



NORMA TÉCNICA

D6.102

Set/1992
52 PÁGINAS

Atendimento a acidentes com produtos químicos : manual técnico:

Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
Avenida Professor Frederico Hermann Jr., 345
Alto de Pinheiros CEP 05459-900 São Paulo SP
Tel.: (11) 3133 3000 Fax.: (11) 3133 3402

[http: // www . cetesb . sp . gov . br](http://www.cetesb.sp.gov.br)

D6.102
MANUAL TÉCNICO
ATENDIMENTO A
ACIDENTES COM PRODUTOS QUÍMICOS

Set/92

INTRODUÇÃO

Acidentes ambientais ocasionados por derrames, vazamentos ou emissões de produtos químicos podem apresentar os mais diversos tipos de risco às pessoas expostas e ao meio ambiente, motivo pelo qual são fundamentais os aspectos de segurança durante a manipulação desses produtos, seja no armazenamento, seja no transporte ou nos processos industriais.

Independentemente das ações de prevenção, os acidentes podem ocorrer. Por essa razão equipes de emergência devidamente treinadas e com disponibilidade de recursos de acordo com o que exige o porte do evento, são os principais fatores que influenciam o sucesso das operações de atendimento nestes casos, de maneira que os impactos daí decorrentes possam ser neutralizados ao máximo.

Em muitas oportunidades de acidente envolvendo produtos químicos, é necessária a colaboração de técnicos e especialistas de diferentes áreas de atuação e das mais diversificadas formações profissionais, os quais deverão atuar de maneira coordenada e integrada suprimindo eventuais dificuldades observadas em campo, tanto para garantir a segurança da comunidade, como para evitar ou minimizar os impactos no meio ambiente.

Dentre as diversas entidades que normalmente atuam no atendimento a estes episódios críticos, podem ser citados o Corpo de Bombeiros, a Defesa Civil, órgãos de controle ambiental, indústrias químicas, empresas de transporte, etc.

As formas e táticas de ação durante o atendimento a acidentes com produtos químicos podem variar bastante, de acordo com o produto envolvido, com o porte do evento e o local de ocorrência. Porém, existem alguns aspectos básicos que devem sempre nortear as ações durante o atendimento, dentre os quais cumpre destacar os seguintes:

- a) os procedimentos de resposta devem ser periodicamente testados, avaliados e aprimorados;
- b) o controle de um vazamento não pode nunca sacrificar os requisitos de segurança;
- c) todos os envolvidos nas ações de campo devem estar capacitados em sua área de atuação, além de possuir os conhecimentos mínimos necessários para sua segurança;
- d) as medidas de controle, como contenção, remoção ou neutralização dos produtos envolvidos, só deverão ser desencadeadas após o pleno conhecimento dos riscos envolvidos e quando os recursos básicos estiverem disponíveis.

1 OBJETIVO

Este Manual fornece orientação para o atendimento de acidentes com produtos químicos, apresentando as primeiras e principais ações a serem adotadas, tanto do ponto de vista da segurança, quanto em relação ao controle de vazamentos e aspectos ambientais envolvidos, considerando as características inerentes às diversas classes de risco dos produtos.

2 DEFINIÇÕES

Para os efeitos de compreensão deste Manual, são adotadas as definições de 2.1 a 2.29.

2.1 Asfixiante

Gás não tóxico que pode causar inconsciência ou morte devido à redução da concentração de oxigênio ou à total troca de oxigênio no ar.

2.2 Corrosivo

Substância que, por ação química, causa severos danos quando em contato com tecidos vivos.

2.3 Criogênico

Substância que, para ser liquefeita, deve ser refrigerada a temperaturas inferiores a -150°C .

2.4 Descontaminação

Processo que consiste na remoção física dos contaminantes ou na alteração de sua natureza química para substâncias inócuas.

2.5 Dispersão de vapor

Movimento de uma nuvem no ar devido à ação do vento e à densidade do produto.

2.6 DL₅₀ - Dose letal 50

Significa a concentração que causa a morte de 50 % da população exposta.

2.7 EPI - Equipamento de Proteção Individual

Dispositivo destinado a proteger a integridade física dos trabalhadores durante a realização de atividades onde possam existir riscos com potencial para gerar danos ou lesões às pessoas expostas.

2.8 Evacuação

Procedimento de deslocamento e relocação de pessoas e de bens, de um local onde ocorreu um sinistro, ou haja risco de ocorrer, até uma área segura e isenta de perigos.

2.9 Explosão

Reação química que ocorre com grande velocidade de propagação, havendo um acúmulo de energia que, uma vez liberada, provoca vibração e deslocamento de ar.

2.10 Explosivo

Substância que é submetida a uma transformação química muito rápida, produzindo simultaneamente grande quantidade de gás e calor. Devido ao calor, os gases liberados, como por exemplo nitrogênio, oxigênio e dióxido de carbono, entre outros, expandem-se a altíssima velocidade, provocando o deslocamento do ar circunvizinho (ondas de choque).

2.11 Faixa de inflamabilidade

Faixa compreendida entre o limite inferior e o limite superior de inflamabilidade.

2.12 Incompatibilidade química

Dois produtos são quimicamente incompatíveis quando incapazes de coexistirem harmoniosamente.

2.13 Inflamável

Qualquer substância sólida, líquida, gasosa ou em forma de vapor, que pode ignizar-se com facilidade e queimar rapidamente.

2.14 Isolamento

Conjunto de ações destinadas a impedir a propagação das conseqüências de um acidente a outras regiões que não aquela diretamente afetada pelo evento.

