

# Radiologia Digital versus Analógica, CAD e Telerradiologia

Prof. Dr. Paulo Mazzoncini de Azevedo Marques  
([pmarques@fmrp.usp.br](mailto:pmarques@fmrp.usp.br))

Centro de Ciências das Imagens e Física Médica – CCIFM  
(<http://cci.fmrp.usp.br>)

Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto – FMRP/USP  
(<http://www.fmrp.usp.br>)

# *Radiologia Digital*

- Aproximadamente 70% do total de exames de um serviço de radiodiagnóstico referem-se a exames de radiografia geral (filmes planos).
- Existem três formas de se obter uma radiografia digital:
  - Digitalizadores de filme
  - CR (Computed Radiography)
  - DR (Digital Radiography)

# Radiologia Digital - CR

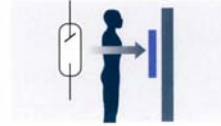
## Simple Operation

All operations, from recording patient ID data to making simple adjustments to the image data on digital media for future use, are logical and easy to perform.

### STEP 1

#### X-ray shooting

Make an X-ray image using an X-ray system and an IP cassette.



### STEP 2

#### Input patient data

Using the IP, input patient data such as study no., patient ID information, department, and technician's name.



### STEP 3

#### Select target exposure from exposure menu

From the exposure menu, choose from a wide selection of exposure settings. You can also change parameters before inserting the cassette.



### STEP 4

#### Insert cassette

Insert the IP cassette into the Image Reader; image reading begins automatically.



### STEP 5

#### Make necessary QA (Quality Assurance) operations

On the screen, process the image with rotation/inversion and parameter adjustment, then send the image to the proper division.

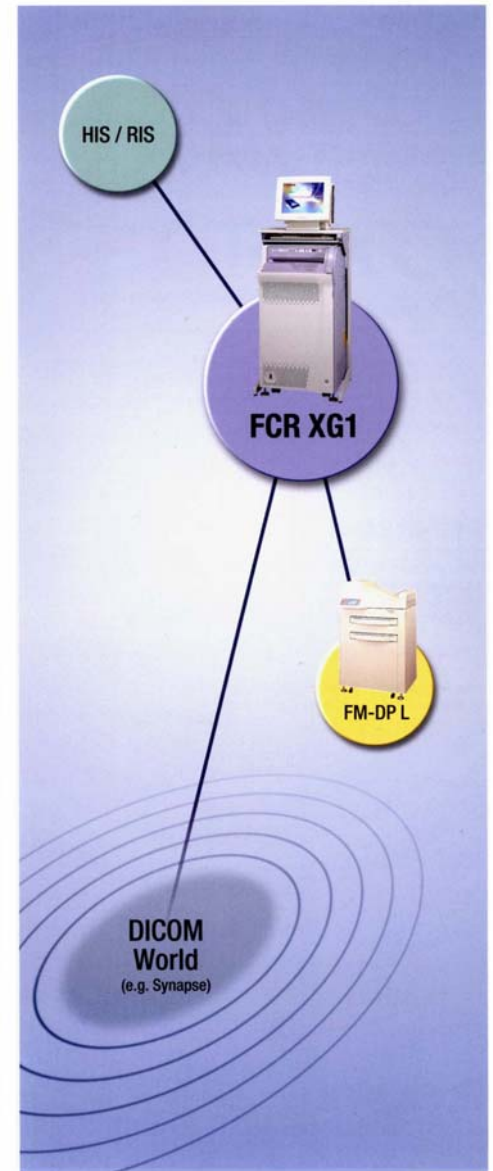


### STEP 6

#### Film output

Pick up the film; the film is output to a desired printing device such as the FM-DP L. Data can also be transferred to Synapse or DMS.

## FCR XG1 Network Connectivity



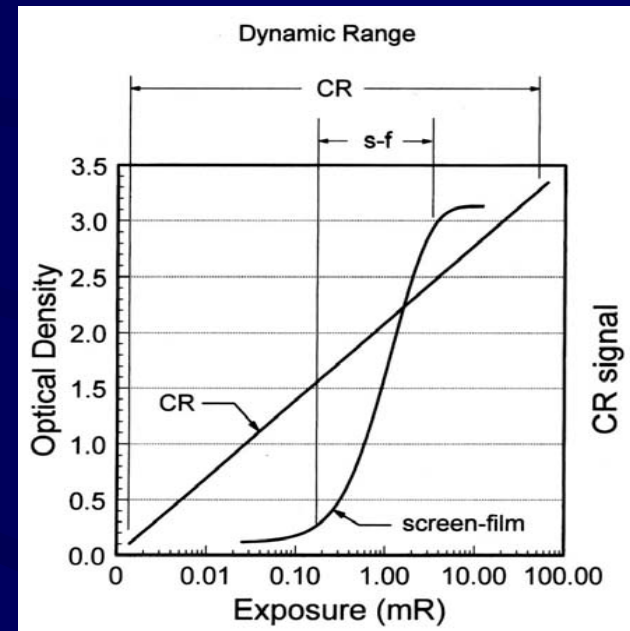
*Radiologia  
Digital - DR*



# Radiologia Digital

## BENEFÍCIOS

- Redução drástica da repetição de exames por sub ou sobre exposição.
- (possível) Diminuição da dose do paciente.
- (possível) Aumento da eficiência do serviço.
- Não há perda (ou roubo) de filmes.
- Otimização da visualização de tecidos moles.
- (possível) Distribuição e visualização remota de imagens.
- (possível) Processamento para auxílio ao diagnóstico.
- (possível) Redução de custos.



