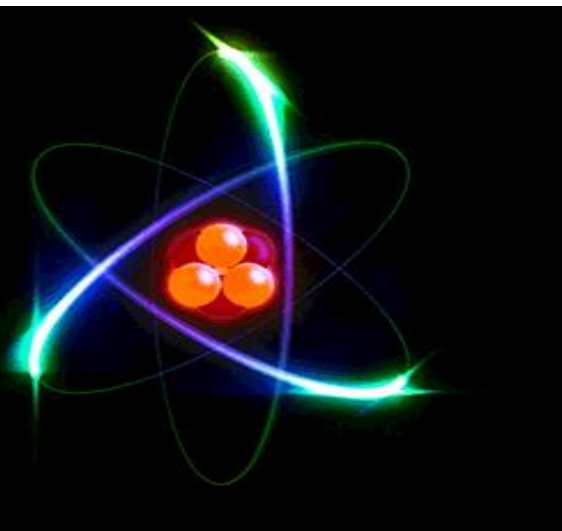


Universidade de Brasília – UnB
Hospital Universitário de Brasília - Ebserh
Unidade de Medicina Nuclear

Medicina Nuclear & Radiofarmácia

“Fundamentos Básicos – Plano de Educação Continuada”



PhD. Hugo Campos
Pós-Doutor em Ciências da Saúde

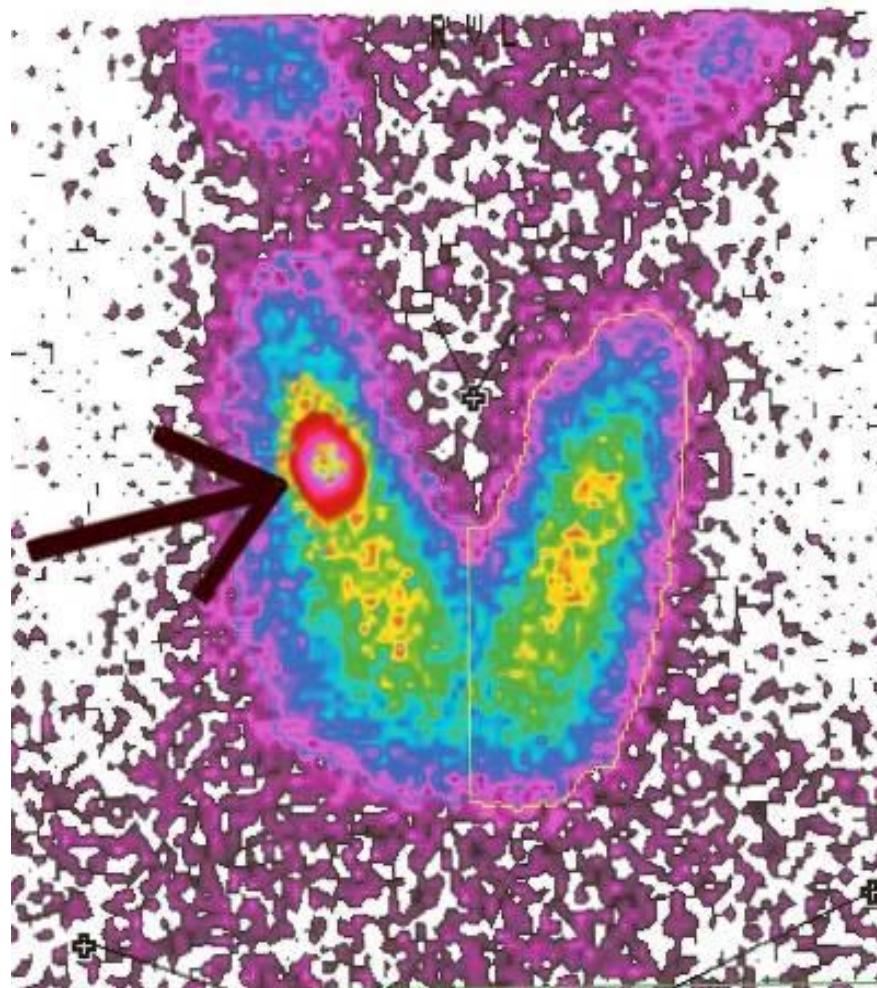
Brasília, 2019

OBJETIVO

The background of the slide features a stylized, isometric illustration of a nuclear medicine department. In the upper right, a patient is lying on a table inside a large circular PET scanner. A female technician in a white lab coat stands by the table. In the lower foreground, a male doctor in a white lab coat is seated at a desk, looking at a computer monitor. The monitor displays a brain scan image. The overall scene is rendered in a light, muted color palette.

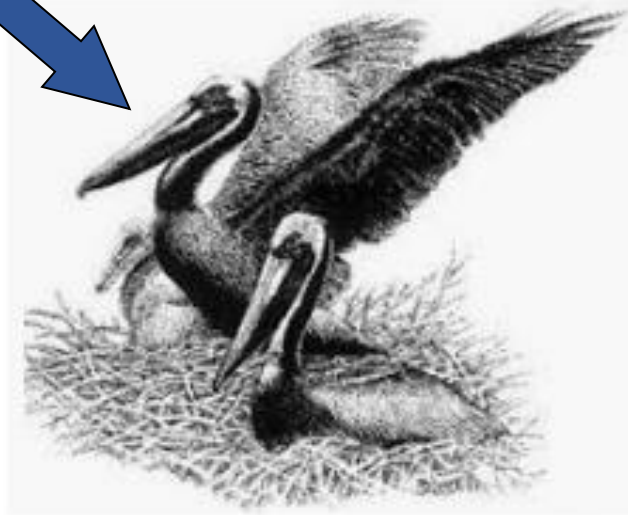
- Ressaltar a importância e particularidades da Medicina Nuclear como ferramenta de diagnóstico e de terapia;
- Fornecer informações sobre a radiofarmácia e o uso seguro dos radiofármacos/Radioisótopos, bem como Marcação e Controle de Qualidade;
- Discutir procedimentos e formas de evolução permanente da equipe de trabalho;
- Contribui diretamente para a discussão e na melhoria do serviço de Medicina Nuclear.

1 - Medicina Nuclear



Diagnóstico precoce, estadiamento e controle evolutivo de muitas doenças, bem como o tratamento.

1.2 – Fornecedores



Site de Logística Pelicano
Sistema AGHU/Ebserh



1.3 – Regulação



*Conselho
Federal de
Farmácia*



Documento que comprove a designação do titular como responsável legal da instalação (Superintendente)

documento que comprove a designação do médico nuclear como responsável técnico da instalação, em conformidade com art. 4 inciso IV alínea a da norma CNEN-NN-3.05/2013

Só 6% dos serviços de medicina nuclear são públicos, segundo dados da SBMN

1.4 – Radioproteção



O supervisor de radioproteção deve elaborar e implantar o Plano de Radioproteção.



Documento (Contrato de trabalho ou equivalente) que comprove a designação do supervisor de radioproteção (especificando nome e carga horária semanal) em conformidade com art. 10 da norma CNENNN-3.05/2013



1.5 – Proteção Radiológica



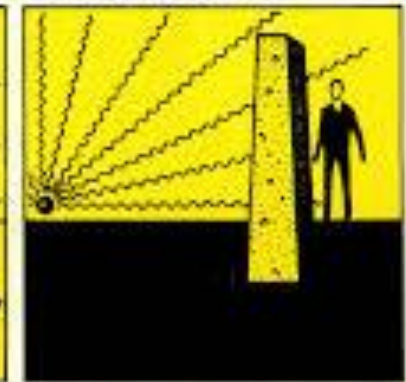
Tempo



Distância



Blindagem



Como o tempo, a distância e a blindagem afetam a dose

1.6 – Testes de Qualidade

Gama-Câmara

Testes Diários

Teste Semanal

Testes Mensais

Testes Semestrais

Anual

Inspeção Geral

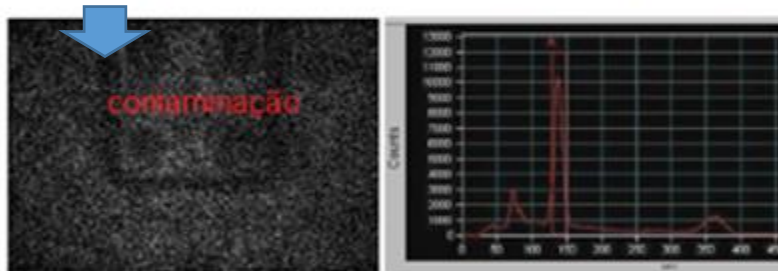
- Avaliação do estado físico dos colimadores.
- Avaliação da carenagem, cabos, maca de exame.
- Temperatura e umidade da sala de exame.

Radiação de Fundo - BG

(Deve ser Homogênea / não Gradeado)

Radiação de Fundo maior que normal (aparece artefato).

Avaliar a interferência da radiação de fundo nos exames de rotina por meio de imagem, verificação do espectro ou da taxa de contagem. Pode ser realizada com ou sem colimador dependendo da aquisição da imagem de uniformidade ser feita com ou sem colimador.



o espectro não deve conter fotopicos

Imagem exótica (à esquerda) produzida durante os testes operacionais diários de uma gama câmara mostrando a radiação de fundo, não homogênea. À direita, espectro obtido mostrando que, além da fonte de teste (Tc-99m) também havia uma fonte de referência de I-131 nas proximidades do detector.

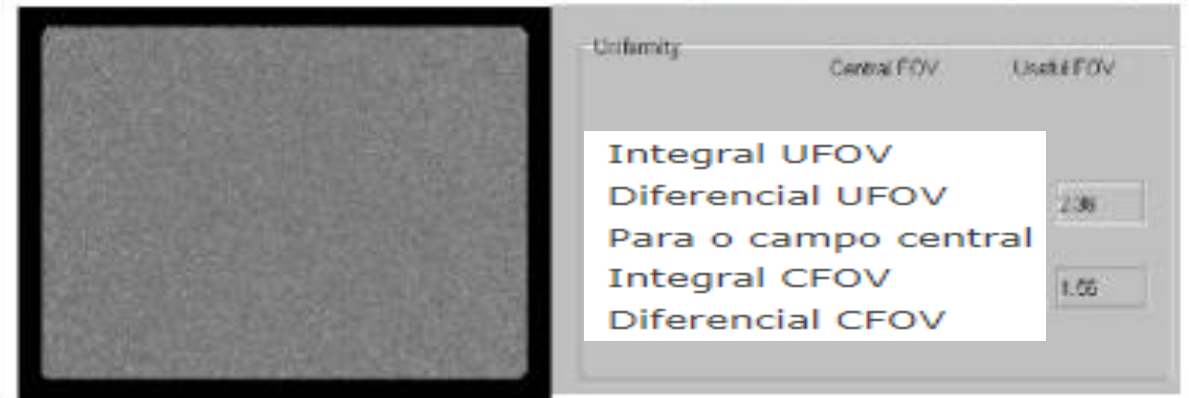
Uniformidade Intrínseca

Avaliar a resposta a uma fonte de radiação que irradie uniformemente o detector que deve então produzir uma imagem também homogênea

$$\text{Uniformidade} = 100 \times \frac{p_{\text{máx}} - p_{\text{mín}}}{p_{\text{máx}} + p_{\text{mín}}}$$

cálculo de contraste

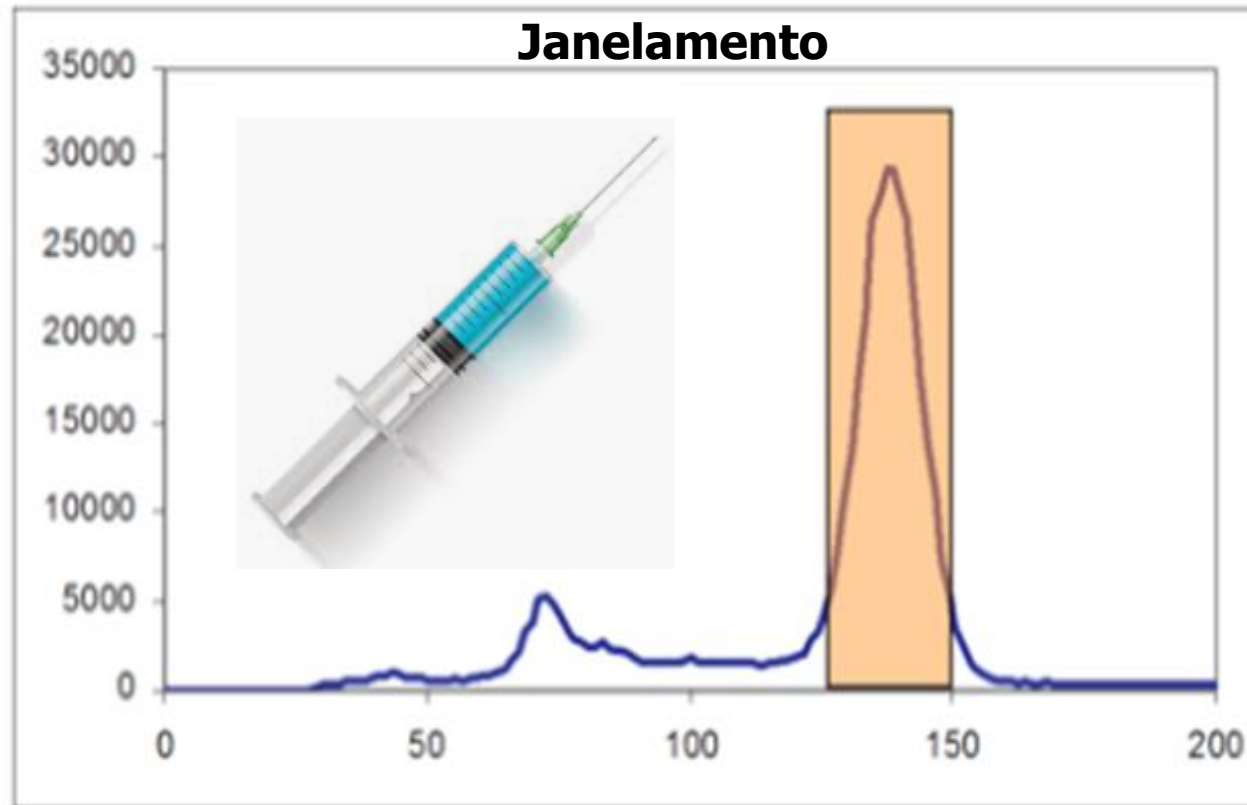
p_{mín} é a menor contagem
p_{máx} é a maior contagem