2.15 LIE - Limite Inferior de Explosividade

Mínima concentração de gás que, misturada com o ar atmosférico, é capaz de provocar a combustão do produto, a partir do contato com uma fonte de ignição. Concentrações de gás abaixo do LIE não são combustíveis, pois, nesta condição, tem-se excesso de oxigênio e pequena quantidade do produto para a queima; é a chamada "mistura pobre".

2.16 Líquido inflamável

Líquido, mistura de líquidos ou líquido com sólidos em solução ou em suspensão, que produz vapores inflamáveis a temperaturas de até 60,5°C, em vaso fechado.

2.17 LSE - Limite Superior de Explosividade

Máxima concentração de gás que, misturada ao ar atmosférico, é capaz de provocar a combustão do produto, a partir de uma fonte de ignição. Concentrações de gás acima do LSE não são combustíveis, pois, nesta condição, tem-se excesso de produto e pequena quantidade de oxigênio para que a combustão ocorra; é a chamada "mistura rica".

2.18 Oxidante

Substância que, embora não sendo combustível, pode, em geral pela liberação de oxigênio, causar a combustão de outros materiais ou contribuir para isso.

2.19 Perigo

Qualquer situação que tem potencial para causar danos à vida, à propriedade ou ao meio ambiente.

2.20 Peróxido orgânico

Substância orgânica que contém a estrutura bi-valente "-O-O-" e pode ser considerada como derivada do peróxido de hidrogênio, ou de um ou ambos os átomos de hidrogênio, o(s) qual(is) foi(ram) substituído(s) por radical(is) orgânico(s).

2.21 Ponto de fulgor

Menor temperatura a que uma substância libera vapores, em quantidade suficiente para que a mistura de vapor e ar, logo acima de sua superfície livre, propague uma chama, a partir do contato com uma fonte de ignição.

2.22 Radioativo

Processo de desintegração espontânea de um núcleo instável, acompanhado da emissão de radiação nuclear.

2.23 Reativo com água

Substância que, em contato com a água, reage violentamente, gerando extremo calor, explosão, ou que produz rapidamente gás ou vapor inflamável, tóxico ou corrosivo.

2.24 Risco

Possibilidade da ocorrência de perigo.

2.25 Sólido inflamável

Qualquer substância sólida, exceto as classificadas como explosivos, que, nas condições normais de transporte, é facilmente combustível, ou que, por atrito pode causar a ocorrência de fogo ou contribuir para a causa.

2.26 Solubilidade

Habilidade ou tendência de uma substância misturar-se uniformemente com outra.

2.27 Taxa de expansão

Relação entre o volume gerado pela evaporação de uma substância no estado gasoso e seu volume inicial no estado líquido, nas mesmas condições de pressão e temperatura.

2.28 Toxicidade crônica

Ação de uma substância tóxica que se manifesta em locais distantes daquele onde ocorreu o contato inicial.

2.29 Tóxico

Substância capaz de provocar injúrias, danos à saúde humana ou até mesmo a morte, se ingerida, inalada ou absorvida pela pele.

3 PROCEDIMENTOS BÁSICOS

3.1 Segurança pessoal

O principal aspecto a ser considerado durante o atendimento a acidentes que envolvem produtos químicos diz respeito à segurança das pessoas, principalmente das primeiras que chegarem ao local da ocorrência. Para tanto, deverão ser sempre adotados, no mínimo, os seguintes procedimentos:

- a) aproximar-se cuidadosamente;
- b) manter-se sempre de costas para o vento, tomando como referência o ponto do vazamento;
- c) evitar manter qualquer tipo de contato com o produto envolvido (tocar, pisar ou inalar);
- d) identificar o produto;
- e) isolar o local;
- f) solicitar auxílio de especialistas e autoridades.

3.2 Êxito

O sucesso de uma operação de atendimento a acidentes envolvendo produtos químicos está associado aos seguintes fatores:

- a) rapidez e eficiência no acionamento das equipes de atendimento;
- b) avaliação correta e desencadeamento de ações compatíveis com a situação apresentada;
- c) disponibilidade dos recursos necessários e capacidade de mobilização.

3.3 Etapas de um atendimento emergencial

Os acidentes envolvendo produtos químicos podem ocasionar situações bastante diferenciadas, necessitando, na maioria das vezes, um desencadeamento de ações específicas para cada caso. De

uma maneira geral, no entanto, os trabalhos de atendimento podem ser divididos em quatro etapas, a saber:

- a) acionamento/comunicação;
- b) avaliação da situação;
- c) medidas de controle;

d) ações de rescaldo.

3.4 Acionamento

3.4.1 Um dos principais fatores que influenciam o sucesso de uma operação dessa natureza diz a respeito ao acionamento das equipes de resposta, através de um sistema de comunicação adequado, além do repasse das informações mínimas necessárias para que os responsáveis pelas ações possam tomar as decisões corretas.

3.4.2 Em muitos casos, a pessoa que dispara o processo de acionamento não conhece o assunto. Por essa razão, o atendente que recebe a notícia deve estar devidamente treinado para obter as informações mínimas necessárias e tomar as providências cabíveis, além de orientar, na medida do possível, a pessoa envolvida, de modo que ela proceda de acordo com os requisitos mínimos de segurança.

3.4.3 Nesta etapa, é importante que o atendente obtenha do informante, na medida do possível, pelos menos as seguintes informações:

- a) local exato da ocorrência;
- b) formas de acesso ao local;
- c) produtos envolvidos: procurar orientar o informante quanto aos rótulos de risco, painéis de segurança e rótulos de embalagem, para que ele possa repassar informações que levem à identificação dos produtos;
- d) porte do vazamento;
- e) horário da ocorrência;
- f) principais características da região, como, por exemplo, concentrações populacionais, corpos d'água, vias públicas, etc;
- g) órgãos já acionados ou presentes no local;
- h) ocorrência de incêndios ou explosões;
- i) existência de vítimas;
- j) identificação do informante.

