

SWB

Ações de Resposta da Área de Saúde nos Acidentes Radiológicos e Nucleares

MINISTÉRIO DA SAÚDE

Secretaria de Vigilância em Saúde

**Coordenação Geral de Vigilância em
Saúde Ambiental**

Conteúdo:

Contexto e Conceitos

Estruturação de um aresposta

Propostas

Novembro de 2007

Contexto

Vigilância em Saúde Ambiental – VSA

VSA e Fatores Físicos

Radiação Eletromagnética

Exposição x Efeito

Contexto: Vigilância em Saúde Ambiental

Desastres

- **Segurança Química**
- **Produtos Perigosos**
- **Fatores Físicos**

AR

ÁGUA

SOLO

F O G O

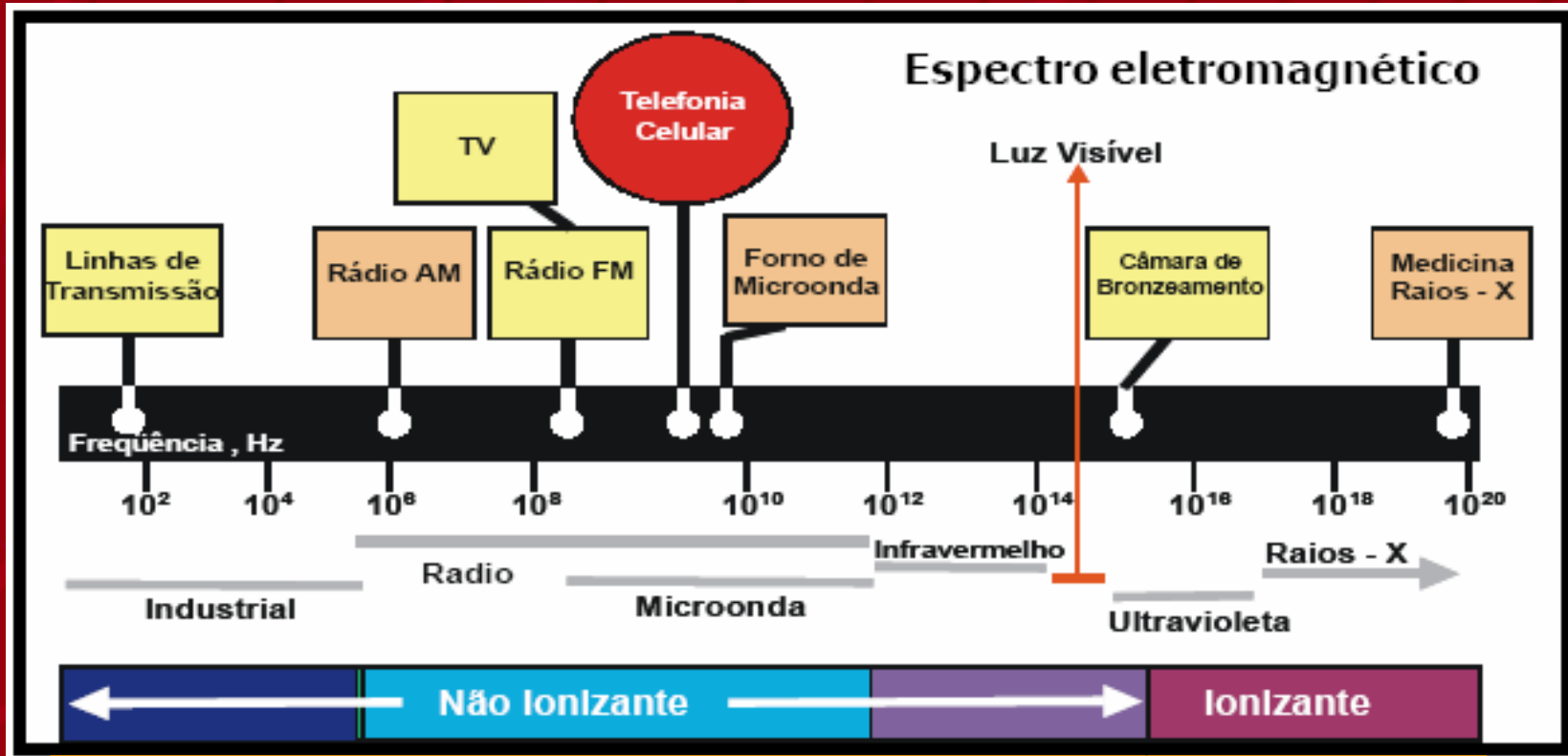
Não Biológicos

Biológicos

Vigilância em Saúde Ambiental

Empédocles (490 – 430 ac)

Contexto: VSA – Fatores Físicos



Não Ionizantes

Ionizantes

VigiFis

Contexto: Radiações Eletromagnéticas

RNI – Radiações Não Ionizantes

Campos: Elétrico, Magnético e Eletromagnéticos

**Fornecimento
De Energia
Elétrica**

**Emissoras de
Rádio e TV**

**Telefonia
móvel**

- Programa de VSA relacionado a campos eletromagnéticos
- Comissão Nacional de Bioeletromagnetismo
- Projeto CPqD: monitoramento barato
- Projeto UFCG: mapa de exposição
- Projeto OMS: EMF International Project

Contexto: Radiações Eletromagnéticas

RI – Radiações Ionizantes

Energia, medicina e indústria nucleares

**Emergências
Radionucleares**

**Vigilância para
Radioatividade
Ambiental**

FRONTEIRAS
**Transporte de
Material
Radioativo**

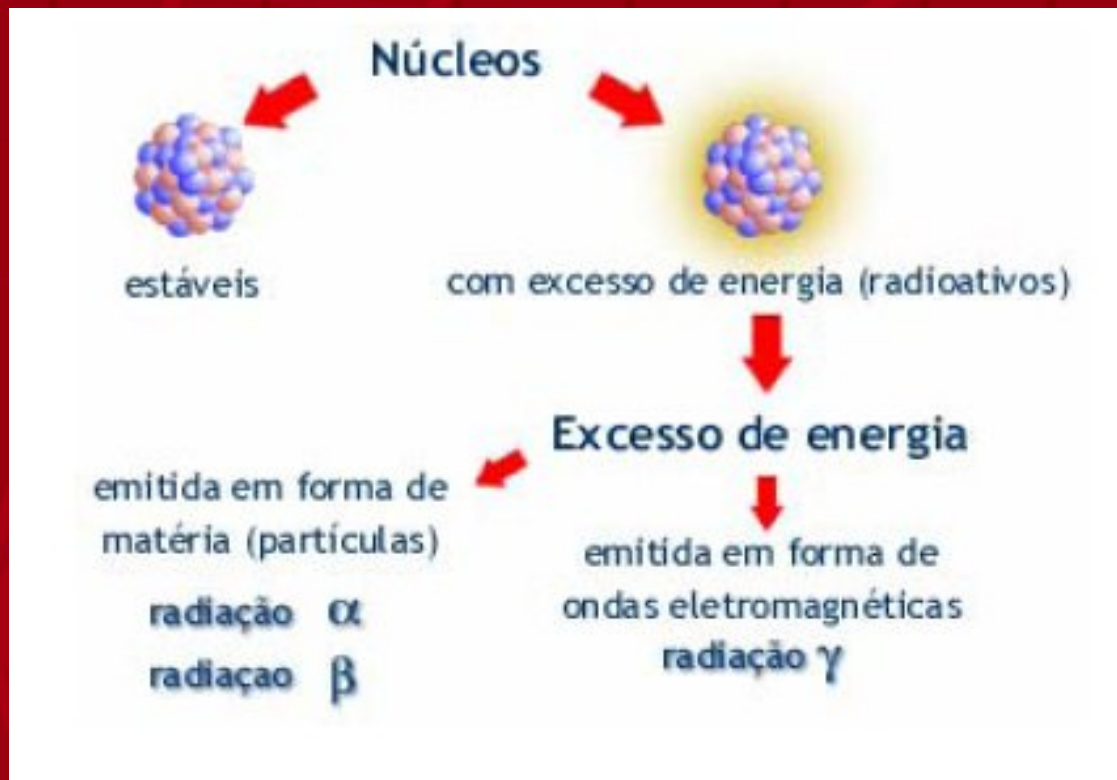
- Programa de VSA relacionado a radioatividade ambiental
- Sistema Nacional de Proteção ao Programa Nuclear
- Radioacidente de Goiânia com o Césio 137
- Modelo VSA Radiação Ambiental Planalto Poços de Caldas
- Modelo VSA Radiação Ambiental Estado do Pará

Radiações Ionizantes – RI

**Informações extraídas da página internet da
CNEN – Comissão Nacional de Energia Nuclear**

Radiações Ionizantes – RI: Radioatividade

Radiações α β e γ



Bq (Becquerel) = uma desintegração por segundo

Ci (Curie) = $3,7 \times 10^{10}$ Bq

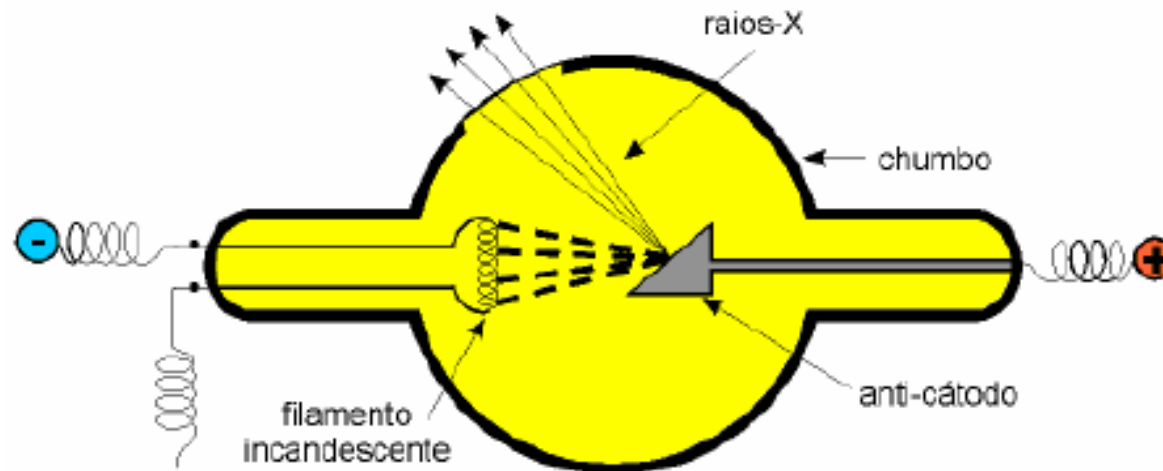
Meia-vida, portanto, é o tempo necessário para a atividade de um elemento radioativo ser reduzida à metade da atividade inicial.

um objeto ou o próprio corpo, quando irradiado (exposto à radiação) por uma fonte radiativa, **NÃO FICA RADIOATIVO**.

