



CNEN/SP

ipen Instituto de Pesquisas
Energéticas e Nucleares

PROCEDIMENTOS DE PROTEÇÃO RADIOLÓGICA, ADOTADOS NO
HOSPITAL GERAL DO I.N.A.M.P.S. DE GOIÂNIA, PARA
ATENDIMENTO AOS RADIOACIDENTADOS COM CÉSIO-137

Ricardo Nunes de CARVALHO

IPEN . PUB . - 266 .

PUBLICAÇÃO IPEN 266

AGOSTO/1989

SÃO PAULO

**PROCEDIMENTOS DE PROTEÇÃO RADIOLÓGICA, ADOTADOS NO
HOSPITAL GERAL DO I.N.A.M.P.S. DE GOIÂNIA, PARA
ATENDIMENTO AOS RADIOACIDENTADOS COM CÉSIO-137**

Ricardo Nunes de CARVALHO

DEPARTAMENTO DE PROTEÇÃO RADIOLÓGICA

**CNEN/SP
INSTITUTO DE PESQUISAS ENERGÉTICAS NUCLEARES
SÃO PAULO – BRASIL**

Série PUBLICAÇÃO IPEN

INIS Categories and Descriptors

C51.00

BRAZIL

CESIUM 137

DECONTAMINATION

HEALTH HAZARDS

MONITORING

PATIENTS

RADIATION ACCIDENTS

RADIATION PROTECTION

IPEN - Doc - 3385

Publicação aprovada pela CNEN em 24/07/89.

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

REPORT ON THE RADIOLOGICAL PROTECTION PROCEDURES ADOPTED IN
THE GOIÂNIA GENERAL HOSPITAL FOR ASSISTANCE TO THE VICTIMS
OF THE RADIOLOGICAL ACCIDENT WITH CAESIUM-137*

Ricardo Nunes de CARVALHO

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

ABSTRACT

A caesium-137 capsule, illegal removed from a deactivated health center of the Instituto Goiano de Radioterapia, was disrupted causing a serious radiological accident.

The dimensions of the accident were worsened due to some facts such as: the caesium-137 salt was in the chloride form, which is a very soluble compound the accident was notified to the competent authorities only several days after the capsule was removed and during this period of time some people handled the source directly, without knowing its potential danger.

This paper describes the measures adopted in the Goiânia General Hospital to restrict the exposure of workers and members of the public and to minimize the consequences of unavoidable exposures in such a way to assure that the annual dose limits were not exceeded. An efficiency evaluation of the methods adopted for the decontamination of the victims was made and it is described in the report.

* Paper partially presented at 40ª Reunião Anual da SBPC.

PROCEDIMENTOS DE PROTEÇÃO RADIOLÓGICA, ADOTADOS NO HOSPITAL
GERAL DO I.N.A.M.P.S. DE GOIÂNIA, PARA ATENDIMENTO AOS RA
DIOACIDENTADOS COM CÉSIO-137*

Ricardo Nunes de CARVALHO

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

RESUMO

Uma cápsula de $^{137}\text{Cs}^+$, encerrada no "cabecote" de uma unidade de teleterapia do "Instituto Goiano de Radioterapia" foi violada, dando origem a um acidente radioativo.

A grande solubilidade do cloreto de césio (CsCl), forma em que o material radioativo se encontrava, o manuseio inadequado e o longo tempo decorrido entre o rompimento da cápsula e sua notificação às autoridades competentes, contribuíram para agravar as proporções do acidente.

Neste trabalho estão descritas as aplicações e avaliações dos procedimentos adotados, tais como delimitação da área, acesso à unidade dos radioacidentados, monitoração, descontaminação e controle do rejeito radioativo, que tinham por finalidade impedir uma eventual contaminação e irradiação acima dos limites de doses permissíveis dentro e fora da unidade. Estes procedimentos foram determinados, orientados e acompanhados pelos técnicos em proteção radiológica. A eficiência dos métodos adotados para a descontaminação das vítimas também estão descritas neste trabalho.

(*) Trabalho apresentado parcialmente na 40ª Reunião Anual da SBPC.

CAPÍTULO I - INTRODUÇÃO

A Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN), ao ser notificada de que haviam áreas contaminadas e pessoas que apresentavam sintomas de exposição à radiação, devido a violação e o manuseio inadequado de uma fonte de césio-137 ($^{137}\text{CS}^+$), providenciou, além de outras medidas, o atendimento das vítimas e a convocação de técnicos em proteção radiológica para assegurar que os trabalhos realizados pelo grupo de apoio, fossem conduzidos de tal maneira que a segurança dos indivíduos, dentro e fora do hospital, estivessem salvaguardadas [2].

O autor, técnico em proteção radiológica, descreve sua participação depois de convocado pela Diretoria de Segurança Nuclear (NP), do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, subordinada à CNEN, optando em prestar seus serviços no Hospital Geral do INAMPS de Goiânia (H.G.G.), no período de 03.10.87 a 03.01.88.

Este trabalho tem por objetivo colocar em discussão os métodos adotados para futura elaboração de um plano de proteção radiológica em caso de acidentes desta natureza, bem como treinar um grupo, em condições técnicas e psicológicas.

CAPÍTULO II - OBJETIVOS DOS SERVIÇOS DE PROTEÇÃO RADIOLÓGICA

O homem não pode trabalhar com radiação sem se expor em parte e nem que seja liberada alguma radiatividade em seu ambiente. Existe uma certa quantidade de radiação que pode ser tolerada sem que produza danos significativos ao homem.

De forma a permitir apenas os "danos toleráveis" ao homem e ao meio ambiente a Proteção Radiológica estabeleceu limites de doses permissíveis para trabalhadores e para a

população em geral (tabela 1), que se supõe serem seguros quando comparados com outros perigos a que estão sujeitos os seres vivos. A tabela abaixo mostra os limites de dose adotados pela CNEN, resolução 06/73, os quais foram estabelecidos pela Comissão Internacional de Proteção Radiológica (ICRP) [1,4]

TABELA 1 - DOSES MÁXIMAS PERMISSÍVEIS PARA TRABALHADORES E INDIVÍDUOS DO PÚBLICO

	Trabalhadores		Indivíduos do Público			
	Limite trimestral (mSv)	(rem)	Limite anual (mSv)	(rem)		
Mãos, antebraços, pés e tornozelos	400	40	750	75	75	7,5
Ossos, tireóide e pele do corpo inteiro (excluindo a das mãos, antebraços, pés e tornozelos).	150	15	300	30	30	3,0
Qualquer outro órgão isolado (excluindo-se as gônadas e a medula óssea eritropoética).	80	8	150	15	15	1,5
Corpo inteiro, gônadas e medula óssea eritropoética	30	3	50	5	5	0,5

1 Sievert (Sv) = 10^2 Roentgen Equivalent Man (rem)

CAPÍTULO III - CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE O CÉSIO-137

É um isótopo radioativo proveniente da fissão do urânio ou plutônio, tendo uma meia-vida física de 30,17 anos, desintegrando (beta) e formando bário metaestável (^{137m}Ba), o qual, por sua vez emite raios gama no processo de desexcitação (^{137}Ba estável) (figura 1). Esses raios altamente penetrantes permitem que os $^{137}\text{Cs}^+$, seja facilmente detectado por meio de detectores de radiação (figura 2).

O césio (Cs^+) pertencendo ao mesmo grupo do sódio (Na^+) e do potássio (K^+) família 1 A, da tabela periódica, possui propriedades químicas e bioquímicas semelhantes, incluindo distribuição e metabolismo. Na forma de sal (CsCl), é muito solúvel. Quando ingerido ou inalado faz com que seja distribuído por todo o organismo humano, sendo 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 gordura é menor (Fluxograma 1).

O caminho principal de excreção do $^{137}\text{Cs}^+$ 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 (tempo necessário para que a metade da quantidade de um radionuclídeo contido no corpo seja eliminado), determinada através da análise dos excretas em 2 pacientes foi de 50 a 60 dias (tabela 2).