3.5 Avaliação da situação

3.5.1 Esta etapa tem por objetivo identificar o tipo de problema a ser resolvido, de forma que possam ser definidos os procedimentos para controle da situação. Assim, faz-se necessário que essa atividade seja desenvolvida por pessoal técnico devidamente capacitado, uma vez que erros de avaliação podem agravar a situação, acarretando conseqüências inesperadas.

3.5.2 Antes da realização da avaliação em campo, devem ser adotadas as seguintes medidas:

- a) caracterização dos riscos potenciais ou efetivos devido à exposição aos produtos, através da identificação de suas características físicas, químicas e toxicológicas;
- b) definição dos equipamentos de proteção individual a serem utilizados;
- c) manutenção de equipe de apoio para intervenção imediata, caso necessário.

3.5.3 A partir da realização dessa avaliação, quando devem ser analisados os aspectos envolvidos, tais como topografia da região, áreas atingidas pelo vazamento, condições meteorológicas e acesso aos equipamentos, entre outros, poderá então ser definida a estratégia de ação para o desenvolvimento dos trabalhos de dimensionamento dos recursos humanos e materiais necessários.

3.6 Medidas de controle

3.6.1 De acordo com os resultados da avaliação realizada na etapa anterior, que serviu de base para o planejamento das ações, devem então ser desencadeadas as medidas para controle da ocorrência, levando-se em consideração aspectos relevantes, como, por exemplo, o isolamento da área, a segurança das pessoas e de instalações, do patrimônio público e privado e os impactos ambientais, entre outros.

3.6.2 As ações a serem desenvolvidas nesta etapa têm por finalidade controlar a situação emergencial e, embora os trabalhos possam variar conforme caso, devem contemplar medidas para:

- a) evacuação de pessoas;
- b) estanqueidade do vazamento;
- c) contenção do produto vazado;

- d) abatimento de vapores;
- e) neutralização e/ou remoção do produto;
- f) prevenção ou combate a incêndios;
- g) monitoramento ambiental;
- h) recolhimento ou transbordo de carga, no caso de acidentes durante o transporte.

3.7 Ações de rescaldo

3.7.1 A última, porém não menos importante, etapa dos trabalhos de campo, tem por finalidade o desenvolvimento de atividades voltadas para o restabelecimento das condições normais das áreas afetadas pelo vazamento, tanto do ponto de vista de segurança, como do ambiental. Desta maneira, embora as ações desta etapa sejam normalmente desenvolvidas num período pós-emergencial, elas não podem ser esquecidas e devem contemplar, entre outros, os seguintes aspectos:

- a) tratamento e disposição de resíduos;
- b) restauração das áreas atingidas;
- c) monitoramento da qualidade das águas afetadas;
- d) elaboração de relatório dos trabalhos de campo;
- e) avaliação da operação, visando analisar eventuais falhas e aperfeiçoar o sistema de atendimento.

3.7.2 Um outro ponto a ser ressaltado é que, nas operações de campo, em situações de emergência que envolvem produtos químicos, os trabalhos devem ser sempre desenvolvidos por uma equipe multidisciplinar, que contemple todos os aspectos envolvidos, como segurança individual e coletiva, meio ambiente, resgate de intoxicados e feridos, etc.

3.7.3 É de fundamental importância a integração das equipes de diferentes campos de atuação de modo a serem evitadas controvérsias durante a realização dos trabalhos. Para tanto, é necessário o estabelecimento de um Posto de Comando coordenado por representantes das entidades envolvidas, os quais, após discussão e planejamento das ações, devem comandar suas respectivas equipes.

3.7.4 Independentemente das ações a serem decididas em campo durante um atendimento emergencial, é preciso que se façam planejamentos anteriores a sinistros, de forma a estarem devidamente estabelecidas as responsabilidades e respectivas áreas de atuação dos participantes, visando agilizar os trabalhos; ou seja, é necessária a elaboração de planos regionais

de emergência para o atendimento de acidentes que envolvam substâncias químicas.

3.8 Utilização de água no combate ao fogo e a vazamentos

3.8.1 Incêndios que envolvam produtos químicos podem resultar em conseqüências bastante diversificadas, em função do comportamento de diferentes substâncias, quando expostas ao fogo.

3.8.2 Embora a água seja o agente de extinção mais comumente empregado, ela pode ser ineficaz em alguns casos. Assim sendo, a escolha de agente extintor que será empregado deverá ser feita através de alguns critérios com base em informações obtidas junto a especialistas ou em documentação técnica a respeito dos produtos envolvidos, como manuais de emergência, fichas de informações sobre produtos químicos, etc.

3.8.3 Nos casos em que ocorra emissão de vapores, tóxicos ou inflamáveis, ou mesmo em situações de derrame de produtos sólidos ou líquidos, é comum o emprego de água, tanto para abater vapores, como para lavar ou diluir o produto vazado. No entanto, da mesma forma que nos casos de extinção de incêndio, tem-se que considerar alguns fatores para o emprego de água nessas situações, tais como:

- a) reações do produto, quando em contato com a água;
- b) contato da água com outros produtos envolvidos na ocorrência ou presentes na área, que possam acarretar reações indesejadas;
- c) contaminação da água e carreação desta para bueiros, galerias e corpos d'água.

