



Departamento de  
Engenharia Elétrica e  
de Computação

# SEL 434

# IMAGENS RADIOLÓGICAS DIGITAIS

Prof. Homero Schiabel



# *IMAGENS ANGIOGRÁFICAS DIGITAIS*

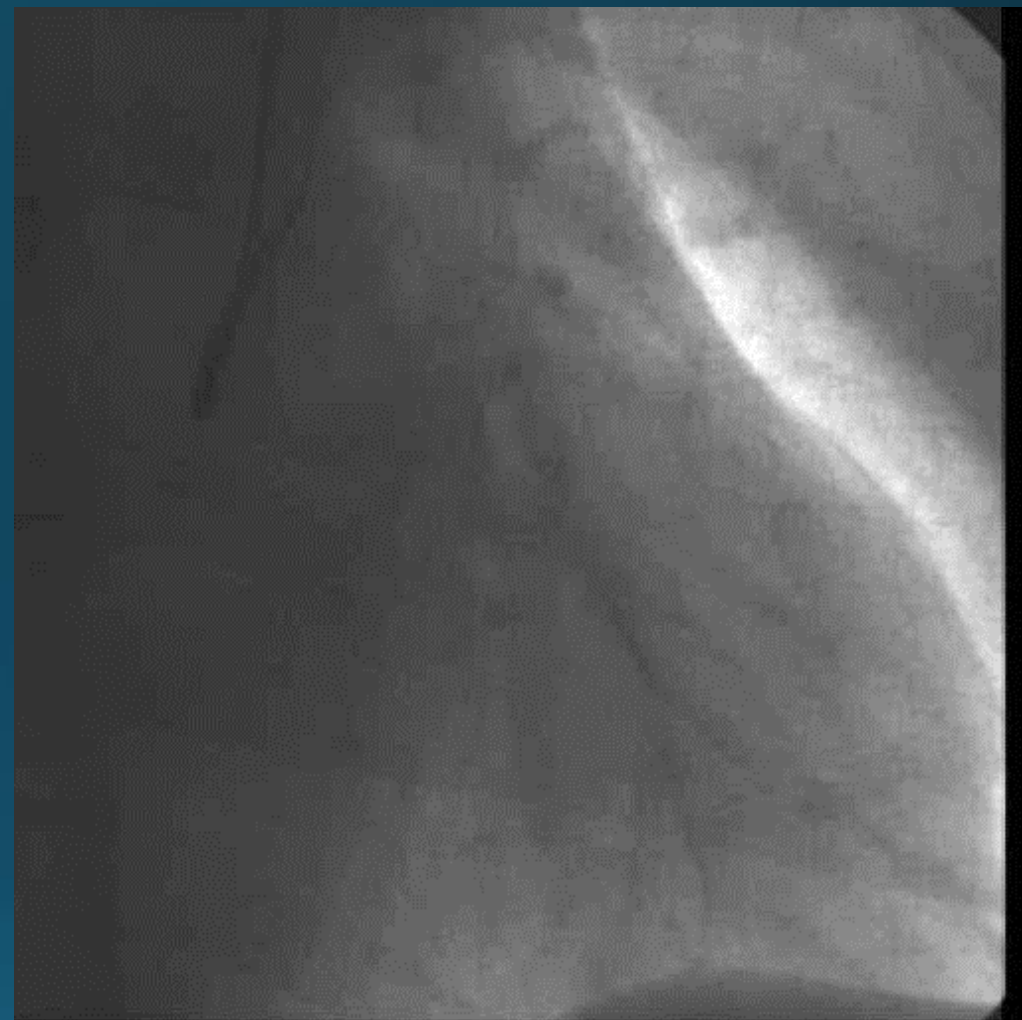
# INTRODUÇÃO

## ANGIOGRAFIA

→ do grego: *angio* = vaso, capilar;

*grafia* = registro, descrição

→ Técnica indicada para a visualização de estruturas cardiovasculares



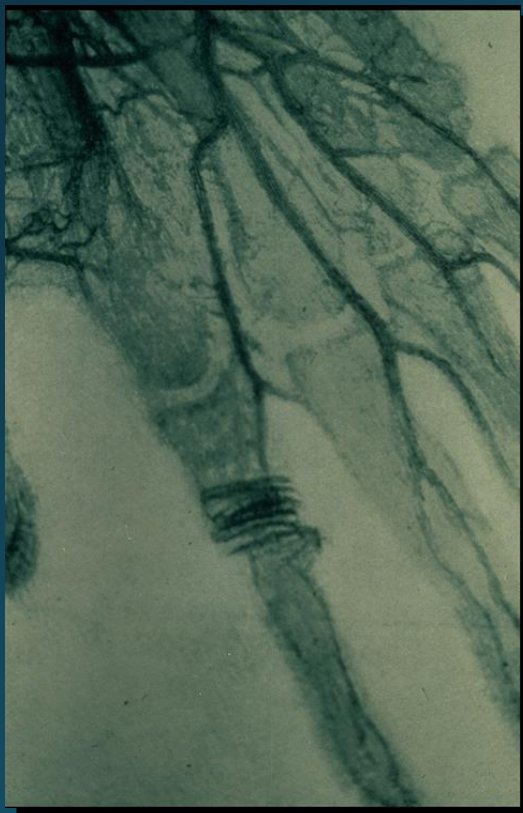
# TÉCNICA ANGIOGRÁFICA

- Obtenção de uma imagem radiográfica da região de estudo **previamente contrastada**
- Contraste: substância radiopaca, a base de **iodo ou bário**, introduzida por via intravenosa
- Devido à maior absorção de fótons pelo iodo, há um **realce** das regiões cardiovasculares em relação aos demais tecidos estruturais do corpo humano (tecido mole e duro).

# HISTÓRICO

1896 ➔ Hascheck e Lindenthal (Viena)

