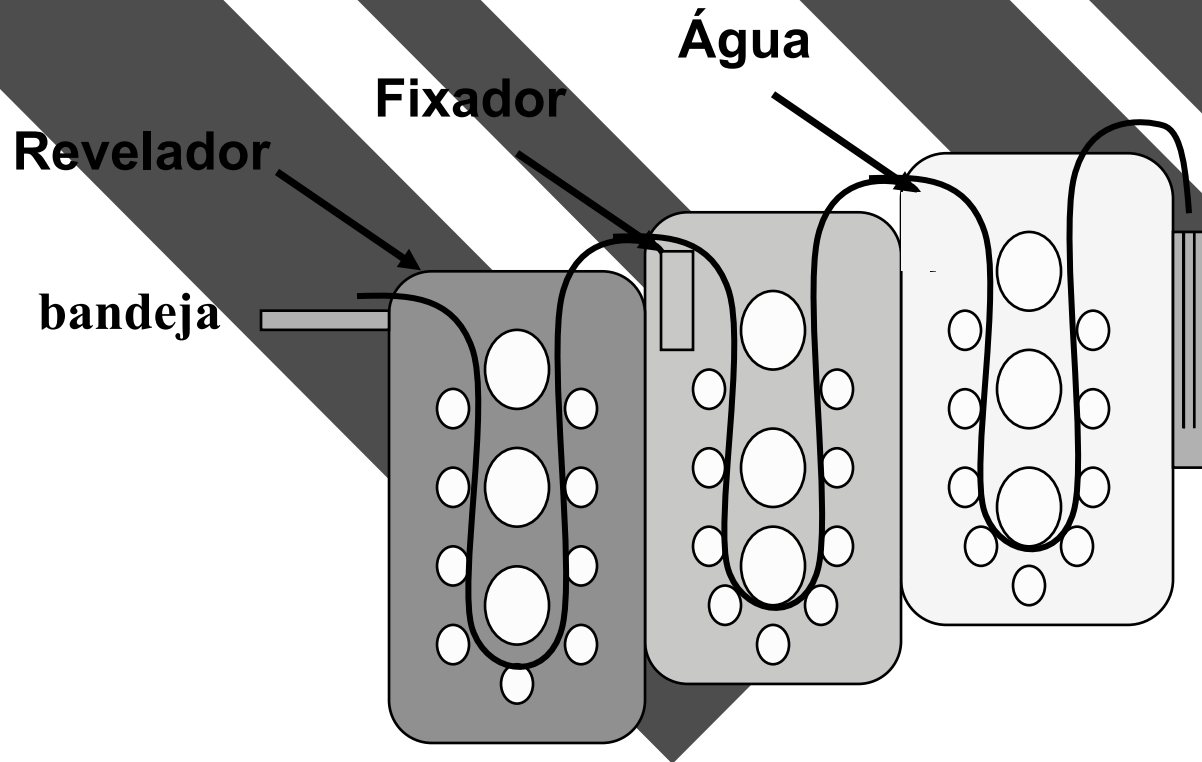


**imagem latente**



**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)

