



# SEL 0449 - Processamento Digital de Imagens Médicas

## SEL 5895 – Introdução ao Processamento Digital de Imagens

### **Aula 1 - Introdução**

**Prof. Dr. Marcelo Andrade da Costa Vieira**

[mvieira@sc.usp.br](mailto:mvieira@sc.usp.br)

## O QUE É?

Processar uma imagem significa modificar as informações contidas nessa imagem sob vários aspectos, de modo que o resultado seja uma imagem ou informações extraídas dela.

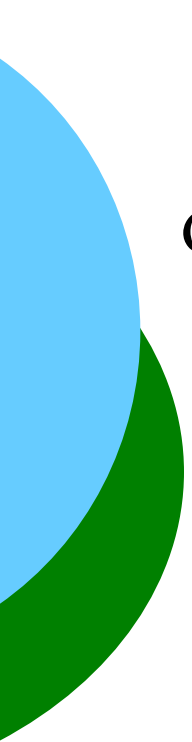


# PROCESSAMENTO DE IMAGENS

---

- Interpretação humana (visualização)
- Armazenamento
- Transmissão
- Extração de Informações
- Visão Computacional





Dados  
Geométricos 3D



Imagem 2D



Imagem 2D



Imagem 2D

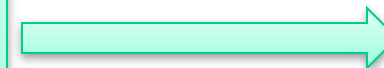


Imagem 2D

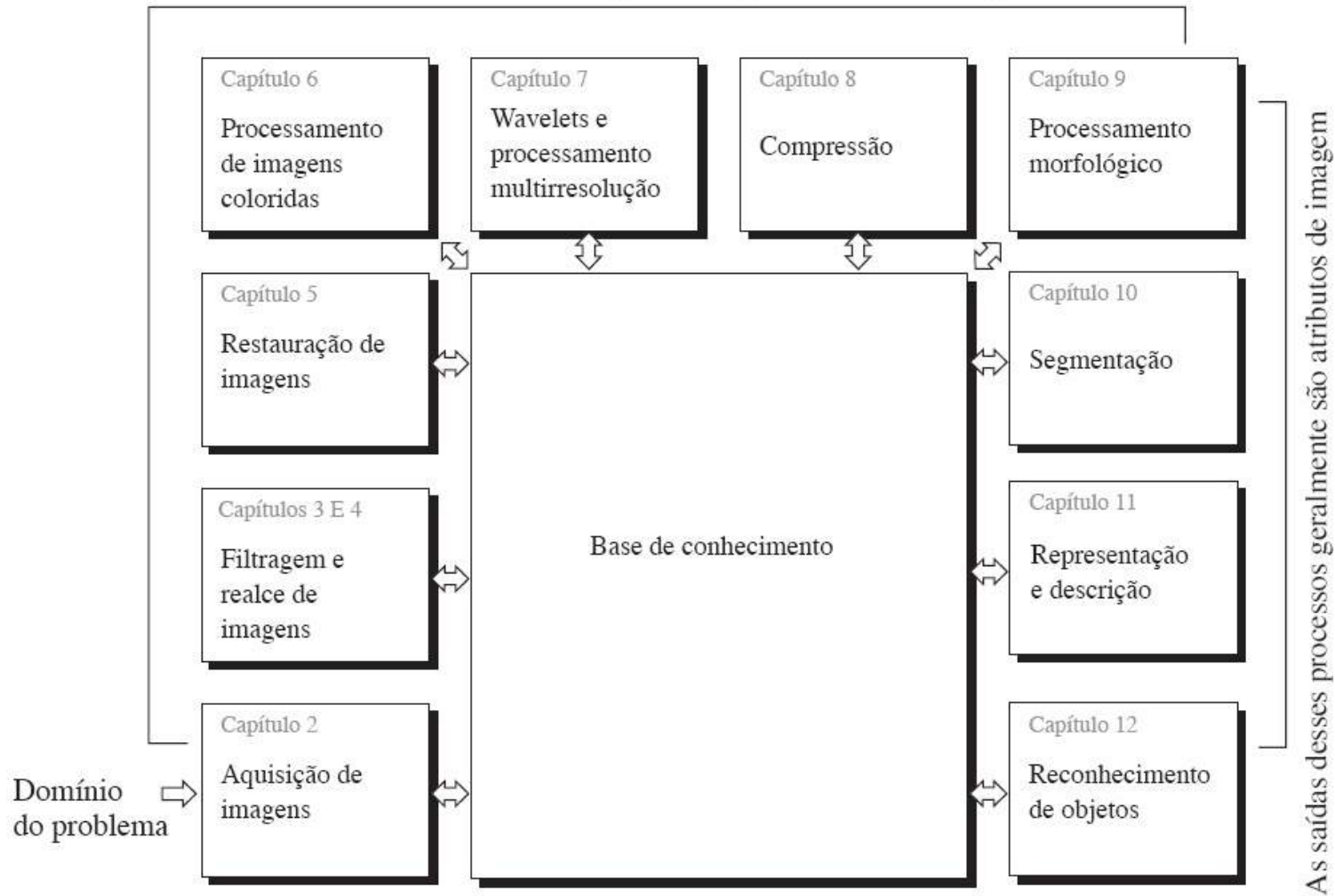


Dados  
Geométricos 3D

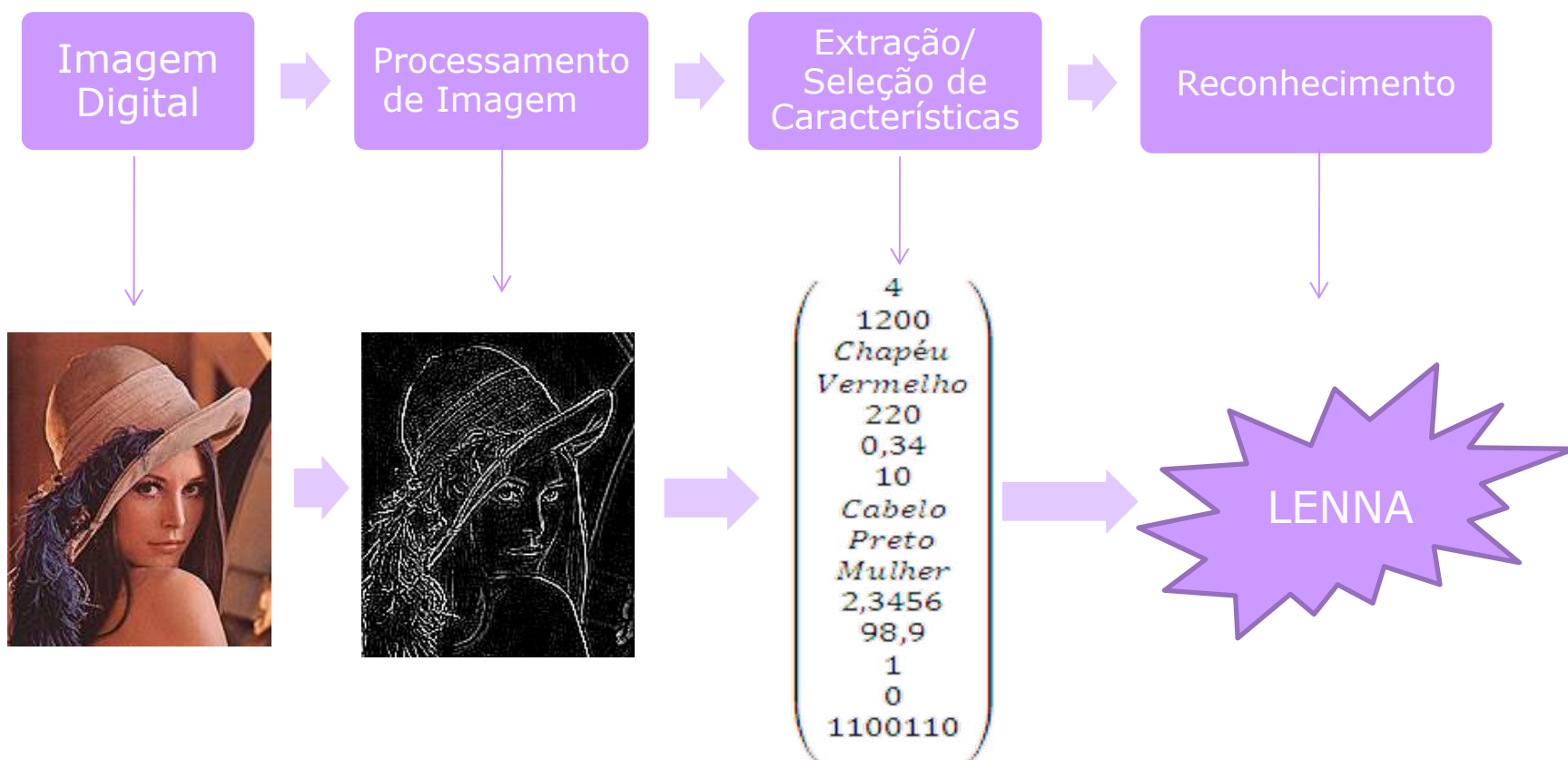


# Estrutura clássica de um sistema de Processamento de imagens e Visão Computacional

As saídas desses processos geralmente são imagens



