



CURSO DE RADIOPROTEÇÃO

*LUIZ CARLOS ALBUQUERQUE
FÍSICO EM RADIOTERAPIA_PQRT
INCA_MS*

PROTEÇÃO RADIOLÓGICA

O principal objetivo é proteger o homem contra os detrimientos das Radiações Ionizantes feitas pelo homem e de fontes naturais modificadas tecnologicamente

BREVE HISTÓRICO

ORGANIZAÇÕES INTERNACIONAIS

- Nos últimos anos, o uso crescente da radiação ionizante levou a elaboração de regulamentações rigorosas a fim de garantir o seu controle adequado.
- Há 70 anos, organizações internacionais vêm estabelecendo recomendações para a proteção dos indivíduos e do meio ambiente contra os efeitos danosos da radiação.

Breve Histórico

Organizações Internacionais

- ICRU (“International Commission on Radiological Units and Measurements”):

Criado em 1925, este órgão propõe grandezas e unidades relacionadas aos níveis de radiação estabelecidos e recomenda procedimentos para sua medição.



- ICRP (“International Commission on Radiological Protection”):

Criado em 1928, este órgão estabelece limites de dose e princípios básicos para proteção contra a radiação.



Evolução das Grandezas

SED – Dose Eritema na Pele:

- Utilizada no início para estimar a dose absorvida em um tratamento.
- Quantidade de radiação X ou γ que provoca vermelhidão na pele.
- Indicação aproximada da resposta aos tratamentos;
- Limitações:
 - Função do tipo de pele, da extensão da pele exposta e do fracionamento da dose.
 - Pele: órgão limitante para a entrega da dose a tumores profundos.



Evolução das Grandezas

R - ROENTGEN: Adotado pelo ICRU (1928) como grandeza internacional para **Exposição** em substituição ao SED.

Exposição (X): medida da ionização produzida no ar pelos fótons.

$$X = dQ / dm$$

$$[X] = C/kg; R$$

onde dQ é o valor absoluto da carga total de íons de um dado sinal, produzidos no ar, quando todos os elétrons liberados pelos fótons no ar, em uma massa dm , são completamente freados no ar.

Dose Absorvida

rad - Dose Absorvida (D)

Definida por:

$$D = d\varepsilon / dm$$

$$[D] = \text{Gy}; \text{rad}$$

onde,

$d\varepsilon$ é a energia média depositada pela radiação em um ponto de interesse, num meio de massa dm .

PROTEÇÃO RADIOLÓGICA

OBJETIVO:

Definir padrões e métodos de proteção para o Homem e o Ambiente, que permitam o emprego benéfico das radiações ionizantes.



Proteger as pessoas e o ambiente



Garantir o uso seguro em benefício das pessoas

PROTEÇÃO RADIOLÓGICA

➤ PRINCÍPIOS BÁSICOS



PROTEÇÃO RADIOLÓGICA

PRINCÍPIO DA JUSTIFICAÇÃO DE UMA PRÁTICA

Nenhuma prática envolvendo exposição à radiação ionizante deve ser adotada, a menos que produza benefícios suficientes para os indivíduos expostos, para a sociedade ou para o ambiente, de forma a compensar o detrimento por ela causado.

Relação Custo-Benefício!!!!

Em outras palavras....

- Vantagens relativas em comparação com outros métodos de tratamento, tais como cirurgia e quimioterapia;
- Riscos de indução de detrimientos malignos, e os riscos devido a tratamentos alternativos;
- Balanceamento entre a severidade da condição a ser tratada e a possibilidade de ocorrência de efeitos estocásticos e não estocásticos.

PROTEÇÃO RADIOLÓGICA

ALARA (As Low As Reasonably Achievable)

PRINCÍPIO DA OTIMIZAÇÃO:

As doses individuais, o número de pessoas expostas e a probabilidade de ocorrência de exposições devem ser mantidos tão baixo quanto razoavelmente exequíveis, levando-se em conta os fatores econômicos e sociais.

PROTEÇÃO RADIOLÓGICA

Portanto..... ele deve nortear:

- Todas as etapas do uso médico da radiação;
- Os projetos das instalações e dos equipamentos de irradiação;
- Os procedimentos de proteção radiológica;
- A busca constante de melhoria do serviço.