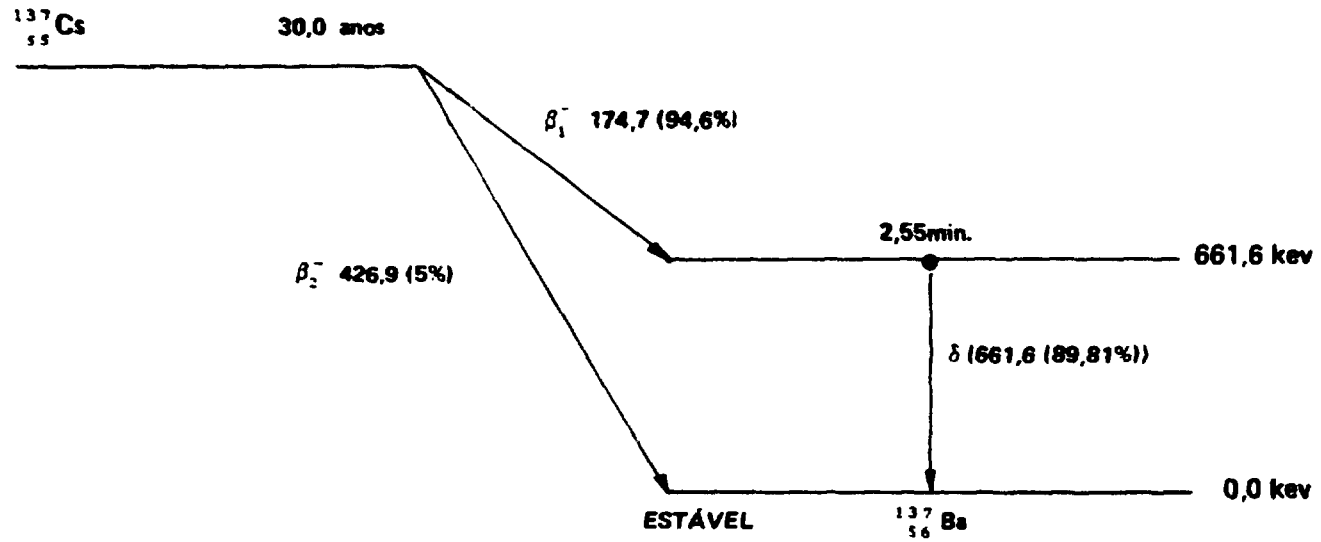
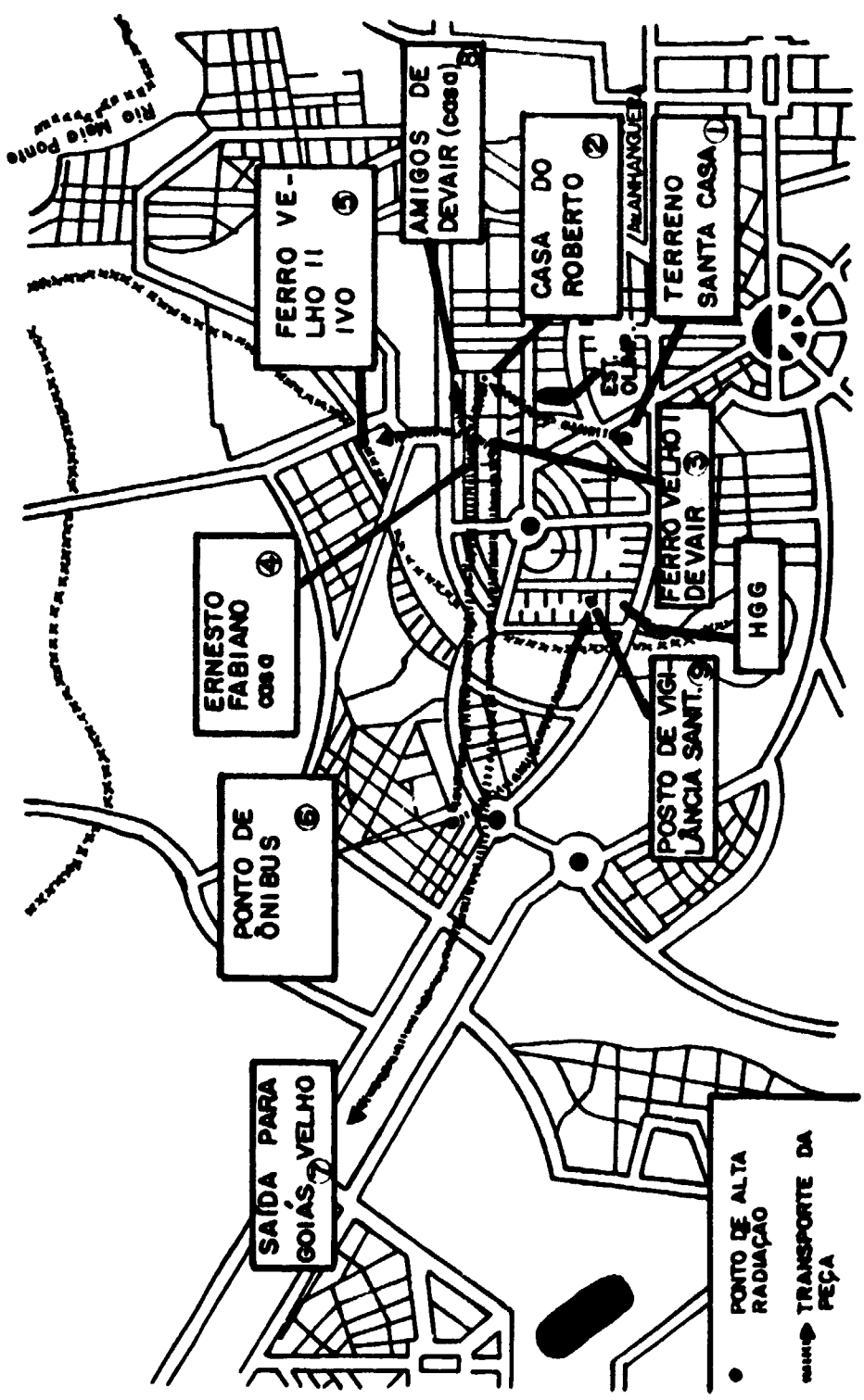
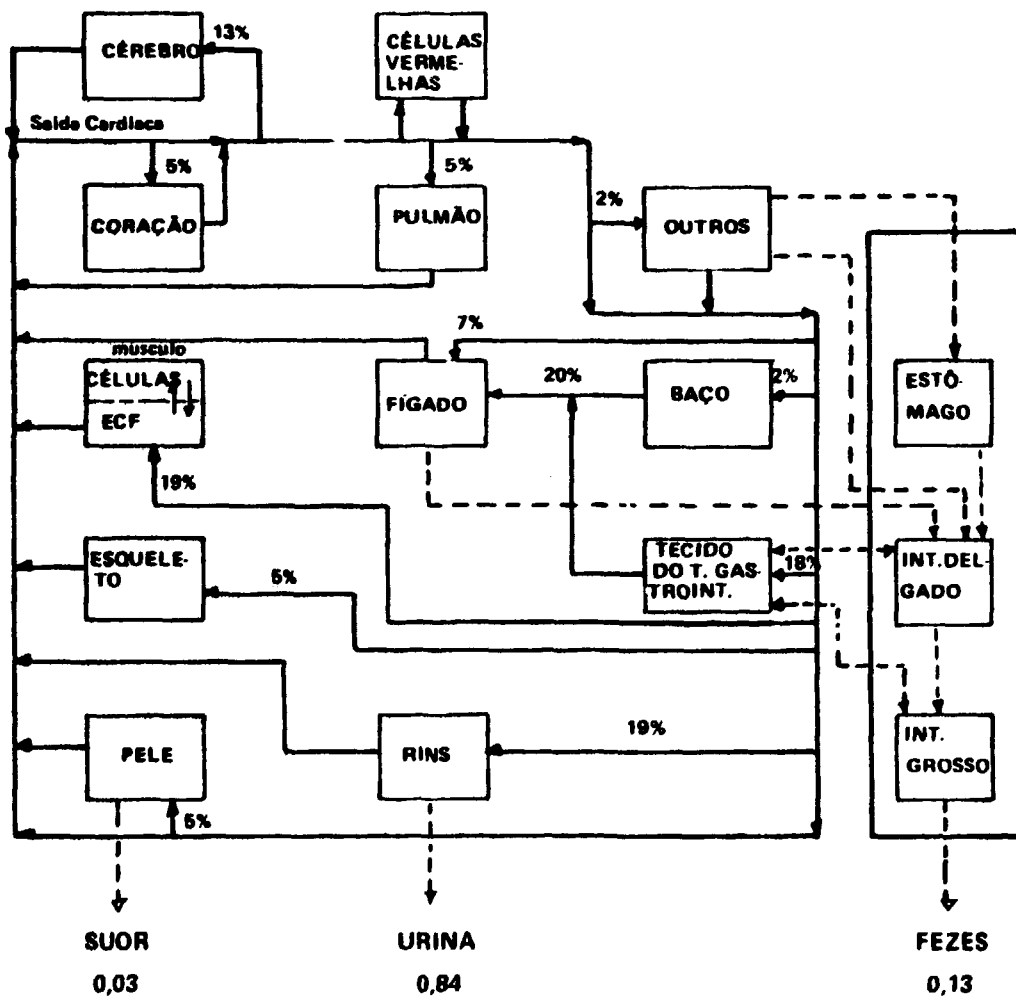


