

# GUERRA ATÔMICA

Coordenador: Maj CONFÚCIO PAMPLONA

## A PROTEÇÃO CONTRA OS EFEITOS DAS EXPLOSÕES NUCLEARES

Tenente-Coronel FERDINANDO DE CARVALHO

### 2ª PARTE

(Conclusão do número anterior)

### EFEITOS CONTRA O PESSOAL

#### 1. Estimativas de baixas:

Foi a seguinte a estimativa de efeitos em HIROSHIMA e NAGASAKI pelas explosões das duas armas atômicas lançadas na Segunda Guerra Mundial:

	HIROSHIMA	NAGASAKI
População total .....	255.000	195.000
Superfície destruída em km <sup>2</sup> .....	12	4,7
Mortos e desaparecidos .....	70.000	36.000
<b>Feridos</b> .....	70.000	40.000
densidade por km <sup>2</sup> .....	5.830	8.510
Baixas totais por km <sup>2</sup> .....	11.670	16.170

Os efeitos de uma explosão nuclear são muito variáveis com a natureza do arrebentamento e as condições do terremoto meteorológicas no momento. Atribuiu-se, por exemplo, uma alta proporção das baixas devidas a queimaduras pelo clarão, naquelas explosões ao fato de que o tempo, na ocasião, estava quente, claro e seco. Não havia nebulosidade para proteger as cidades contra a intensa radiação.

É muito difícil preestabelecer uma estatística sôbre os efeitos causadores das baixas, por morte ou ferimento em face da interferência e superposição dêsses efeitos. É interessante constatar que, no JAPÃO, nem tôdas as pessoas que se achavam em um raio de 800 metros do ponto zero morreram. Um grande número delas faleceu até duas semanas após as explosões, principalmente por causa das radiações nucleares. Estima-se que 30% dos mortos de HIROSHIMA receberam doses letais de radiações nucleares. Entre os sobreviventes foi a seguinte a estatística dos danos observados:

— de origem mecânica .....	70%
— queimaduras .....	65 a 85%
— radiações nucleares .....	30%

As percentagens de mortes foram elevadas para pessoas que se achavam ao ar livre e menores para aquêles que estavam em construções residenciais, particularmente de cimento armado. Por outro lado, os ferimentos de origem mecânica foram mais freqüentes entre pessoas que se encontravam dentro das edificações.

No que se refere às lesões de origem mecânica observavam-se em HIROSHIMA as seguintes percentagens:

— fratura .....	11%
— laceração .....	35%
— contusão .....	54%

As queimaduras, tanto em HIROSHIMA com em NAGASAKI, foram ocasionadas um certo número pelos incêndios, e, a maioria, pelas radiações térmicas da bola de fogo.

Estas se limitaram quase exclusivamente às partes descobertas dos corpos.

Sôbre os olhos as radiações térmicas produzem queimaduras de retina, perda da visão noturna e cegueira pelo clarão, geralmente recuperáveis.

#### EFEITOS OCACIONADOS PELAS RADIAÇÕES NUCLEARES

Em virtude de terem sido as explosões de HIROSHIMA e NAGASAKI do tipo de arrebentamento no ar não se pode aceitar seu resultados como padrão para todos os tipos de arrebentamento.

A nocividade das radiações sôbre o organismo parecem consistir principalmente na ionização e excitação celular dos tecidos. As células perdem sua vitalidade e sua capacidade de reprodução, destroem-se e adquirem inusitada permeabilidade em sua membrana.

Os dados de que hoje se dispõe a respeito, provêm seja de algumas experiências com animais, seja de acidentes com o pessoal. Entre êsses, o mais sério foi o das ilhas MARSHALL em 1954 no qual 250 pessoas, englobando nativos e soldados americanos, foram submetidos a radiações entre 14 e 175 roentgens.

Os efeitos de radiações nucleares sôbre o corpo humano dependem da dose total e do tempo em que essa dose foi recebida.

Mesmo pequenas doses de radiação nuclear ocasionam a destruição dos glóbulos brancos e atacam os tecidos ósseos e linfáticos.