3.8.4 Em situações consideradas graves, como explosões, incêndios ou vazamentos tóxicos, as ações de controle a serem desencadeadas precisam ser devidamente analisadas a partir de critérios técnicos, com apoio de especialistas, de modo que uma situação, mesmo grave, não redunde em conseqüências maiores.

3.9 Equipamentos de proteção individual

3.9.1 De maneira geral, os EPIs são classificados de acordo com o risco apresentado e partes do corpo a serem protegidas, conforme segue:

- a) proteção da cabeça:
 - respiradores, máscaras semi-faciais e faciais, óculos de segurança e capacetes para proteger o crânio;

-
- b) proteção dos membros superiores:
 - luvas e mangas de proteção;
 - c) proteção dos membros inferiores:
 - calçados, botas e perneiras;
 - d) proteção contra quedas com diferença de nível:
 - cintos de segurança;
 - e) proteção auditiva:
 - protetores auriculares;
 - f) proteção respiratória:
 - respiradores, máscaras e equipamentos autônomos ou de adução de ar;
 - g) proteção do tronco:
 - aventais, jaquetas, capas e macacões;
 - h) proteção de todo o corpo:
 - aparelhos de isolamento (autônomos ou de adução de ar) ou roupas herméticas.

3.9.2 Nas emergências que envolvem produtos químicos é de suma importância que a escolha dos EPIs seja definido a partir de critérios técnicos, de acordo com os riscos apresentados pelos produtos envolvidos, tamanho do vazamento, locais atingidos e serviços a serem realizados, após a avaliação de campo por especialistas.

3.9.3 Os EPIs devem ser sempre utilizados por pessoas devidamente treinadas e familiarizadas com eles, uma vez que a escolha ou a utilização errada pode acarretar conseqüências indesejáveis.

3.9.4 A entrada em área onde exista risco de exposição a substâncias perigosas deve ser realizada sempre por, no mínimo, duas pessoas devidamente protegidas, tendo suas atividades acompanhadas permanentemente por uma equipe de retaguarda.

3.9.5 Em caso de dúvida quanto às características dos produtos envolvidos e aos riscos que oferecem, deve-se evitar adentrar as áreas consideradas perigosas. No entanto, se a gravidade da situação exigir a adoção de uma medida imediata, sempre se deverá optar pela proteção máxima, ou seja, proteção do crânio, roupas

herméticas (incluindo luvas e botas soldadas) e conjunto autônomo de respiração a ar comprimido.

3.9.6 O uso desse EPIs poderá levar o indivíduo a uma desidratação a qualquer momento. Nestas condições, é importante que o técnico consuma água antes, durante e depois do trabalho a ser executado. Após a realização das atividades, sempre que possível o técnico deverá consumir frutas, a fim de repor os sais minerais.

3.9.7 Todos os equipamentos de proteção individual devem ser higienizados após sua contaminação (Ver 3.10).

3.9.8 O interior das máscaras e roupas torna-se "sujo" devido à oleosidade do corpo e à transpiração. A higienização deverá obedecer sempre às recomendações dos fabricantes dos equipamentos.

3.10 Descontaminação

3.10.1 Os técnicos que atendem aos acidentes com produtos químicos podem contaminar-se de diversas maneiras:

- a) através do contato com vapores, gases, névoas ou material particulado;
- b) por respingos do produto;
- c) através do contato direto com peças de produto;
- d) através do contato com solo contaminado; e
- e) por ocasião da manipulação de instrumentos ou equipamentos contaminados.

3.10.2 Roupas de proteção e respiradores ajudam a prevenir a contaminação do usuário. Boas práticas de trabalho ajudam a reduzir a contaminação de roupas, instrumentos e equipamentos. No entanto, mesmo seguindo as regras de segurança, poderá ocorrer a contaminação.

3.10.3 Basicamente existem três procedimentos distintos de descontaminação, que podem ser realizados:

- a) para produtos com baixa toxicidade;
- b) para produtos com média toxicidade;
- c) para produtos com alta toxicidade.

3.10.4 O procedimento de descontaminação mais comum é aquele utilizado para produtos com baixa toxicidade e poderá ser realizado no retorno dos trabalhos de campo. Para os outros dois tipos a descontaminação deverá ser iniciada ainda no local da ocorrência, podendo, ou não, ser dada continuidade na volta da operação.

3.10.5 O procedimento de descontaminação para produtos com alta toxicidade pode requerer até a destruição total das roupas e equipamentos utilizados.

3.10.6 No processo de descontaminação, o mais importante são as minúcias, não a velocidade.

3.11 Procedimentos para a descontaminação de produtos com baixa toxicidade

3.11.1 No campo ou em local apropriado:

- a) lavar toda a roupa com uma solução fraca (1 a 2 %) de fosfato trissódico e enxaguar;
- b) lavar os cilindros, as máscaras e os acessórios dos equipamentos de proteção respiratória com uma solução fraca (1 a 2 %) de fosfato trissódico, tendo-se o cuidado de enxaguar, sem esfregar, ao redor das válvulas e voltar a enxaguar todas as partes do equipamento com água limpa;
- c) lavar as mãos e o rosto com água e sabão.

3.11.2 Se a descontaminação não puder ser realizada no campo, as roupas e equipamentos deverão ser transportados em invólucros plásticos para posterior descontaminação em local apropriado.