Radiações Ionizantes – RI: Radioatividade

Raios X

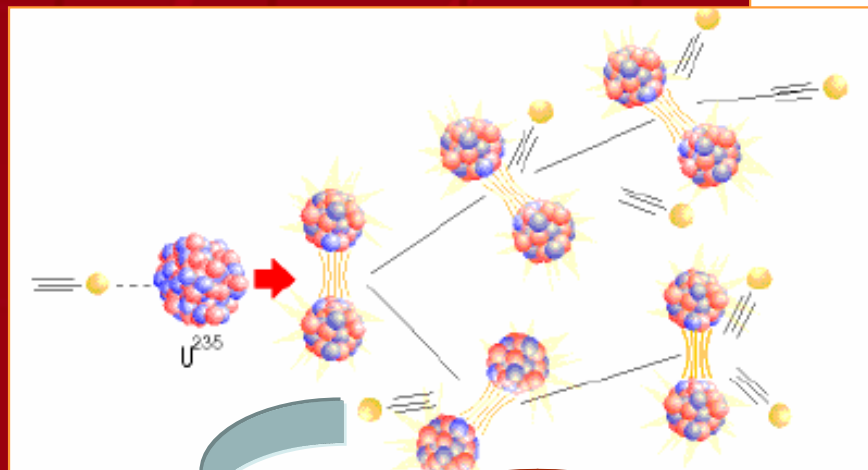
Raios-X não são energia nuclear



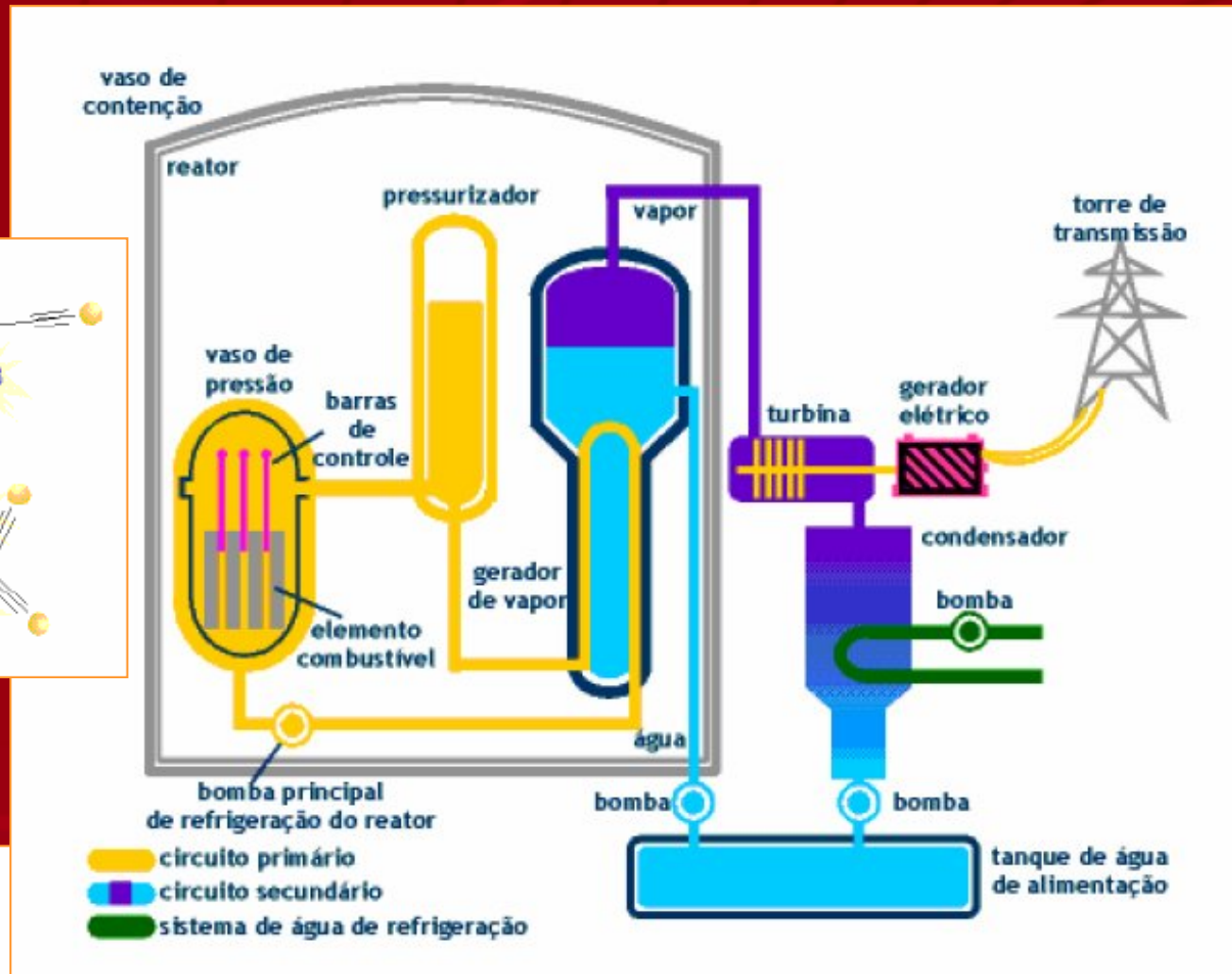
Raios-X são energia atômica

Radiações Ionizantes – RI: Radioatividade

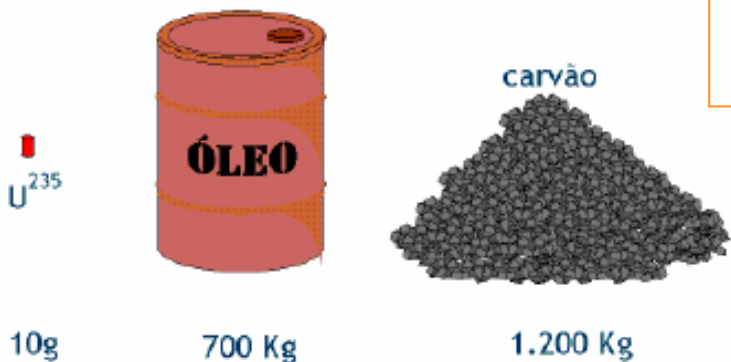
Radiação de nêutrons



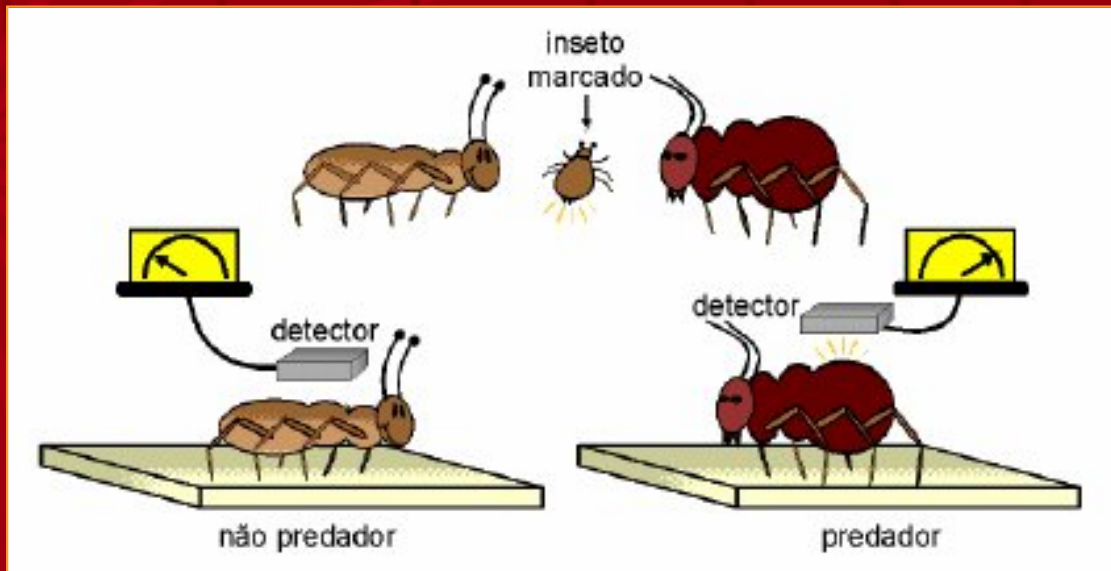
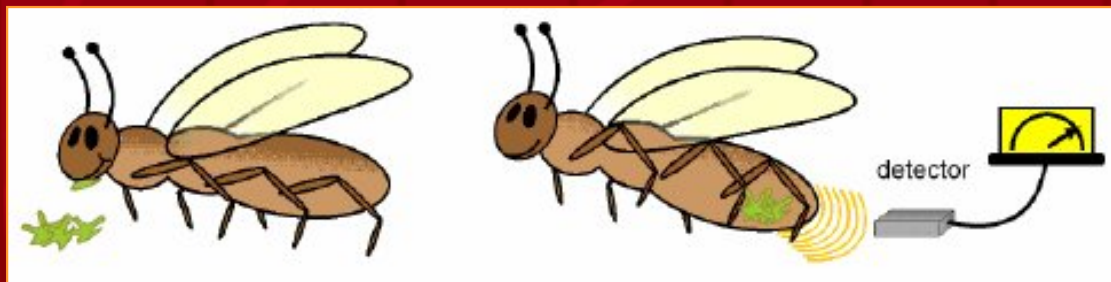
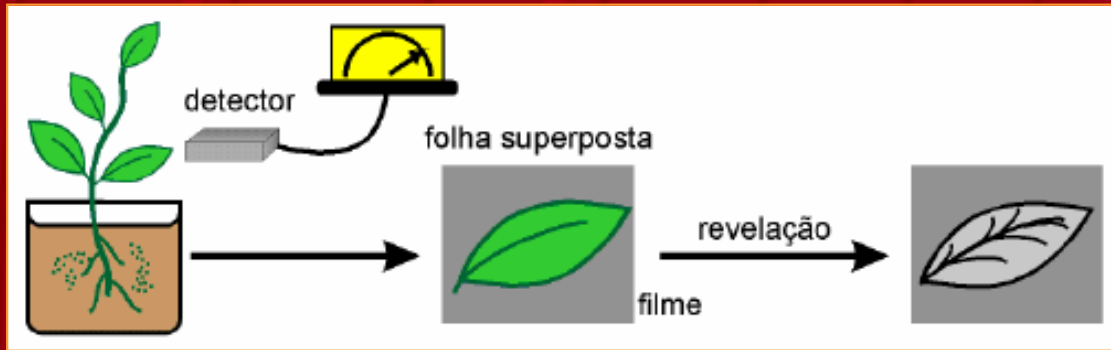
NÊUNTRON



Comparação entre as quantidades de diferentes combustíveis, em massa, para a geração da mesma quantidade de energia.