# Estrutura clássica de um sistema de Processamento de imagens e Visão Computacional

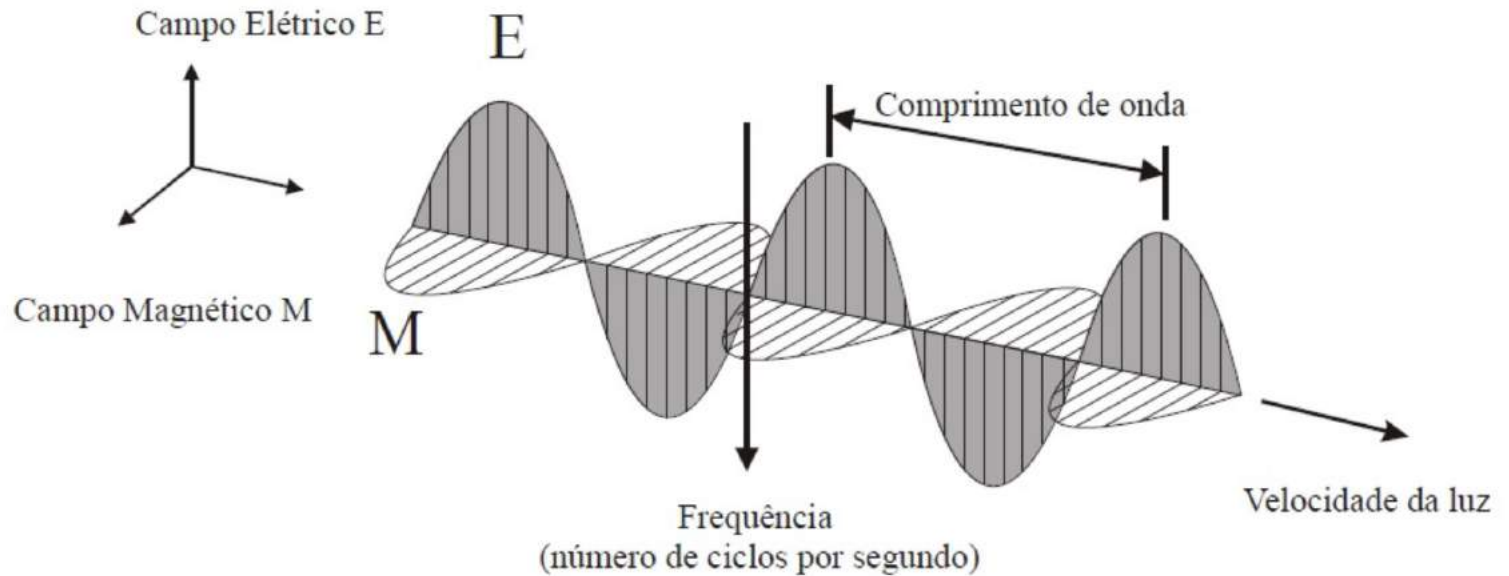




## Principais exemplos de aplicações de processamento de imagens digitais:

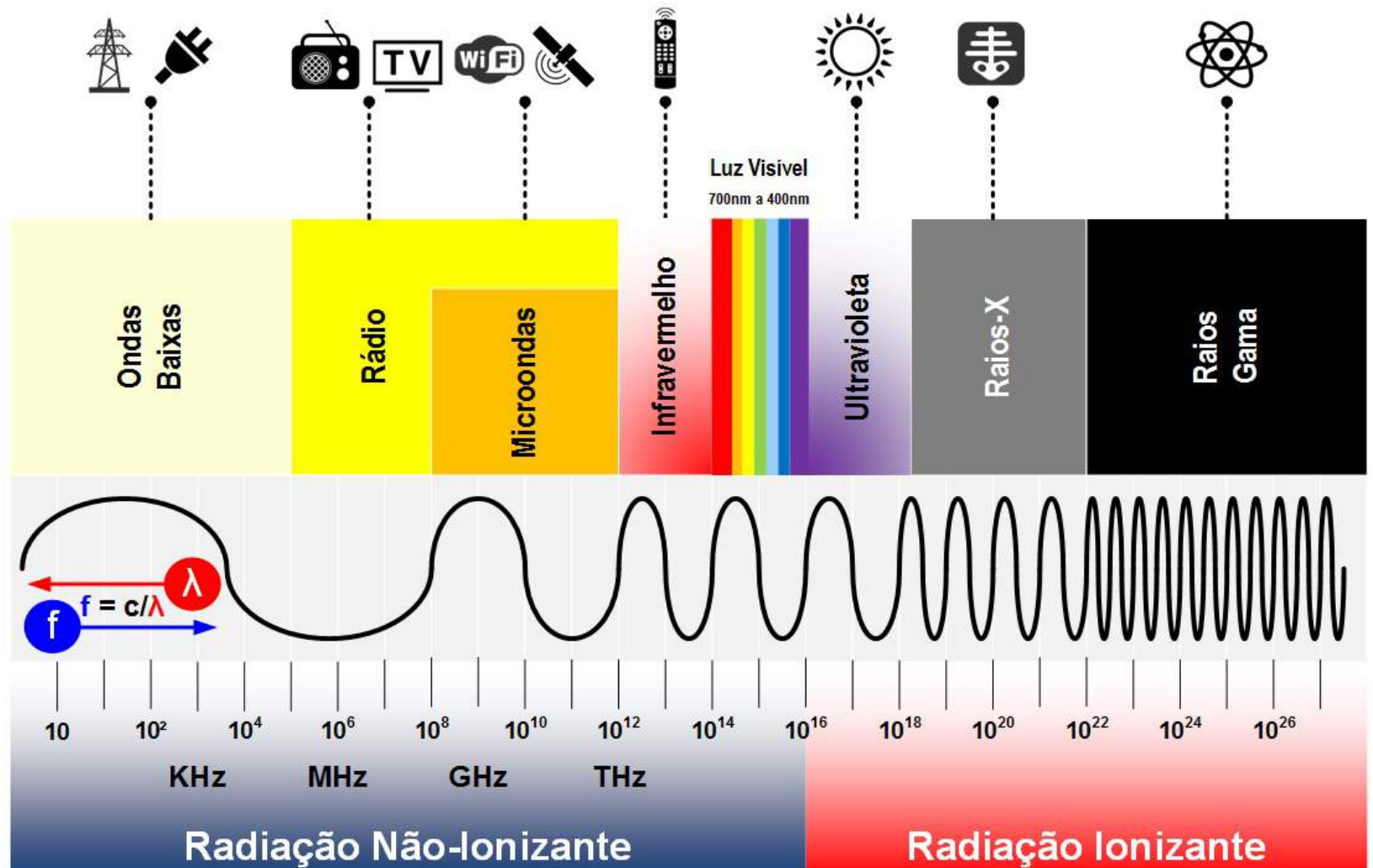
- Imagens baseadas em radiação (espectro eletromagnético)
- Imagens baseadas em energias acústicas, ultrassônicas e eletrônicas
- Imagens sintéticas usadas para modelamento e visualização, geradas por computador.

# Onda Eletromagnética



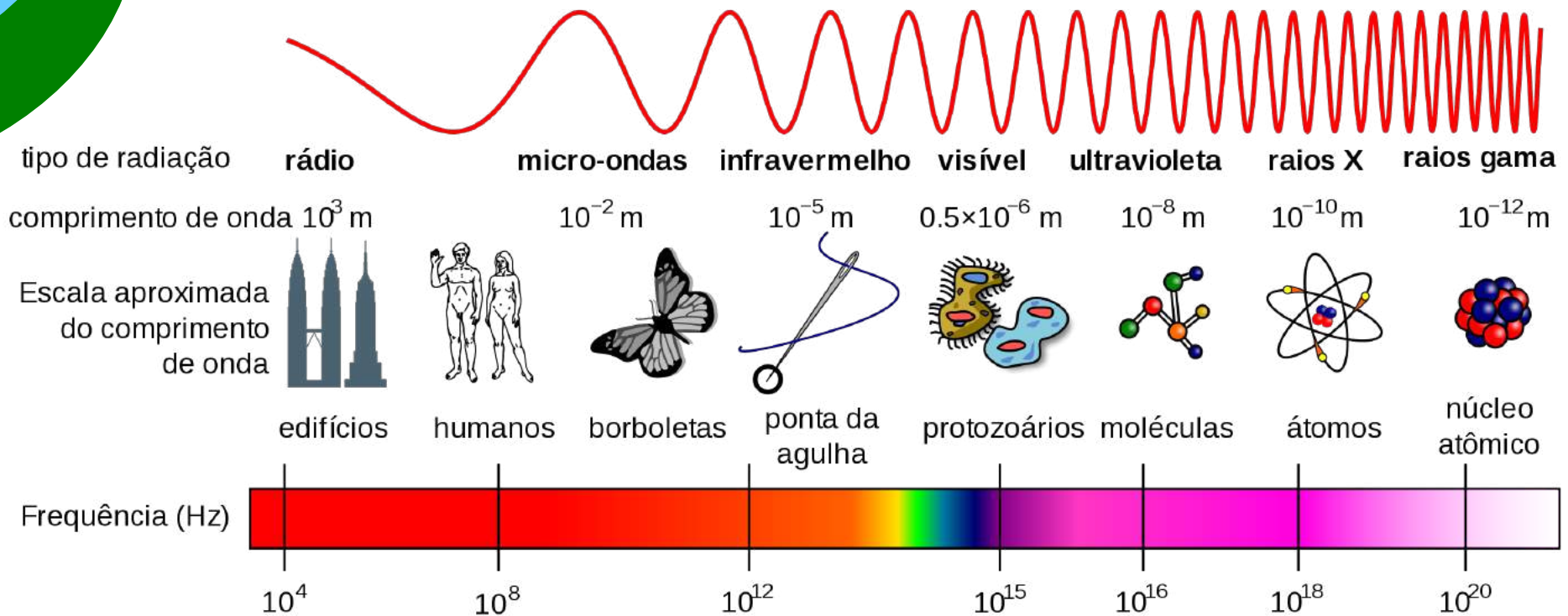


# Radiação Ionizante

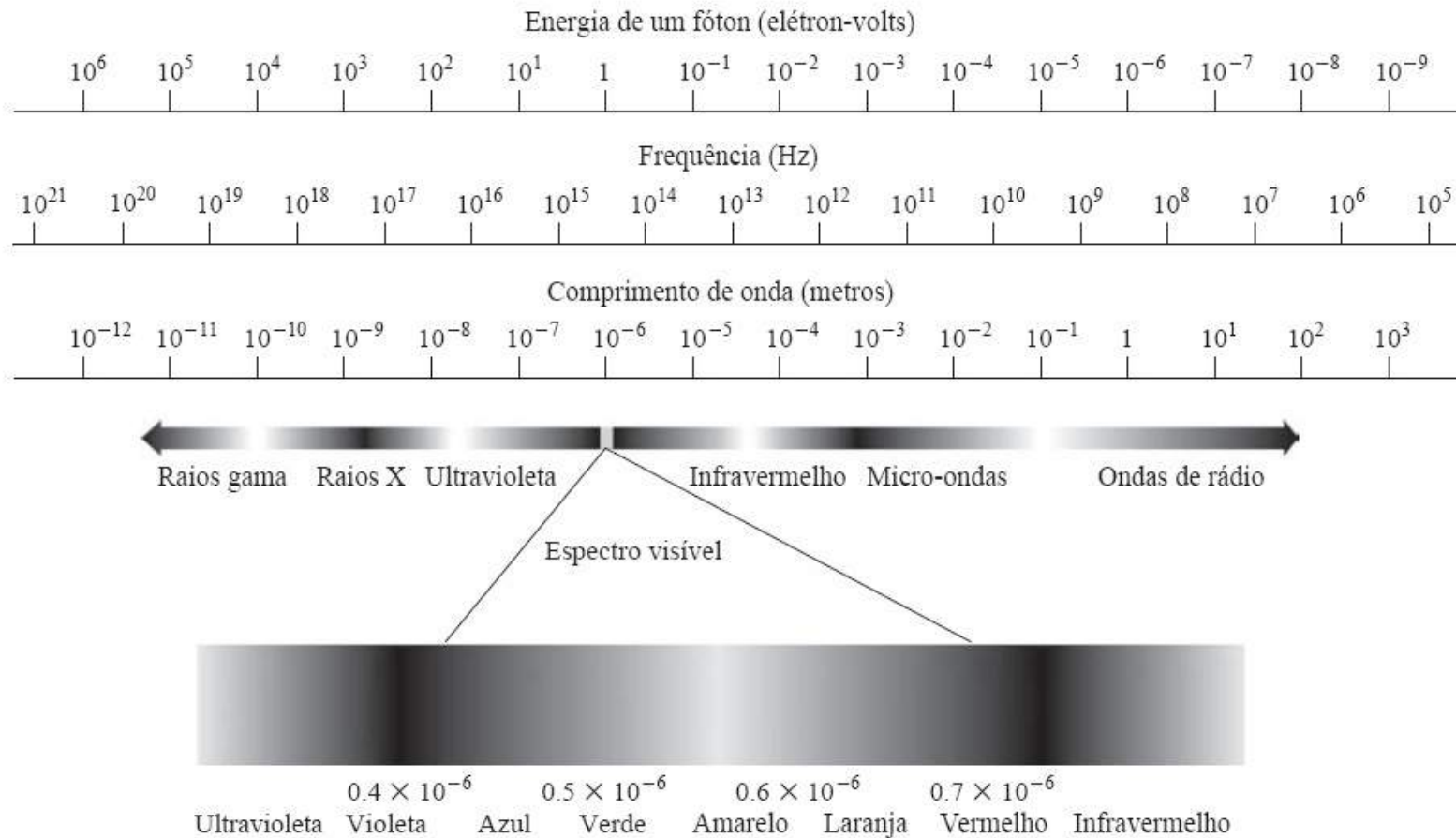


# Espectro eletromagnético

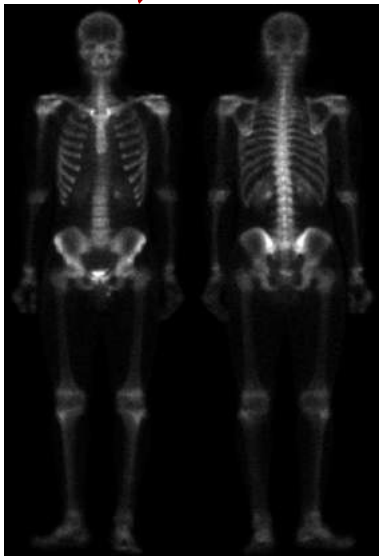
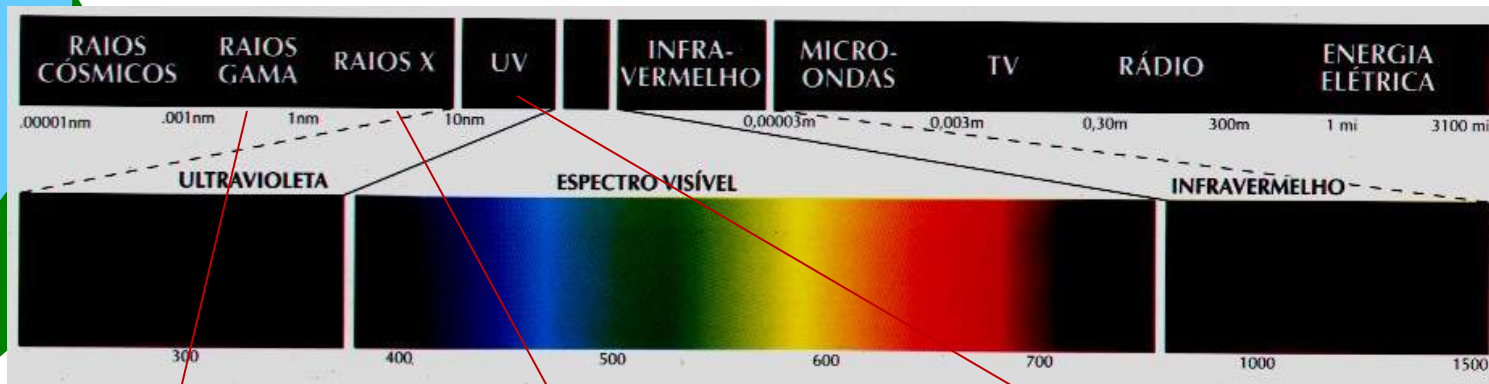
## Frequência X Comprimento de Onda



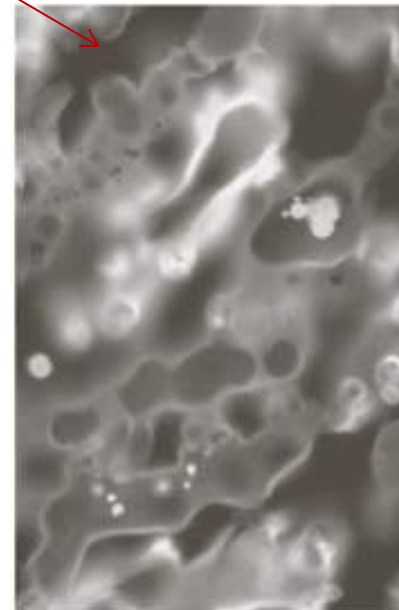
# Espectro eletromagnético



# Espectro Eletromagnético



Medicina Nuclear



Análise da qualidade do milho.