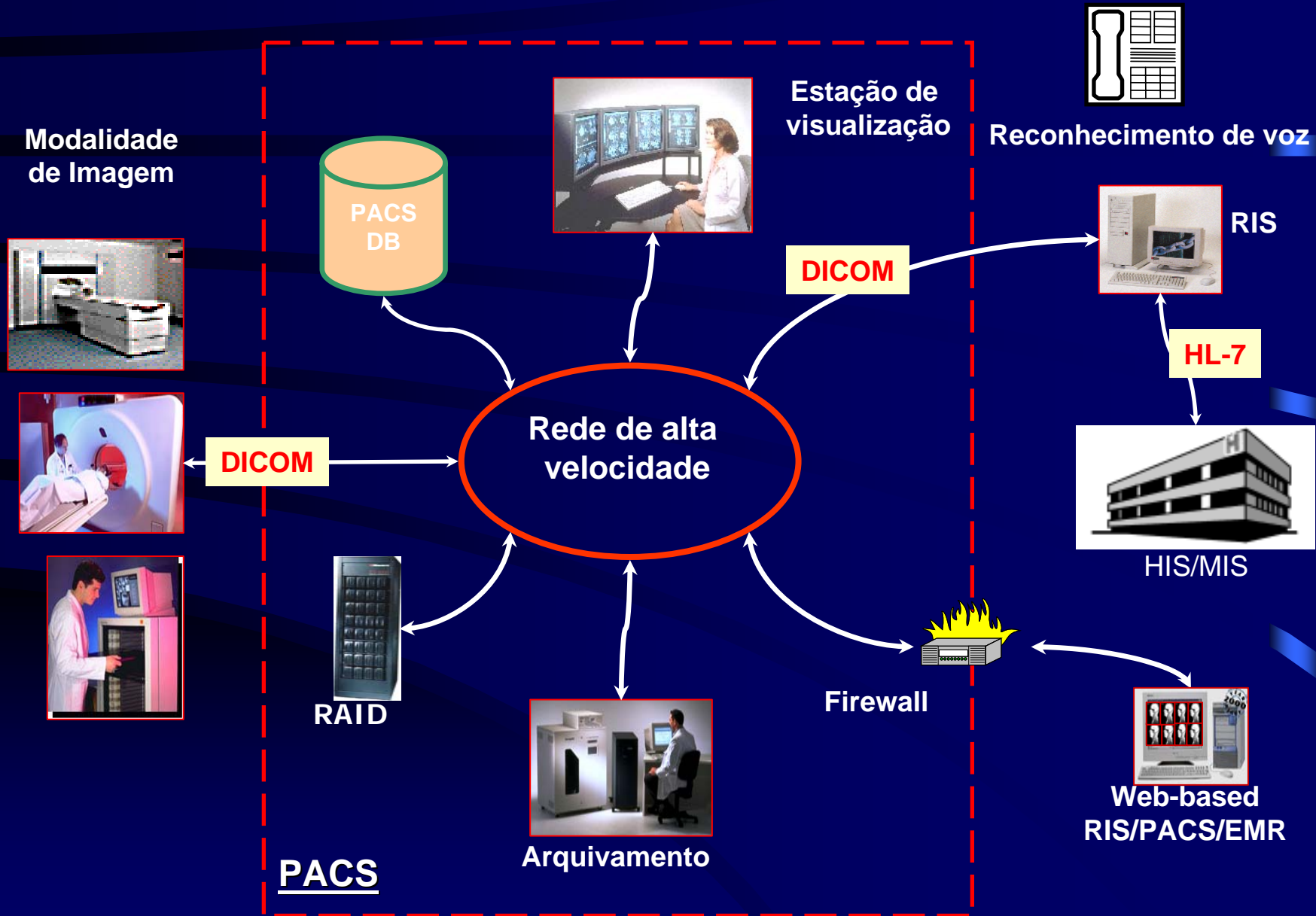
*The Essential Physics Of Medical Imaging.* Bushberg JT, Seibert JA, Leidholdt Jr. EM, Boone JM. Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia, USA, 2002.

