

EMERGÊNCIA RADIOLÓGICA E NUCLEAR



Prof. Luciano Santa Rita

www.lucianosantarita.pro.br
tecnologo@lucianosantarita.pro.br

Conteúdo programático



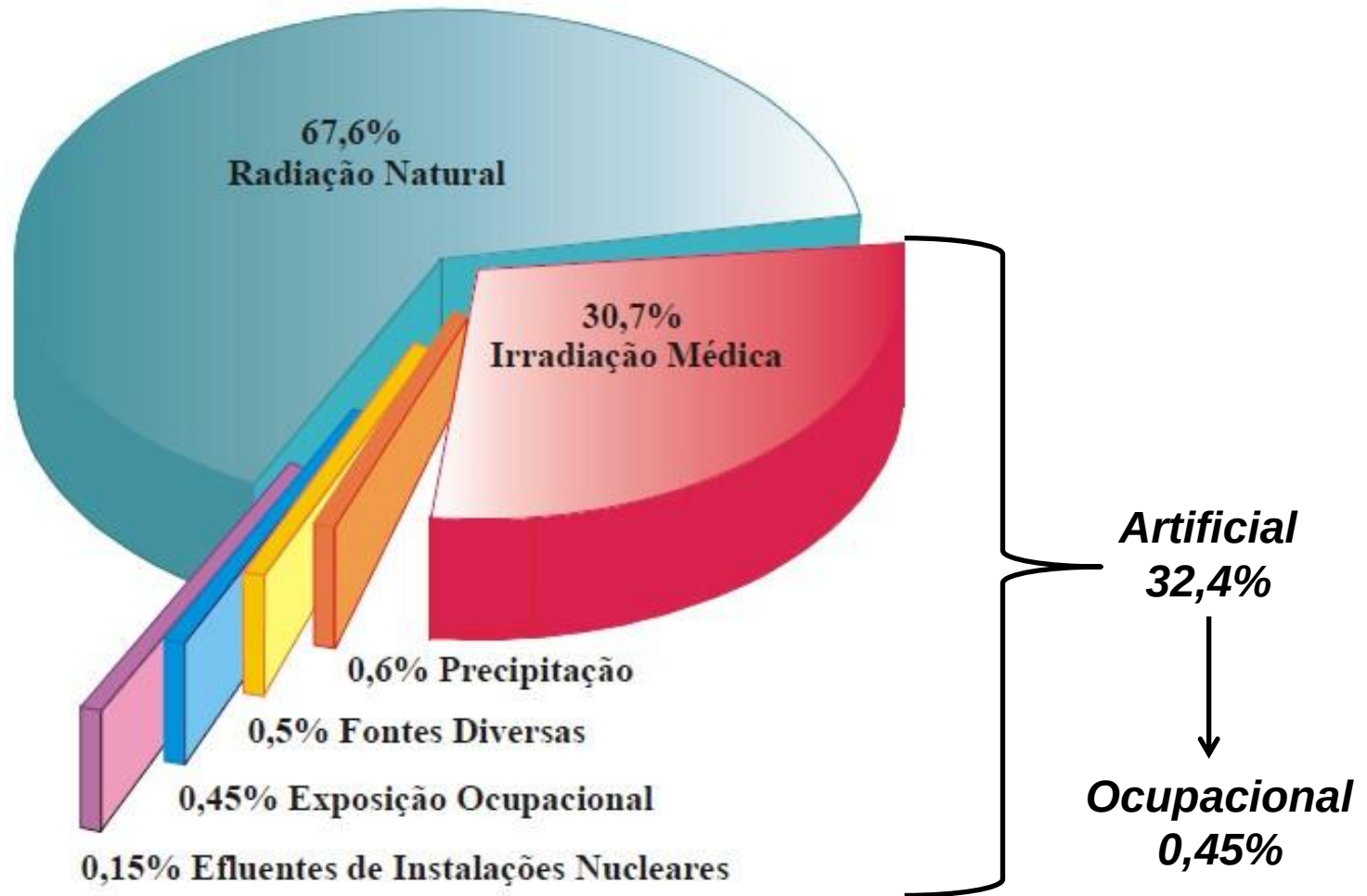
- Fontes de radiação ionizante e radioproteção;
- Categorização de fontes de radiação;
- Detecção das radiações em situações de emergência radiológica;
- Equipamento de proteção individual (EPI);
- Segurança radiológica e nuclear
- Ações de resposta a situação de emergência radiológica e nuclear.

Bibliografia



- SEGURANÇA NUCLEAR E PROTEÇÃO DO MEIO AMBIENTE – Paulo Fernando Lavalle Heilbron Filho et al.
- CIÊNCIA RADIOLÓGICA PARA TECNÓLOGOS: FÍSICA, BIOLOGIA E PROTEÇÃO – Stewart Carlyle Bushong.
- FÍSICA E DOSIMETRIA DAS RADIAÇÕES – Thomaz Bitelli.
- RADIOPROTEÇÃO E DOSIMETRIA: FUNDAMENTOS – Luiz Tauhata et al.
- Categorization of Radioactive Sources – Safety Guide N. RS-G-1.9 e IAEA -TECDOC-1344
- Manual para Primeros Actuantes ante Emergencias Radiológicas – IAEA – agosto de 2007

Fonte de radiação ionizante e radioproteção

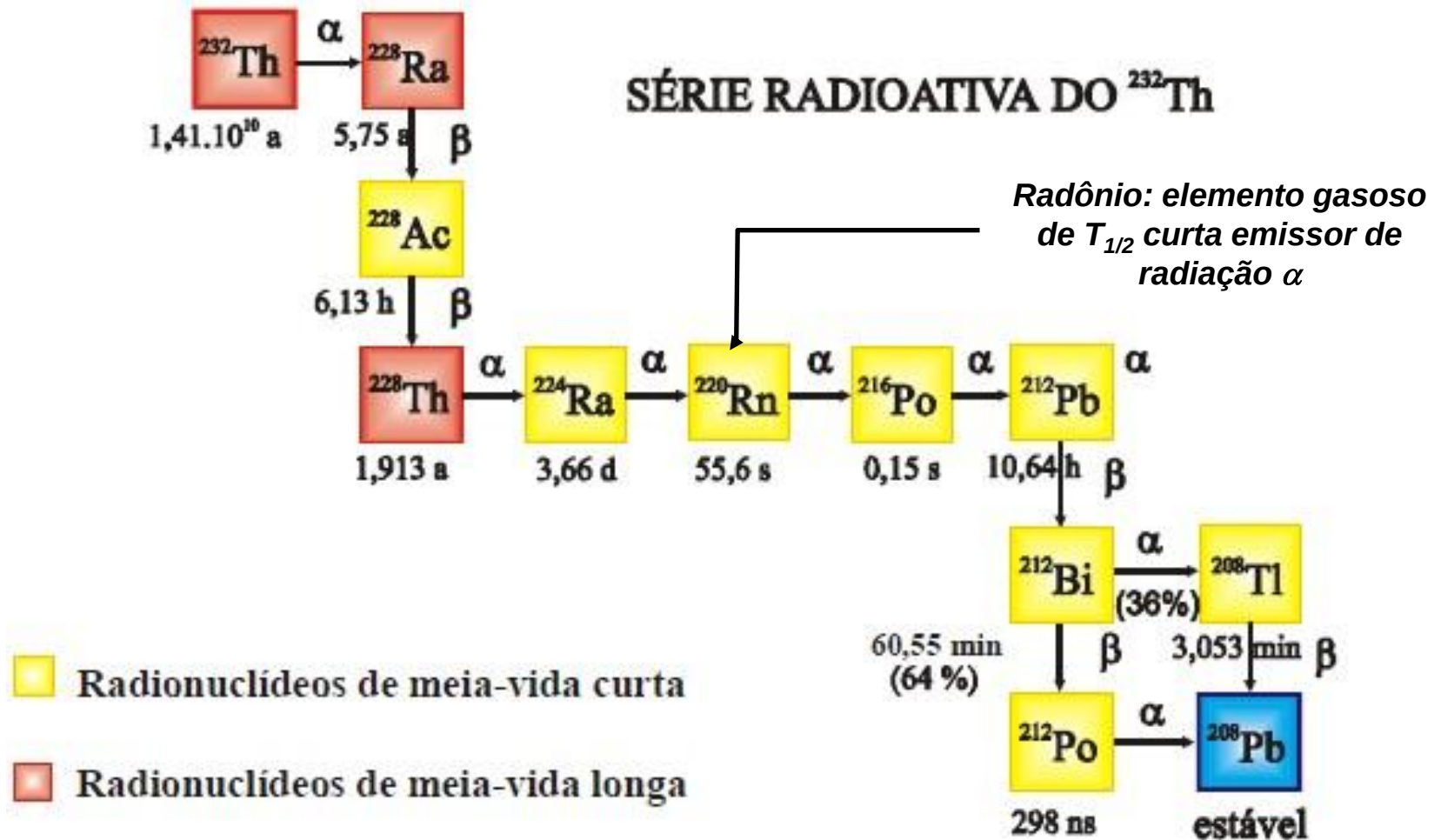


Fonte de radiação ionizante

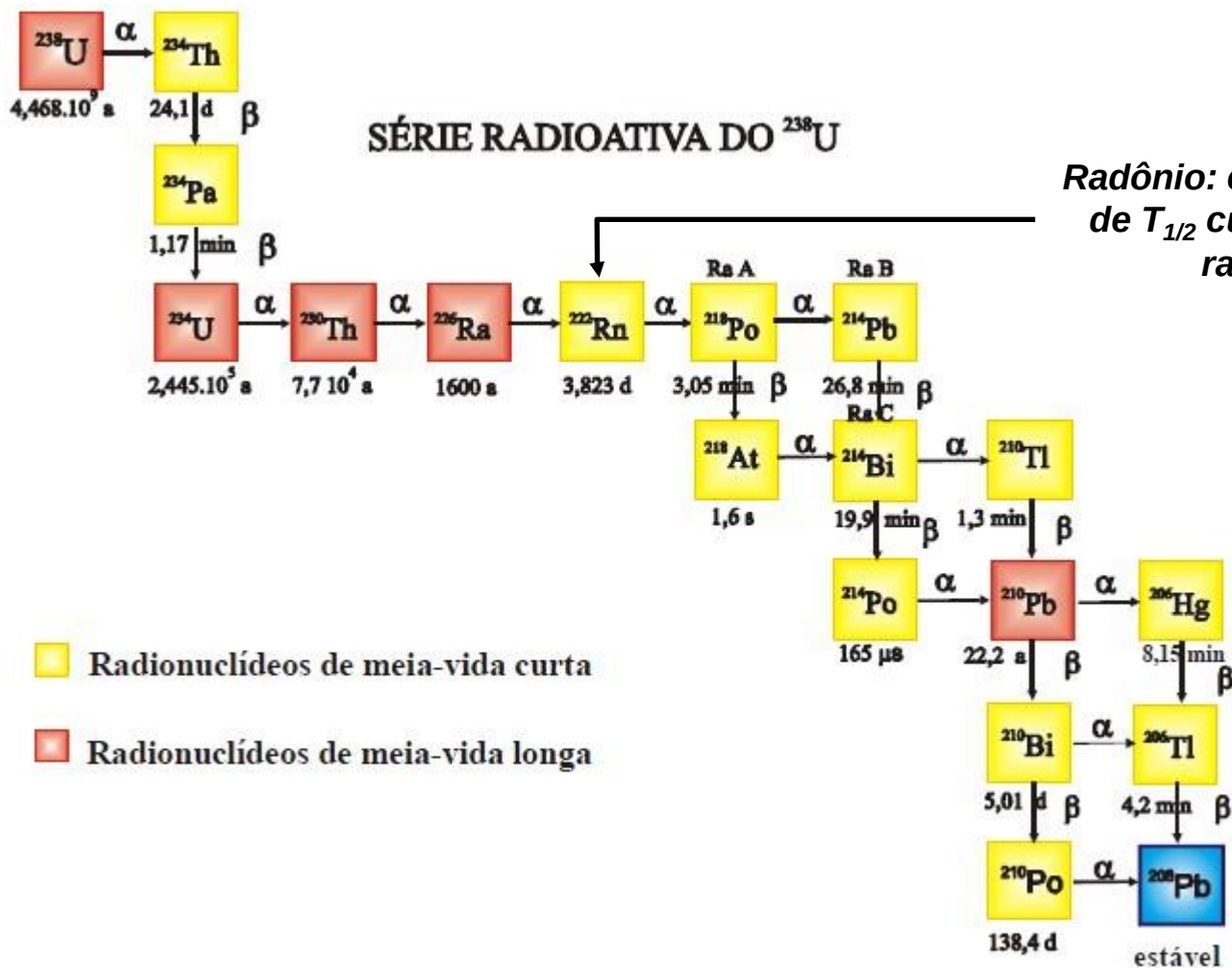


- Fontes Naturais
 - Os seres humanos são expostos a radiação ionizante de forma não ocupacional, pela radiação naturalmente presente em seu meio ambiente seja pelos radioisótopos naturais presentes no solo, no ar, nos alimentos e nos próprios seres vivos ou ainda pelos raios cósmicos. Exemplos: Séries do ^{238}U e ^{232}Th e ^{40}K .

