

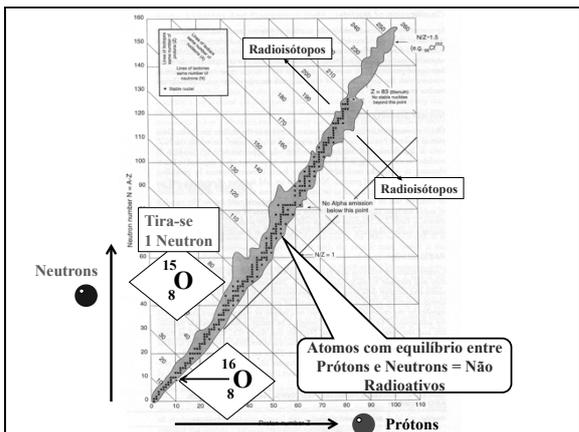


# Bases Físicas da Medicina Nuclear

## Estrutura Atômica e Nuclear

- Forma atômica mais conhecida

(-) Elétrons      (+)      (0) Núcleo = Prótons + Neutrons



## Radiação

- Quando um átomo encontra-se instável (excitado), o que ele faz para alcançar a sua estabilidade nuclear?

**Emitte Radiação**

## Definições

- **Radiação:** É a emissão e propagação de partículas ou ondas originadas sejam de substâncias radioativas, fontes de ondas eletromagnéticas ou sonoras e que viajam através do espaço e da matéria.
- **Radioatividade:** É a propriedade de determinados elementos químicos de produzir radiação.

## Decaimento Radioativo

- Esta radioatividade permanece eternamente?
- Não!
- Todos os isótopos precisam alcançar sua estabilidade nuclear através do

**DECAIMENTO RADIOATIVO**

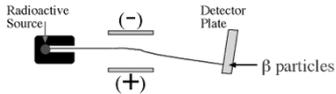
### Principais Radiações Nucleares

- Experimentos de Ernest Rutherford:
  - Partículas Alfa
  - Partículas Beta
  - Raios Gama

ERNEST RUTHERFORD (1871 – 1937)

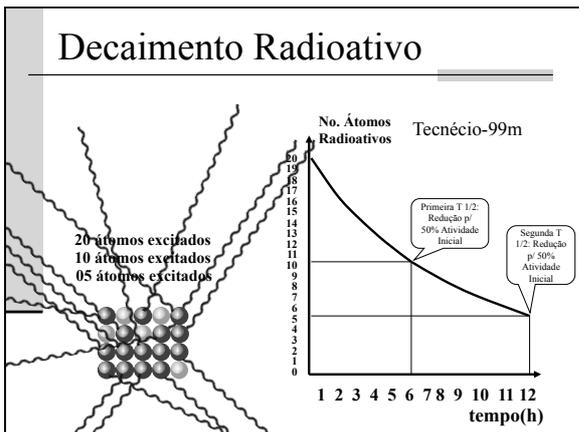


EXPERIMENTO 1:



### Decaimento Radioativo

- Decaimento Beta (Transição Isobárica)
 
$$^{131}_{53}\text{I} \rightarrow ^{131}_{54}\text{Xe} + ^0_{-1}\text{e}$$
- Decaimento Alfa
 
$$^{238}_{92}\text{U} \rightarrow ^{234}_{90}\text{Th} + ^4_2\text{He}$$
- Decaimento Gama (Transição Isobárica)



### Medidas de Radioatividade

- Atividade: É a quantidade de material radioativo em um dado momento:
  - 1 Becquerel (Bq, SI): 1 desintegração por segundo (dps)
  - Curie (Ci):  $3,7 \times 10^{10}$  dps (37 bilhões)

1 dps (1Bq) =  $2,7 \times 10^{-11}$  Ci  
 3 dps (3Bq)

Dose - Captação de Tireóide:  
 200uCi = 7.400.000 dps (Bq)

### Aplicações Médicas

- Partículas Alfa e Beta = Terapêutica
- Radiação Gama = Imagem

Tecnécio-99m  
 Iodo-131  
 Tório-201  
 Gálio-67  
 Samário-153  
 Flúor-18

### Radiação

- Mas como detectar a radiação gama?