# Espectro Eletromagnético

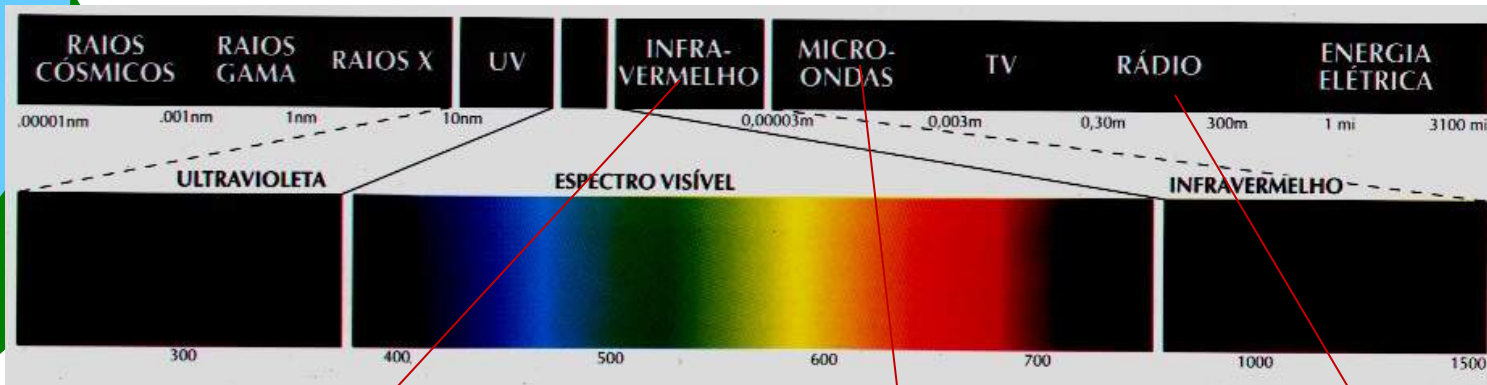
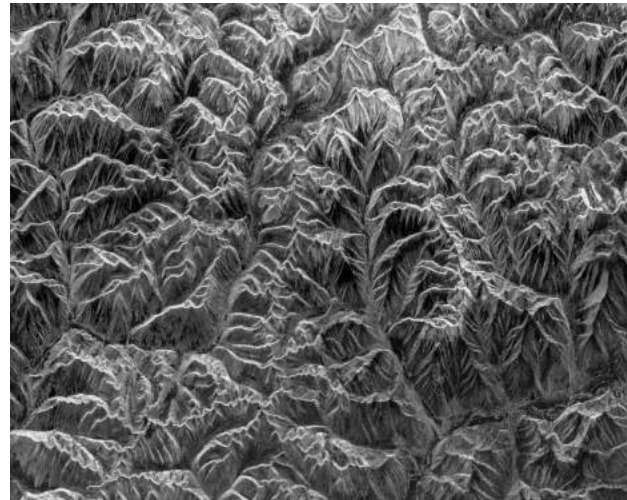


Imagem de satélite de Washington D.C.

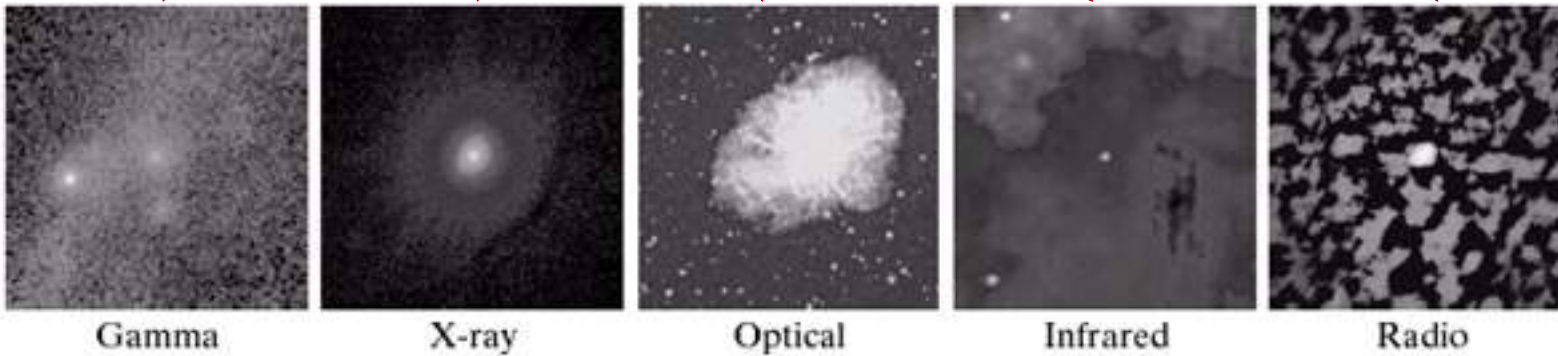
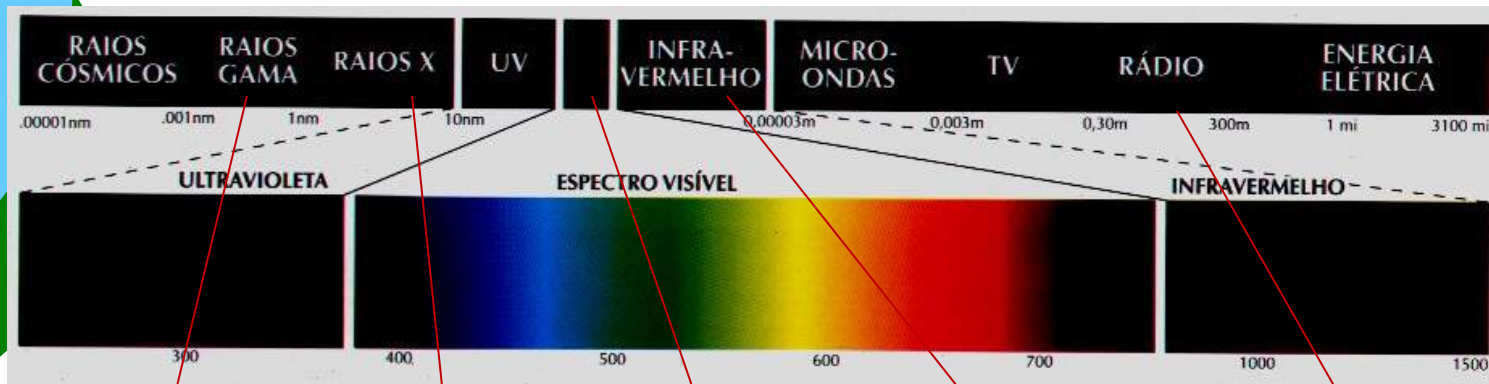


Radar (Montanhas do Tibet)



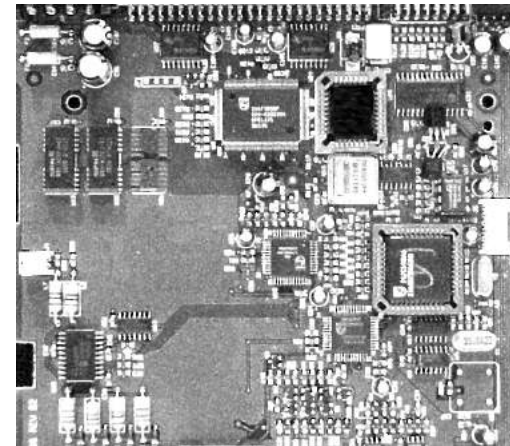
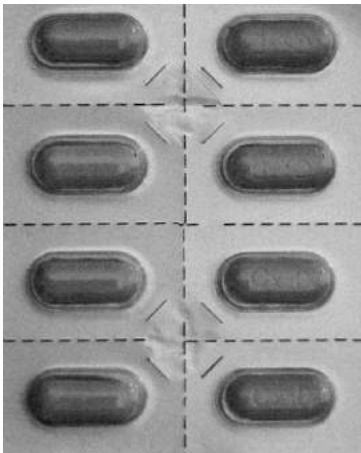
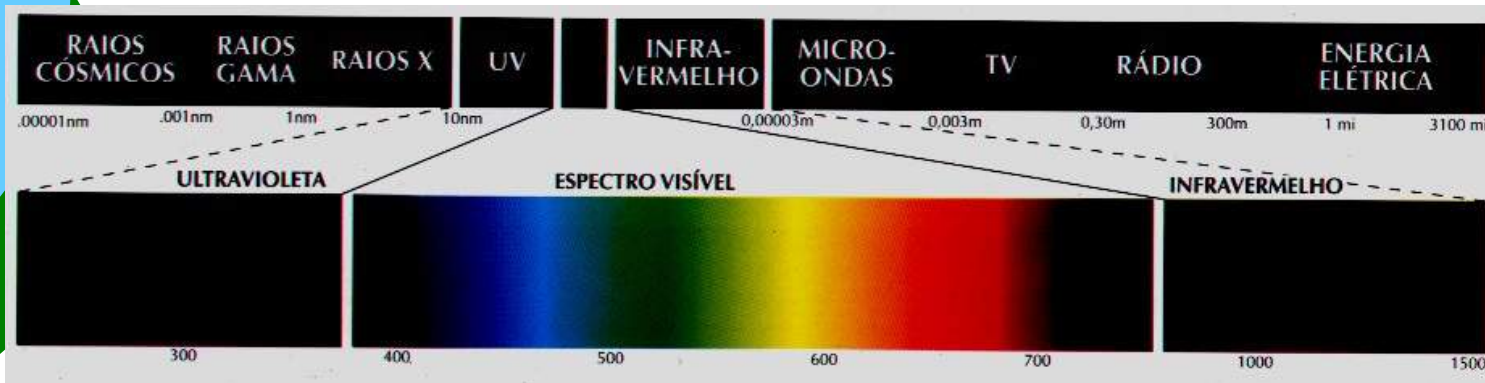
Ressonância Magnética

# Espectro Eletromagnético



Imagens de um mesmo Pulsar geradas com diferentes frequências.

# Espectro Eletromagnético



Imagens no Espectro Visível

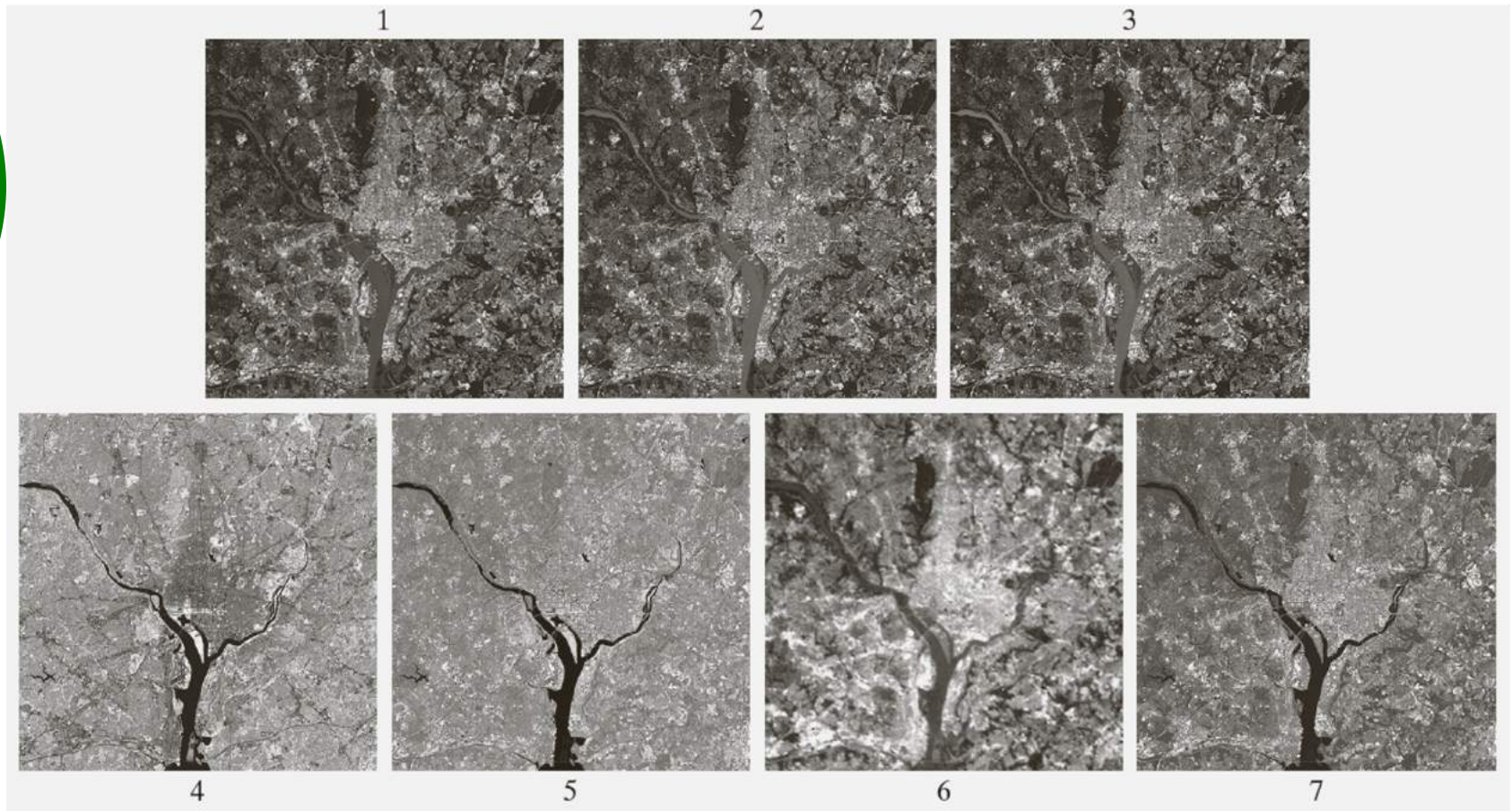
# Sensoriamento Remoto (bandas espectrais)

Bandas temáticas no satélite Landsat, da Nasa.