Para o campo útil (95% do campo de visão intrínseco - FOV - Field of view)

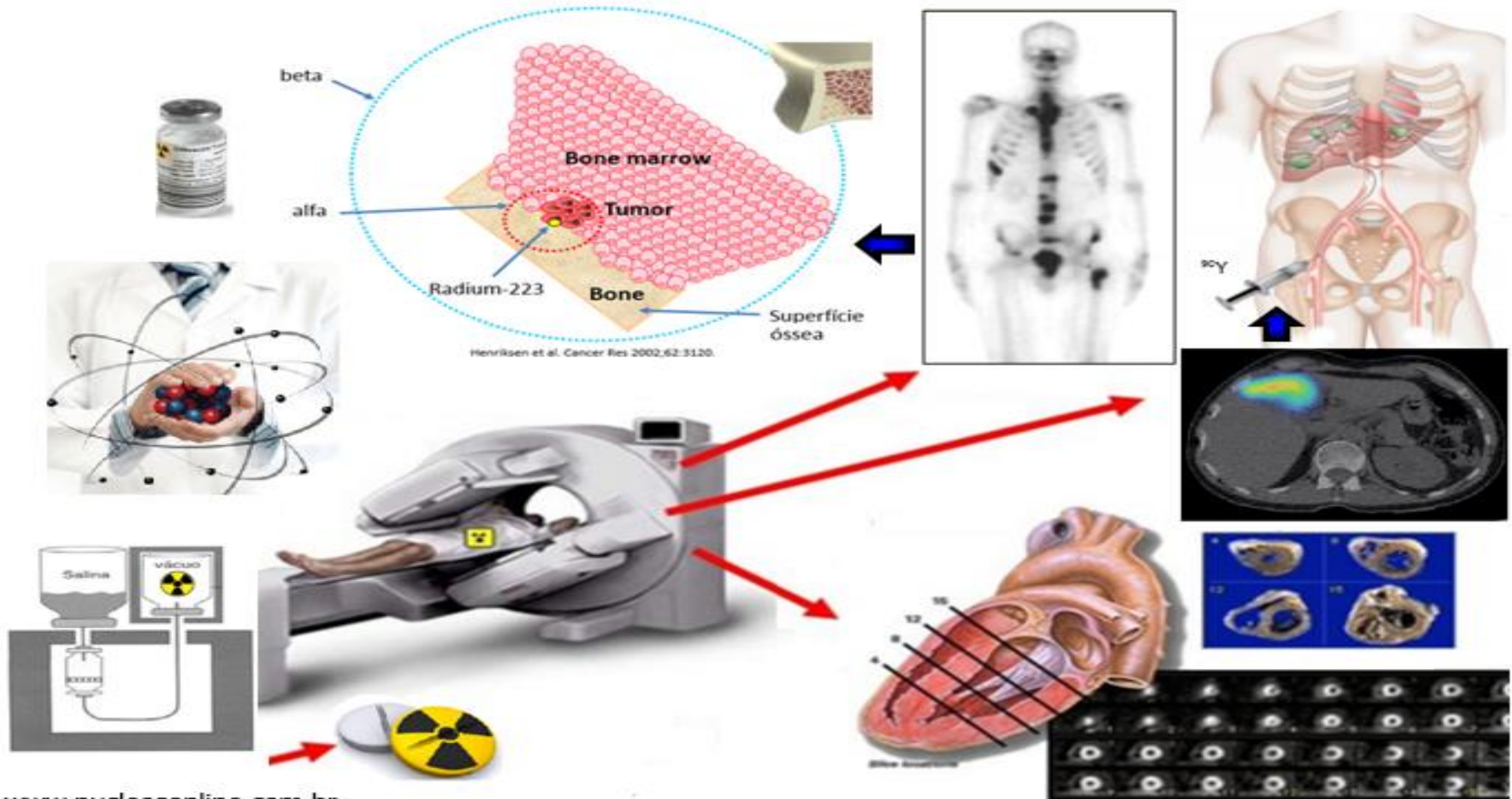
1.7 – CQ DIÁRIO

Avaliação da centralização da janela de energia para o tecnécio

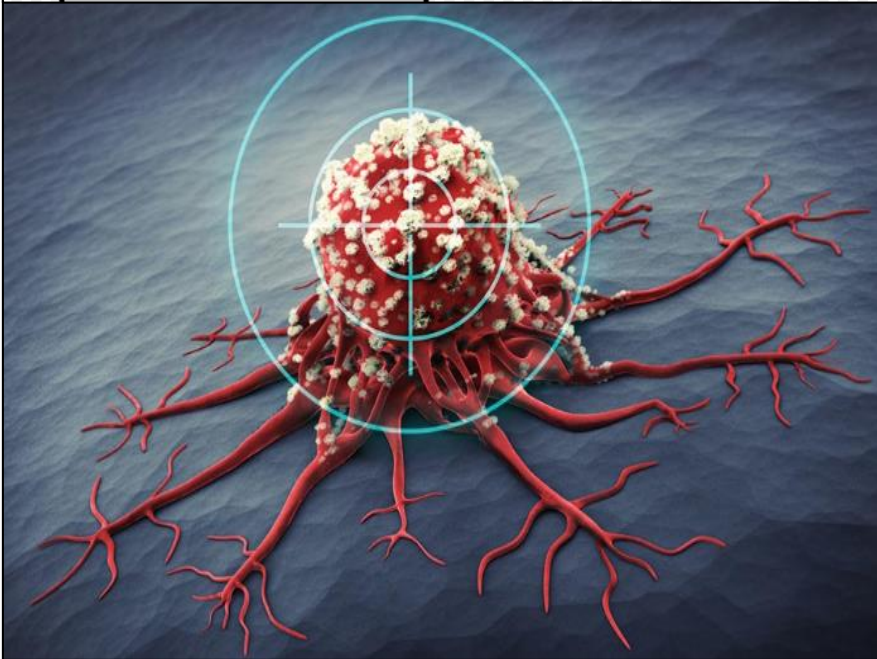
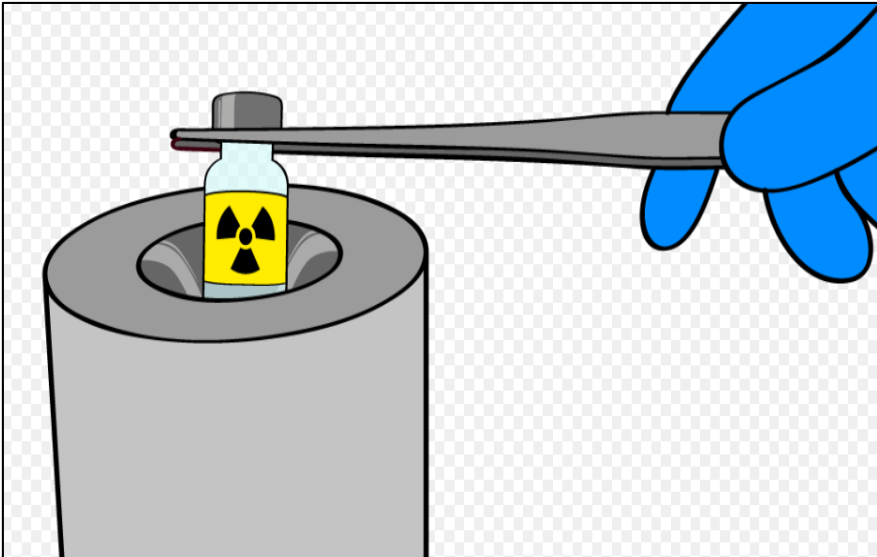


Espectro de uma fonte de Tc-99m com janela centralizada (região laranja) de 15% (7,5 % para cada lado) do centro de 140 keV do fotopico.

2.1 – Cintilografia Diagnóstico



2.2 – Radionuclídeos Tratamento

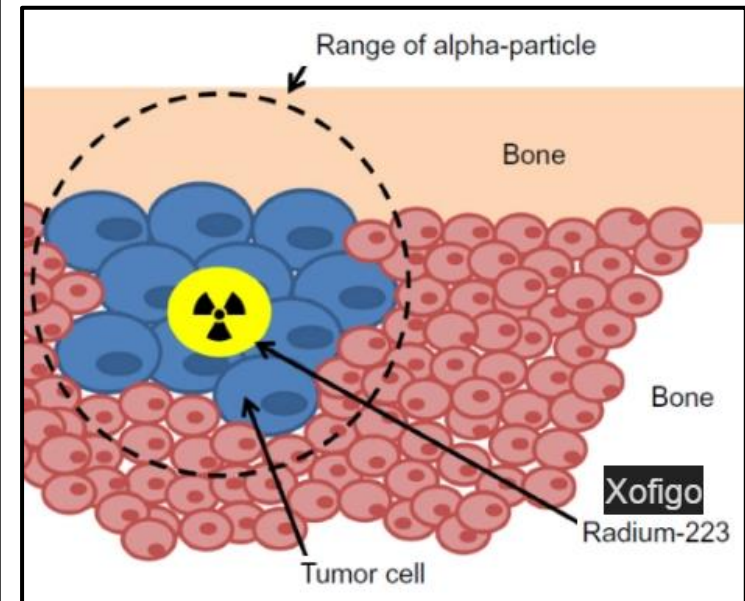
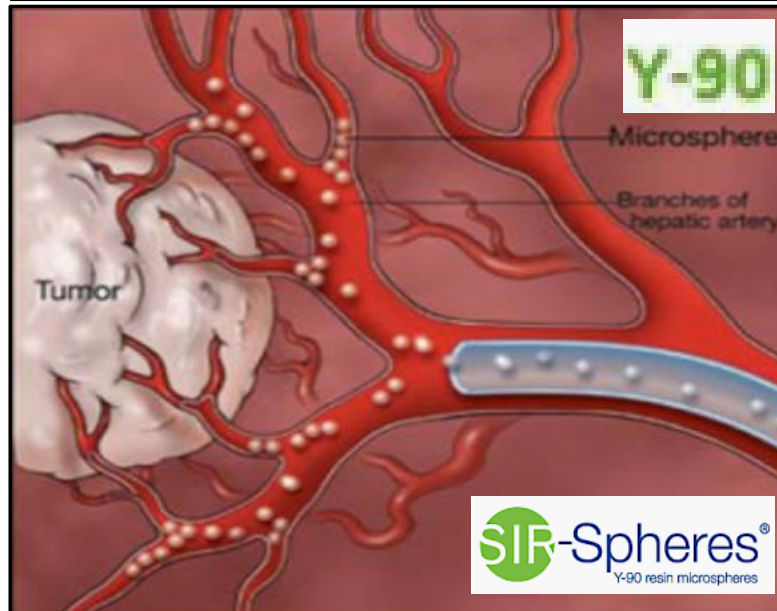


TERAPIA COM RADIOISÓTOPOS

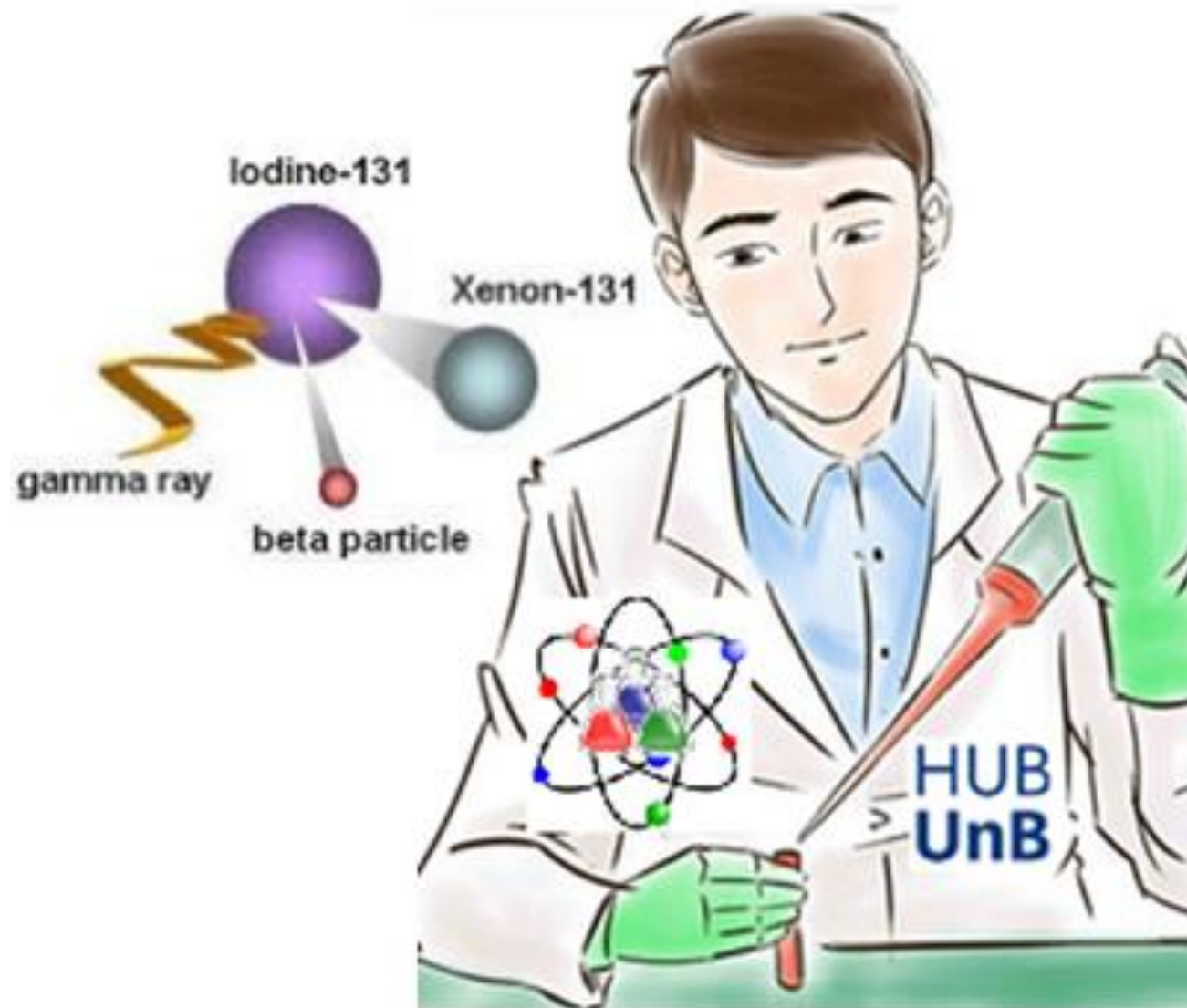
- › Tratamento com MIBG
- › Tratamento de Câncer da Tireóide
- › Tratamento de Câncer de Próstata com Metástases Ósseas com Rádio 223 (Xofigo)
- › Tratamento de Hipertireoidismo-Bócio Nodular Tóxico (Graves)
- › Tratamento de Hipertireoidismo-Bócio Nodular Tóxico (Plummer)
- › Tratamento de Metástases Hepáticas com Microesferas de Resina de Ítrio-90 (SIR-Spheres®)
- › Tratamento de Metástases Ósseas com Samário 153
- › Tratamento de Tumores Neuroendócrinos