Fonte de radiação ionizante



Fonte de radiação ionizante



**Radônio: elemento gasoso
de $T_{1/2}$ curta emissor de
radiação α**

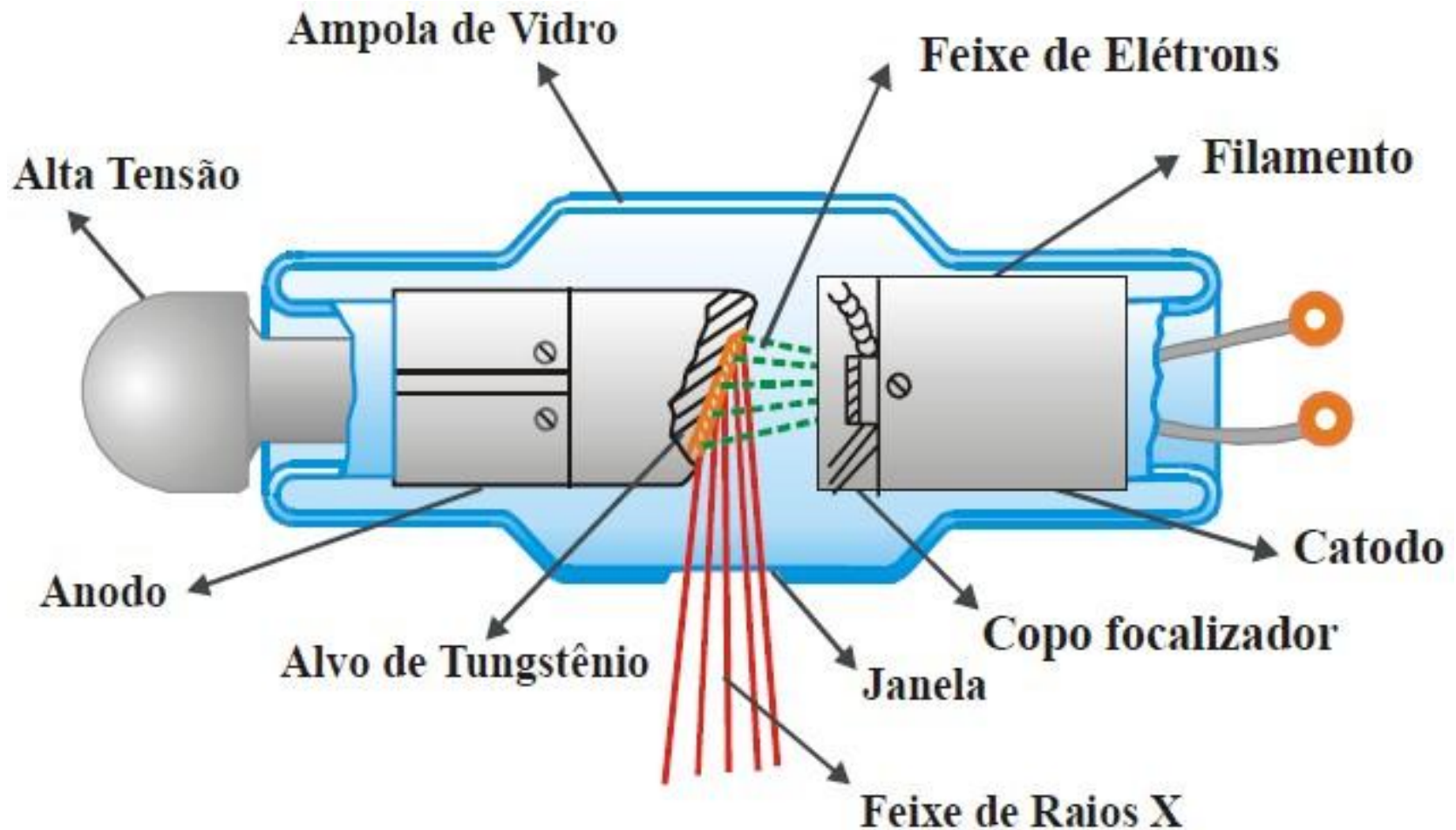
Fonte de radiação ionizante



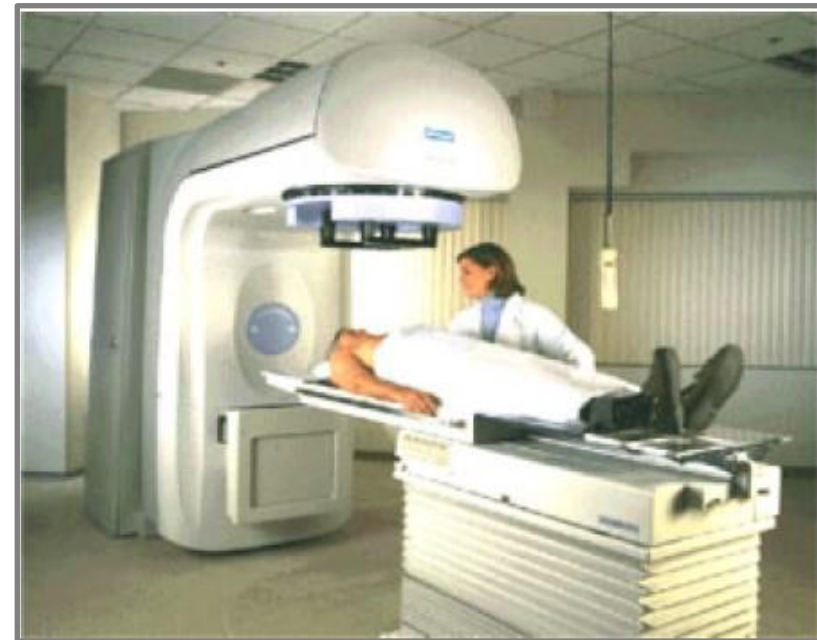
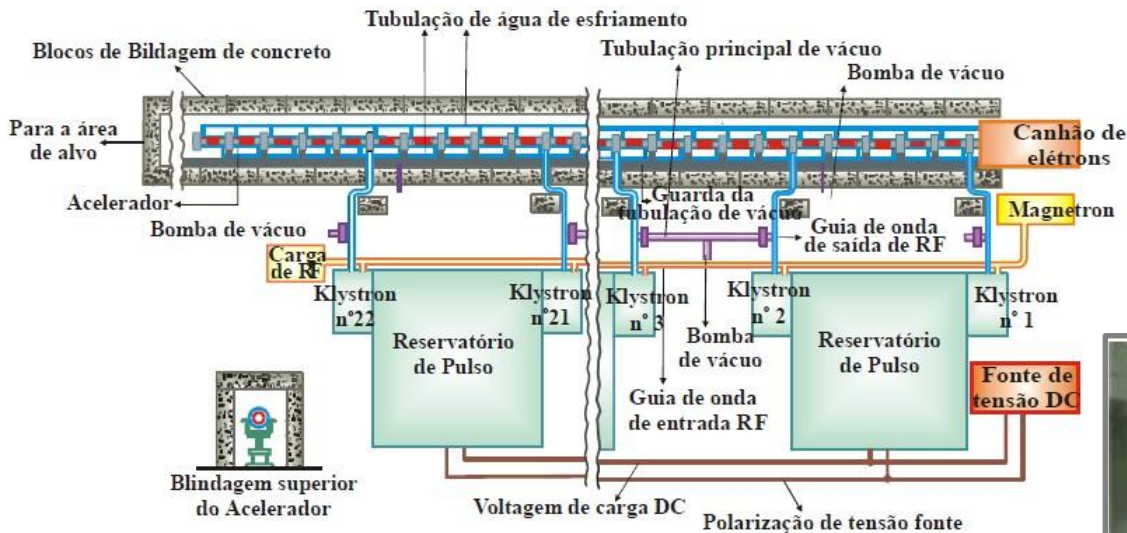
- Como a maioria das rochas, solos, sedimentos e minérios contêm concentrações significativas de urânio e tório, como consequência dos decaimentos, estes materiais vão conter também os radionuclídeos pertencentes as famílias radioativas.
- Como o ^{222}Rn e ^{220}Rn são gasosos, nos ambientes construídos por materiais como cerâmica, revestimento de pedra, granito, argamassa, concreto, gesso, etc, vai ocorrer o fenômeno da emissão destes gases radioativos.