A completa recuperação nunca será alcançada. Cerca de 10% da dose recebida constituirá uma lesão permanente. A capacidade de recuperação do organismo, no caso de ocorrer apenas exposição externa, é de 2,5% diários. Mas se houver localização interna de partículas radioativas essa capacidade é bem menor. Nas operações militares adota-se o seguinte critério para estabelecimento do prazo aproximado para a formação de baixas:

PRAZO (horas)	DOSE TOTAL	RADIAÇÃO
	Imediata (r)	Residual (r)
Imediato	5.000	5.000
1	1.000	1.000
2	750	600
4	500	300
24	300	150

Os indivíduos não reagem de modo semelhante a uma dose análoga de radiações nucleares. Existe assim o que se denomina a "susceptibilidade biológica individual" que exprime as características das reações pessoais.

A título de referência adota-se um valor chamado "semidose letal", a qual segundo as previsões deve provocar a morte de 50% das pessoas em um grupo numeroso. Esse valor é, no momento presente, considerado como 450 roentgens. Todavia êsse número poderá ser alterado à medida que se determine com maior precisão os efeitos das radiações.

#### CARACTERÍSTICAS DOS DANOS RELATIVOS A UMA RADIAÇÃO AGUDA

Estudemos inicialmente os efeitos de uma dose aguda violenta. Se o seu valor é da ordem de 5.000 roentgens desenvolvem-se rapidamente lesões no sistema nervoso central, provocando a descoordenação muscular, a excitabilidade, a dificuldade de respiração e estado de estupor intermitente. A morte sobrevém após um período variável de algumas horas até uma semana.

Se a dose variar entre 700 a 1.000 roentgens, o sistema gastro-intestinal será o primeiro a apresentar manifestações clínicas graves, sob a forma de náuseas, desarranjos intestinais, anorexia e febre.

Quanto mais depressa aparecem êsses sintomas, mais rápida sobrevém a morte.

Todavia, durante os cinco primeiros dias não se manifestam dores.

O paciente tem uma sensação de fadiga e depressão. Nos casos de doses mais fracas, à primeira etapa da doença sucede um período chamado "latente", que dura 2 a 3 dias, durante o qual o paciente fica livre de sintomas, operando-se em seu organismo, entretanto, profundas alterações, particularmente nos tecidos formadores do sangue. Retornam, em seguida, os sintomas iniciais, agora mais violentos, acompanhados de delírio, com morte dentro de 2 semanas.

Se a dose é compreendida entre 300 a 500 roentgens, a sobrevivência é possível. Os primeiros sintomas são semelhantes aos anteriormente descritos: náuseas, vômitos, desarranjos intestinais, perda de apetite, depressão. O período de latência inicia-se após 2 a 3 dias, e dura de alguns dias a duas semanas. Sobrevém, em seguida, os males anteriores, acompanhados de febre, hemorragias internas, queda permanente de cabelos, inflamações, ulcerações dos lábios, da boca, do aparelho gastro-intestinal, e morte entre duas e doze semanas. As primeiras consequências, a longo prazo, são catarata e leucemia.

Se as doses forem de 100 a 250 roentgens, os sintomas são um tanto semelhantes aos anteriormente descritos, embora menos graves.

As pequenas doses entre 25 e 100 roentgens ocasionam efeitos reduzidos. Os indivíduos podem empreender suas tarefas normais.

É interessante registrar que a simples sugestão psicológica é capaz de produzir sintomas de doença de radioatividade, inteiramente ilusórios, mas perfeitamente semelhantes aos reais.

#### DANOS CAUSADOS PELA RADIAÇÃO RESIDUAL

As consequências biológicas das radiações residuais são, em geral, semelhantes às das radiações imediatas.

Os raios gama residuais provenientes dos produtos da fissão poderão atuar de modo semelhante aos iniciais, pela precipitação radioativa ou pela radiação residual induzida.

As partículas beta produzem fortes queimaduras quando em contato com a pele. Formam-se grandes manchas irregulares de cor escura. A maior parte das lesões são, entretanto, superficiais e se curam rapidamente. As lesões mais violentas produzem úlceras e queda dos cabelos.