OBS: Sm paliativo para dor óssea
⁹⁰Y: Radiosinuectomia (artrite)

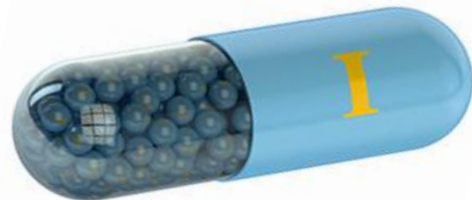
Terapia com Lutécio-¹⁷⁷Octreotato



3 - Radiofarmácia



3.1 – MANIPULAÇÃO E DOSES



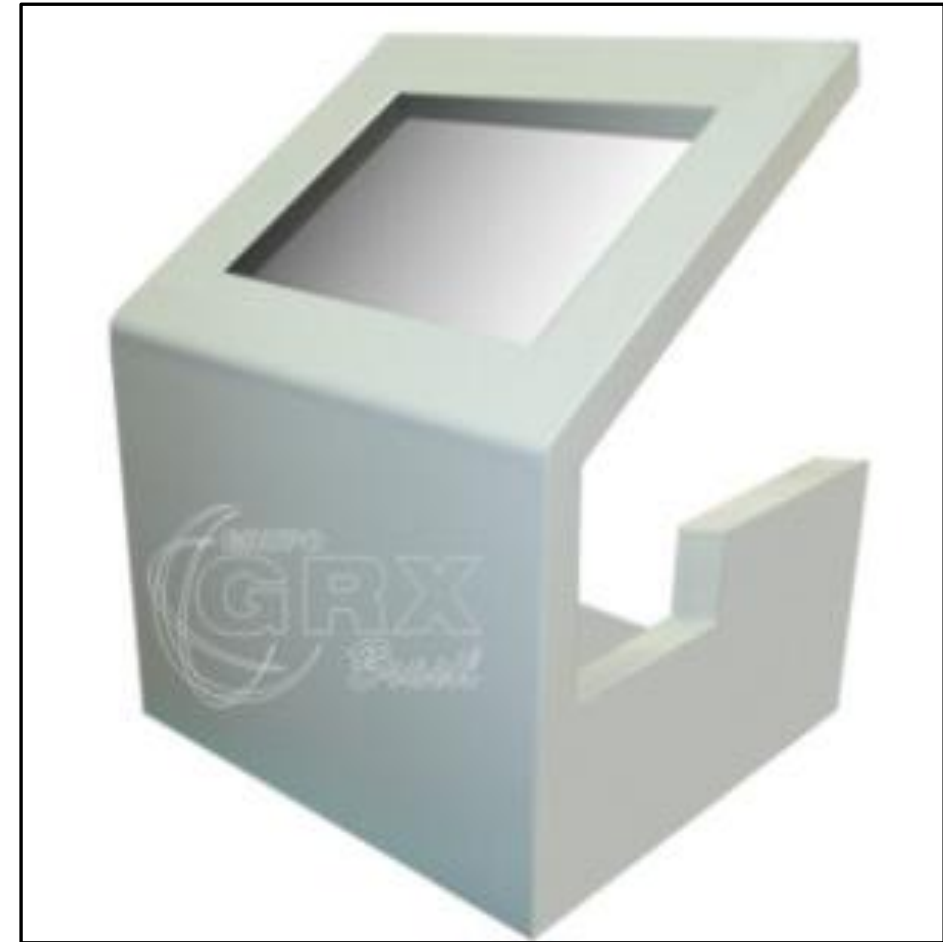
3.2 – Rotina e Procedimentos



Radioproteção

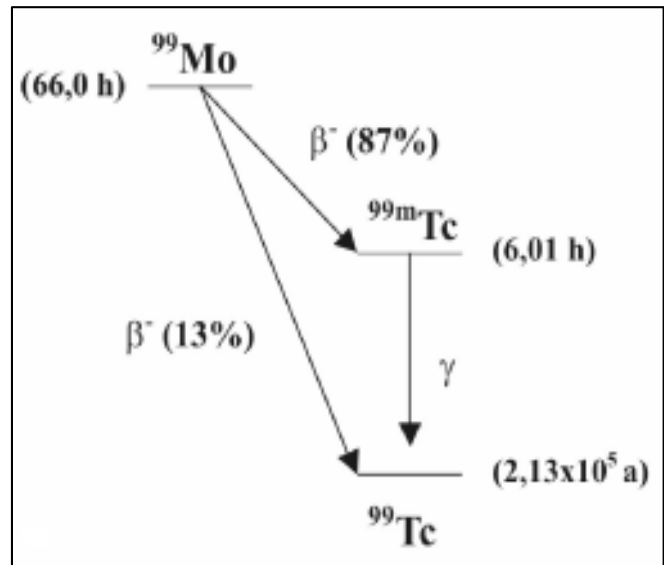
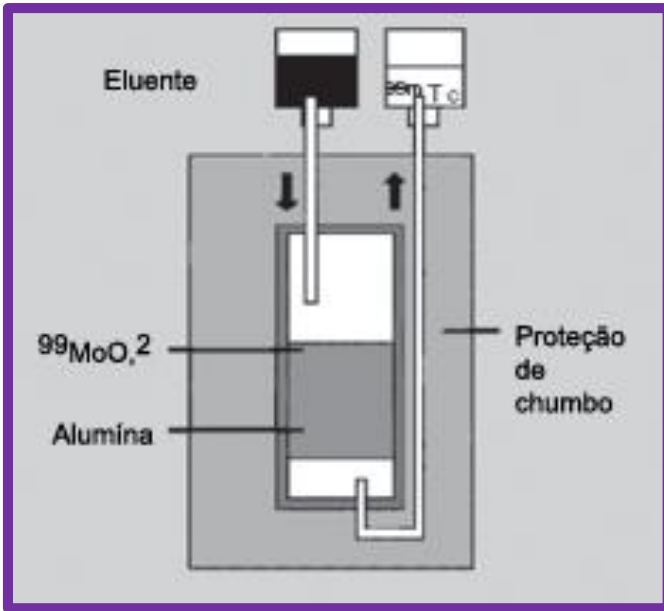


Aferição do Curiômetro & Registros



Anteparo L com visor plumbífero

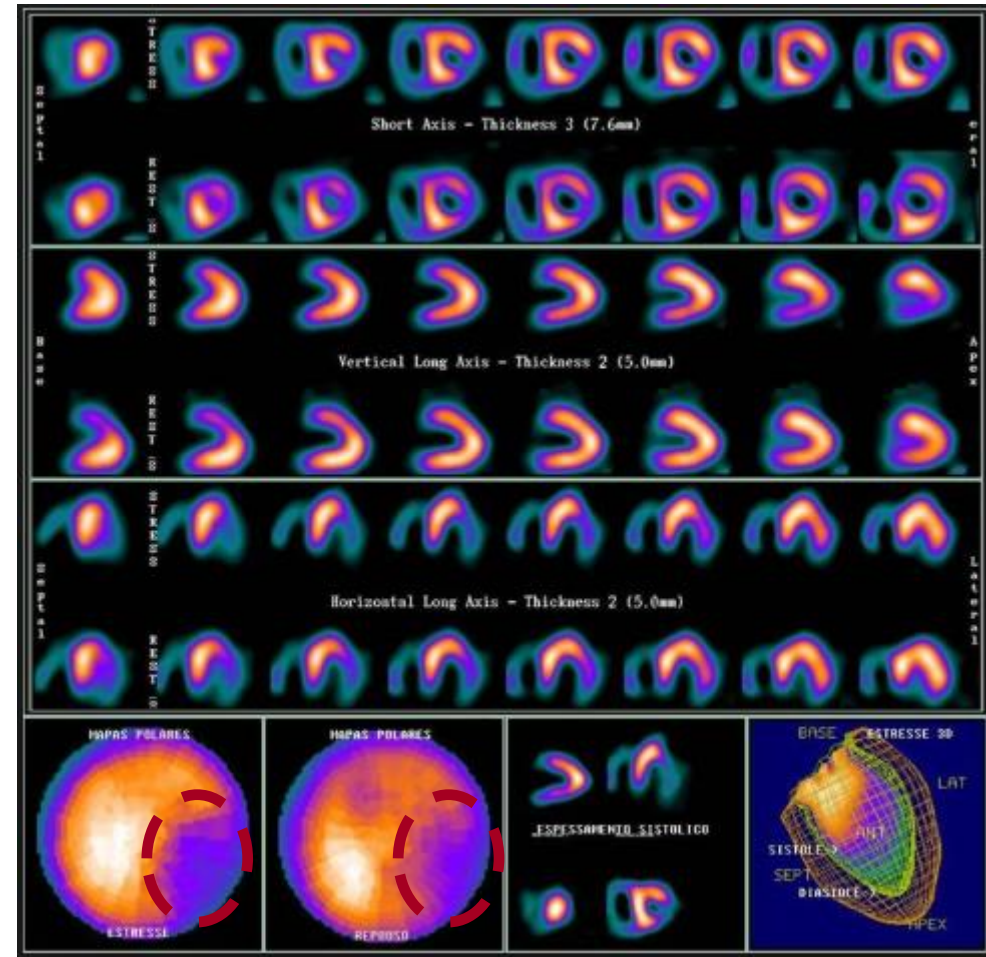
3.3 – GERADOR ^{99m}Tc Livre



3.4.1 – Marcação dos Kits

MIBI (Coração e PT)

Infarto + Isquemia (Perfusão Miocárdio)



STRESS

REPOSO

3.4.1.2 – Marcação dos Kits

MIBI (Coração)

- **PU** (1ªD Repouso e 2ªD **3xActiv. Stress**)

Observações importantes:

- Suspende Medicação Ex: β -bloqueador (Esteira - FC Max)
- Omeprazol Ex: (Captação de estômago)
- Dipiradamol (Farmacológico) – Calcular Dose/Peso ml/min.
- Dobutamina (Farmacológico) – Calcular...
- Aminofilina (Antagonista)
- Beber líquido e comer algo (Distribuição e Captação).

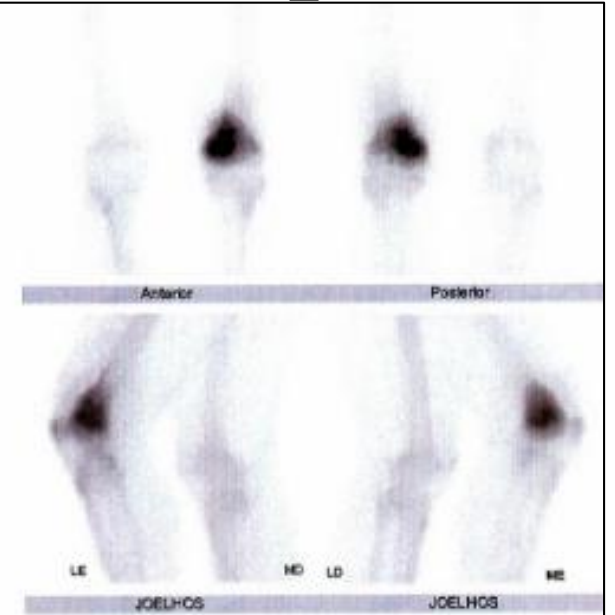
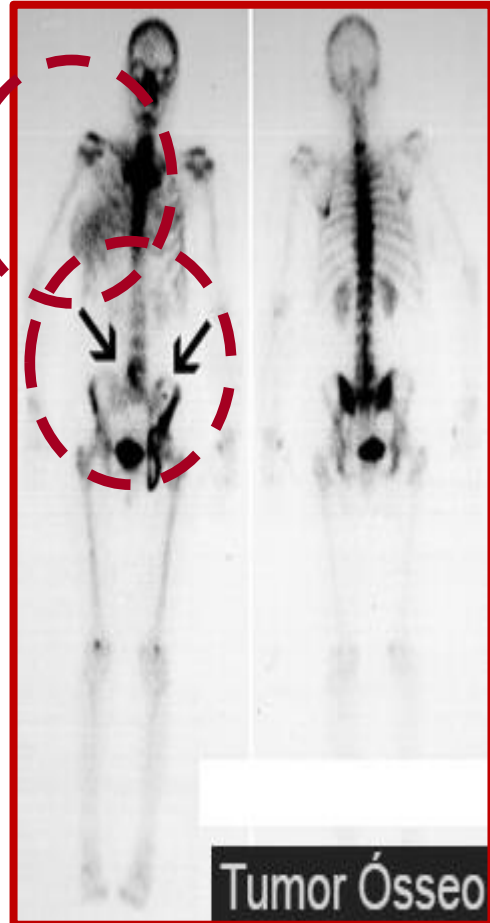


3.4.2 – Marcação dos Kits

MDP (Óssea)