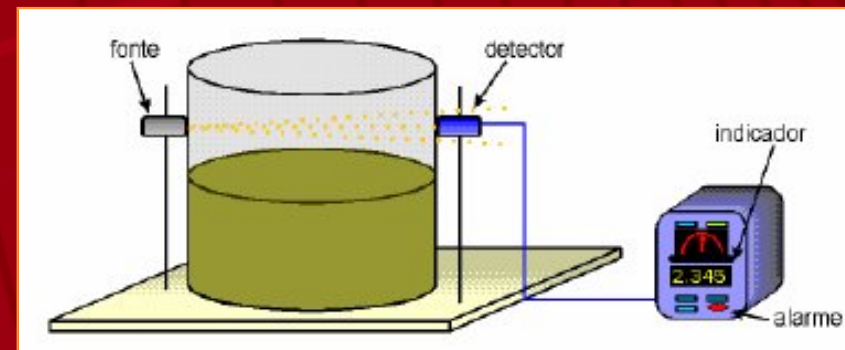
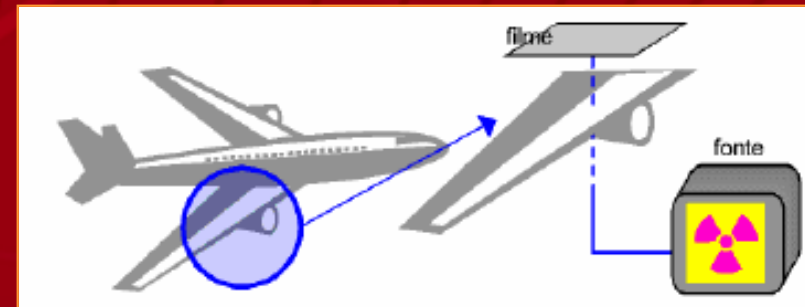
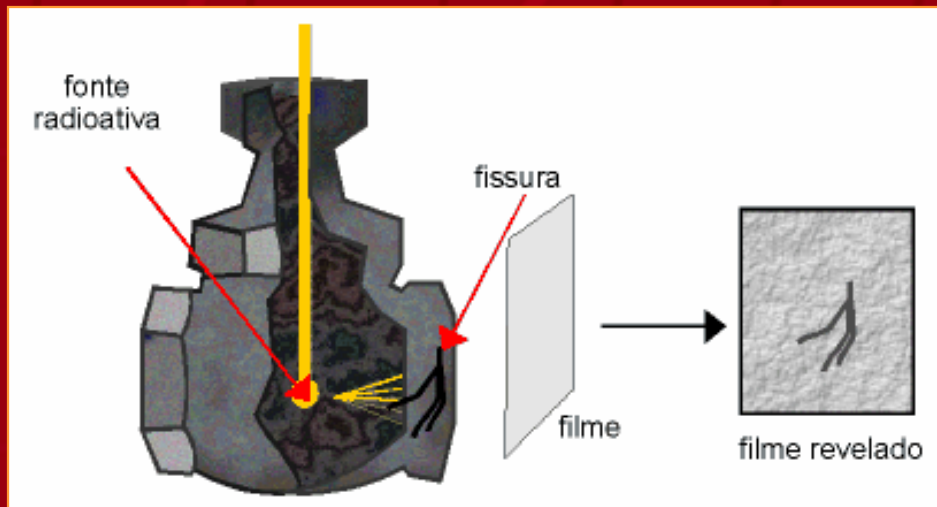


Radiações Ionizantes – RI: Aplicação agricultura



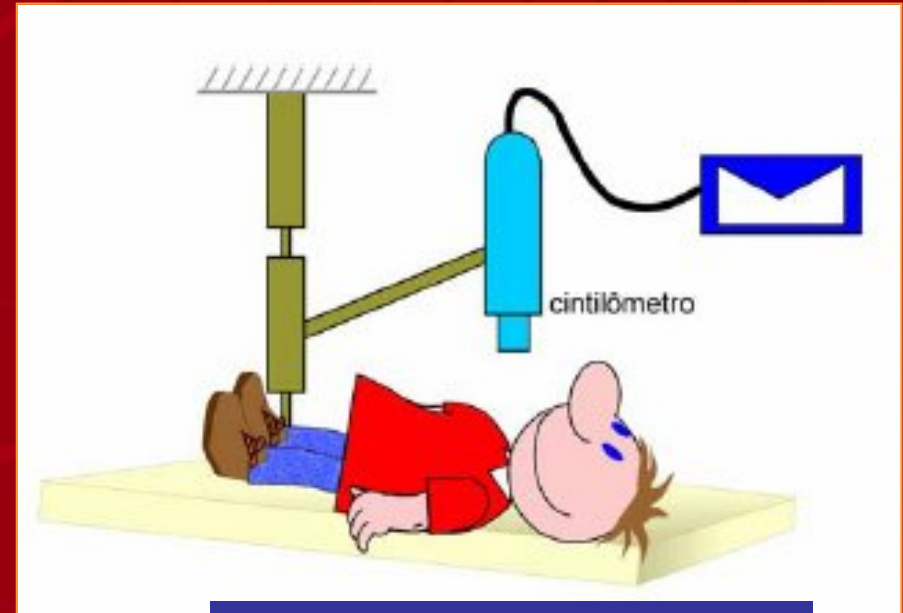
Traçadores Radioativos

Radiações Ionizantes – RI: Gamagrafia e conservação de alimentos

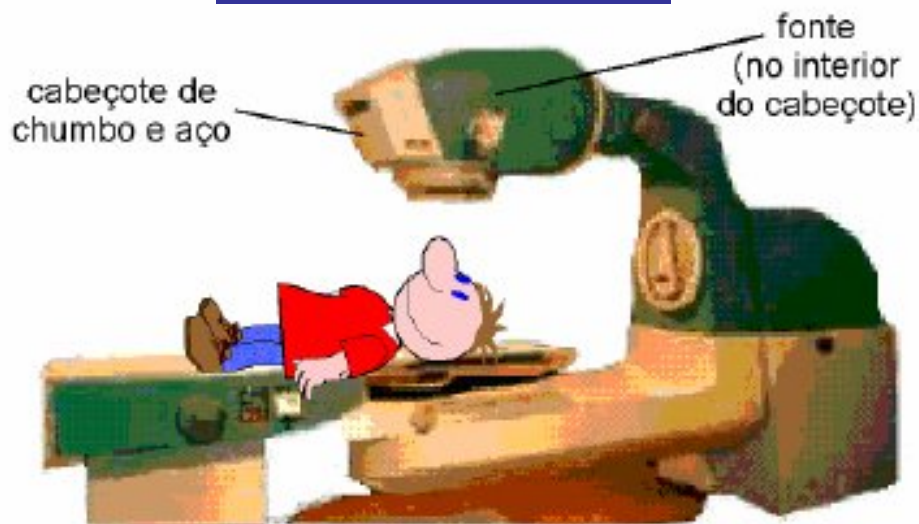


Radiações Ionizantes – RI: Aplicação área médica

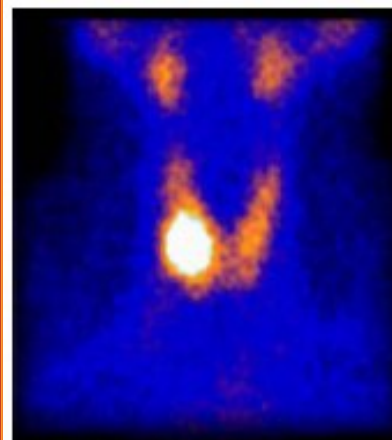
Esterilização



Radioterapia



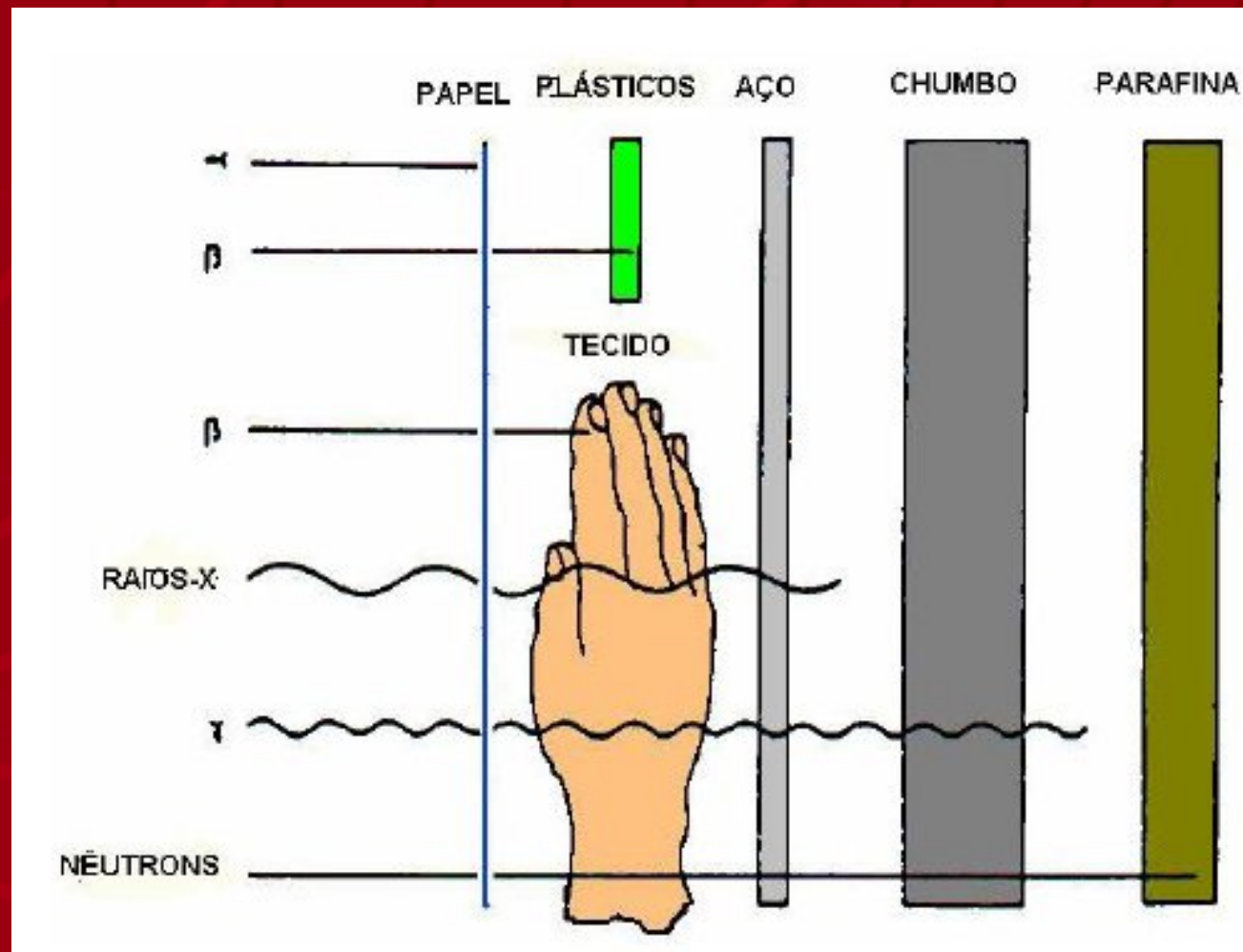
Radiodiagnóstico



Exemplo de radiodiagnóstico da tireóide, utilizando-se o Iodo-131.