PROTEÇÃO RADIOLÓGICA

LIMITAÇÃO DE DOSES

- A exposição de indivíduos, resultante da combinação de todas as práticas relevantes, deve estar sujeita a limites de dose;
- No caso de exposições potenciais necessitam controle de risco (probabilidade de ocorrência e doses resultantes);
- Os limites de dose não se aplicam às exposições médicas, entretanto, sempre que possível, devem ser observados os níveis de referência internacionais.

PROTEÇÃO RADIOLÓGICA

LIMITAÇÃO DE DOSE

A exposição de indivíduos, resultante da combinação de todas as práticas relevantes, deve estar sujeita a limites de doses ou, no caso de exposições potenciais, sujeita a algum controle de risco.

EFEITOS DETERMINÍSTICOS



IMPEDIR

EFEITOS PROBABILÍSTICOS



LIMITAR

PROTEÇÃO RADIOLÓGICA

D.M.P. - Dose Máxima Permissível

Valor acima do qual o efeito da radiação pode ser observável ou nocivo ao homem (ICRP26)

*OBS: Este conceito atualmente foi substituído pelos **Limites Primários Anuais de Dose Equivalente**, e são valores estipulados pelas Diretrizes Básicas de Radioproteção da CNEN (NN 3.01)*

PROTEÇÃO RADIOLÓGICA

Segundo o ICRP nº 26:

Efeitos Estocásticos: Depende da dose e não tem limiar.

Leva à transformação celular: alteração aleatória no DNA de uma única célula que continua a reproduzir-se.

Ex.: Efeitos Hereditários.

Efeitos não Estocásticos ou Determinísticos:

Tem limiar de dose; a severidade do dano aumenta com a dose.

Ex.: Catarata (2 - 5 Gy), esterilidade (2,5 - 6 Gy), morte celular (3 - 5 Gy) e necrose (20 Gy).

PROTEÇÃO RADIOLÓGICA

Prática x Intervenção

Prática: Qualquer atividade humana que possa resultar em exposição à radiação.

Intervenção: Qualquer atividade humana que possa reduzir a exposição total

PROTEÇÃO RADIOLÓGICA

- Exposição médica
- Exposição ocupacional
- Exposição do público

Podem ser:

única, fracionada ou periódica.

PROTEÇÃO RADIOLÓGICA

Segundo CNEN-Posição Regulatória 3.01/004:

➤ **Nível de registro ($\leq 0,2$ mSv/mês para *Dose Efetiva*)**

Aplicado no programa de monitoração individual

➤ **Nível de investigação (Para *Dose Efetiva* 6 mSv/ano ou 1 mSv/qualquer mês)**

Valor acima do qual justifica-se investigação relativa a um só evento

➤ **Nível de intervenção ($\geq 1,6$ mSv/mês para *Dose Efetiva*)**

Interfere com a cadeia normal de responsabilidades com o afastamento do profissional para investigação. Cada caso deve ser analisado cuidadosamente.

REQUISITOS EM PROTEÇÃO RADIOLÓGICA:

TREINAMENTO: Essencial para qualquer procedimento!!!



Limites de doses anuais (CNEN)

DOSE EFETIVA

Trabalhador :

- Limite: 20 mSv/ano*;

Público:

- 1mSv/ano (em casos especiais pode ser usado um limite maior sem ultrapassar 1 mSv/ano)

* Média ponderada em 5 anos consecutivos, desde que não exceda 50 mSv em qualquer ano

Limites de doses anuais (CNEN)

OBS1: Em circunstâncias especiais, a *CNEN* poderá autorizar um valor de *Dose Efetiva* de até $5mSv$ em um ano, desde que a *Dose Efetiva* média em um período de 5 anos consecutivos, não exceda a $1mSv$ por ano!!!!!!

OBS2: INDIVÍDUOS COM IDADE INFERIOR A 18 ANOS:

“Não podem estar sujeitos a *exposições ocupacionais*

EXPOSIÇÃO OCUPACIONAL DA MULHER

- É semelhante a do homem, exceto quando a mulher estiver grávida.



GRÁVIDAS:

- 1) CNEN NN 3.01 ítem 5.4.22: 1mSv na superfície do abdome da mulher durante toda gravidez .
- 2) MT NR 32 ítem 32.6.3: Toda trabalhadora gestante deve ser afastada das áreas controladas.