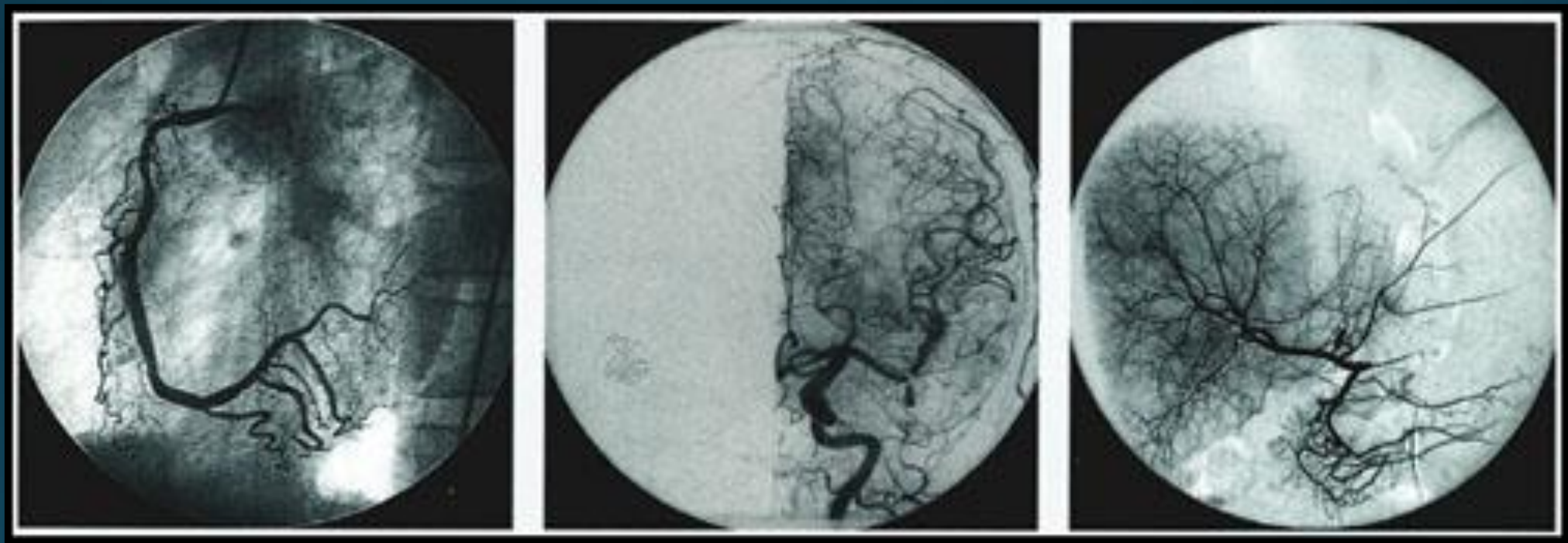
➔ primeira imagem angiográfica documentada: injeção de compostos de mercúrio na mão de cadáver



- Décadas de 1920-1930 ➔ Egas Muniz (Portugal)  
➔ angiografia cerebral – introdução de contraste na artéria carótida com punção cervical
- 1930-50 ➔ Tório (contrastante) – radioativo
- 1953 ➔ cateterização



# Exemplo de Imagem Angiográfica



# TÉCNICA ANGIOGRÁFICA

- As primeiras imagens angiográficas apresentavam alguns inconvenientes:
  - Diluição do material contrastante;
  - Formação de imagem de fundo.
- Solução:
  - Introdução do contraste por um cateter;
  - Técnica de **subtração digital de imagens**

# ANGIOGRAFIA POR SUBTRAÇÃO DIGITAL (DSA)

- Realizada em duas etapas:
  - Imagem sem contraste (imagem-máscara - *IM*)
  - Imagem com contraste (*IC*)
  - Subtração (*IC - IM*)
- Anulação das estruturas não contrastadas
- Desenvolvimento de várias técnicas de subtração digital

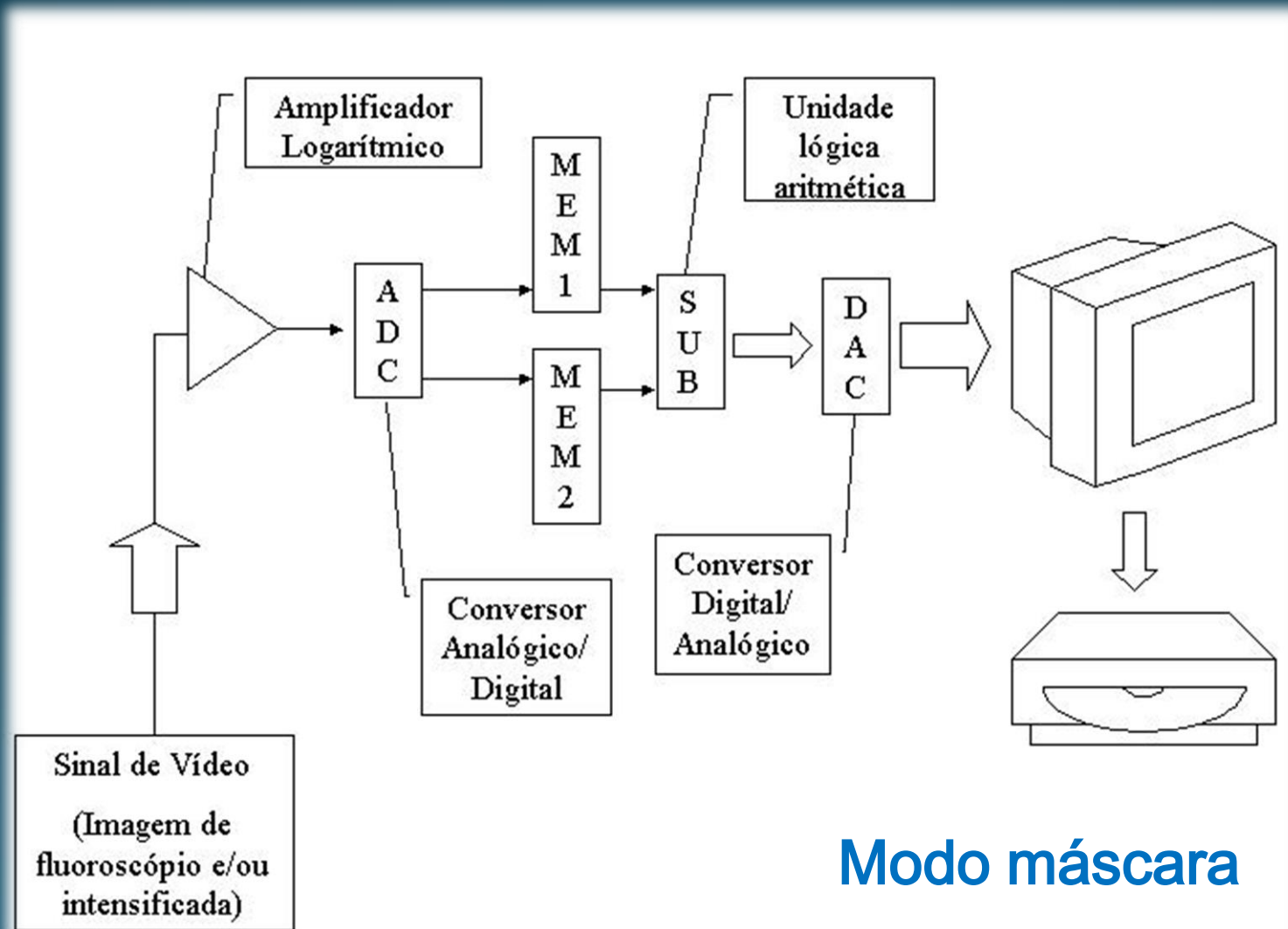


# TIPOS DE SISTEMAS PARA ANGIOGRAFIA POR SUBTRAÇÃO DIGITAL

De acordo com o modo de formação da imagem, podem ser classificados em:

1. sistema por subtração temporal:
  - modo máscara;
  - modo diferença por intervalo de tempo ou TID (“time interval difference”);
2. Sistema por energia dual
3. Sistema híbrido

# Sistema por Subtração Temporal



Modo máscara

# Sistema por Subtração Temporal (modo máscara)

- Vantagens:

- é o mais simples
- pouca necessidade de armazenamento (memória)

- Desvantagens:

- surgimento de borrões ou inconsistências por movimentos involuntários dos pacientes (respiração, deglutição, pulsação cardíaca, tremores, etc...)