CA MAMA

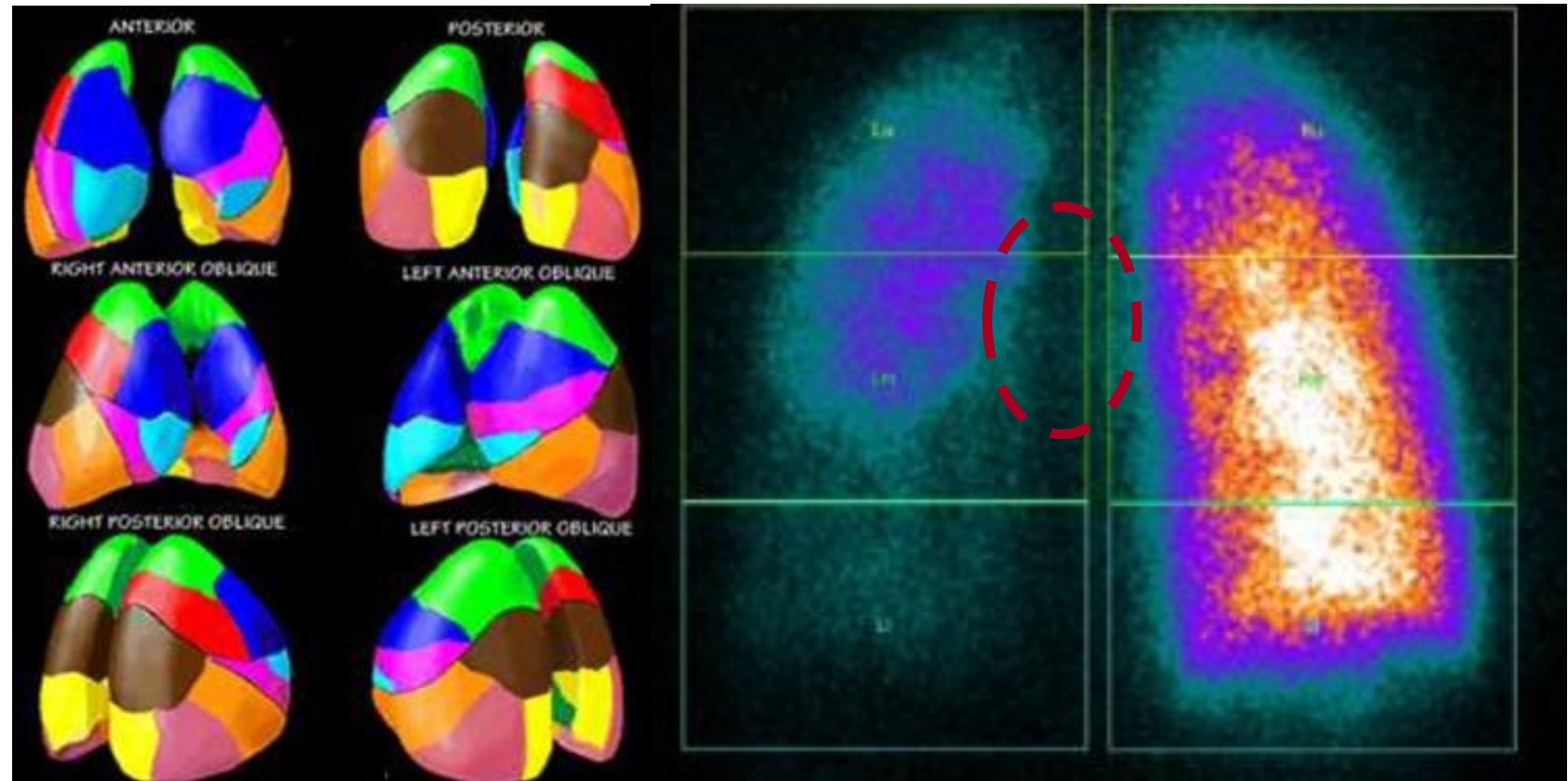


OSTEOSSARCOMA

Tumor Primário
Fluxo, Equilíbrio e Tardia
(Cintiligr. Trifásica)

3.4.3 – Marcação dos Kits

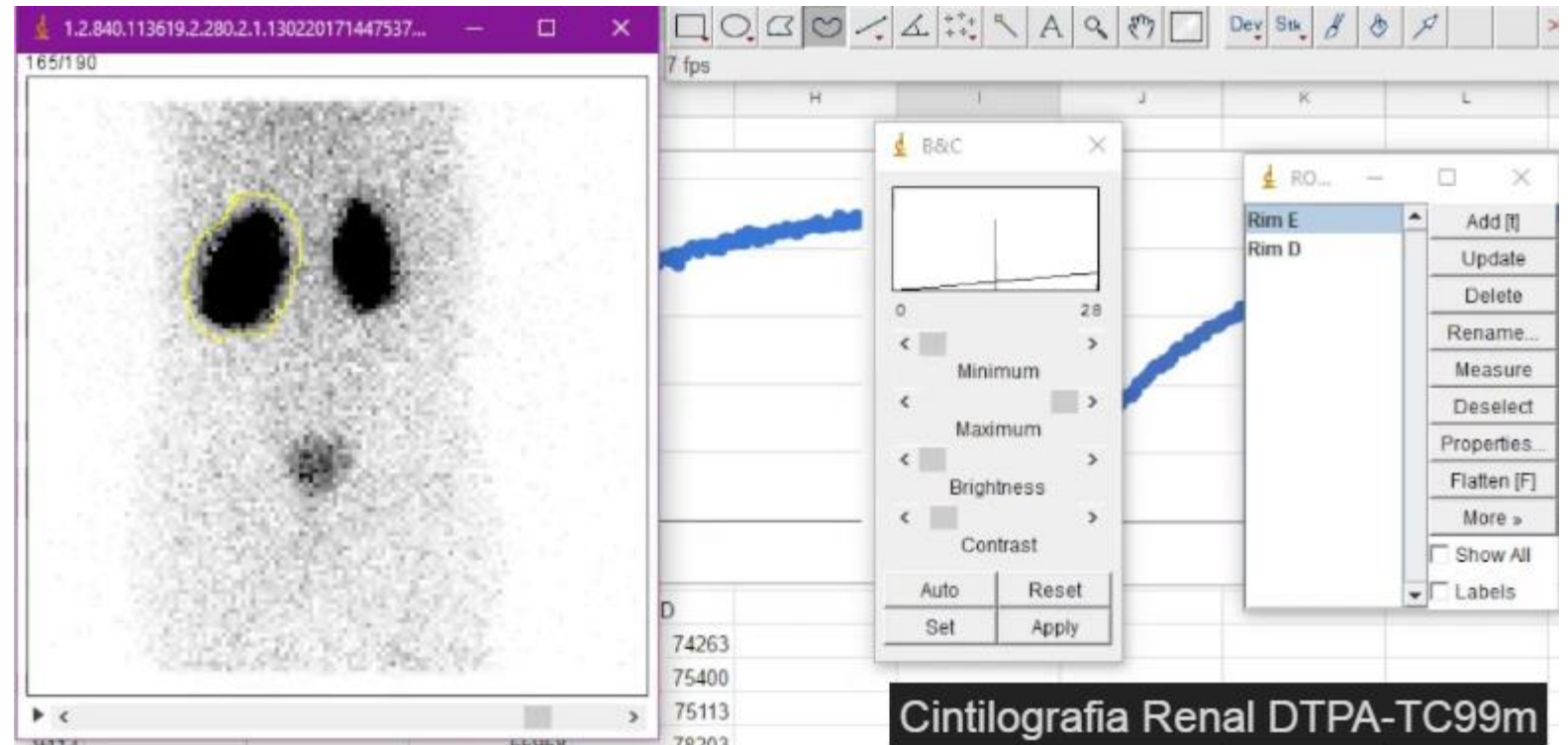
MAA - Pulmonar



Tumor comprimindo vaso ?

3.4.4 – Marcação dos Kits

DTPA – “Dinâmica”



OBSERVAÇÃO: Dose Adulto e Criança (fluxo).
Captopril (aferir pressão)

3.4.5 – Marcação dos Kits

DMSA – “Estática”



OBSERVAÇÃO

- Tempo de Retorno
- Tempo Exame Dtpa/DMSA
- Dose Adulto
- Dose Criança
- Ajuste de Dose (bebezinho)...
- Questionário (único rim / transplantado)

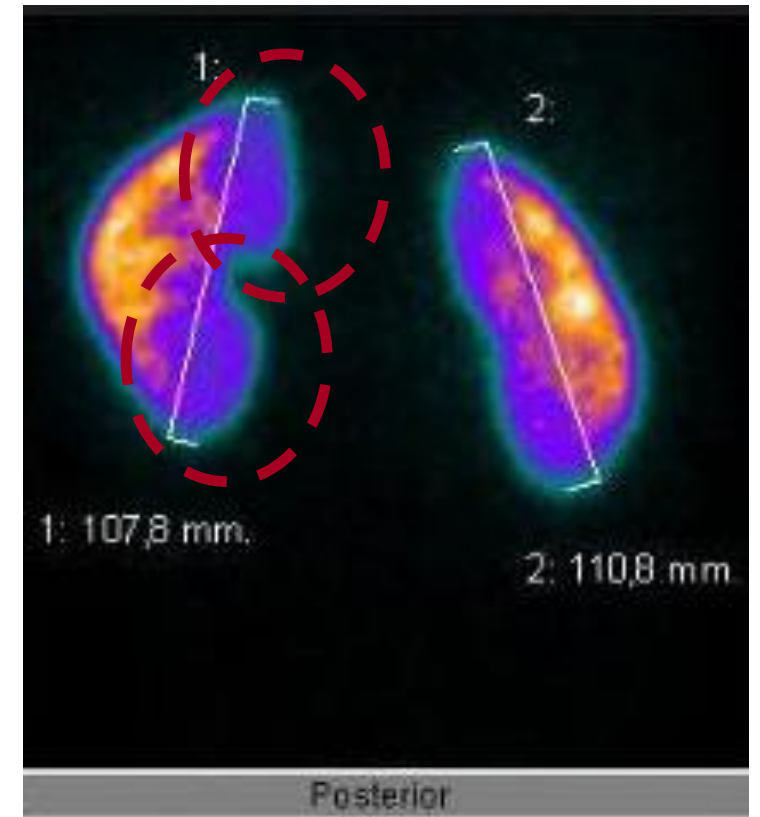
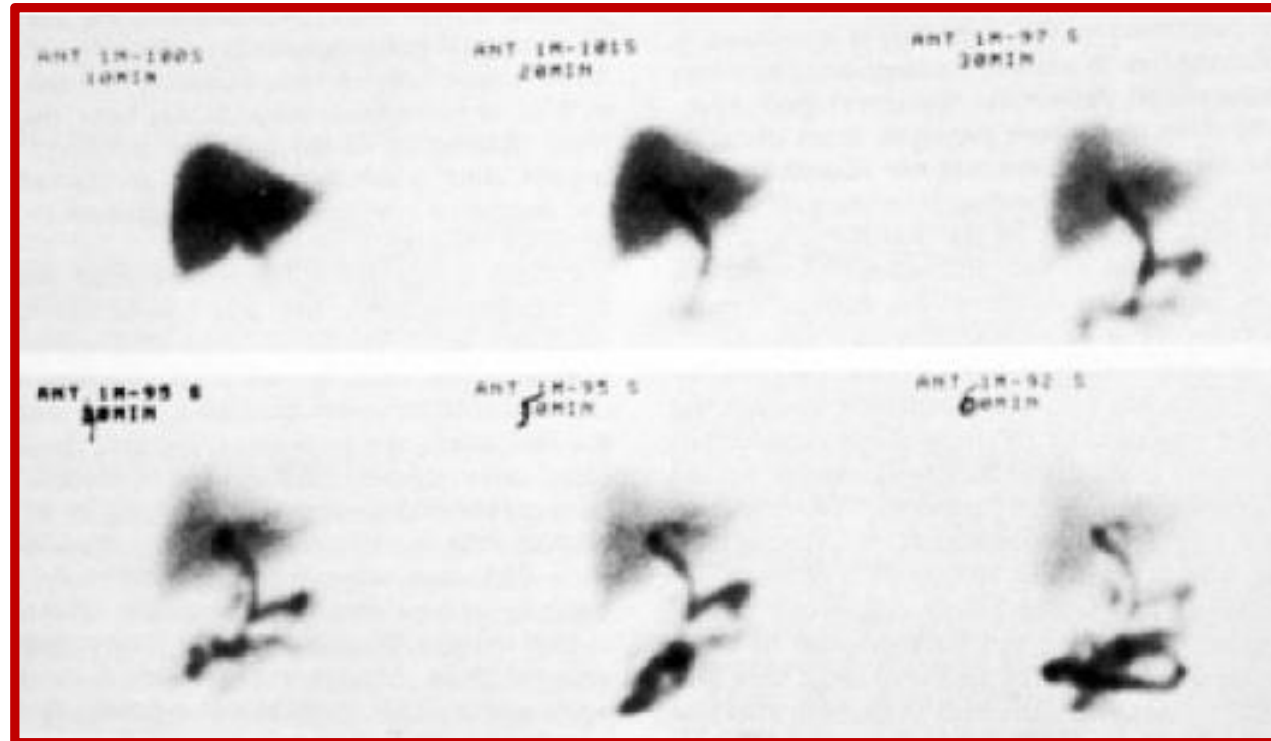


Imagem do córtex renal com DMSA.

