

BR8921714

ISSN 0101-3084



CNEN/SP

ipen Instituto de Pesquisas
Energéticas e Nucleares

ASSISTÊNCIA DE ENFERMAGEM A PACIENTES RADIO-
ACIDENTADOS EM GOIÂNIA: – RELATO DE EXPERIÊNCIA

Maria Elizabeth GRACIOTTI

..

PUB

PUBLICAÇÃO IPEN 255

JUNHO/1989

SÃO PAULO

Série PUBLICAÇÃO IPEN

INIS Categories and Descriptors

C51.00

BIOLOGICAL RADIATION EFFECTS

BRAZIL

CESIUM 137

PATIENTS

RADIATION ACCIDENTS

THERAPY

IPEN - Doc - 3324

Publicação aprovada pela CNEN em 09/05/89.

Note: A redação, ortografia, conceitos e revisão final são de responsabilidade do(s) autor(es).

**ASSISTÊNCIA DE ENFERMAGEM A PACIENTES RADIOACIDENTADOS
EM GOIÂNIA: - RELATO DE EXPERIÊNCIA**

Maria Elizabeth GRACIOTTI

**COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR-SP
INSTITUTO DE PESQUISAS ENERGÉTICAS E NUCLEARES
Caixa Postal 11049 - Pinheiros
05499 - São Paulo - BRASIL**

RESUMO

Este trabalho relata a experiência vivida pela autora no atendimento dos pacientes radioacidentados com Césio-137, em decorrência do acidente ocorrido em Goiânia - violação, por leigos, de uma cápsula de césio-137, em setembro de 1987, internados no Hospital Geral de Goiânia, no período de outubro a novembro de 1987.

**NURSERING ASSISTANCE TO THE RADIOLOGICAL ACCIDENT
PATIENTS IN GOIANIA: AN EXPERIENCE REPORT**

Maria Elizabeth GRACIOTTI

**BRAZILIAN NUCLEAR ENERGY COMMISSION
NUCLEAR AND ENERGY RESEARCH INSTITUTE
P.O. Box 11049 - Pinheiros
05499 - São Paulo - BRAZIL**

ABSTRACT

In september, 1987, a caesium-137 source was disrupted and caused a serious radiological accident. The victims were hospitalized in the General Hospital in city of Goiania, Goiás state, Brazil. This is a report of a personal experience, during the two months of nursing care.

PREFÁCIO

Ao escrever este trabalho foi nossa intenção levar aos profissionais de enfermagem e outros interessados a experiência que tivemos em Goiânia, Goiás, no atendimento de pacientes radioacidentados com o césio-137 . O período de nossa participação nesse atendimento compreendeu os meses de setembro, outubro e novembro de 1987. Para que a compreensão do texto seja a melhor possível preparamos algumas definições de conceitos e unidades radiológicas, de forma concisa, que fornecerão aos profissionais mencionados acima informações suficientes para o entendimento do que seja radiação, contaminação, sua intensidade, doses, extensão, radiosensibilidade e radiorresistência.

Coube-nos a tarefa, no Hospital Geral de Goiânia, de oferecer aos pacientes toda a sorte de atendimento e atenção envolvendo questões de nutrição, odontologia, psicologia, estocagem de medicamentos, material cirúrgico, isolamento e recreação.

Detivemo-nos na análise dos efeitos biológicos da radiação, com todos os efeitos biológicos da radiação decorrentes das doses recebidas e tipos de exposição.

No Capítulo 4, apresentamos alguns dados a respeito das síndromes do Sistema Nervoso Central (SNC), do Sistema Gastro-Intestinal (GI) e da Medula Óssea (MO) e o quadro evolutivo dos danos desde o início até a fase final, com a morte.

Os interessados em áreas de assistência de enfermagem a pacientes radioacidentados encontrarão neste trabalho, no Capítulo 6, uma série de cuidados e medidas gerais e específicas que devem ser tomados em condições semelhantes às ocorridas em Goiânia, ou seja, de exposição à radiação.

Finalmente, agradecemos às pessoas listadas a seguir: ao Dr. Claudio Rodrigues, pelo apoio à publicação do tra

balho.

Ricardo Nunes de Carvalho, pelas valiosas discussões.

Ligia M. Fraga Moreira, pelas ilustrações.

Janet S. Yoneda, pelo desenho, composição e montagem das le
gendas.

Mery P.Z. Igami, pela contínua colaboração e padronização
das referências bibliográficas.

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO

Logo após ter sido informada do acidente, a autora foi convocada pela Diretoria de Segurança Nuclear do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, da Comissão Nacional de Energia Nuclear, para seguir imediatamente para Goiânia, mais precisamente, para o Hospital Geral de Goiânia, para dar atendimento aos pacientes radioacidentados que lá estavam internados. (Figura 1).

Lá chegando, verificou-se que uma das alas do 3º andar do hospital, onde funcionava a Clínica Cirúrgica, havia sido esvaziada e isolada para receber os pacientes vítimas do acidente com césio-137, cuja faixa etária variava entre os grupos de 9 a 14 anos e 21 a 59 anos. (Figura 2,3,4,5).

Os pacientes encontravam-se absolutamente abandonados, sem nenhum atendimento de enfermagem (o serviço de enfermagem encontrava-se em greve), nutrição, odontologia, psicologia, limpeza, sendo acompanhados voluntariamente por uma técnica em colheita de sangue, funcionária de um centro de saúde, por 2 médicos (da CNEN e da NUCLEBRÁS) e pelos técnicos de proteção radiológica, que tentavam manter a unidade em funcionamento.

Após o primeiro contato com a real situação, iniciou-se um processo de organização e administração das atividades da clínica:

- a. Criação, organização e manutenção na unidade de:
 - estoque de medicamentos;
 - material cirúrgico;
 - almoxarifado;
 - vestiários;
 - sala de refeição para o corpo clínico;
 - isolamento dos pacientes com leucopenia acentuada;
 - atividades recreativas para os pacientes.

Figura 1 - HOSPITAL GERAL DE GOIANIA
ALA DOS RADIOACIDENTADOS

LEGENDA

- Área 1 - Área Livre
- Área 2 - Área Supervisionada
- Área 3 - Área Controlada
-  - Delimitação das áreas

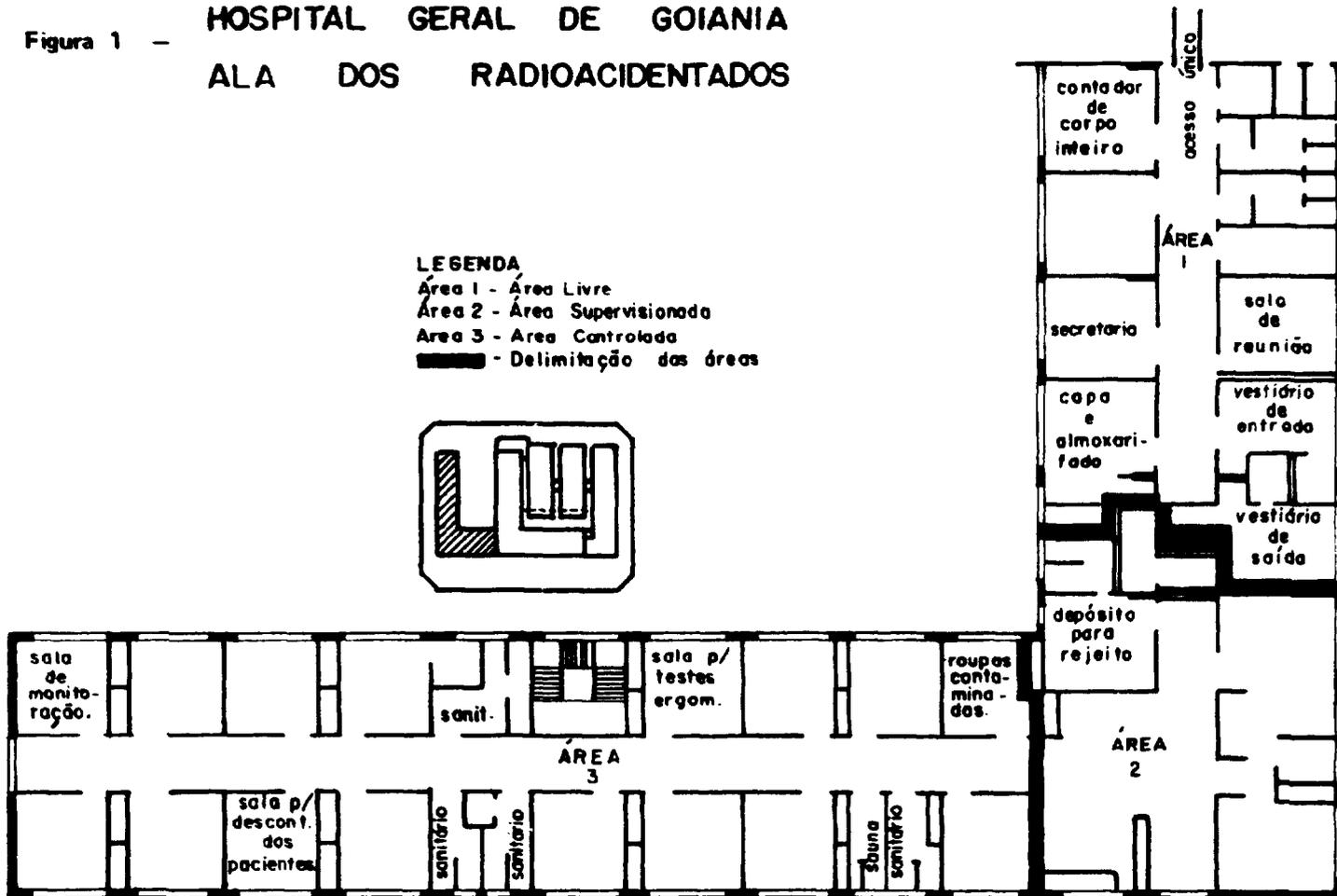
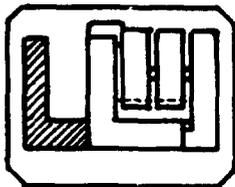
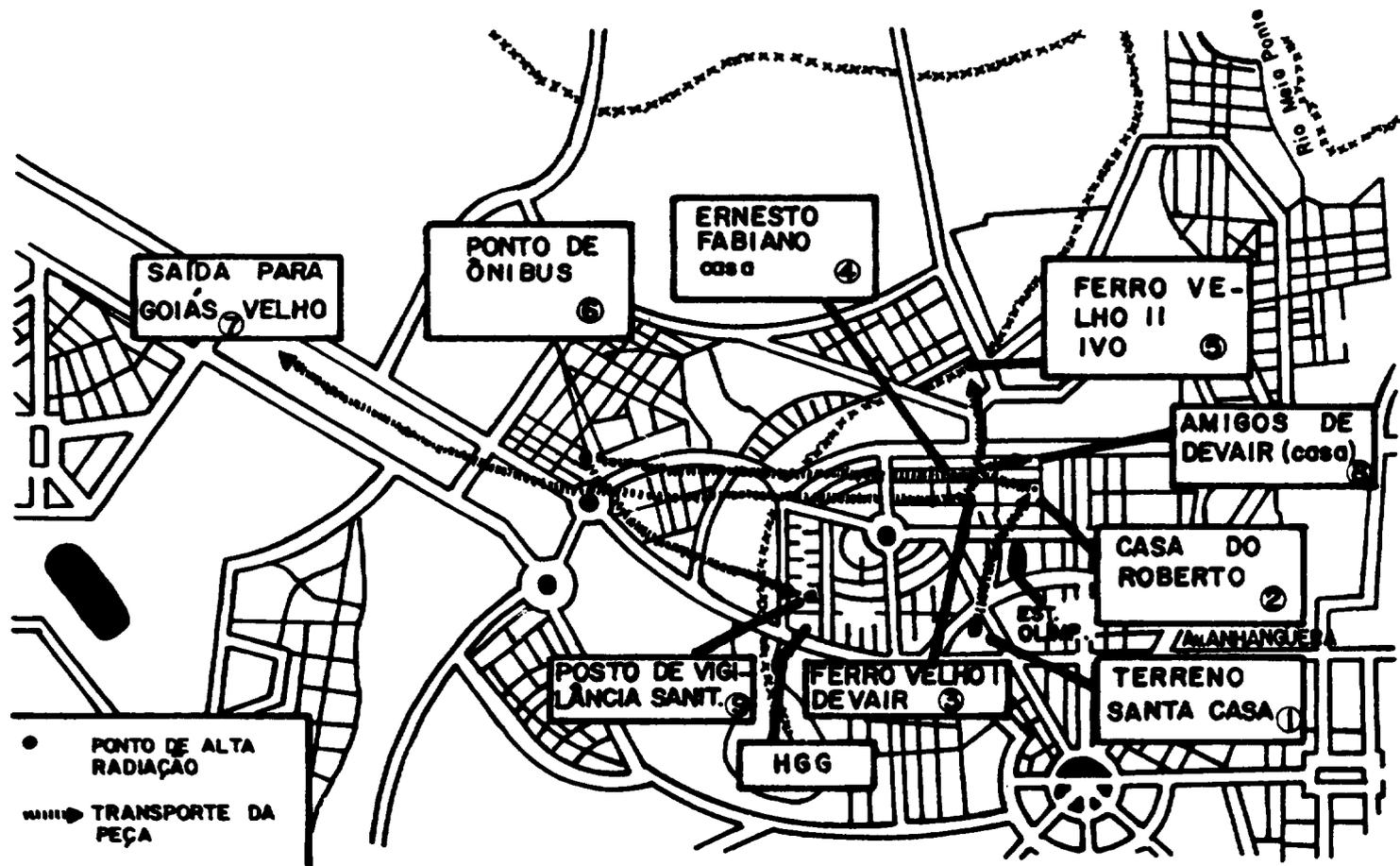