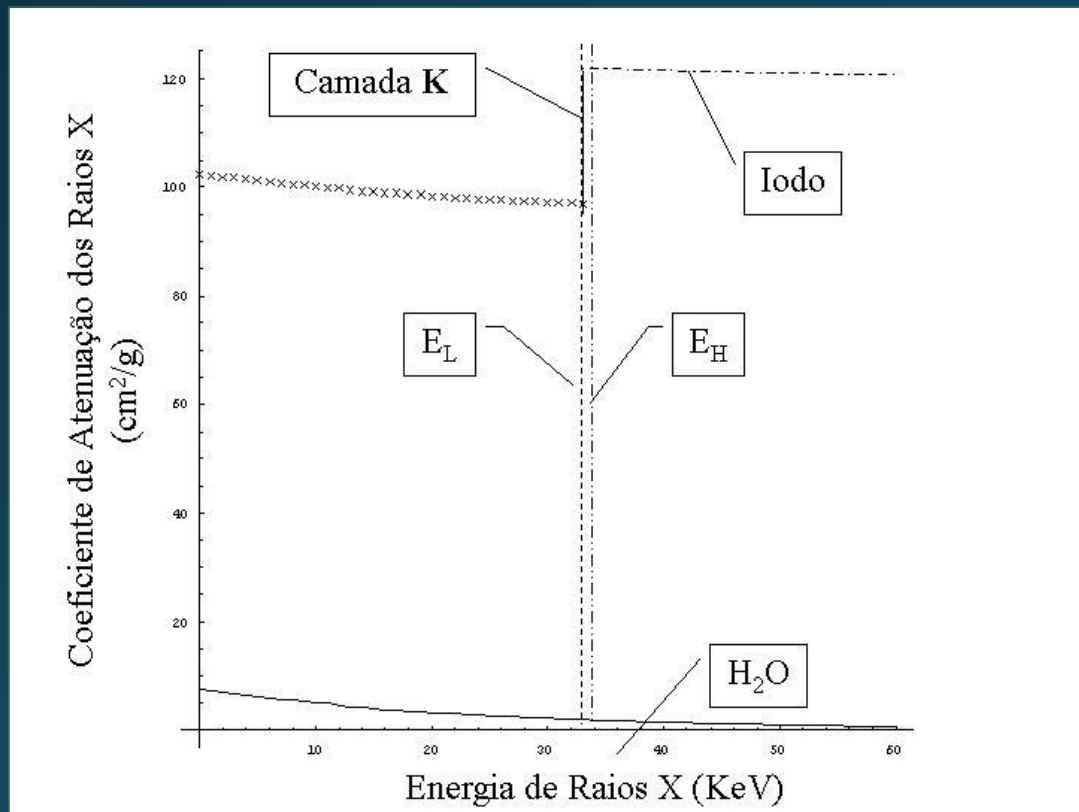
# Sistema por Subtração Temporal (Diferença de intervalo de tempo - TID)

- Imagens obtidas através da injeção de contraste
  - ➔ Subtração de imagens subsequentes;
- Vantagens:
  - ➔ Borrões aparecem somente durante os movimentos involuntários
- Desvantagens:
  - ➔ Diluição da substância contrastante;
  - ➔ Imagens com diferentes densidades anatômicas;
  - ➔ Problemas de medidas de órgãos (volume cardíaco)

## Sistema por Energia Dual

**Iodo**  $\Rightarrow$  salto quântico camada K (33 keV)

- Energia abaixo de 33KeV  $\Rightarrow E_L$  (menor contraste)
- Energia abaixo de 33KeV  $\Rightarrow E_H$  (maior contraste)



Subtração da imagem com exposições de feixes de raios X monoenergéticos com energias  $E_L$  e  $E_H$ .