# *Radiologia Digital*

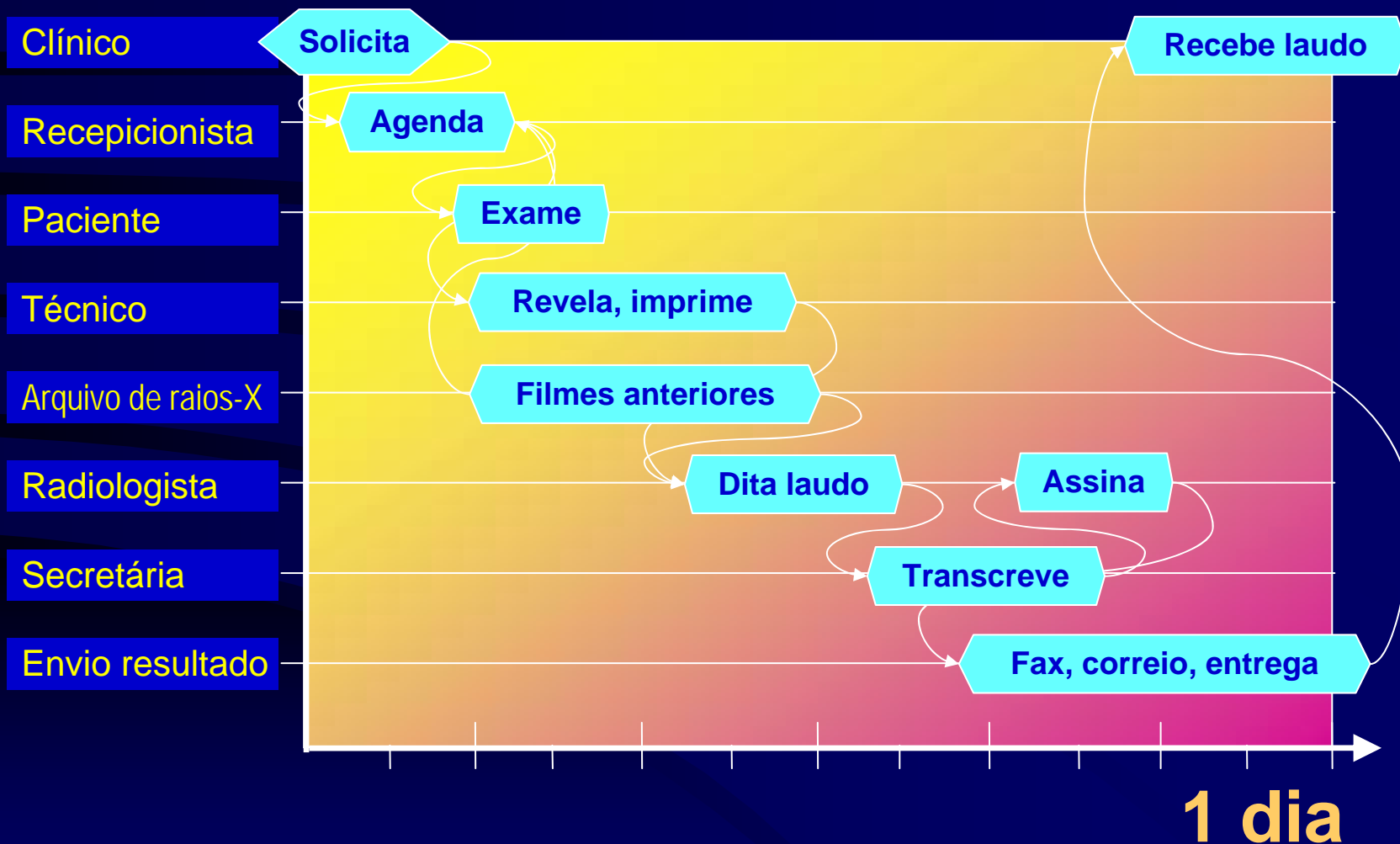
## ALGUNS PROBLEMAS

- Custo elevado:
  - \$120.000 - \$400.000 para **CR** (\$700 - \$800 por reposição de placa de imagem ou cassete - vida útil da placa de imagem de 2000 – 6000 exposições).
  - \$250.000 por sala para **DR**.
- Resistência de uso por parte de médicos não radiologistas (p.e. cirurgiões).
- Rápida obsolescência da tecnologia computacional.
- Não é “plug and play”.