Figura 1 -- Esquema de Decaimento Cs^{137}

Figura 2 - ROTEIRO DA PEÇA CONTAMINADA (137 Cs)





LINHA SÓLIDA: FLUXO PLASMÁTICO

LINHA PONTILHADA: FLUXO NÃO PLASMÁTICO

Fluxograma 1 - Modelo cinético do K e do Cs

TABELA 2 - MEIA-VIDA BIOLÓGICA PARA O CÉSIO

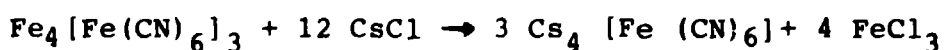
Pessoas	Idades	Meia-vida desvio padrão
26 homens	23-55 anos	105 ± 25 dias
15 mulheres	20-51 anos	84 ± 20 dias
24 grávidas	16-39 anos	49 ± 16 dias
07 crianças	17-143 dias	19 ± 08 dias

A distribuição do $^{137}\text{Cs}^+$ nos tecidos do homem, decrece com o tempo e a concentração é aproximadamente uniforme nos tecidos moles por 10 dias.

O $^{137}\text{Cs}^+$ 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 $^{137}\text{Cs}^+$ pode ser acelerada, mesmos tempos após a incorporação pelo organismo, pela administração oral de azul da Prússia (ferrocianeto férrico).



Quando o $^{137}\text{Cs}^+$ é excretado pelo intestino, uma grande fração dele é reabsorvida. O azul da Prússia "liga-se" ao $^{137}\text{Cs}^+$ e impede sua reabsorção, aumentando sua excreção [5].

Nos pacientes de Goiânia ainda não podemos concluir muita coisa quanto a dose ideal ou mesmo quanto ao real efeito da droga. Estão sendo feito estudos nesse sentido, por técnicos especializados.

CAPÍTULO IV - PROCEDIMENTOS DE PROTEÇÃO RADIOLÓGICA ADOTADOS NOS HOSPITAL

Uma unidade da clínica cirúrgica, no 3º andar do H. G.G. denominada posteriormente -unidade dos radioacidentados - (Figura 3) foi previamente desocupada para receber as vítimas provenientes do Hospital de Doenças Tropicais, Hospital Santa Maria e do Estádio Olímpico. Ao dar entrada no H.G.G. o paciente era avaliado clinicamente e monitorado para tomada de medidas adequadas. O relato do seu envolvimento com o material radioativo, pessoas contaminadas ou ambos e o seu contato posterior com pessoas, era anotado para identificação de outras pessoas e áreas contaminadas [2,3].

1. Controle da contaminação na unidade dos radioacidentados

1.1. Delimitação das áreas

Para que existisse um controle dos níveis de irradiação e contaminação transferida pelos pacientes, foi necessário dividir a unidade (figura 4).

a) Área livre (1)

O trânsito dos servidores do hospital e do grupo de apoio, era feito com vestimentas de uso pessoal. Nesta área não era permitida a circulação das vítimas, a não ser em casos especiais, por exemplo, a transferência ou exames delas dentro do próprio hospital. Em ambos os casos pacientes utilizavam sapatilhas, máscaras, luvas, calças e camisas de mangas compridas evitando assim a contaminação desta área e dos objetos.

Locais classificados como área livre:

- Almojarifado para material de limpeza (L_1)
- Sala para o contador de corpo inteiro (L_2)
- Consultório médico (L_3)
- Secretaria (L_4)
- Sala para reuniões (L_5)

Figura 3 - HOSPITAL GERAL DE GOIANIA
ESBOÇO DA PLANTA BAIXA DA UNIDADE DA
CLÍNICA CIRÚRGICA.

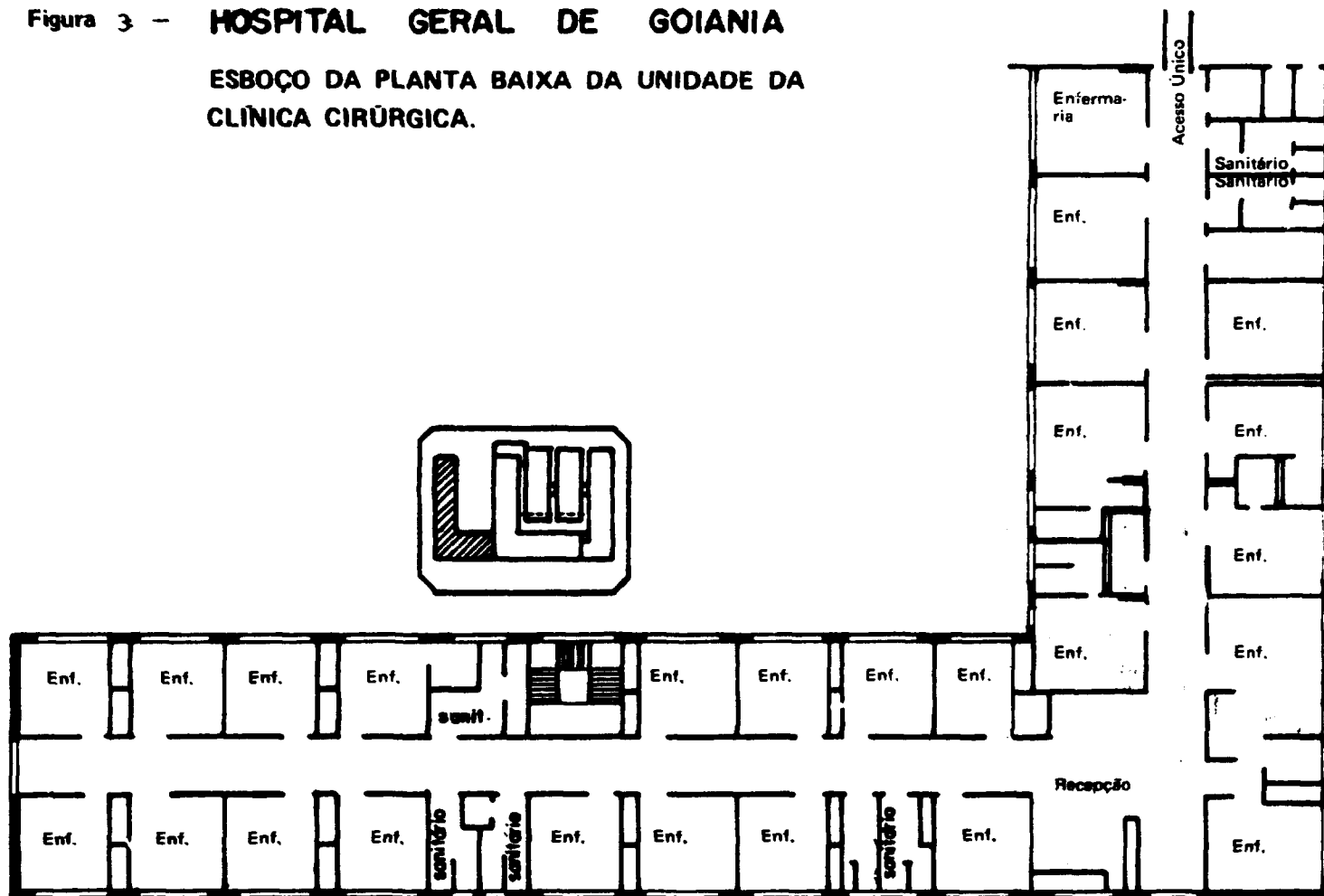
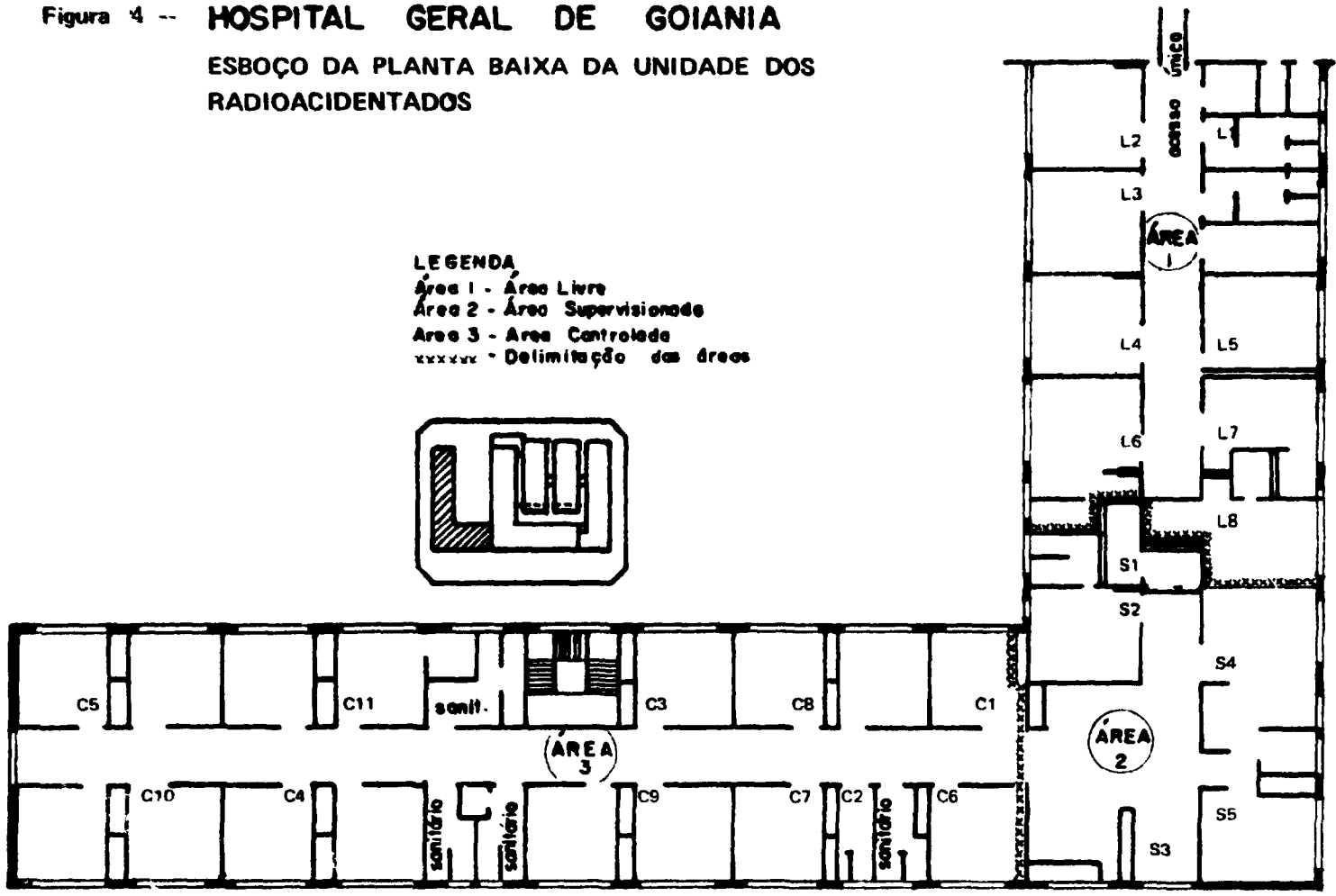
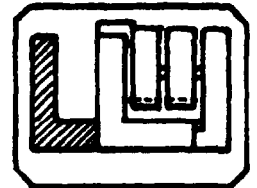