Número da banda	Nome	Comprimento de onda ( $\mu\text{m}$ )	Características e utilizações
1	Azul visível	0,45-0,52	Máxima penetração na água
2	Verde visível	0,52-0,60	Bom para a mensuração do vigor de plantas
3	Vermelho visível	0,63-0,69	Discriminação de vegetação
4	Infravermelho próximo	0,76-0,90	Mapeamento de biomassa e linha costeira
5	Infravermelho médio	1,55-1,75	Conteúdo de umidade do solo e vegetação
6	Infravermelho termal	10,4-12,5	Umidade do solo, mapeamento térmico
7	Infravermelho médio	2,08-2,35	Mapeamento mineral

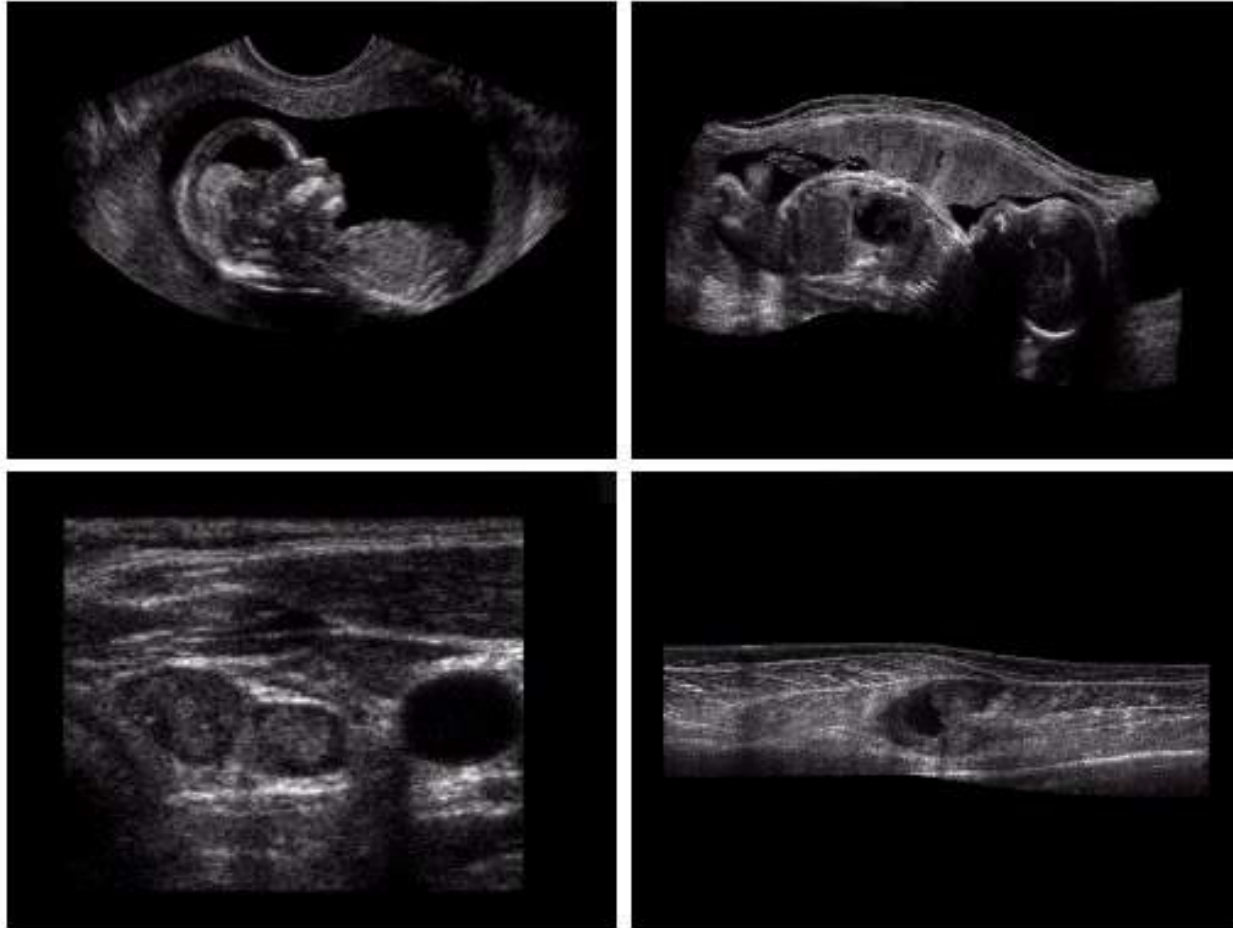


# Sensoriamento Remoto (bandas espectrais)



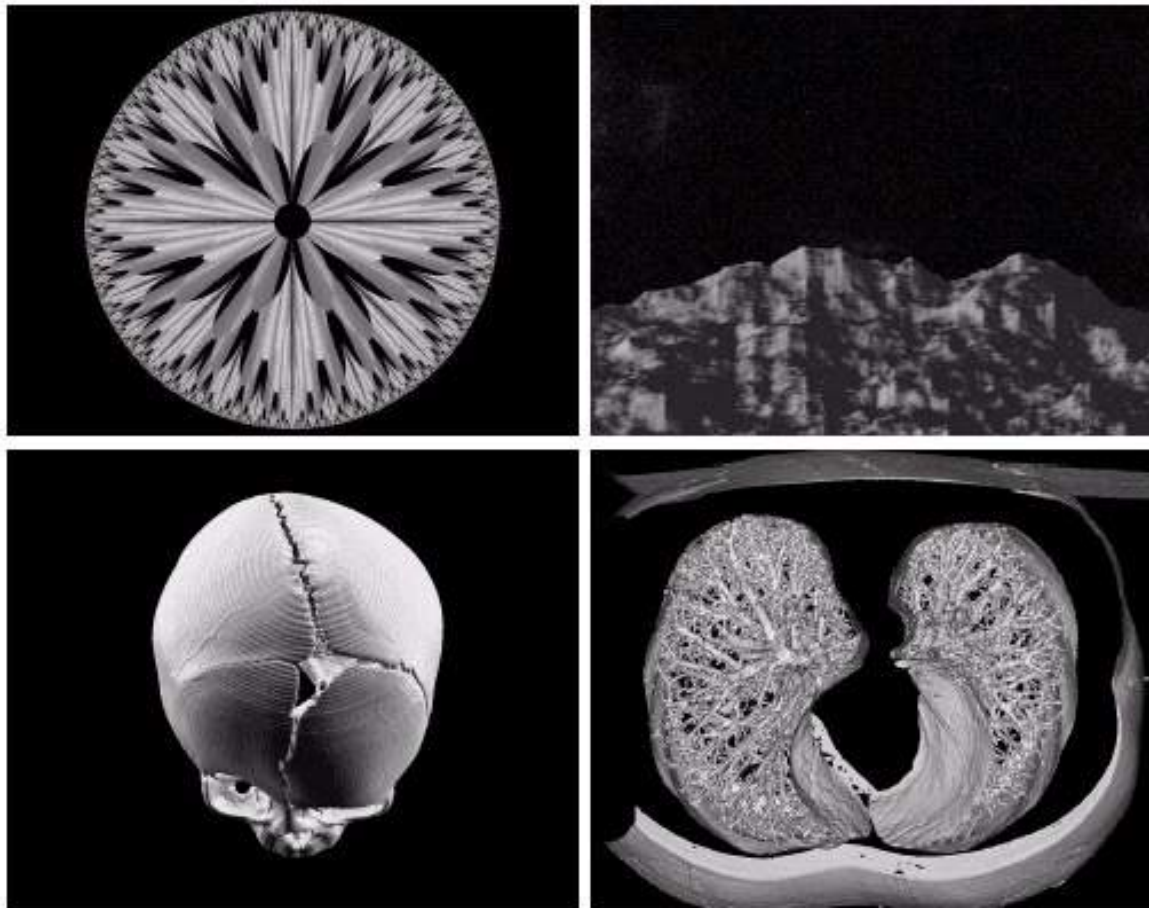
Imagens do satélite LANDSAT da área de Washington D.C. para as bandas de 1-7 da tabela anterior

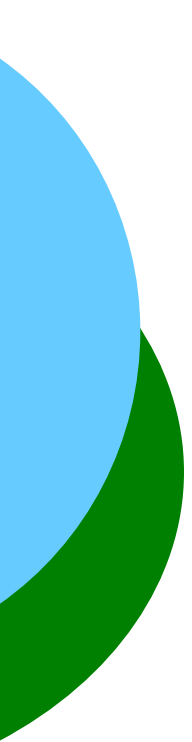
# Imagens acústicas (ultrassom) - não espectrais



(a) feto; (b) outra vista do feto; (c) tireóide; (d) camada muscular mostrando lesão.

# Imagens computacionais - não espectrais





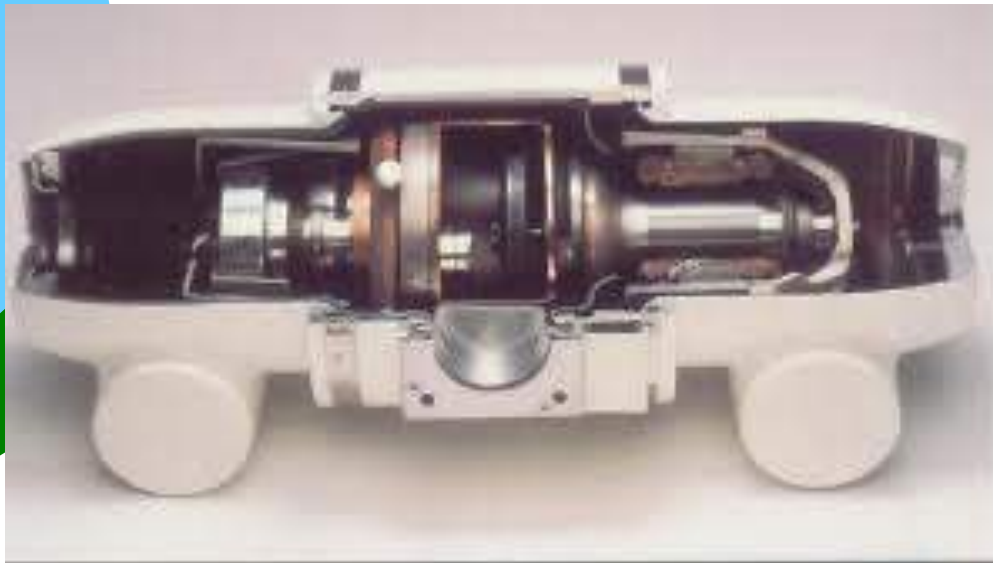
# Processamento de Imagens na Medicina

# Modalidades de Imagens Médicas

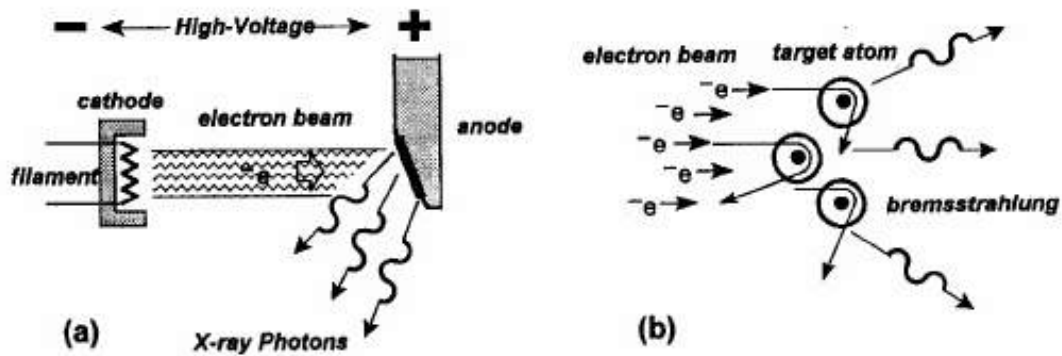
- Imagens por Raios X
  - Convencional
  - Tomografia Computadorizada
  - Mamografia Digital
  - Tomossíntese Digital
- Imagens por Raios  $\gamma$ 
  - Medicina Nuclear
- Ressonância Magnética Nuclear
- Ultrassonografia