(Tauhata, 2006)

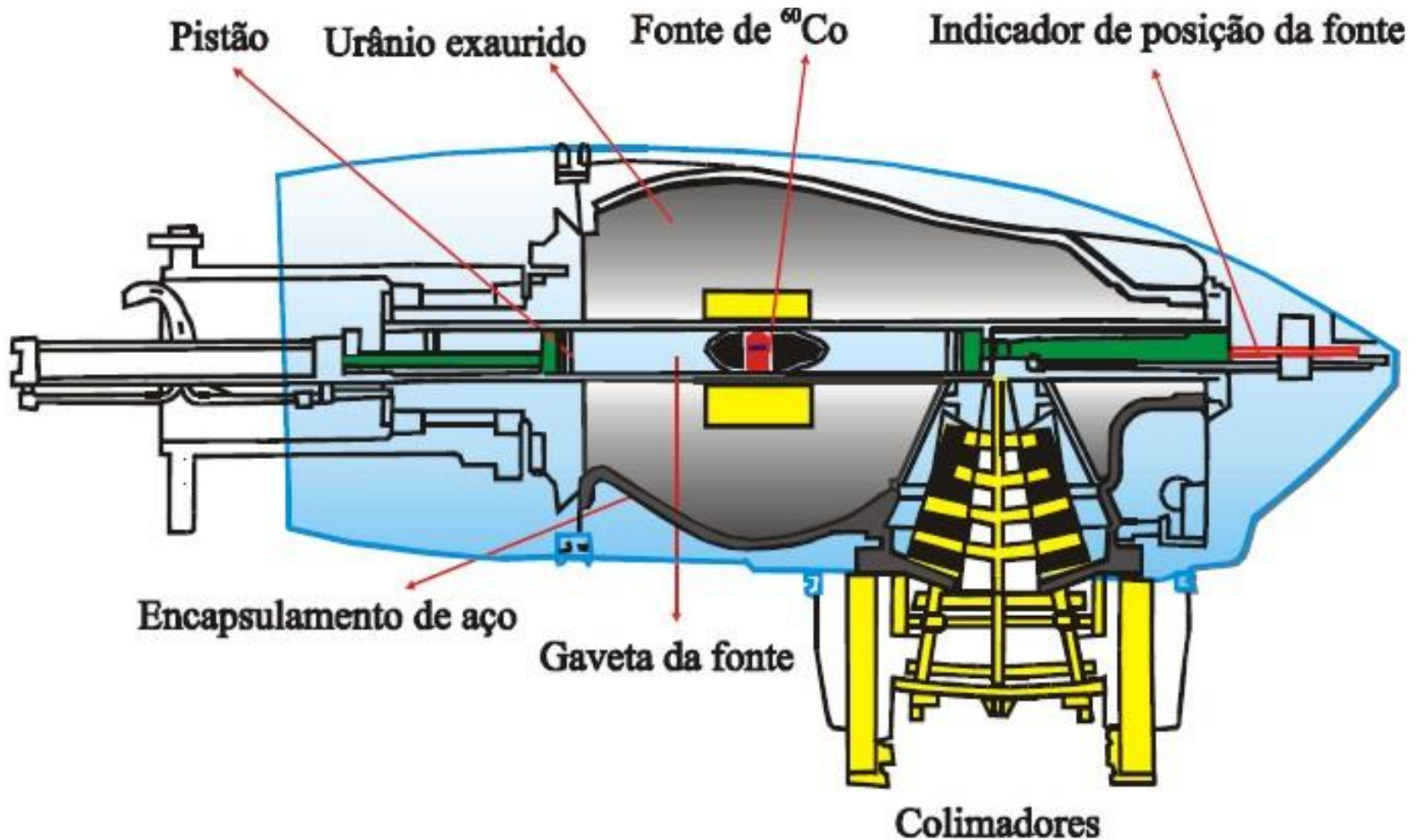
Fontes artificiais: Raios X



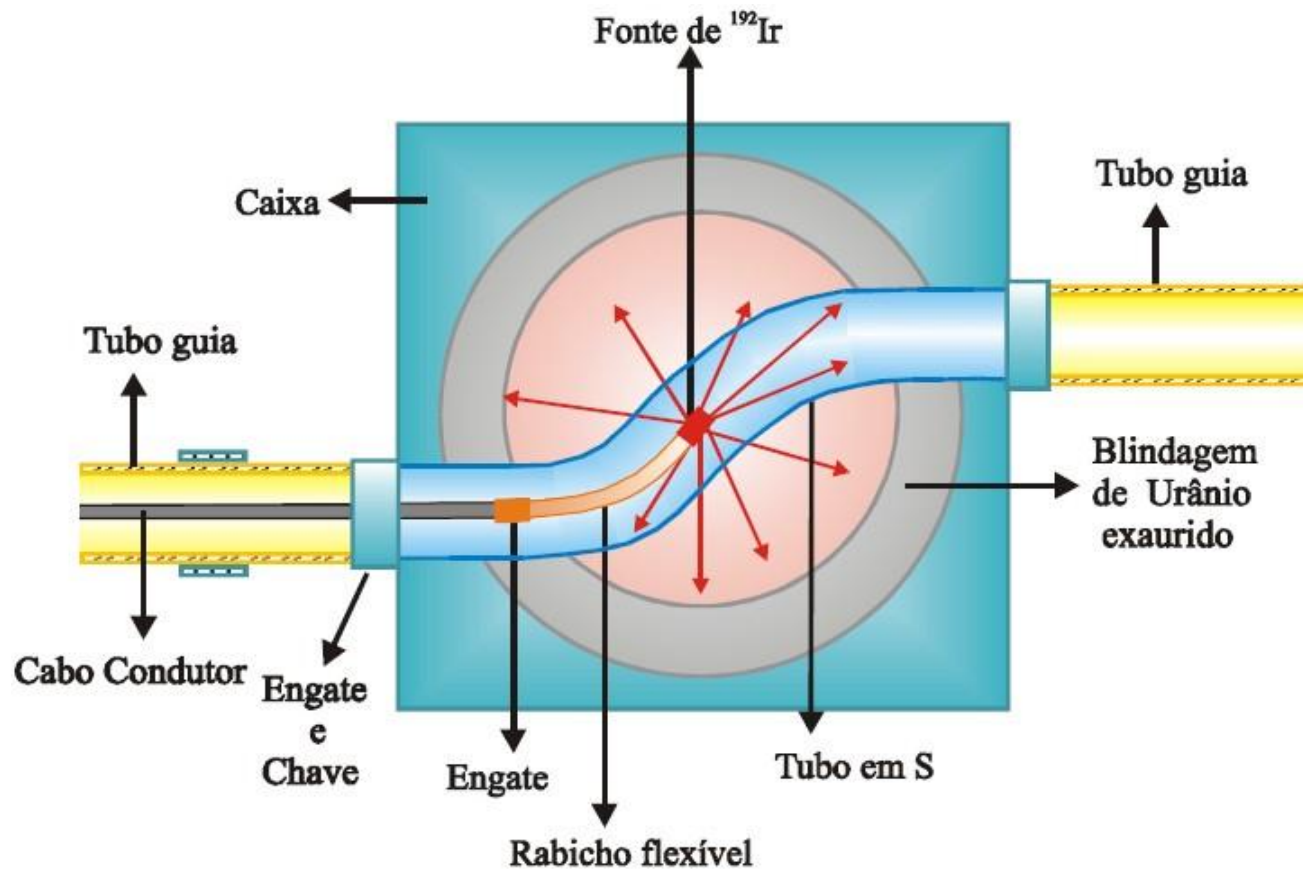
Fontes artificiais: Aceleradores de elétrons



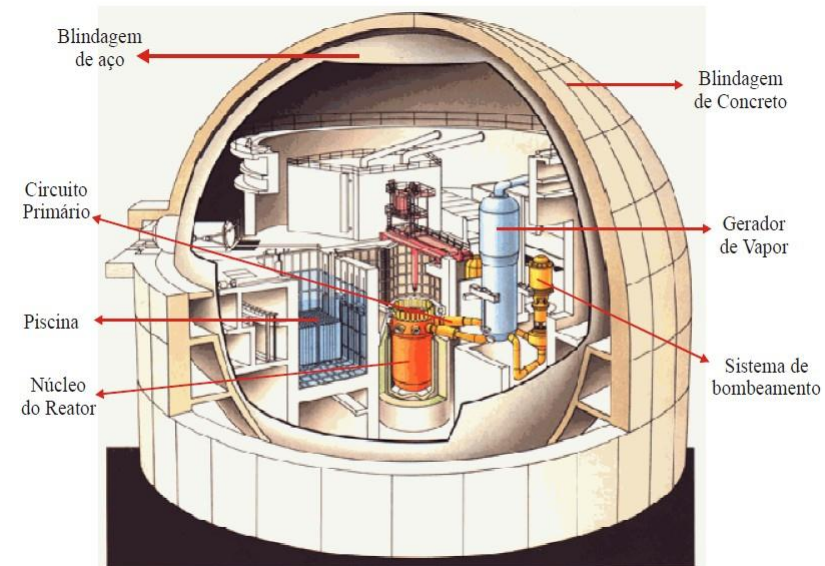
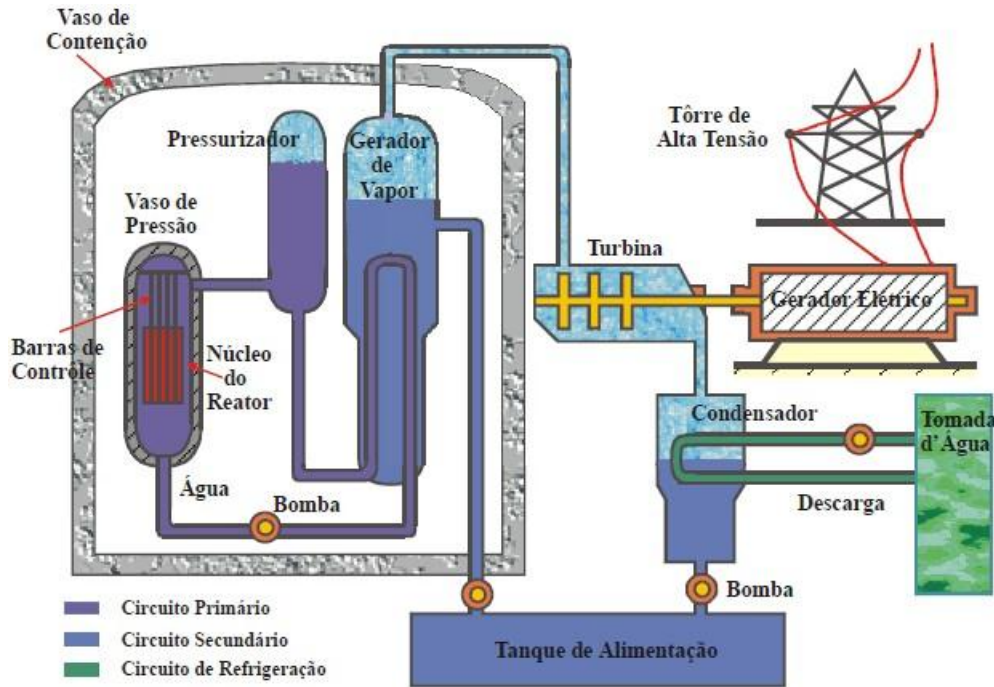
Fontes artificiais: Cobalto terapia