A área mais brilhante indica maior concentração do radioisótopo.

Radiações Ionizantes – RI: Penetração



Radiações Ionizantes – RI: Proteção

- **Afastamento da fonte:**
Inverso do quadrado da distância
- **Tempo de exposição:**
Quanto menor o tempo de exposição menos o efeito
- **Contenção:**
Camadas de material adequado em espessura correta

Radiações Ionizantes – RI: Tipos de exposição



Contaminação:

- Externa
- Interna

Incorporação:

- Inalação
- Ingestão

Radiações Ionizantes – RI: Tipos de contaminação

- **EXTERNA**

- A substância radioativa se deposita na superfície externa do organismo:

pele, anexos, mucosas.

Daí irradia para o meio

- **INTERNA**

- A substância penetra no organismo por diferentes vias:

digestiva, inalatória, pele ferida, pele íntegra.

Daí se distribui pelos fluídos corporais produzindo uma irradiação interna.

Radiações Ionizantes – RI: Ação médica imediata

- **PRIORIDADES:**

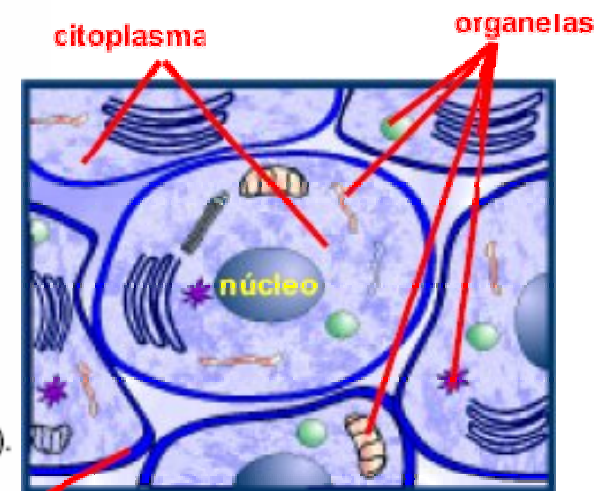
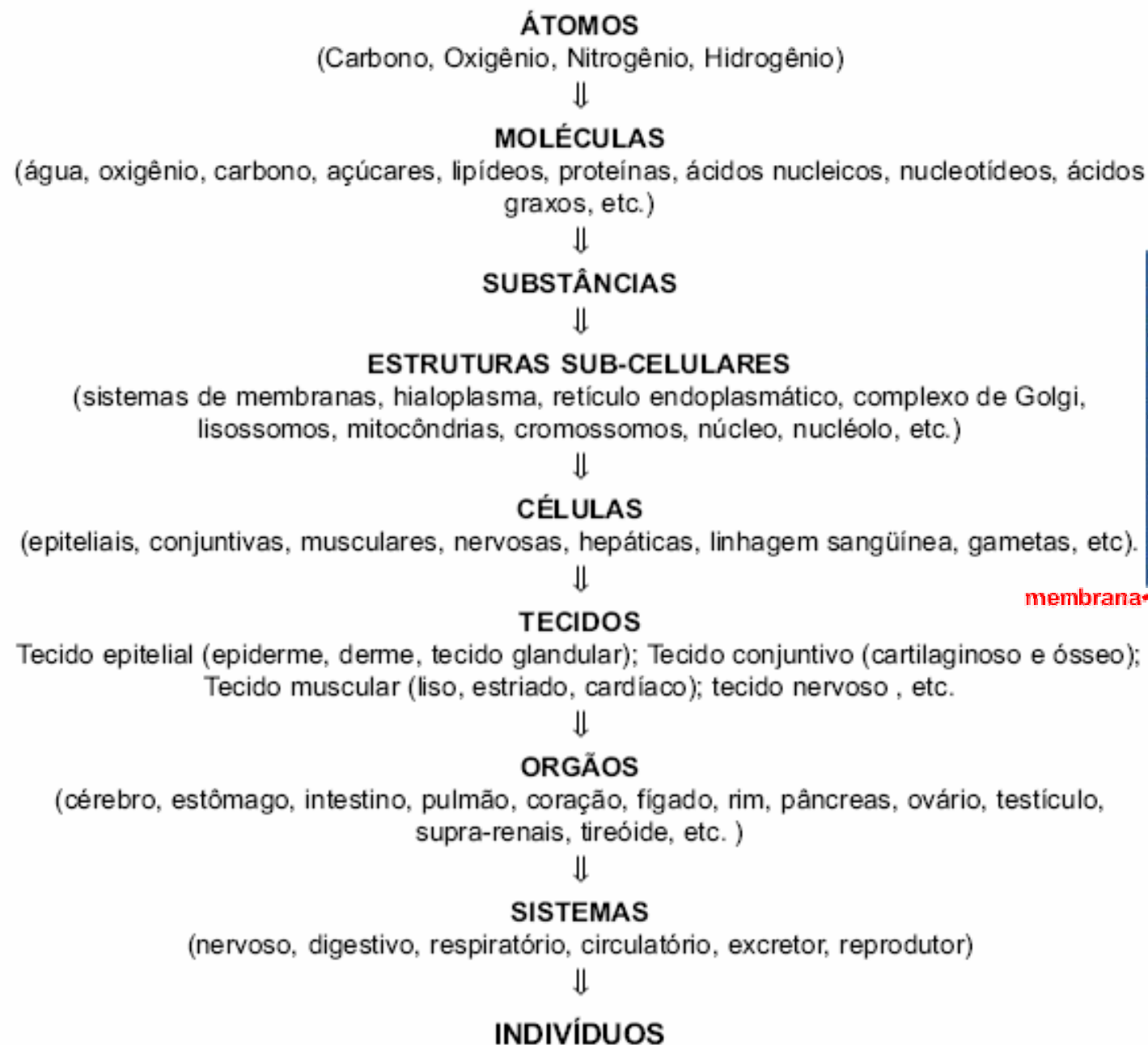
- * **MANTER A VIDA**
- * **ESTABILIZAR O PACIENTE**

**Ações de
PREPARAÇÃO e
RESPOSTA**

- **IDENTIFICAR O ACIDENTE RADIOLÓGICO:**

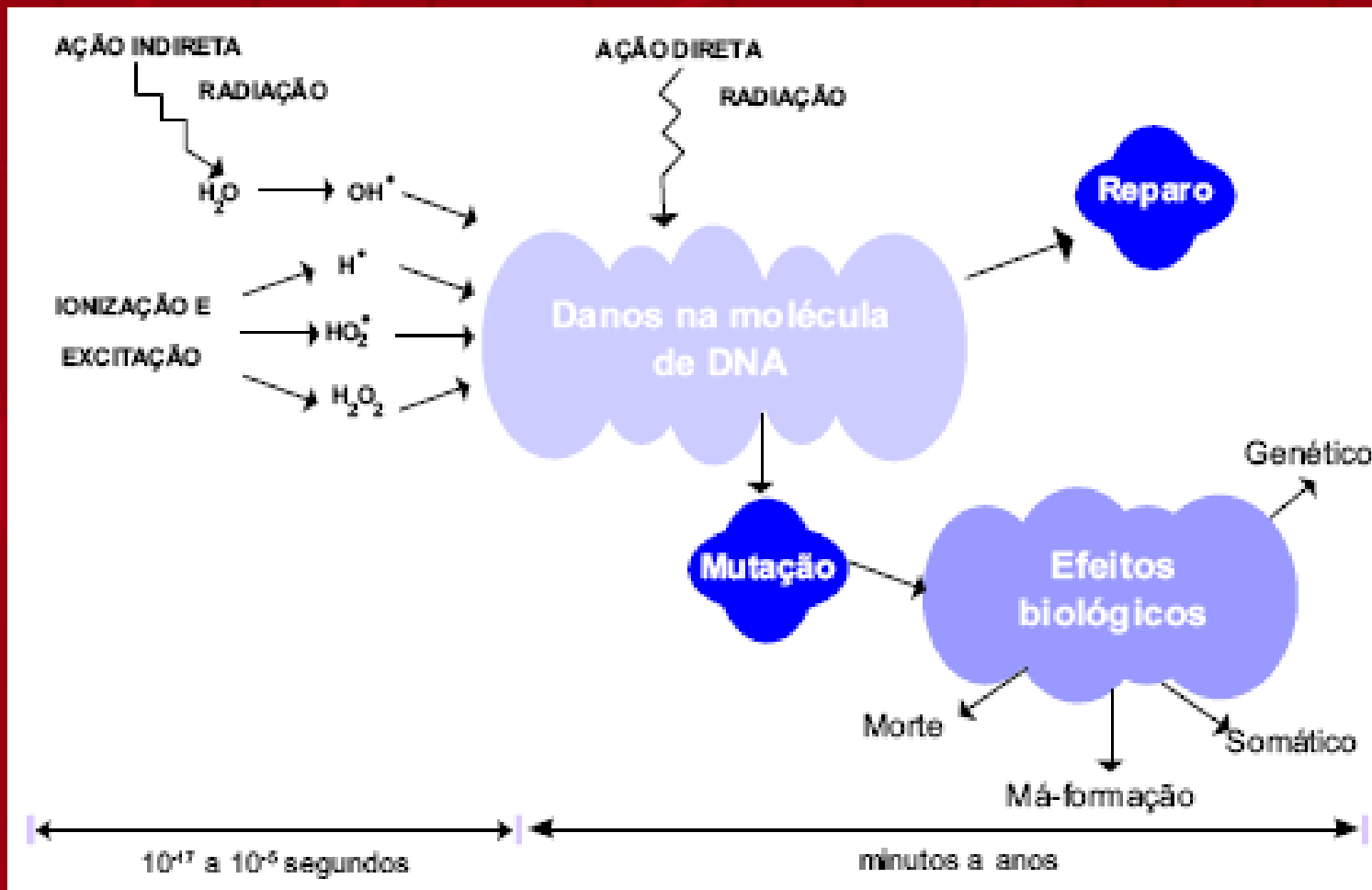
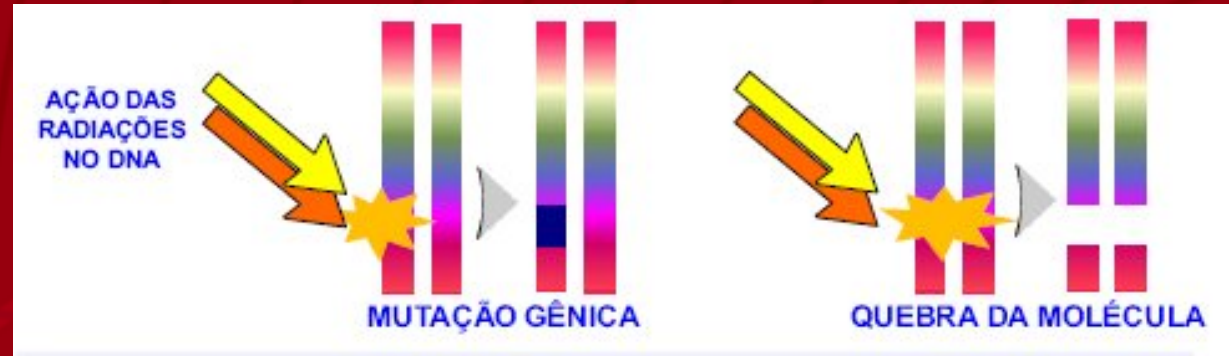
- * **Irradiação externa = Urgência dosimétrica**
→ **estimar dose absorvida e estabelecer prognóstico**
- * **Contaminação radioativa = Urgência terapêutica**
→ **iniciar tratamento descontaminante o mais precocemente possível**