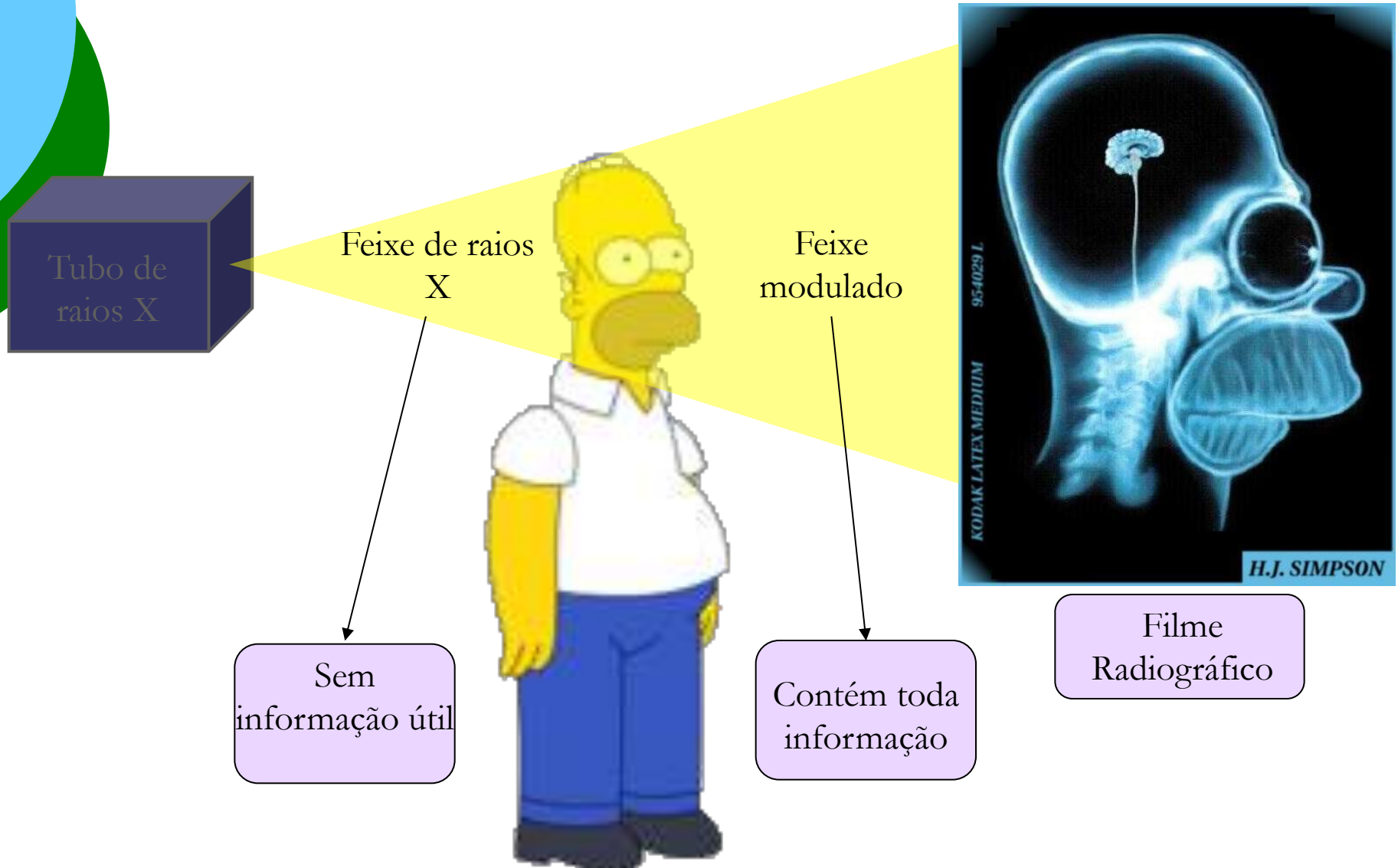
# Raios-X – Roentgen 1895



## Produção dos raios X



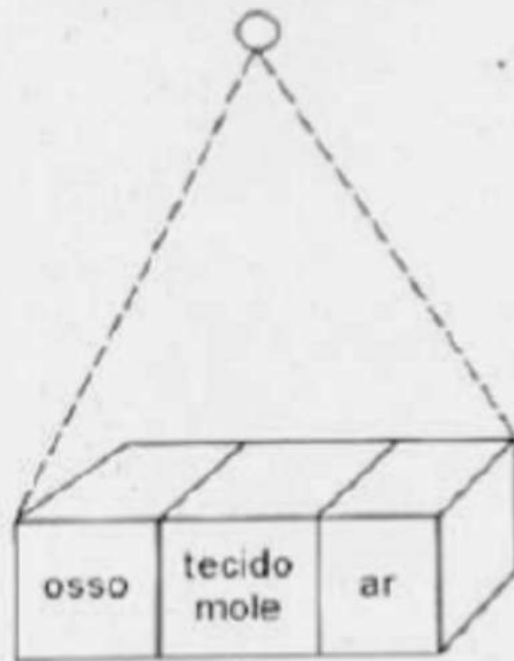
# Formação de uma Imagem Radiográfica



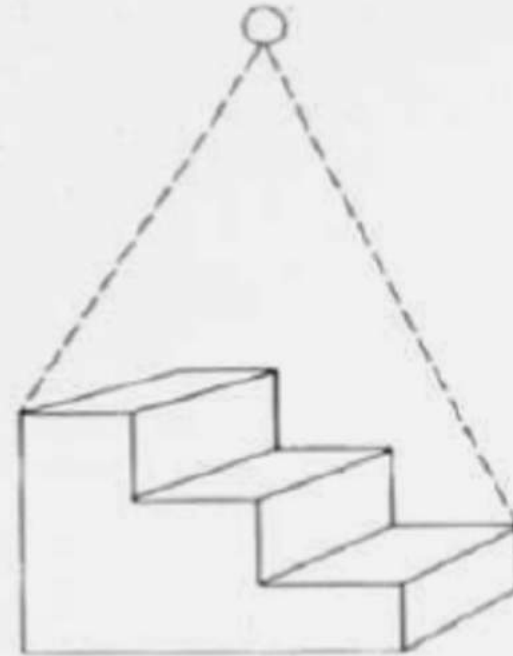
# Formação de uma Imagem Radiográfica

Composição  $\neq$

Espessura  $\neq$



A



B



radiografia

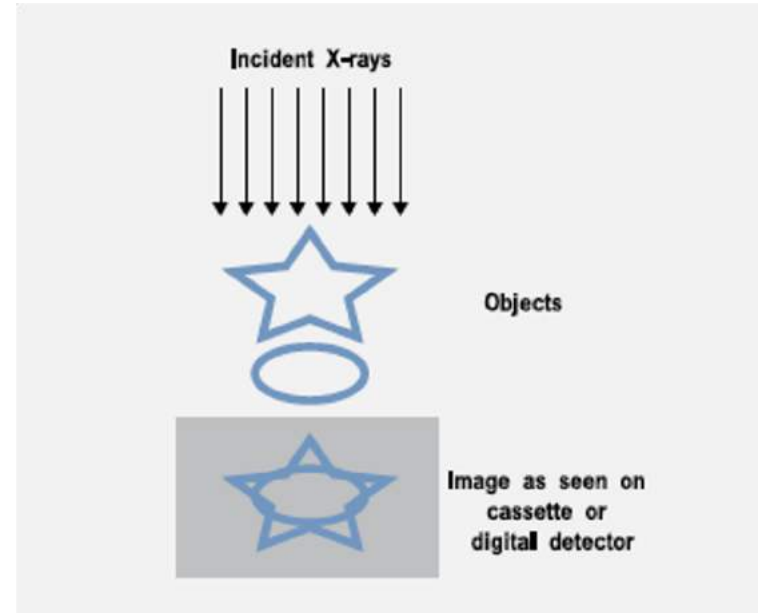
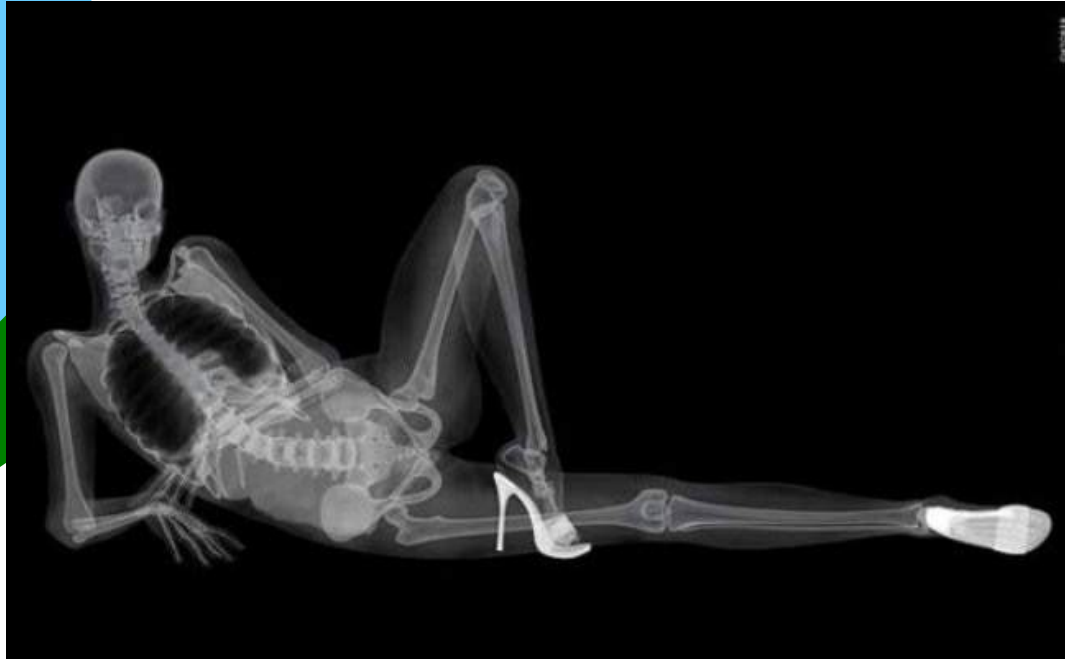




# Raios-X



# Raios-X

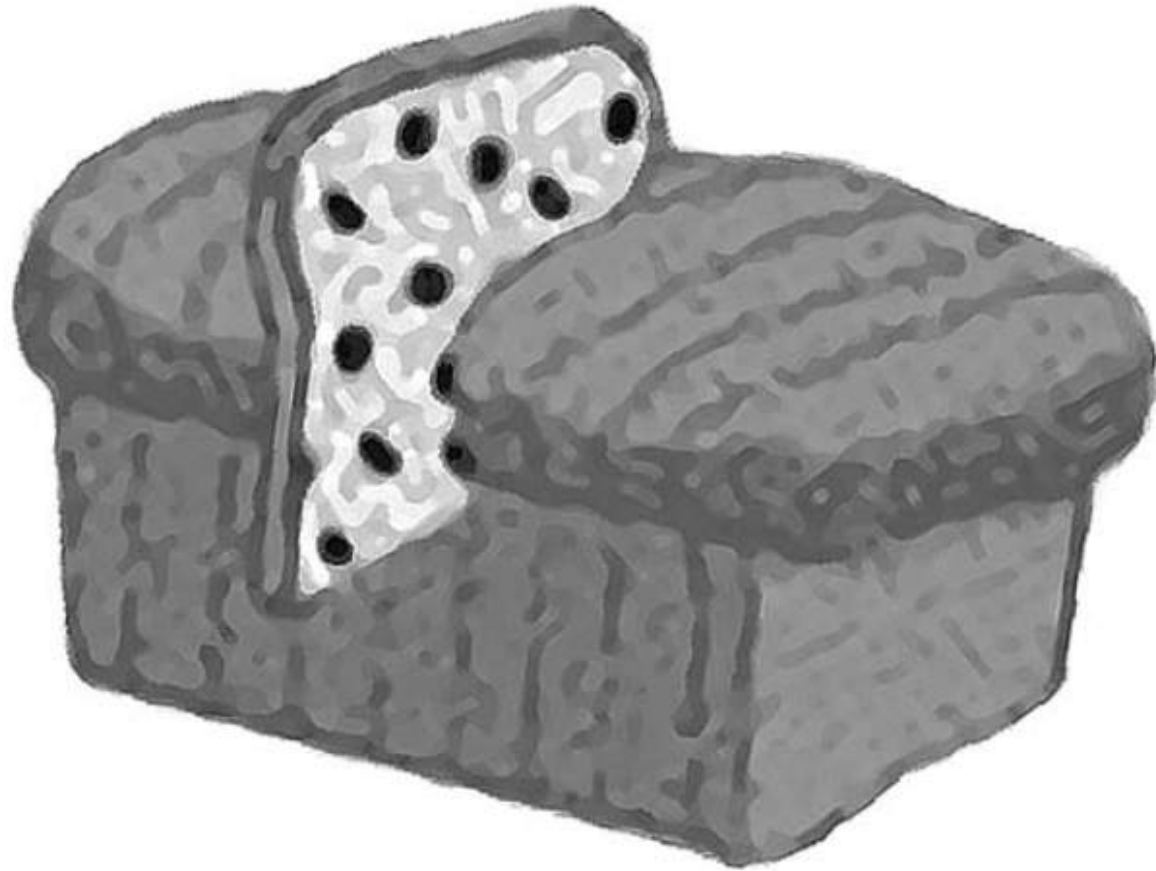


- Baixo custo
- Alto contraste para ossos
- Baixo contraste para tecidos moles
- Exposição à radiação ionizante
- Alto ruído quântico
- Imagem 2D (superposição de estruturas)

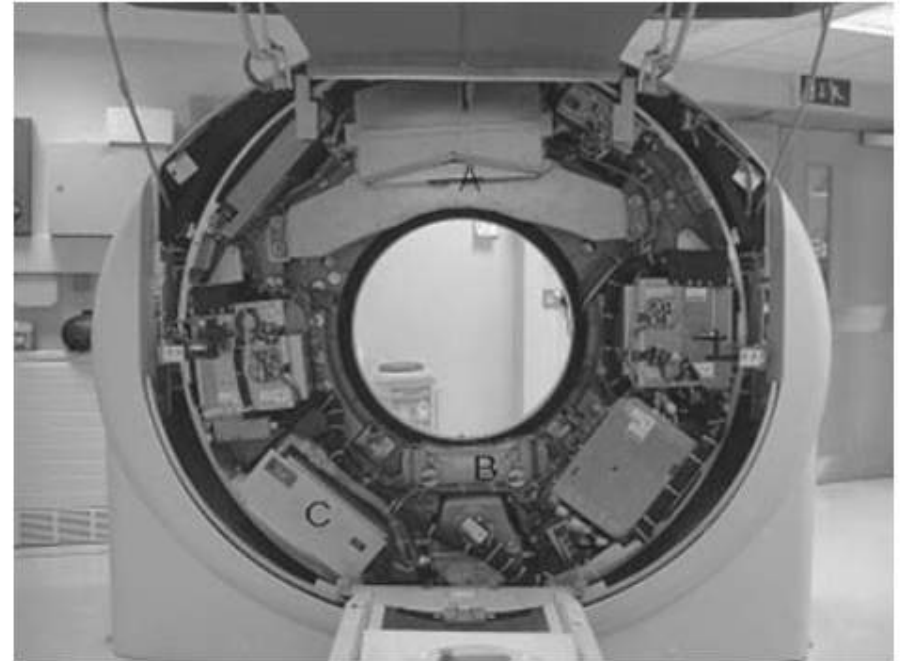
# Tomografia Computadorizada (CT)

- É utilizado um aparelho de raios X com feixe colimado em forma de leque que gira em torno do paciente, fazendo radiografias transversais da região.
- Estas imagens são processadas matematicamente para se estimar os valores das intensidades no interior do corpo humano gerando os cortes tomográficos (reconstrução).