**Através de Detectores de Radiação**

### Detecores de Radiação

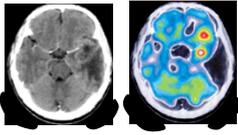
■ Gama-Câmaras: SPECT / CT




### Detecores de Radiação

■ PET / CT **Glioblastoma de Grau Intermediário**

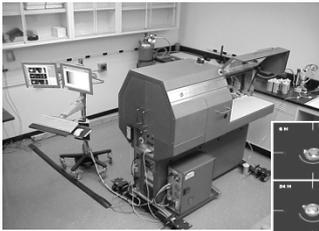
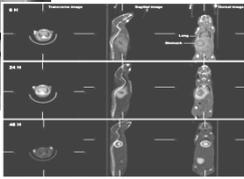
Paciente previamente tratado com Neurocirurgia, Quimioterapia e Radioterapia. Apresenta aumento da [contraste] nas margens da área tratada.

CT, Contraste    PET, F-18 FDG

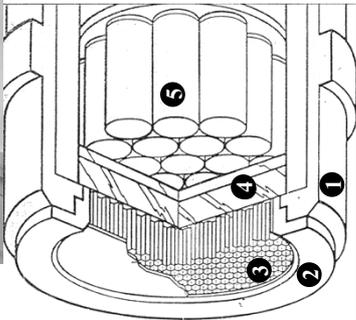
### Detecores de Radiação

■ MicroSPECT/CT

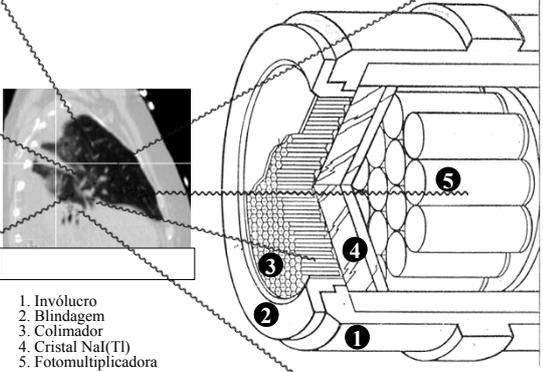
### Aspectos Técnicos da Medicina Nuclear