# Gerenciamento de Imagens Médicas

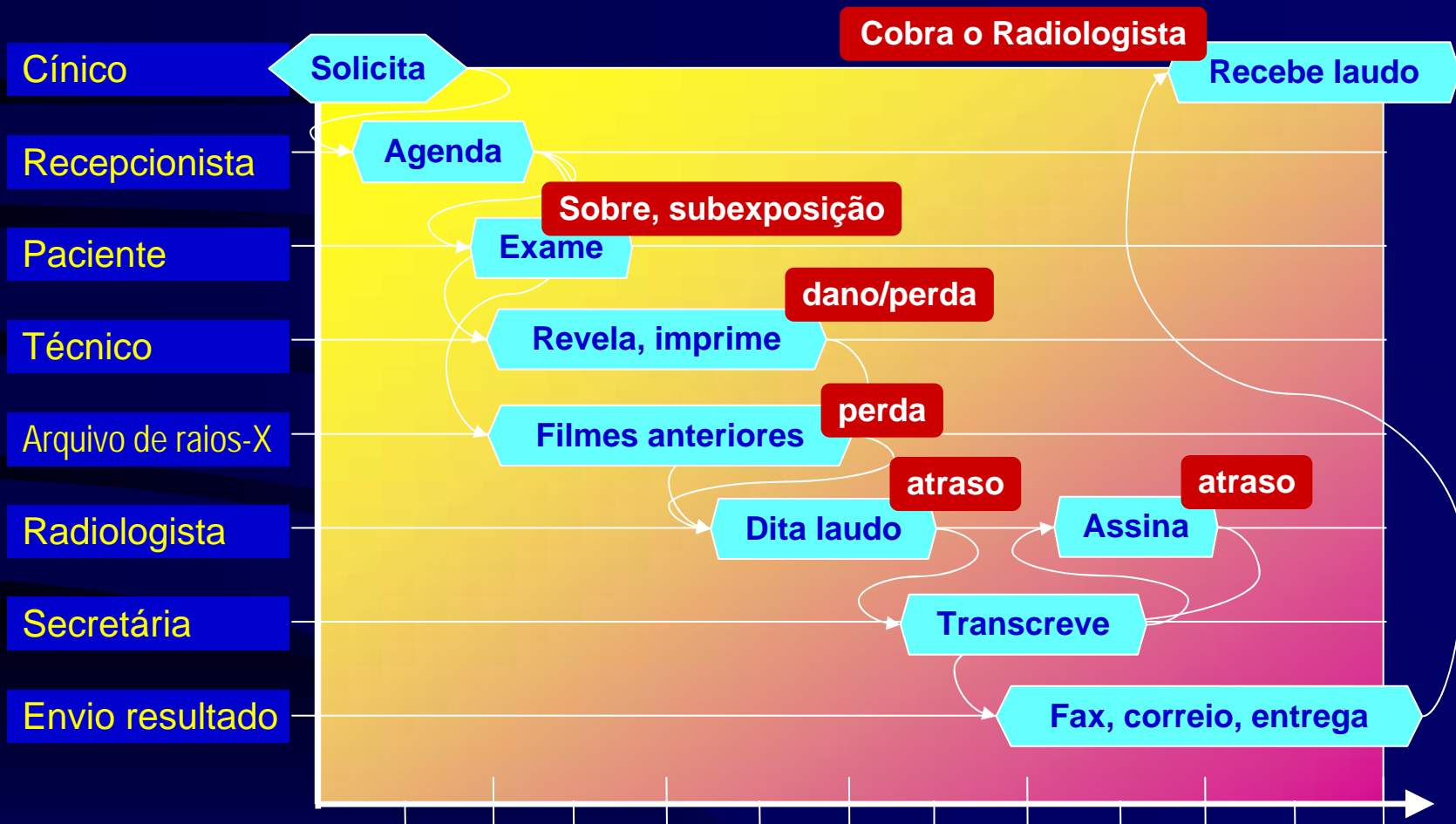


# Diagnóstico por Imagem – Processo Convencional Ideal



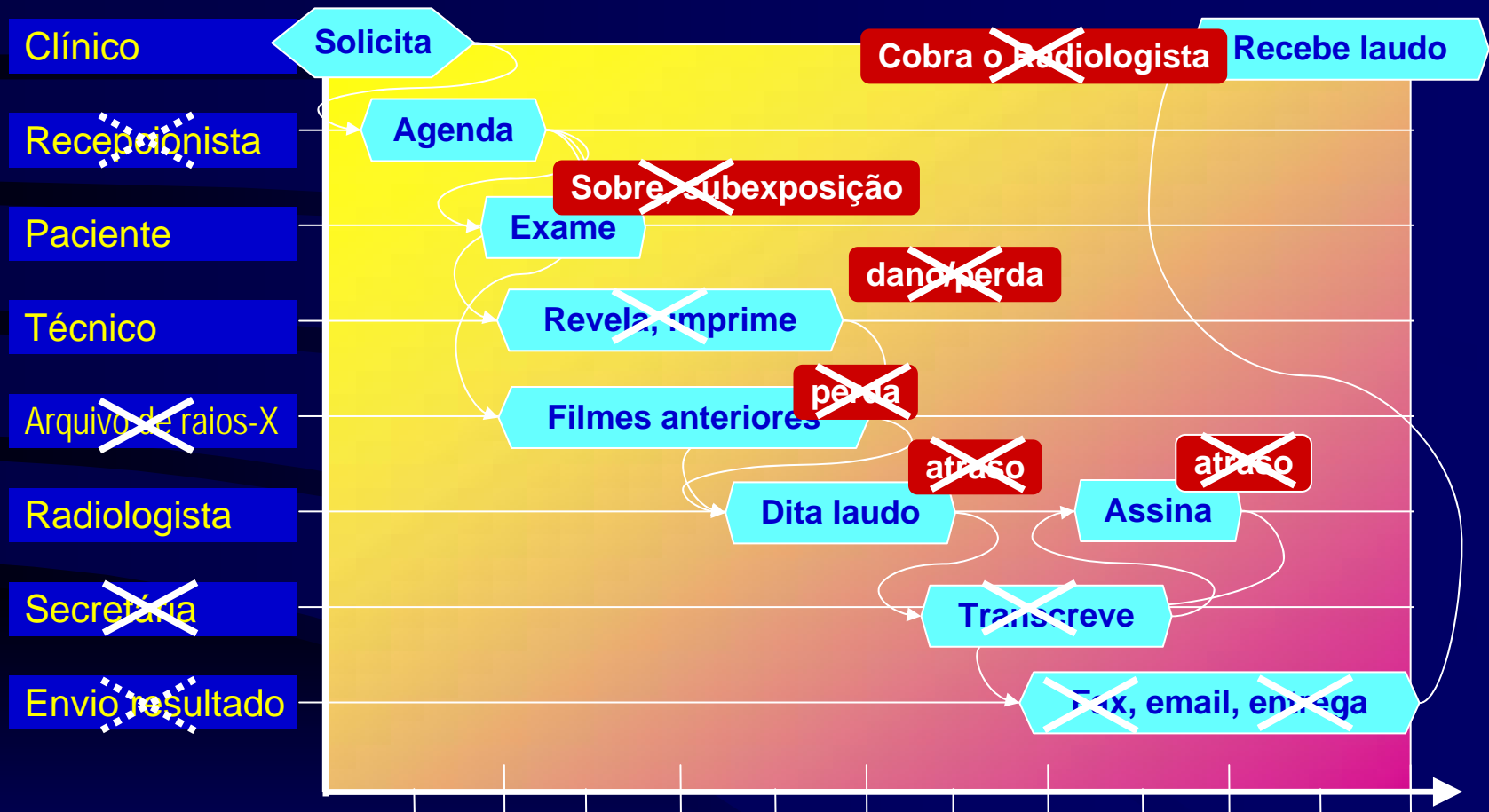


# Diagnóstico por Imagem – Processo Convencional Real



1-3 dias

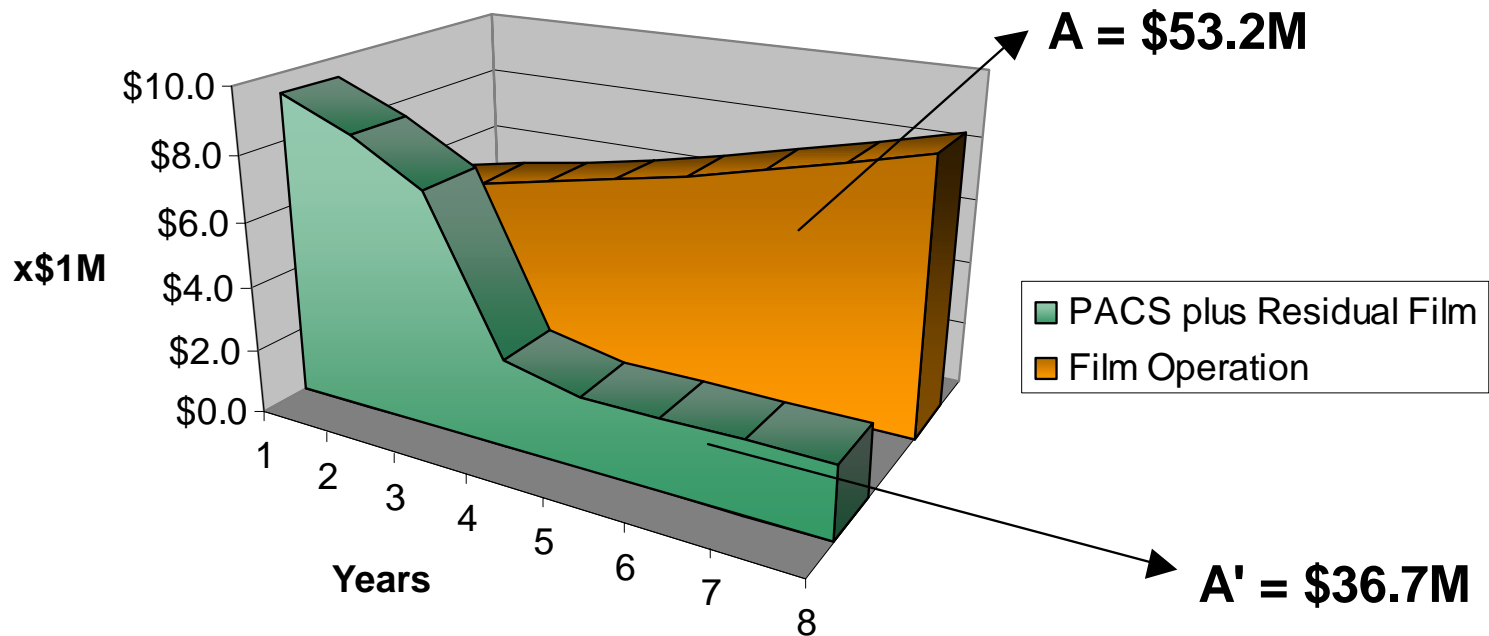
# Diagnóstico por Imagem – Processo Totalmente Digital (HIS-RIS-PACS)



Computador distribui/gerencia a informação, eliminação de filmes **1-3 horas**

# Re-allocation of film budget = PACS

## Cumulative Costs



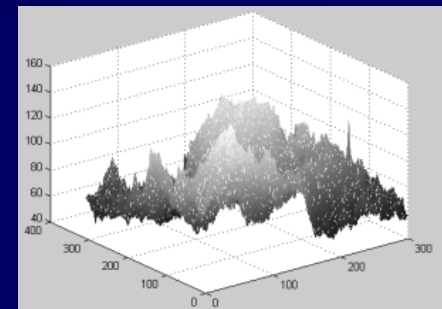