3.11.3 Substâncias químicas como exemplos mais comum de produtos para os quais é normalmente adequado este procedimento:

- 1) acetato de butila;
- 2) acetofenona;
- 3) acetona;
- 4) ácido adípico;
- 5) ácido cloroisocianúrico;
- 6) ácido oleico;
- 7) ácido oxálico;
- 8) álcool etílico;
- 9) álcool metílico;
- 10) amônia;
- 11) benzeno;
- 12) benzoato de butila;
- 13) butadieno;

-
- 14) ciclohexano;
 - 15) cloreto de amônio;
 - 16) cloreto de vinila;
 - 17) clorofórmio;
 - 18) cloropentano;
 - 19) dissulfeto de carbono;
 - 20) etanoglicol;
 - 21) etilenoglicol;
 - 22) etilmetilcetona;
 - 23) formaldeído;
 - 24) gasolina;
 - 25) glicerina;
 - 26) hexilacrilato de etila;
 - 27) metiletiléter;
 - 28) óleo diesel;
 - 29) óleo lubrificante;
 - 30) óleo pesado.

3.12 Procedimentos para a descontaminação de produtos com média toxicidade

3.12.1 No local da ocorrência:

- a) lavar com água as roupas de proteção e os equipamentos de respiração
- b) após a lavagem, remover as roupas e equipamentos e colocá-los em invólucros plásticos para o transporte;
- c) não fumar, não comer nem beber ou tocar o rosto.

3.12.2 Em local apropriado:

- a) lavar e esfregar todos os equipamentos protetores, tais como luvas, botas e roupas, além dos equipamentos de respiração, e enxaguá-los;
- b) mesmo as peças utilizadas sob as roupas de proteção devem ser removidas e lavadas;
- c) banhar-se esfregando todo o corpo com água e sabão, com especial cuidado nas áreas ao redor da boca, nas fossas nasais e sob as unhas;
- d) não fumar, não beber, não comer ou tocar o rosto e nem urinar antes do término das atividades prevista no item anterior.

3.12.3 Substâncias químicas como exemplos mais comuns de produtos para os quais é normalmente adequado este procedimento:

- 1) acetaldeído;
- 2) ácido clorídrico;
- 3) ácido perclórico;
- 4) acrilato de etila;
- 5) acroleína;
- 6) álcool alílico;
- 7) anilina;
- 8) brometo de metila;
- 9) bromo;
- 10) cianeto de mercúrio;
- 11) ciclohexanol;
- 12) ciclohexanona;
- 13) ciclopentano;
- 14) clorato de potássio;
- 15) cloreto de bromo;
- 16) cloreto de etila;
- 17) cloreto de metila;
- 18) cloro;
- 19) cloronitrobenzeno;
- 20) cumeno;
- 21) dicloreto de etileno;
- 22) diisopropilamina;
- 23) 1,4-dioxano;
- 24) etilamina;
- 25) etilenoimina;
- 26) fluor;
- 27) fluoreto de hidrogênio;
- 28) fosfina;
- 29) hidrossulfito de sódio;
- 30) hidróxido de sódio;
- 31) hidreto de lítio;
- 32) isopropilamina;
- 33) lítio;
- 34) metilamina;
- 35) melilnaftaleno;
- 36) metilparation;
- 37) nitrato de estrôncio;
- 38) nitrato de sódio;
- 39) nitrobenzeno;
- 40) nitrofenol;
- 41) nitroglicerina;
- 42) nitrometano;
- 43) oleum;
- 44) óxido de etileno;
- 45) paraldeído;
- 46) pentaclorofenol;
- 47) pentassulfeto de fósforo;
- 48) peróxido de hidrogênio;
- 49) piridina;
- 50) praguicidas (líquidos e sólidos);
- 51) sulfato de dietila;
- 52) sulfato de dimetila;

- 53) sulfeto de dimetila;
- 54) sulfeto de hidrogênio;
- 55) sulfeto de potássio;
- 56) tetracarbonila de níquel;
- 57) toluidina;
- 58) 1,1,2-tricloroetano;
- 59) trissulfato de arsênio;
- 60) viniléter;
- 61) xilidina;
- 62) zinco dietílico.

3.13 Procedimentos para a descontaminação de produtos com alta toxicidade

3.13.1 No local da ocorrência:

- a) lavar com água as roupas de proteção e os equipamentos de respiração;
- b) após a lavagem, remover as roupas e equipamentos e dispô-los em invólucros plásticos para o transporte;
- c) não fumar, não comer não beber ou tocar o rosto.

3.13.2 A equipe que faz a descontaminação deverá utilizar roupas de proteção, e equipamentos de respiração.

3.13.3 Equipamentos de medição, ferramentas e outros instrumentos que foram utilizados no atendimento deverão ser recolhidos em invólucros plásticos para posterior descontaminação.

3.13.4 Em local apropriado:

- a) lavar e esfregar todos os equipamentos protetores, tais como luvas, botas e roupas, além dos equipamentos de respiração e enxaguá-los;
- b) mesmo as peças utilizadas sob as roupas de proteção devem ser removidas e lavadas;
- c) banhar-se esfregando todo o corpo com água e sabão, com especial cuidado nas áreas ao redor da boca, nas fossas nasais e sob as unhas;
- d) não fumar, não beber, não comer ou tocar o rosto e nem urinar antes de haver completado as atividades previstas no item anterior;
- e) procurar atendimento médico, informando sobre o produto envolvido na ocorrência.

Nota: Ao chegar no local de trabalho, os invólucros plásticos contendo material contaminado devem ser colocados ao ar livre e em área isolada para impedir o contato de outras pessoas.