### Gama-Câmara

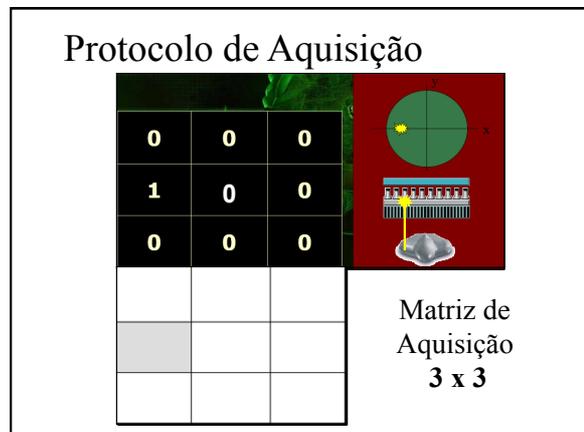
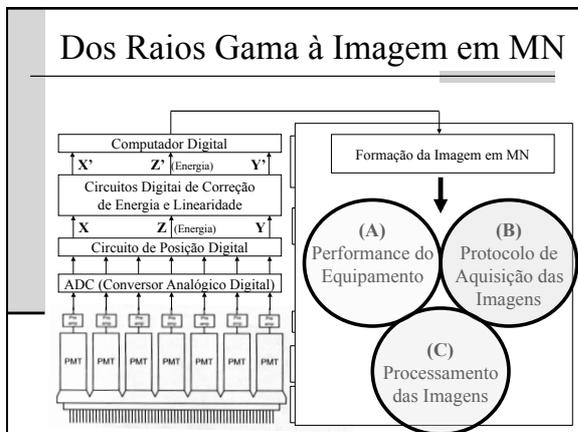
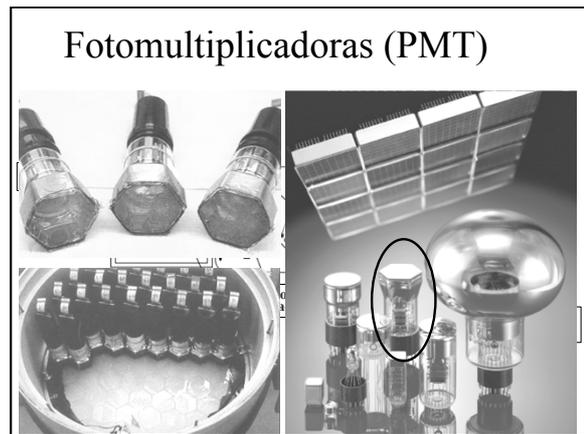
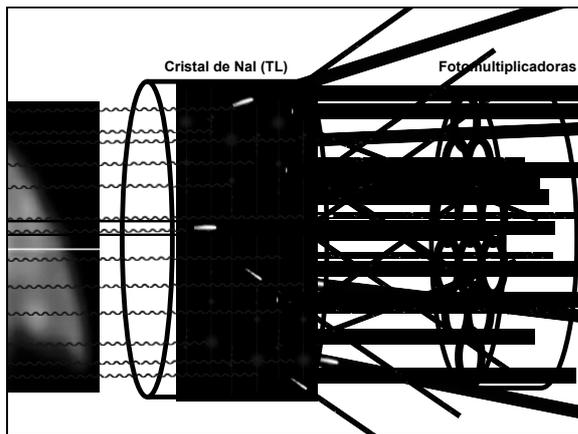
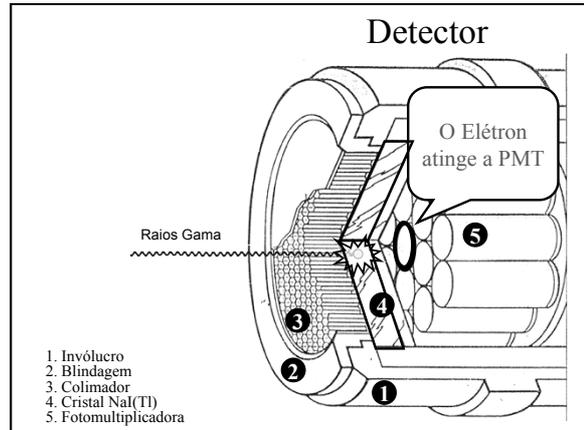
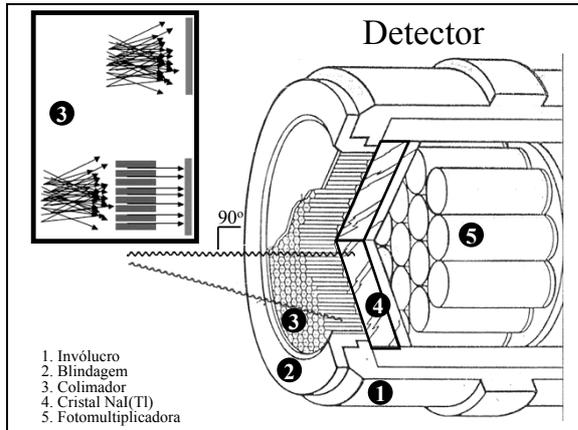



1. Invólucro
2. Blindagem
3. Colimador
4. Cristal NaI(Tl)
5. Fotomultiplicadora

### Órgão Alvo      Detector



1. Invólucro
2. Blindagem
3. Colimador
4. Cristal NaI(Tl)
5. Fotomultiplicadora

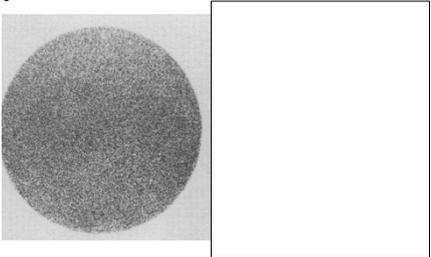


## Método de Imagem em Medicina Nuclear

- ### Método de Imagem em MN
- Qualidade da Imagem em Medicina Nuclear
    - Controle de Qualidade do Equipamento
    - Adequação dos Protocolos de Aquisição das Imagens
    - Atividade e o grau de marcação do RF
    - Imobilidade do paciente
  - O Diagnóstico por Análise Visual

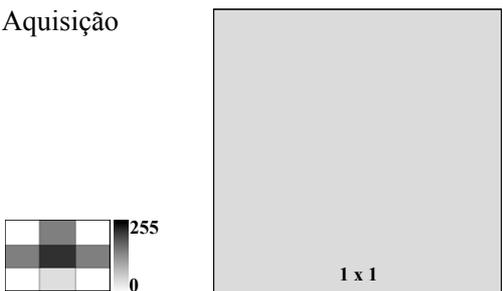
### Método de Imagem em MN

■ **Uniformidade, Linearidade:** A imagem de um objeto deve ser o mesmo independentemente de sua posição no campo de visão.