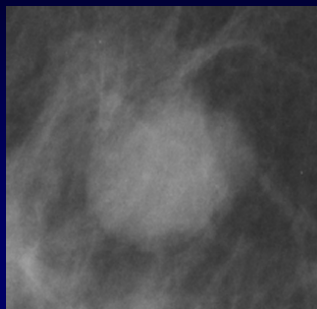
# Processamento de Imagens Médicas

Modelo para Imagens Digitais

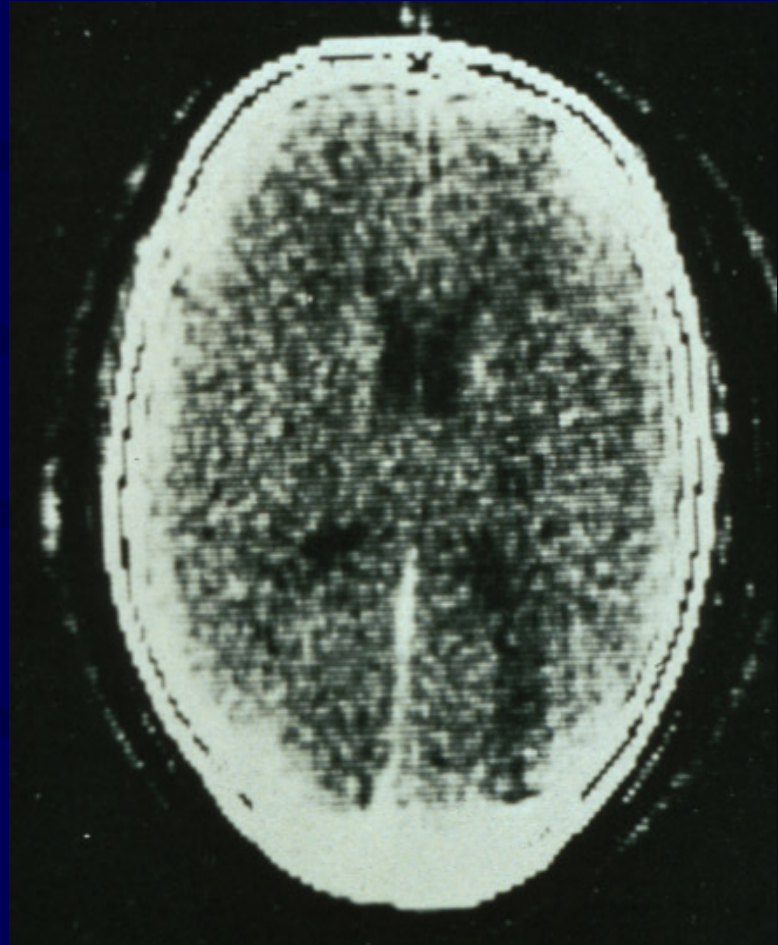
Imagem =  $f(x,y)$

$$f(x,y) = \begin{pmatrix} (0,0) & (0,1) & (0,2) \\ (1,0) & (1,1) & (1,2) \\ (2,0) & (2,1) & (2,2) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 121 & 133 & 57 \\ 45 & 212 & 134 \\ 0 & 86 & 214 \end{pmatrix}$$

Para cada elemento  $(x,y)$  na imagem(pixel) temos um valor  $f(x,y)$  correspondente à intensidade luminosa naquele ponto.