Fontes artificiais: Irradiador gamagrafia



Fontes artificiais: Reator nuclear

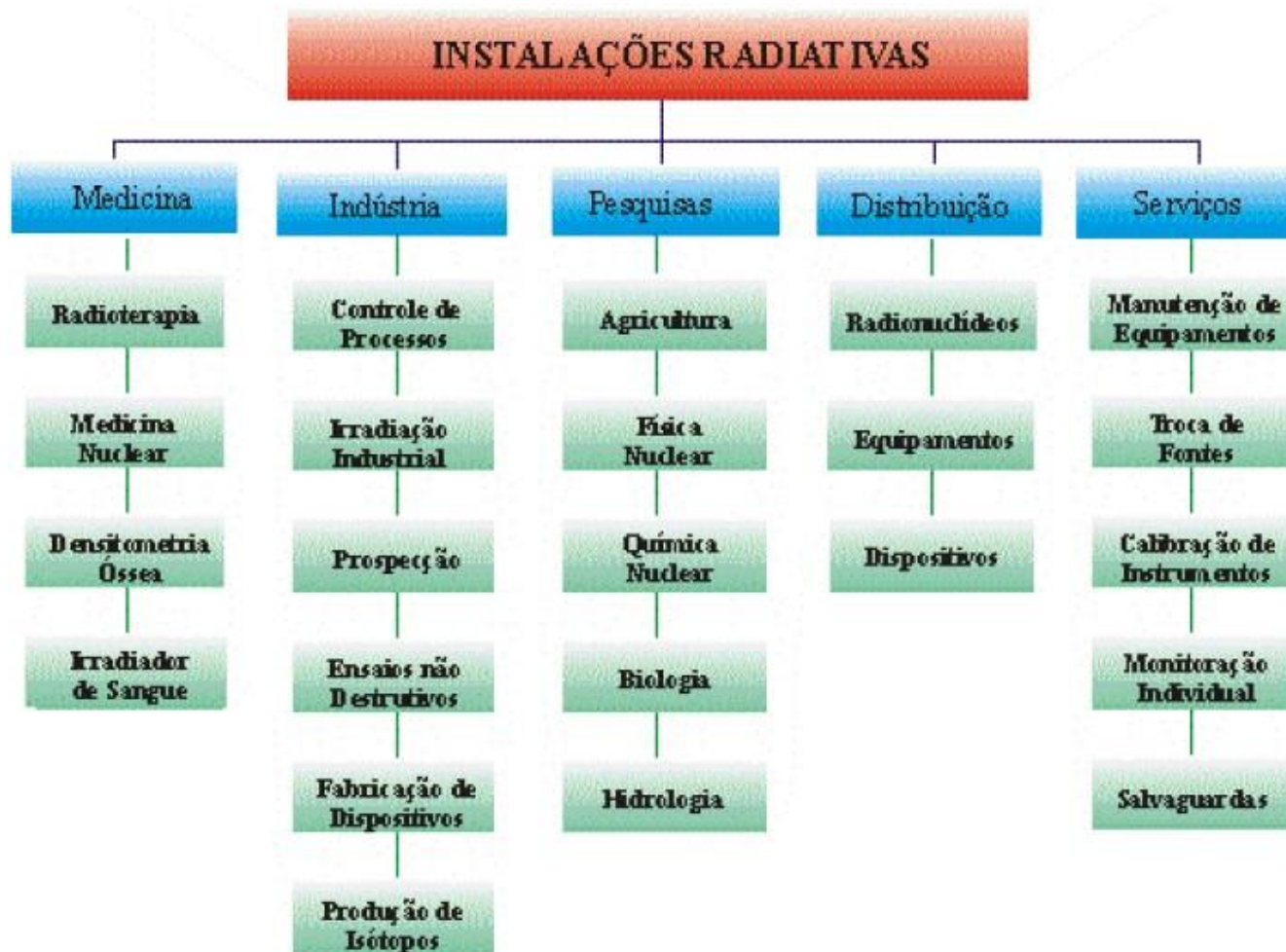


Instalações radioativas e nucleares

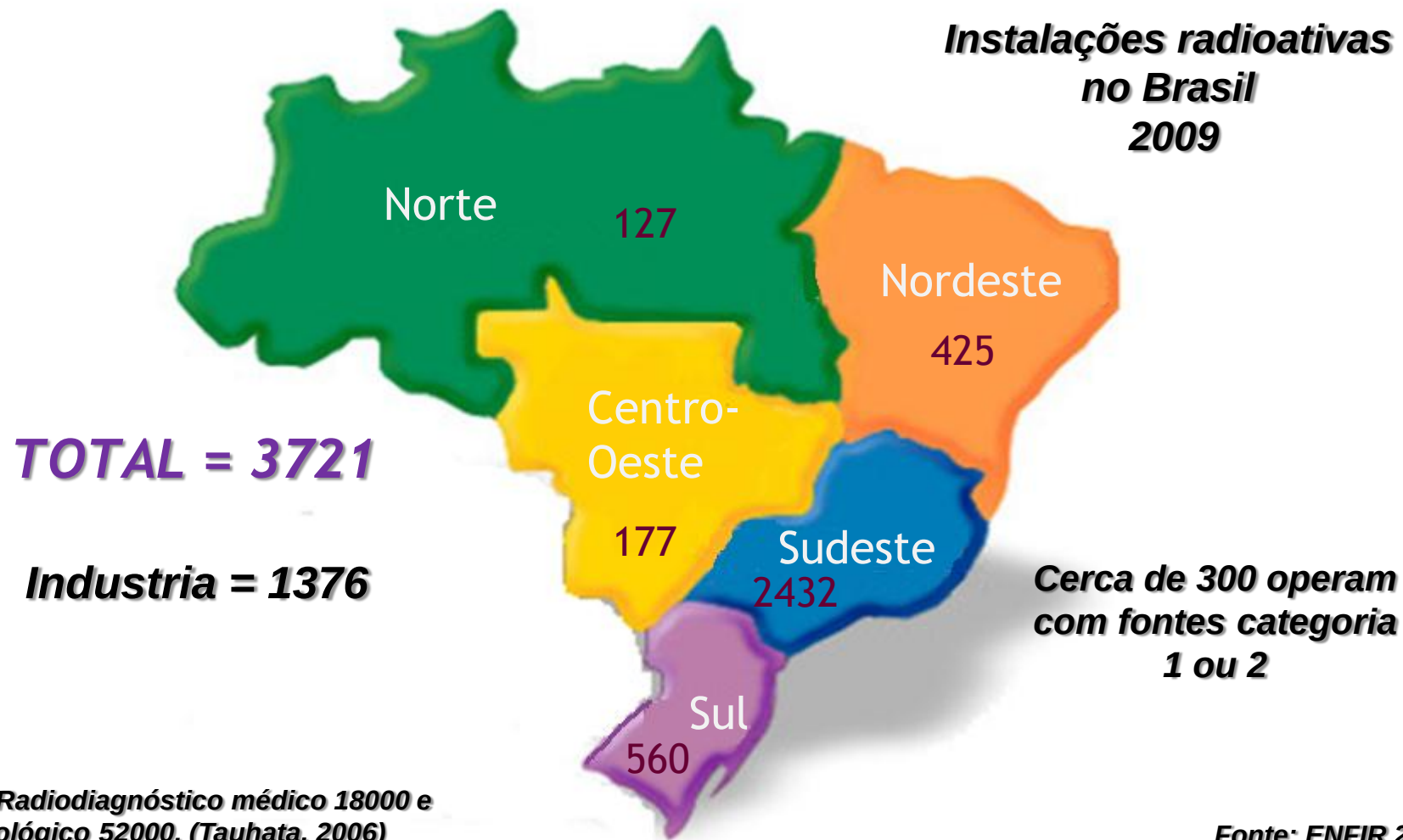


- **Radiativas:** estabelecimento ou instalação onde se produzem, utilizam, transportam ou armazenam fontes de radiação. Excetua-se desta definição as instalações nucleares;
- **Nucleares:** instalação na qual material nuclear é produzido, processado, reprocessado, utilizado, manuseado ou estocado em quantidades relevantes, a juízo da CNEN.
 - *Elemento nuclear:* É todo elemento químico que possa ser utilizado na libertação de energia em reatores nucleares ou que possa dar origem a elementos químicos que possa ser utilizados para esse fim. (Lei 4118/62)
 - *Material nuclear:* com esta designação se compreendem os elementos nucleares ou seus subprodutos (elementos transurânicos, U-233) em qualquer forma de associação (i.e. metal, liga ou combinação química). (Lei 4118/62)

Instalações radioativas e nucleares



Instalações radioativas e nucleares



Categorização de fontes



- Objetivo
 - Apresentar um sistema simples e lógico de classificação de fontes de radiação ionizante, baseado no seu potencial de provocar danos à saúde humana (periculosidade); (*TECDOC-1344_2003 e RS-G-1.9 - IAEA*)
- Definições
 - Uma fonte perigosa é aquela que, uma vez fora de controle, possa levar a exposições suficientes para provocar severos efeitos determinísticos à saúde humana;
 - As categorias são baseadas na razão A/D. Para informação ao público as fontes são divididas em 5 categorias.
 - *Onde A é a atividade da fonte e D representa atividade de fonte que pode causar severos efeitos determinísticos.*

Categorização de fontes



- Categoria 5 $\rightarrow A/D < 0,01$
 - Fonte não perigosa;
 - Nenhuma lesão permanente é esperada devido à manipulação dessa quantidade de material radioativo
- Categoria 4 $\rightarrow A/D = 0,01 - 1,0$
 - Fonte não perigosa;
 - É muito pouco provável que alguém possa sofrer uma lesão permanente manipulando esta quantidade de material radioativo;
 - É possível a ocorrência de algum efeito temporário para exposições com a duração de algumas semanas;

Categorização de fontes



- Categoria 3 $\rightarrow A/D = 1,0 - 10,0$
 - Fonte perigosa. Esta quantidade de material radioativo pode causar lesões permanentes em exposições com duração de algumas horas.
 - Embora pouco provável, pode levar ao óbito em exposições pelo período de dias até semanas.
- Categoria 2 $\rightarrow A/D = 10,0 - 1000$
 - Fonte muito perigosa. Esta quantidade de material radioativo pode causar lesões permanentes em exposições com duração de alguns minutos;
 - Pode levar ao óbito em exposições pelo período de horas até dias;

Categorização de fontes



- Categoria 1 $\rightarrow A/D > 1000$
 - Fonte extremamente perigosa. Esta quantidade de material radioativo pode causar lesões permanentes em exposições com duração de alguns segundos.
 - Pode levar ao óbito em exposições pelo período de minutos a uma hora.

Categoria	Fonte	Exemplos	Atividade (TBq)
1	Extremamente perigosa	Radioterapia (^{60}Co)	$4,0 \times 10^3$
2	Muito perigosa	Gamagrafia (^{60}Co , ^{192}Ir e ^{75}Se), Braquiterapia HDR (^{192}Ir e ^{60}Co)	$6,0 \times 10^1 - 1,0 \times 10^2$ $6,0 \times 10^0 - 1,0 \times 10^1$
3	Perigosa	Medidores de nível (^{60}Co e ^{137}Cs)	$5,0 \times 10^0$
4	Provavelmente não perigosa	Medidores de espessura (^{85}Kr e ^{90}Sr), Braquiterapia LDR (^{125}I e ^{198}Au)	$1,0 \times 10^{-1} - 1,0 \times 10^0$ $4,0 \times 10^{-2} - 8,0 \times 10^{-2}$
5	Não perigosa	PET (^{68}Ge)	$3,0 \times 10^{-3}$