PROTEÇÃO RADIOLÓGICA

Avaliação de doses individuais

➤ Monitor de área:

Controle do nível de radiação do ambiente (monitores de área e de superfície)

➤ Monitor individual:

Controle da exposição do indivíduo (filme, TLD, caneta dosimétrica)

-Dosímetro de tórax

-Dosímetro de extremidade

MONITORAÇÃO DE ÁREA

- Detector calibrado
- Ligado em área livre



MONITORAÇÃO INDIVIDUAL

- Rotina:
 - Monitor de tórax
 - Monitor de extremidades

- Procedimentos especiais
 - Caneta dosimétrica
 - TLD (anel, pulseira etc.)
 - “Bip”



PROTEÇÃO RADIOLÓGICA

FONTES QUE GERAM EXPOSIÇÕES

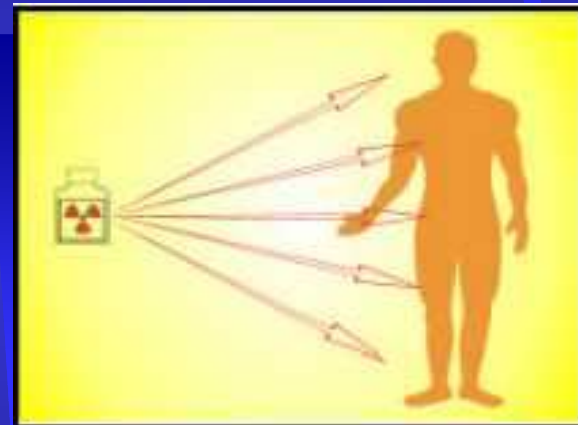
- Aparelhos de Raios-x
- Aceleradores Lineares
- Fontes radioativas
 - Seladas
 - Abertas



PROTEÇÃO RADIOLÓGICA

MODOS DE EXPOSIÇÃO:

EXPOSIÇÃO EXTERNA



EXPOSIÇÃO INTERNA



MÉTODOS DE PROTEÇÃO CONTRA RADIAÇÃO EXTERNA

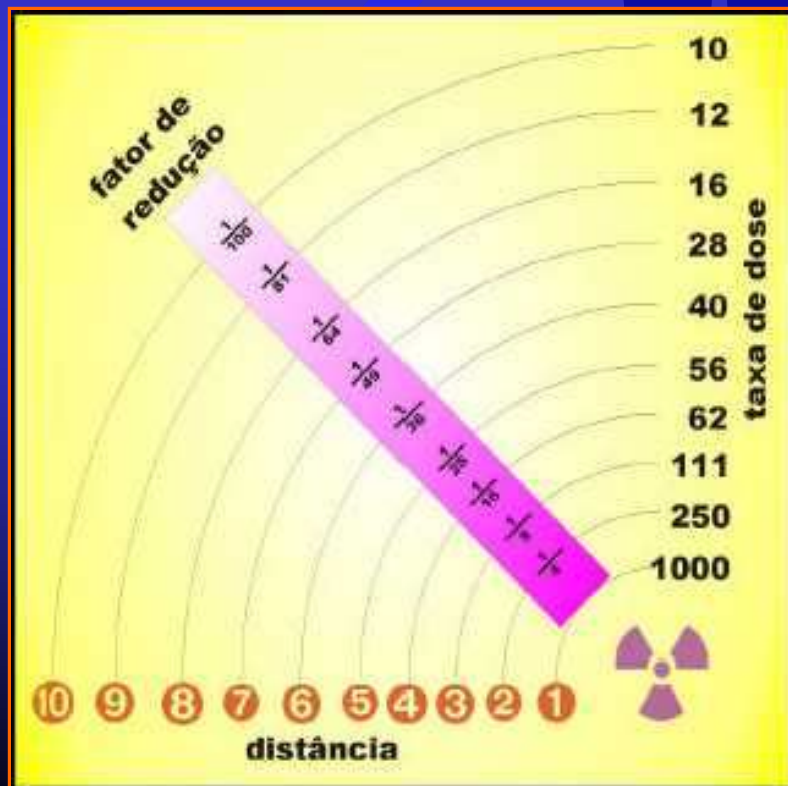
- Distância
- Tempo
- Blindagem
- Sinalização

$$D = \frac{A \cdot \Gamma \cdot t \cdot B}{d^2}$$

DISTÂNCIA

FONTE “PONTUAL”