As partículas radioativas que penetram no organismo através do aparelho respiratório, digestivo ou por ferimentos cutâneos se tornam em fontes de radiações internas que ocasionam graves consequências.

De acordo com a natureza dessas partículas, manifestam-se tendências para que se localizem em determinados órgãos ou tecidos, em virtude dos processos do metabolismo próprio do ser humano.

Os rádio-isótopos do cerio, plutônio, estrôncio e bário procuram o tecido ósseo e o fígado. Certas partículas se localizam nos músculos e outras no sangue. O iodo, por exemplo, entra rapidamente na corrente sanguínea e se concentra na tiróide.

Os mais perigosos elementos que penetram no organismo são aqueles que tem um período radioativo breve e período biológico longo.

Para se tornarem fontes de radioatividade interna as partículas precisam penetrar na corrente sanguínea que as deposita em determinados órgãos.

A principal fonte de contaminação de partículas radioativas é a ingestão. A contaminação por inalação é relativamente fraca.

Uma vez no estômago e intestinos, as partículas passam para o sangue, em proporção de sua solubilidade. O urânio e plutônio são insolúveis nos líquidos orgânicos. Os óxidos de estrôncio e de bário e o iodo são entretanto solúveis.

Assim, os mais perigosos portadores de elementos radioativos residuais são os alimentos de toda a natureza e a água contaminada. Ingeridos indiscriminadamente ocasionarão depósitos radiativos em determinados órgãos, capazes de, a longo prazo, produzirem conseqüências muito graves.

### INFLUÊNCIAS GENÉTICAS DAS RADIAÇÕES

Não há dúvida que as radiações nucleares ocasionam alterações genéticas, as quais dependem, em sua intensidade, das doses recebidas.

As radiações provocam nas células germinativas, determinadas mutações, alterando os "genes" constitutivos dos cromosomas celulares que são a base da reprodução das espécies animais.

Essas mutações podem ser favoráveis ou desfavoráveis. Daí decorrem conseqüências como redução da duração da vida, susceptibilidade a doenças, morte de descendentes em estado embrionário ou esterilidade.

Além dessas mutações celulares, observam-se alterações nos órgãos produtores. A dose necessária para causar a esterilidade é de 450 a 600 roentgens, dose que será mortal se o corpo inteiro for exposto.

Verificam-se que doses menores poderão ocasionar a esterilidade transitória.

### CONSEQÜÊNCIAS BIOLÓGICAS DIVERSAS

A par dos males apontados anteriormente, as radiações nucleares de natureza residual podem afetar a sensibilidade celular, alterando os tecidos linfóides e medulares, ocasionando queda dos cabelos, danificando

as membranas gastro-intestinais, ocasionando hemorragias internas e infecções. Podem originar úlceras, tumores internos, pneumonia, leucemia, catarata e câncer.

Não existe ainda terapêutica para a doença da radioatividade. O tratamento consiste na prevenção de infecções secundárias e no restabelecimento dos órgãos produtores de sangue. Isso pode ser conseguido pelo repouso, bom tratamento, antibióticos e transfusão de plasma e de sangue.

## MEDIDAS DE PROTEÇÃO

### GENERALIDADES

Tôdas as medidas para reduzir o perigo da ação das armas atômicas baseiam-se em duas atividades gerais: evacuação e proteção.

A primeira consiste na retirada do pessoal de áreas que sejam alvos prováveis de ataques inimigos.

A segunda abrange o emprêgo de meios para atênder os efeitos dos ataques nucleares inimigos nas áreas onde as pessoas exercem suas atividades.

O método mais eficaz de proteção, resume-se em duas providências gerais: dispersão e enterramento das construções.

Nas cidades, torna-se necessário estabelecer exigências em todos os projetos de imóveis, para que êstes se tornem mais resistentes ao choque, a incêndios, e a radiações nucleares.

Uma onda de choque de  $140 \text{ gr/cm}^2$  causará grandes danos à maioria das edificações atuais. É possível, construir a preço razoável, edificações para moradia capazes de suportarem  $350 \text{ gr/cm}^2$ . Os imóveis industriais devem ser capazes de suportar superpressões de  $1.750 \text{ gr/cm}^2$ .