Figura 4 -- HOSPITAL GERAL DE GOIANIA
ESBOÇO DA PLANTA BAIXA DA UNIDADE DOS
RADIOACIDENTADOS

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



- Copa e almoxarifado de material técnico (L₆)
- Vestiário 1 entrada (L₇) e
- Vestiário 2 saída (L₈).
- Ponto de controle (L₉).

b) Área restrita

b₁) Supervisionada (2)

Área reservada ao corpo técnico (médicos, enfermeiros e pessoal da proteção radiológica), que uma vez devidamente protegido e orientado, dava assistência às vítimas. Esta área também era freqüentada pelos pacientes para receberem visitas.

Locais classificados como área supervisionada:

- Sala para descontaminação dos equipamentos (S₁)
- Sala do rejeito radioativo (S₂) e
- posto de enfermagem (S₃)
- enfermaria (S₄)
- sala para roupas de cama e toalhas (S₅).

b₂) Controlada (3)

Área reservada exclusivamente aos radioacidentados.

Locais classificados como área controlada:

- Sala para roupas contaminadas (C₁)
- banheiro com sauna portátil (C₂)
- sala com aparelhos para exercícios ergométricos (C₃)
- sala para a descontaminação dos pacientes (C₄)
- sala para a monitoração dos pacientes (C₅), e
- enfermaria para os pacientes (C₆, C₇, C₈, C₉, C₁₀).
- isolamento para pacientes imuno deprimidos (C₁₁).

2. Acesso à Unidade dos Radioacidentados

Na entrada da unidade, colocou-se um livro de registro de identificação, onde constavam:

- a) Nome
- b) Instituição de origem
- c) Horário de entrada
- d) Horário de saída

Para a equipe técnica, que dava assistência direta aos radioacidentados e que, conseqüentemente, circulava pela área restrita, foram determinados os procedimentos seguintes:

- a) Troca de roupa de uso pessoal para as roupas usadas dentro da área restrita (macacão de mangas compridas ou calça comprida, jaleco de mangas curtas e opa cirúrgica, máscara, gorro e sapatilhas de pano era feita no Vestiário 1.

As roupas e pertencentes pessoais deveriam ser guardadas em saco plástico e colocados no vestiário 2.

- b) Dirigir-se ao ponto de controle, para receber uma caneta dosimétrica, e ser registrado em um livro para controle das doses, no qual deveriam constar:

- Nome
- Horário de entrada
- Número da caneta dosimetria
- Dose inicial (já registrada na caneta).

- c) Fixar a caneta na roupa

- d) Calçar luvas e sapatilhas; lacrando-as com fita crepe.

3. Saída da área restrita

- a) Dirigir-se ao ponto de controle

- b) retirar as sapatilhas e descartá-las como rejeito radioativo quando furada e/ou rasgada, evitando o contato direto dos pés desprotegidos com a superfície da área supervisionada.

- c) retirar as luvas, evitando o contato direto das

mãos nuas com a parte externa das luvas, descartando-as como rejeito radioativo,

d) retirar a máscara, descartando-a como rejeito ra dioativo.

e) ser monitorado pelo técnico em proteção radiolôgi ca. Qualquer dose acima do background (BG) da área, foi con siderada como "contaminação" e portanto foram usadas as nor mas de Radioproteção para a descontaminação.

f) Entregar a caneta dosimétrica para ser lida e ter seu valor registrado, assim como o horário de saída (tabela 3).

g) dirigir-se ao vestiário 2, retirar a vestimenta e colocar no cesto de pano ("hamper") para ser enviado à lavan deria,

h) vestir a roupa de uso pessoal,

i) registrar o horário de saída no livro de registro de identificação.

TABELA 3 - RESULTADO DE EXPOSIÇÃO PESSOAL DO HOSPITAL GERAL DE GOIÂNIA

Período de 05.10 a 10.11.87
Dosímetro: Caneta dosimétrica

Nome	Função no Hospital	Exposição (mR)	* Taxa de Exposição (mR/h)
Charles D.C.L.Mouço	Prot.Radiol.	0	0
Ricardo N.de Carvalho	Prot.Radiol.	53	0,66
Carlos E.Brandão	Médico	11	1,55
Alexandre de Oliveira	Médico	22	1,61
M.Elizabeth Graciotti	Enfermeira	18	2,51
Eduardo Toyoda	Prot.Radiol.	1	-
John Hant	Prot.Radiol.	8	0,47
Rosana Farina	Médica	11	0,11

* Taxa de exposição pelo tempo de permanência na área restrita Para o tecido biológico 1R = 0,96 rem, portanto podíamos es timar a dose recebida pela equipe.

4. Prevenção da contaminação radioativa da equipe de atendimento aos radioacidentados.

Além do uso do Equipamento de Proteção Individual (E. P.I.), (macacão, avental, luvas, máscaras, gorro e sapati - lhas), a equipe foi orientada quanto: - tempo de exposição, contato com os pacientes e cuidados no uso do E.P.I., para evitar ao máximo, o risco de contaminação.

Os itens seguintes não poderiam entrar ou ser usados pelos trabalhadores nas áreas restritas:

- Alimentos e bebidas,
- cigarros
- bolsas em geral,
- artigos de higiene pessoal,
- talheres e copos, e
- todo e qualquer material de expediente não necessário à área.