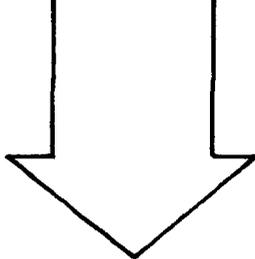
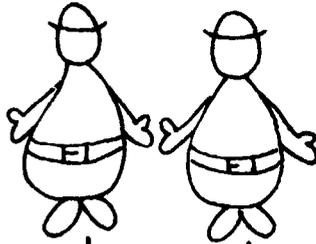
Figura 2 - ROTEIRO DA PEÇA CONTAMINADA (^{137}Cs)



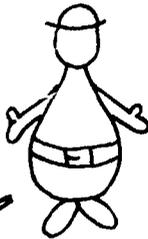
Roberto Santos Alves

Wagner Mota

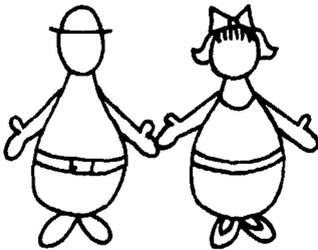
Roubaram a cápsula de Césio/137 venderam para



Devaír Alves Ferreira
(dono do ferro - velho)



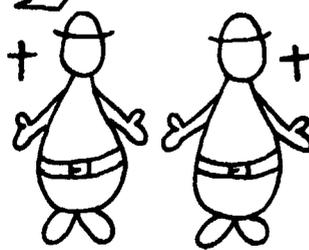
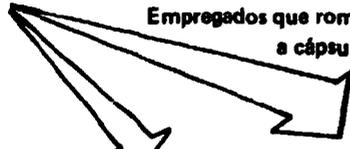
Amigos



Ernesto Fabiano

Dalva Felizardo

Empregados que romperam a cápsula



Israel Batista dos Santos

Admilson Alves de Souza

Figura 3

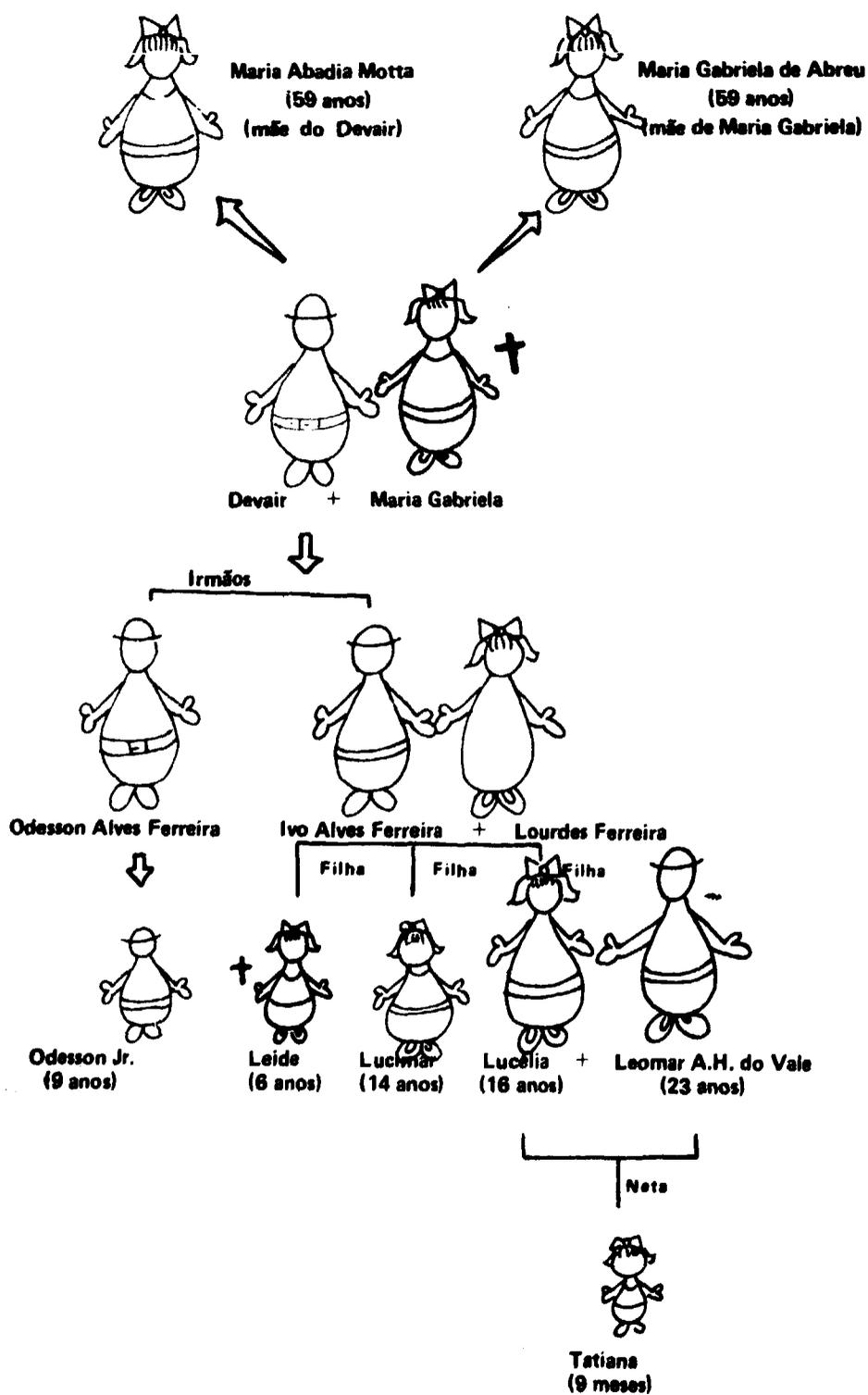


Figura 4

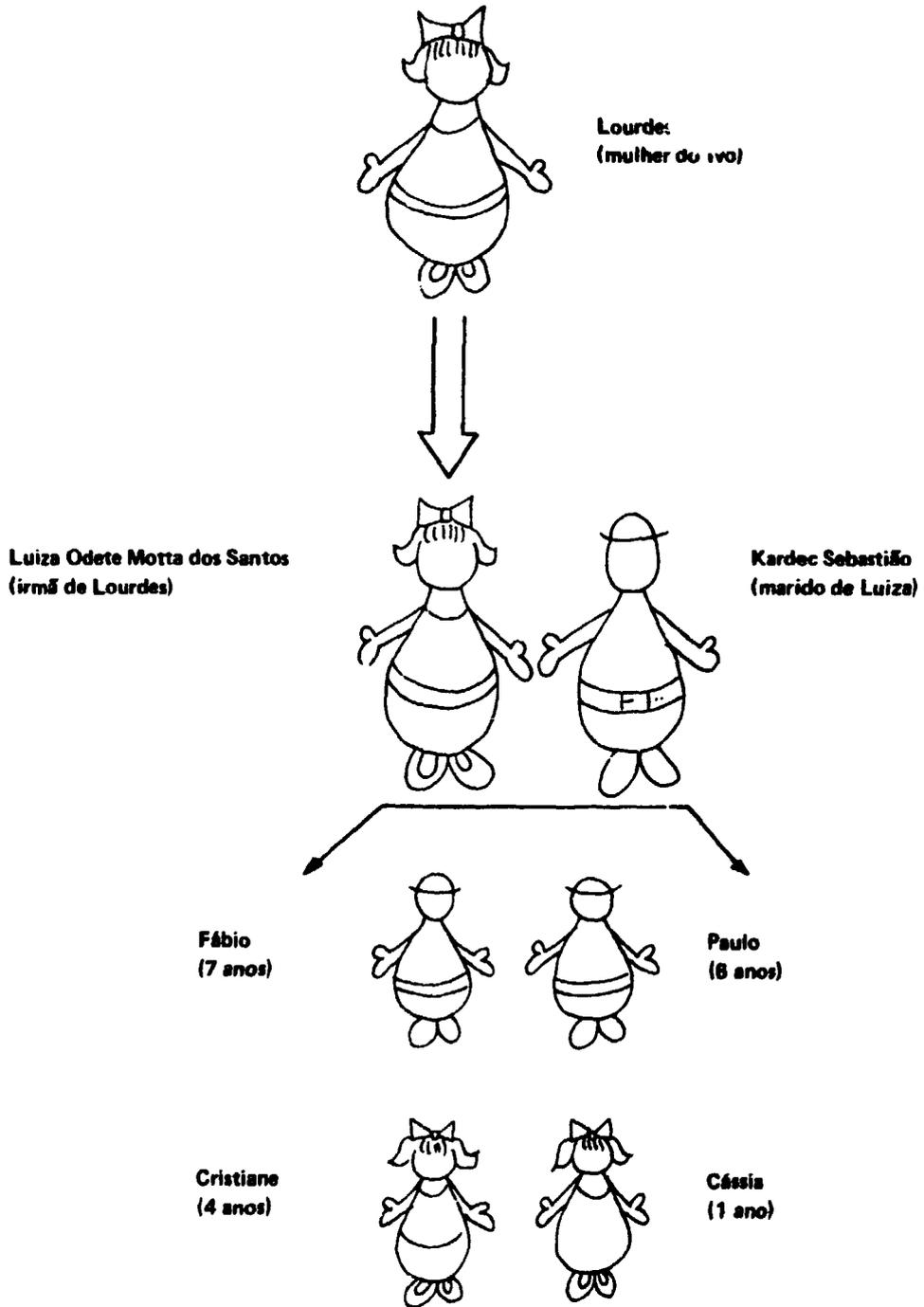


Figura 5

- b. Manutenção de toda a limpeza da unidade.
- c. Preparação do cardápio dos pacientes.