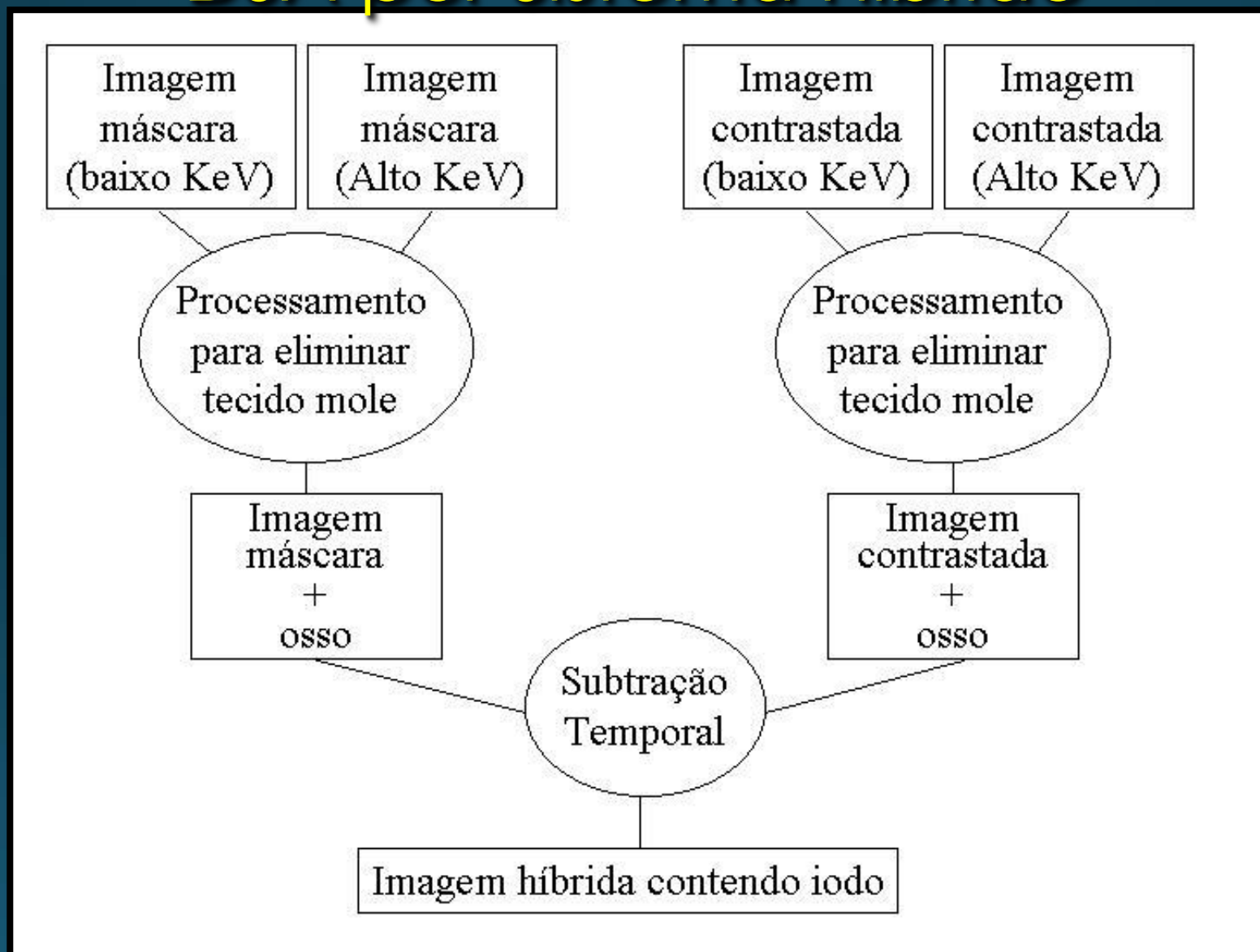


# Sistema por Energia Dual

- Vantagens:
  - Não apresenta degradações das imagens por movimentos involuntários (tempo de exposição =  $1/60$  s)
- Desvantagens:
  - Feixes de R-X monoenergéticos mas de baixa intensidade (filtração do feixe reduz em até 15 vezes a energia total) ➔ monitores de alta sensibilidade (detectar diferenças anatômicas de até 1%)



# DSA por Sistema Híbrido



# DSA por Sistema Híbrido

## ■ Vantagens:

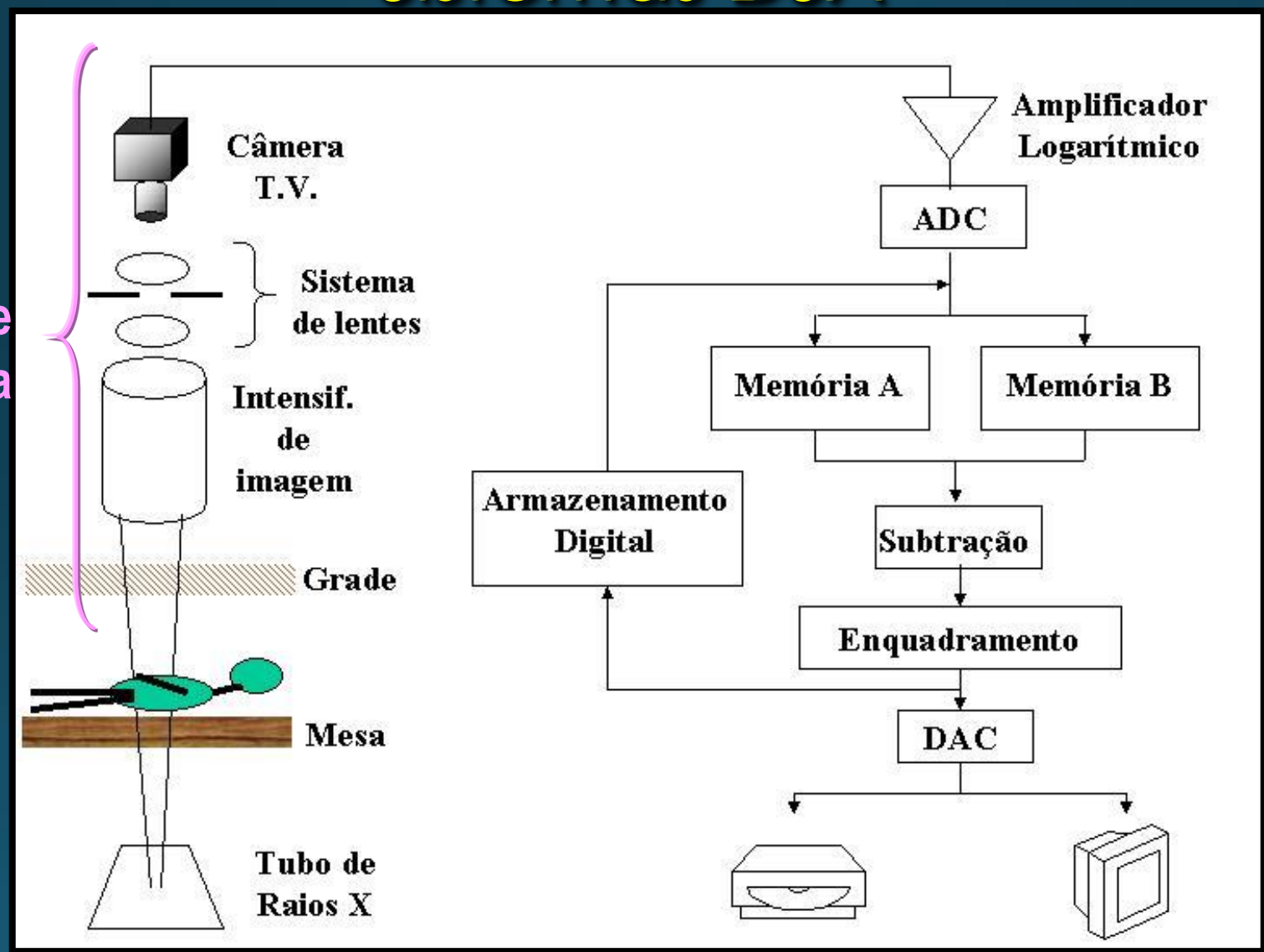
- Aproveita o melhor das técnicas de energia dual e TID

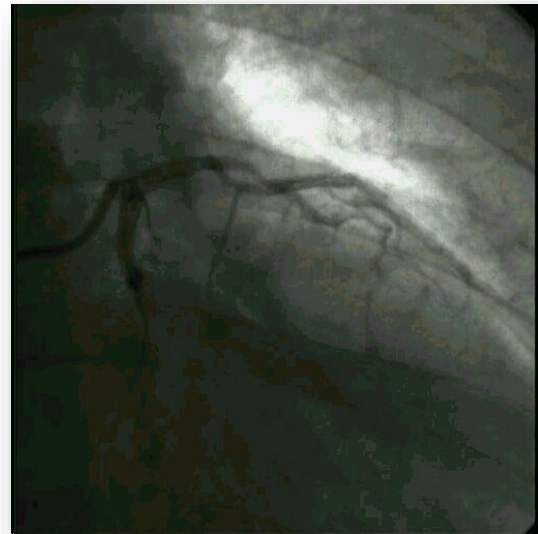
## ■ Desvantagens:

- Aumento do tempo de exposição aos R-X;
- Geração de alto grau de ruídos;
- Adaptação dos aparelhos de R-X para a geração de pulsos de alta e baixa energias (alternados) e em períodos bastante curtos (33 ms)
- Armazenamento das imagens (memória!)