Detecção da radiações ionizantes em situações de emergência

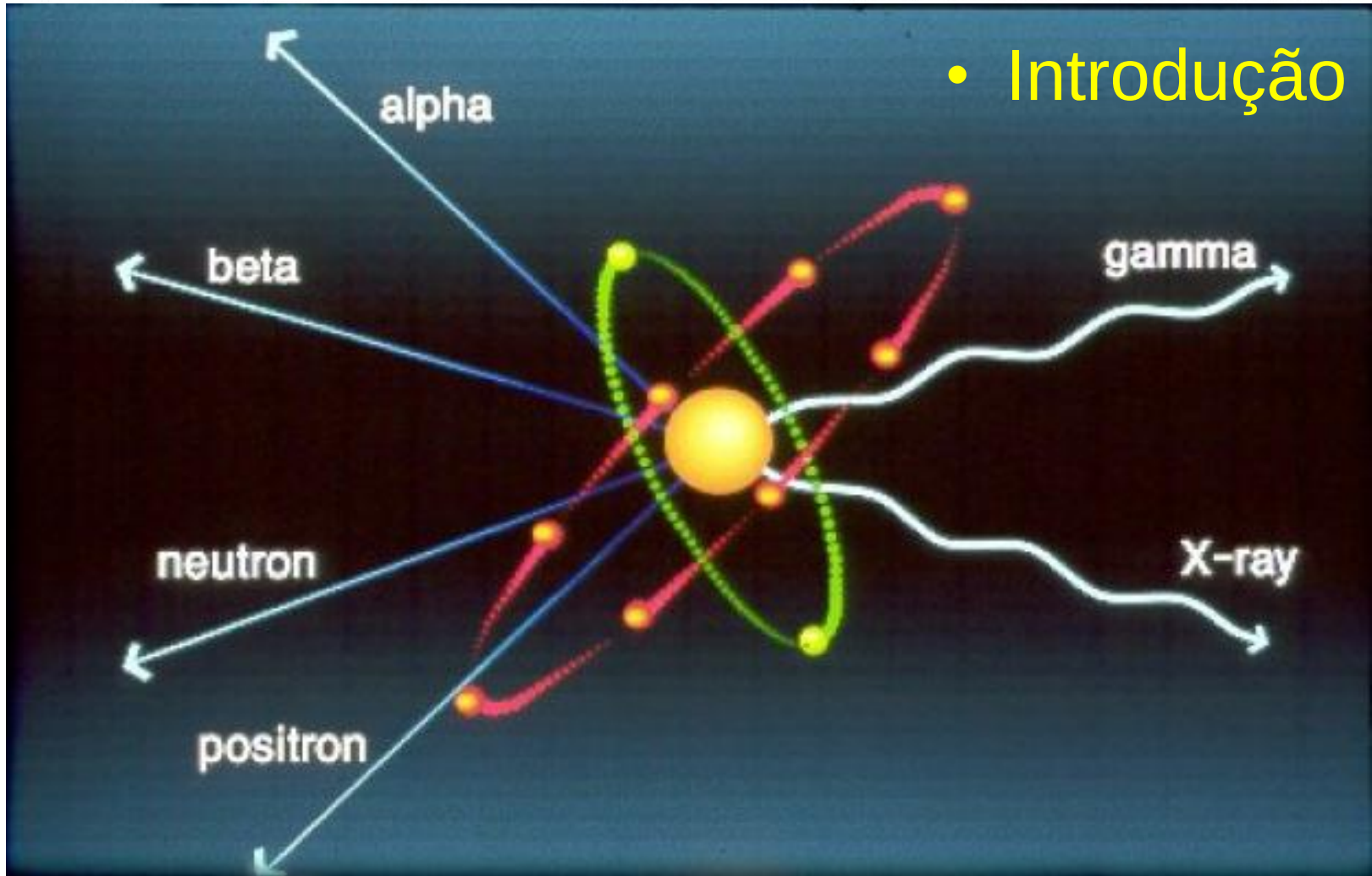


- Introdução
- Detectores e monitores de radiação
- Identificadores radiológicos
- Dosímetros pessoais
- Detecção das radiações em atividades externas

Detecção da radiações ionizantes em situações de emergência



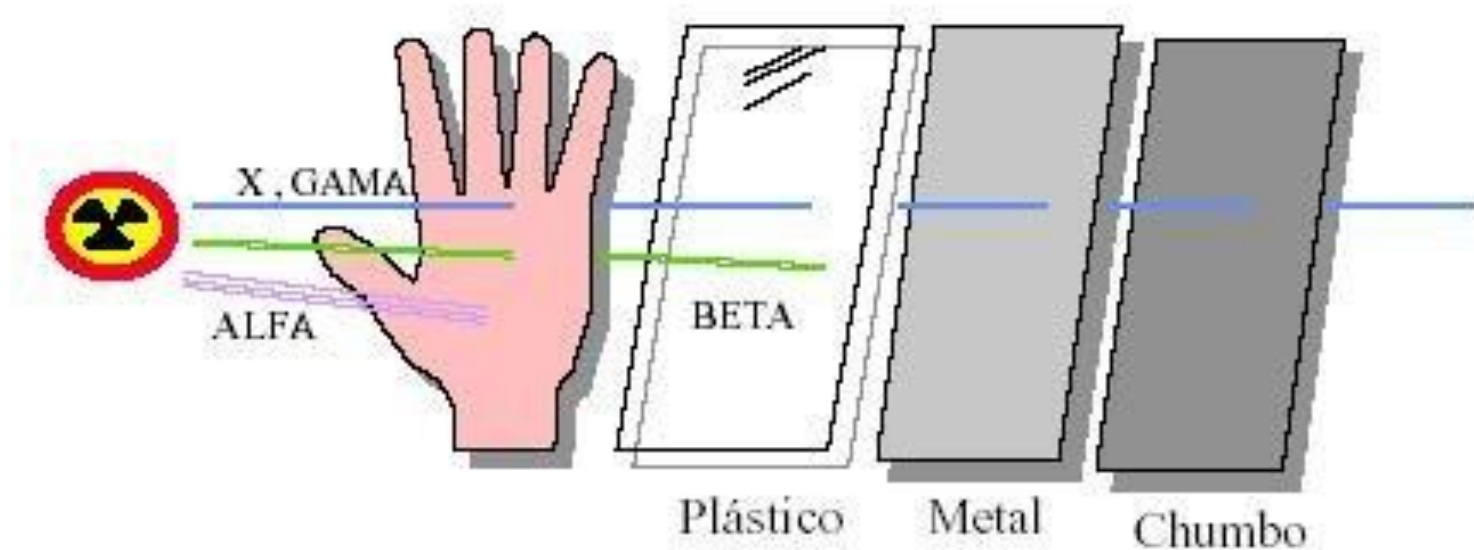
- Introdução



Detecção da radiações ionizantes em situações de emergência



- Introdução



Detecção da radiações ionizantes em situações de emergência



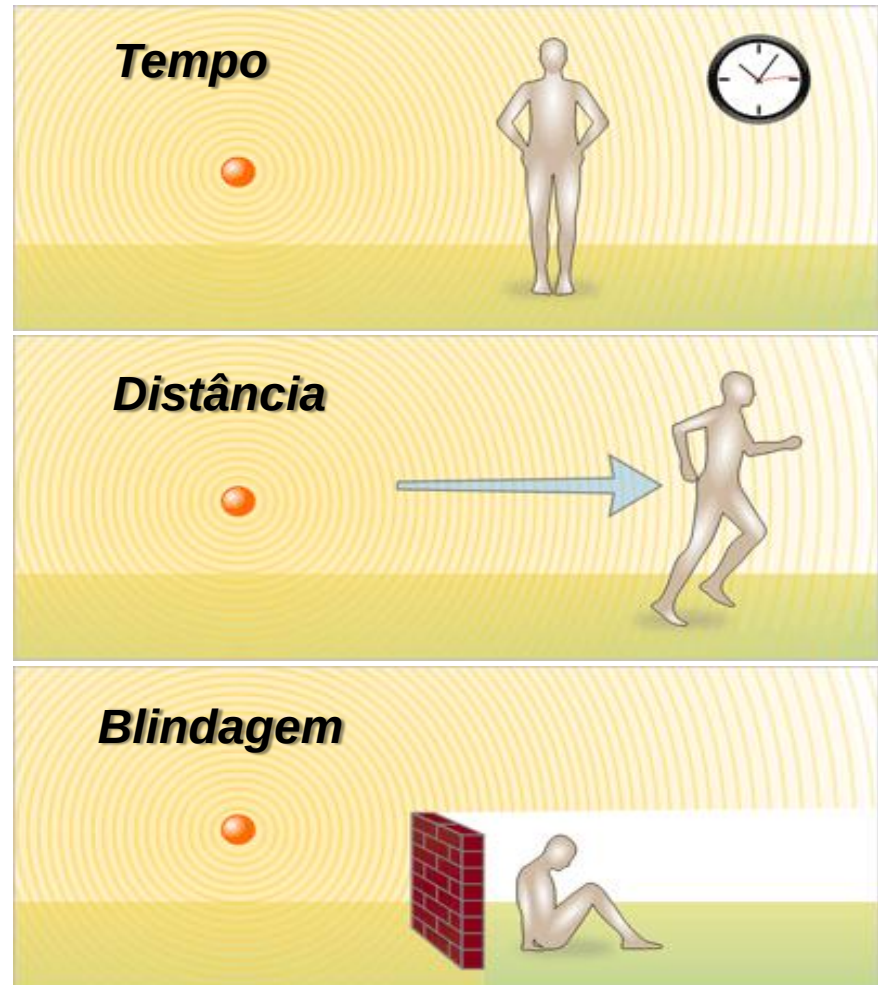
- Introdução
 - Princípios de radioproteção
 - Justificação da Prática
 - Otimização
 - Limitação da dose individual

Detecção da radiações ionizantes em situações de emergência



- Introdução

- Redução de exposição as radiações



Detecção da radiações ionizantes em situações de emergência



- Introdução
 - Símbolos



Novo símbolo de radiação proposto pela ISO

Detectores e Monitores de radiação



- Detectores
 - Materiais que registram a presença das radiações ionizantes por meio de alterações físicas ou químicas, que posteriormente serão medidas através de um determinado processo.
- Monitores
 - Associação dos detectores com circuitos eletrônicos originam estes instrumentos para medição imediata da radiação. Eles podem ser identificadores ou não.

Detectores e Monitores de radiação



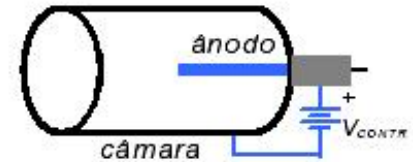
- Para que um monitor possa atender aos vários cenários que podem ser encontrados, os seguintes critérios devem ser observados:
 - os monitores devem ser sensíveis à radiações do tipo beta, gama e raios X;
 - a sua dependência energética;
 - o monitor tem que ser prático na sua operação;
 - como o monitor se comporta mediante a altas taxas de exposição;
 - uso sempre de mais de um monitor;
 - o monitor tem que possuir sondas para monitoração de áreas e de superfícies.

Detectores/Monitores à gás



- Câmara de ionização

- A corrente gerada é função do nº de interações com os fótons incidentes e a altura do sinal é proporcional a energia.



- Contadores proporcionais

- O sinal gerado é função do nº de interações multiplicado por um fator cte e a altura do sinal é proporcional a energia.

- Geiger-Müller

- O sinal gerado é função de uma avalanche de elétrons gerados, não podendo saber pela altura do sinal a energia da radiação incidente.



Identificadores radiológicos



- **Definição:** São medidores de radiação gama, utilizando detectores em estado sólido, capazes de identificar o agente radiológico ou nuclear.
- A identificação baseia-se no método de medição chamado de **Espectrometria Gama**.
- Espectrometria gama é a **análise do espectro de energia** emitida pelo material radioativo. Cada agente radiológico ou nuclear possui uma ou mais energias que os qualificam possibilitando sua identificação.
- **Tipos:** Cintiladores (NaI e LaBr₃) e semicondutores (HPGe)

Identificadores radiológicos

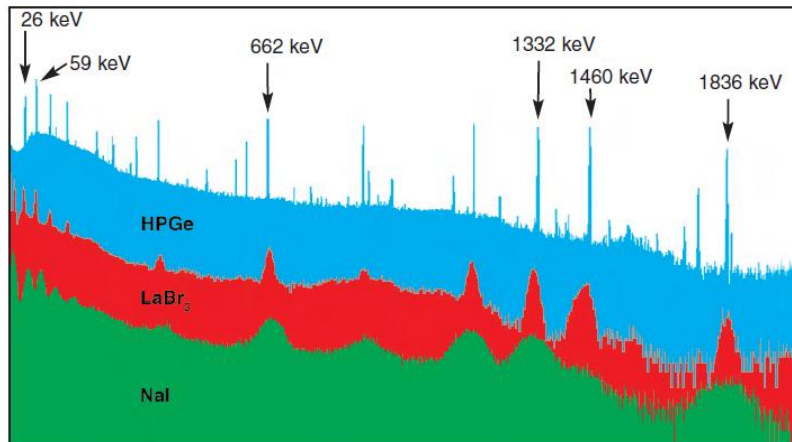


Figure 1. Comparison for LaBr₃(Ce), NaI(Tl), and HPGe spectra.