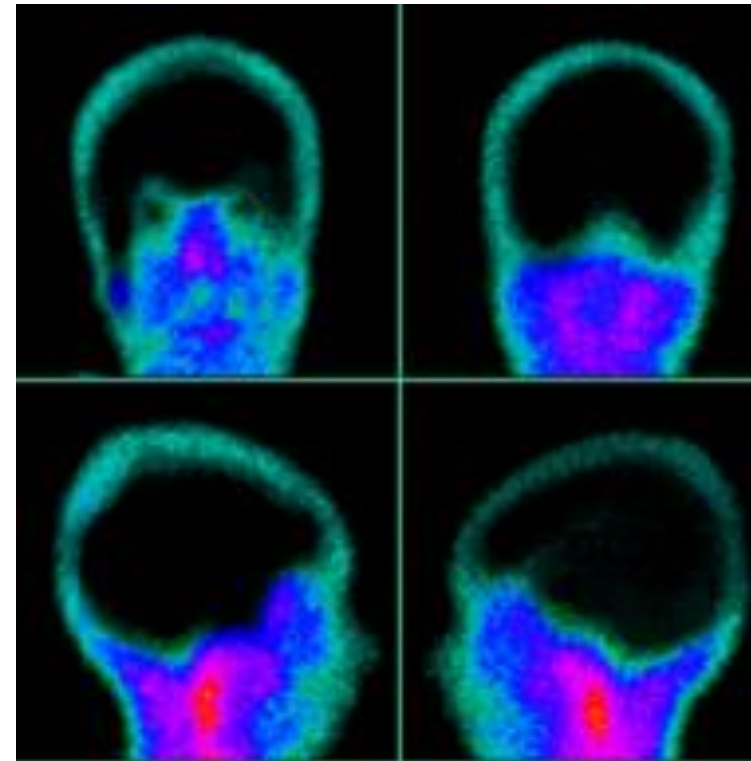
3.4.6 – Marcação dos Kits

DISIDA – “Vias Biliares”



3.4.7 – Marcação dos Kits

ECD - Cerebral



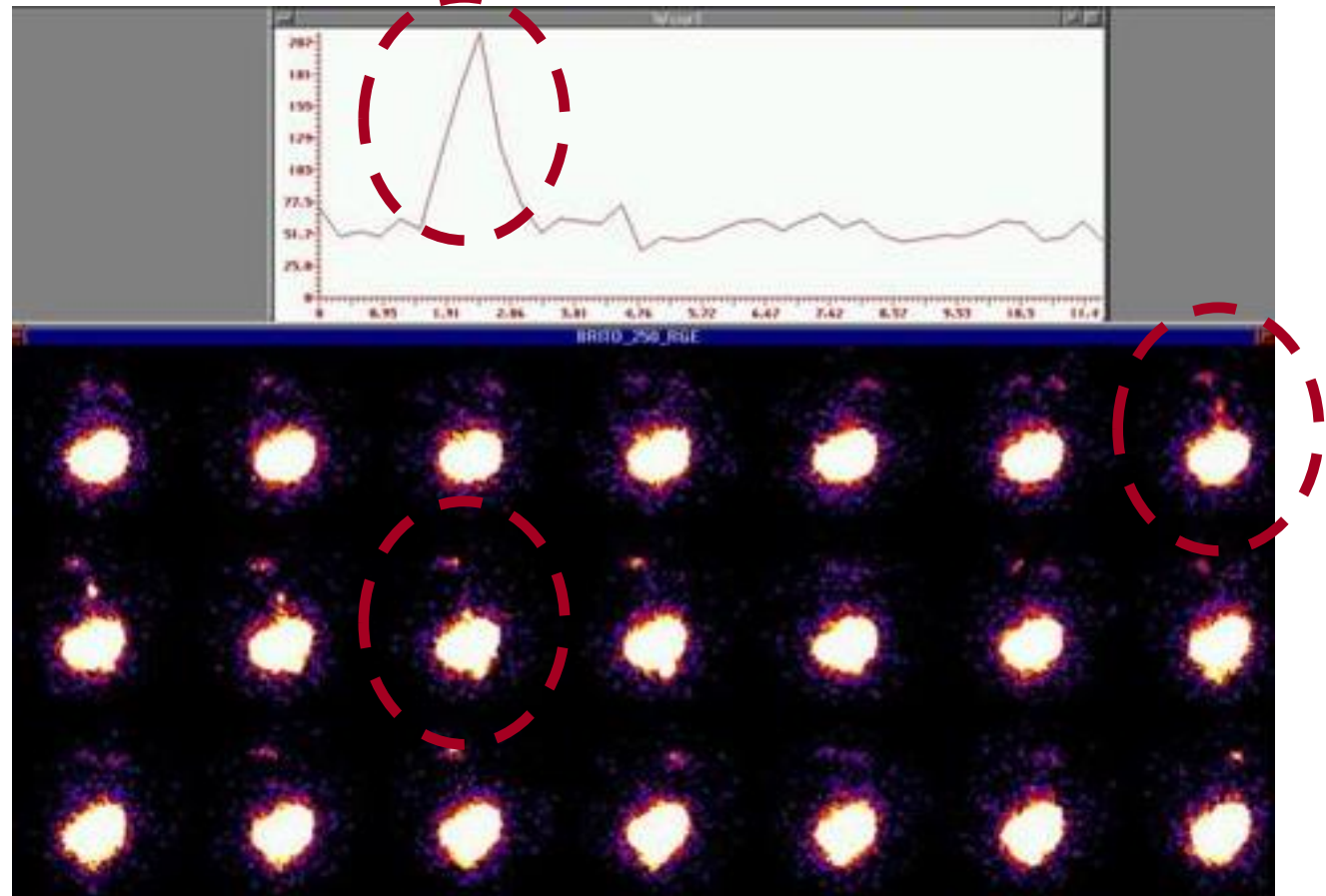
3.4.8 – Marcação dos Kits

FITATO - Linfo



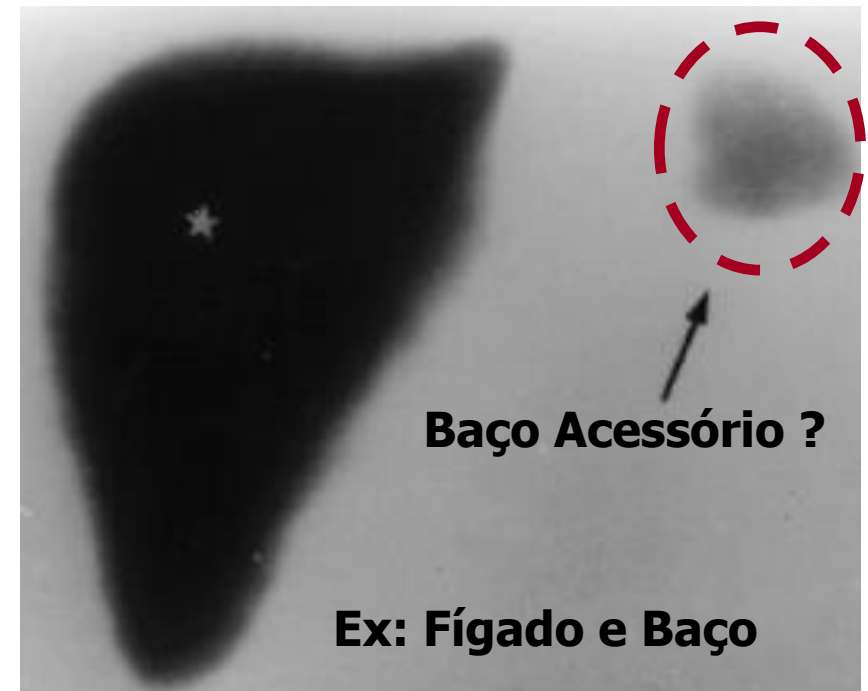
3.4.9 – Marcação dos Kits

FITATO - RGE



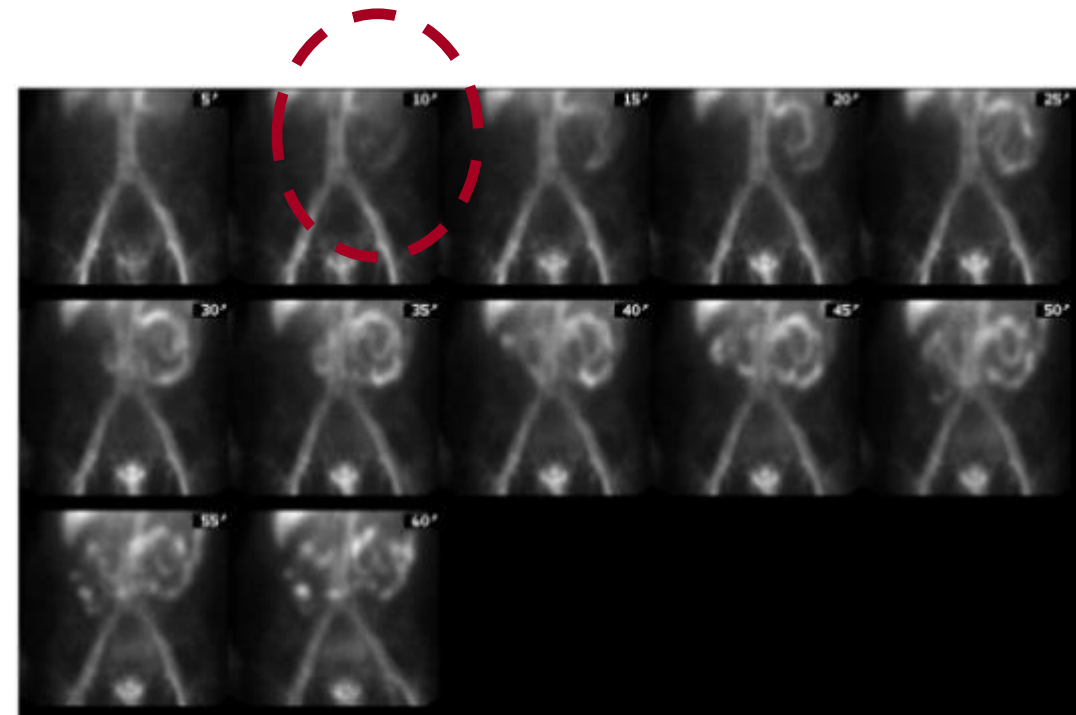
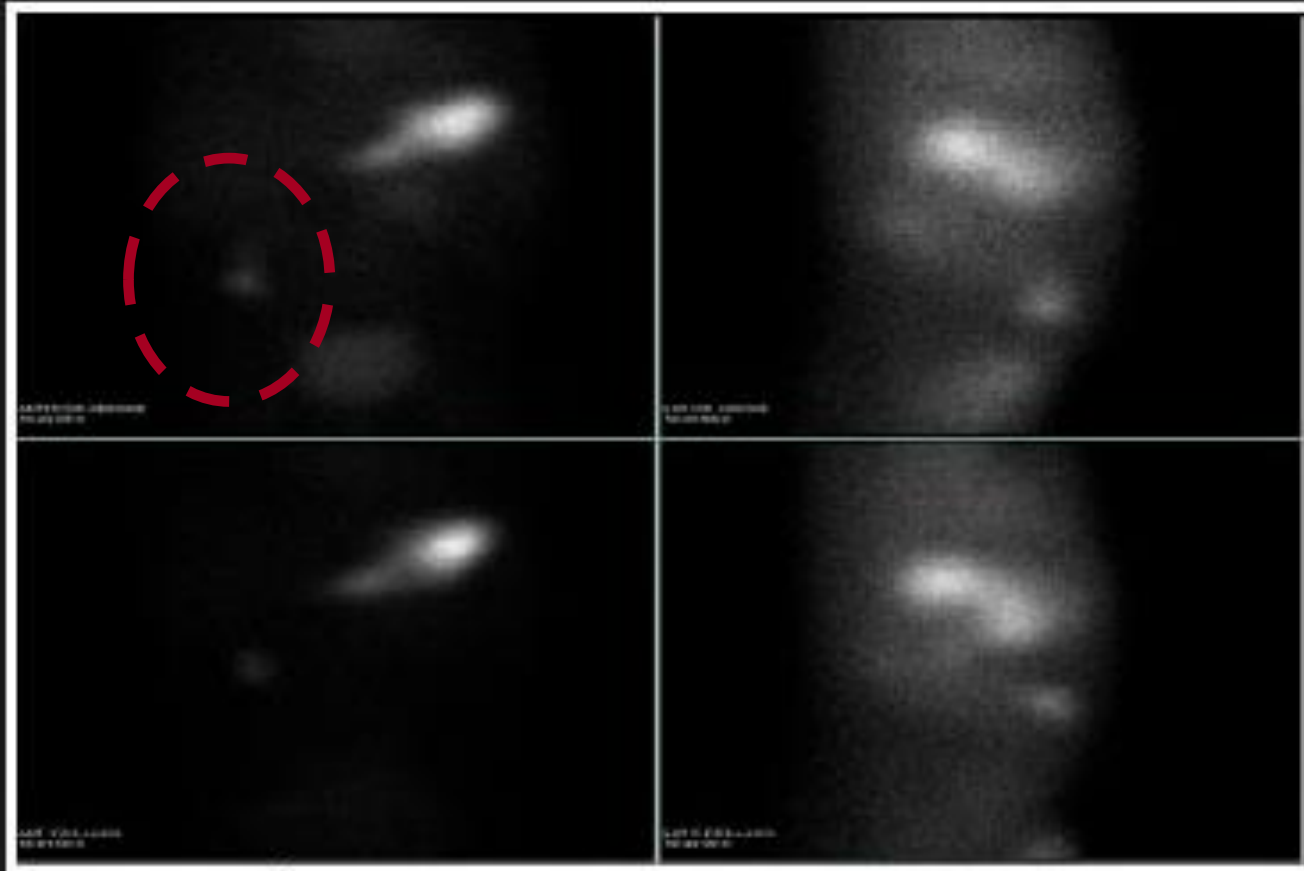
3.4.10 – Marcação dos Kits