Passadas as primeiras duas semanas, alguns serviços hospitalares concordaram em auxiliar no tratamento aos pacientes, decidindo portanto, entrar na unidade. Para tanto, foram dadas todas as orientações necessárias para que estes serviços (nutrição, enfermagem, limpeza e lavanderia) pudessem circular adequada e seguramente dentro da enfermaria.

Durante esse período crítico, foram feitas palestras e reuniões para:

- Servidores do Hospital Geral de Goiânia:
 - . equipes de enfermeiros, auxiliares de enfermagem, nutricionistas, assistentes sociais, serventes de limpeza, serventes de lavanderia.
- Alunos da Faculdade de Enfermagem da UFG.
- Alunos da Faculdade de Nutrição da UFG.
- Alunos da Faculdade de Saúde Pública da UFG.

Para melhor entendimento deste trabalho, no capítulo 2 são fornecidas algumas informações úteis sobre conceitos e unidades de radioatividade e no capítulo 3 são apresentadas considerações gerais sobre o césio-137.

Os efeitos biológicos da radiação e a síndrome aguda da radiação são descritos, respectivamente, nos capítulos 4 e 5 e, para finalizar, reservou-se o capítulo 6 para a assistência de enfermagem.

CAPÍTULO 2 - DEFINIÇÃO DE CONCEITOS E UNIDADES

RADIAÇÃO

Emissão e propagação de energia através de um meio material, sob a forma de ondas eletromagnéticas, sonoras etc..

RADIOATIVIDADE

Processo em que certos nuclídeos sofrem desintegração radioativa (transformação espontânea de um radionuclídeo em outro) liberando energia. No processo costuma haver emissão de um ou mais tipos de radiação.

RADIOATIVIDADE ARTIFICIAL

Radioatividade produzida pelo bombardeio de certos núcleos com partículas ou com radiação eletromagnética.

MEIA-VIDA

1. Física: é o tempo necessário para que um certo radionuclídeo tenha o seu número de desintegração, por unidade de tempo, reduzido à metade.
2. Biológica: é o tempo necessário para que a metade da quantidade de um elemento (radioativo ou não) ingerido, inalado ou penetrado no organismo seja eliminado pelas vias normais.
3. Efetiva: a dose de radiação recebida por um órgão, quando nele existe um material radioativo agregado, depende da meia-vida física e meia-biológica. O resultado de ambas nos dá a meia-vida efetiva, ou seja, o tempo em que a exposição à radiação desse órgão ou tecido fica reduzido à metade. (Figura 6).

ATIVIDADE

É o número de desintegrações ocorridas num intervalo

iodo - 131 $\beta \gamma$ (tireóide)	Física: 8 dias Biológica: $\pm 0,4$ dias Efetiva: 7,6 dias
Carbono - 14 β (todo corpo)	Física: 5.730 anos Biológica: 0,4 dias Efetiva: 0,4 dias
Plutônio - 239 α (osso)	Física: 24.360 anos Biológica: 100 anos Efetiva: 100 anos
Ferro - 59 $\beta \gamma$ (baço)	Física: 45 dias Biológica: 600 dias Efetiva: 41,9 dias
Césio - 137 $\beta \gamma$ (todo corpo)	Física: 30 anos Biológica: 105 dias Efetiva: ± 70 dias

Figura 6 – Meia-vida

de tempo.

CONTAMINAÇÃO EXTERNA

Contaminação da pele de um indivíduo por um elemento radioativo. (Figura 7).

CONTAMINAÇÃO INTERNA

Contaminação da parte interna do corpo, pela incorporação de substâncias radioativas por ingestão, inalação ou penetração através da pele ou de ferimentos. (Figura 8).

IRRADIAÇÃO

Exposição à radiação ionizante. (Figura 9).

IONIZAÇÃO

A energia cedida ao elétron é suficiente para arrancá-lo do átomo.

EXCITAÇÃO

A energia cedida ao elétron é insuficiente para arrancá-lo do átomo, mas suficiente para que ele adquira uma energia maior dentro do átomo.

RADIÓLISE

Decomposição causada pelo efeito da radiação.

UNIDADES

CURIE (Ci) - é a unidade usada para medir a atividade de uma fonte radioativa.

$$1 \text{ Ci} = 3,7 \times 10^{10} \text{ desintegrações por segundo (dps)}$$

BEQUEREL (Bq) - unidade que substitui o Curie.

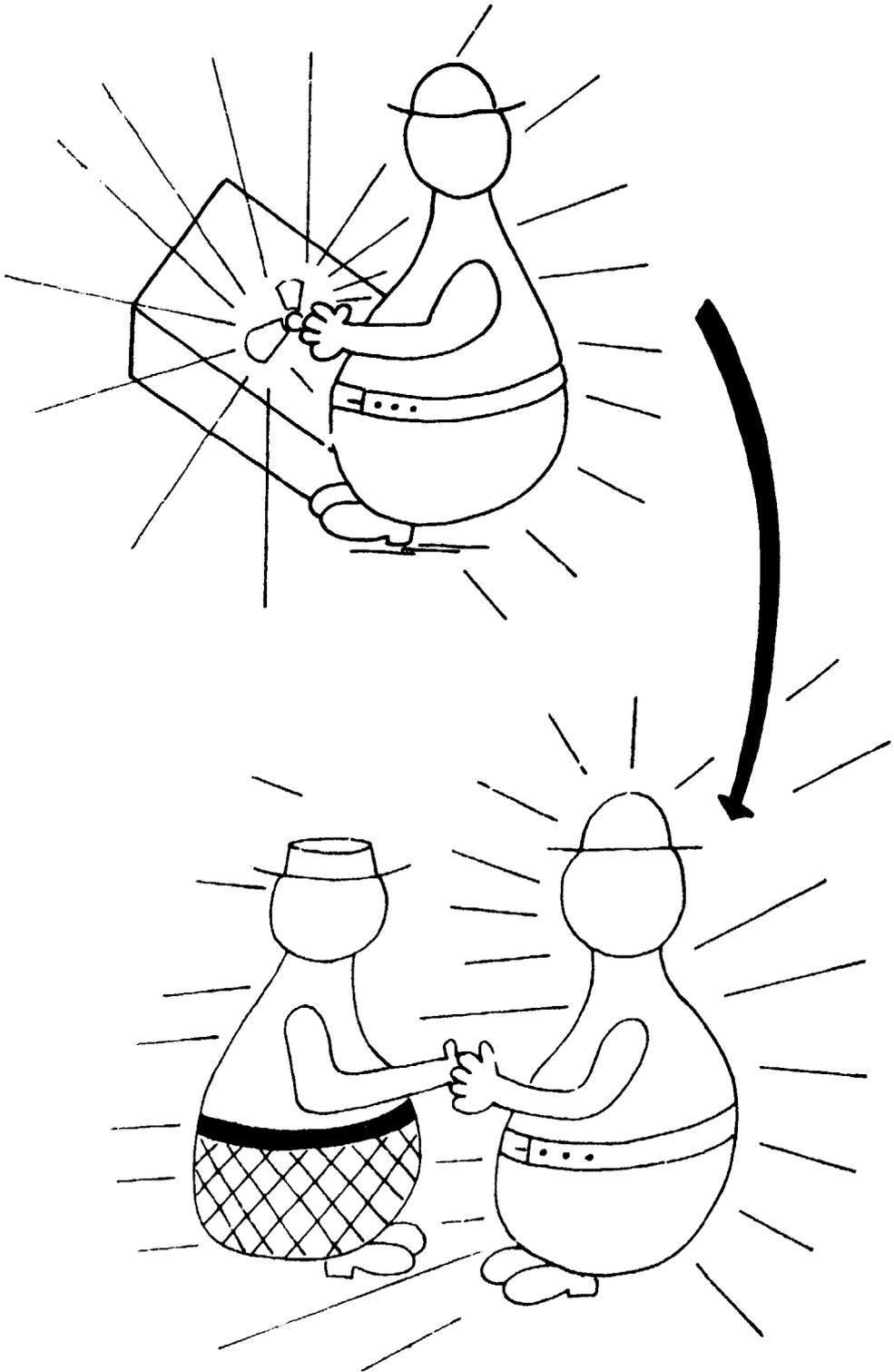


Figura 7 – Contaminação externa

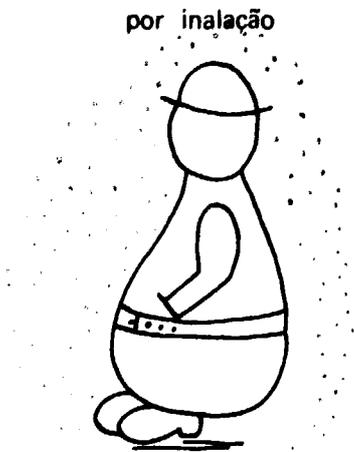
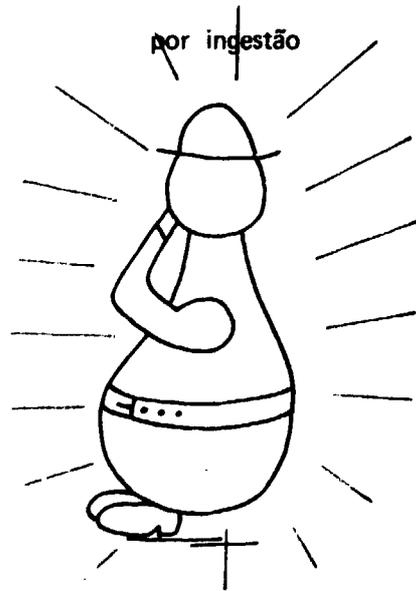
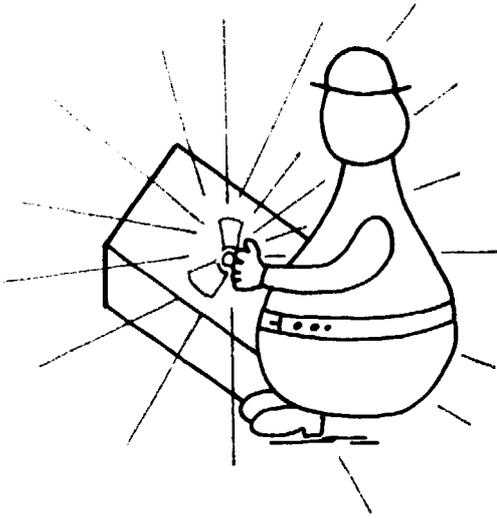