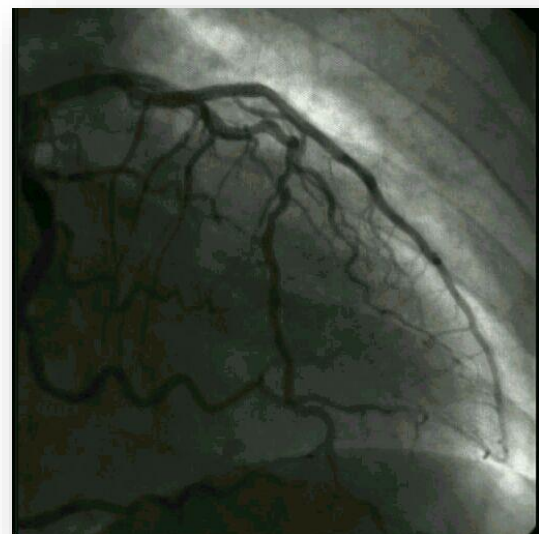
# Componentes relacionados aos Sistemas DSA

Sistema de Fluoroscopia





(a)



(b)

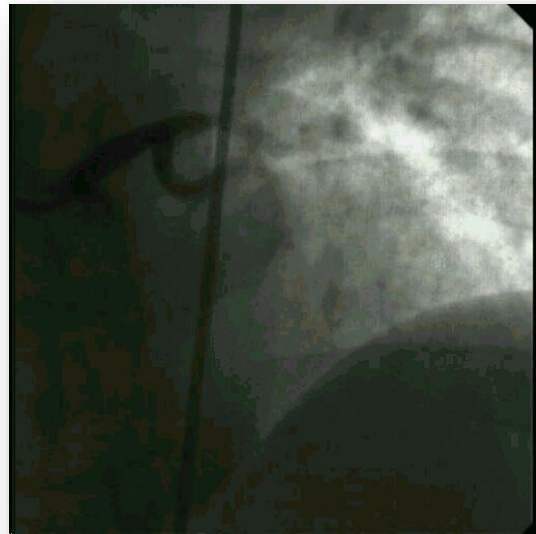


(c)

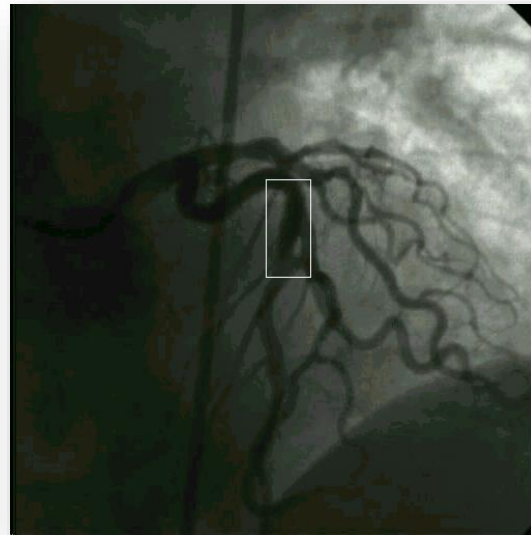


(d)

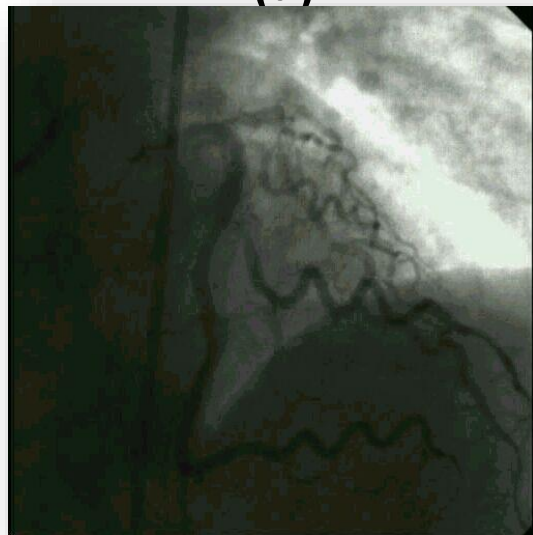
# Angiografia das coronárias



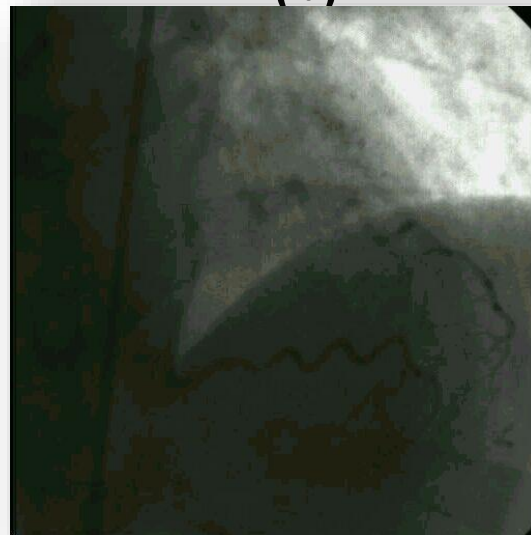
(a)



(b)



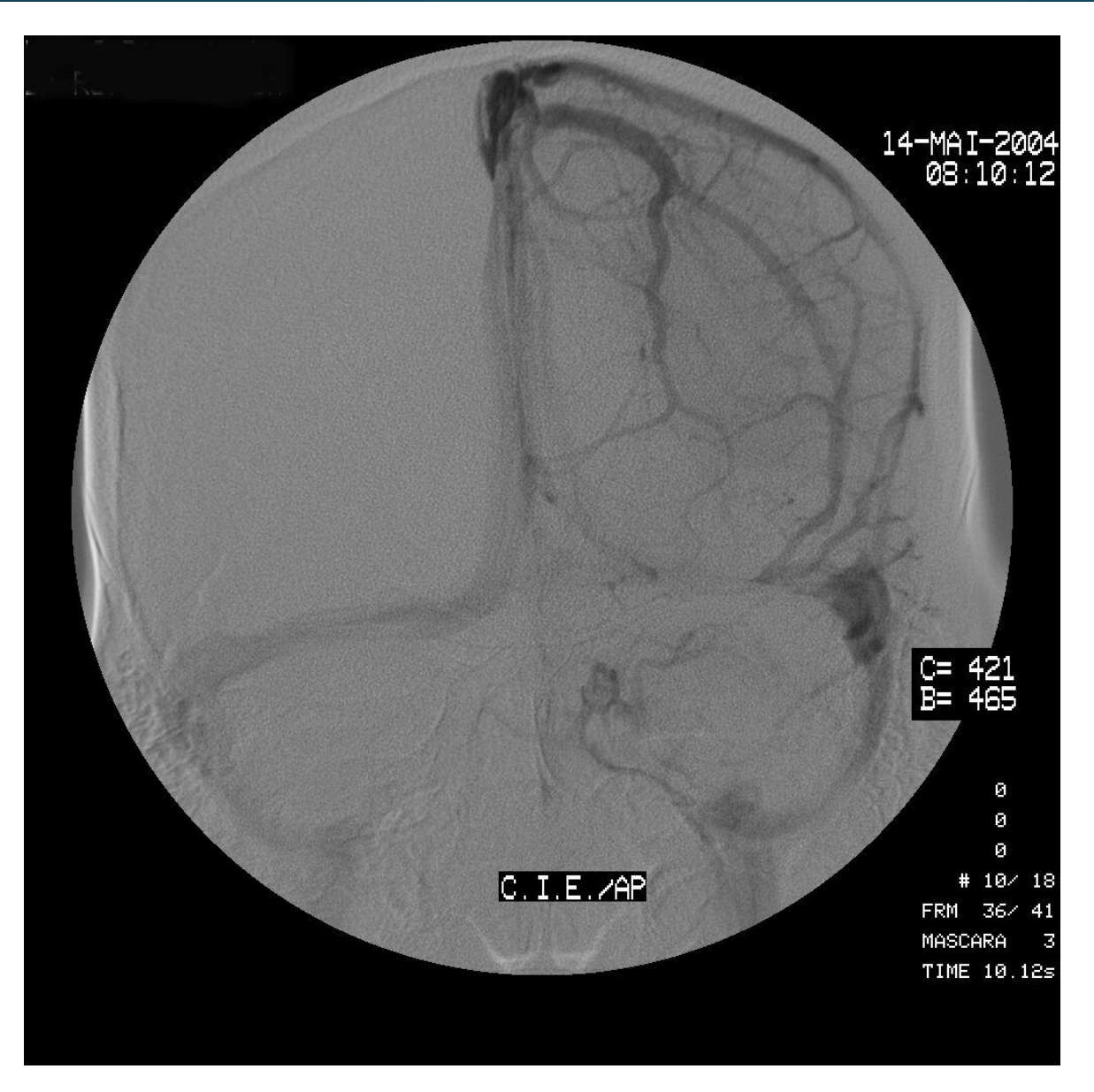
(c)