5. Ocorrência de Contaminação

5.1. Contaminação da área restrita

Se ocorresse contaminação por material biológico do paciente (saliva, sangue, excretas etc), o técnico em proteção radiológica deveria ser solicitado para tomar as devidas providências.

5.2. Contaminação do EPI

Quando ocorriam contaminação, rompimento ou ambos, o trabalhador deveria encaminhar-se ao ponto de controle onde recebia orientação para troca ou descontaminação.

5.3. Contaminação em cortes e ferimentos

Se durante o trabalho com o paciente, algum membro da equipe sofresse um corte ou ferimento, deveria lavar a região afetada em água corrente e promover um maior fluxo sanguíneo, providenciando, em seguida, o curativo e a moni-

toração.

6. Entrada de Alimentos e Roupas

Antes de entrar qualquer alimento, a enfermeira de plantão consultava o paciente sobre a sua aceitação. Os alimentos (sólido e líquido) eram entregues dentro de embalagens de material descartável (marmitas de alumínio, copos e talheres de plástico). Inicialmente toda a sobra de alimentos era colocada em sacos plásticos e tratada como rejeito radioativo, devido à transferência de material radioativo pelos pacientes. Posteriormente, quando esta transferência cessou, as sobras foram tratadas como rejeito comum.

Quanto ao vestuário, a enfermeira certificava-se com os pacientes da real necessidade das mudas de roupa, permitindo que apenas o indispensável fosse introduzido na área restrita.

Por causa da contaminação externa e a saída de material radioativo por sudorese dos pacientes, as roupas, depois de usadas, eram colocadas no "hamper" para uma posterior descontaminação em um local apropriado (rua 57), ou descartado como rejeito radioativo.

7. Monitoração

7.1. Material

Todo e qualquer material que saía da área restrita, era monitorado e dependendo do nível de exposição e/ou importância do equipamento era descontaminado, ou descartado como rejeito radioativo.

7.2. Individual dos Radioacidentados

Para que tivéssemos um controle e acompanhamento da eficiência das descontaminações externa e interna, realizamos monitorações periódicas (de 3 em 3 dias).

7.2.1. Radiação Externa e Contaminação Superficial

O paciente era levado para a sala de monitoração, onde era monitorado com detector Geiger-Müller (CPIO-AIE) e os dados obtidos eram registrados em uma folha de monitoração individual sendo assim possível determinar o tempo que os trabalhadores poderiam estar em contato com os pacientes. Durante a monitoração não era permitida a presença de outros pacientes, num raio de aproximadamente 10 metros, porque, eles interferiam na leitura. Eram realizadas duas monitorações: uma com a janela do detector aberta (medindo beta e gama) e outra com a janela fechada (medindo apenas gama). Efetuando a diferença entre esses dois valores, era possível avaliar a quantidade de material radioativo que poderia ser retirada através de descontaminações externas (figuras 5 e 6).

No início, alguns pacientes apresentavam contaminação transferível, principalmente nas mãos e pés e isto fez com que tomássemos as seguintes medidas: uso contínuo de luvas e/ou sobre-sapato com troca diária (tabela 4).

TABELA 4 - MEDIDAS DA TAXA DE EXPOSIÇÃO DAS LUVAS APÓS USO

Nome dos pacientes	mão direita		mão esquerda	
	s/luva	*c/luva	s/luva	*c/luva
Lucimar N. Ferreira	100mR/h	6mR/h	+100mR/h	10mR/h
**Israel B. Santos	70mR/h	0,8mR/h	70mR/h	0,4mR/h
Hodesson A. Ferreira	10mR/h	0,1mR/h	3mR/h	0,4mR/h
Edson Fabiano	100mR/h	8mR/h	60mR/h	6mR/h
***Geraldo G. Santos	30mR/h	0,2mR/h	80mR/h	0,1mR/h

Legenda:

* contaminação transferida para as luvas,

** Utilizou luvas de borracha devido às lesões,

*** Em decorrência da constante agitação, as luvas permaneceram calçadas por um curto período de tempo.

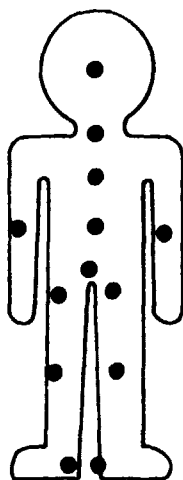
+ Medida feita a 5 centímetros (máximo do detector 100mR/h).

FOLHA PARA MONITORAÇÃO INDIVIDUAL

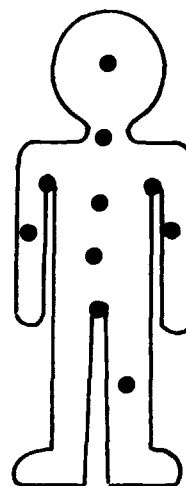
COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR – IPEN - CNEN/SP
DIRETORIA DE SEGURANÇA NUCLEAR – MONITORAÇÃO INDIVIDUAL DE
PESSOAS CONTAMINADAS – Taxa de exposição em mR/h na superfície do corpo.

NOME DO MONITORADO: _____

DATA: ___/___/___ HORA: _____ DETETOR: _____



DE FRENTE



DE COSTA

PALMA DA MÃO



DIREITA



ESQUERDA

PLANTA DO PÉ



DIREITO



ESQUERDO

TÉCNICO: _____

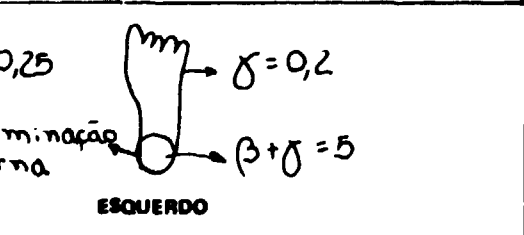
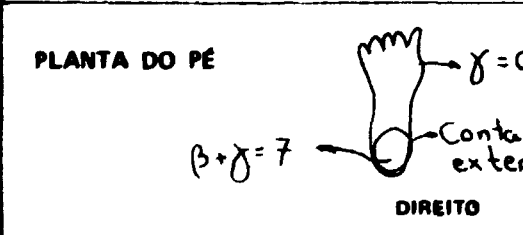
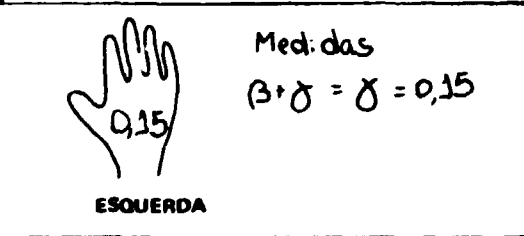
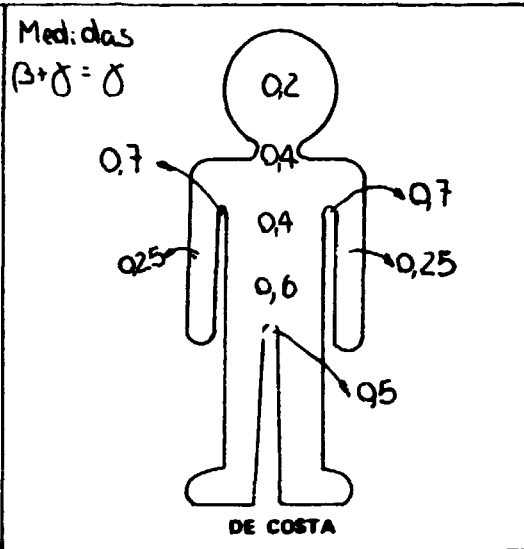
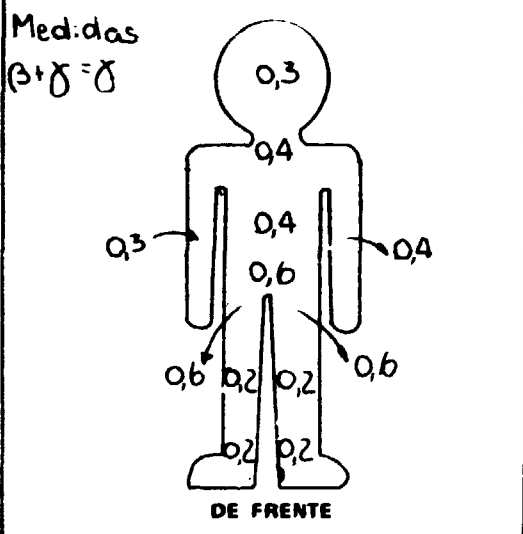
Figura 5 – Pontos de monitoração

FOLHA PARA MONITORAÇÃO INDIVIDUAL

COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR - IPEN - CNEN/SP
DIRETORIA DE SEGURANÇA NUCLEAR - MONITORAÇÃO INDIVIDUAL DE
PESSOAS CONTAMINADAS - Taxa de exposição em $\mu\text{C}/\text{kg}$ na superfície do corpo.