A utilização de materiais frágeis como vidro e a alvênaria não reforçada não pode favorecer êsse objetivo. Torna-se imprescindível a construção na base do aço, cimento armado e alvenaria reforçada que poderão suportar deformações plásticas, sem perder sua resistência.

Podem ser construídas edificações de múltiplos andares com estruturas capazes de grande resistência.

As atuais terão de ser reforçadas, o que é possível, mediante técnica adequada.

Mas são sobretudo as edificações subterrâneas que oferecerão a maior segurança.

### ABRIGOS DE PROTEÇÃO

Quando não existirem abrigos especialmente construídos, a proteção contra os efeitos da explosão atômica pode ser obtida em abrigos individuais, nos subsolos ou andares inferiores de edifícios de construção de concreto ou estrutura de aço. Em um edifício estar-se-á mais protegido no andar inferior, em um compartimento, longe das janelas e próximo de uma coluna. Em tais locais, haverá boa proteção contra o sôpro, a ra-

dição térmica e nuclear imediatas, em virtude da espessura das paredes. As causas principais de acidentes serão os incêndios e os destroços. Os edifícios de madeira são muito vulneráveis ao sôpro, ao fogo e proporcionam pouca proteção contra a radiação gama. Tais construções devem ser evitadas o mais possível. Entretanto, se não houver outra escolha, será preferível abrigar-se sob qualquer cobertura de madeira do que permanecer ao ar livre.

Túneis, canalizações e subterrâneos asseguram abrigos eficientes, a não ser nas vizinhanças imediatas de um explosão. A espessura da terra será em geral suficiente para reduzir a radiação gama a proporções desprezíveis. As estruturas dos túneis são em geral bastante fortes para suportar o sôpro e o calor, embora sejam vulneráveis ao choque subterrâneo.

Em caso de radiação residual tôdas as janelas, portas e aberturas deverão ser fechadas. Se o sôpro quebrar essa proteção a poeira radioativa poderá penetrar nos interiores. Nessas circunstâncias, não se dispondo de máscaras contra gases, a respiração através de um lenço é um recurso de emergência para auxiliar a reduzir os danos.

### ABRIGOS ESPECIAIS

A proteção do pessoal e o funcionamento das instalações militares importantes exigem normalmente abrigos especiais. Estes deverão ser subterrâneos e de concreto reforçado com uma espessura da ordem de 60 cm e uma grande cobertura de terra.

Uma construção dessa natureza pode fornecer uma proteção satisfatória contra o arrebentamento no ar de uma arma de 20 KT, mesmo no ponto zero. Se suficientemente maciça e capaz de resistir ao choque lateral, essa estrutura pode também suportar uma explosão subterrânea próxima.

Dois aspectos são essenciais na construção dos abrigos: o acesso e arejamento. Cada abrigo deve possuir pelo menos duas saídas. O perigo principal é o da obstrução dessas aberturas por incêndios ou destroços. As entradas devem ficar em ângulo reto com o abrigo, propriamente dito, para evitar a exposição direta ao sôpro e às radiações térmicas e nucleares. Para impedir a contaminação, deverá ser possível vedar inteiramente o abrigo, salvo nas coberturas destinadas aos ventiladores ou exaustores. As entradas de ar deverão possuir filtros eficientes.

Um gerador elétrico de emergência deve ser disponível para assegurar iluminação e ventilação. Outras condições de habitabilidade dos abrigos devem ser observadas: reservatórios de água, suprimentos e instalações sanitárias. Quando os abrigos se destinam apenas à proteção, não comportando atividades de contróle operacional, construções mais simples, como túneis em encostas das elevações podem ser utilizadas.

A eficiência desses abrigos foi demonstrada em NAGASAKI. Se o terreno for plano, é possível obter boa proteção com abrigos cavados no solo, recobertos por camada de terra, com 1 m, no mínimo, de espessura. A cobertura deve ser suportada por chapa metálica ondulada. As paredes devem ser escoradas com madeira ou colunas sólidas. Um abrigo dessa natureza assegura boa proteção contra os efeitos de um arrebentamento atômico no ar, de 20 KT, a mais de 1.500 m.