Figura 8 – Contaminação interna

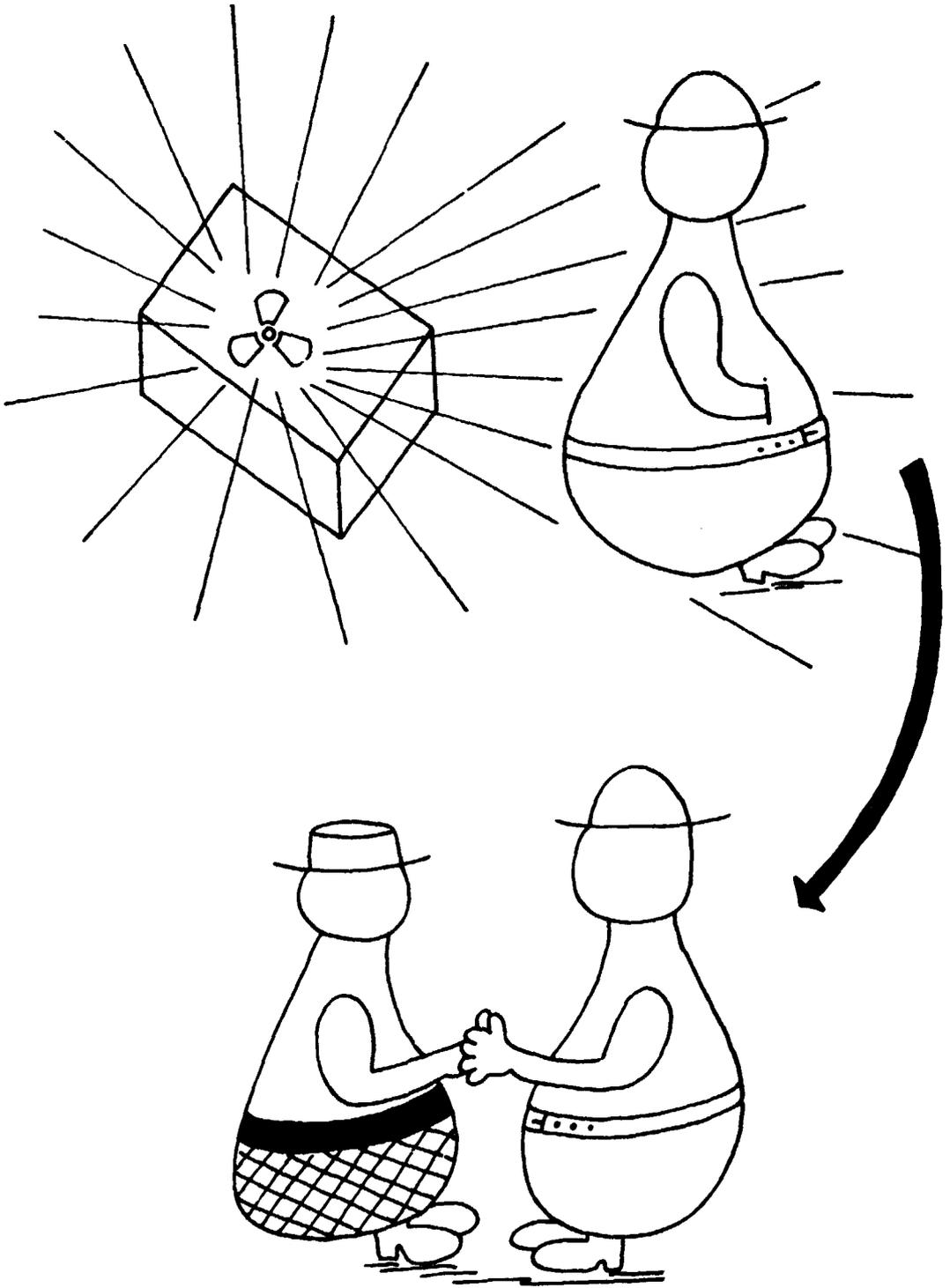


Figura 9 - Irradiação

$$1 \text{ Bq} = 1 \text{ dps}$$

$$1 \text{ Ci} = 3,7 \times 10^{10} \text{ Bq.}$$

Exposição (X) - dá a habilidade de um feixe de raios X ou gama ionizar o ar.

Unidade antiga: Roentgen (R)

Unidade atual: Coulomb/quilograma (C/kg)

$$1 \text{ R} = 2,58 \times 10^{-4} \text{ C/kg}$$

Dose absorvida (D) - foi criada para suprir as limitações da grandeza "Exposição". É válida para TODOS os tipos de radiação e meios absorvedores.

É a quantidade de energia transferida ao meio em conseqüência da interação da radiação com os átomos e molécula dentro de uma massa.

Unidade antiga: rad

Unidade atual: Gray (Gy)

$$1 \text{ Gy} = 100 \text{ rad.}$$

Dose equivalente - é a grandeza que leva em conta o tipo de radiação, a energia, para poder avaliar os danos biológicos.

Unidade antiga: rem

Unidade atual: Sievert (Sv)

$$1 \text{ Sv} = 10 \text{ rem.}$$

TIPOS DE EMISSÃO RADIOATIVA

Há vários tipos de emissões radioativas. As principais são:

1. Partícula ALFA (α) - é a emissão radioativa menos penetrante (penetra somente na superfície da pele) e pode ser

freada por poucos centímetros de ar ou uma fina folha de papel. Apresenta grande perigo quando inalada, ingerida ou quando penetra no corpo por lesões da pele ou mucosas, por causa da sua grande capacidade de ionização.

2. Partícula BETA (β) - é muito mais penetrante que a partícula alfa (pode penetrar através de 1 a 2 centímetros de água ou corpo humano) e necessita de alguns milímetros de material sólido ou líquido ou alguns metros de ar para ser freada.
3. Radiação Gama (γ) - é um tipo de radiação que se propaga com a velocidade da luz. Tem altopoder de penetração, atravessando com facilidade materiais pouco densos. Concreto e chumbo são normalmente usados como blindagem. (Figura 10).

DOSES MÁXIMAS PERMISSÍVEIS

Foram estabelecidos limites de doses máximas admissíveis, que são valores de dose às quais os trabalhadores ou indivíduos do público podem ficar expostos, sem que isto implique num dano à sua saúde durante sua vida.

Sendo assim, o limite para:

1. Corpo inteiro - 5 rem ou 50 mSv
2. Qualquer órgão ou tecido isoladamente - 50 rem ou 500 mSv
3. Cristalino - 15 rem ou 150 mSv
4. Mulheres grávidas - 1 rem ou 10 mSv
5. Mulheres em idade de procriação - 1,3 rem ou 13 mSv.

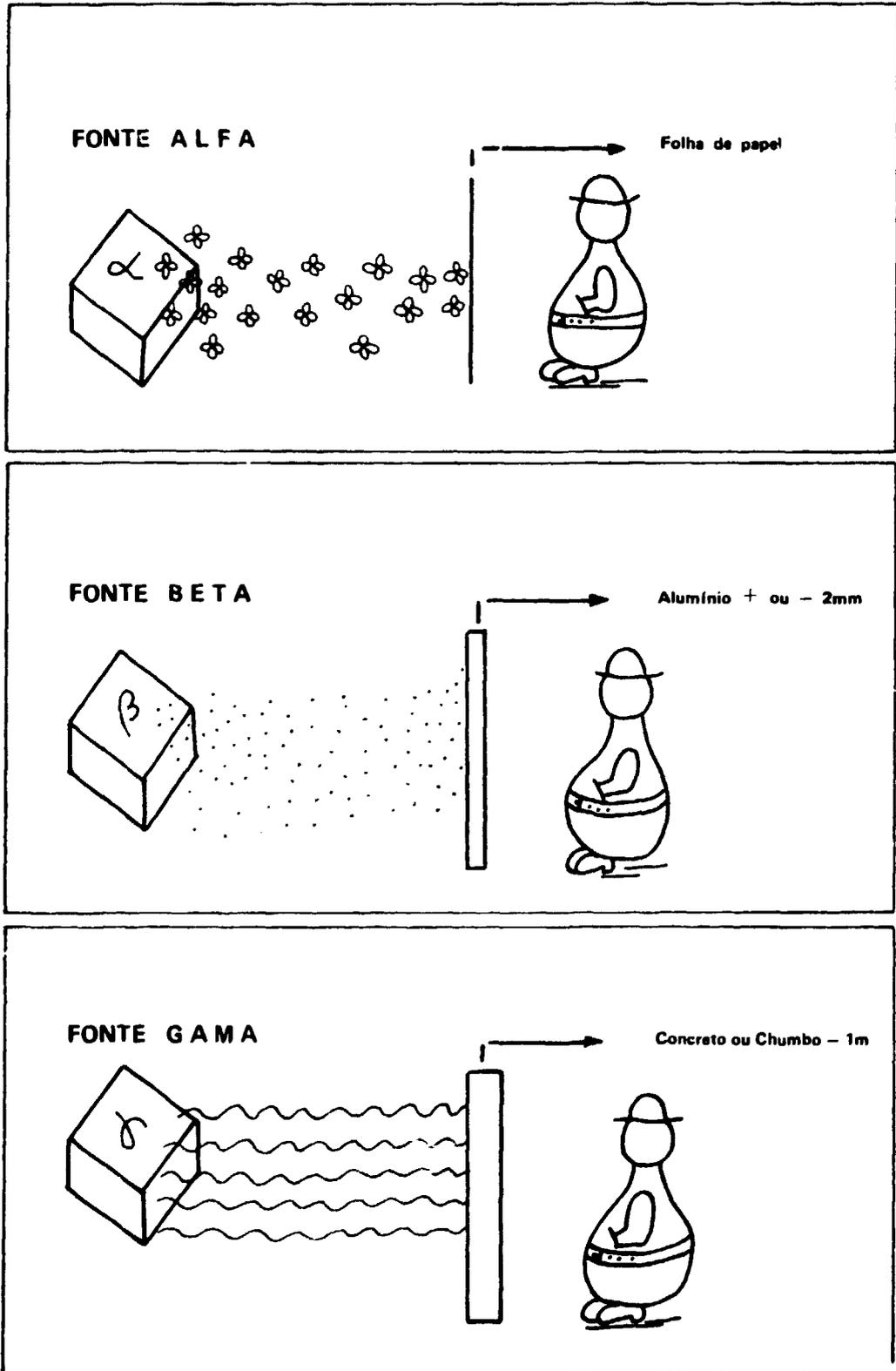


Figura 10 - Tipos de emissão radioativa

CAPÍTULO 3 - CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE O CÉSIO-137

O césio-137 (Cs), elemento nº 55, é um metal alcalino que tem 21 isótopos radioativos, dos quais, o que tem meia-vida física mais longa é o césio-137 (-30 anos). (Figura 11).

O césio-137 decai emitindo partículas beta e é acompanhado de emissão gama causada pelo seu filho bário-137m. (Figura 12).