NOME DO MONITORADO: Edson Batista

DATA: 04/11/87 HORA: 21:30 DETETOR: PI 760
S. 43



TÉCNICO: Ricardo N. Carvalho

Figura 6 - Medidas $\beta + \gamma$ e γ

7.2.2. Monitoração com o Contador de Corpo Inteiro

Montou-se no H.G.G. um contador de corpo inteiro com a finalidade de efetuar medidas da atividade incorporada, interna e/ou superficial.

Após descontaminações sucessivas, verificou-se que as contagens realizadas pelo contador de corpo inteiro foram baixas, determinando a eficácia das descontaminações externas.

7.3. Monitoração da Unidade dos Radioacidentados

Em alguns pontos predeterminados da unidade, foram realizadas, periodicamente, monitorações com o objetivo de verificar a dose que eventualmente estaria sujeito o pessoal que circulava na área livre e fora da unidade. Quanto à área restrita não tínhamos condições de avaliar as doses devido à circulação dos pacientes, os quais, interferiam nas medidas de doses do local (figura 7).

A "quantidade" de contaminante transferida pelos pacientes, era avaliada para uma descontaminação posterior. Através da prova de esfregaço (papel do tipo falso tecido em formato circular), podia-se verificar se a contaminação era ou não transferível. O método consistia em passar o esfregaço sobre a superfície em estudo, levando-o a um contador Geiger-Müller, avaliando, assim, a quantidade de material radioativo transferido.

8. Descontaminação da Unidade

Uma solução de hidróxido de sódio (NaOH) a 50%, com 50% de sabão líquido diluído em 5 litros de água, apresentou maior eficiência na descontaminação de pisos vinílico do tipo paviflex. A retirada do material radioativo realizou-se conforme os itens abaixo relacionados:

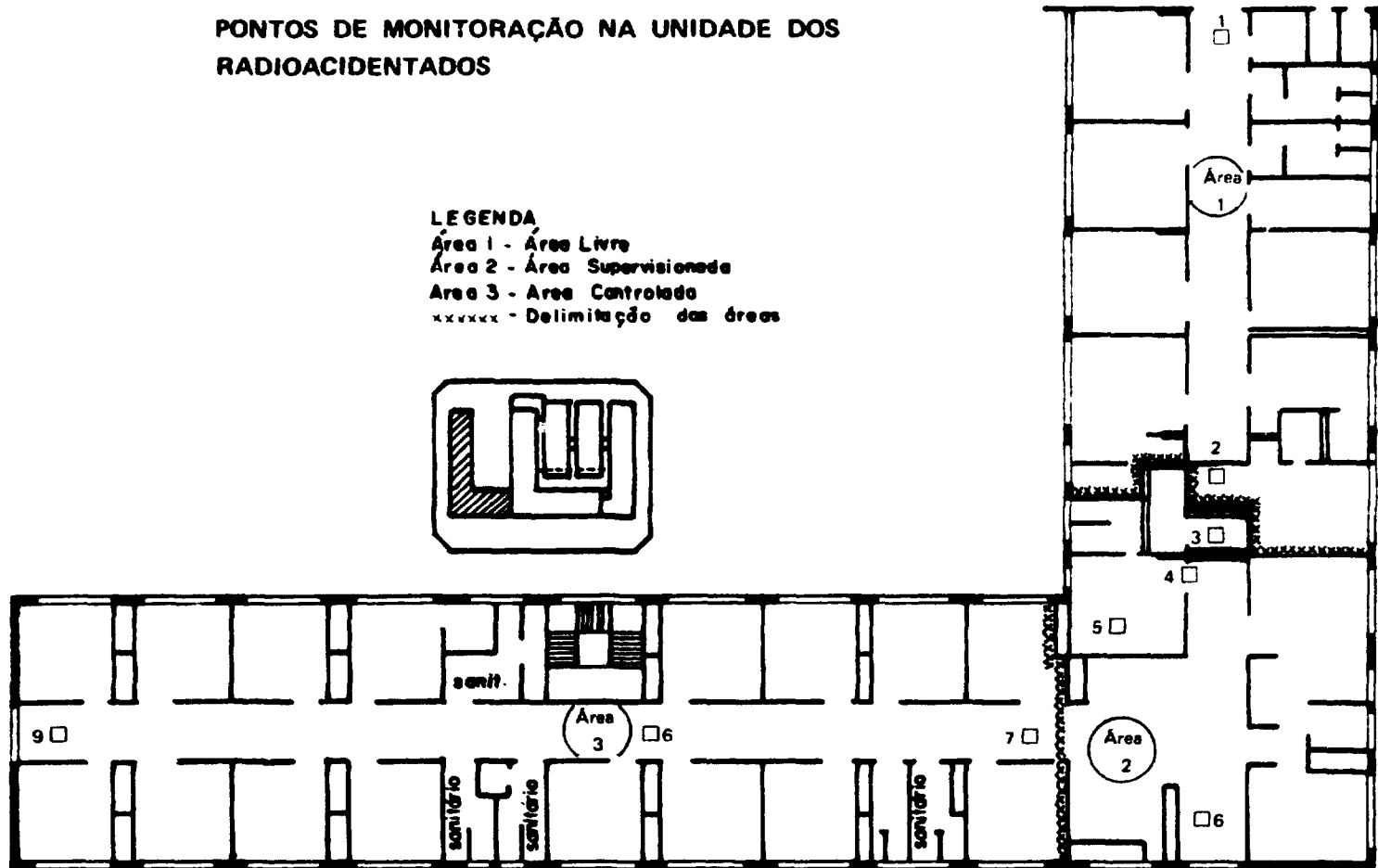
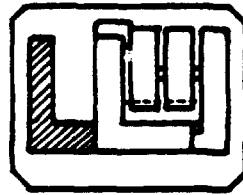
a) Determinação das áreas contaminadas, por meio de monitoração.

Figura 7 - HOSPITAL GERAL DE GOIANIA

PONTOS DE MONITORAÇÃO NA UNIDADE DOS RADIOACIDENTADOS

LEGENDA

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



b) aplicação da solução de NaOH com sabão líquido so bre a superfície.

c) passar palha de aço com uma enceradeira industrial.

No piso de cerâmica foi mais eficiente uma aplicação de ácido clorídrico diluído (HCl dil).

No parapeito utilizamos HCl dil e resina de troca iônica associada ao azul da Prússia.

8.1. Descontaminação Externa dos Pacientes

Com a finalidade de eliminar ou minimizar a contaminação e conseqüentemente a dose, efetuamos juntamente com o grupo de enfermagem a retirada do material radioativo, que foi dificultada devido à impregnação do material na pele (figura 8). O pouco conhecimento existente em literatura, além de limitado, era teórico.

8.1.1. Processo abrasivo com Dióxido de Titânio (TiO_2) com Lanolina

Procedeu-se conforme os itens abaixo:

- Identificação das áreas do corpo contaminadas
- delimitação das áreas
- aplicação da pasta de dióxido de titânio,
- esperar aproximadamente 5 minutos.
- remoção da pasta, com gaze embebida em ácido acético diluído (vinagre), friccionando no sentido da região menos contaminada para a região mais contaminada.

Nos pés utilizamos lixas para pés, com a finalidade de atingir os pontos mais profundos. Logo após realiza-se outra monitoração com intuito de verificar a eficiência da descontaminação.