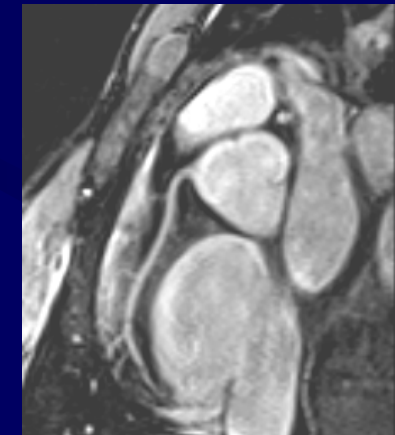
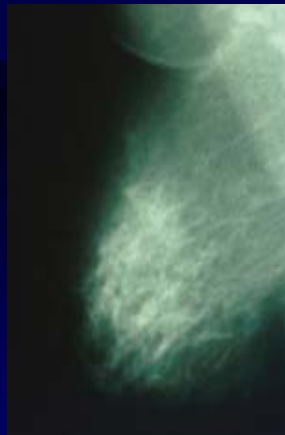
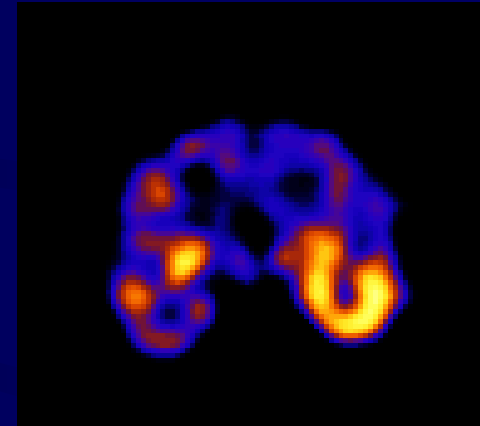
# Primeiras Imagens Clínicas Digitais



CAT Scan  
1974

# Imagens Digitais Atuais

---



# Processamento de Imagens Médicas

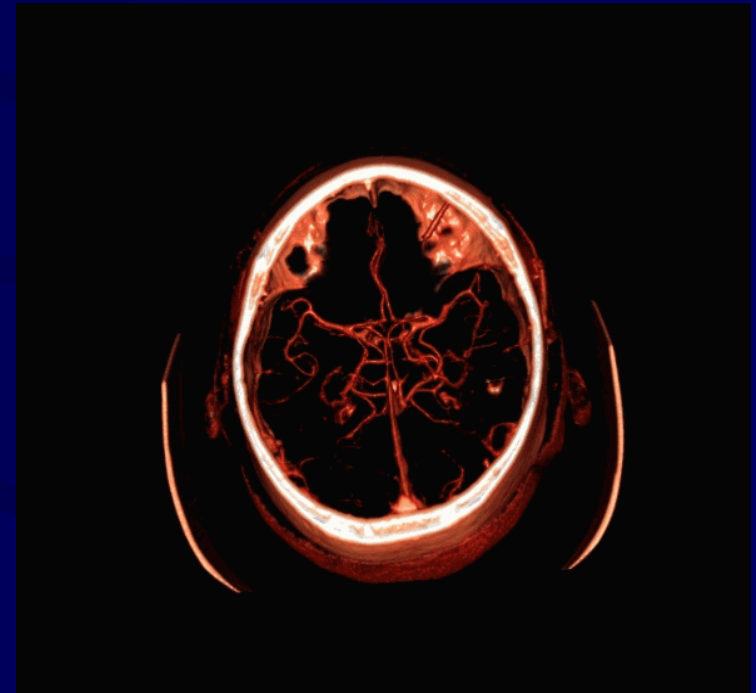
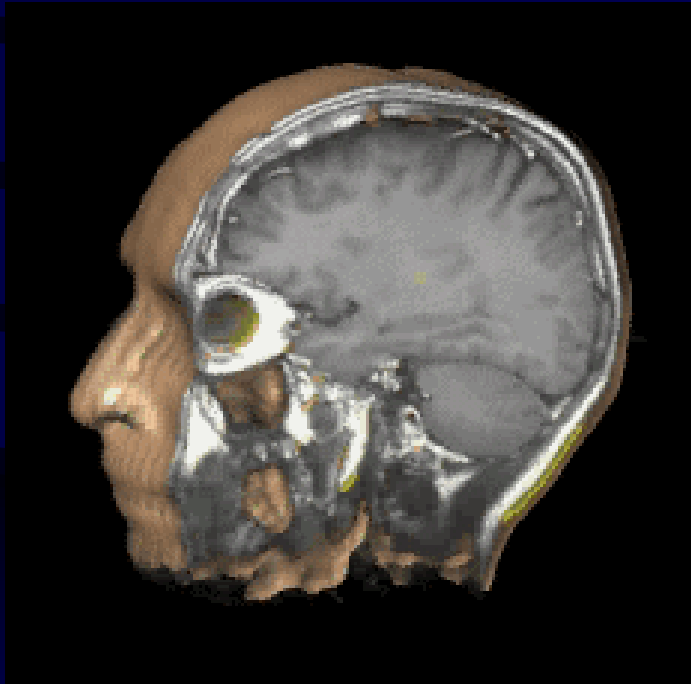
- INSPEÇÃO VISUAL
- DIAGNÓSTICO AUXILIADO POR COMPUTADOR  
(CAD – Computer-aided diagnosis)
- CIRURGIA ASSISTIDA POR COMPUTADOR  
(CAS – Computer-assisted surgery)

# INSPEÇÃO VISUAL

- Visão Computacional e Visualização Científica
  - co-registro e fusão de imagens,
  - realce,
  - segmentação,
  - quantificação
  - visualização 3D de estruturas