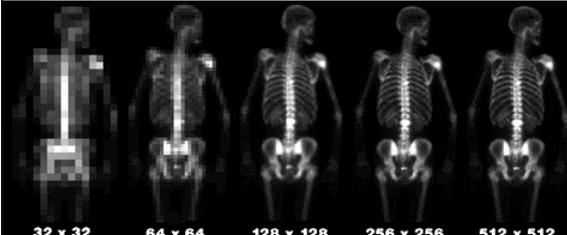
### Protocolo de Aquisição

■ Matrizes de Aquisição



### Método de Imagem em MN

■ Matrizes de Aquisição



### Método de Imagem em MN

■ Número de contagens radioativas

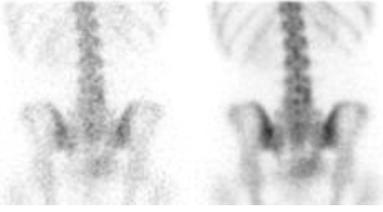
*Problema: A baixa contagem radioativa não permitirá distinguir o sinal verdadeiro do ruído.*



*A solução para aumentar a **Relação Sinal / Ruído** é aumentar a contagem de eventos radioativos.*

### Método de Imagem em MN

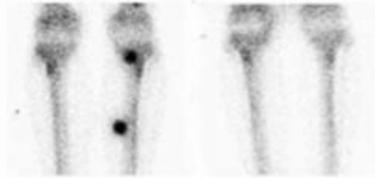
- Número de contagens radioativas



100 mil      1 milhão

### Método de Imagem em MN

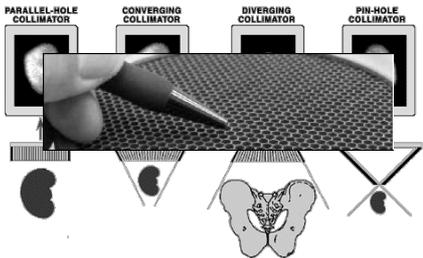
- Contaminação do Colimador



Falso positivo devido a Contaminação do Colimador      Nova aquisição após a limpeza da superfície do Colimador

### Método de Imagem em MN

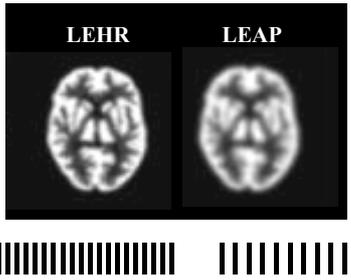
- Tipos de Colimadores



PARALLEL-HOLE COLLIMATOR    CONVERGING COLLIMATOR    DIVERGING COLLIMATOR    PIN-HOLE COLLIMATOR

### Método de Imagem em MN

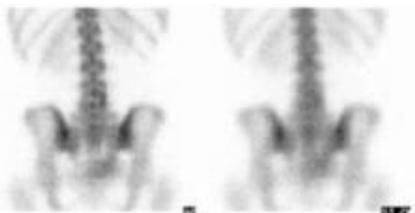
- Tipos de Colimadores



LEHR      LEAP

### Método de Imagem em MN

- Distância do órgão-alvo até o detector.



5 cm      15 cm

## 2a. Aula

### Estudos Fisiológicos pela Medicina Nuclear

Estudos Fisiológicos em...

■ **Pneumologia**

Estudos Fisiológicos

■ Qual função está sendo estudada?