Abrigos semi-enterrados não são tão satisfatórios como os acima descritos.

Para pessoal em serviço de vigilância é possível adotar pequenos abrigos, construídos com manilhões de aço enterrados e recobertos por uma camada de terra, de 1 m de espessura, pelo menos. As trincheiras e tocas são os mais simples de todos os abrigos de campanha. Seu principal inconveniente é a falta de proteção superior. Quando houver um arrebentamento no ar, a uma distância não muito grande, haverá a possibilidade de ser o pessoal atingido diretamente pelo sôpro, calor ou radiações nucleares. Quanto mais profundas forem as trincheiras ou as tocas, maior será a proteção. Um soldado deitado ou sentado no fundo de uma trincheira profunda pode escapar à maioria dos efeitos de um arrebentamento no ar, bastante próximo. Esses abrigos, entretanto, podem ser danificados por um arrebentamento na superfície ou sob a superfície nas proximidades.

A utilização de sacos de areia na construção de abrigos possui alguns inconvenientes. Se a explosão atômica ocorrer muito próxima, os sacos podem desfazer-se.

Todos os abrigos de terra têm o defeito de não permitirem a vedação completa. Será impossível mantê-los imunes à contaminação pela poeira radioativa. A única maneira de se contrapor a esse inconveniente é prover cada indivíduo de uma máscara ou filtro de respiração.

O terreno pode favorecer a proteção. Uma elevação protege normalmente contra os efeitos térmicos de arrebentamento que se dão além da mesma, embora não possa eliminar inteiramente os efeitos do sôpro e da radiação nuclear.

## DISPERSÃO

Uma importante medida para restringir o número de baixas é a dispersão do pessoal em grandes áreas.

Os comandantes devem considerar cuidadosamente a possibilidade de distribuir o pessoal, especialmente os elementos mais importantes, em uma região tão vasta quanto for possível.

## FUMAÇA

A fumaça pode ser utilizada como proteção. Reduz os efeitos térmicos e, conseqüentemente, o número de baixas por queimaduras. É

preciso, entretanto, verificar se as circunstâncias justificam ou não êsse emprêgo, uma vez que a proteção contra a radiação térmica é bastante simples. Em qualquer caso não deve ser, de nenhum modo, desviada a atenção da necessidade de assegurar principalmente a proteção contra os efeitos do sôpro e da radiação nuclear.

## PROTEÇÃO INDIVIDUAL

### AUTOPRESERVAÇÃO

Se fôr possível um alerta oportuno sôbre um ataque atômico, a providência a adotar será evidentemente procurar o melhor abrigo, com a máxima brevidade. A conduta do pessoal militar em cumprimento de missão será ditada pelas circunstâncias. No caso de um ataque atômico inopinado, haverá necessidade de certas medidas individuais para evitar a morte ou acidentes graves. Isto se aplica também àqueles cuja missão não lhes permite sair de seus postos.

Em caso de arrebetamento no ar essas medidas são ditadas pelos seguintes fatos:

1º — A radiação térmica é continuamente emitida durante um segundo aproximadamente, após a explosão;

2º — Cêrca de 50% de radiação nuclear imediata é emitida no 1º segundo e cêrca de 80%, em 10 segundos;

3º — A onda de sôpro leva cêrca de 8 segundos para alcançar 3 km que é o raio aproximado das lesões mecânicas entre severas e moderadas.

O primeiro indício de um ataque atômico inopinado é, geralmente, um clarão intenso. Não importa se no exterior ou no interior, a primeira reação pessoal deve ser a de deitar-se no solo, face para baixo e ao mesmo tempo tentar cobrir as partes da pele, como o rosto, o pescoço e as mãos. Isto pode ser feito dentro de 1 segundo após ter sido observada a luz intensa. Parte da radiação térmica pode ser assim evitada.

Se um abrigo qualquer fôr utilizado dentro de um segundo, após a explosão, pode ser possível diminuir de 50% a radiação nuclear imediata.

O deitar-se no solo imediatamente proporciona certa proteção. Todavia, como as radiações nucleares continuam a alcançar o solo à medida que a nuvem sobe, essa proteção será apenas parcial.