Radiações Ionizantes – RI: Organização dos Seres Vivos



Representação gráfica de uma célula

Radiações Ionizantes – RI: Conseqüências da irradiação no DNA



Radiações Ionizantes – RI: dose

- **Exposição X (raios-X ou gama):**
 - * quantidade de radiação absorvida pelo ar ou
 - * carga de ions transferida para o ar ou, ainda,
 - * pares iônicos produzidos no ar.
 - * **Unidade: R (Roentgen - lê-se "rêntguen)**

- **Dose Absorvida (D) (qualquer radiação ionizante e qualquer material):**
 - * quantidade de radiação (ou energia) por unidade de massa.
 - * **Unidades:**
 - + a) Gy (Gray) - é a unidade adotada oficialmente
 - + b) rad - unidade antiga

Radiações Ionizantes – RI: dose

- **Dose Equivalente (H) :**
 - * dose absorvida por um órgão do corpo humano, levando em consideração os efeitos biológicos produzidos, pela inclusão do "fator de qualidade" Q ($Q = 1$, para raios-X, γ e β). $H = D \cdot Q$
 - * **Unidades:** sendo Q um número adimensional, a unidade não se altera em termos de grandeza mas recebe um nome específico para distinguí-la da dose absorvida:
 - + 1) Sv (Sievert) - é a unidade adotada oficialmente
 - + 2) rem (roentgen equivalent man) - unidade antiga
 $1 \text{ rem} = 0,01 \text{ Sv}$ ou $1 \text{ Sv} = 100 \text{ rem}$
 - + 3) Como o Sv e o rem expressam valores grandes em termos de Radioproteção, são usados os seus submúltiplos mSv e mrem, respectivamente.
- **Dose Efetiva:** é calculada por órgão afetado.

Radiações Ionizantes – RI: ponderação tipo rad.

Tabla I - Factores de ponderación de la radiación - W_R

Tipo de radiación	W_R
Fotones de todas las energías	1
Electrones y muones, todas las energías	1
Neutrones Energía	
<10 keV	5
10 keV a 100 keV	10
>10 keV a 2 MeV	20
>2 MeV a 20 MeV	100
>20 MeV	5
Protones, salvo los de retroceso, de E >2 MeV	5
Partículas alfa, fragmentos de fisión y núcleos pesados	20

Radiações Ionizantes – RI: ponderação por órgão

Tabla II- Factores de ponderación de los tejidos - w_T

Tejido u órgano	w_T
Gonadas	0,20
Médula ósea (roja)	0,12
Colon	0,12
Pulmón	0,12
Estómago	0,12
Vejiga	0,05
Mamas	0,05
Hígado	0,05
Esófago	0,05
Tiroide	0,05
Piel	0,01
Superficie ósea	0,01
Resto	0,05

Radiações Ionizantes – RI: dose

Limites Primários Anuais de Dose Equivalente (Equivalente de Dose)

Dose Equivalente	Trabalhador	Público
Efetiva	50 mSv (*)	1 mSv
Para órgão/tecido	500 mSv	1 mSv/w _T (**)
Para extremidades (***)	500 mSv	50 mSv

(*) A dose média limite deve ser de 20 mSv/ano em um período de 5 anos, sendo aceitável até 50 mSv em um único ano.

(**) w_T é um fator de ponderação ou de peso para o tecido (T) ou órgão.

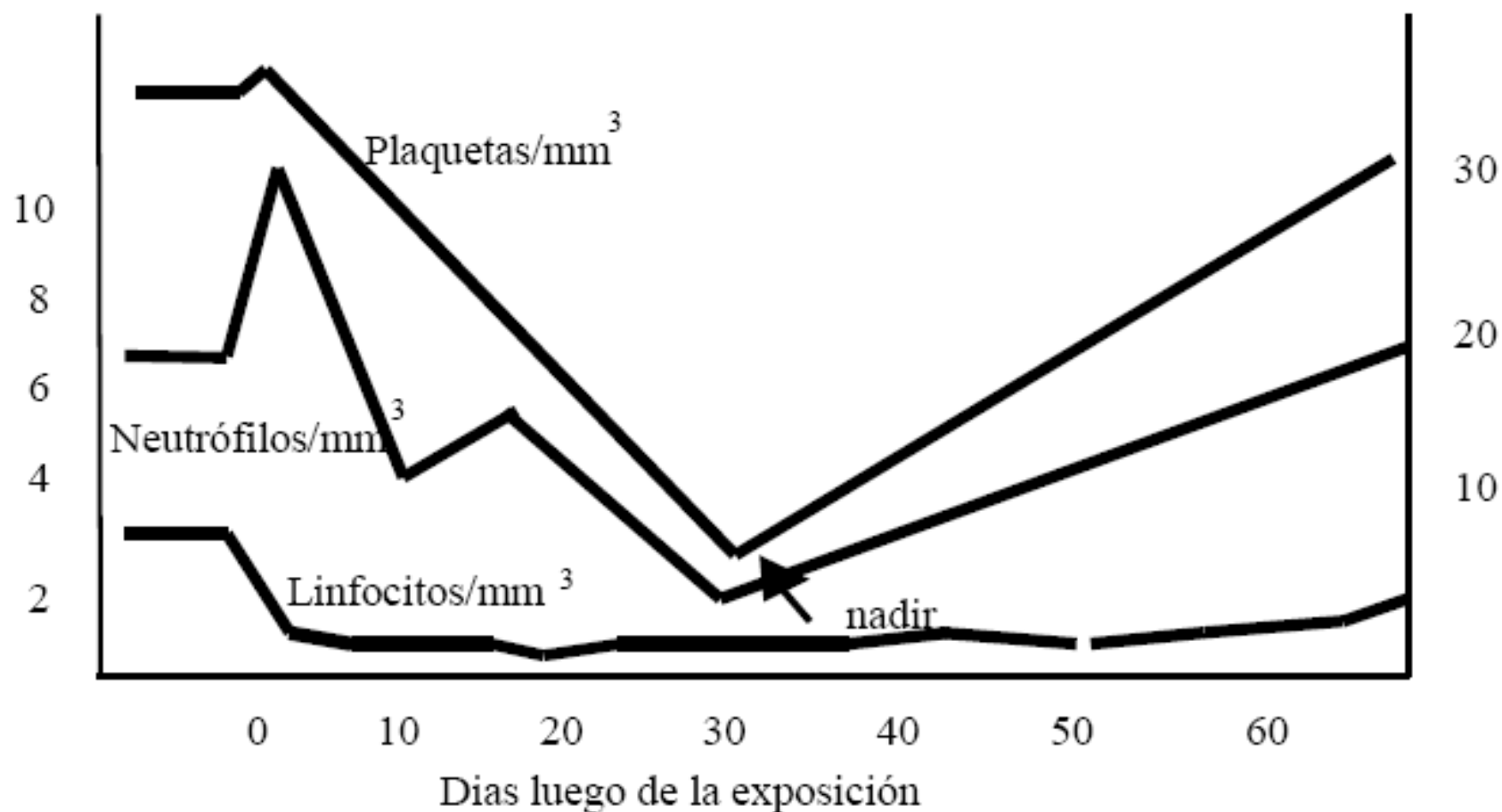
(***) São consideradas extremidades: mãos, antebraços, pés e tornozelos.

Radiações Ionizantes – RI: Efeitos

- **Efeitos de curto, médio e longo prazos**
- **Síndrome Aguda da Radiação – SAR**
- **Síndrome Cutânea da Radiação – SCR**
- **Certos tipos de câncer**
- **Vômitos, diarreia, cefaléia**

Radiações Ionizantes – RI: exemplo de efeito. Recuperação espontânea da medula óssea.

Figura I – Cuadro hematológico en una irradiación de cuerpo entero alrededor de 3 Gy



Radiações Ionizantes – RI: exemplo de efeito. Doses limitrofes para efeitos cutâneos.