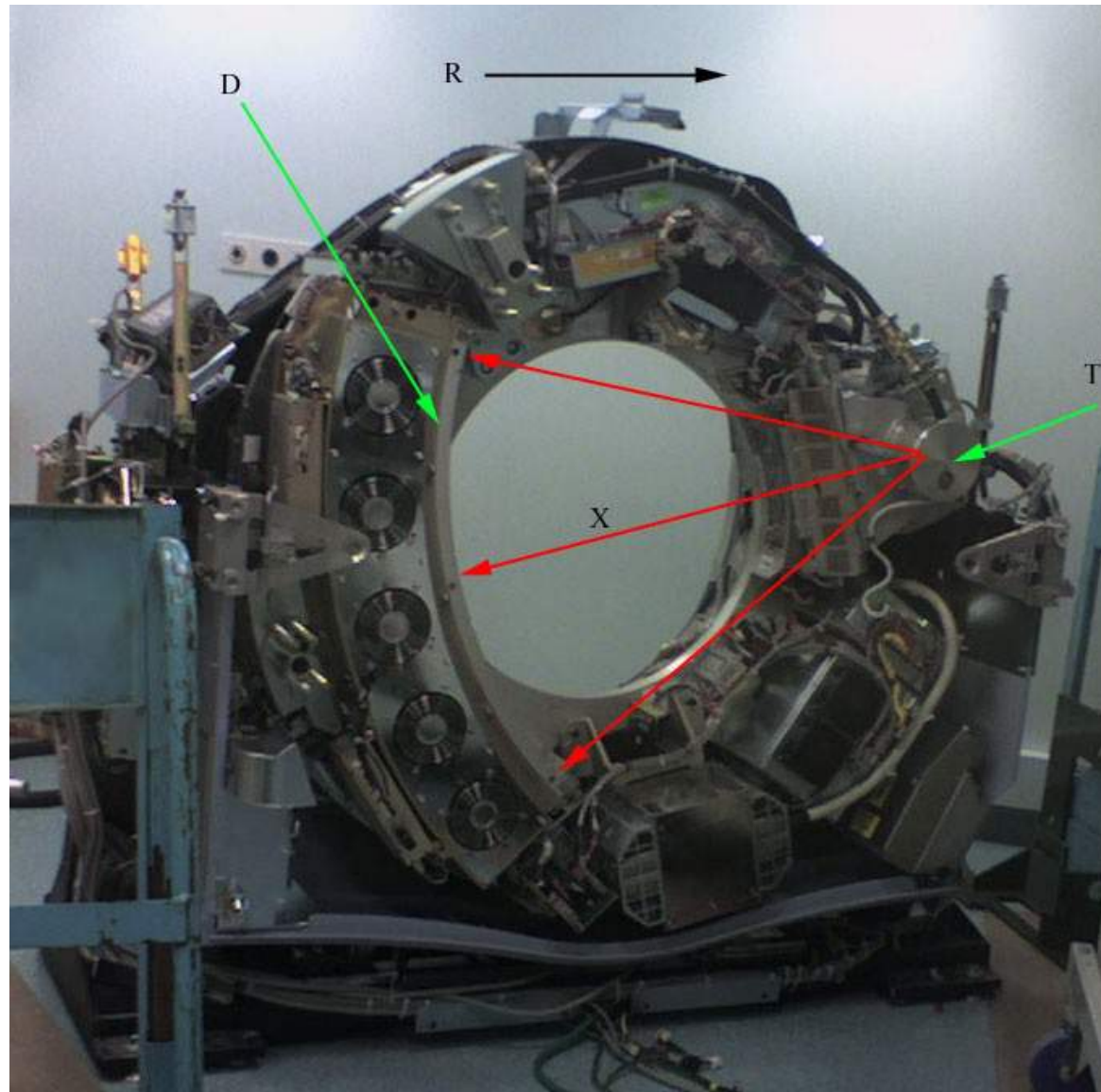
# Tomografia Computadorizada (CT)



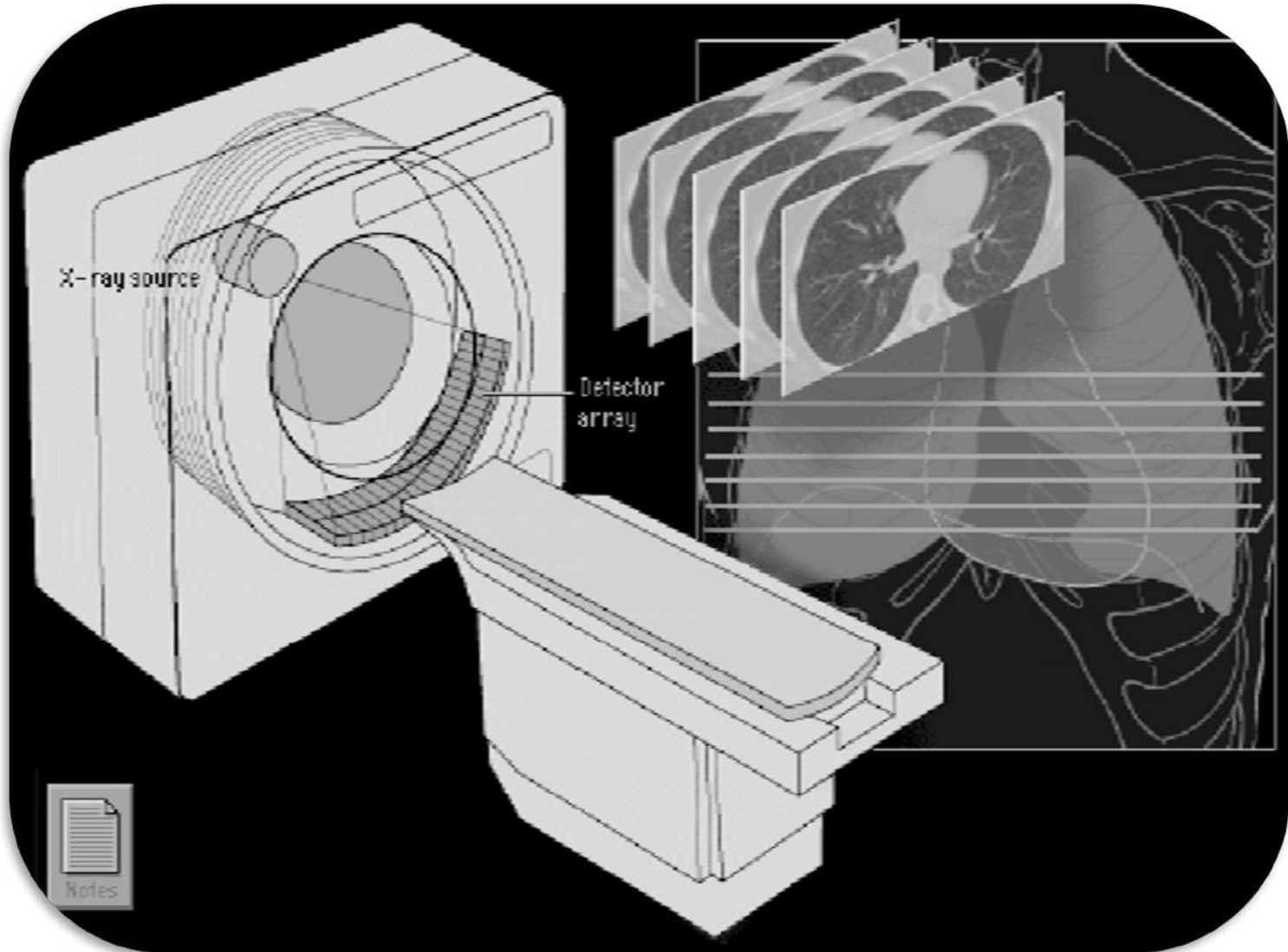
# Tomografia Computadorizada (CT)



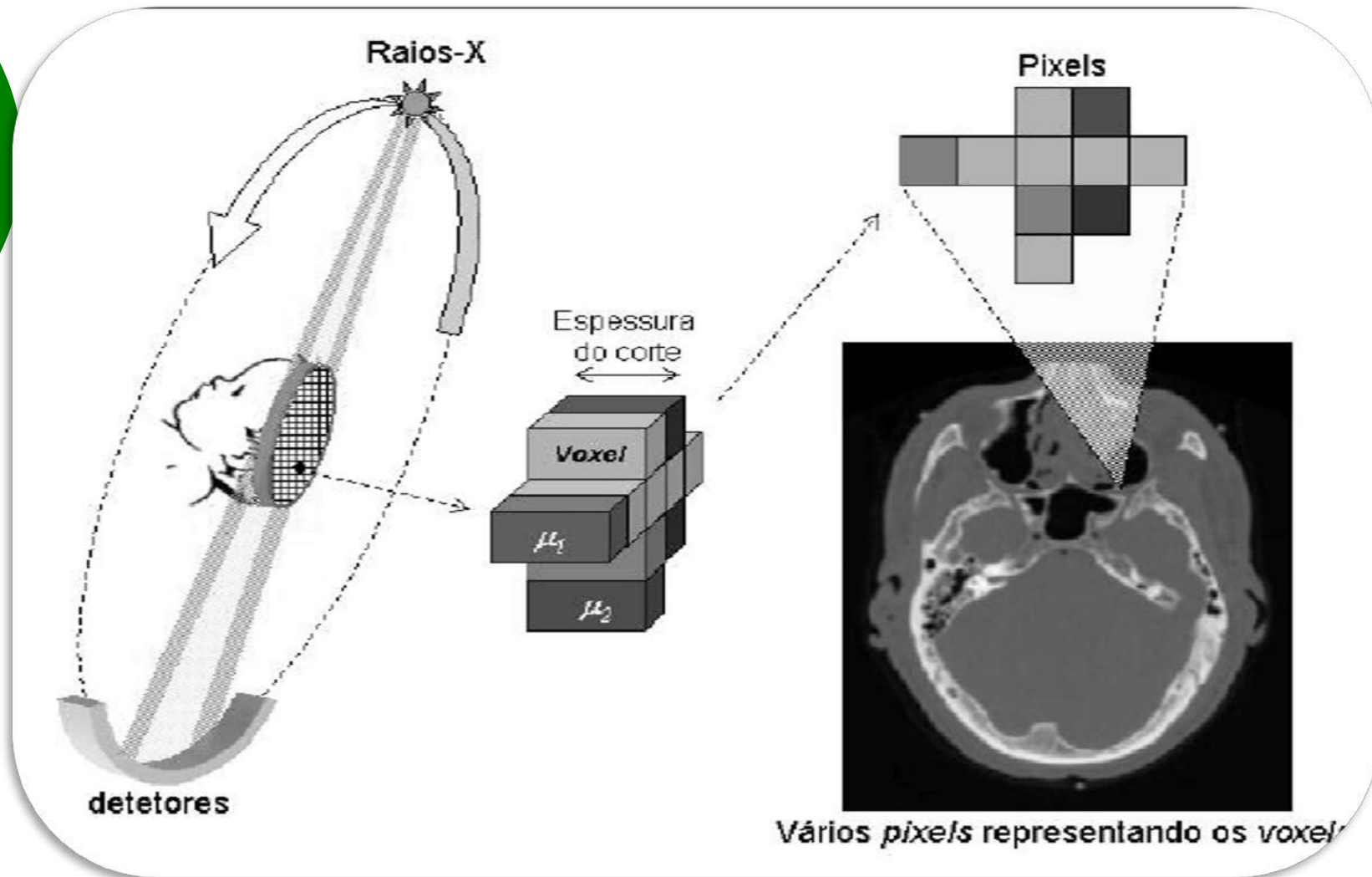
# Tomografia Computadorizada (CT)