Cintiladores

Dosímetros Pessoais



- São monitores de radiação ionizante que medem grandezas operacionais como equivalente de dose pessoal $H_p(d)$ ou dose individual (*Photon Dose Equivalente*) H_x .
- A grandeza H_x é atualmente usada no Brasil para monitoração individual externa de corpo inteiro, pois não necessita de simuladores para a calibração dos dosímetros (monitores) individuais, que são calibrados livres no ar.

Dosímetros Pessoais



- Tipos:

- Filme dosimétrico;



- Dosímetro TLD;



- Caneta dosimétrica;



- Dosímetro eletrônico.



Detecção da radiações ionizantes em atividades externas



- Levantamento radiométrico
 - Método eficaz para encontrar fontes perdidas ou pontos de contaminação no campo ou instalações, esse método consiste em varrer toda a área que se supõe estar contaminada ou exposta a uma fonte radioativa.
- Monitoração de superfícies
 - Consiste em monitorar a superfície em que provavelmente há material radioativo, para determinação precisa dos pontos de contaminação.
- Monitoração de pessoas
 - Deve ser feita sem o IOE esboçar qualquer tipo de reação facial, mesmo quando for encontrada uma contaminação elevada. Esta atitude visa evitar reações imprevisíveis do monitorado.

Equipamento de Proteção Individual (EPI)



- Legislação
- Emprego do EPI
- Roupas especiais de proteção (Nível)
- Tipos de EPI empregados em emergência radiológica e nuclear

Equipamento de Proteção Individual (EPI)



- Legislação

- Os equipamentos de proteção individual, tem o seu uso regulamentado, pelo Ministério do trabalho e Emprego, em sua Norma Regulamentadora nº 6 (NR nº 6).
- Esta Norma define que equipamento de proteção individual é todo dispositivo de uso individual, destinado a proteger a saúde e a integridade física do trabalhador.

Fonte: Paulo Ricardo Teles de Vilela

Equipamento de Proteção Individual (EPI)



- Emprego do EPI

- Sempre que as medidas de proteção coletiva forem tecnicamente inviáveis ou não oferecem completa proteção contra riscos de acidentes do trabalho ou doenças profissionais e do trabalho.
- Enquanto as medidas de proteção coletiva estiverem sendo implantadas, reparadas ou substituídas.
- Para atender a situações de emergência.

Fonte: Paulo Ricardo Teles de Vilela

Equipamento de Proteção Individual (EPI)



- Roupas especiais de proteção – Nível A
 - Utilizada para proteger o usuário contra gases, vapores e partículas tóxicas, bem como contra produtos líquidos, especialmente em condições de risco extremo, com elevadas concentrações de produtos químicos perigosos. O nível de proteção (resistência química) desta veste depende do material utilizado. As roupas mais resistentes são confeccionadas com diversas camadas de materiais diferentes.



Fonte: Paulo Ricardo Teles de Vilela

Equipamento de Proteção Individual (EPI)



- Roupas especiais de proteção – Nível B
 - Esta roupa é especial para combate a substâncias químicas em condições que não ofereçam risco máximo a pele. Portanto, as roupas nível B podem não ser conectadas às luvas e botas. No entanto, assim como nas roupas nível A, oferecem proteção respiratória máxima pois estão associadas a equipamentos respiratórios autônomos.



Fonte: Paulo Ricardo Teles de Vilela

Equipamento de Proteção Individual (EPI)



- Roupas especiais de proteção – Nível C
 - O grau de proteção da roupa nível C para a pele é idêntico ao nível B, mas o grau de proteção respiratória é inferior. Pode ser utilizada com equipamento autônomo de proteção ou com mascaras com filtros químicos, dependendo da situação. O ambiente deve estar caracterizado e as substâncias envolvidas, bem como suas concentrações devem ser conhecidas.



Fonte: Paulo Ricardo Teles de Vilela

Equipamento de Proteção Individual (EPI)



- Tipos de EPI empregados em emergência radiológica e nuclear

- Luvas cirúrgicas;
- Luvas emborrachadas;
- Gorro de brim;
- Macacão de brim;
- Macacão de tyvek;
- Bota de tyvek.



Fonte: Paulo Ricardo Teles de Vilela

Segurança radiológica e nuclear



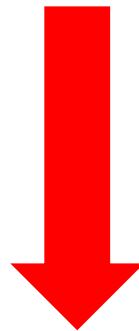
- Tem como objetivo *PREVENIR* o uso ilícito de materiais nucleares e radioativos, *DETECTAR* a presença desses materiais fora do seu emprego normal e *RESPONDER* a eventos acidentais ou malevolentes envolvendo esses materiais.
- Cenários
 - Detecção de níveis elevados radiação;
 - Perda, roubo, dano, incêndio de fonte perigosa;
 - Recuperação de uma fonte perigosa;
 - Eventos de transporte de materiais radioativos;
 - Desastres ambientais;
 - Segurança de eventos de alta visibilidade: Atentado terrorista (RDD ou RED), Contaminação/Exposição de público.

Segurança radiológica e nuclear



- Cenários

- Perda, roubo, dano, incêndio de fonte perigosa, eventos de transporte e desastres ambientais.



Acidentes e Emergência Radiológica e Nuclear.

Segurança radiológica e nuclear



- Acidente
 - Qualquer evento não intencional, incluindo erros de operação e falhas de equipamento, cujas consequências reais ou potenciais são relevantes sob o ponto de vista de proteção radiológica.
- Emergência
 - Situação de alteração intensa e grave das condições de normalidade em um determinado município, estado ou região, decretada em razão de desastre, comprometendo parcialmente sua capacidade de resposta
- Emergência radiológica
 - São emergências que envolvem fontes de radiação.

Segurança radiológica e nuclear

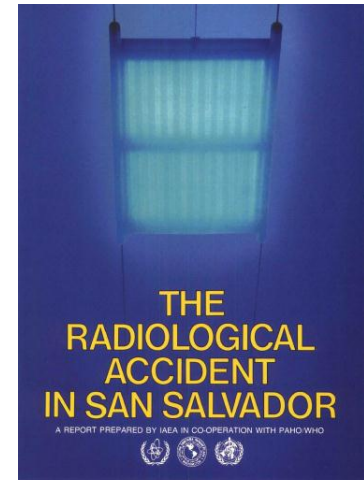


- **Acidente radiológico**
 - Desvio inesperado significativo das condições normais de projeto, de atividade, ou de operação ou manutenção de instalação radioativa que, a partir de um determinado momento, foge ao controle planejado e pretendido, demandando medidas especiais para a retomada de sua normalidade, e que possa resultar em exposição de pessoas a radiação ionizante, acima dos limites estabelecidos pela CNEN, e em danos ao meio ambiente e a propriedade.
- **Acidente nuclear**
 - Um acidente é considerado nuclear quando envolve a presença de material nuclear. (ver slide 14)

Segurança radiológica e nuclear



- Acidente radiológico
 - San Salvador - El Salvador;
 - Yamango – Peru;
 - Cochabamba – Bolívia.
- Acidente nuclear
 - Chernobyl;
 - Fukushima.



INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, VIENNA, 1990



Segurança radiológica

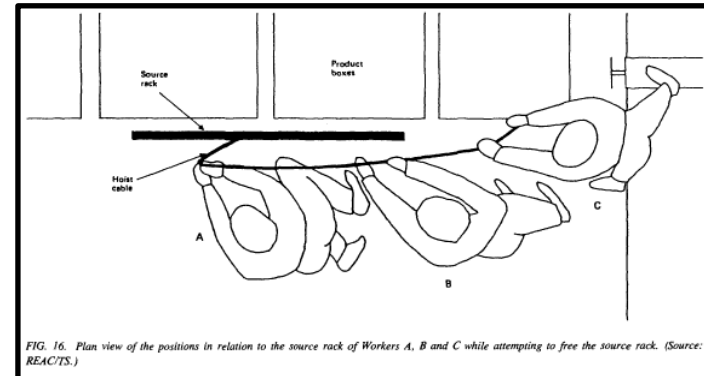
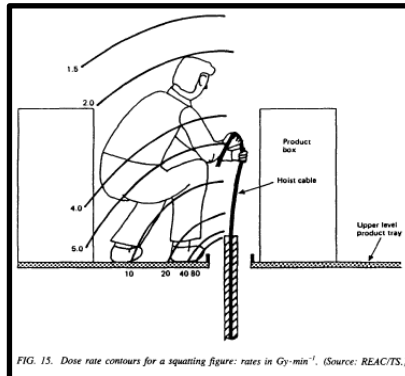
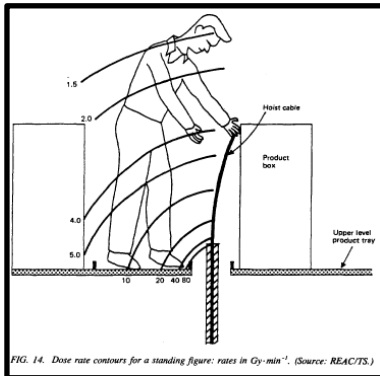


- Acidente radiológico
 - San Salvador (pub847, IAEA – 1990): Um severo acidente radiológico ocorreu em San Salvador em 05 de fevereiro de 1989, quando a fonte de ^{60}Co (na data do acidente $A = 18\text{KCi}$ ou 666GBq) do irradiador industrial utilizado principalmente para esterilização de produtos médicos ficou exposta e os trabalhadores resolveram tentar recoloca-la na posição de guarda manualmente.

Segurança radiológica



- Acidente radiológico:
 - San Salvador (pub847, IAEA – 1990)



Segurança radiológica



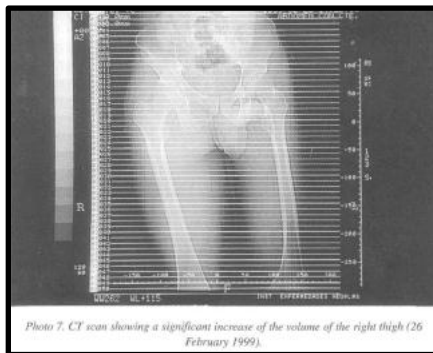
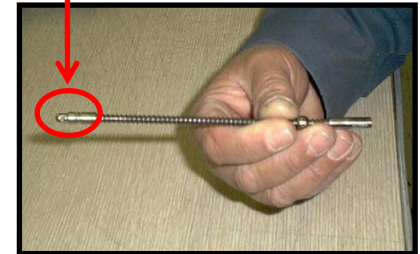
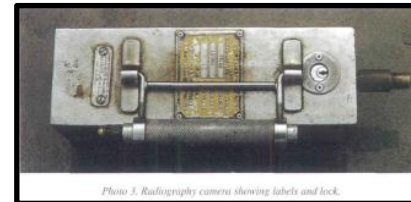
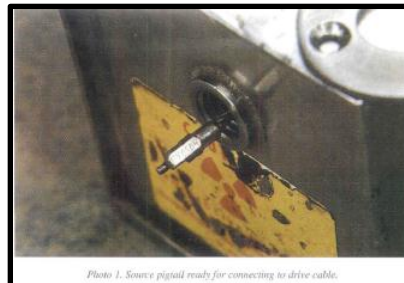
- Acidente radiológico
 - Yamango (pub1101, IAEA – 2000): Um severo acidente radiológico ocorreu na hidreletrica de Yanango em 20 de fevereiro de 1999, quando um trabalhador (soldador) colocou uma fonte de ^{192}Ir de gamagrafia em seu bolso e permaneceu com a mesma por várias horas houve necessidade de amputação e também foram expostos (com menor dose) sua esposa e filhos.