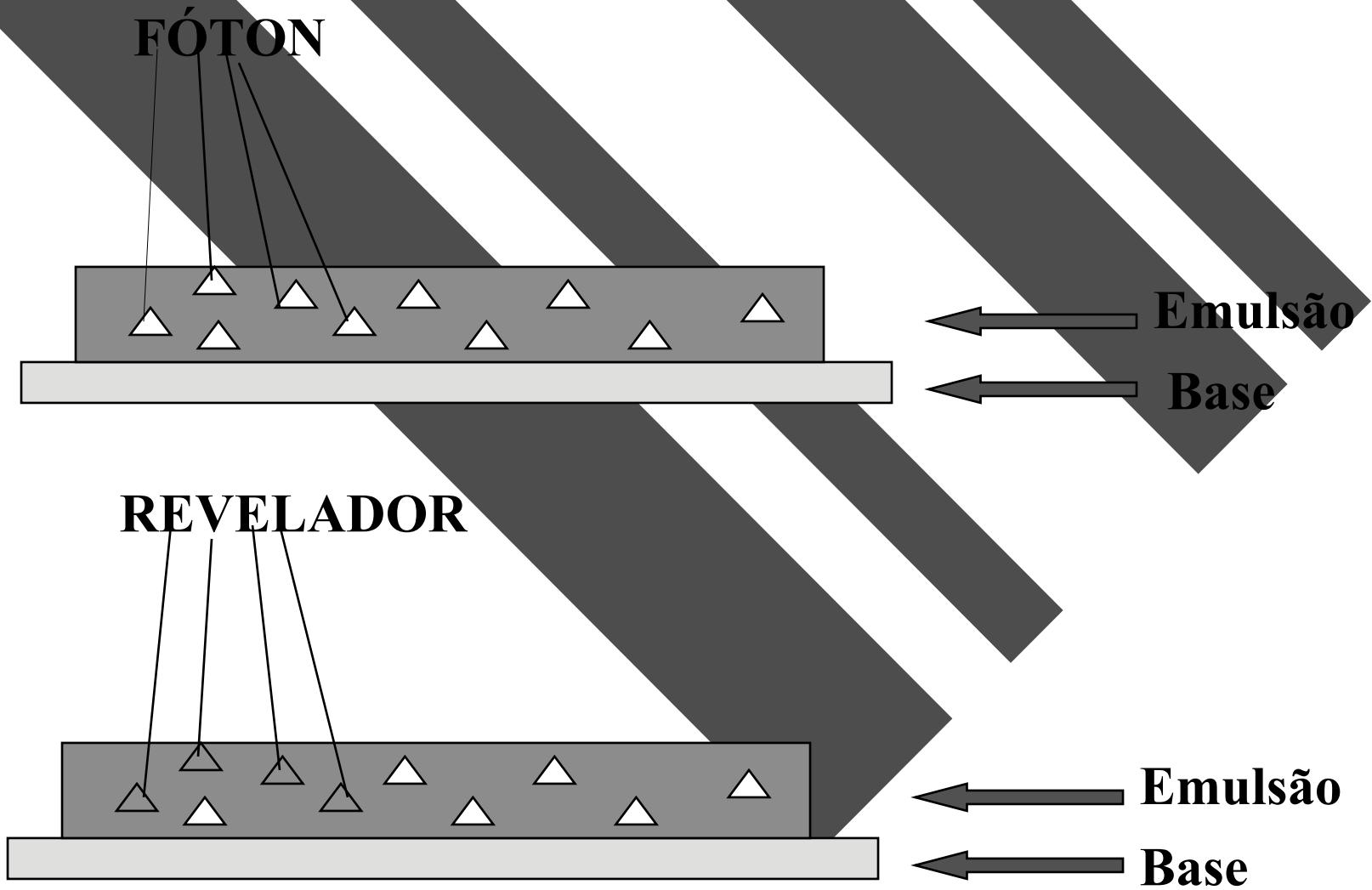
**Fixador:** Retira os AgBr não modificados / endurece a emulsão