Tabla IX – Dosis umbrales para exposiciones localizadas

Manifestación	Umbral (Gy)
Eritema	3-10
Depilación temporaria	3-7
Depilación permanente	7-10
Epitelitis seca	10-15
Epitelitis exudativa	15-25
Necrosis	> 25

Radiações Ionizantes – RI: efeitos comparativos

Importante para alerta precoce

Tabla XI . Comparación de los efectos de una quemadura convencional y de un SAR³

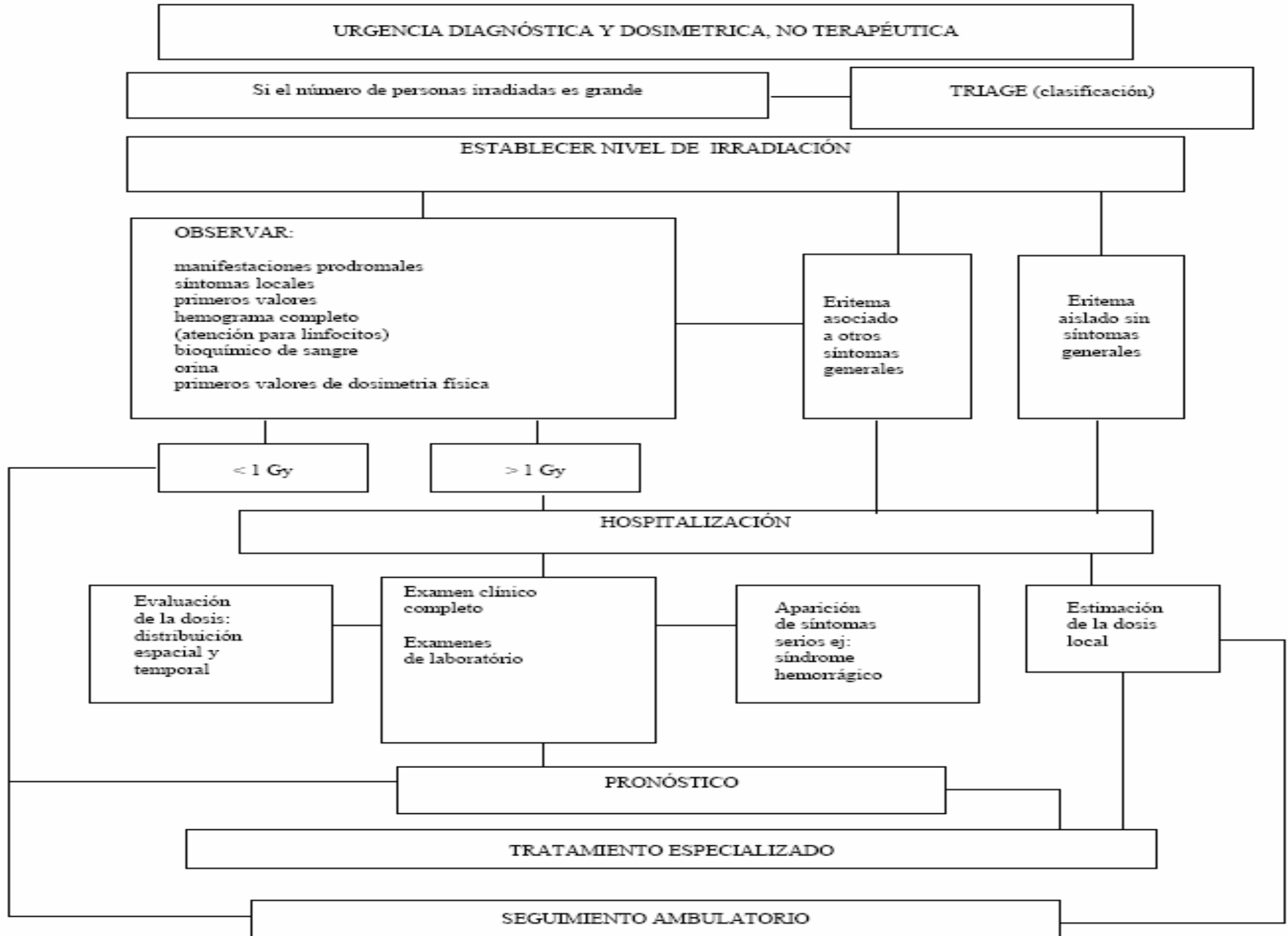
	Efecto	Quemadura (> 20 %)	SAR (4 Gy)
Fase inicial	Shock	(+++)	(+)
	Vómitos	(+)	(+++)
	Diarrea	(-)	(+)
	Atonía intestinal	(+)	(-)
	Atonía gástrica	(+)	(+)
	Trombocitopenia	(+)	(-)
	Fiebre	(-)	(+)
Periodo secundario	Perturbaciones metabólicas	(+++)	(+)
	Signos infecciosos	(++)	(+++)
	Inmunosupresión	(++)	(--)
	Leucocitosis	(+)	(+)
	Anemia	(-)	(+++)
	Trombocitopenia	(++)	(-)
	Enf. Tromboembólica	(+++)	(--)
	Regeneración celular		

Efeitos de radioexposição aguda em adultos

FORMA	DOSE ABSORVIDA	SINTOMATOLOGIA
Infra-clínica	Inferior a 1 Gy	Ausência de sintomatologia na maioria dos indivíduos.
Reações gerais leves	1-2 Gy	Astenia, náuseas, vômitos (3 a 6 hs. Após a exposição; sedação em 24 hs.)
Hematopoiética leve	2-4 Gy	Função medular atingida: linfopenia, leucopenia trombopenia, anemia; recuperação em 6 meses.
Hematopoiética grave	4-6 Gy	Função medular gravemente atingida.
DL ₅₀	4-4,5 Gy	Morte de 50% dos indivíduos irradiados
Gastro-intestinal	6-7 Gy	Diarréia, vômitos, hemorragias, morte 5 ou 6 dias.
Pulmonar	8-9 Gy	Insuficiência respiratória aguda, coma e morte entre 14 e 36 h.
Cerebral	superior a 10 Gy	Morte em poucas horas por colapso

Efeitos de radioexposição aguda em adultos

DOSE ABSORVIDA (Gy)	SINTOMATOLOGIA
>4	Epilação temporária.
16 a 20	Epilação definitiva.
6 a 12	Riodemite eritematosa que se manifesta oito dias após a exposição por dor e vermelhidão; freqüentemente substituída por pigmentação acentuada.
16 a 20	Riodemite exudativa (bolhas, lesões) que regride em 5 ou 6 semanas.
25	Riodemite e radionecrose que se manifesta por um eritema precoce, dor e exudação; o processo evolui para uma ulceração do tecido.
2	Catarata: quanto maior a dose, maior a velocidade do estabelecimento do processo; conjuntivite aguda de pouca gravidade.
0,3	Esterilidade temporária do homem.
5	Esterilidade definitiva do homem.
3	Esterilidade temporária da mulher.
6-8	Esterilidade definitiva da mulher.



Estruturação de uma Resposta

Modelo de Atuação

Planejamento de Emergências

Proposta para o Setor Saúde

**Acuerdo regional de cooperacion para la
promocion de la ciencia y la tecnologia
nucleares en America Latina y el Caribe -
ARCAL**

Parque Radio-Nuclear Brasileiro

- **Ministério da Saúde compõe a Comissão de Coordenação do Sistema de Proteção do Programa Nuclear Brasileiro - SISPRON**
- **ANVISA fiscaliza fontes de aplicação médica**
- **Preocupações**
 - * **Acompanhamento das vítimas de Goiânia com o Cs137**
 - * **Acidentes com fontes órfãs**
 - * **Expansão do parque nacional de produção de eletricidade termonuclear.**
 - * **Vasos de guerra nucleares estrangeiros que visitam regularmente o Brasil**
 - * **Usos abusivos e perversos de materiais radioativos (terrorismo)**
 - * **Copa de 2014**

Contexto: Exposição X Efeito

Exposição: crônica
Efeitos: estocásticos

Exposição: aguda
Efeitos: determinísticos

VigiFis: Fatores Físicos

Radiação Natural elevada
Fontes radiativas comerciais

Emergência rádio-nuclear

Segurança Química

VigiQuim: vigilância para
Substâncias específicas

VigiAPP: Acidentes com
Produtos Perigosos

Vigidesastres: desastres naturais

Seca, desertificação, erosão

Enchente, vendaval, etc

Contexto: atuação do VIGIFIS – Fatores Físicos

Exposição: crônica
Efeitos: estocásticos



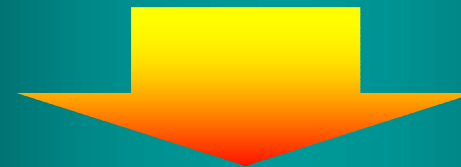
Radiação Natural elevada:

- Planalto Poços de Caldas
- Duas áreas no Pará
- Outras regiões do país

**Fontes radioativas
Comerciais. Parceiros:**

- ANVISA: área médica
- CNEN: outras áreas

Exposição: aguda
Efeitos: determinísticos



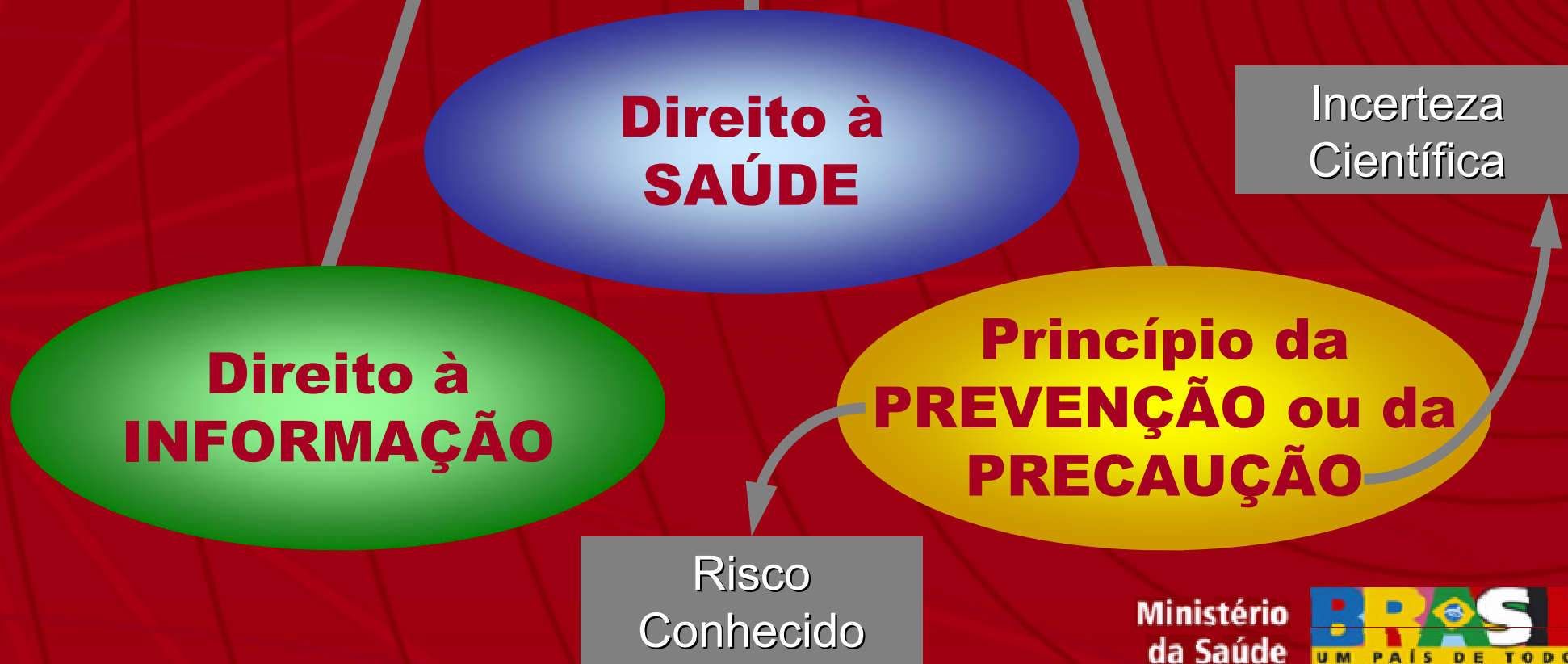
Emergência rádio-nuclear:

- Acidente de Goiânia com Césio 137 em 1987
- Usinas nucleares de Angra dos Reis:
Planos de Emergência Externa municipais e estadual

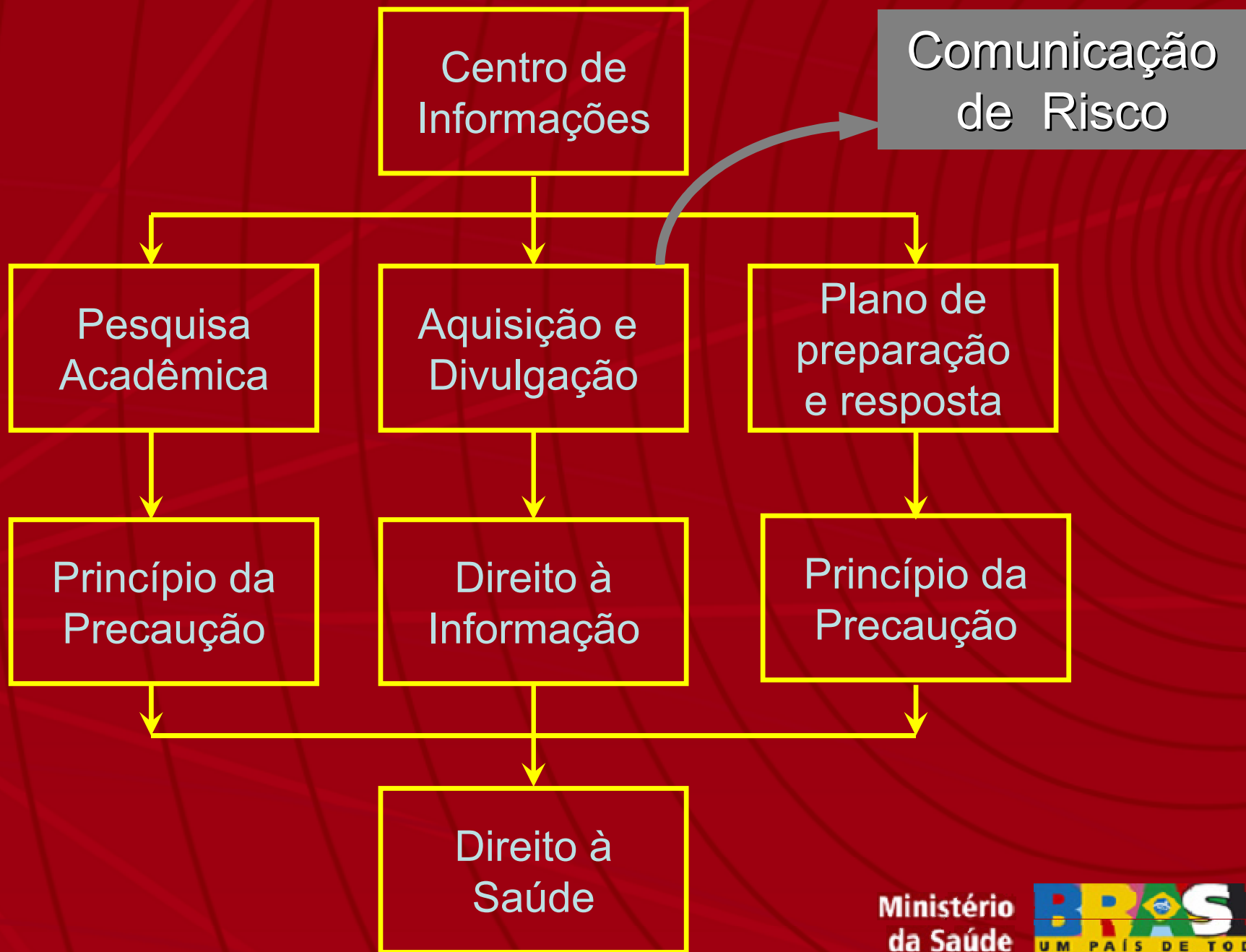
Propostas:

Modelo de Atuação com base em Direitos e Princípios

MODELO DE VIGILÂNCIA



Propostas: Centro de Informações



Propostas: Atribuições

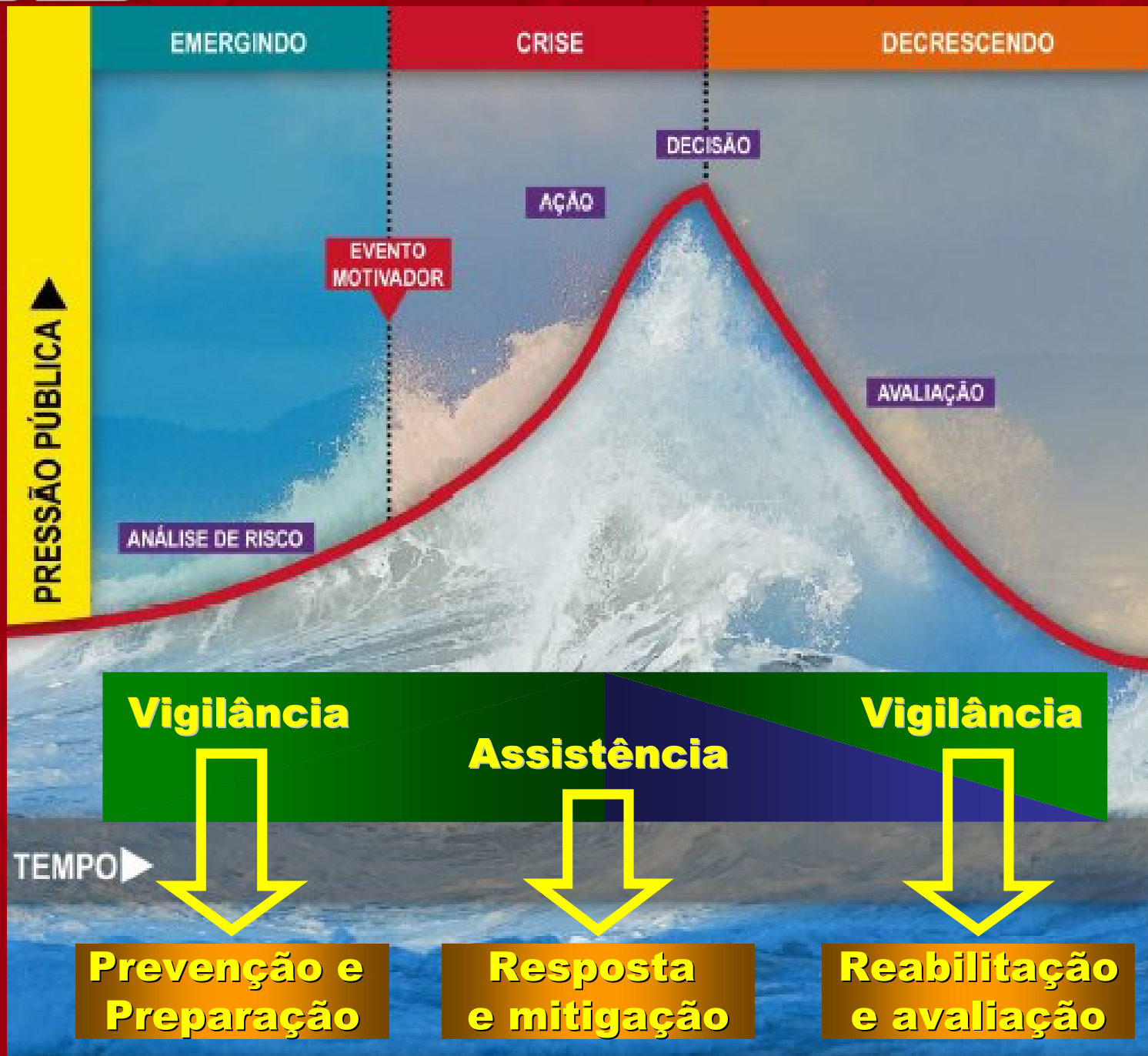
	SUS local e Regional	Parceiros	MS
Plano de Preparação e Resposta	ALTO	MÉDIO	BAIXO
Aquisição e Divulgação de Informações	BAIXO	ALTO	MÉDIO
Pesquisa Acadêmica	BAIXO	MÉDIO	ALTO

Propostas: Programa Nacional

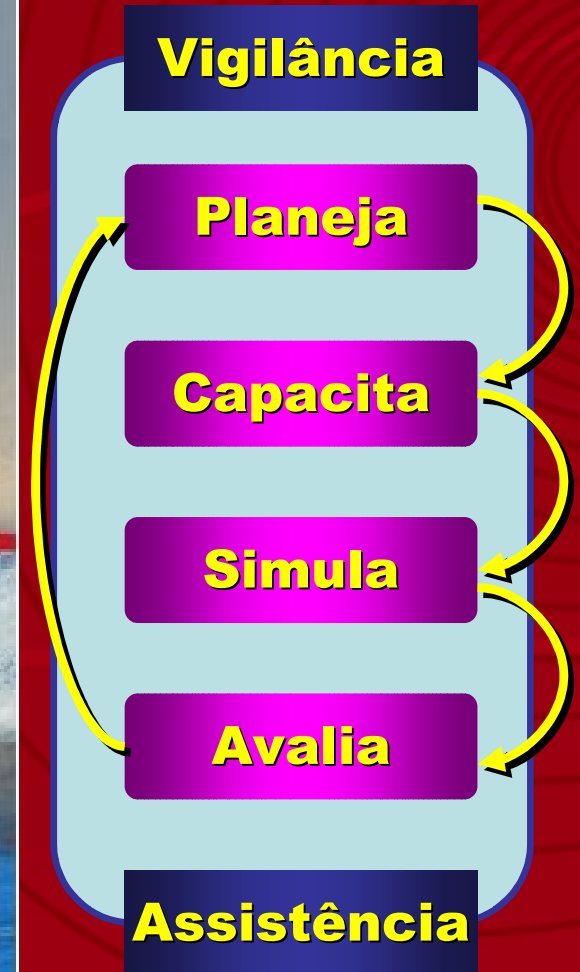


Propostas: Esquema de Modelo de Atuação





Propostas: A onda



Propostas: Prevenção, Preparação e Resposta

- 1. Definição do foco**
- 2. Determinação dos atores:**
 - a. Entidades envolvidas e papel de cada uma
- 3. Planejamento: Elaborar o Plano de Preparação e Resposta**
- 4. Preparação: setor saúde (cada ator faz a sua)**
 - a. Instalações
 - b. Medicamentos, equipamentos, instrumentos e insumos
 - c. Recursos Humanos
- 5. Capacitação dos agentes**
- 6. Simulações**
- 7. Avaliação: definir Indicadores**
 - a. Eficiência: esforço gerencial do Plano
 - b. Eficácia: resultados do Plano

1. Definição do Foco

- Quais **OBJETOS** serão cobertos: **LOCAIS e EVENTOS**
 - * Empreendimentos: minas, unidades de beneficiamento, modais de transporte, centros de produção de fontes, usinas de produção de energia
 - * Estabelecimento de prioridades e normas para cobertura progressiva.
- Quais **AÇÕES** e sua ordem de prioridade:
 - * Preparação: adequação da infraestrutura, fiscalização, capacitação
 - * Resposta: disponibilização de insumos, avaliação de danos.
- Quais **INFORMAÇÕES** são necessárias:
 - * Para detecção e antecipação de eventos
 - * Para monitoramento dos eventos
 - * Para mitigação, controle ou reabilitação.