# INSPEÇÃO VISUAL



Exemplos de Visualização 3D de Imagens

# DIAGNÓSTICO AUXILIADO POR COMPUTADOR (CAD)

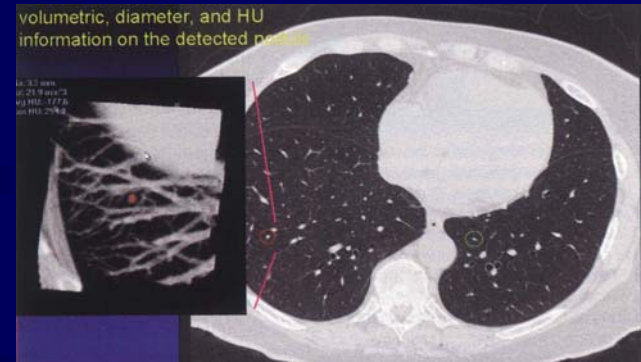
- Diagnóstico feito por especialista que utiliza a saída de uma análise computadorizada de imagens como “**segunda opinião**” no processo de detecção de lesões e tomadas de decisões diagnósticas.

Doi K. Computer-aided diagnosis and its potential impact on diagnostic radiology. In: Doi k, MacMahon H, Giger ML, Hoffmann KR, eds. *Computer-aided diagnosis in medical imaging*. Amsterdam: Elsevier Science, 1999:11-20.

# CAD

## TIPOS DE AUXÍLIO

- Auxílio à Detecção
  - Localização de regiões suspeitas  
(CAD – Computer Assisted Detection)



aprovado pela FDA p/ mama (1998)

pagamento diferenciado p/ mama (2000) - adicional de \$15 pela digitalização e análise computadorizada.

- Auxílio ao Diagnóstico
  - Classificação dos achados

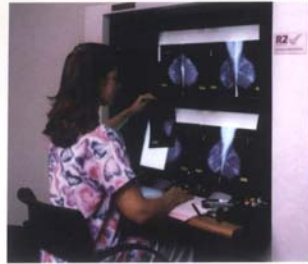
# CAD - MOTIVAÇÃO (Mamografia)

- Aproximadamente 1:10 mulheres irá desenvolver câncer de mama ao longo de sua vida, considerando a idade de 70 anos de vida (USA e Europa);
- sobrevida longa  $\Rightarrow$  detecção precoce (menor que 1cm);
- mamografia é o método principal;
- sinais precoces  $\Rightarrow$  perda de 10% a 30% dos casos;
- Dupla leitura  $\Rightarrow$  15% de aumento na sensibilidade

Thurfjell EL, Lernevall KA, Taube AAS (1994) Benefit of independent double reading in a population-based mammography screening program. Radiology 191:241-244.

# How does the System work?

The ImageChecker is designed to assist radiologists in reducing the number of false negative readings which result from observational lapses by identifying areas on the original screening mammogram that may warrant a second review.



*Step 1*— Screening mammograms are loaded into the ImageChecker and are processed by R2's proprietary neural net algorithms which identify and mark regions with characteristics of cancer.



*Step 2*— The ImageChecker display files are then transmitted to the Motorized Viewer. The

mammographic films are displayed in the conventional manner for review by the radiologist.

*Step 3*— The radiologist views the mammograms looking for signs of cancer and makes his or her interpretation.



*Step 4*— The ImageChecker display files with marker information are viewed by pressing the one-button activator.



*Step 5*— Based on the marker information, the radiologist re-examines the original mammogram and modifies his or her interpretation when appropriate.



*"The ImageChecker is easily integrated into a mammography facility's normal workflow."*