(d)

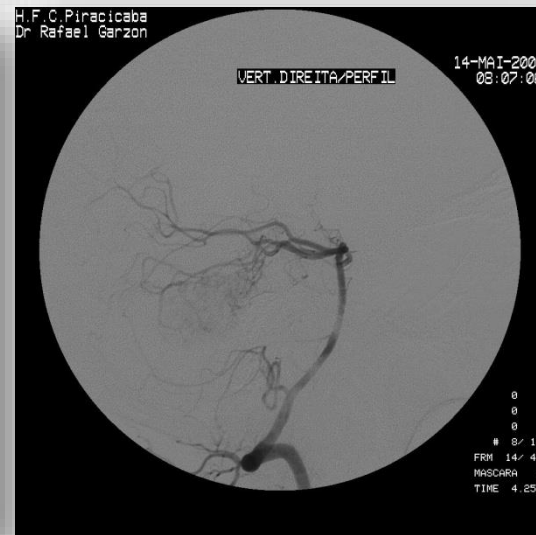
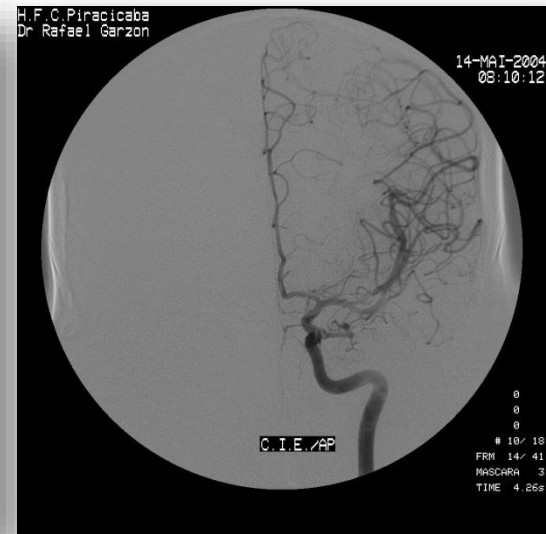
## Angiografia das coronárias com Angioplastia