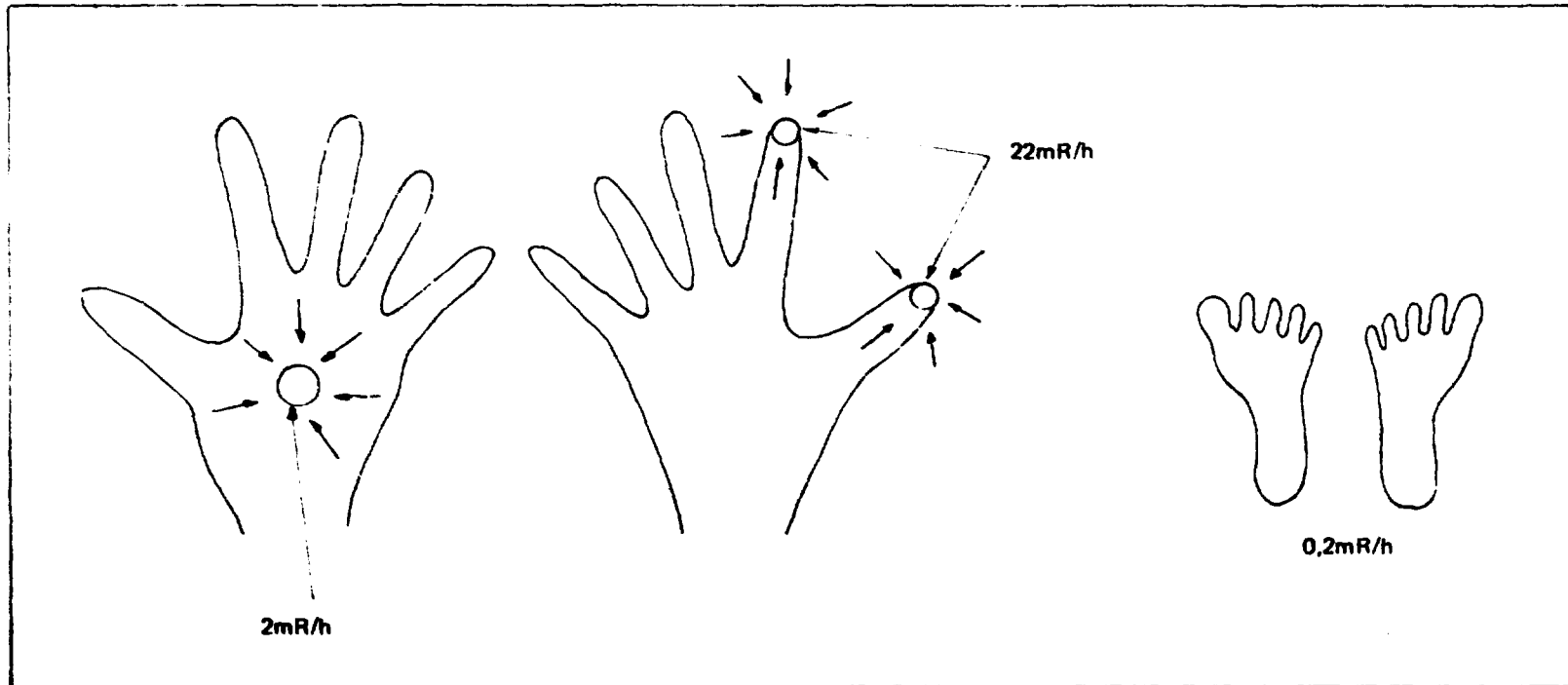
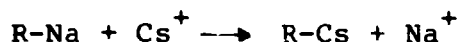


Figura 8 – Hodesson Alves Ferreira – monitoração individual do corpo inteiro $0,4\text{mR/h}$

8.1.2. Processo químico com Resina de Troca Iônica Catiônica (Na⁺)



Para que a resina tivesse contato direto com as áreas contaminadas do corpo, procedia-se conforme os itens abaixo:

- Colocar a resina dentro de luvas e/ou sapatilhas (dependendo da região contaminada),
- calçar no paciente
- esperar 30 minutos
- retirar as luvas e/ou sapatilhas
- retirar o excesso com a ajuda de gaze (tabela 5).

As vantagens observadas com a resina para descontaminação, em relação ao dióxido de titânio são as de:

- fácil aplicação
- fácil remoção
- não lesa a pele, podendo ser repetida sucessivamente.

Desvantagem : não atingir os pontos mais profundos. Os dois métodos apresentavam uma eficiência de aproximadamente 50%.

TABELA 5 - MONITORAÇÃO DA RESINA DEPOIS DO USO

Nome dos pacientes	Monitoração		Material
	contamat	PI-760	
Ivo N. Ferreira	70 cps	0,17mR/h	* sapatilha
	50 cps	0,07mR/h	* gaze
Edson Batista	12 cps	0,04mR/h	* sapatilha
	10 cps	0,05mR/h	* gaze

Legenda: * monitoração da resina contida nestes materiais

Com o intuito de verificar a viabilidade da instalação de uma sauna portátil, foi realizado com um dos pacientes, que não mais apresentava contaminação externa, o teste seguinte:

- Em uma das mãos colocamos luva cirúrgica com resina no seu interior,

- Em outra luva, colocamos papel absorvente e efetuamos sua lacração para provocar um aumento na sudorese,

- Depois de 30 minutos, retiramos as luvas juntamente com a resina e papel, efetuando a monitoração (tabela 6).

TABELA 6 - MONITORAÇÃO DAS LUVAS

Nome do paciente	luva esq.com resina		luva dir.com papel	
	contamat	PI-760	contamat	PI-760
Lucimar N. Ferreira	12 cps	0,01mR/h	30 cps	0,03mR/h

8.2. Descontaminação Interna

O procedimento adotado para a descontaminação interna foi o uso de 3 a 10g de ferrocianeto férrico (azul da Prússia). Este procedimento e a análise farmacodinâmica foi de

responsabilidade médica.

9. Saída do material biológico da área restrita

O sangue colhido para dosimetria citogenética dos pacientes e excretas, eram devidamente embalados, lacrados (fita crepe) e colocados em caixa de isopor, que era monitorada e lacrada antes de ser enviada para o laboratório do Instituto de Radioproteção e Dosimetria (IRD) na cidade do Rio de Janeiro.

10. Acompanhamento do Paciente para Exames

Quando ocorria a necessidade de efetuar exames (radiografia, desbridamento etc.) em outras unidades do hospital, era necessário o uso de E.P.I. pelo paciente e seu acompanhamento pelo técnico em proteção radiológica o qual recolhia todo o material que tivesse entrado em contato com o paciente, para descontaminá-lo ou tratá-lo como rejeito radioativo. A unidade depois de monitorada e não constando nenhuma taxa de exposição acima do BG, era liberada.

11. Durante as visitas

Com o intuito de minimizar a irradiação e impedir a contaminação, providenciou-se a demarcação do piso nas áreas supervisionadas e livre, mantendo assim uma distância de 4 metros entre o paciente e a visita (figura 9). Outra providência foi calçar luvas e sapatilhas nos pacientes para que não transferissem mais contaminação para o piso, cadeiras, cinzeiros etc.

12. Transferência dos pacientes

12.1. Para o Hospital Naval Marcílio Dias (Rio de Janeiro)

A avaliação clínica dos pacientes, permitia à equipe médica decidir pela transferência de alguns pacientes, considerando isoladamente ou em conjunto os indicadores seguintes:

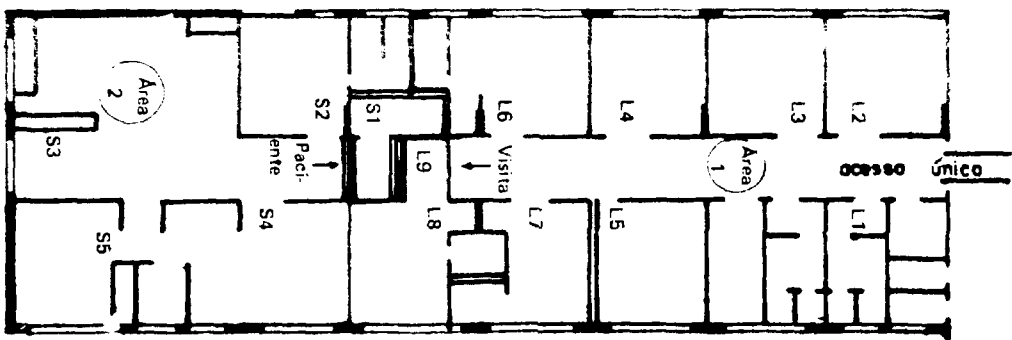


Figura 9 - Demarcação da área para visita

- Avaliação do nível de envolvimento de cada paciente com a fonte de $^{137}\text{Cs}^+$ e/ou com pessoas que a tinham manuseado,

- Avaliação laboratorial, realizando hemograma completo, e

- monitoração individual, avaliando assim, a dose.

Ao ser determinado o dia da transferência, o paciente era orientado pelo técnico em proteção radiológica a tomar banho e trocar de roupa (do centro cirúrgico) e usar pro-pé, sapatilhas (lacradas), luvas (lacradas) e máscara, com o intuito de não contaminar a ambulância, o avião e outras áreas. A ambulância também era preparada (forrada com plástico), evitando-se assim, uma provável contaminação devido a eliminação de material biológico do paciente. Todo este procedimento era orientado e supervisionado pelo técnico em proteção radiológica, que inclusive acompanhava o paciente e o médico até o embarque no avião.