A posição, tomada logo após perceber-se o clarão, deve ser mantida pelos menos 10 segundo ou mais ainda, se objetos pesados continuarem a cair. Isto dará tempo para que passe a onda de sôpro e diminua o perigo da projecção de destroços. Na distância de 3 km do ponto de arrebetamento, 8 segundos se escoarão antes que se ouça o ruído da explosão. Ao ouvi-lo, já terão passado os perigos imediatos.

O clarão de um arrebetamento atômico sob a superfície não é visível a partir de uma determinada distância, particularmente durante o dia. O primeiro indício de tal arrebetamento será provávelmente uma sensação de terremoto, em conjunto com o aparecimento de uma coluna de terra ou água.

Felizmente as radiações térmicas e nucleares, emitidas no momento da explosão, serão absorvidas pelo solo ou pela água. Continua, entretanto, o perigo da radiação precipitada.

Após um arrebatamento atômico tudo deve ser feito tendo em vista evitar a propagação da contaminação. Em uma área contaminada é estritamente proibido comer, beber, fumar ou qualquer ação que exija levar a mão à boca. Isto concorrerá para impedir que partículas radioativas sejam ingeridas pelo organismo. O pessoal deve ser alertado para evitar levantar poeira ou pisar em poças de água.

Deve ser evitado o contato com a vegetação, paredes de edifícios e objetos na área contaminada.

O perigo da contaminação deverá ser determinado, logo que possível, através de observações no terreno e análises em laboratório. Se esse perigo for grande, devem ser adotadas medidas de proteção contra a poeira levantada pelo vento, aviões, veículos em movimento, etc. A proteção individual pode ser ampliada pelo uso de máscaras.

### PRIMEIROS SOCORROS

Logo que os efeitos iniciais da explosão tenham passado, cada sobrevivente deve prestar os primeiros socorros ou qualquer auxílio de emergência para os feridos em suas proximidades.

Não há perigo em tocar uma pessoa que tenha recebido uma dose de radiação nuclear imediata.

As pessoas com ferimentos que possam permitir entrada no organismo de material radioativo, devem ser conduzidas ao posto médico mais próximo para tratamento.

### ROUPA E EQUIPAMENTO PROTETORES

Os uniformes militares e as roupas civis asseguram boa proteção contra a radiação térmica emitida no momento da explosão. A roupa é, entretanto, apenas um meio de proteção suplementar. Se uma pessoa está além do raio de danos relativos ao sopro e à radiação nuclear, poderá ainda ficar sujeita à radiação térmica, em virtude de possuir esta um raio de danos superior. Nessas circunstâncias, as partes do corpo cobertas pela roupa ficarão bem protegidas dos efeitos térmicos. No que respeita aos efeitos radiológicos, o principal valor da roupa é manter a contaminação radioativa fora do contato com a pele.

O pessoal cuja missão exige a entrada em áreas contaminadas, como equipes de descontaminação e pessoal de levantamento radiológico, deve, sempre que possível, utilizar roupas especiais. Esse vestuário é fornecido em um ponto de controle. Deve ser lavável, bastante impermeável

e não porosa. Deve cobrir inteiramente o corpo e se adaptar completamente às luvas e calçados. Uma máscara protetora cobre todo o rosto. A respiração deve ser feita através de um filtro.

Após cada utilização, a roupa deve ser dosada. O vestuário contaminado pode ser lavado e utilizado novamente. Um outro processo é a colocação da roupa em recipientes especiais, onde ficará guardada até que a intensidade de radiação decaia convenientemente.

### POSTOS E CENTROS DE DESCONTAMINAÇÃO

O pessoal contaminado deve ser orientado para pontos e centros de descontaminação estabelecidos pelo serviço de guerra química ou pela defesa civil. Um centro de descontaminação improvisado pode ser montado, comportando três compartimentos de lona, com as seguintes finalidades:

1ª Seção onde o pessoal retira a roupa contaminada;

2ª Seção onde o pessoal se lava em chuveiros ou com duchas portáteis;

3ª Seção onde o pessoal se enxuga e veste novas roupas.