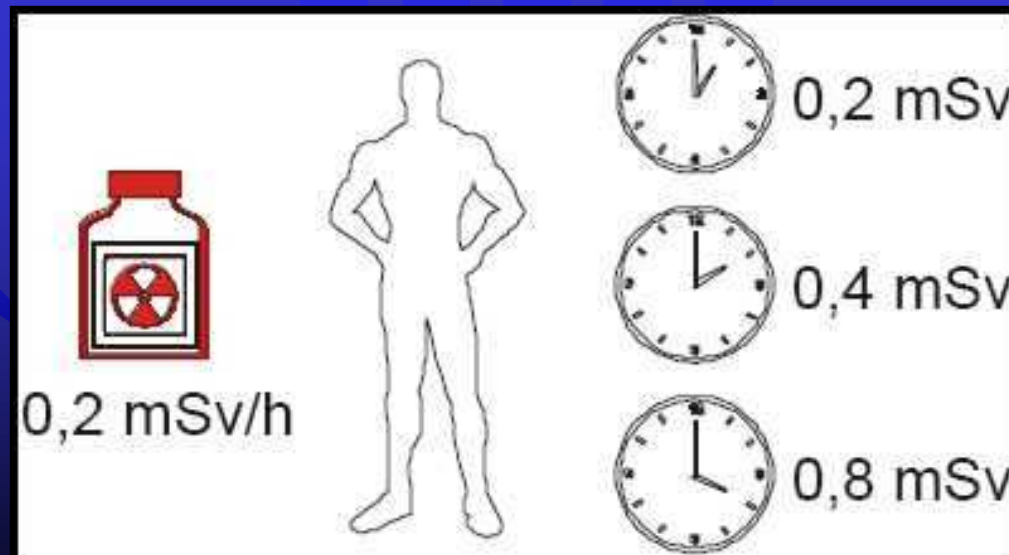
Taxa de dose cai com inverso do quadrado da distância!!!



TEMPO

PLANEJAMENTO

RODÍZIO

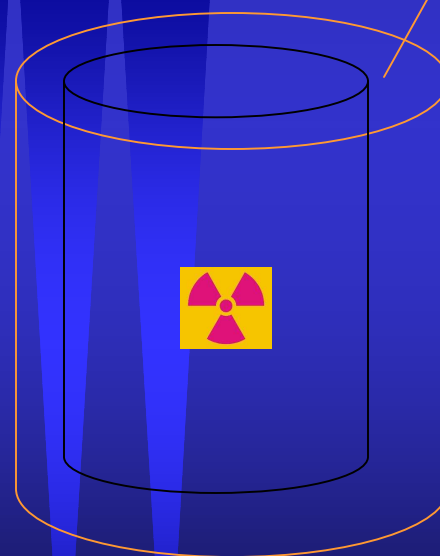
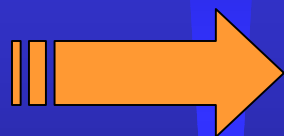


BLINDAGEM

- **Partícula Alfa:** não é necessária proteção especial
- **Partícula Beta:** material com espessura igual ao alcance da partícula
- **Radiação Gama ou X:** material de alta densidade

BLINDAGEM

BETA



Acrílico

Chumbo

BLINDAGEM

Radiação Gama ou X



Radionuclídeo CSR(cm)