Seu comportamento químico e bioquímico é muito semelhante ao do potássio, incluindo distribuição e metabolismo. É rapidamente absorvido e desaparece em pouco tempo do plasma, sendo captado pelas células vermelhas do sangue.

É secretado, principalmente, na luz do trato intestinal, entre o estômago e o intestino delgado. Distribui-se pelos tecidos do corpo, sendo que nos músculos a concentração é maior e nos ossos e gorduras é menor.

O caminho principal de excreção do césio-137 no homem, depois da administração intravenosa ou oral é a via renal. A relação de excreção urina/fezes é de aproximadamente 10:1.

A meia-vida biológica no homem, determinada através da análise dos excretas em 2 pacientes foi de 50 a 60 dias.

Dados da literatura:

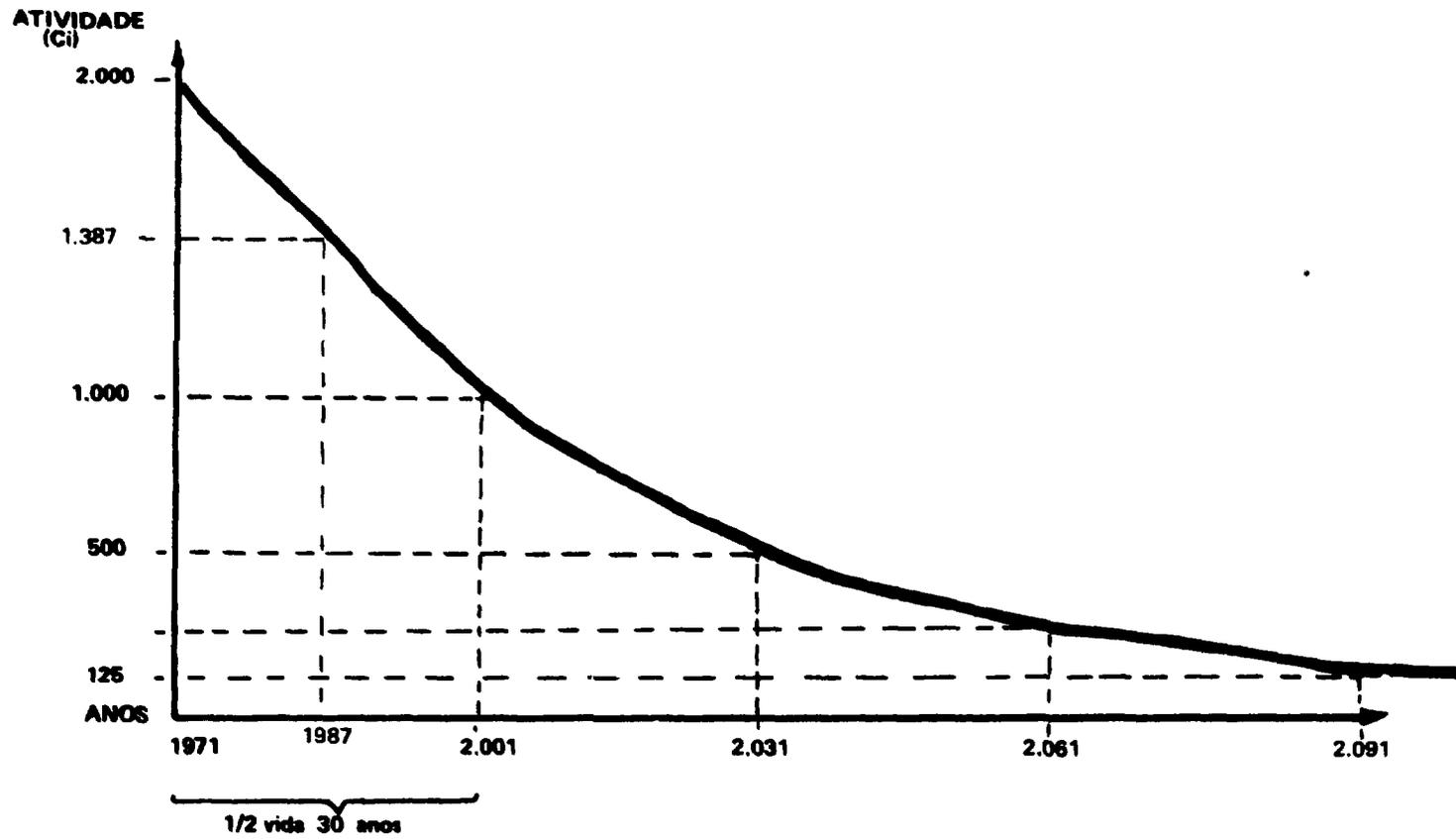


Figura 11 - Curva de decaimento do Césio - 137 - Meia vida 30,17 anos

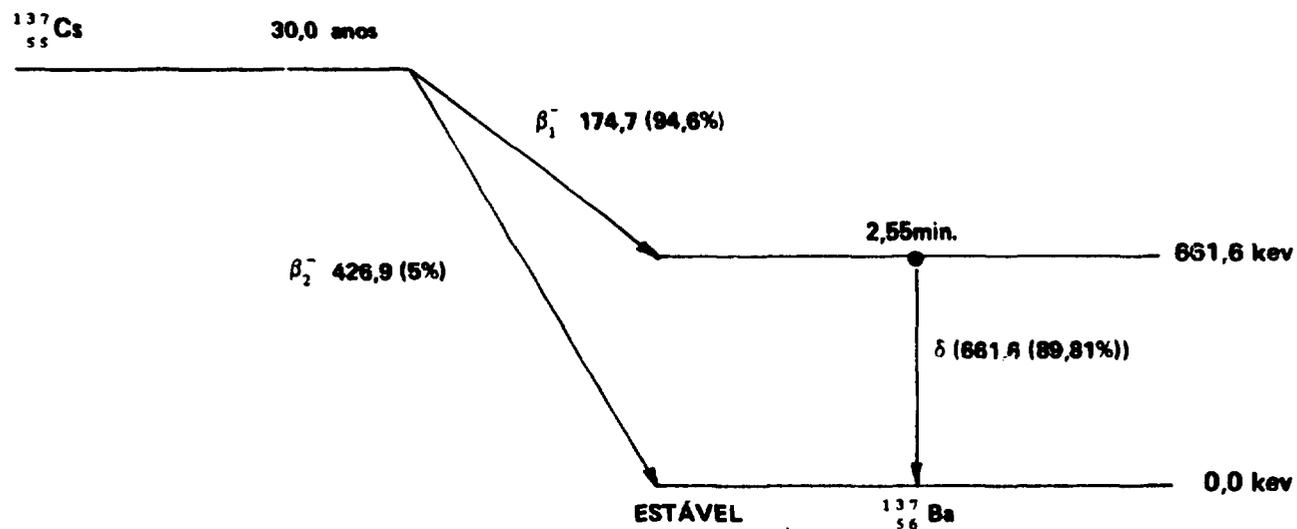


Figura 12 – Esquema de Decaimento Cs^{137}

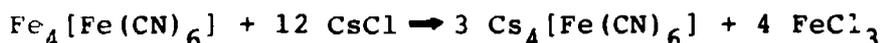
Pessoas	Idades	Meia-vida \pm desvio padrão
26 homens	23-55 anos	105 \pm 25 dias
15 mulheres	20-51 (média 27 anos)	84 \pm 20 dias
24 grávidas	16-39 (média 25 anos)	49 \pm 16 dias
07 jovens	5-17 anos	47 \pm 20 dias
07 crianças	17-143 dias	19 \pm 8 dias

A distribuição do Cs¹³⁷ nos tecidos do homem, decresce com o tempo e a concentração é aproximadamente uniforme nos tecidos moles por 10 dias.

O Cs¹³⁷ é solúvel nos fluídos do corpo, e é distribuído quase que uniformemente através do corpo, sendo eliminado pelos rins.

Depois da ingestão é absorvido rápida e completamente, sendo excretado, cerca de 10% nos primeiros dois dias.

A excreção do Cs¹³⁷ pode ser acelerada, mesmo tempos após a incorporação pelo organismo, pela administração oral de Azul da Prússia (ferrocianeto férrico).



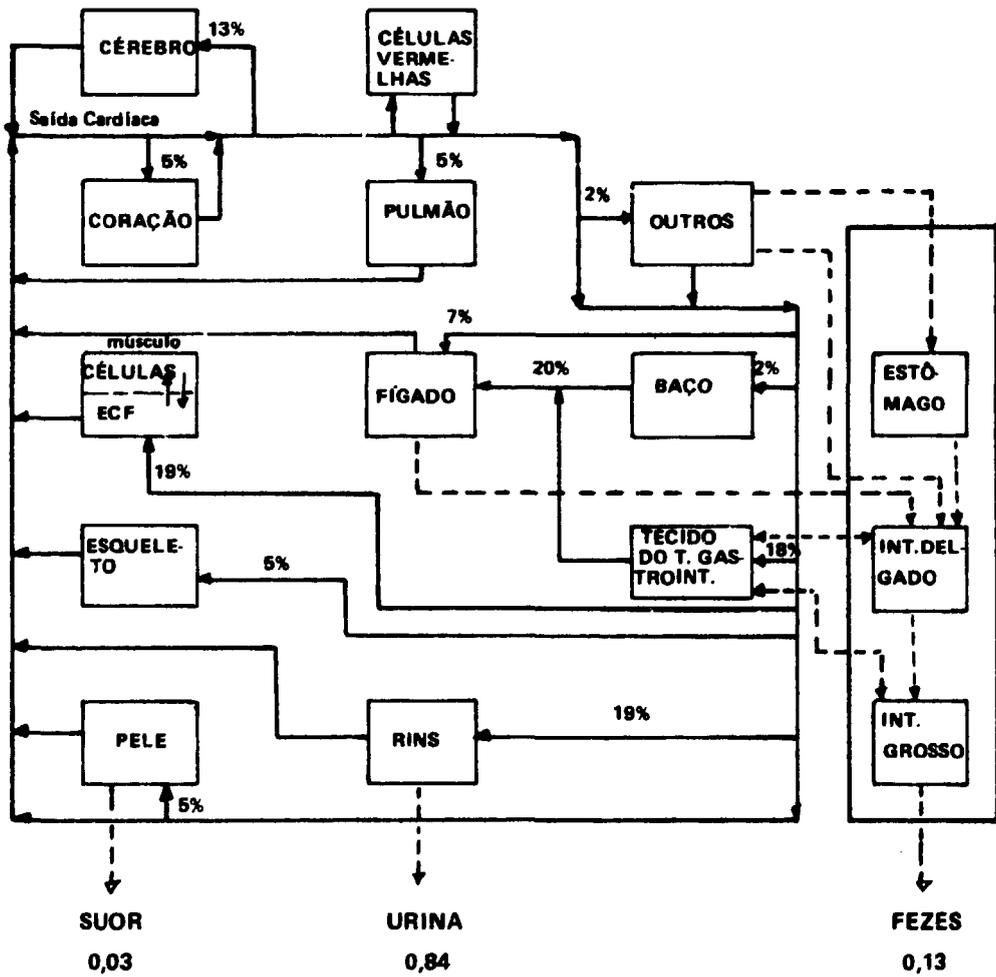
Quando o Cs¹³⁷ é excretado pelo intestino, uma grande fração dele é reabsorvida. O Azul da Prússia liga-se ao Cs¹³⁷ e impede sua reabsorção, aumentando sua excreção.