Segurança radiológica



- Acidente radiológico
 - Yamango (pub1101, IAEA – 2000)

Fonte



Segurança radiológica



- Acidente radiológico
 - Cochabamba (pub1119, IAEA – 2002): Um acidente radiológico ocorreu em Cochabamba – Bolívia em abril de 2002, quando um irradiador de Ir-192 de gamagrafia defeituoso (fonte no tubo guia) foi enviado de volta La Paz no guarda malas de um onibus comercial expondo passageiros do ônibus a doses entre 0,23Gy e 0,42Gy.

Segurança radiológica



- Acidente radiológico
 - Cochabamba (pub1119, IAEA – 2002):



FIG. 10. Industrial radiography equipment prepared for transport in the bus.



FIG. 18. Reconstruction by the IAEA of the circumstances of the accident. In the foreground is the radiography tube unwound up to the cargo compartment of the bus.

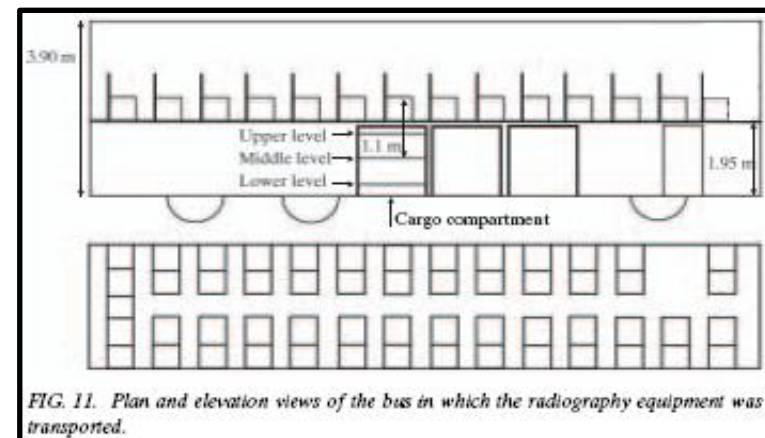


FIG. 11. Plan and elevation views of the bus in which the radiography equipment was transported.

Segurança nuclear



- Acidente nuclear em Fukushima

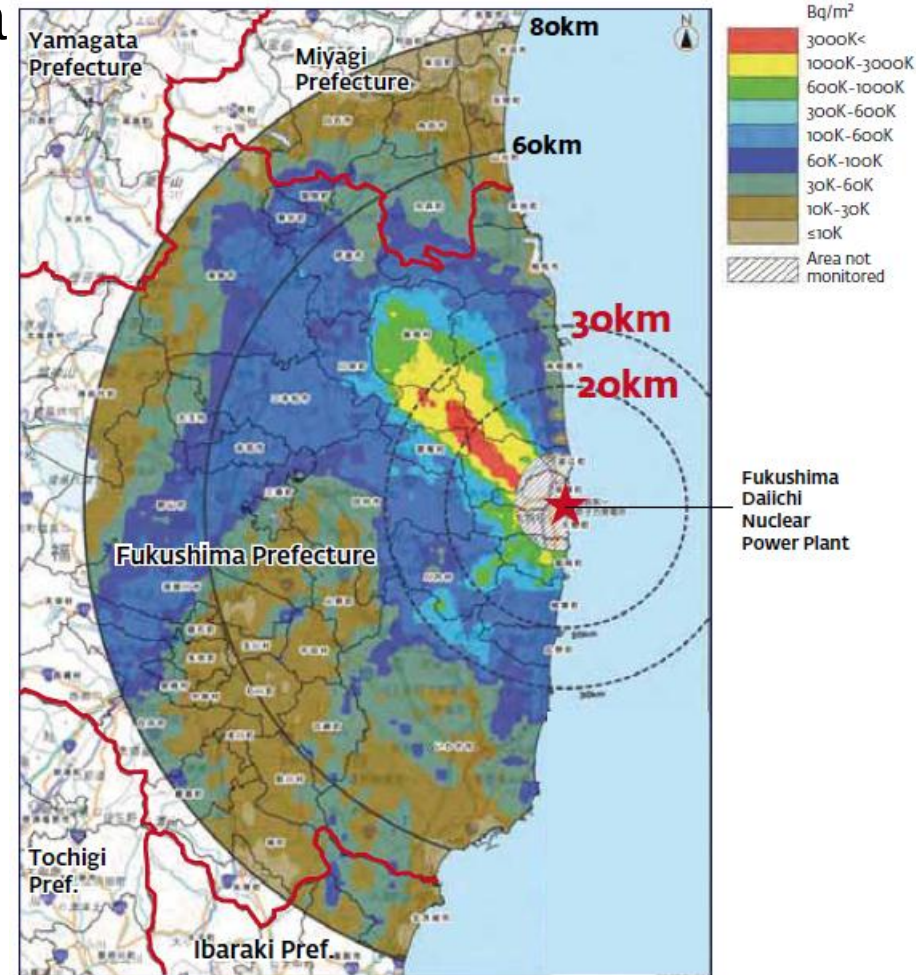
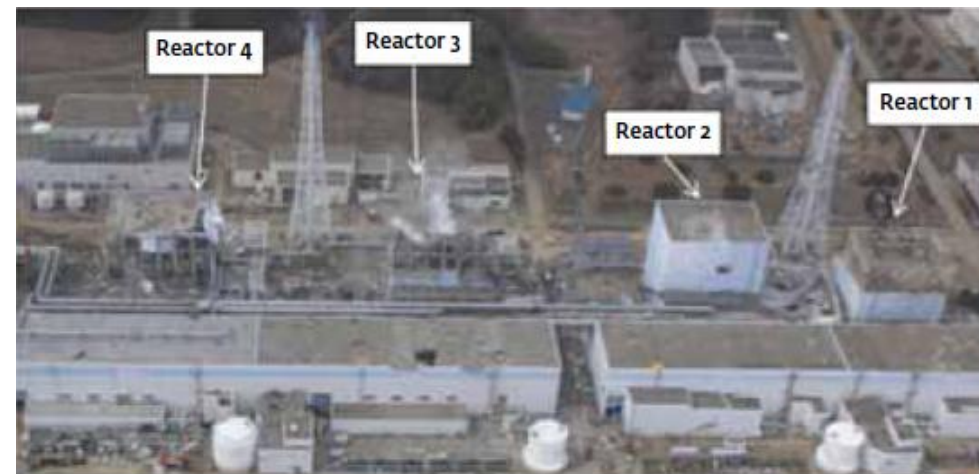
(The National Diet of Japan Fukushima Nuclear Accident Independent Investigation Commission – 2000):

- Em 11 de março de 2011, um grande terremoto no oriente do Japão provocou um acidente extremamente nuclear grave na central nuclear de Fukushima, de propriedade da empresa Tokyo Electric Power (TEPCO). Este acidente devastador foi finalmente declarado Nível 7 ("acidente grave") pela Escala Internacional de Eventos Nucleares (INES). O tsunami causado pelo terremoto inundou e destruiu totalmente os geradores de emergência, as bombas de refrigeração, o sistema de fiação elétrica e a fonte de alimentação DC para as unidades 1, 2 e 4. A água do mar a partir do tsunami inundou a área de todo o edifício das unidades 3 e 4. A perda de energia elétrica tornou muito difícil resfriar os reatores em tempo hábil. Este acidente fez com que uma enorme quantidade de material radioativo fosse lançada para o meio ambiente.

Segurança nuclear



- Acidente nuclear em Fukushima
(*The National Diet of Japan Fukushima Nuclear
Accident Independent Investigation Commission – 2000*):



Segurança radiológica



- Cenários
 - Segurança de eventos de alta visibilidade: Atentado terrorista (RDD ou RED), Contaminação/Exposição de público.
 - **RDD** (Dispositivo de dispersão radiológica) – Qualquer método usado para dispersar material radioativo deliberadamente para criar terror ou danos. Uma bomba suja é um exemplo de um RDD. Ele é feito por explosivos (como dinamite) com material radioativo para ser dispersos quando a bomba explodir.
 - **RED** (Dispositivo de exposição radiológica) – Variação de RDD que envolve apenas a colocação de uma fonte radioativa em uma área pública para expor as pessoas que passam.
 - **De onde vem o material radioativo?** Fontes radioativas para serem utilizadas como RDD e RED devem ter **portabilidade** combinada com **níveis** relativamente **elevados** de **radioatividade**. Ex.: Gamagrafia, cobalto terapia , braquiterapia tipo HDR e medidores nucleares.

Segurança radiológica



- Radionuclídeos que são de maior preocupação para um RDD no Brasil:

- Cobalto (^{60}Co)
- Irídio (^{192}Ir)
- Selênio (^{75}Se)
- Césio (^{137}Cs)
- Califórnio (^{252}Cf)
- Amerício (^{241}Am)



	Fonte	Meia vida ($T_{1/2}$)*		Fonte	Meia vida ($T_{1/2}$)*		Fonte	Meia vida ($T_{1/2}$)*
Médica	^{99m}Tc	6,01 h	Industrial	^{137}Cs	30,05 a	Natural	^{40}K	$1,25 \cdot 10^9$ a
	^{131}I	8,02 d		^{60}Co	5,27 a		^{226}Ra	$1,60 \cdot 10^3$ a
	^{201}Tl	3,04 d		^{192}Ir	73,83 d		^{232}Th	$1,40 \cdot 10^{10}$ a
	^{198}Au	2,69 d		^{75}Se	119,78 d		^{238}U	$4,47 \cdot 10^9$ a
	^{123}I	13,22 h		^{252}Cf	2,65 a			
	^{125}I	59,39 d		^{241}Am	432,6 a			

Segurança radiológica



- Ações de defesa a um evento com RDD e RED

VARREDURA



1ª LINHA



2ª LINHA



3ª LINHA



Ações de resposta a emergência radiológica e nuclear



- Para que as ações de resposta sejam tomadas são necessários:
 - Conhecer os materiais radioativos; ✓
 - Ser capaz de medir e identifica-los; ✓
 - Fazer planejamento das ações a serem realizadas;
 - Identificar as lições aprendidas;
 - Estar capacitado para agir.

Ações de resposta a emergência radiológica e nuclear



- Por que fazemos *planejamento de Emergência*?
 - A sorte favorece quem está preparado;
 - Os despreparados não tem chance; e
 - É exigido por Lei.



Ações de resposta a emergência radiológica e nuclear



- Objetivos:
 - Retomar o controle da situação;
 - Prevenir ou mitigar as consequências do acidente na sua origem;
 - Prevenir a ocorrência de efeitos determinísticos;
 - Providenciar tratamento médico a acidentados;
 - Prevenir a ocorrência efeitos estocásticos;
 - Prevenir a ocorrência de efeitos não radiológicos;
 - Proteger o meio ambiente e as propriedades; e
 - Preparar o retorno às atividades sociais e econômicas.

Ações de resposta a emergência radiológica e nuclear



- Em uma emergência o atendimento aos aspectos não radiológicos devem ter prioridade sobre os radiológicos, ex. salvar vidas, tratamento de lesões, combate a incêndio, proteção de pessoas, do meio ambiente e de propriedades.
- Uma vez que os aspectos não radiológicos tiverem sido estabilizados, os passos seguintes deverão ser dirigidos para minimizar os riscos radiológicos para o público, trabalhadores de emergência e proteção ao meio ambiente.

Ações de resposta a emergência radiológica e nuclear



- Princípios básicos para proteção dos IOE e população
 - Evitar tocar elementos que se presumam ser radioativos ou estar contaminados;
 - Perto de uma fonte radioativa potencialmente perigosa, efetuar apenas ações de salvamento de vidas ou outras tarefas críticas;
 - Evitar o fumo ou utilizar equipamento de proteção respiratória disponível até 100 metros de um incêndio ou explosão envolvendo uma fonte radioativa potencialmente perigosa;
 - Manter as mãos afastadas da boca e não fumar, comer ou beber até que as mãos e a cara estejam lavadas (para evitar ingestão acidental);
 - Trocar de roupa e tomar uma ducha, logo que possível.