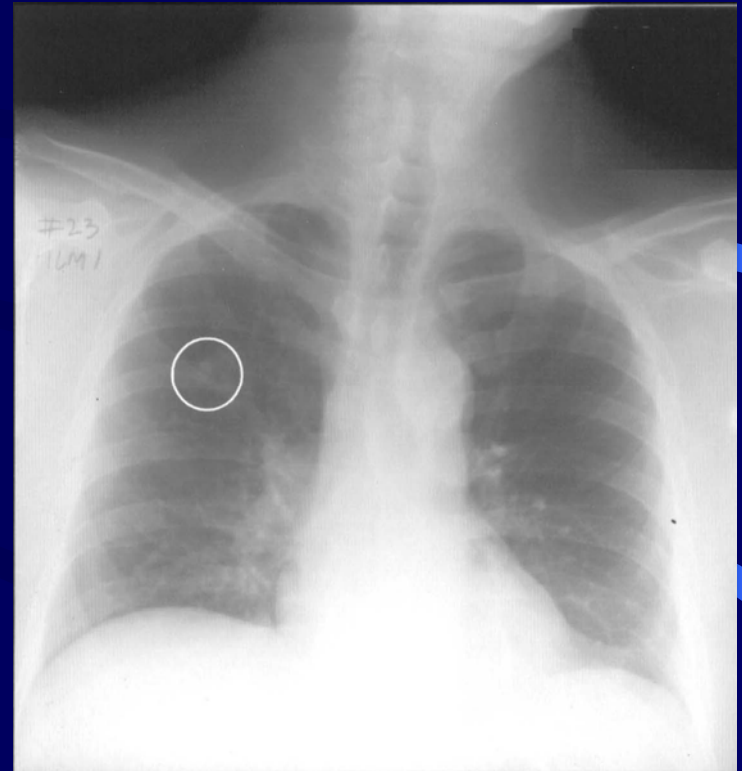
## CAD EXEMPLOS

Primeiro aprovado  
pela FDA em 1998;  
+ dois em 2002



# CAD

## EXEMPLOS



Aprovado pela FDA em julho/2001

# CAD

## EXEMPLOS

Exam description and findings

Go to new view

Go to next clinical case

Show CAD Markers

Invert Black / white

CAD Markers

Mag glass

Go to new view

Exam description and findings

Go to next clinical case

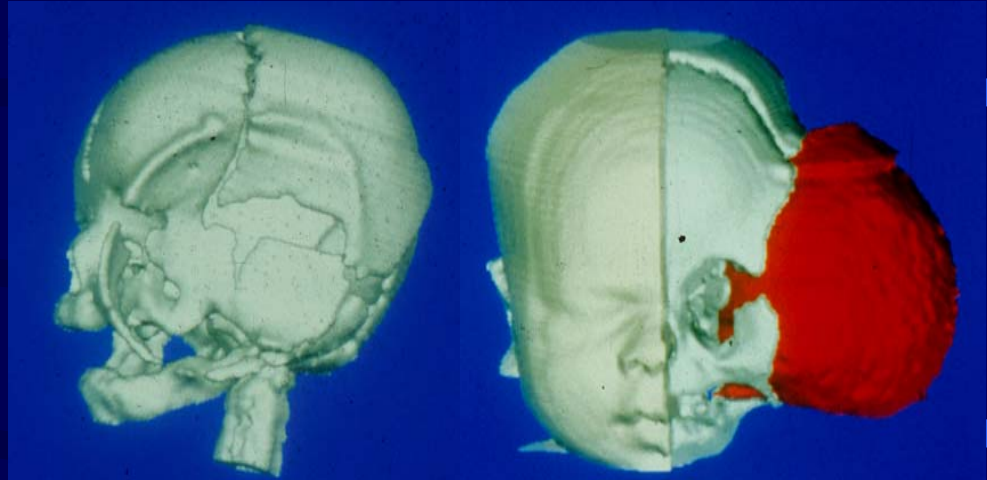
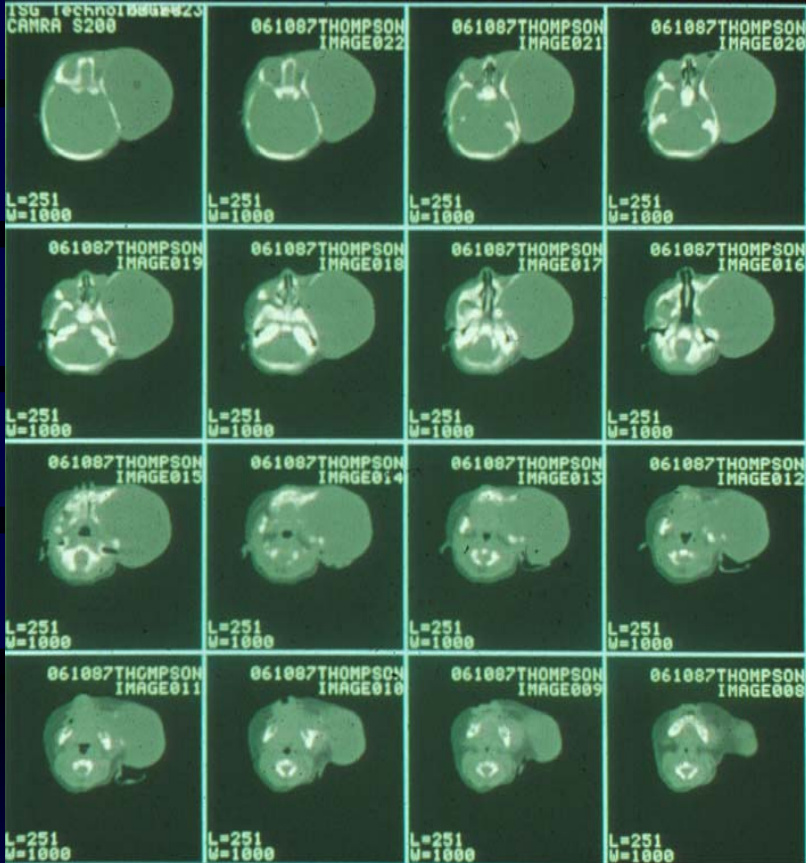
Show CAD Markers

Invert Black / white

CAD Markers

Mag glass

# Planejamento Cirúrgico e Cirurgia Guiada por Imagem (CAS)



**3D CT**  
**Hemangioma**



# Telerradiologia

**Telemedicina:** pode ser definida como o conjunto de tecnologias e aplicações que permitem a realização de ações médicas à distância.

**Telerradiologia:** se destaca como uma das especialidades da Telemedicina e se define como a utilização das tecnologias de informação e meios de comunicação disponíveis com o objetivo de permitir o diagnóstico à distância (telediagnóstico) ou emitir uma segunda-opinião especializada (teleconsultoria), através do envio digital das imagens.

# Telerradiologia

**Vantagens:** uma grande vantagem é sua aplicação no auxílio diagnóstico a pequenas comunidades em regiões geográficas e/ou sócio-culturais distantes dos grandes centros urbanos, além de clínicas/hospitais, carentes de mão-de-obra ou de segundas opiniões em casos específicos, podendo utilizar pessoal qualificado e especializado que normalmente estão concentrados nos grandes centros.

**Regulamentação:** No dia 19 de janeiro de 2009, o Conselho Federal de Medicina, por meio da Resolução CFM nº 1.890, regulou e normatizou a utilização da transmissão eletrônica de imagens.

# Telemedicina/Telerradiologia

<http://youtube.com/watch?v=-vqRpbDkB-k>

<http://www.youtube.com/watch?v=vDb-TTR5DlA&feature=related>

<http://www.youtube.com/watch?v=u27nwUMurPY&feature=related>

<http://www.youtube.com/watch?v=4u0h56CtS2I&feature=related>

<http://www.youtube.com/watch?v=bq4YCeC4-x4>