# Tomografia Computadorizada (CT)

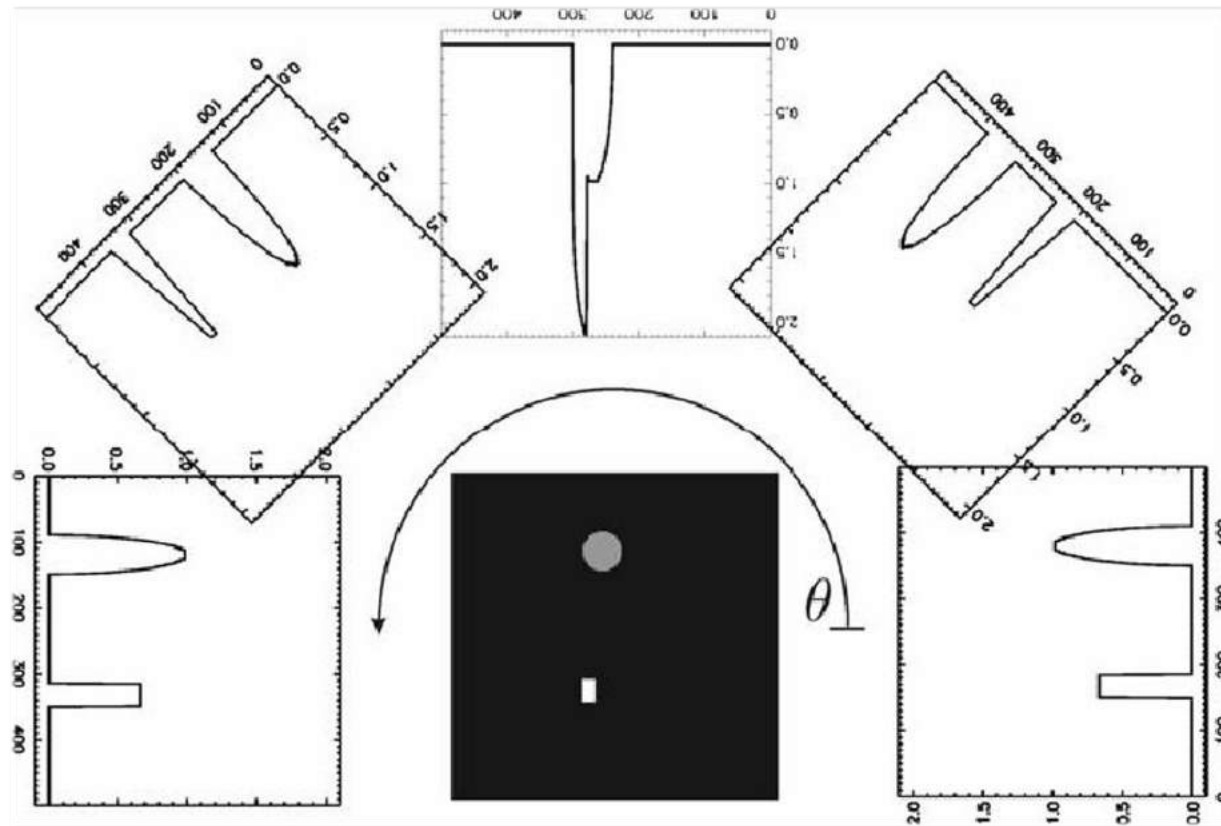


# Tomografia Computadorizada (CT)





# Tomografia Computadorizada (CT)



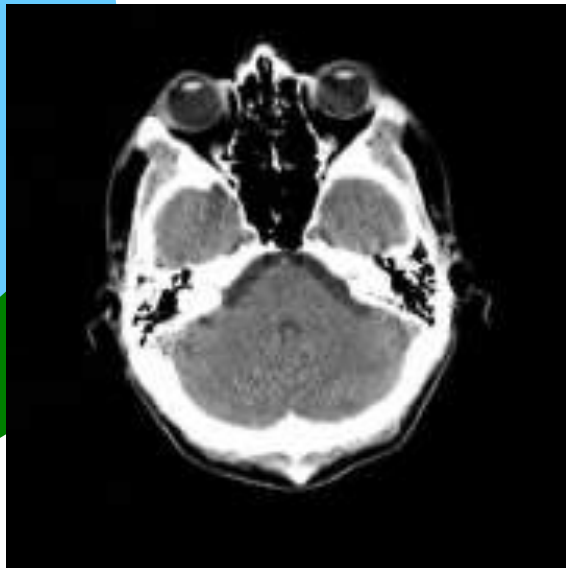
1 Projection

2 Projections

4 Projections

1000 Projections

# Tomografia Computadorizada (CT)



- Imagens de seções transversais do corpo vivo



- Alta exposição à radiação ionizante
- Custo elevado

# Mamografia



– Alvo de molibdênio

– Filtro de molibdênio,  
alumínio ou ródio

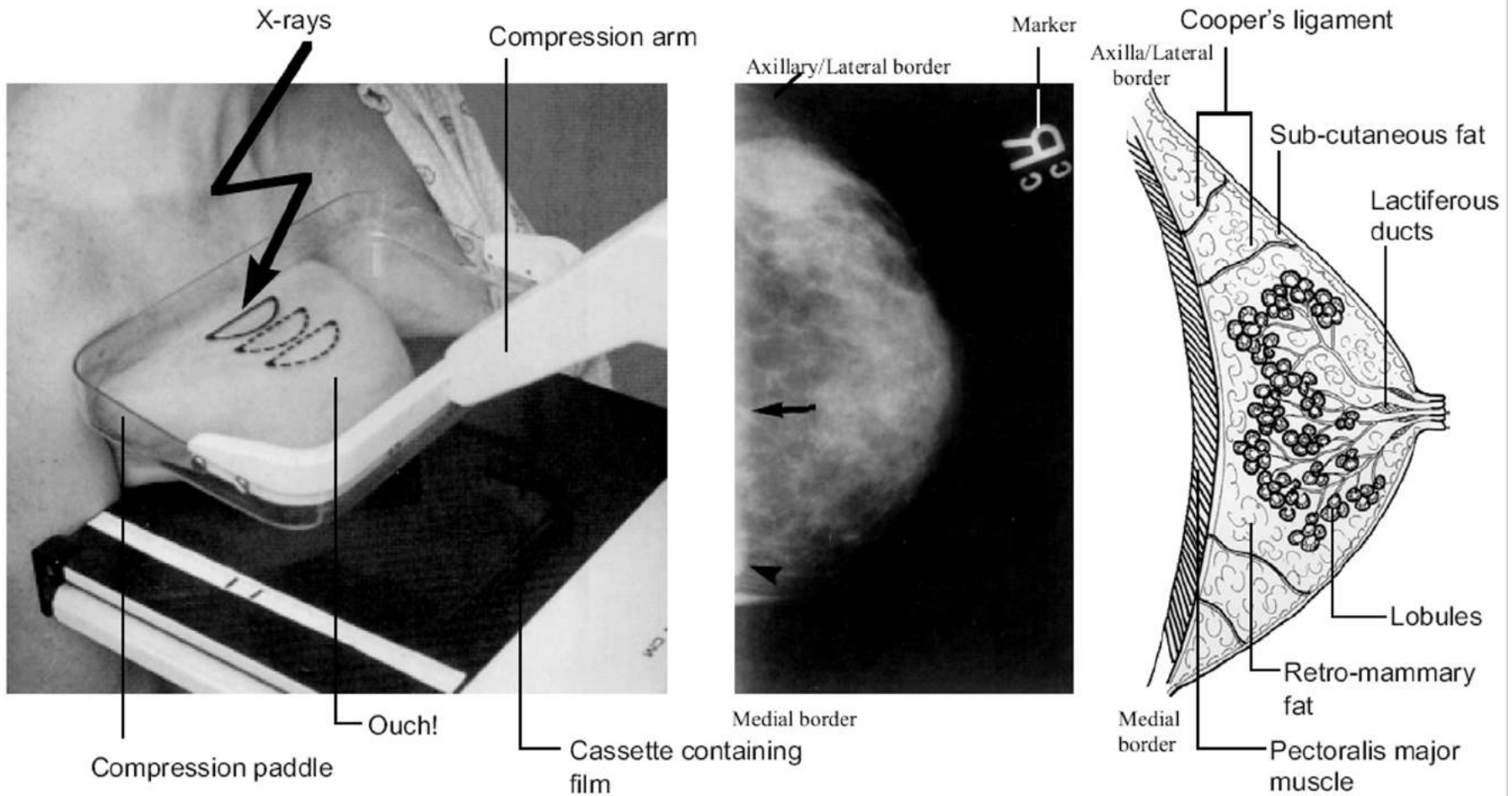


Base do filme

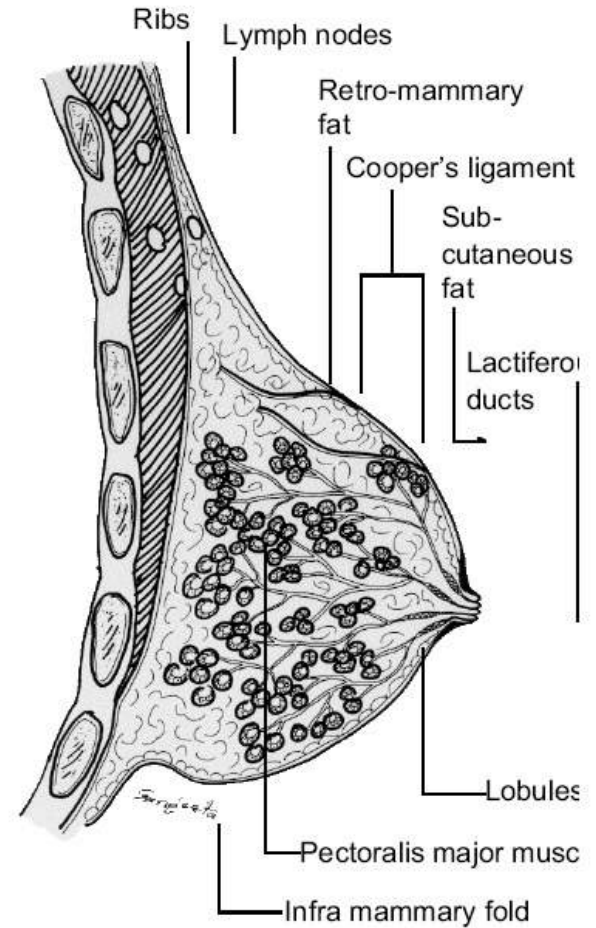
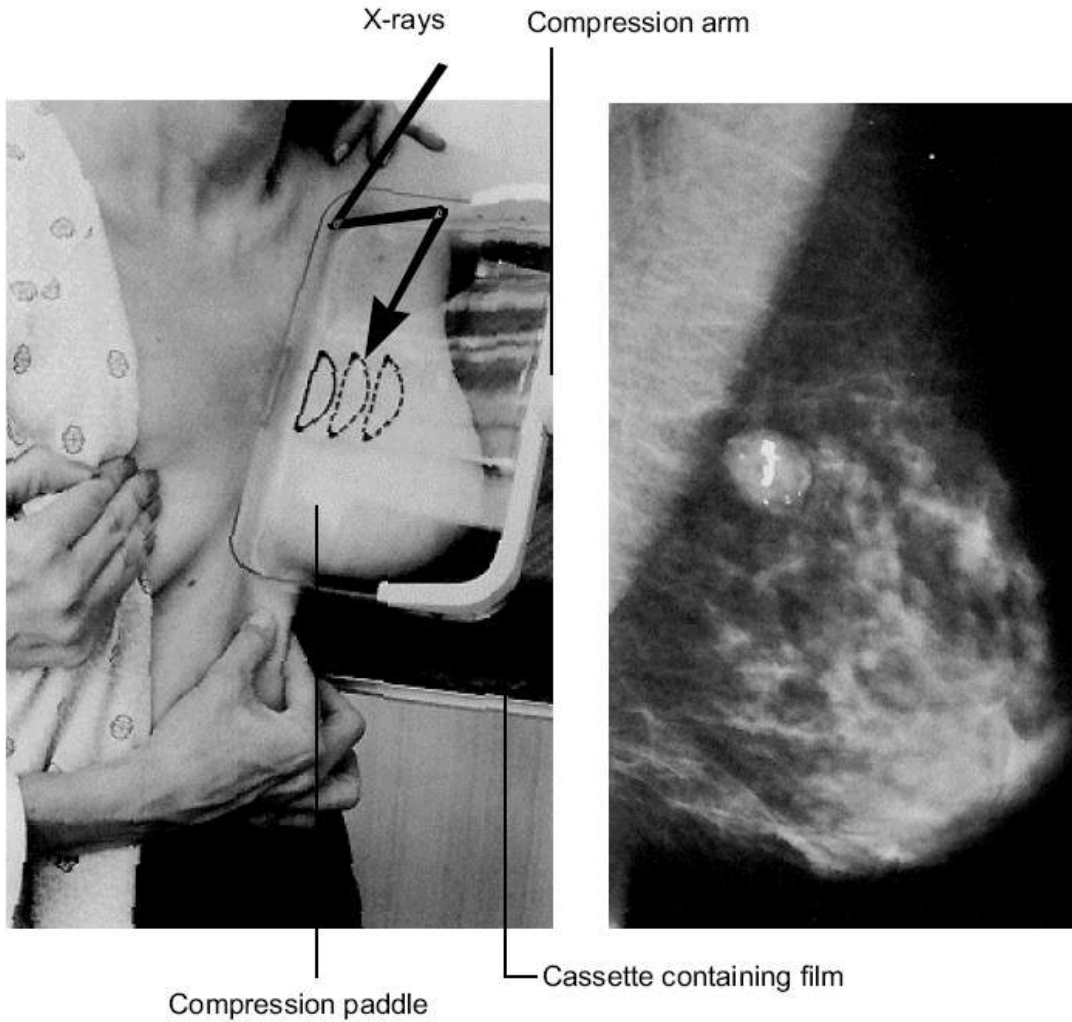
Emulsão

Écran

# Crânio-Caudal



# Médio-Lateral Oblíqua



# Mamografia

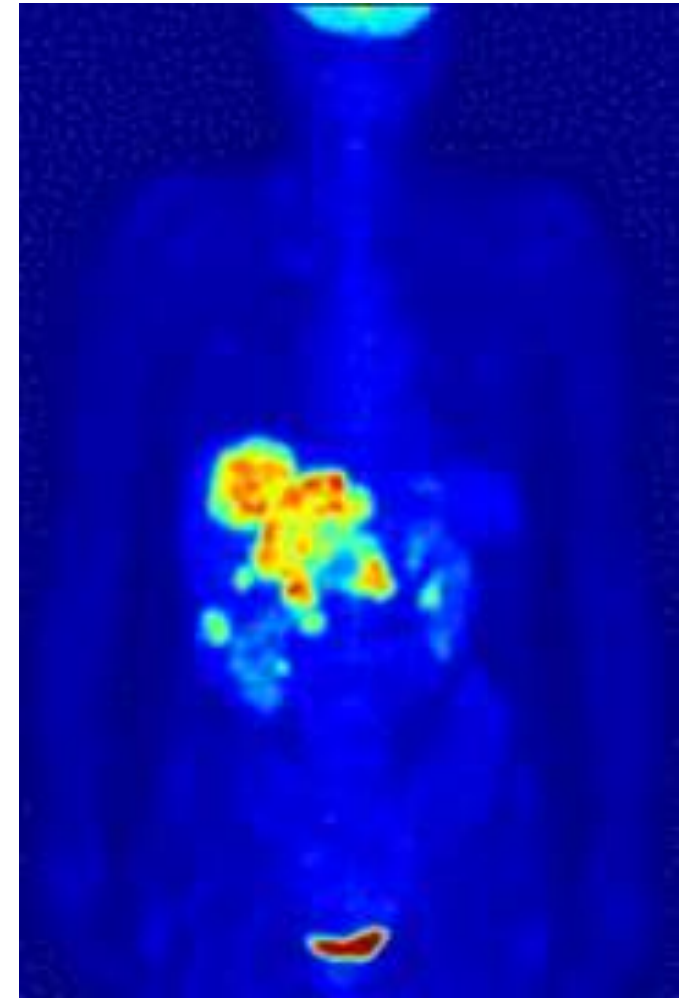
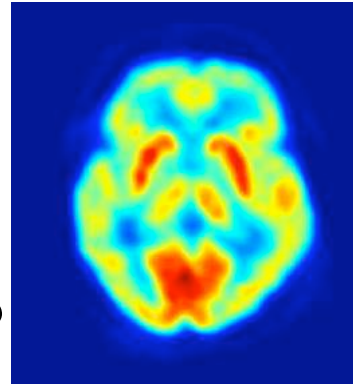
- Baixo custo
- Imagens de alta resolução
- Compressão da mama
- Ruído quântico
- Exposição à radiação



No Girlfriend, it's not noticeable at all!