Ações de resposta a emergência radiológica e nuclear



- O planejamento das ações a serem realizadas possibilita a organização genérica desta resposta e classifica as “pessoas” (ou organizações) responsáveis da seguinte forma:
 - Iniciador da Resposta
 - Coordenador da Emergência
 - Controlador na Cena
 - Assessor Radiológico
 - Primeiro Respondedor

Fonte: IRD/CNEN

Ações de resposta a emergência radiológica e nuclear

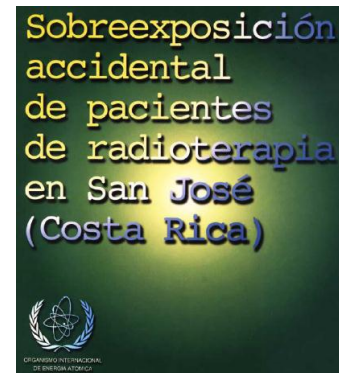
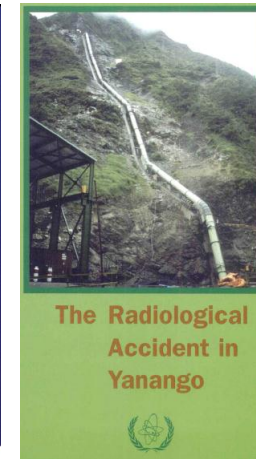
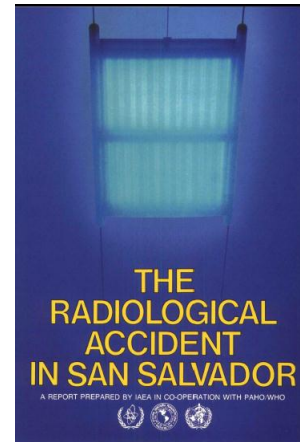
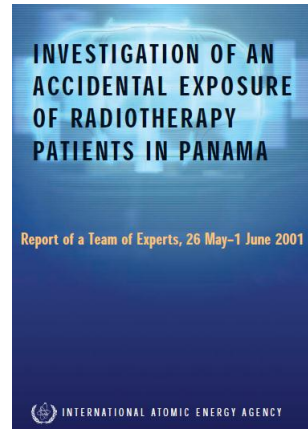
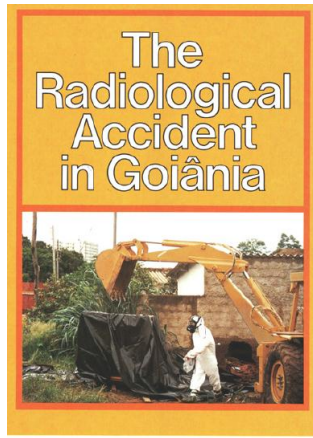
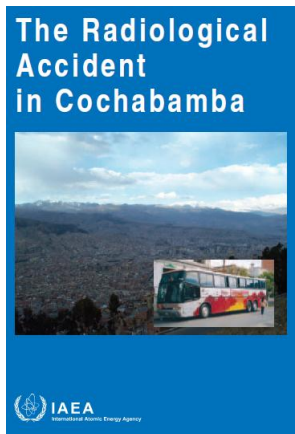


- **A Iniciador da Resposta**
 - Primeiro profissional informado sobre uma emergência com autoridade para ativar um plano de emergência. Ex: Polícia, Defesa Civil, Bombeiros, CNEN etc.
- **Coordenador da Emergência**
 - Profissional designado para dirigir a resposta. EX: Supervisor de PR, Gerente de Instalação, CNEN, etc.
- **Controlador na Cena**
 - É o responsável pelo gerenciamento de todas as operações no local do acidente. Ex: Comandante bombeiro, Gerentes de equipes de resposta.
- **Assessor Radiológico**
 - É o responsável na cena pela monitoração de áreas e pessoas, controle da contaminação e o controle ocupacional dos trabalhadores de emergência, assim como, pela recomendação das ações de proteção a serem executadas. Ex. Profissionais de proteção radiológica.
- **Primeiro Respondedor**
 - É a primeira pessoa ou equipe a chegar à cena com funções específicas de resposta ao acidente. Ex: Polícia, Defesa Civil, Bombeiros, etc.

Ações de resposta a emergência radiológica e nuclear



- Modelo de ação:
 - Estabelecimento de um ponto de controle
 - Acionamento das equipes de emergência



INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, VIENNA, 1988

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, VIENNA, 1990

Ações de resposta a emergência radiológica e nuclear



- Estabelecimento de um ponto de controle
 - Local radiologicamente limpo, por onde os IOE que irão atuar na ação de emergência, acessam a área isolada devido a um acidente radiológico ou nuclear.
 - No estabelecimento do ponto de controle devem ser observados:
 - Direção do vento e acessibilidade para monitoração controle de pessoas, equipamentos de medição e EPI;
 - Localização do ponto de controle que tem que estar na fronteira com a área livre da influência do material causador da emergência radiológica ou nuclear.

Ações de resposta a emergência radiológica e nuclear

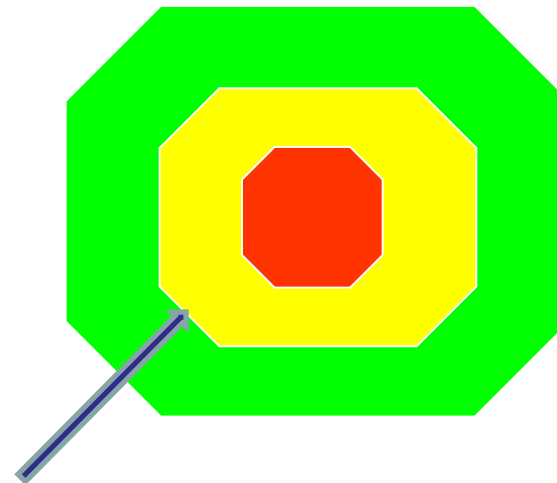


- Estabelecimento de um ponto de controle

 *Área livre*

 *Área supervisionada*

 *Área controlada*



Ponto de Controle

Ações de resposta a emergência radiológica e nuclear



- IRD/CNEN (www.ird.gov.br)
 - O Instituto de Radioproteção e Dosimetria (IRD) possui a missão de atuar com excelência nas áreas de radioproteção, dosimetria e metrologia, gerando e disseminando conhecimento e tecnologia para o uso seguro das radiações ionizantes, visando a melhoria da qualidade de vida no país.
 - Tel.: (21) 9218 – 6433/6432/6602



Ações de resposta a emergência radiológica e nuclear



- Para que as ações de resposta sejam tomadas são necessários:
 - Conhecer os materiais radioativos; ✓
 - Ser capaz de medir e identifica-los; ✓
 - Fazer planejamento das ações a serem realizadas; ✓
 - Identificar as lições aprendidas;
 - Estar capacitado para agir.



1. Atribuição clara das tarefas e responsabilidades:

- A incapacidade de designar com clareza uma pessoa para dirigir toda a ação de resposta, bem como de definir claramente outras responsabilidades, tem contribuído para a ineficácia da resposta inicial, resultando em efeitos evitáveis ao nível psicológico, da saúde e económico.
- A chegada de recursos e voluntários não solicitados pode interferir com a resposta, se não estiver prevista.
- Apenas um perito radiológico pode avaliar corretamente as condições radiológicas.



2. Atribuição de manter a população informada:

- A incapacidade de centrar numa única fonte toda a informação oficial, tem tido sérios efeitos económicos e psicológicos e contribuído para que a população adote medidas injustificadas com repercussões mais negativas do que positivas.
- O interesse dos meios de comunicação, incluindo repórteres que chegam ao local da ocorrência em questão de horas, não tem sido encarado de forma eficiente. É de esperar que os meios de comunicação mostrem um interesse considerável.
- Pessoas mal informadas atuando como peritos (ex., médicos locais, professores de ciências, etc.), podem facultar informação errada e enganadora e levar outras pessoas a adoptar medidas injustificadas.
- Há casos documentados em que matérias radioativas perigosas, perdidas ou extraviadas, foram recuperadas após anúncios públicos com as descrições dessas matérias e os perigos a elas associadas.

OIEA, Primeros Actuantes



3. Gestão da resposta médica:

- Especialistas médicos recusaram-se a tratar vítimas de possíveis contaminações, por não terem sido devidamente informados acerca dos riscos e da proteção pessoal.
- Pessoas que não tinham sido expostas, contaminadas ou lesionadas, mas com preocupações acerca de sua saúde (legitimamente motivadas), dirigiram-se aos hospitais locais pelos seus próprios meios, interferindo assim com a capacidade dos hospitais de tratar aqueles que tinham sido realmente atingidos (sobretudo quando os feridos chegaram mais tarde).
- Pessoas (cerca de 10% da população local) pedem para ser monitorizadas, depois dos meios de comunicação anunciarem ter havido uma emergência radiológica num lugar público.
- Os profissionais de saúde (médicos locais) são frequentemente os primeiros a identificar uma emergência radiológica, ao reconhecerem nos seus pacientes sintomas que indicam a possibilidade de exposição a radiações.

OIEA, Primeros Actuantes



4. Gestão das provas periciais e forenses:

- Poderá haver, entre a população, elementos que poderão representar uma ameaça para quem dirige os tratamentos ou a monitorização.
- Existe a possibilidade de se perderem informações e outro tipo de indícios importantes se todos os elementos encontrados ou recuperados do lugar do incidente não forem tratados como provas.
- No passado verificou-se que terroristas ou grupos criminosos usaram lugares de evacuação, zonas de concentração, etc., como locais ideais para instalação de armadilhas explosivas.
- Chegaram a perder-se ou destruir-se provas forenses valiosas porque os elementos das equipas de socorro desconheciam que muitas das suas ações (ex., não rotular ou isolar elementos contaminados ou proceder à descontaminação) podem destruir provas.



5. Comunicação durante uma emergência:

- Os sistemas telefônicos locais (incluindo os sistemas de telefones móveis) podem falhar durante emergências, depois da população tomar conhecimento da mesma, devido a sobrecarga.
- O sinal dos telefones móveis pode ser bloqueado no local do incidente por razões de segurança (*security*).

Ações de resposta a emergência radiológica e nuclear



- Para que as ações de resposta sejam tomadas são necessários:
 - Conhecer os materiais radioativos; ✓
 - Ser capaz de medir e identifica-los; ✓
 - Fazer planejamento das ações a serem realizadas; ✓
 - Identificar as lições aprendidas; ✓
 - Estar capacitado para agir.

Capacitação profissional para segurança e emergência radiológica e nuclear



- Graduação (área de exatas ou tecnológica) e pós-graduação (latu ou stricto sensu)
- Tecnólogo em radiologia (segundo MEC):
 - Executa as técnicas radiológicas, no setor de diagnóstico; radioterápicas, no setor de terapia; radioisotópicas, no setor de radioisótopos; **industrial**, no setor industrial e de medicina nuclear, pode gerenciar serviços e procedimentos radiológicos, atuando **conforme as normas de radioproteção**
- Pós-graduação - IRD
 - Curso de Pós-graduação “Lato-sensu” em Proteção Radiológica e Segurança de Fontes Radioativas.
 - Mestrado em Radioproteção e Dosimetria
 - Doutorado em Radioproteção e Dosimetria

Emergência Radiológica e Nuclear



Prof. Luciano Santa Rita

www.lucianosantarita.pro.br

tecnologo@lucianosantarita.pro.br