Inalação      Ventilação (V)      Perfusão (Q)

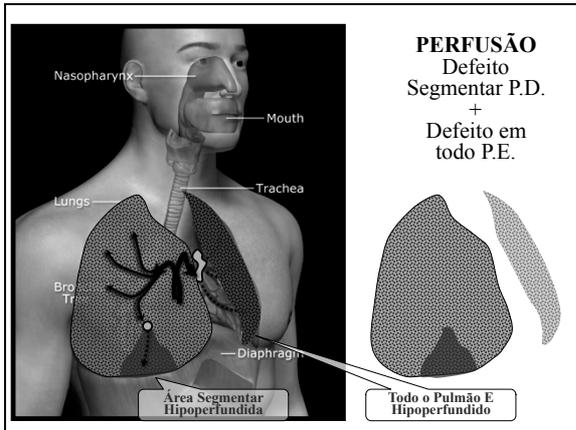
**VENTILAÇÃO Pulmonar Normal**

**VENTILAÇÃO Defeito Segmentar P.D. + Defeito em todo P.E.**

Área Segmentar Hipoventilada      Todo o Pulmão E Hipoventilado

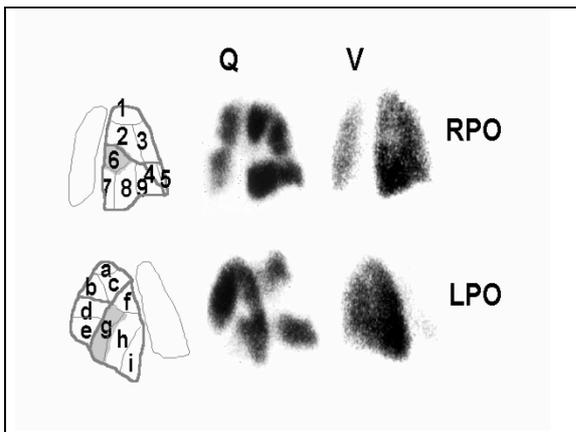
**PERFUSÃO Pulmonar Normal**

**Embolism/Embolus**



### Cintilografia V/Q Pulmonar

Vent	Perf	
		= Diagnóstico: Aparentemente Normal
		= Defeito Concordante: Infartos Prévios, Pneumonia Consolidada. Não TEP.
		= Defeito Não-Concordante: Afeta mais a Ventilação. Pneumonias iniciais.
		= Defeito Não-Concordante: Afeta mais a Perfusão → TEP.



### Estudos Fisiológicos em...

- Pneumologia
- Oncologia e Ortopedia

### Estudos Fisiológicos

■ Qual função está sendo estudada?

### Estudos Fisiológicos

■ Qual função está sendo estudada?

### Estudos Fisiológicos

- Qual a anormalidade observada?

### Estudos Fisiológicos em...

- Pneumologia
- Oncologia e Ortopedia
- Cardiologia

### Estudos Fisiológicos

Labels: Left brachiocephalic vein, Right brachiocephalic artery, Superior vena cava, Left common carotid artery, Left subclavian artery, Right atrium, Aortic arch, Epicardial fat pad surrounding coronary vessel, Normal branch of left circumflex artery, Conus arteriosus, Pulmonary trunk, Pericardium, Left atrial appendage (auricle), Right ventricle, Apex of heart, Lateral wall of left ventricle, Perforating vessel in myocardium.

Illustration by Patrick J. Lynch

### Estudos Fisiológicos

Labels: Left brachiocephalic vein, Right brachiocephalic artery, Superior vena cava, Left common carotid artery, Left subclavian artery, Right atrium, Aortic arch, Epicardial fat pad surrounding coronary vessel, Normal branch of left circumflex artery, Conus arteriosus, Pulmonary trunk, Pericardium, Left atrial appendage (auricle), Right ventricle, Apex of heart, Lateral wall of left ventricle, Perforating vessel in myocardium.

Illustration by Patrick J. Lynch

### Estudos Fisiológicos

- Qual função está sendo estudada?