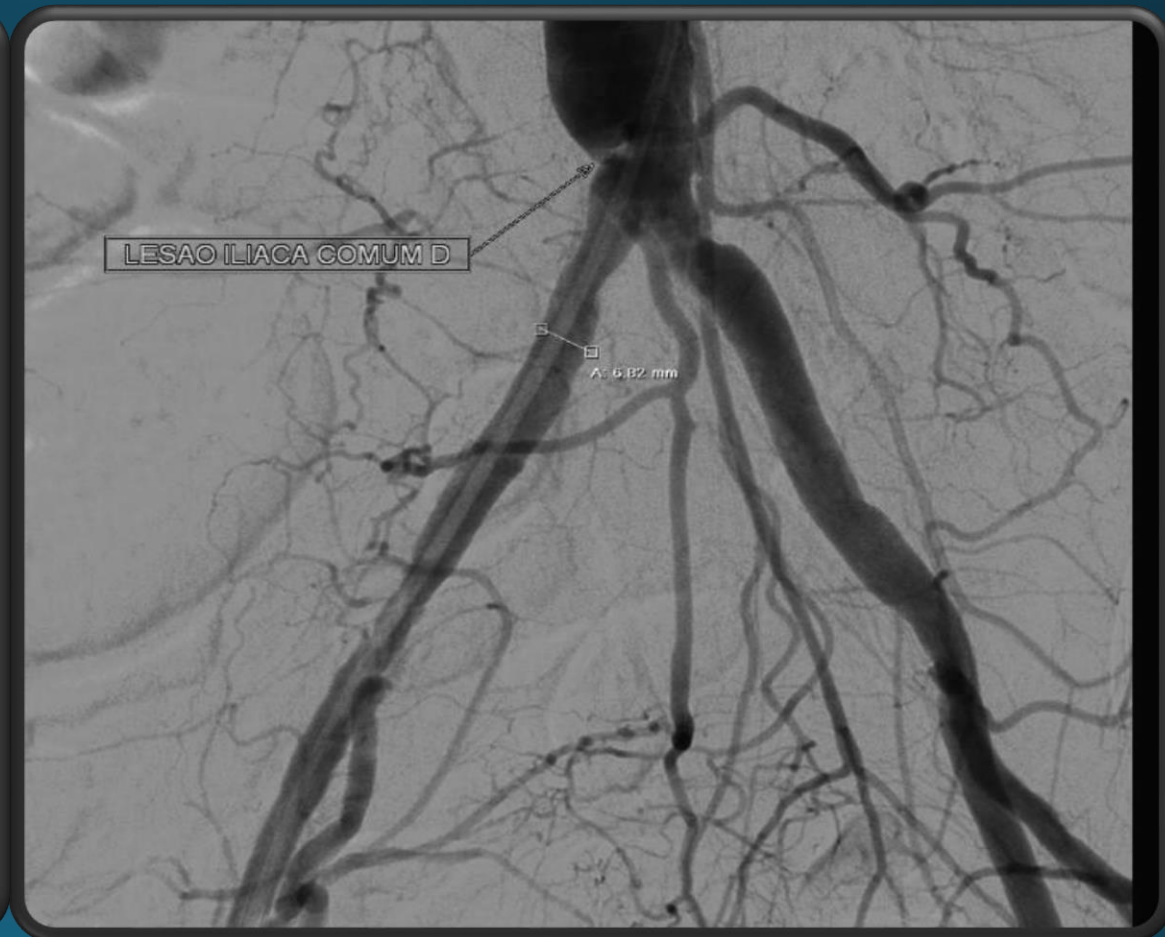
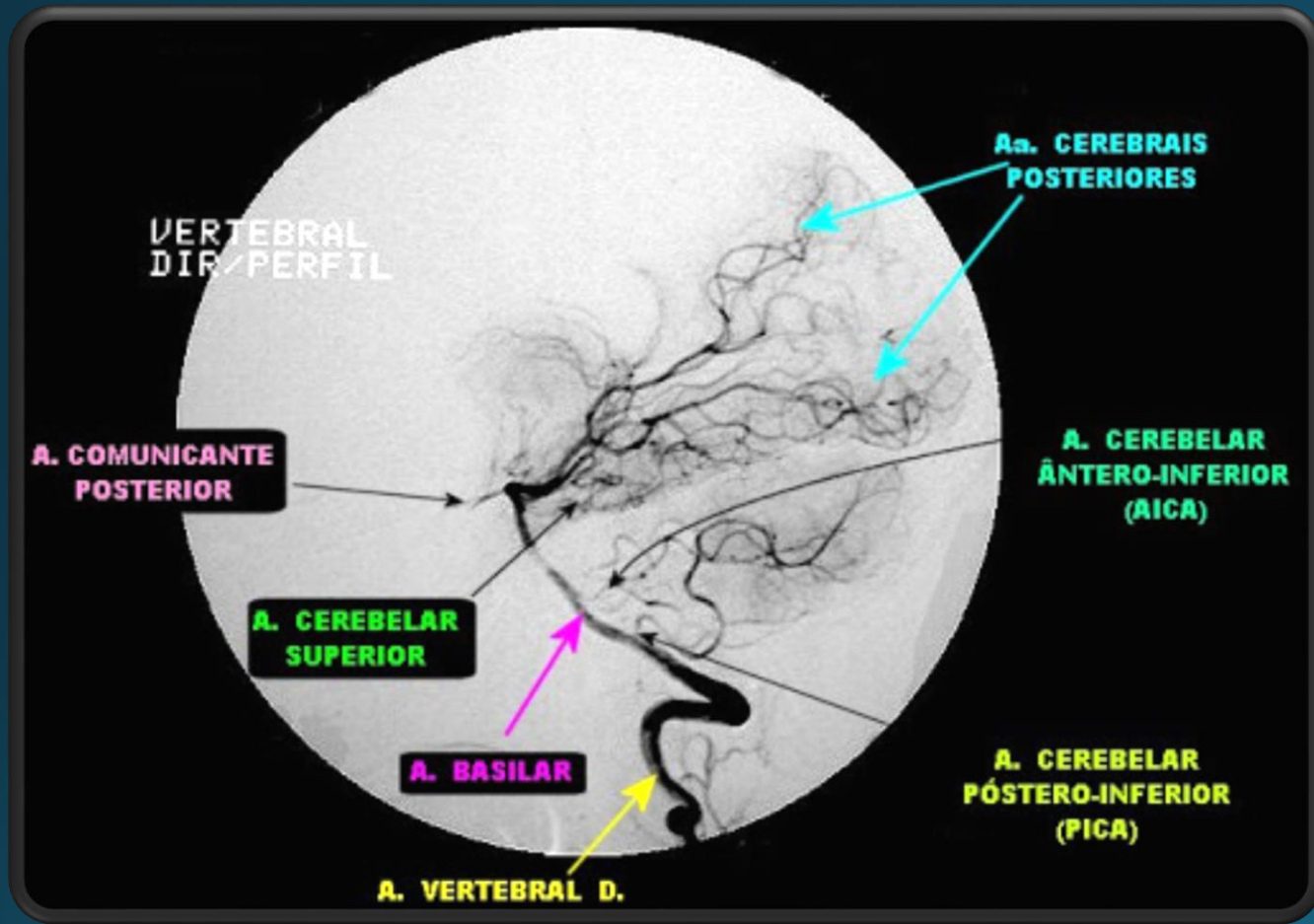