Estanho - Coloidal

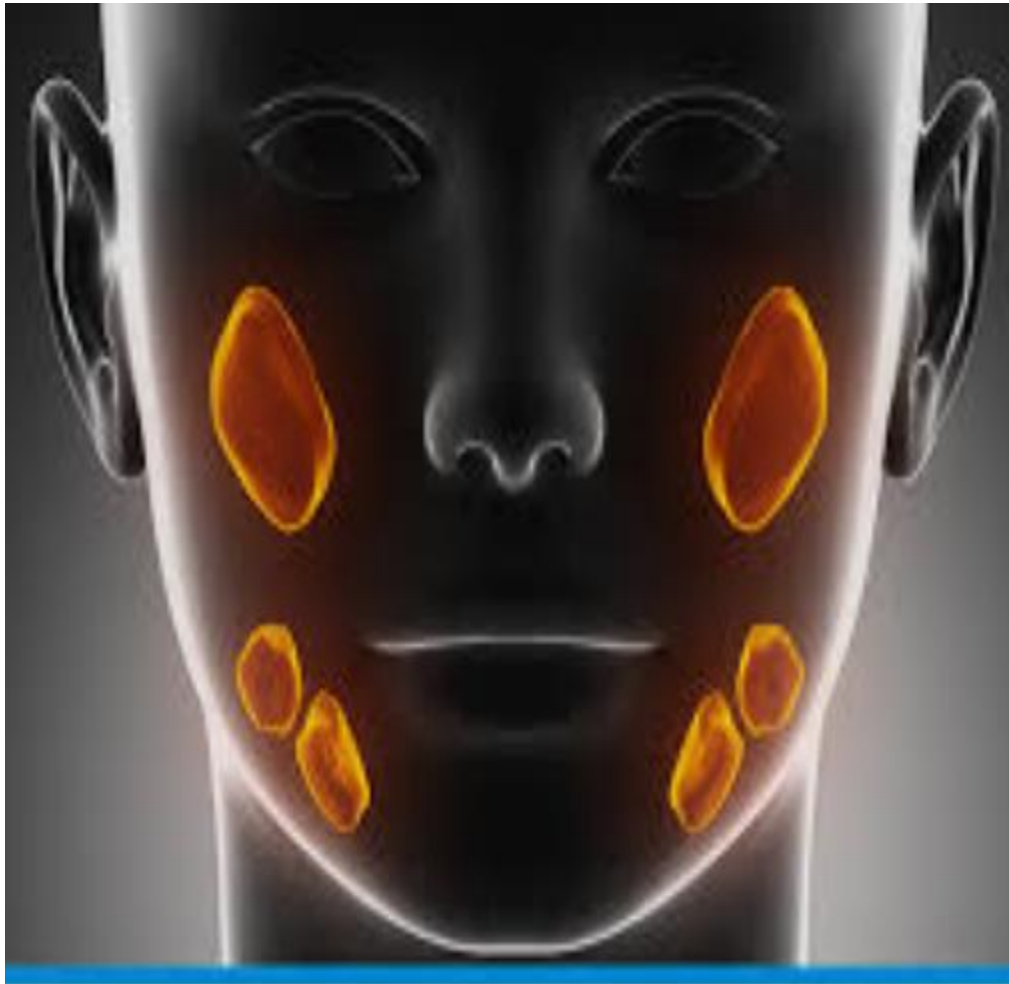


3.4.11 – Pirofosfato

Cintilografia com hemácias marcadas



3.4.12 – Tecnécio Livre

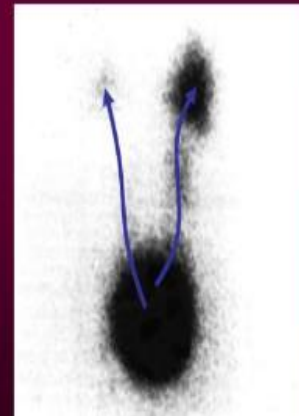


Cintilografia das glândulas salivares

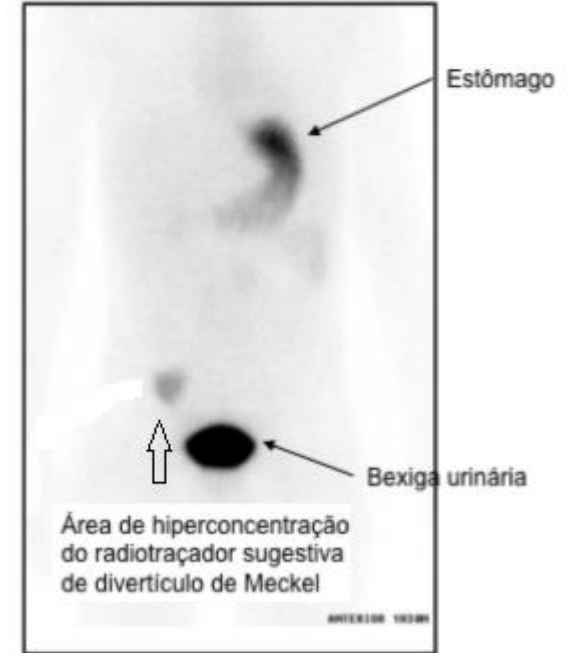
CISTOCINTILOGRAFIA DIRETA

Análise:

- fase de enchimento (refluxo passivo)
- fase de esvaziamento (refluxo ativo)



Cintilografia com pertecnetato de sódio-^{99m}Tc Imagem estática



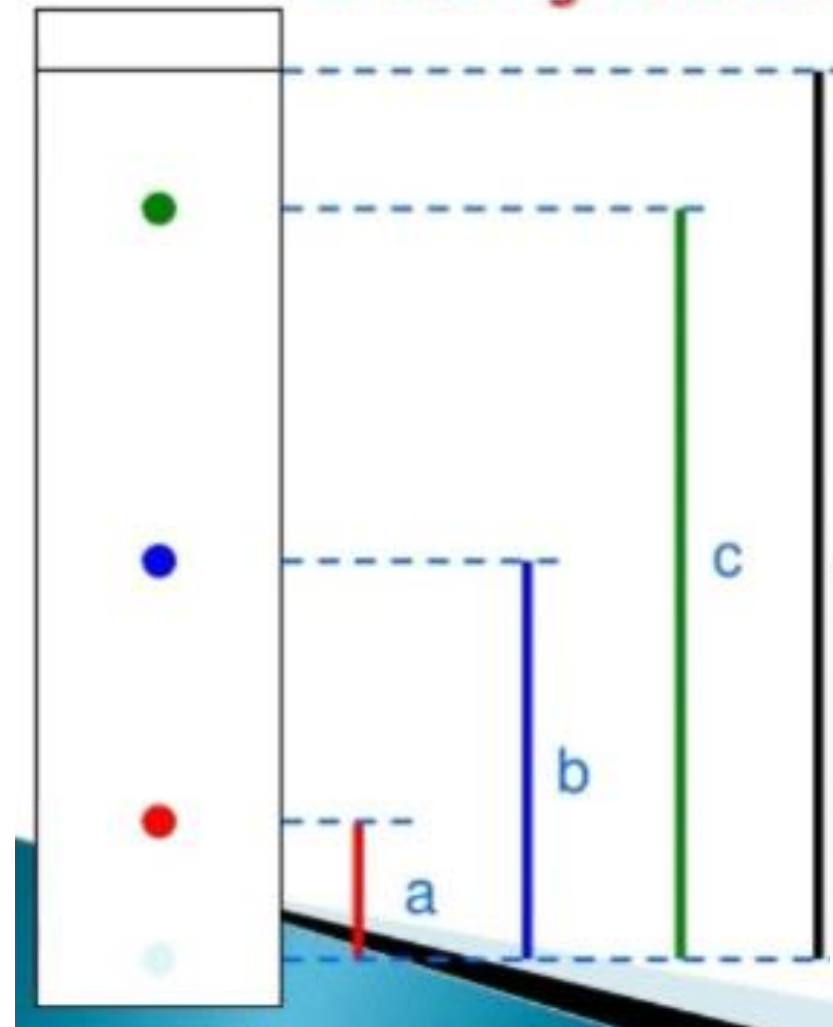
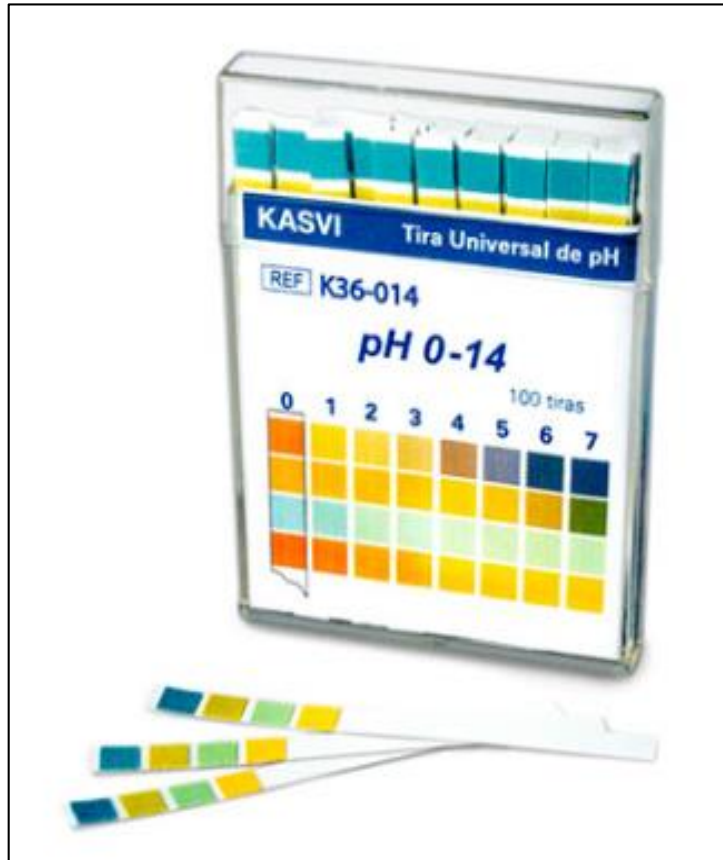
Dacriocintilografia Normal



Dacriocintilografia em 3 tempos demonstrando a progressão do radiotraçador dos olhos

3.5 – Controle de Qualidade

Cromatografia de Camada Delgada - CCD



$$R_f = \frac{\Delta S_{mancha}}{\Delta S_{solvente}}$$

$$R_{f_0} = \frac{a}{s}$$



3.5.1 – Análise de Qualidade

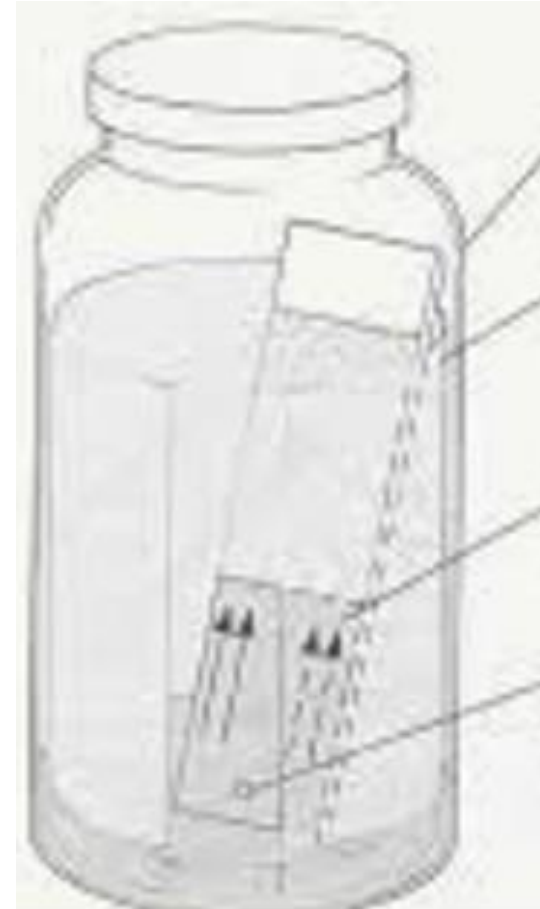


4 – Cálculos e Avaliação da Qualidade (Uso do Curiômetro, POP e Protocolos)

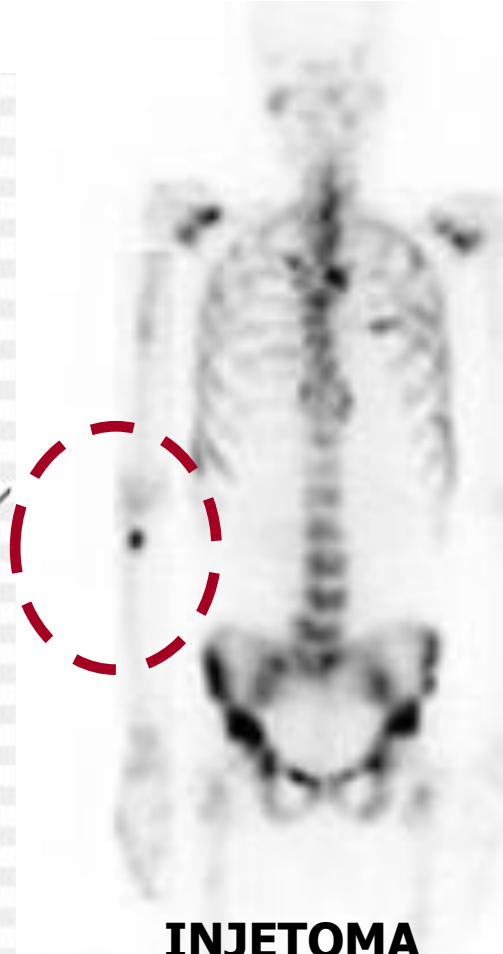
3 – Análise de Qualidade da Amostra (Coloide e Tecnécio Livre)

2 – Eluição do Radiofármaco (Arraste da amostra pelo solvente)

1 - Dose retirada após o tempo de incubação (Manipulação, Bula e POP)



3.6 – Adm de Doses



INJETOMA

VÁRIO TIPOS DE EXAMES



**IDENTIFICAÇÃO
DAS DOSES**



**Equipe
Cuidado
Segurança
Comunicação**

3.7 – Registros & Qualidade



Paciente
SEGURO

4 – IODO

Iodo - 131



4 – IODO (Padrão e Captação)

Cálculo e Preparo de sol. captação
Cálculo e Preparo da Sol. Padrão
Importante para definir a DOSE TERAPÊUTICA
Uso de marquinhos para demarcação anatômica