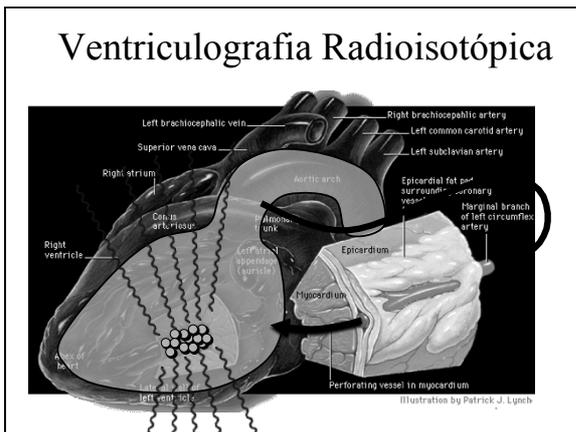
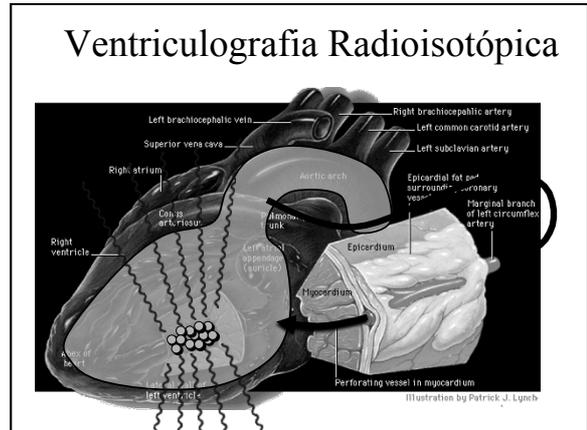
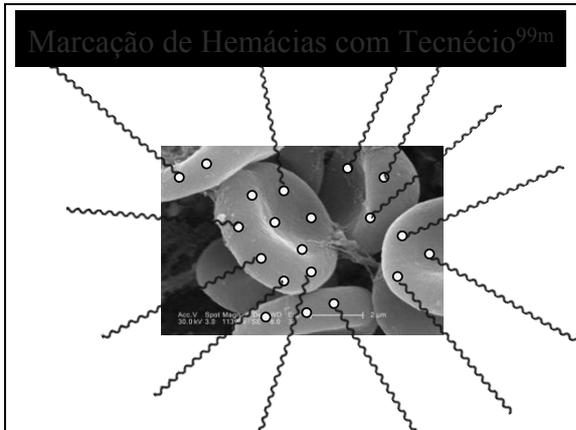
PLANAR SCINTIGRAPHY CAMERA (GAMMA CAMERA)

Labels: Digital processing, Preamplifiers, Photomultiplier, Sodium iodide crystal, Collimator, Patient's heart with radioactive imaging agent, Planar Myocardial Perfusion Image - Anterior View, RA, LV, RV.

### Estudos Fisiológicos

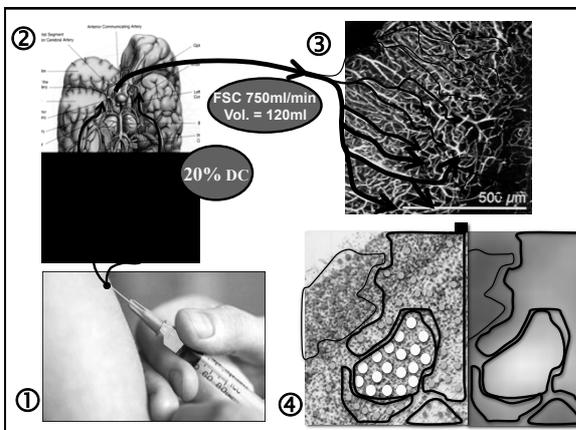
- Qual função está sendo estudada?

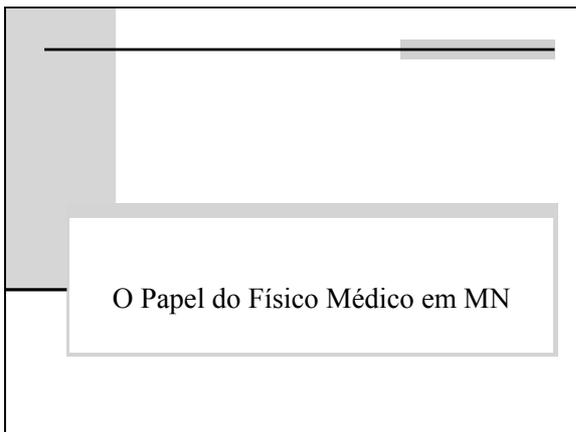
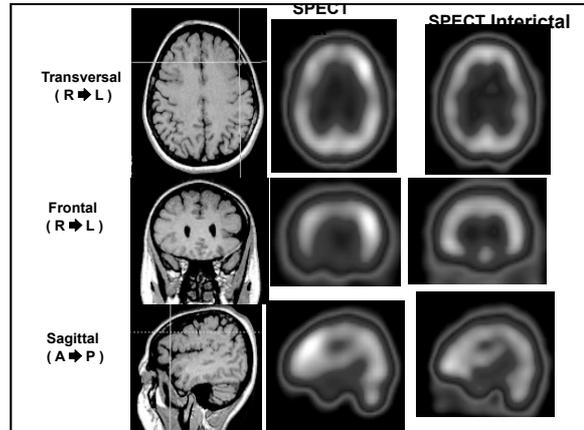
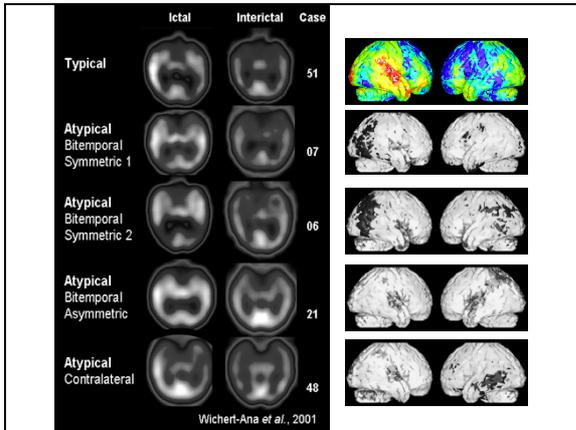
Labels: Normal, Anomalous, Discinesia Apical (Aneurisma)