Um banho preliminar pode remover cerca de 50% de contaminação. Os centros ou postos de descontaminação devem achar-se a certa distância da área contaminada. Após o banho, o pessoal deve ser dosado, com instrumentos sensíveis à radiação gama e partículas beta. Se ainda for constatada contaminação, o processo deve ser repetido. Em caso de contaminação persistente, em particular de ferimentos, é exigida a supervisão de pessoal médico.

### ALIMENTOS E ÁGUA EM ÁREAS CONTAMINADAS

O fato de que alimentos e água estejam contaminados por uma determinada dose de radiação, não implica necessariamente que o seu consumo deva ser interdito, especialmente em casos de emergência. Isto porque grande parte de produtos de fissão ingeridos percorre todo o aparelho digestivo deixando apenas uma fração ativa atuando no organismo.

Em geral, os alimentos enlatados poderão ser aproveitados, logo após a descontaminação externa dos recipientes. A contaminação superficial pode ser removida de certos alimentos, como carnes. Se estiverem altamente contaminadas os alimentos deverão ser destruídos.

A água contaminada deve, se possível, ser substituída por água de outra fonte pura. Em caso de impossibilidade, a destilação poderá torná-la potável. É preciso observar entretanto que a fervura simples não é bastante para descontaminar um líquido.

## DESCONTAMINAÇÃO

As substâncias radioativas não podem ser destruídas, a descontaminação consiste necessariamente em deslocar as fontes de radiação para locais onde não sejam perigosas. Esse é o princípio básico da descontaminação.

Dêsse modo, todos os processos de descontaminação abrangem dois aspectos gerais: 1º localização e retirada das fontes de radiação; 2º deposição e abandono do material contaminado.

Existem dois escalões de graus de descontaminação:

1º — Descontaminação sumária ou tática;

2º — Descontaminação detalhada ou individual.

A descontaminação sumária é realizada com material restrito. Sua principal característica é a rapidez. Procura simplesmente reduzir a intensidade da radiação, o mais brevemente possível, a um valor tal que o pessoal possa utilizar os materiais ou permanecer na área, por prazo limitado.

A descontaminação detalhada é um processo mais demorado e completo, realizado, em geral, na área da retaguarda. Visa a reduzir a contaminação aos níveis permissíveis de tempo de paz.

## DISTRIBUIÇÃO DA CONTAMINAÇÃO

A contaminação das áreas e materiais distribui-se de modo heterogêneo, dependendo de uma série de fatores, particularmente dos agentes naturais de contaminação, como o vento e a chuva, da natureza da superfície do material e da área contaminadas.

O movimento descuidado de pessoas pode espalhar material radioativo e transportar contaminação. Os veículos podem também difundir essa contaminação, não apenas pelo simples transporte de partículas, como também pelo levantamento de poeira radioativa, a qual poderá peificar do material e da área contaminadas.

Há vários tipos de contaminação de materiais, dos quais derivam problemas de descontaminação. Os principais são os seguintes:

1º — Contaminação superficial — pela simples deposição de partículas radioativas na superfície do material. Tais partículas são normalmente fáceis de remover.

2º — Adsorção — nesse caso as partículas radioativas ficam fortemente retidas na superfície contaminada pelas forças intermoleculares das substâncias. A remoção da contaminação é possível, embora difícil.

3º — Absorção — quando as partículas penetram nas porosidades do material e em seu interior, tornando a descontaminação muito difícil.

4º — Combinação química — algumas vezes substância contaminadora combina-se quimicamente com o material contaminado, tornando-se difícil de ser removida.

5º — Indução neutrônica — nesse caso, a contaminação interessa a estrutura da matéria e é praticamente impossível removê-la. Assim, é perda de tempo tentar descontaminar matérias que contêm sódio ou cobre, se houver razões para se crer que a radioatividade foi ocasionada por neutrões. A melhor solução nesse caso é separar o material e esperar que a radioatividade decaia naturalmente.

### PROCESSOS DE DESCONTAMINAÇÃO

Os processos utilizados na descontaminação dependem do tipo, intensidade e extensão da contaminação, e da necessidade de utilização do material e de não expor as equipes de descontaminação a riscos superiores aos permissíveis.