OBSERVAÇÃO

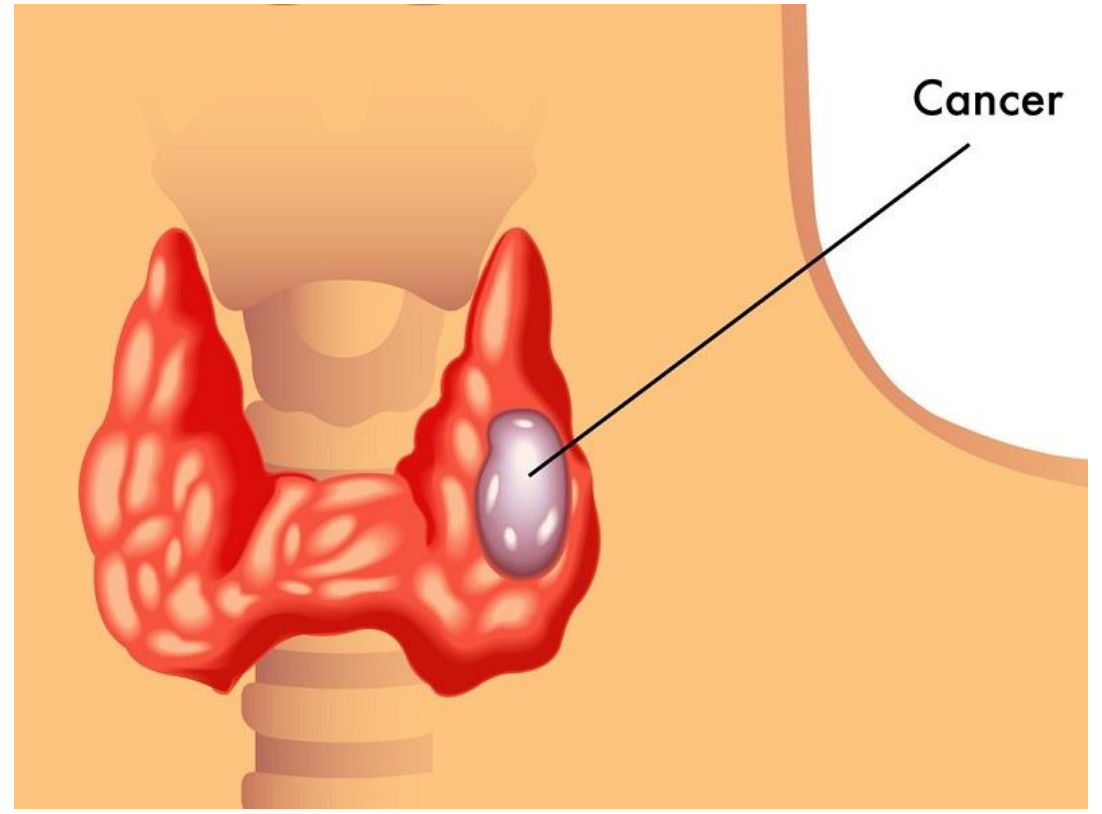
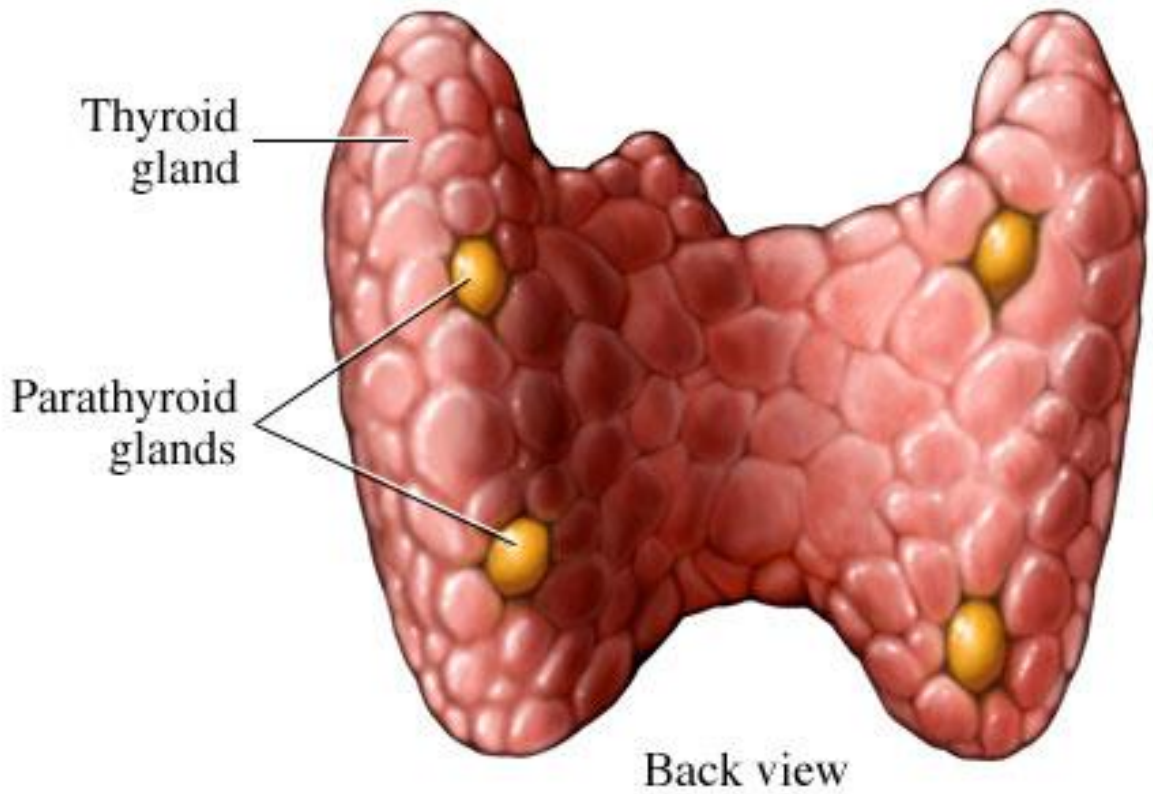
- Consulta e Informações
 - Exames de Sangue
 - DIETA (Sal sem Iodo)
 - Tyrogen ® (remoção total ou subtotal da glândula tireóide)
- TSH suficiente - 2 injeções, uma delas 1 dia antes da dose 131-I
- **Suspender Medicação**

Exemplo:

- *Tapazol® – Tireóide
inibe a síntese dos hormônios tireoidianos (hipertireoidismo)
- *Puran T4® (suprir levotiroxina) – PCI

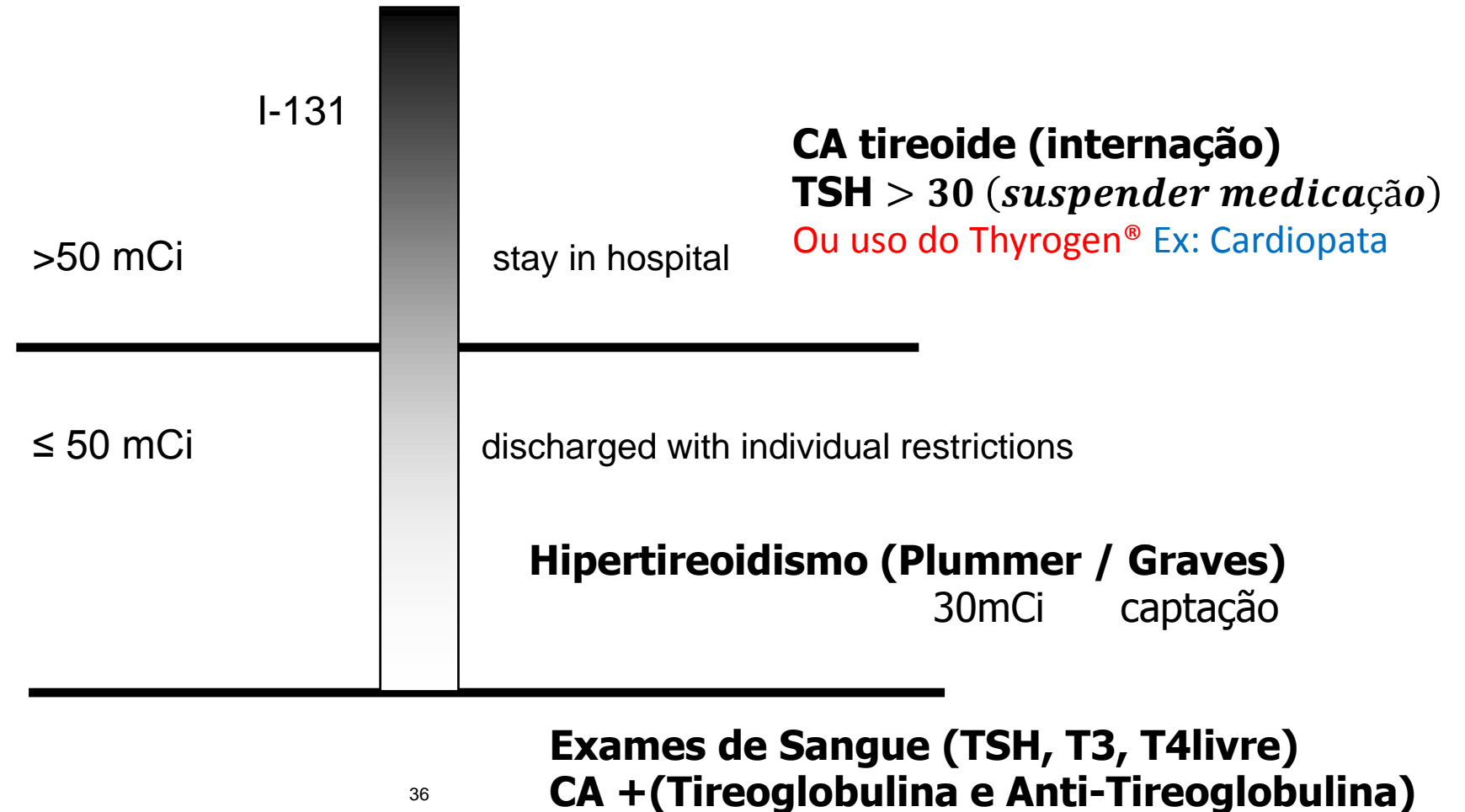


4.1 – IODO IMAGENS



**OBSERVAÇÃO: FAZER MARQUINHAS DE TC LIVRE PARA TIREOIDE E DE IODO PARA PCI – IODO.
Região do Mento e Fúrcula Esternal (duas marquinhos ao todo – IODO)**

4.2 – IODO TRATAMENTO



4.3 – CONTRAINDICAÇÕES ABSOLUTAS

PregnancyCalendar1.com



Gestação

Alterações Cromossômicas

Amamentação

Se não for interrompida

4.3 – CONTRAINDICAÇÕES RELATIVAS

Depressão Medular

Altas Doses

Função Pulmonar Alterada

Intensa Concentração de Metástases Pulmonares
"MICRONODULAR E DIFUSO"

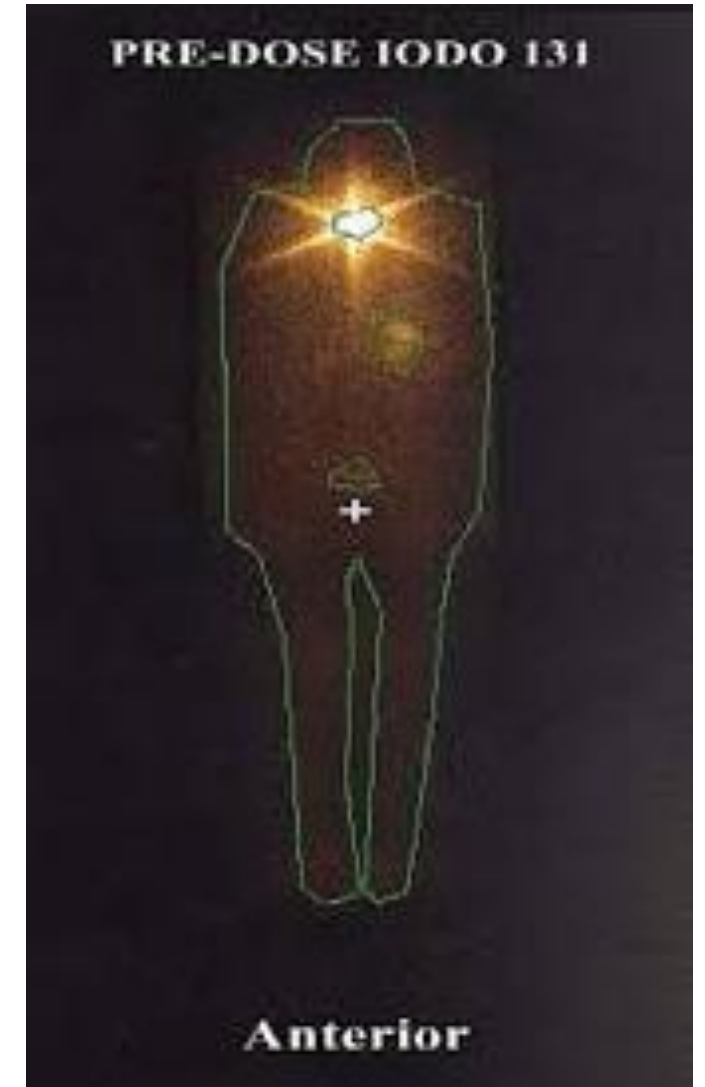
Sintomas Neurológicos

Risco de Edema e Inflamação (Metástase Cerebral)
"EFEITOS COMPRESSIVOS"

Disfunção Salivar

Altas Doses

Metástases Conhecidas... Redução da função salivar
(QUESTIONÁVEL)



5 – Produção de Radionuclídeos

Produção - IPEN

RADIONUCLÍDEO	PRODUÇÃO DO RADIONUCLÍDEO	RADIONUCLÍDEO	PRODUÇÃO DO RADIONUCLÍDEO	RADIONUCLÍDEO	PRODUÇÃO DO RADIONUCLÍDEO
Tecnécio-99m Gerador	Molibdênio-99 produzido em Reator Nuclear Pesquisa • 100% importado	Flúor-18 - FDG - Fluoreto	Ciclotron • 100% nacional	Samário-153 - EDTMP - Hidroxiapatita	Reator Nuclear • 100% nacional
		Índio-111	Ciclotron • Importado		
		Cromo-51 - Cromato - EDTA			
Iodo-131 - NaI - Moléculas	Reator Nuclear • 40% importado • 60% nacional – produzido no reator IEA-R1	Gálio-67 - Citrato	Ciclotron • 100% nacional ou Importado	Ítrio-90 - Citrato - Hidroxiapatita	Reator Nuclear • Importado
Iodo-123 - NaI - Moléculas	Ciclotron • 100% nacional	Tálio-201 - Cloreto		Lutécio-177 - DOTATATE	Reator Nuclear • Importado

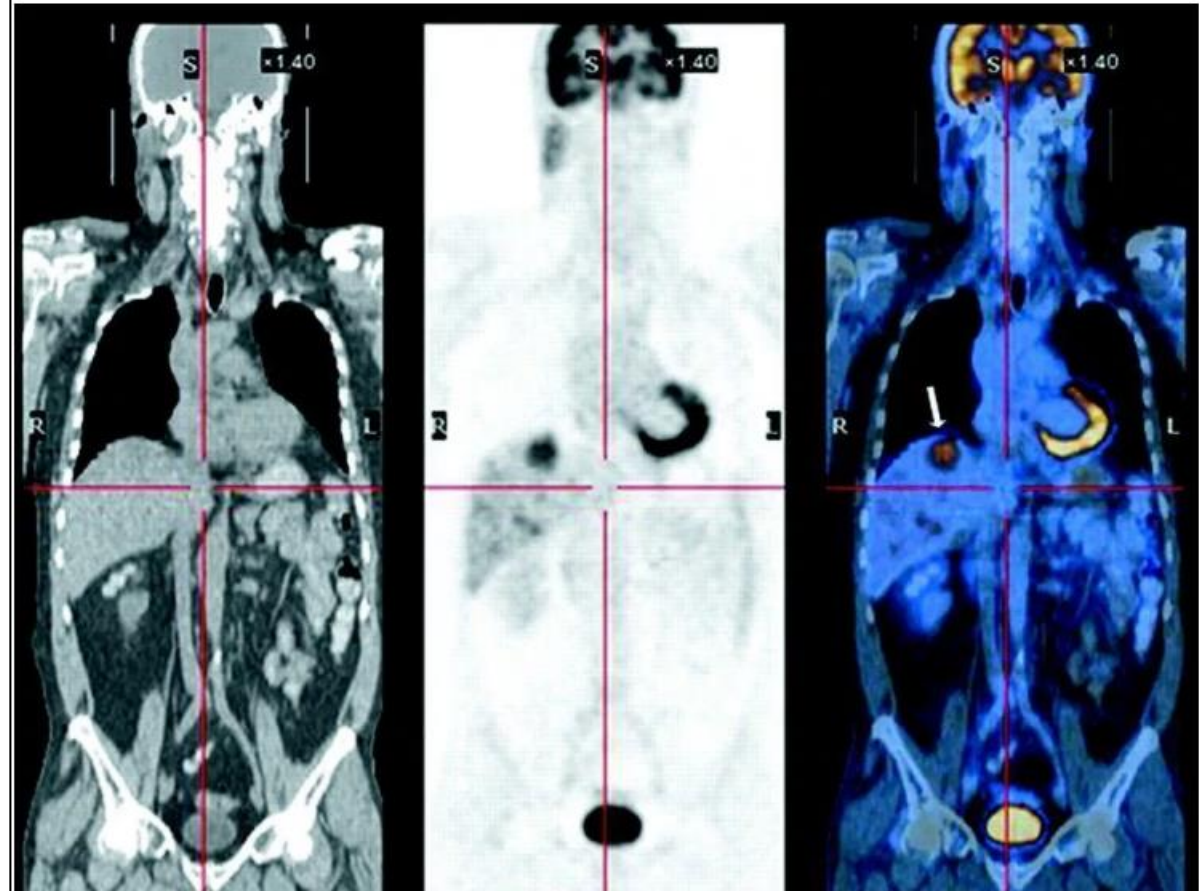
“Quem não tem PET caça com Gálio”
Ex: Linfoma

6 – Futuro da Medicina Nuclear

O PET/CT é um dos exames de imagem mais modernos usados em oncologia. Ele combina duas modalidades de exame, a tomografia computadorizada, e a emissão de pósitrons, capaz de detectar a atividade metabólica das células do corpo.