### Estudos Fisiológicos em...

- Pneumologia
- Oncologia e Ortopedia
- Cardiologia
- Neurologia e Psiquiatria





### O Papel do Físico em MN

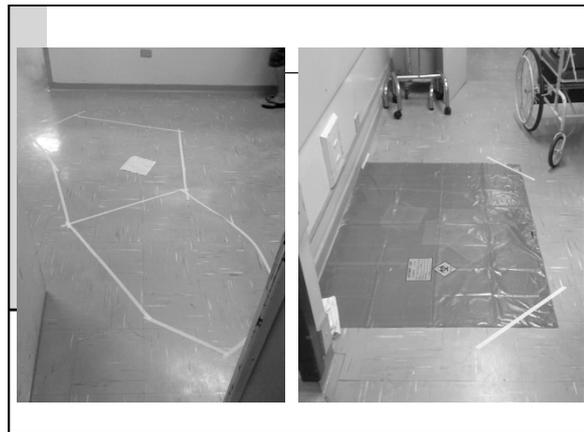
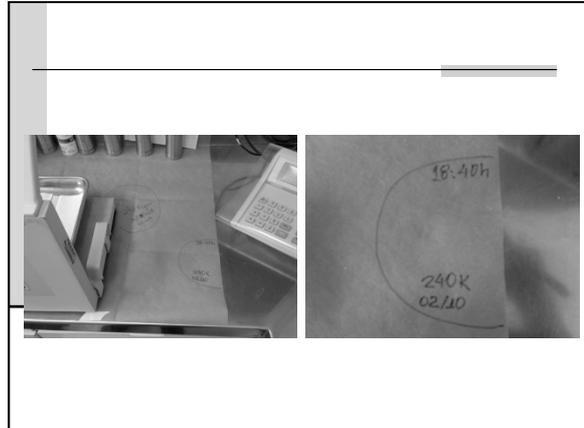
- Supervisão de Radioproteção
- Controle de Qualidade de Equipamentos
- Gerenciamento de Rejeitos
- Auxílio Burocrático na Licença para o Funcionamento do Serviço de MN.

### Dosimetria Individual e Ambiental

- Dosímetros em Filmes: **FILME Pulso**
- Dosímetros de Pulso: **NEUTRONS Ciclotrons**
- Dosímetros (TLD) (Termoluminescência) **TLD Ambiental TLD Pulso**

### Instrumentos de Medição da Radiação

- Contador Geiger-Müller**
- Câmara de Ionização (Survey Meter)**
- Canetas Dosimétricas**
- Contadores de Doses**



## Calcular e Instalar Blindagens

- **Radiação Alfa** (Partícula Carregada +): Folha fina de papel;
- **Radiação Beta** (Partícula Carregada -): Folha fina de alumínio ou madeira;
- **Radiação Gama** (Onda Eletromagnética): chumbo, aço ou concreto.
- **Neutron** (Partícula Não Carregada): Plástico, Boro.
- **Elétrons**: Geralmente não necessário.



## Conclusões