^{137}Cs 0,5

^{60}Co 1,2

^{59}Fe 1,1

^{131}I 0,3

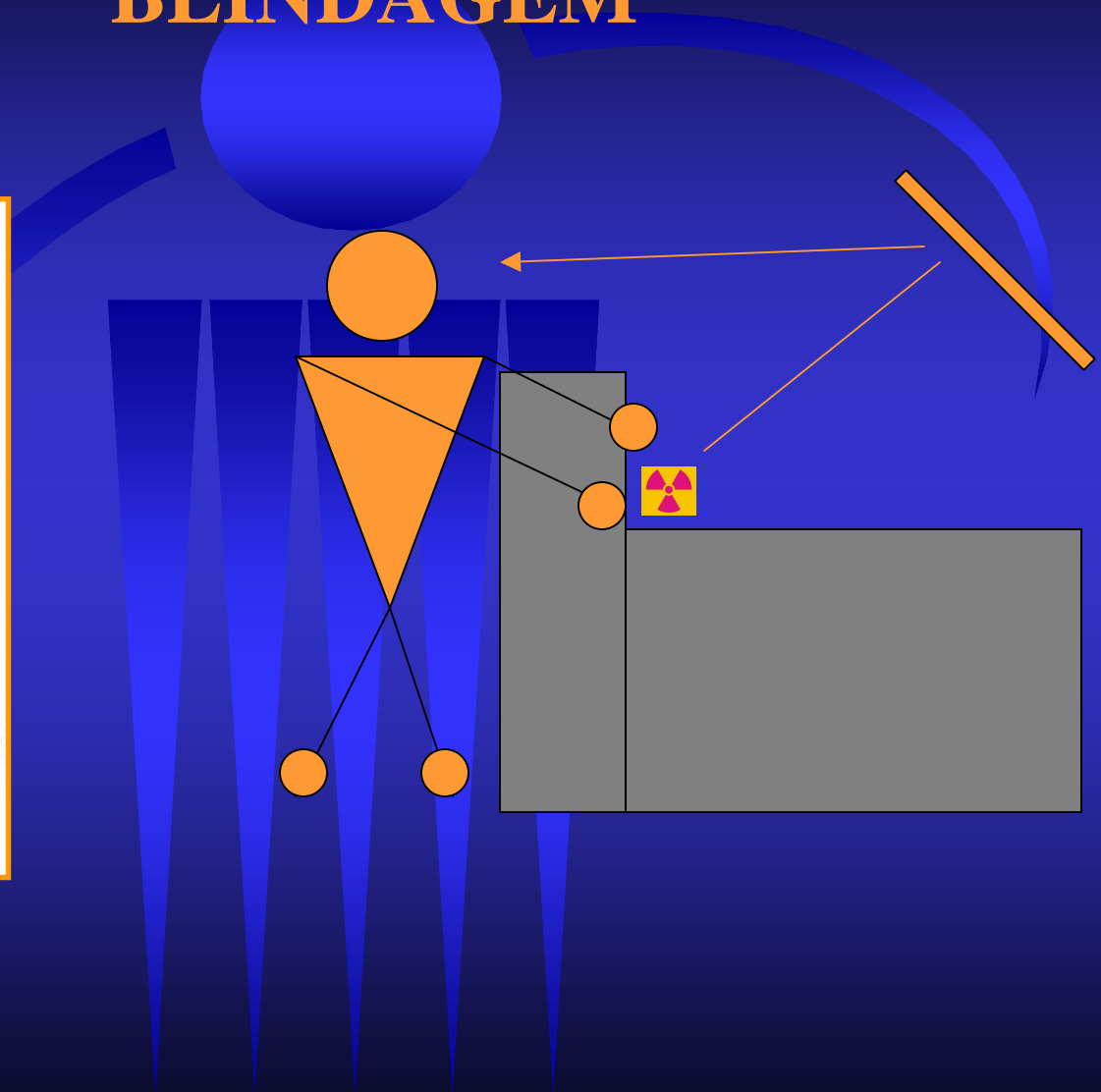
^{198}Au 0,3

^{24}Na 1,5

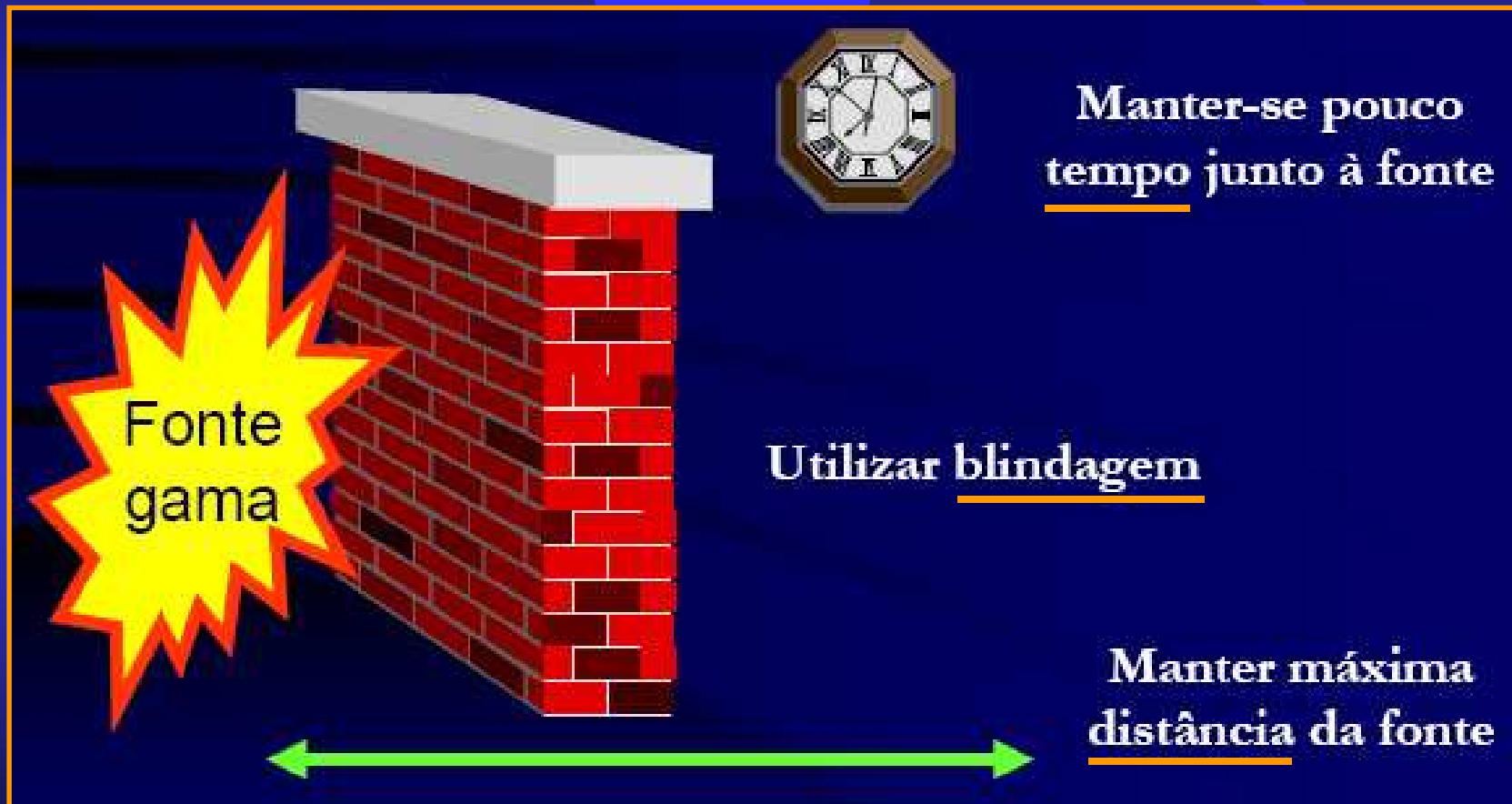
BLINDAGEM



BLINDAGEM



Resumindo....



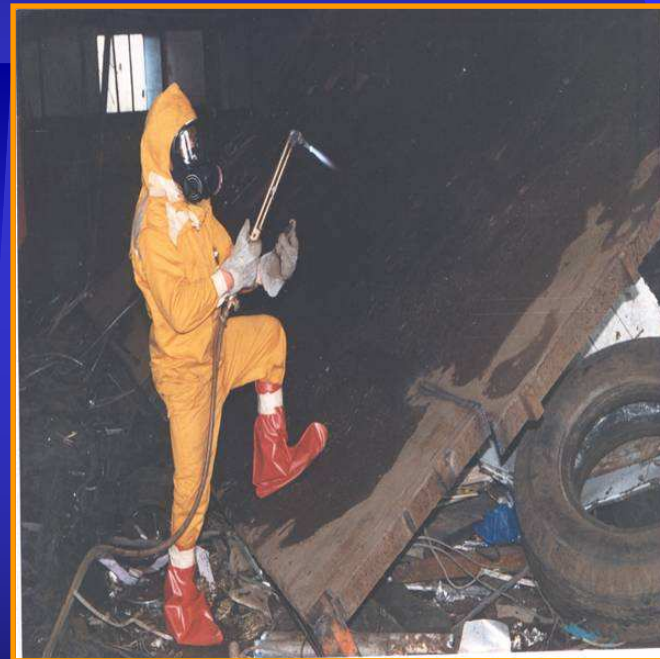
Equipamentos de Proteção Individual (EPI)



Equipamentos de Proteção Individual (EPI)



Equipamentos de Proteção Individual (EPI)



PROTEÇÃO CONTRA INGESTÃO

(Fontes não seladas)

- Não fumar, comer, beber ou usar cosméticos nas áreas de trabalho com material radioativo;
- Utilizar luvas que devem ser descartadas como rejeito;
- Monitorar as extremidades antes de sair da área de trabalho.