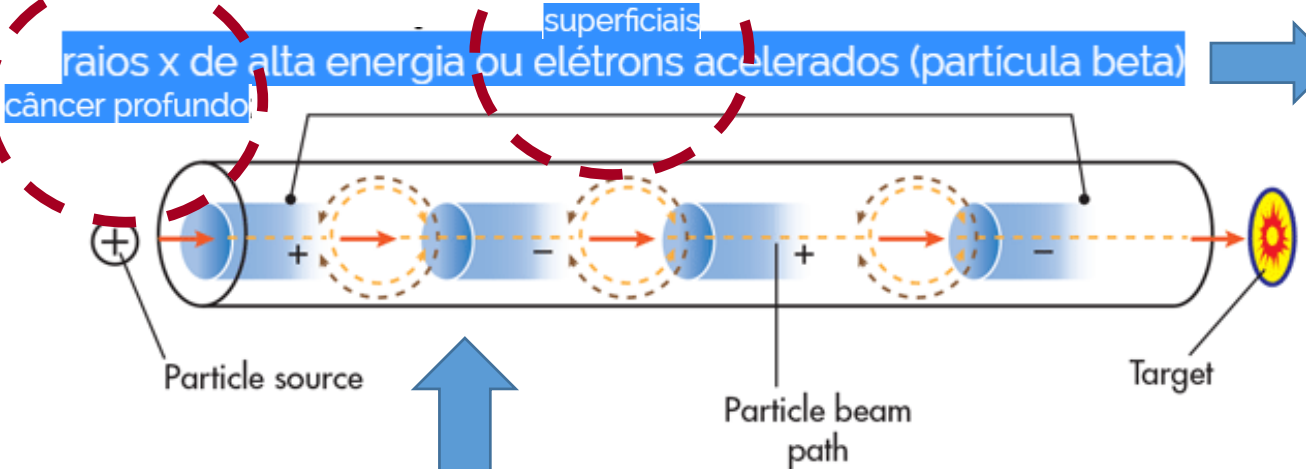


O exame de PET/CT junta essas duas imagens, a imagem precisa do corpo humano (da tomografia) e a imagem de onde está acontecendo o consumo de glicose (do PET). Isto mostra com precisão onde estão os tumores e pode ajudar o tratamento oncológico de várias maneiras.



Nesta imagem observa-se o corpo humano de frente. A imagem da esquerda é a tomografia que mostra com detalhes a anatomia, a do meio o PET que mostra onde ocorre o consumo de glicose (note que o consumo no cérebro e no coração é normal, na bexiga concentra-se o FDG que é retirado do corpo pelo rim, no entanto há uma imagem no fígado. Na terceira imagem, o computador junta as duas imagens anteriores e colore, mostrando claramente a presença de câncer no fígado deste paciente (seta branca).

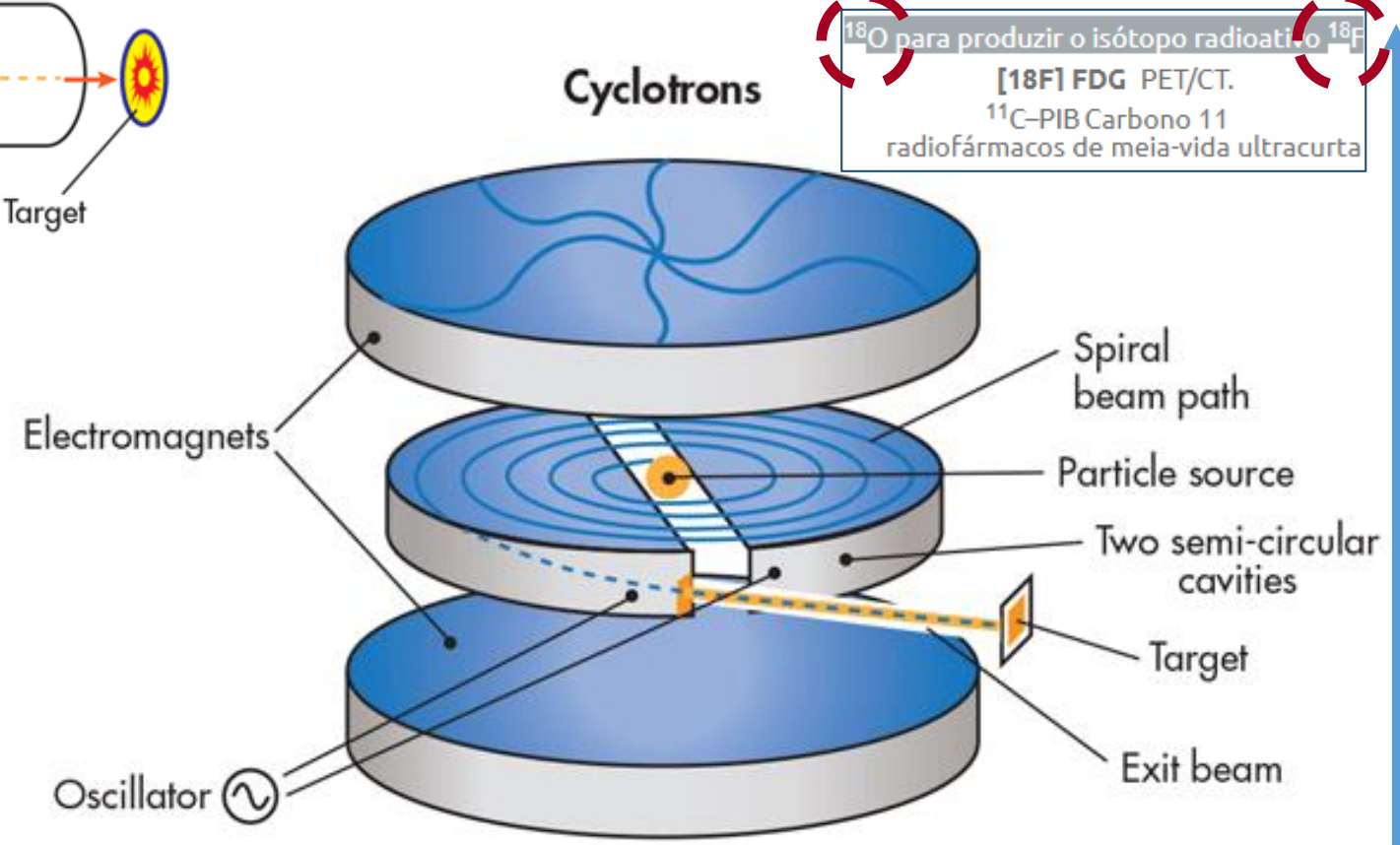
7 – Acelerador Linear & Ciclotron



A radioterapia é uma modalidade médica que utiliza radiações ionizantes com a finalidade de fazer tratamento.



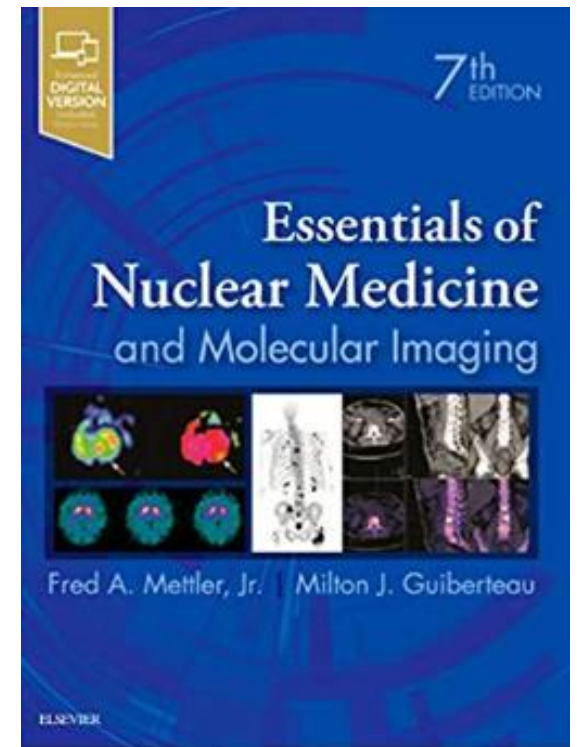
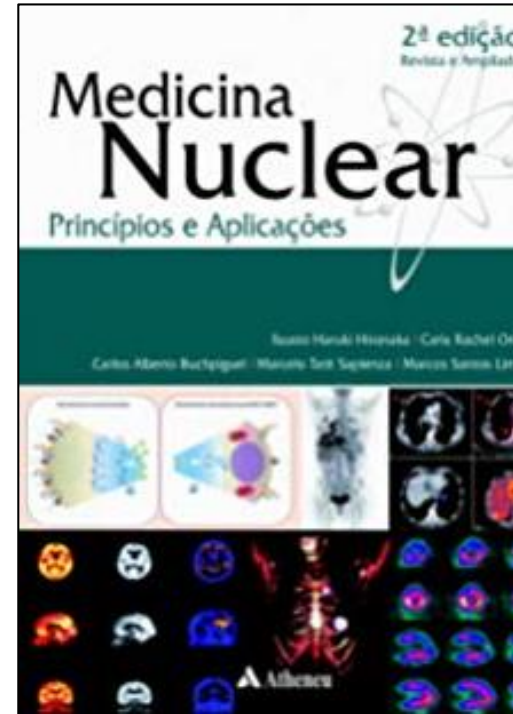
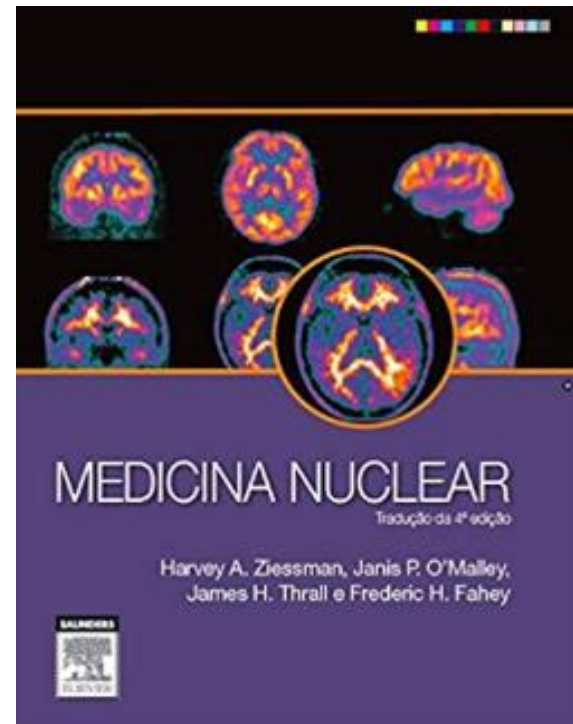
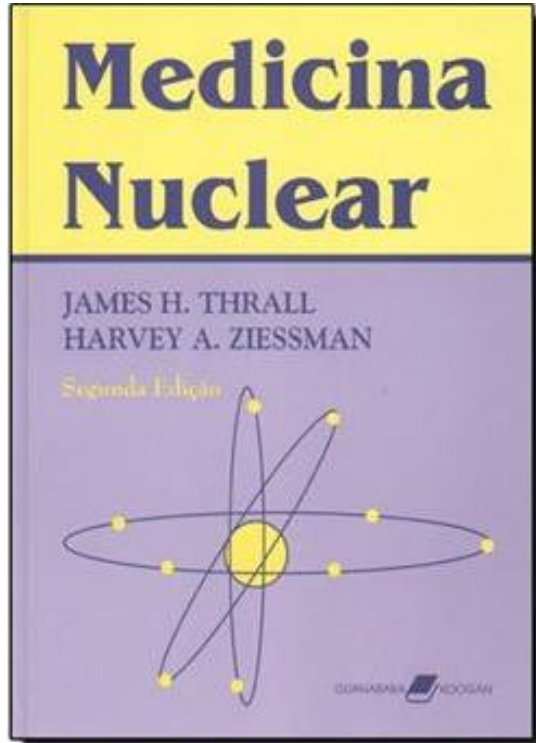
conversão de energia elétrica em energia radiante



^{18}O para produzir o isótopo radioativo ^{18}F
[^{18}F] FDG PET/CT.
 ^{11}C -PIB Carbono 11
radiofármacos de meia-vida ultracurta

O ciclotron é um acelerador de partículas eletricamente carregadas utilizado na Produção de Radiofármacos. Por alternância do potencial elétrico é gerada uma onda de radiofrequência que acelera os íons (campo/órbita/cinética) = extrai elétrons, muda sua carga e a trajetória = íons lançadas contra o alvo (interior do núcleo dos átomos)

8 – Referências



Agradecimento