12.2. Para Unidade Primária (Fundação Educacional para o Bem Estar do Menor)

Superada a fase crítica da Síndrome Aguda da Radiação (SAR) e das radiodermites, cujo processo de recuperação foi acelerado com a aplicação de algumas medidas, por exemplo:

- descontaminação externa e interna (fazendo com que diminuísse a dose), curativos etc., os pacientes foram transferidos para a unidade primária de atendimento (F.E.B.E.M.), sob supervisão médica e acompanhamento da Proteção Radiológica.

Foi solicitado um carro para conduzir o paciente até a unidade primária. Neste caso não foi necessário o acompanhamento e nem o uso de E.P.I., isto porque, o paciente não mais apresentava contaminação transferível.

13. Gestão do Rejeito Radioativo

Com a constante produção de rejeito radioativo, foi necessário uma orientação aos trabalhadores e pacientes, quan

to à seleção dos rejeitos não-radioativos e supostamente radioativo, fazendo também uma seleção do rejeito orgânico do inorgânico.

O rejeito comum era recolhido pelo pessoal do próprio hospital.

O rejeito radioativo era colocado em sacos plásticos duplos e posteriormente colocados em tambor de chapa de aço com capacidade para 200 litros, revestido internamente com outro saco plástico de 400 litros. Após o total preenchimento, era tampado, lacrado e identificado. Os procedimentos descritos eram realizados dentro da sala para rejeito radioativo. Em outro tambor eram colocados sacos contendo rejeito orgânico radioativo, alternando-os com cal (saco-cal, saco-cal etc), a qual, proporcionava um meio básico evitando a proliferação de vermes e conseqüentemente o mau cheiro.

Os tambores cheios e lacrados, eram recolhidos pelo pessoal responsável pelo rejeito radioativo. Antes da liberação, era feita uma prova de esfregação e monitoração nos tambores, evitando-se assim, a exposição desnecessária de pessoas que circulavam pelo hospital e a contaminação de outras áreas.

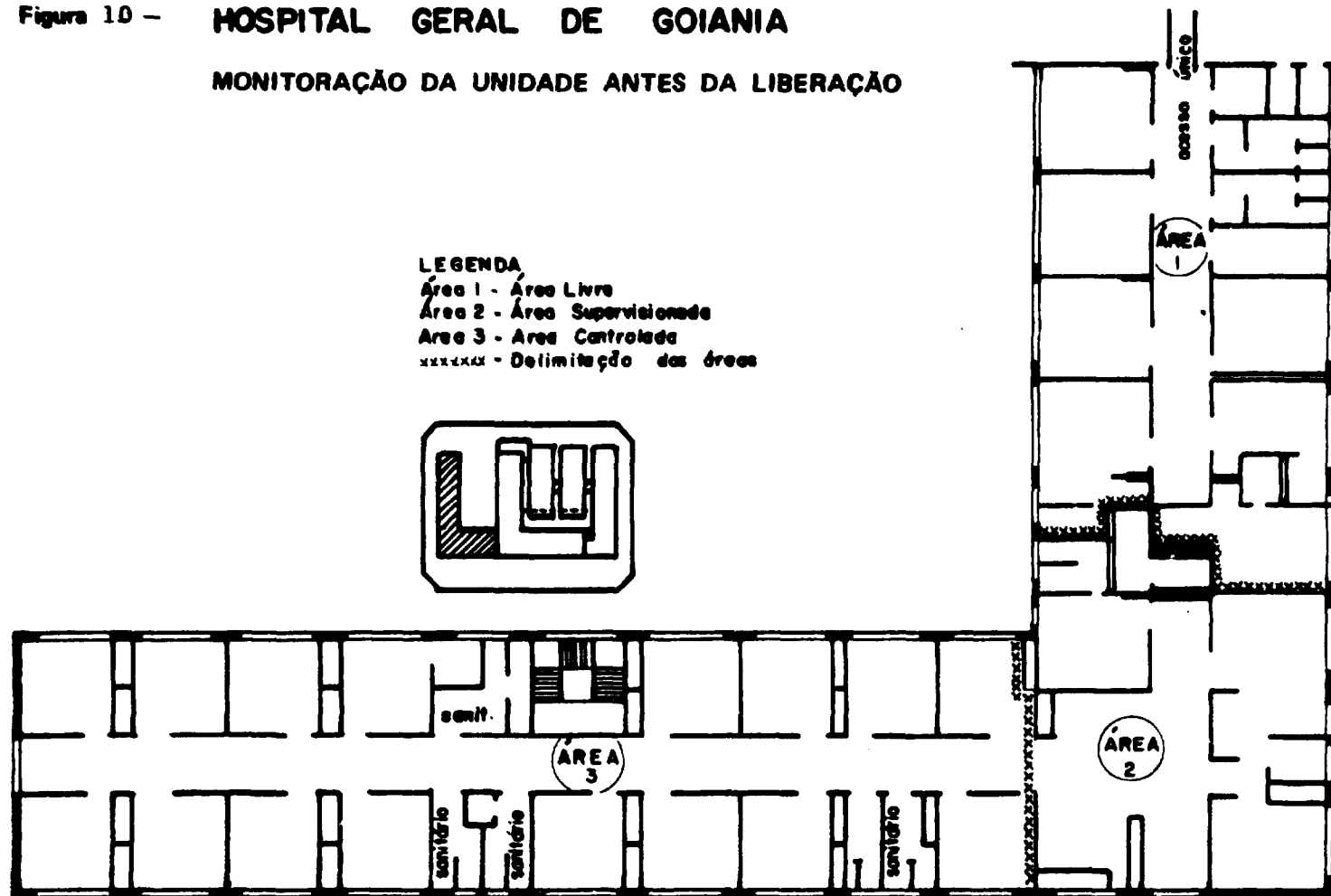
14. Liberação da Unidade

Com a transferência de todos os pacientes para outros alojamentos, iniciaram-se então as descontaminações com o intuito de liberar a unidade para as suas atividades habituais (clínica cirúrgica).

Inicialmente, fez-se a monitoração dos equipamentos: os não-contaminados foram liberados para a área livre, o restante foi levado a uma das salas, para ser descontaminado (figura 10).

Na segunda fase foram descontaminadas as paredes, dando atenção aos interruptores, parapeitos, batentes e janelas.

Figura 10 - HOSPITAL GERAL DE GOIANIA
MONITORAÇÃO DA UNIDADE ANTES DA LIBERAÇÃO



Já na terceira etapa foram descontaminados os lavabos, vasos sanitários, pias, torneiras e piso, iniciando pela área livre até o final do corredor da área controlada.

Para realizar as descontaminações foram utilizados diversos reagentes químicos, dependendo exclusivamente da superfície e de quanto o material estava impregnado.

Os métodos mais suaves (água + sabão) foram utilizados antes dos mais rigorosos (ácido, bases, etc).

Finalmente, após a unidade ter sido inteiramente descontaminada e monitorada e não se verificando nenhuma atividade acima de $0,37 \text{ Bq/cm}^2$, a unidade dos radioacidentados do 3º andar do HGG, foi liberada pelos técnicos de proteção radiológica.

Agradecimentos

Gostaria de expressar o meu profundo agradecimento à Vanusa Maria Feliciano Jacomino, ao professor Rui Ribeiro Franco e principalmente à amiga Maria Elizabeth Graciotti (Enfermeira do IPEN-CNEN/SP) por suas pacientes leituras e suas críticas indispensáveis para a elaboração desta publicação.

BIBLIOGRAFIA

- [1] COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR. DEPARTAMENTO DE FISCALIZAÇÃO DE MATERIAL RADIOATIVO. Normas básicas de proteção radiológica. 19 set. 1973. (CNEN-06/73). (Publicado no D.O. nº 180, Brasília, seção I, Pt.II).
- [2] COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR. INSTITUTO DE RA DIOPROTEÇÃO E DOSIMETRIA. Relatório sobre o acidente de Goiânia. Rio de Janeiro, s.d.
- [3] INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION. General principles of monitoring for radiation protection of workers. Oxford, 1982 (ICRP-35).
- [4] INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION. Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. Oxford, 1977. (ICRP-26).
- [5] NATIONAL COUNCIL ON RADIATION PROTECTION AND MEASUREMENTS. Cesium-137 from the environment to man: metabolism and dose. Washington, D.C., 1977 (NCRP-52).
- [6] MARIA ELIZABETH GRACIOTTI Assistência de Enfermagem a Pacientes Radioacidentados em Goiânia:-Relato de Experiência São Paulo, Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, junho/1989 (Publicação IPEN 255).