As doses indicadas na literatura, de Azul da Prússia, são de 11 g/dia, sendo que a medicação deve ser administrada a cada 4 horas.

Nos pacientes de Goiânia ainda não podemos concluir muitas coisas quanto à dose ideal ou mesmo quanto ao real efeito da droga. Estão sendo feitos estudos nesse sentido, por técnicos especializados.

Tentativas de aumentar a excreção do Cs¹³⁷ com diuréticos

ticos, corticóides e resinas de trocas inônicas não obtiveram êxito. (Figura 13).



LINHA SÓLIDA: FLUXO PLASMÁTICO
 LINHA PONTILHADA: FLUXO NÃO PLASMÁTICO

Figura 13 – Modelo cinético do K e do Cs

CAPÍTULO 4 - EFEITOS BIOLÓGICOS DA RADIAÇÃO

Para analisarmos os efeitos da radiação em um organismo como um todo, deve-se ter em mente sua estrutura.

Todos os organismos vivos, sejam uni ou pluricelulares, são constituídos de células. Cada célula, dentro do seu espaço físico, compõem-se das seguintes partes:

1. uma membrana externa
2. um citoplasma, onde se localizam diversas organelas (mitôcondrias, retículo endoplasmático, sistema de Golgi etc.)
3. o núcleo, envolvido por uma membrana nuclear, é constituído pelos cromossomos, que por sua vez, encerram o material genético.

Os componentes químicos das células são de natureza diversa: carboidratos, lípidos, proteínas, eletrolitos (K, Na, Ca etc), aminoácidos, água, etc.. De todos estes, a água é o principal constituintes, representando aproximadamente 70% da massa celular.

Quando esta complexa estrutura, a célula, é bombardeada por radiações ionizantes, vários dos componentes químicos supracitados podem ser atingidos com a sua conseqüente ionização, o que os tornam quimicamente muito reativos (radiólise) e daí por diante, vários fenômenos químicos podem ocorrer, por exemplo, a formação de ligações químicas anômalas, rupturas moleculares e assim por diante.

Sendo a água o componente químico mais abundante, ela constitui um dos alvos mais prováveis da radiação e os radicais livres formados, interagindo com os demais constituintes, provocam alterações secundárias, indiretas. Seja como for, direta ou indiretamente, essa interação determinará os efeitos biológicos da radiação.

Estes efeitos são, c'idativamente, divididos em:

Efeitos somáticos: - são as alterações que ocorrem nas célula

las somáticas e se manifestam no indivíduo, não sendo transmissíveis aos descendentes.

Efeitos hereditários: - são transmissíveis aos descendentes e são consequências de alterações nos gametas (óvulo ou espermatozóide) do indivíduo que recebeu dose de radiação.

Os efeitos somáticos das radiações podem aparecer em decorrência da exposição do indivíduo a doses maciças em um tempo de exposição curto (efeitos por exposição aguda), ou decorrente de doses baixas num tempo de exposição longo (exposição crônica).

No caso do organismo inteiro receber uma dose elevada de radiação num curto espaço de tempo, os efeitos manifestar-se-ão num período de horas ou dias.

Quando um organismo é exposto à radiação, devemos considerar vários fatores:

DOSE	{	Única (aguda)
		Fracionada
		Contínua (crônica)

EXPOSIÇÃO	{	Corpo inteiro
		Corpo parcial
		Local (localizada)

EFEITOS	{	Agudos (horas até 2 meses)
		Crônicos (tardios)

Outros fatores devem, também, ser levados em consideração: (Figuras 14 e 15)

- Distância da fonte - quanto menor a distância que o organismo estiver da fonte, menor será o dano causado.
- Tipo de Radiação - quanto maior o poder de penetração da

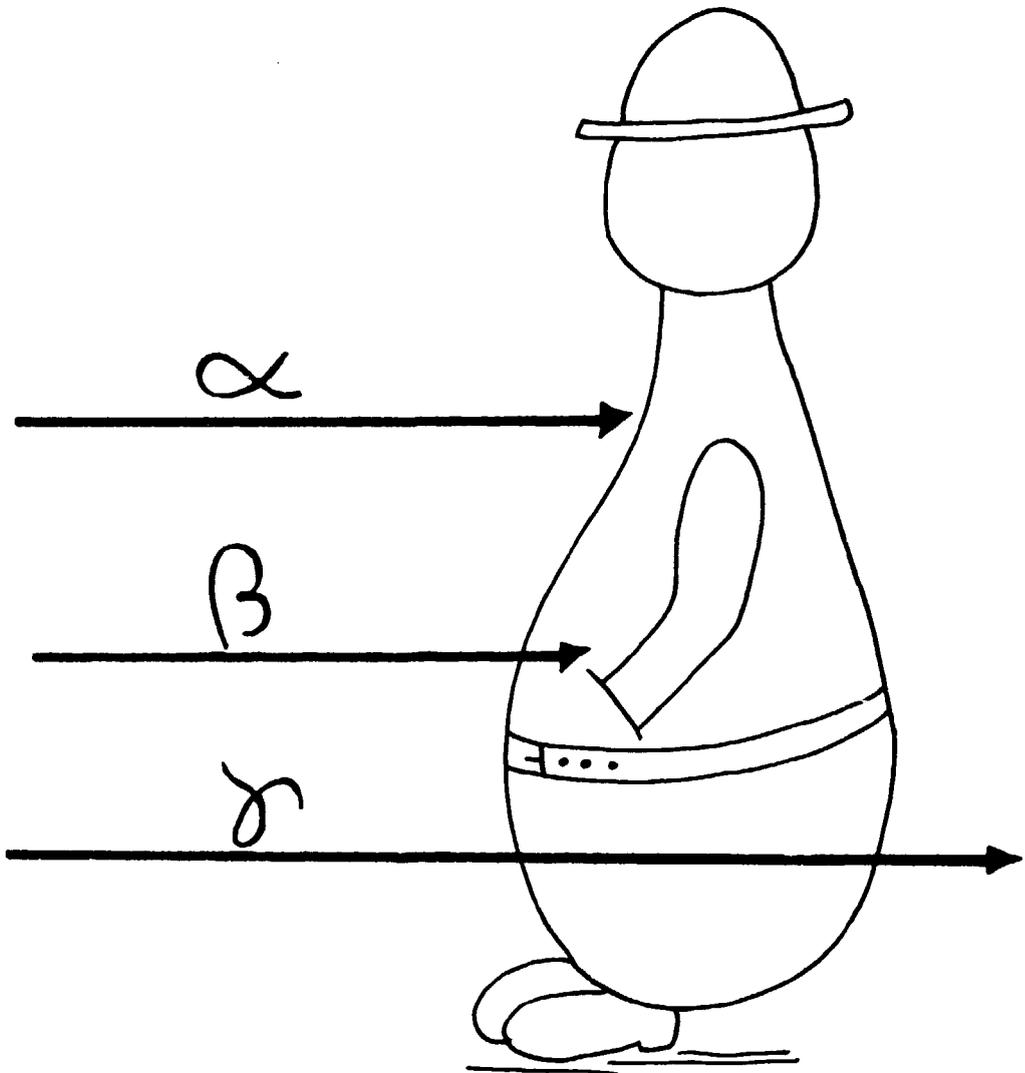
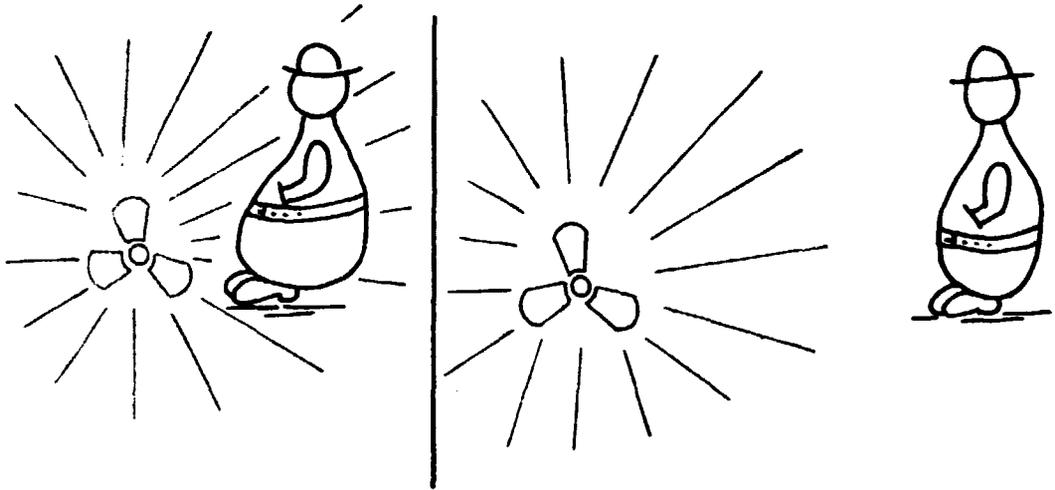


Figura 14 – Poder de penetração da radiação no homem

DISTÂNCIA DA FONTE



TEMPO DE IRRADIAÇÃO



Figura 15 – Como evitar a irradiação externa

radiação, maior o dano.

- Tempo de exposição - maior tempo de exposição, maior dano.

Nas modalidades de morte, a dose é geralmente única. a exposição é de corpo inteiro e os efeitos são agudos.

Para analisarmos os efeitos da radiação num organismo como um todo, deve-se ter em mente o conceito de radiossensibilidade, onde nem todas as células, tecidos, órgãos ou organismos respondem igualmente à mesma dose de radiação.

As diferenças de sensibilidade verificadas seguem a lei de Bergonié e Tribondeau (1906), pesquisadores franceses que notaram que as células espermatozoniais eram mais afetadas do que as células intersticiais (tecido conjuntivo, vasos sanguíneos e nervos) e que isto era causado pela grande atividade mitótica desenvolvida pelas espermatozônias, fato que não ocorria nas células intersticiais.

Assim estabeleceram a lei da Radiossensibilidade Tecidual:-

* A radiossensibilidade tecidual é diretamente proporcional à atividade mitótica e inversamente proporcional ao grau de diferenciação celular.

Por generalização, as células da medula óssea, as células germinativas do testículo e ovário, as células do epitélio intestinal e as da pele são consideradas radiossensíveis, enquanto que, as células hepáticas, renais, musculares, cerebrais, ósseas, cartilaginosas e conjuntivas são radiorresistentes.

Quando o corpo inteiro de um animal é irradiado com quantidade suficiente de radiação, essa lei torna-se evidente e como resultado dos efeitos num órgão ou da interação dos efeitos nos vários órgãos, o animal, como um todo, mostrará síndromes características.

Algumas levam inevitavelmente o animal à morte, outras podem ou não ser letais, pois dependerão da extensão dos da

nos causados aos tecidos.

Assim temos:

1. Síndrome do Sistema Nervoso Central (SNC) ou morte do SNC
2. Síndrome Gastro-intestinal (GI) ou morte GI
3. Síndrome da Medula Óssea (MO) ou síndrome hematopoiética ou morte da MO.