# Angiografia cerebral com subtração digital







<http://anatpat.unicamp.br/bineuangiologia.html>

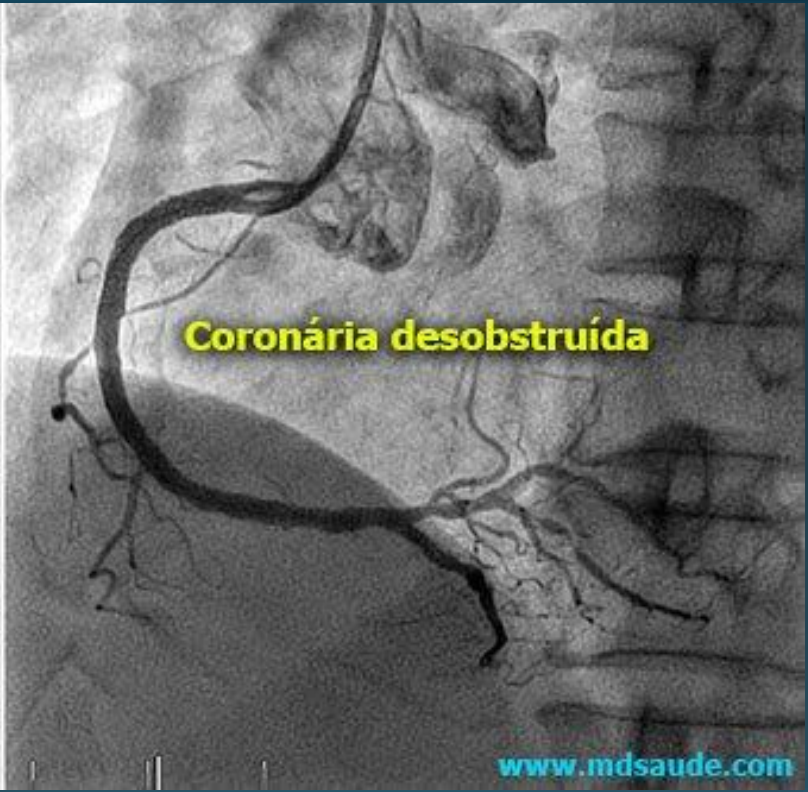
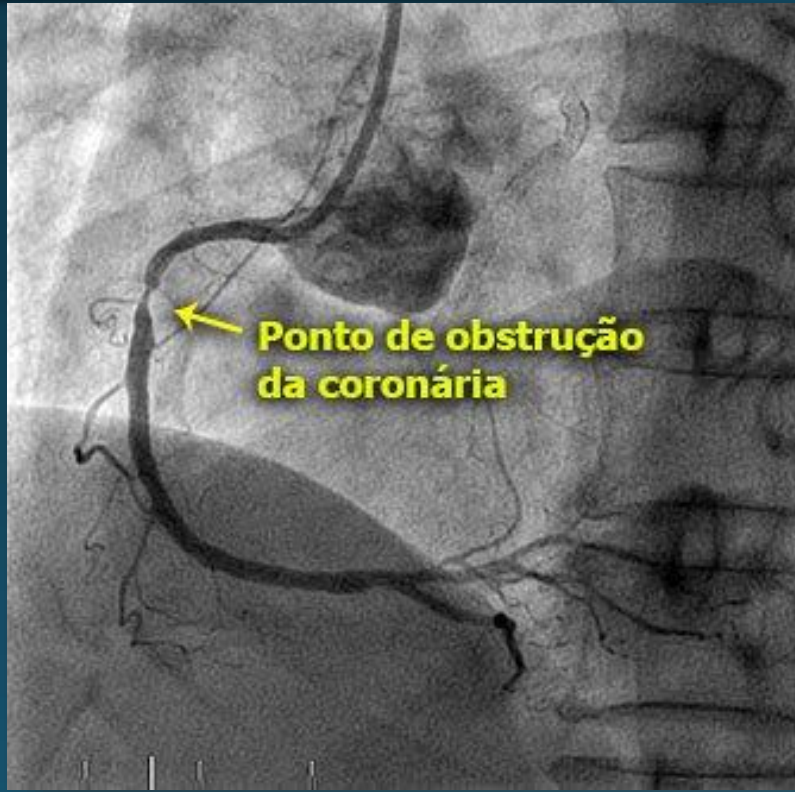
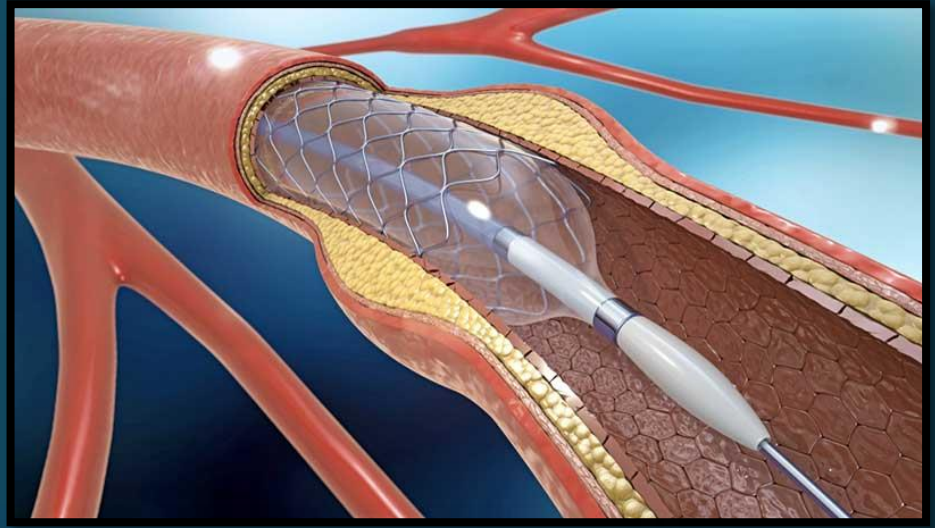
A. VERTEBRAL

(PICA)

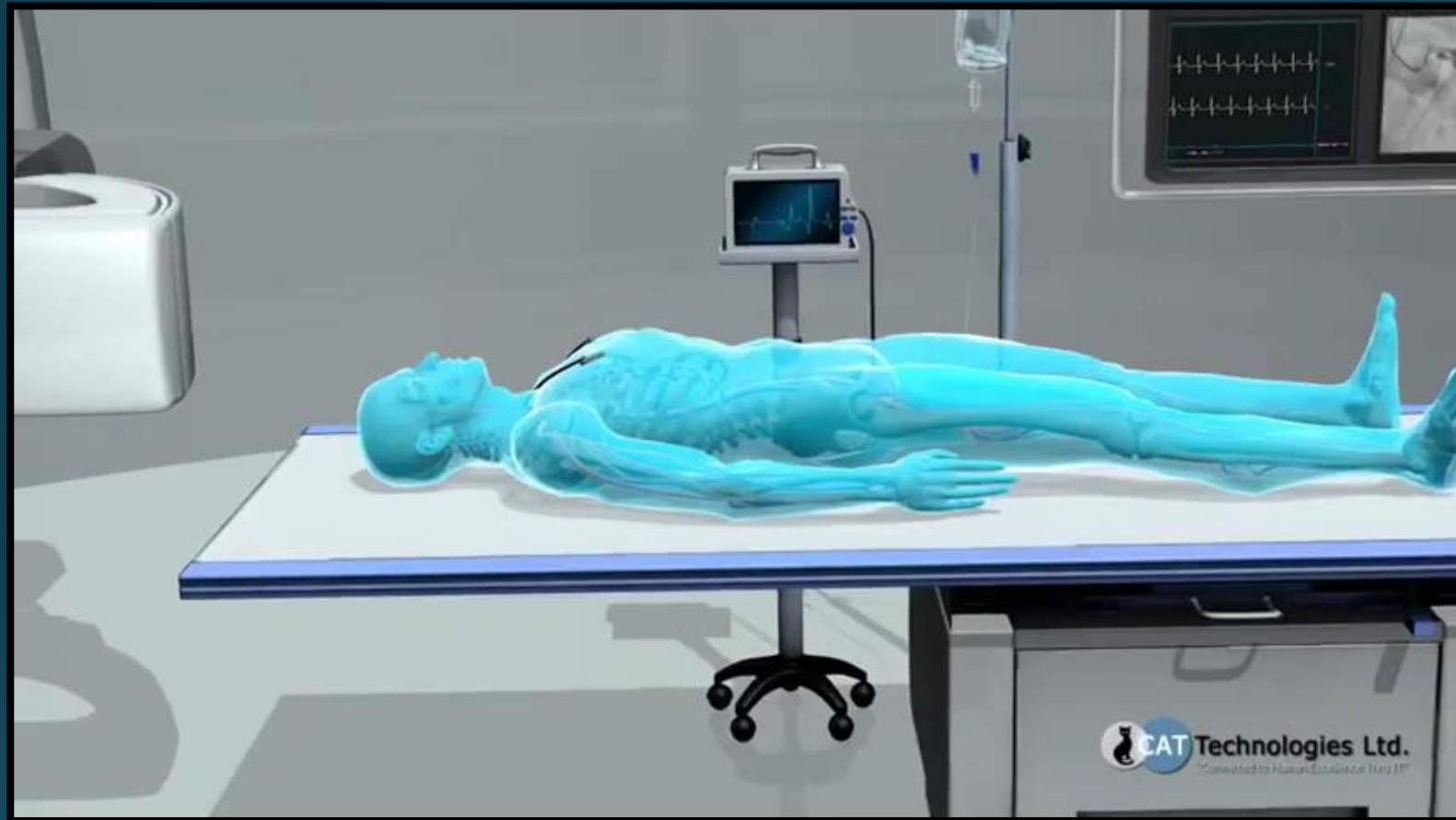
PÓSTERO-INFERIOR

A. CEREBELAR





# Angioplastia



<https://www.youtube.com/watch?v=iIRSXbzonz4>