3.13.5 Substâncias químicas como exemplos mais comuns de produto para as quais é normalmente adequada a adoção destes procedimentos:

- 1) acrilonitrila;
- 2) adiponitrila;
- 3) aldrin;
- 4) alilamina;
- 5) arsina;
- 6) cianeto de hidrogênio;
- 7) cianogênio;
- 8) cloropicrina;
- 9) dibrometo de etileno;
- 10) 2,4-diisocianato de tolueno;
- 11) dioxina;
- 12) fósforo;
- 13) fosgênio;
- 14) metilidrazina;
- 15) nitrato de urânio;
- 16) pentaborano;
- 17) pentassulfeto de antimônio;
- 18) tetraetileno de chumbo;
- 19) tetrametileno de chumbo;
- 20) tetróxido de nitrogênio.

3.14 Recomendações

3.14.1 Nos casos em que haja necessidade de trocar um cilindro de ar durante a operação, devem ser seguidas as etapas abaixo:

- a) lavar o cilindro com água antes de removê-lo;
- b) colocá-lo em invólucro plástico para posterior descontaminação;
- c) o técnico encarregado de lavar e substituir o cilindro deve usar roupa de proteção, assim como equipamentos de proteção respiratória.

3.14.2 Sempre que possível, é preciso evitar a contaminação de equipamentos de medição e de coleta. Os equipamentos de medição normalmente não são contaminados, a menos que tenham recebido respingos dos produtos. Uma vez contaminados, torna-se muito difícil limpá-los sem provocar-lhe danos. Qualquer instrumento delicado, que não possa ser facilmente descontaminado, deve ser protegido durante o uso. Para tanto o equipamento pode ser envolvido num saco plástico com algumas aberturas para facilitar a realização da tarefa e sua ventilação.

3.14.3 Equipamentos de madeira são difíceis de se descontaminar, uma vez que esse material absorve produtos químicos. Eles deverão ser mantidos no local da ocorrência e manuseados por técnicos munidos de EPIs. Ao final do atendimento, esses materiais devem ser descartados.

3.14.4 Caminhões, pás-carregadeiras e outros equipamentos pesados, são de difícil descontaminação. O método normalmente utilizado consiste em lavar com água pressurizada ou esfregar as áreas acessíveis com uma solução de detergente e água sob pressão.

3.14.5 Especial cuidado deve ser dado aos pneus, esteiras e pás. As pessoas encarregadas da descontaminação devem estar adequadamente protegidas, pois o método pode gerar misturas e aerossóis contaminantes.

3.14.6 As soluções de lavagem e limpeza devem ser armazenadas, por exemplo, numa bacia grande ou numa pequena piscina. Posteriormente, deverão ser transferidas para tambores, que serão rotulados adequadamente e enviados para tratamento ou disposição final.

3.14.7 Os produtos que não se encontram na lista dos procedimentos apresentados anteriormente poderão ser classificados, quanto à sua toxicidade, através do seu valor de DL₅₀ - Dose Letal 50, que representa a dose capaz de matar 50% da espécie testada. A TABELA 1 apresenta as faixas de DL₅₀ oral para ratos, bem como a dose letal provável para o homem. Os produtos com DL₅₀ oral menor que 50 mg/kg podem ser considerados como de alta toxicidade; os produtos com DL₅₀ oral entre 50 mg/kg e 5 g/kg podem ser considerados como de média toxicidade; os produtos com DL₅₀ maior que 5 g/kg podem ser considerados como de baixa toxicidade.

TABELA 1 - Dose letal provável para o homem em função da DL50 oral para ratos

DL50 oral mg/kg	Dose letal provável para o homem
< 1	algumas gotas
1 - 50	um colher de chá
50 - 500	30 g ou 30 mL
500 - 5000	500 g ou 500 mL
5000 - 15000	1 kg ou 1 litro
> 15000	> 1 kg ou 1 litro

Fonte: Prof. Dr. Anthony Wong

3.15 Primeiros socorros

3.15.1 Em acidentes com substâncias químicas, nos quais as vítimas resultaram do contato direto com o produto, as primeiras pessoas a chegarem no local não devem precipitar-se em tentar resgatá-las sem antes ponderar as devidas implicações dessas ações; ou seja, o socorro deve ser realizado rapidamente, porém de maneira segura, conhecendo-se os riscos e utilizando-se os meios de proteção adequados.

3.15.2 Sempre se deve procurar o auxílio de especialistas (médicos) que tenham familiaridade com os efeitos dos produtos químicos sobre o organismo, de modo que seja dado um tratamento específico e correto para o caso. Contudo, caso possível, algumas ações básicas podem ser desencadeadas para minimizar as consequências dos riscos apresentados e reduzir o grau de contaminação e/ou intoxicação. Essas ações devem ser desencadeadas por técnicos devidamente protegidos, treinados para tal e são as seguintes:

- a) remover a vítima da área de risco ou contaminada;
- b) colocá-la em local ventilado e de costas para o vento, tomando sempre por base o ponto do vazamento;
- c) se houver inalação de gases ou vapores tóxicos, poderá ser ministrado oxigênio, desde que o socorrista esteja adequadamente treinado;
- d) remover roupas e sapatos contaminados;
- e) no caso de contato do produto com os olhos, eles deverão ser lavados com água corrente em abundância, durante, pelo menos, 15 minutos;

- f) quando houver contato do produto com a pele, esta poderá ser lavada utilizando-se grandes quantidades de água e sabão não cáustico.

3.15.3 Nem sempre se deve dar leite ou água à vítima. Provocar o vômito pode também não ser adequado. Para a adoção destas e outras medidas, especialistas ou fontes bibliográficas devem ser consultados.

4 AÇÕES DE COMBATE A DERRAMES EM CORPOS D'ÁGUA

4.1 Considerações gerais

4.1.1 A minimização dos impactos causados por derrames de produtos químicos em corpos d'água é, na maioria das vezes, bastante complexa. Em função do baixo grau de degradação desses produtos associado ao fato de a maioria dos produtos ser solúvel ou miscível na água, torna extremamente difícil a recuperação natural do ambiente afetado.