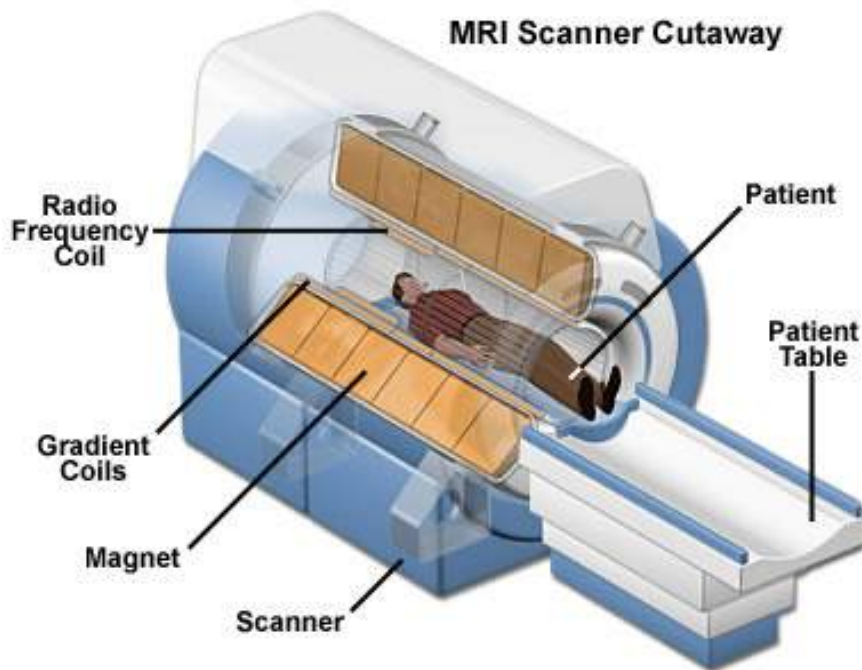
# Medicina Nuclear

- Análise funcional
- Raios Gama
- Alto custo
- Exposição à radiação



# Ressonância Magnética Nuclear (RMN)

- Interação do núcleos dos átomos (em campos magnéticos estáticos) com ondas de rádio
- Os *spins* dos núcleos dos átomos tem movimento aleatório, mas ficam alinhados se submetidos a um campo magnético



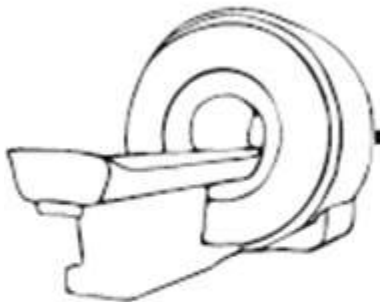


# Ressonância Magnética Nuclear (RMN)

- A interferência com ondas de rádio (MHz) gera ressonância, que absorve e emite uma quantidade de energia que depende da natureza do átomo.
- Um dos átomos mais sensíveis à variação magnética é o hidrogênio;
- O corpo humano é composto de aproximadamente 85% de água e cada molécula de água, contém 2 átomos de Hidrogênio e 1 de Oxigênio;

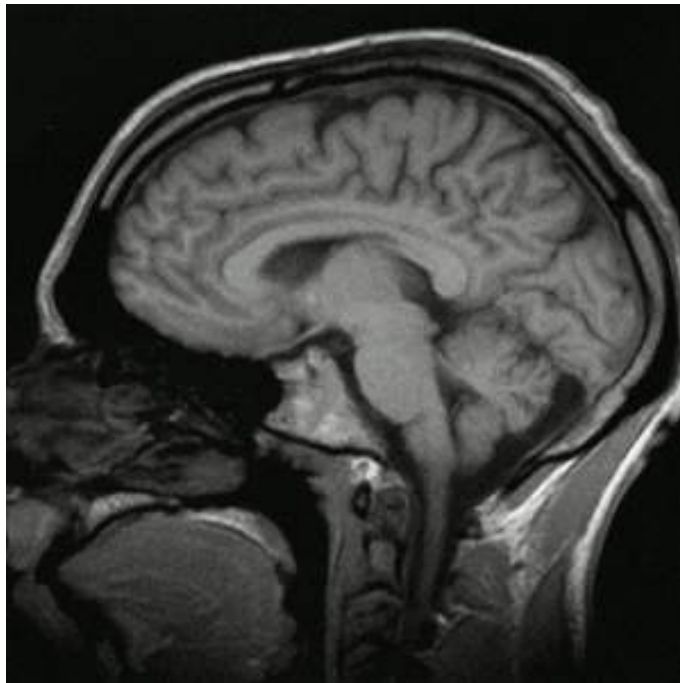
# Formação da Imagem RMN

- Passo a passo da reconstrução da Imagem
  1. Sinal adquirido no equipamento (pela(s) bobina(s) de aquisição)
  2. Amostrado no domínio de Fourier (Espaço K)
  3. Transformada Inversa de Fourier  $iDFT$  -> (Espaço X complexo)
  4. Módulo -> Imagem Final (Imagem de Magnitude)

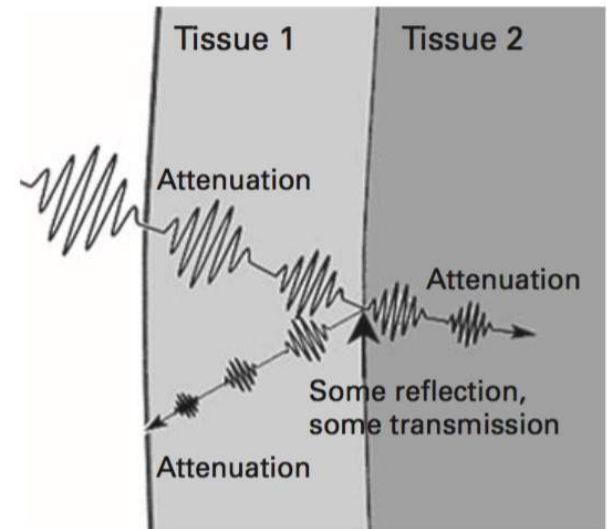
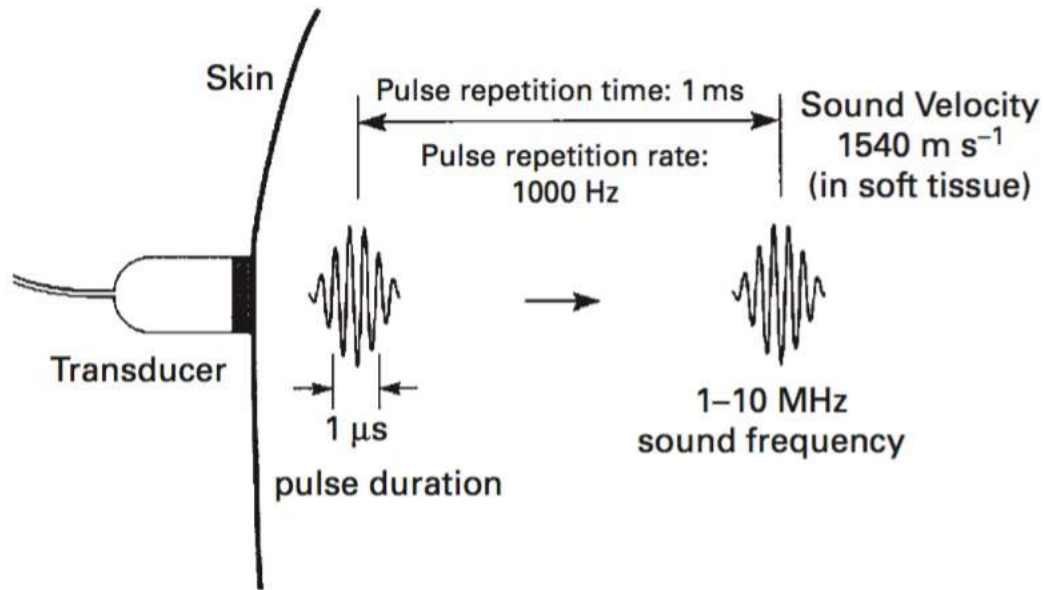


# Ressonância Magnética Nuclear

- ↑ • Excelente visualização de tecidos moles
- ↑ • Imagens de alta resolução
- ↓ • Alto custo
- ↓ • Desconforto do paciente



# Ultrasonografia



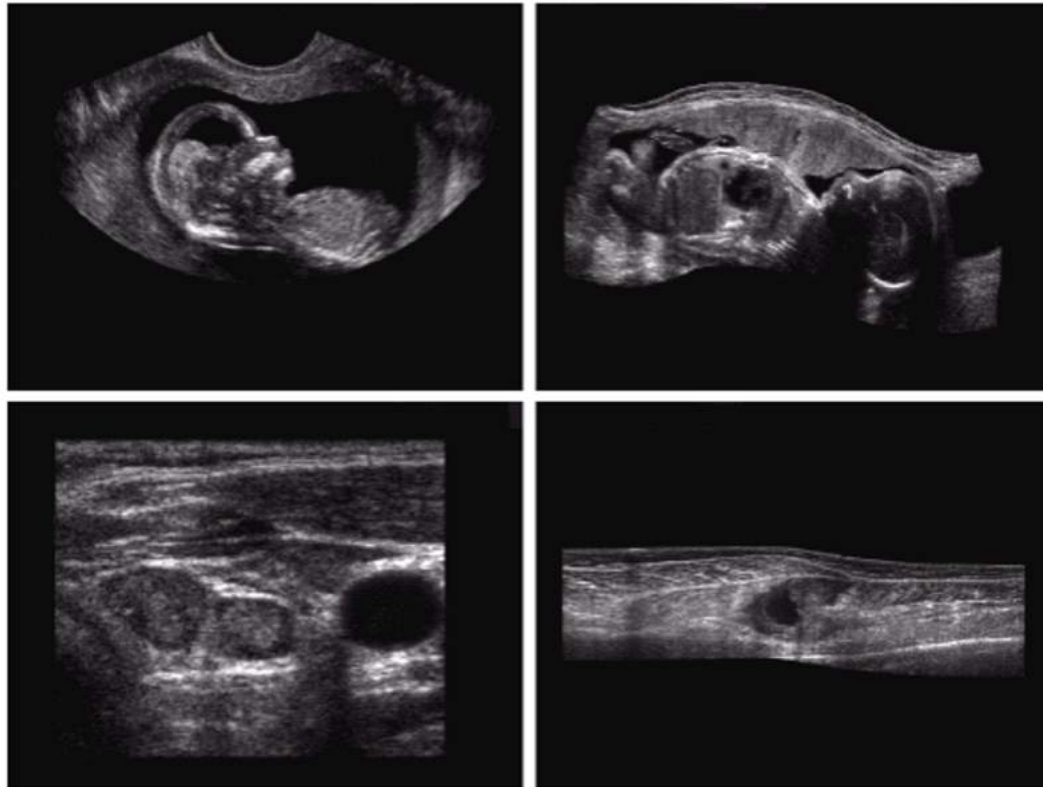
# Ultrasonografia

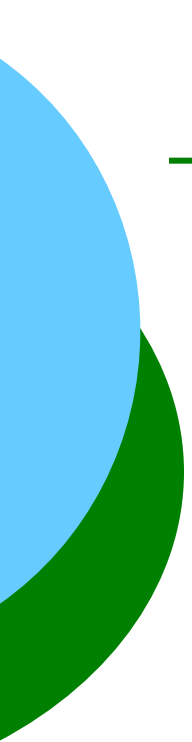


# Ultrassonografia

- ↑ • Baixo custo
- Não invasivo

- ↓ • Alto ruído e imagens com baixa resolução





# FIM