CAPÍTULO 5 - SÍNDROME AGUDA DA RADIAÇÃO NO HOMEM

As três síndromes ou modalidade de morte (SNG, GI e MO) após dose única de corpo inteiro que foram descritas para os animais, poderão, com algumas modificações e incertezas, ser utilizadas para predizer os efeitos no homem.

As fontes de informação sobre a exposição de corpo inteiro com efeitos agudos no homem são:

1. Exposição dos japoneses em Hiroshima e Nagasaki (1945)
2. Acidentes em reatores e exposição a altas radiações em acidentes de laboratórios, hospitais e industriais;
3. Pacientes de radioterapia;
4. Casos em que pessoas da população tiveram contatos com fontes radioativas.

SÍNDROME DO SNC

É observada quando a dose de radiação ultrapassa 10.000 rem e a morte ocorre dentro de 48 horas.

Os sintomas observados nos animais são: - irritabilidade, hiperexcitabilidade, desmaios do tipo epiléptico e coma; estes sintomas estão associados com os danos nas células nervosas cerebrais e vasos sanguíneos.

Por causa da elevada permeabilidade dos vasos sanguíneos danificados e como o crânio não sofre expansões, ocorre um acúmulo de fluídos, provocando um aumento da pressão intracraniana e conseqüente danos nos neurônios. Contudo, é possível que os danos sejam também causados por ação direta da radiação.

Ocorre ainda a possibilidade de danos nos centros respiratórios.

Quadro Evolutivo

Inicialmente	{	agitação e irritação, seguida de apatia, vômito, salivação, defecação repetida e diarréia.
Posteriormente	{	ataxia (incapacidade de coordenação dos movimentos voluntários) desorientação, rotação dos olhos e tremores.
Fase Final	{	convulsões, prostração coma, insuficiência respiratória morte

A síndrome do SNC é irreversível e o tratamento é sintomático para reduzir a agonia decorrente das desordens nervosas e gastrointestinais.

SÍNDROME GI

Ocorre após doses de 1.000 - 10.000 rem com morte em 3-5 dias em decorrência dos danos causados no sistema de renovação celular do epitélio intestinal.

A superfície de absorção interna do intestino dos mamíferos é grandemente aumentada por numerosas pregas, chamadas vilosidades, que se projetam para o lume intestinal.

Visto que o processo mitótico é um processo altamente radiosensível, a atividade das células da cripta é reduzida a zero após 30 minutos (fase inibitória).

Entre 2 e 6 horas após, ocorre uma fase de elevação transitória, e em seguida uma fase de decréscimo, e que, dependendo da dose, os focos de regeneração (células de cripta) poderão recuperar o epitélio intestinal e salvar o animal da morte GI.

Entretanto, com doses superiores a 800 rem, as ondas de regeneração são impotentes para compensar:

1. a perda das células devido ao processo normal de substituição;
2. a perda das células causada pela irradiação.

Com a perda da célula da cripta, a vilosidade intestinal torna-se curta e achatada e após 3 a 5 dias apresenta-se desnuda e quase plana, a morte poderá ocorrer por infecção.

O segundo aspecto importante da Síndrome GI é a associação aos danos da MO.

Sabemos que as "stem cell" da MO são as que mantêm os níveis das células sanguíneas circulantes (granulócitos: - neutrófilos, eosinófilos e basófilos), agranulócitos (linfócitos e monócitos), eritrócitos (hemácias) e plaquetas. As "stem cell" da MO são muito radiosensíveis e doses acima de 1.000 rem freqüentemente interrompem as divisões.

As células sanguíneas circulantes (granulócitos) que têm vida curta (5-6 horas) morrem e não sendo substituídas, mostrarão níveis baixíssimos.

Os linfócitos por serem também muito radiosensíveis apresentam níveis ainda mais baixos.

Sinais e sintomas da Síndrome GI

* Dor intestinal, anorexia, náusea, vômito, inatividade, inércia, e severa diarreia.*

Em consequência da diarreia e do vômito ocorre a desidratação que leva a uma perda de peso e completa exaustão e emagrecimento.

A morte é decorrente de:

1. danos no sistema nutricional
2. perda de fluídos e eletrólitos

INTERRELAÇÃO DOS SINAIS E SINTOMAS

Intestino desnudo (não absorve água nem alimento).

diarréia + vômito → desidratação → perda de peso completa

exaustão e emagrecimento

- alteram o volume sanguíneo
- a perda de eletrólitos altera a composição do soro

infecção intestinal (que toma vulto dada a insuficiência dos leucócitos na defesa orgânica)

bacteremia

3. infecção.

SÍNDROME DA MEDULA ÓSSEA (MO) OU HEMATOPOIÉTICA

Sabe-se que as células da MO tomam parte significativa na Síndrome GI e que com doses de 200-1000 rem a habilidade regenerativa das células da cripta é suficiente para salvar o animal da morte GI. Assim sendo, o animal irradiado com doses entre 200-1000 rem, morrerá dentro de 30 dias em decorrência da Síndrome MO.

Com doses de 200-1000 rem ocorrem a degeneração da estrutura vascular e a inibição das divisões das "stem cell" da MO.

Após a irradiação com dose igual a 100 rem ou mais, o índice mitótico da MO cai ao nível zero na primeira hora (fase degenerativa). Posteriormente, as "stem cell" que não foram mortas entram em divisão e apresentam uma fase de regeneração; contudo, por apresentarem anormalidades, morrem rapidamente e novamente ocorre uma queda.

A depleção das células sanguíneas circulantes, por causa da falta de renovação e por possuírem tempo curto de vida, é a responsável pelos sinais e sintomas que precedem a morte:

anemia - diminuição dos eritrócitos:

- morte fisiológica natural
- escape dos vasos lesados (diminuição de hemoglobina)

hemorragia: diminuição de plaquetas (não há coagulação do sangue).

infecção: diminuição dos granulócitos (não há defesa orgânica bacteremia).

EFEITOS DA IRRADIAÇÃO AGUDA SOBRE AS GÔNADAS E PELE DO HOMEM

Os danos na pele, ovário e testículo são parte integrante dos sintomas decorrentes da radiação no homem.

OVÁRIO

Os ovários após o nascimento, contêm uma população in substituível de ovócitos (+ 400.000) em vários estágios de desenvolvimento.

DOSE ÚNICA: - (150-200 rem) em ambos os ovários, provoca es terilidade temporária com supressão da menstruação por 12 a 36 meses.

DOSE ÚNICA (300-800 rem) em ambos os ovários, poderá levar a uma esterilidade permanente.

DOSES DE 1000-2000 rem (dose fracionada) em mulheres jovens, produzirão esterilidade permanente.

TESTÍCULO

No testículo, as espermatogônias A ("Stem cell") di videm-se dando 2 espermatogônias B → espermatócitos I e II que se dividem meioticamente → espermatídes → esperma tozóides.

As espermatogônias são as células mais radiossensíveis, enquanto que as células mais diferenciadas são as mais radiorresistentes.

Com doses moderadas de radiação, as espermatogônias morrem, contudo a fertilidade não é reduzida imediatamente devido ao ciclo espermatogênico, no qual os espermatócitos estão se transformando em espermatídes e depois em espermato zóides.

Se houver morte total das espermatogônias ocorrerá uma esterilidade permanente.

Com doses de 10 rem, ocorre a diminuição na contagem

espermato gênica (OLIGOSOOPERMIA) e isto poderá perdurar por 12 meses.

DOSE DE 250 rem: - provoca esterilidade temporária (2 a 3 anos ou mais).

DOSE DE 400-600 rem: - determinam esterilidade permanente (AZOOSPERMIA).

PELE

A pele apresenta danos iniciais na camada germinativa da epiderme e rede capilar da derme que libera histamina produzindo o eritema.

DOSES DE 300-800 rem: - produzem eritema, posteriormente com o bloqueio das artérias ocorre diminuição da oxigenação da pele. O efeito é igual à queimadura térmica de 1º grau. Evolui para cura deixando cicatriz ou não.

DOSE DE 400 rem: - afeta o crescimento do cabelo.

DOSE DE 700 rem: - determina a perda do cabelo.

DOSE DE 1000 rem: - provoca a morte das camadas germinativas e é acompanhada por descamação seca ou úmida (queimadura térmica de 2º grau).

Evolui para a cura deixando cicatriz permanente.

DOSE DE 500 rem: - danifica a epiderme, a derme e o tecido subcutâneo.

A cura pode levar anos.

CAPÍTULO 6 - ASSISTÊNCIA DE ENFERMAGEM

A. Cuidados gerais de enfermagem

1. Controle diário de peso
2. Controle diário de sinais vitais
3. Administração de medicação: VO, IM, EV, soroterapia.

B. Cuidados específicos de enfermagem

1. Controle diário da eliminação intestinal, urinária e eventuais vômitos.
2. Colheita diária de sangue.
3. Higiene corporal: banho, barba, cabelo, unhas, higiene oral.
4. Curativos
5. Desbridamento das lesões
6. Cuidados com a alimentação
7. Descontaminação externa
8. Isolamento
9. Conduta terapêutica para alterações comportamentais.

C. Proteção individual da equipe de atendimento

ASSISTÊNCIA DE ENFERMAGEM

A. Cuidados gerais de enfermagem

1. Controle diário de peso
2. Controle diário dos sinais vitais
3. Administração de medicação - VO, IM, EV, soroterapia.

B. Cuidados específicos de enfermagem

1. Controle diário da eliminação intestinal, urinária e eventuais vômitos - todos os excretas dos pacientes devem ser recolhidos em recipientes plásticos, armazenados em caixas de isopor e encaminhados aos locais indicados, para análise da excreção do radioisótopo, após controle da proteção radiológica.

2. Colheita diária de sangue - para verificação das alterações sanguíneas, para posterior tomada de conduta terapêutica: (medicação, transfusão, isolamento, transplante de medula óssea etc..)

3. Higiene corporal - uma das técnicas primeiras de descontaminação externa da pele é o banho diário, com sabão neutro (para evitar possíveis lesões da pele por ressecamento) e uso de bucha vegetal, sempre tomando o máximo cuidado para não ferir a pele, aumentando assim a contaminação interna.

O banho pode e deve, quando necessário, ser repetido várias vezes ao dia.

Barba - em pacientes com contaminação externa, a barba deve ser feita para diminuir ao máximo o risco de disseminação de contaminação, tomando muito cuidado para não ferir a pele.

O mesmo deve acontecer com o corte das unhas e com o corte dos cabelos.

Todos os resíduos devem ser colocados em sacos plás-

ticos e entregues à Proteção Radiológica.

Higiene oral - deve ser feita a escovação dos dentes logo após cada refeição e em seguida fazer bochecho com água bicarbonatada (para mudar o pH da saliva e evitar o risco de infecções oportunistas) e após fazer bochecho e ingestão de Micostatin solução.

4. Curativos - todas as lesões devem ser tratadas com muita atenção, observando-se quaisquer alterações possíveis.

Quando se inicia o período de formação de bolhas, com presença de eritema e uma sensação de coceira ou formigamento, as lesões devem ser imersas em solução de Thierch, produto dermatológico que promove o alívio do ardor e do prurido.