4.1.2 Os métodos tradicionais de tratamento de água, como, por exemplo, a adsorção por carvão ativado, a neutralização com ácidos e bases ou precipitação, provaram ser bastante eficientes em processos industriais e aplicações em laboratórios, onde são largamente utilizados. Porém, quando algum produto químico atinge um corpo d'água, o emprego desses métodos é muito limitado devido a fatores adversos encontrados nessas situações.

4.1.3 Apesar de haver atualmente pouca tecnologia disponível para a remoção de produtos químicos da água, existem ações que podem ser tomadas objetivando minimizar os danos que a natureza e/ou a comunidade possam sofrer quando ocorrerem situações semelhantes.

4.1.4 Independentemente das características individuais dos produtos químicos, existem outras que possibilitam o seu agrupamento em relação às medidas operacionais em caso de vazamento. Essas características podem determinar certas ações a serem desencadeadas, dependendo do local atingido pelo produto.

4.2 Substâncias miscíveis ou solúveis em água

4.2.1 No caso de substâncias solúveis ou miscíveis atingirem corpos d'água parados, como, por exemplo, lagos e lagoas, as ações básicas poderão ser a drenagem do corpo d'água ou o monitoramento através de análises a serem definidas de acordo com o produto, ou ainda, a sua neutralização, desde que este último procedimento não cause maiores danos à fauna e a flora.

4.2.2 Tratando-se de corpos d'água corrente, a única alternativa é o monitoramento através de análises da água que dependerão das classes e do seus usos. Dependendo do tipo de utilização do corpo d'água atingido, serão necessárias outras medidas. Assim, uma estação de captação de água para consumo humano deve ser imediatamente informada do ocorrido, simultaneamente com outras ações a serem desencadeadas.

4.3 Substâncias insolúveis ou imiscíveis em água e com densidade menor que 1

4.3.1 Quando o vazamento de uma substância imiscível ou insolúvel, com densidade menor que 1, atingir um corpo d'água parado, as ações alternativas são a remoção do produto, a neutralização, e ainda, caso o produto seja biodegradável, avaliação do quadro para acompanhar a sua biodegradação, a fim de preservar-se ao máximo a vida do ecossistema. Caso a opção seja pela última alternativa, deve-se fazer o acompanhamento através de análises do corpo d'água atingido.

4.3.2 Se um corpo d'água corrente for atingido por um produto líquido, insolúvel em água e com densidade menor que 1, deve-se avaliar, num primeiro momento, as condições existentes para possível contenção do produto, a fim de que o mesmo seja posteriormente removido. Para tanto, é de suma importância que o local onde o produto será contido tenha condições de acesso a equipamentos de remoção, pois, caso contrário, dessa operação poderá não surtir o efeito desejado.

4.3.3 Tratando-se de produto não miscível em água, a operação de remoção não tem eficácia para a remoção total do produto, deixando sempre quantidades às vezes imperceptíveis num monitoramento visual, fato este que, dependendo do produto, pode levar à necessidade de se monitorar o corpo d'água através de análises físico-químicas.

4.4 Substâncias insolúveis ou imiscíveis em água com densidade maior que 1

4.4.1 Quando uma substância insolúvel, com densidade maior que 1, atingir um corpo d'água parado, a primeira variável a ser ponderada é a biodegradação do produto, pois, caso seja de difícil degradação, isto é, persistente no meio ambiente, as ações a serem consideradas devem objetivar sua remoção a fim de minimizar as conseqüências de uma possível contaminação do solo e lençol freático.

4.4.2 Se um produto com estas mesmas características atingir um corpo d'água corrente, a única ação a ser desencadeada é o monitoramento das águas através de análises, uma vez que a contenção e remoção do produto tornam-se impraticáveis.

5 AÇÕES DE COMBATE A VAZAMENTOS

5.1 Classes de risco dos produtos químicos

5.1.1 Incidentes com produtos químicos requerem sempre cuidados e medidas específicas a serem desencadeadas para o controle em diferentes situações que podem ocorrer; e a intervenção de pessoas devidamente capacitadas e equipadas é fundamental para o sucesso das operações de controle.

5.1.2 Outro fator de suma importância é o conhecimento dos riscos e das características específicas dos produtos envolvidos, razão pela qual a ONU, Organização das Nações Unidas, agrupou os produtos em nove classes distintas, a saber:

- a) Classe 1 - Explosivos;
- b) Classe 2 - Gases;
- c) Classe 3 - Líquidos inflamáveis;
- d) Classe 4 - Sólidos inflamáveis;
- e) Classe 5 - Oxidantes e peróxidos orgânicos;
- f) Classe 6 - Tóxicos;
- g) Classe 7 - Radioativos;
- h) Classe 8 - Corrosivos;
- i) Classe 9 - Diversos.

5.2 Classe 1 - Explosivos

5.2.1 São substâncias submetidas a transformações químicas extremamente rápidas e que produzem grandes quantidades de gases e calor. Devido ao calor, os gases liberados, como, por exemplo, nitrogênio, oxigênio, monóxido de carbono, dióxido de carbono e vapor d'água, expandem-se a altíssimas velocidades provocando o deslocamento do ar circunvizinho, gerando um aumento de pressão acima da pressão atmosférica normal (sobrepessão). A sobrepressão gerada a partir de uma explosão pode atingir valores elevados, provocando danos destrutivos a edificações e pessoas.

5.2.2 Muitas das substâncias pertencentes a esta classe são sensíveis ao calor, ao choque e à fricção, como, por exemplo, azida de chumbo e fulminato de mercúrio. Já outros produtos desta mesma classe necessitam de um intensificador para explodirem.