CONTROLE DE ACESSO

- Diminui risco de contaminação;
- Roupas de proteção devem ser colocadas antes da entrada na área controlada de trabalho e retiradas após seu uso;
- O acesso deve ser feito através de vestiários com pias, recipientes para recolher luvas, roupas e detectores, etc.

BLINDAGENS: EM SALAS E COMANDOS



Vista externa e interna



MONITORAÇÃO DE SUPERFÍCIE

- **Método direto:** o detector é colocado próximo à superfície;
- **Método indireto:** esfrega-se a superfície com papel filtro e analisa-se o papel.

DESCONTAMINAÇÃO

- O material radioativo não é destruído, apenas removido de um local para outro;
- Deve ser feita rapidamente;
- Isolar o local e chamar o responsável pela proteção radiológica;
- A descontaminação pode ser feita por processos físicos e/ou químicos.

CUIDADOS EM RADIOTERAPIA

SINALIZAÇÕES



SINALIZAÇÃO - CONSOLE



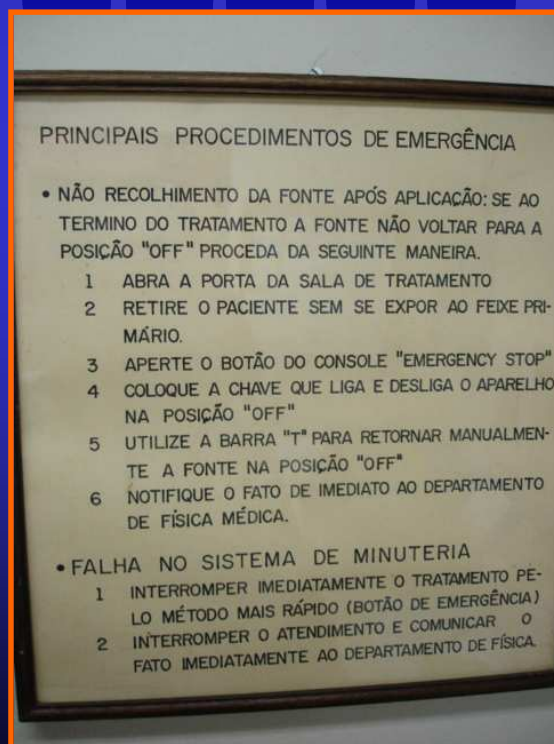
VERIFICAÇÃO EXTERNA DAS CONDIÇÕES DE TRATAMENTO



INSTRUÇÕES DE EMERGÊNCIA



INSTRUÇÕES DE PROCEDIMENTOS DE EMERGÊNCIA EM EQUIPAMENTOS DE COBALTO 60



INSTRUÇÕES DE EMERGÊNCIA

Falha no sistema de Monitoração de Dose - O feixe não desliga após atingida a dose prescrita:

- 1- Pressione o botão de **BEAM OFF** - localizado no comando do aparelho
- 2- Caso o problema persista - pressione o **BOTÃO DE EMERGÊNCIA** no comando do aparelho.
- 3- Não conseguiu interromper a energia de alimentação do equipamento, retire o paciente, sem se expor ao feixe primário.

Perigo de Colisão do Equipamento com o paciente e outras situações gerais de emergência:

- 1 - Pressione o **BOTÃO DE EMERGÊNCIA** no comando do aparelho

Botão de Emergência



Botão de **BEAM OFF**

Falha no sistema de Monitoração de Dose - O feixe não desliga após atingida a dose prescrita:

- 1- Pressione o botão de **BEAM OFF** - localizado no comando do aparelho
- 2- Caso o problema persista - pressione o **BOTÃO DE EMERGÊNCIA** no comando do aparelho.
- 3- Não conseguiu interromper a energia de alimentação do equipamento, retire o paciente, sem se expor ao feixe primário.