Após o banho que deve durar, em média, 15 minutos, as áreas afetadas devem ser recobertas com creme hidratante, à base de cânfora, confrey e aloe vera.

Enquanto acontece o processo de formação de bolhas, o paciente deve ser medicado com analgésicos potentes pois as dores são muito intensas.

5. Desbridamento das lesões - após o rompimento espontâneo das bolhas e com a perda total do exsudato, deve-se iniciar o processo de desbridamento das lesões, tomando o cuidado para evitar mais ferimentos e observando o nível de dor suportável para o paciente. Quando necessário, o paciente deve ser medicado antes do início do tratamento.

Após toda a limpeza das áreas afetadas, lavar com soro fisiológico e fazer uso da pomada Fibrase com Cloxanfenicol, cobrindo toda a área lesada com uma camada espessa, para evitar a aderência da gaze na ferida.

Para cobrir o ferimento usa-se atadura de gaze e atadura de crepe, sem apertar.

6. Cuidados com a alimentação e hidratação - o paciente radioacidentado, por causa, principalmente da síndrome gastrointestinal, deve ter uma dieta balanceada. Além disso, a dieta deve ter uma boa apresentação e fazer parte de seus hábitos alimentares. É de importância fundamental que o paciente, seja ele irradiado ou contaminado, em qualquer das suas duas formas, tenha uma alimentação adequada em virtude das alterações do seu metabolismo orgânico, provocado pela necessidade do corpo reagir as agressões sofridas.

7. Descontaminação externa - para o césio-137 é usada uma pasta de dióxido de titânio (TiO_2) espalhada pelas áreas delimitadas pela monitoração feita pela Proteção Radiológica, deixando secar por 5 minutos, e em seguida retirá-la com ácido acético (vinagre). Este é um processo abrasivo, além de ser um processo de adsorção, onde as partículas de césio-137 se aderem ao titânio, sem, no entanto, formar um novo composto. Além do banho com água e sabão e bucha vegetal, que pode ser tomado de 3 a 4 vezes por dia, usa-se, para ajudar na descontaminação externa, uma lixa de pele, do tipo lixa d'água. Deve-se tomar muito cuidado para não lesar a pele e aumentar a contaminação interna. Todos os processos de descontaminação externa devem ser executadas sob a supervisão da Proteção Radiológica.

8. Isolamento - além de mantermos os pacientes restritos à área controlada, por orientação da Proteção Radiológica, nos casos indicados (pacientes com linfopenia e leucopenia intensa com risco grave de septicemia) houve a necessidade de instalarmos, dentro da área controlada, mais uma área de isolamento.

Escolheu-se uma enfermaria com banheiro e o paciente foi mantido isolado, numa tentativa de se evitar, ao máximo, o risco de ocorrer uma infecção oportunista. Foi um isolamento dentro do isolamento.

Foram usadas as técnicas de isolamento reverso, além do isolamento.

9. Conduta terapêutica para alterações comportamentais-

Além do medo do desconhecido: - O que é radiação? O que causa? Como funciona? O que vai acontecer? etc.. deve-se levar em conta, para colaborar com o desequilíbrio emocional que acometeu os pacientes internados no Hospital Geral de Goiânia, o estresse causado pela dor física das lesões, pelo isolamento social e hospitalar, pelo confinamento, pela perda total da liberdade, pelo assédio da imprensa, acrescido do comprometimento da auto-imagem, por causa dos danos físicos causados pela radiação.

No caso específico desses pacientes, ainda havia mais um ponto a ser considerado: a perda dos bens materiais, uma estranha e quase enevoada sensação de culpa em alguns deles e a conscientização lenta e assustadora da gravidade do risco de vida que cada um corria, quando do acontecimento dos primeiros óbitos, sem contar com a possibilidade, remota ou não, da presença das alterações de comportamento pela própria ação da contaminação do césio-137 no cérebro dos pacientes.

Com todo este quadro, os pacientes apresentaram intensas alterações de comportamento, indo desde a atitude de medo, sujeitando-se a todas as solicitações feitas pela equipe de atendimento, sem questionar, até um grau muito alto de excitação psíquica.

No início, os pacientes comportavam-se como expectadores de uma novidade: pouco falantes, obedientes, mas observando todas as atitudes da equipe, como se quisessem descobrir coisas que tinham medo de perguntar.

Aos poucos essa atitude foi se modificando, e começou então a se manifestar um quadro de grande irritabilidade, chegando até à agressividade física, com brigas entre as crianças e envolvimento e ameaças dos adultos.

Com a necessidade da transferência de mais pacientes para o Hospital Marcílio Dias, na cidade do Rio de Janeiro, e com os conseqüentes casos de óbitos, os pacientes começaram a apresentar um quadro depressivo, com isolamento, crises de choro, insônia, inapetência e recusa de alimentação, e um certo descaso com os tratamentos, mostrado através de uma resistência em obedecer as condutas necessárias (medicação, higiene pessoal, os banhos, monitoração, descontaminação externa etc..).

Os pacientes sentiam-se muito inseguros e desanimados, e começaram a transferir suas necessidades afetivas para a enfermeira que estava constantemente presente e cuidando de suas dores, seus curativos, suas queixas e históricas, chamando-a de mãe, de grande amiga, e mostrando muito carinho em abraços emocionados, de demonstrações de alegria, saudade e alívio quando se encontravam pela manhã e de tristeza, medo e cobrança quando se despediam à noite.

Após esse quadro, que teve um período muito longo de duração, os pacientes mudaram o comportamento e começaram a se conduzir com características de quadro condizente de excitação psíquica do tipo mania: - grandes cantorias, apetite aumentado, pouco sono, muitas piadas, passeios pelo corredor, conversas pela janela com parentes, amigos e imprensa, vontade de dançar convidando o pessoal da equipe para participar, e muita vontade de sarar, voltar para casa e receber com festas e comidas e bebidas típicas da região, alguns integrantes da equipe de atendimento.

Além dessa grande labilidade de comportamento existente na unidade, faz-se necessário ressaltar a pre-

sença de um determinado paciente, de 24 anos, portador de uma doença mental, diagnosticada de surto psicótico em débil mental (idade mental aproximada de 6 anos), com passado de várias internações em hospitais psiquiátricos e em quadro constante de agitação psicomotora, inclusive com tentativa de jogar-se pela janela, alternando com crises de depressão, de tristeza, de excitação psíquica e de safadeza, como criança quando faz birra.

Para poder criar um ambiente de convívio pacífico entre os pacientes e também com a própria equipe, foram aplicadas as medidas terapêuticas de enfermagem ou seja:

1. Apoio - mantendo a presença constante da enfermeira em momentos especiais, do tipo agitação, de depressão, tristeza, agressividade.
2. Estabelecimento de limites - estabelecimento da ordem e disciplina, através da imposição de regras e normas, tanto a educacional quanto a terapêutica (horário de medicação, arrumação da enfermaria pelos próprios pacientes, higiene etc.), e até a contenção física dos mais agitados, para aumentar a eficiência do tratamento e funcionamento adequado da unidade.
3. Ajuda de expressão dos sentimentos e pensamentos - por meio de técnicas de comunicação, a saber: fazer perguntas relacionadas, devolução de perguntas, uso das últimas palavras de uma frase para fazer com que o paciente expresse suas dúvidas, medo etc..

Além dessas medidas, foi necessário criar atividades de recreação, o que foi feito com grande dificuldade para não aumentar a quantidade de rejeitos radioativos.

Foram realizados jogos de futebol, com bola feita de roupas já usadas, campeonato de braço de ferro, de corrida, de queimada, além dos jogos mais tradicionais de baralho, dominó, algumas revistas e, posteriormente, foi autorizada a instalação dos aparelhos de televisão e vídeo-cassete.

Com o passar do tempo, os pacientes começaram a participar mais ativamente da monitoração e dos processos de descontaminação externa, de tal forma que cada paciente fazia seu próprio controle após cada medida e já sabia o quanto de césio-137 tinha se incorporado no seu organismo, significando que era inútil prosseguir com a descontaminação externa.

Isso parece ter dado aos pacientes uma visão mais real da própria condição e uma maturidade desenvolvida bruscamente pela necessidade de sobrevivência.

C. Proteção individual da equipe de atendimento

Para dar atendimento a pacientes radioacidentados é necessário estar devidamente protegido, quer por roupas adequadas, quer pelo uso de dosímetros.

A Proteção Radiológica é a responsável direta pela proteção dos profissionais que vão se expor à esse tipo de trabalho, mas é fundamental que cada indivíduo saiba como e porque se proteger.

Para isso, deve-se saber se o paciente está irradiado ou contaminado: - para o irradiado e para o contaminado internamente, a proteção individual (gorro, máscara, luva, bota de plástico e macacão) é para proteger o paciente, visto que ele é um imunodeprimido.

Para o paciente com contaminação externa, toda essa vestimenta é para a proteção do profissional.

Os dosímetros são usados exclusivamente nos contaminados, para a proteção do trabalhador.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] COSTA, C.A.R. da; FUKUMORI, D.T.; ELORZA, J.H.; SANCHEZ, M.P.; BELLINTANI, S.A. Noções básicas de radioproteção para técnicos de nível médio. São Paulo, IPEN/CNEN, 1986. (Projeto treinamento, fase 1).
- [2] COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR. Normas básicas de proteção radiológica. 19 setembro, 1973. (CNEN-Res-06/73).
- [3] DEL MASTRO, N.; SANTOS, O.R.; SILVA, E.N.D.; CAMILO, M.A.P.; SCHWARZ, I.; SANTOS, A.J.G. Contaminação Radioativa de trabalhadores recomendações gerais e procedimentos. São Paulo, IPEN/CNEN-SP., Set. 1987. (Publicação IPEN-119).
- [4] HUBNER, R.F. & FRY, S.A., eds. The medical basis for basis for radiation accident preparedness: proceedings of the REAC/TS international conference, held in Oak Ridge, Tn. October 18-20, 1979. New York, Elsevier, 1980.
- [5] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. Manual on early medical treatment of possible radiation injury, Vienna, 1978 (IAEA-SS-47).
- [6] INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION. Limits for intakes of radionuclides by workers. Oxford, Pergamon, 1978. Pt.1, Suppl. (ICRP-30).
- [7] JOHNS, H.E. & CUNNINGHAM, J.R. The physics of radiology. Springfield, Charles C. Thomas, 1974 (American Lecture series, 932).
- [8] KOCHER, D.C. Radioactive decay data table. Oak Ridge, USDOE technical Information Center, 1981. (DOE-TIC-11026).

- [9] LEGGETT, R.W. & WARREN, B.P., eds. Age specific models for evaluating dose and risk from internal exposures to radionuclides. Oak Ridge. Tn, Oak Ridge National Lab., 1985. (ORNL/TM_10080).
- [10] NATIONAL COUNCIL ON RADIATION PROTECTION AND MEASUREMENTS - Cesium-137 from the environment to man: metabolism and dose. Washington, D.C., 1977. (NCRP-52)
- [11] NATIONAL COUNCIL ON RADIATION PROTECTION AND MEASUREMENTS. Management of persons accidentally contaminated with radionuclides. Washington, D.C. 1980 (NCRP-Report-65).
- [12] ROCHA, A.F.G. da Medicina Nuclear. Guanabara, Koogan, 1976.