Não existindo um meio capaz de destruir ou mesmo neutralizar a radioatividade, todos os processos de descontaminação se baseiam em remover ou isolar as fontes de radiação a fim de que não exerçam contra pessoas ou materiais em uso o seu efeito nocivo. É portanto lógico que o material radioativo não seja simplesmente transferido para um outro lugar onde seja êle igualmente prejudicial. A localização dos resíduos de descontaminação, seu transporte, e o movimento de homens e veículos devem ser objeto de constante preocupação.

O grau de descontaminação depende, em grande parte, do tempo disponível. Uma ponte, por exemplo, necessária ao trânsito de veículos, não exige uma completa descontaminação, uma vez que é pequeno o tempo de permanência de pessoal e veículos sobre ela. Se entretanto houver necessidade de que o pessoal, em atividade de reparação ou manutenção, fique sobre a ponte várias horas, então será exigida uma descontaminação mais perfeita.

O pessoal das equipes de descontaminação deve ser convenientemente protegido com roupas protetoras que evitam o contato com o material contaminado, embora não detenham a radiação gama.

Cada indivíduo deve possuir um dosímetro pessoal para indicar constantemente a dosagem recebida. O rodízio do pessoal deve ser feito de modo a assegurar a integridade física dos indivíduos.

O processo mais prático de descontaminação sumária é a lavagem com água pura ou salgada. Se a superfície contaminada é oleosa, deve ser empregado sabão ou outro detergente.

O escoamento da água utilizada deve ser planejado de modo que não venha a contaminar outros objetos, pessoais ou locais. A precipitação residual tende a se acumular, em geral, nas superfícies horizontais, que, dessa maneira, ficarão sempre mais contaminadas do que as superfícies verticais.

A descontaminação das superfícies pode ser feita por lavagem com jacto de água, varredura ou, preferentemente, utilização de aspirador para evitar a inalação de poeira.

Em geral, a descontaminação por lavagem se aplica às superfícies externas, enquanto que a aspiração se presta melhor à descontaminação interna.

Sòmente uma reduzida fração das substâncias contaminantes se fixa firmemente aos materiais, exigindo o emprêgo de produtos químicos ou abrasivos.

Nas cidades, a descontaminação pode ser efetuada pela lavagem dos telhados e ruas, com fortes jatos de água.

As substâncias contaminadas escoam-se através dos esgotos. A descontaminação sumária de áreas e estradas pode ser feita com "buldozers" ou equipamento semelhante, pela raspagem do solo, limpando-o dos destroços e de terra contaminada que são acumulados em locais balizados, tomando-se cuidado para que não se levante poeira radioativa. Isto pode ser feito, molhando inicialmente os locais. Pode-se observar que o simples esparzimento de água sòbre a região contaminada diminui a intensidade de radiação porque as partículas superficiais penetram mais profundamente no solo.

Uma área muito extensa é de descontaminação trabalhosa e demorada. Nesse caso são selecionadas as regiões que devem receber prioridade para descontaminação. Pistas podem ser abertas para garantir a travessia da região com relativa segurança.

As roupas, tapêtes, cortinas e móveis demasiadamente contaminados devem ser enterrados. Se a contaminação não fôr muito fortê ou se tiver decaído suficientemente, êsse material poderá ser recuperadõ mediante cuidados especiais.

A descontaminação é realizada quando o tempo e as instalações o permitem e a natureza da contaminação assim o exige.

As tarefas de descontaminação detalhada abrangem três atividades:

a) Descontaminação das superfícies — utilizando solventes de variadas natureza, limpeza a quente ou a vácuo, lixamento e outros processos de remoção superficial.

b) Separação dos materiais até que a radiação gama decaia a um nível de segurança, e, muitas vêzes, envolvimento com asfalto, tinta ou cimento especial.

Esse processo se aplica em materiais que possam ser deixados sem utilização durante um certo tempo;

c) Abandono do material — quando a descontaminação se torna impossível ou não compensadora, o material pode ser abandonado. Para isto poderá ser reunido e removido para uma área isolada e balizada, onde sua contaminação possa decair naturalmente. Poderá também ser abandonado definitivamente por enterramento ou lançamento ao mar.