Perigo de Colisão do Equipamento com o paciente e outras situações gerais de emergência:

- 1 - Pressione o **BOTÃO DE EMERGÊNCIA** no comando do aparelho

Botão de Emergência



Botão de **BEAM OFF**

BOTÃO DE EMERGÊNCIA DENTRO DA SALA



DISPOSITIVO DE SEGURANÇA DA PORTA



VISUALIZAÇÃO DO PACIENTE



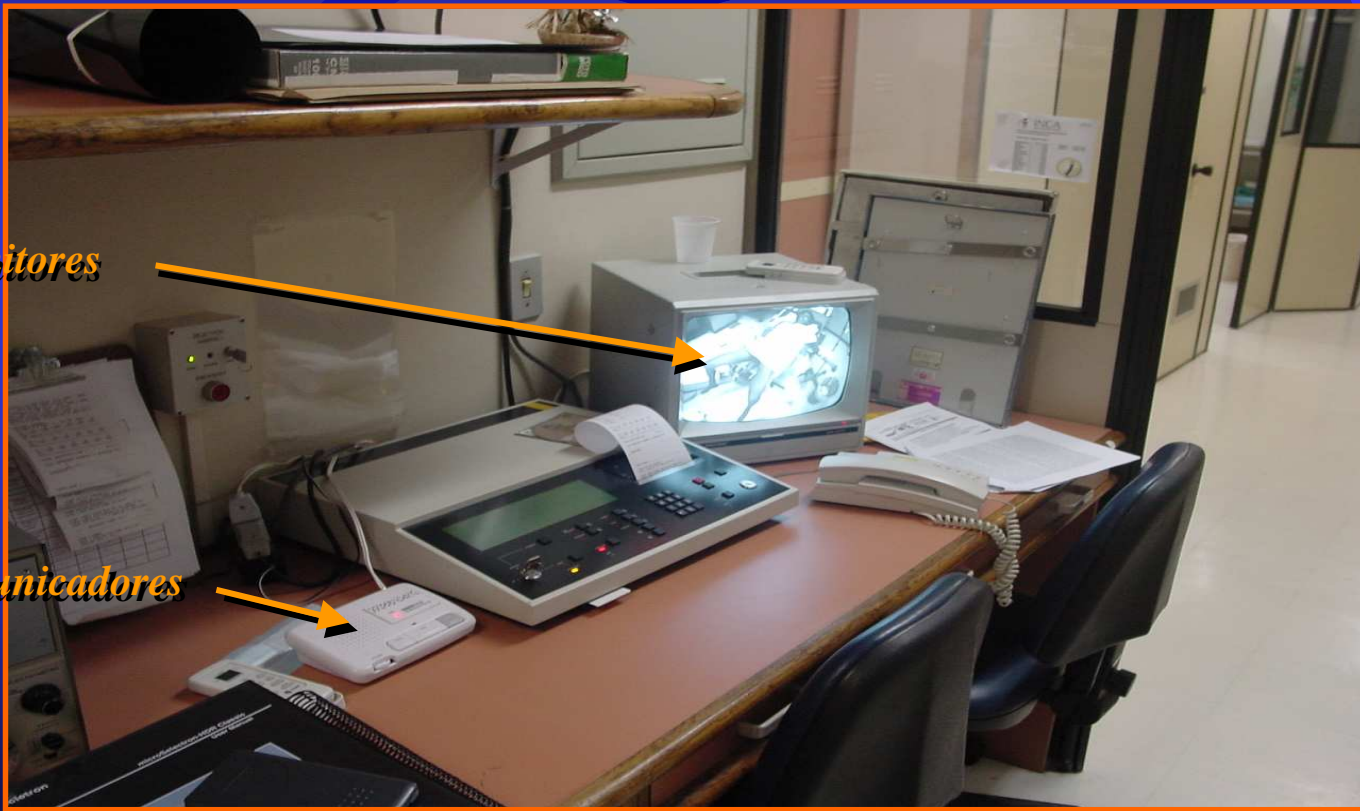
VISUALIZAÇÃO DO PACIENTE



SEGURANÇA em BRAQUITERAPIA

Monitores

Intercomunicadores



SEGURANÇA

SINALIZAÇÃO:

Luz

Símbolo





OBRIQADO PELA ATENÇÃO!!!!

*Luiz Carlos Albuquerque
Físico- PQRT
Lalbuquerque@inca.gov.br*