2. Atores envolvidos e seu papel



2. Atores envolvidos e seu papel

**PLANO DE
PREPARAÇÃO
E RESPOSTA**

SAÚDE

**População
em grupos de
vulnerabilidade**

**Trabalhadores
e voluntários
na intervenção**

- Comunicação social durante a crise
- Laboratórios, medicamentos e material clínico-cirúrgico
- Epidemiologia de desastres e saúde mental
- Vigilâncias sanitária e sindrômica em abrigos
- Assistência em saúde e intervenção na emergência

3. Planejamento

- Planejamento: elaboração de **Planos de Preparação e Resposta**
- Objetivos do Plano
- Coleta sistemática de informações para suporte a emergências:
 - * Mapas de ameaças, vulnerabilidade e recursos
 - * Histórico de emergências: bases nacionais e internacionais
 - * Instituições e profissionais de referência
- Detalhamento das ações
 - * Atribuições de cada ator
 - * Base territorial do Plano: mapa de exposição, ameaças, vulnerabilidade e recursos
- Suporte legal

4. Preparação

- **Instalações:**
 - * Adequação, ampliação ou construção de hospitais ou postos de atendimento
- **Equipamentos, instrumentos e insumos:**
 - * As instalações precisam estar equipadas e instrumentalizadas
 - * Medicamentos e materiais clínico-cirúrgicos
 - * Áreas de isolamento
 - * Laboratórios
 - * Kits de medicamentos para distribuição ampla
- **Recursos Humanos**
 - * Especialistas da atividade médica
 - * Operadores de equipamentos especiais

5. Capacitação

6. Simulação

- **Capacitação**

É a ação de Preparação que cria condições operacionais para execução da Resposta

- **Simulação**

É a ação de Preparação que:

- * Avalia e melhora o Plano como um todo
- * Mantém os agentes preparados para intervir

7. Avaliação: Indicadores

- Avaliação pressupõe indicadores
- Avaliar a **PREPARAÇÃO** → Eficiência
 - * Quantidade do esforço de Vigilância
 - + % de capacitações realizadas
 - + % de ações de adequação realizadas
- Avaliar a **RESPOSTA** → Eficácia
 - * Qualidade do Plano de Preparação e Resposta
 - + Taxa de sucesso em atendimentos em emergências
 - + % emergências bem atendidas

Propostas

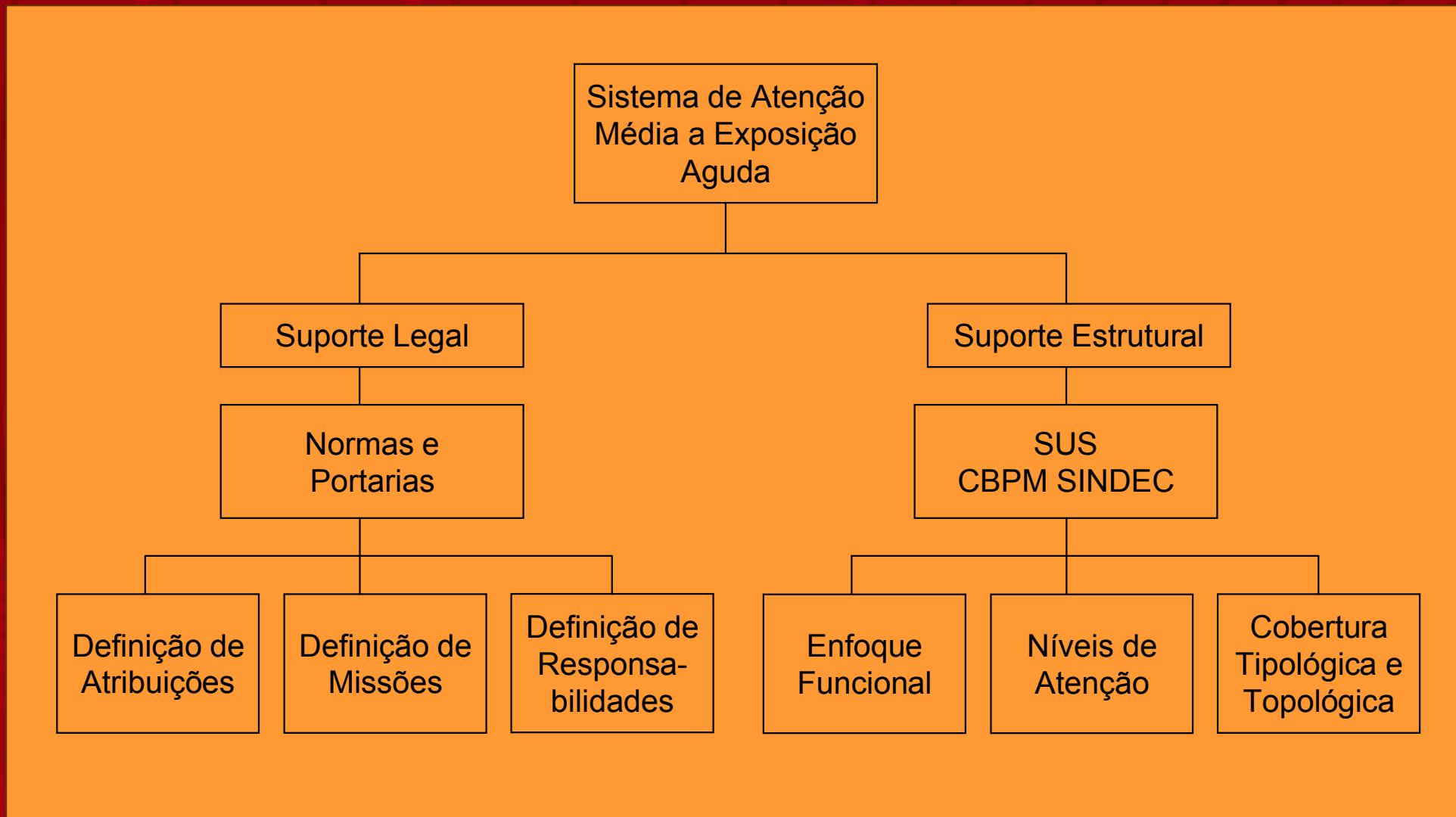
Modelo de Atuação

Planejamento de Emergências

Proposta para o Setor Saúde

**Acuerdo regional de cooperacion para la
promocion de la ciencia y la tecnologia
nucleares en America Latina y el Caribe -
ARCAL**

Resposta médico-hospitalar a radioacidentados



Resposta médico-hospitalar a radioacidentados

Níveis de Atenção

Manual de Assistência a Radioacidentados dentro do Projeto RLA/9/031
ARCAL XXXVII

Tabla XVI - Ejemplo de estructura organizativa – sistema de atención médica a sobrepuestos

Niveles	Tipo de atención	Ubicación	Profesionales Actuales ⁵	Funciones
1	Asistencia "in situ"	Servicios médicos de las instalaciones relevantes	Especialistas en Medicina Ocupacional; Oficiales de radioprotección; Paramédicos; Bomberos; Policía; Defensa Civil, etc	Acciones diagnósticas iniciales; Triage; Tratamiento inicial; Preparación para transferir a niveles superiores.
2	Asistencia local ó regional	Hospitales generales, locales ó regionales	Especialistas médicos seleccionados	Continuación y profundización de acciones iniciadas en condiciones de mayor especialización
3	Centro de referencia de alta complejidad	Hospitales de alta complejidad	Especialistas médicos y no médicos altamente especializados	Coordinación de los niveles anteriores; Consolidación de las acciones iniciadas; Atención de casos severos: SAR, lesiones localizadas severas, lesiones combinadas, lesiones asociadas, contaminación interna masiva.
4	Centros de referencia internacionales altamente especializados en Radiopatología	Centros de relevancia internacional y los de referencia regional	Médicos especializados en radiopatología y especialistas altamente calificados en protección radiológica	Coordinación, apoyo, asesoramiento y asistencia médica.

Proposta: Resumo

- **Incentivar estudos epidemiológicos para avaliação da população em geral em relação aos riscos à saúde possivelmente persistentes decorrentes da exposição à radioatividade em áreas especiais.**
- **Fortalecimento da SMS/Angra dos Reis como Referência em atendimento à exposição aguda.**
- **Fortalecer a SULEIDE como Referência em atendimento à exposição crônica.**
- **Promover a criação de um Centro de Informações em cada uma destas Instituições nos moldes do CIEVS/URR**

Proposta: Resumo - Centros de Informações

- **Abrigar o acervo existente sobre radioacidentes e coletar e sistematizar novas informações;**
- **Manter um alto nível de informações disponíveis para os públicos leigo e especializado;**
- **Fomentar e induzir a pesquisa científica para ampliar os conhecimentos sobre saúde e radioatividade; e**
- **Elaborar Plano de Preparação e Resposta da Saúde.**

Proposta: ações imediatas

- **Medicamentos:**
 - * Meios permanentes de **obtenção** e fornecimento seguro
 - * Esquemas confiáveis de **armazenagem** adequada
 - * Garantia de **aplicação** adequada
- **Protocolos de atendimento clínico-hospitalar**
 - * Quem define os protocolos
 - * Quem capacita os profissionais de saúde
 - * Quem são os profissionais a serem capacitados
- **Instalações**
 - * Estruturas civis: reformar existentes e construir novas
 - * Equipamentos: aquisição e manutenção
 - * Insumos e material de consumo adequados

MUITO OBRIGADO !

Tarcisio Neves da Cunha
Tarcisio.Cunha@saude.gov.br