**Água:** Elimina resíduos químicos

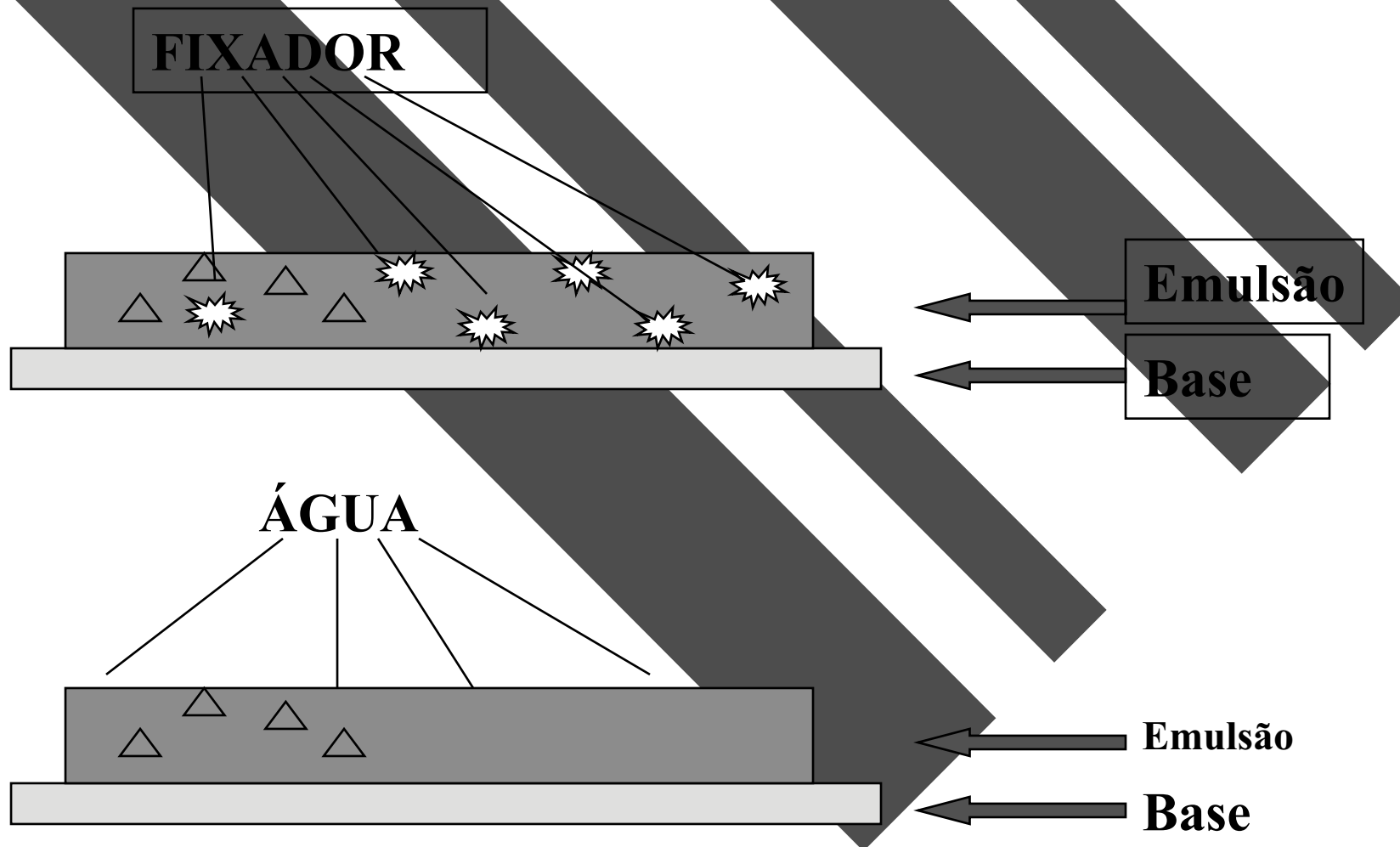
**Secagem:** Finaliza o processo

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

# Processamento



# Processamento

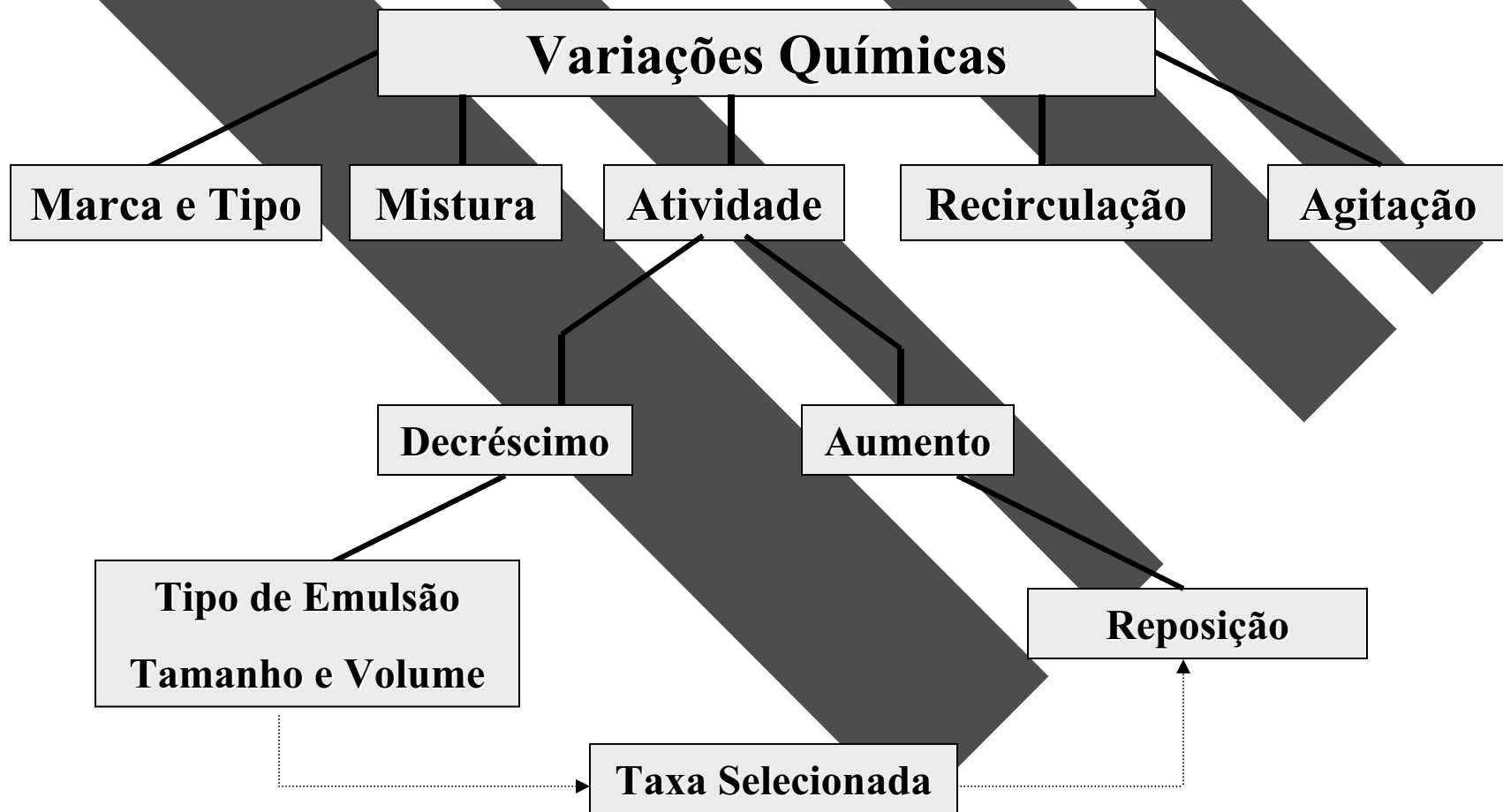


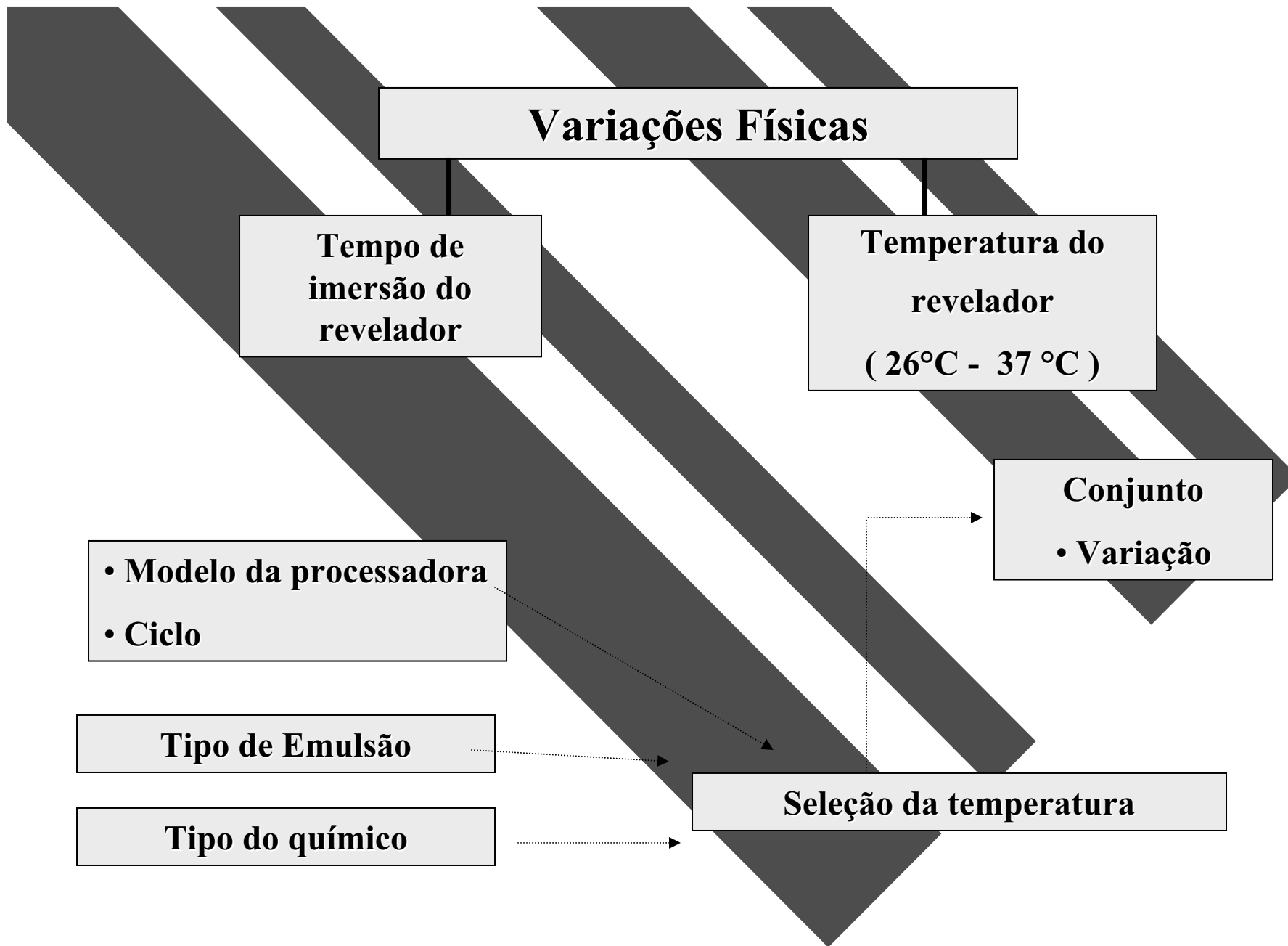
# Processamento

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

QUÍMICAS e FÍSICAS

# Fatores que alteram a imagem





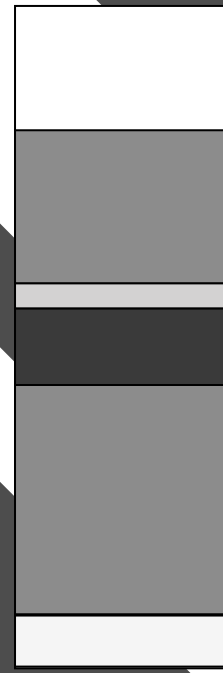
# CUIDADOS NO PREPARO DOS QUÍMICOS (REV/FIX)

## Revelador



- 5º adicione a água até completar 38 litros + Reserva
- 4º adicione a parte C sob agitação
- 3º adicione a parte B sob agitação
- 2º adicione a parte A sob agitação
- 1º adicione 20 litros de água
- Reserva

## Fixador



- 4º adicione a água até completar 38 litros + Reserva
- 3º adicione a parte B sob agitação
- 2º adicione a parte A sob agitação
- 1º adicione 20 litros de água
- Reserva

- 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 INICIAR 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)**

**negatoscópico (local apropriado)**

**ambiente de iluminação adequado**

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

# Câmara escura



# Câmara Clara