5.2.3 Por ser a explosão um fenômeno extraordinariamente rápido e incontrollável, as medidas a serem desencadeadas durante o

atendimento de acidentes onde se encontram explosivos devem ser de caráter preventivo. Tais medidas incluem o controle dos fatores que podem gerar um aumento de temperatura (calor), provocar choque e fricção.

5.2.4 Em caso de incêndio, além do risco iminente de explosão, pode-se ter emanção de gases tóxicos e/ou venenosos. Nestes casos, a proteção respiratória adequada é o equipamento autônomo de respiração a ar comprimido, além de roupas especiais.

5.2.5 Nos incêndios envolvendo substâncias explosivas, estes equipamentos oferecem proteção limitada devido à natureza do produto, ou seja, são eficientes apenas para a proteção contra gases gerados pelo incêndio, e não para os efeitos decorrentes de uma eventual explosão.

5.2.6 Nos casos em que uma explosão já tenha ocorrido, apenas parte da carga pode ter sido consumida pela explosão; assim pode existir nas imediações do local produtos ainda intactos, razão pela qual a operação de remoção dos explosivos deve ser realizada sempre manualmente e com todo o cuidado requerido pelas ações de combate.

5.3 Classe 2 - Gases

5.3.1 Gases em geral

5.3.1.1 Em caso de vazamento, os gases tendem a ocupar todo o ambiente, mesmo quando possuem densidade diferente da do ar. Além do risco inerente ao seu estado físico, os gases podem apresentar riscos adicionais, como, por exemplo, inflamabilidade, toxicidade, poder de oxidação e corrosividade, entre outros.

5.3.1.2 Alguns gases, como, por exemplo, o cloro, apresentam odor e cor característicos, enquanto que outros, como é o caso do monóxido de carbono, não apresentam odor ou coloração, o que pode dificultar sua identificação na atmosfera, bem como as ações de controle quando ocorre um vazamento.

5.3.1.3 Durante a mudança do estado líquido para o gasoso, ocorre uma alta expansão do produto, gerando volumes gasosos muito maiores que o volume ocupado pelo líquido. O cloro, por exemplo, tem uma taxa de expansão de 457 vezes, ou seja, um volume de cloro líquido gera 457 volumes de cloro gasoso.

5.3.1.4 Com a finalidade de reduzir a taxa de evaporação do produto, poderá ser aplicada uma camada de espuma sobre a poça formada, desde que o material da espuma seja compatível com o

produto vazado.

5.3.1.5 Nos vazamentos de produtos liquefeitos, deverá ser dada preferência ao controle do vazamento na fase gasosa ao invés do vazamento na fase líquida. Essa operação fará com que o vazamento ocorra sempre na parte superior do recipiente que contém o produto.

5.3.1.6 Uma propriedade físico-química relevante a ser considerada no atendimento de vazamentos dos gases é a densidade do produto em relação à densidade do ar. Gases mais densos que o ar tendem a se acumular ao nível do solo e, conseqüentemente, terão sua dispersão dificultada quando comparada à dos gases com densidade próxima ou inferior à do ar.

5.3.1.7 Outro fator que dificulta a dispersão dos gases é a presença de grandes obstáculos, como, por exemplo, as edificações das áreas urbanas.

5.3.1.8 Alguns gases considerados biologicamente inertes, ou seja, que não são metabolizados pelo organismo humano, sob certas condições podem representar riscos ao homem. Todos os gases, exceto o oxigênio, são asfixiantes. Grandes vazamentos mesmo de gases inertes, reduzem o teor de oxigênio dos ambientes fechados, causando danos que podem culminar com a morte das pessoas expostas.

5.3.1.9 Assim, em ambientes confinados, deve-se monitorar constantemente a concentração de oxigênio. Nas situações em que a concentração de oxigênio esteja abaixo de 19,5 % em volume, serão adotadas medidas para restabelecer o nível normal de oxigênio, ou seja, em torno de 21 % em volume. Essas medidas consistem basicamente em ventilação, natural ou forçada, do ambiente em questão.

5.3.1.10 Em função das características apresentadas pelo ambiente envolvido, a proteção respiratória utilizada será feita obrigatoriamente através dos equipamentos de respiração autônoma. Nessas situações, é de fundamental importância o monitoramento freqüente do nível de oxigênio e dos possíveis gases presentes na atmosfera.

5.3.1.11 Especial atenção deve ser dada quando o gás é inflamável, principalmente se estiver confinado. Em tal situação, constituem ações prioritárias as medições constantes dos índices de explosividade no ambiente, feitas através da utilização de equipamentos intrínsecamente seguros e a eliminação das possíveis fontes de ignição,

5.3.1.12 De acordo com as características do produto, e em função do cenário da ocorrência, pode ser necessária a aplicação de neblina d'água para abater os gases ou vapores emanados do produto. A operação de abatimento dos gases será tanto mais eficiente quanto maior for a solubilidade do produto em água, como é o caso da amônia e do ácido clorídrico.

5.3.1.13 A água utilizada no abatimento dos gases deve ser contida e posteriormente recolhida para não causar poluição dos recursos hídricos existentes na região da ocorrência.

5.3.1.14 Já para os produtos com baixa solubilidade em água, o abatimento através de neblina d'água também pode ser utilizado, porque neste caso, ela atua como um bloqueio físico no deslocamento da nuvem.

5.3.1.15 A neblina d'água deve ser aplicada somente sobre a nuvem e não sobre as eventuais poças formadas pelo gás liquefeito, uma vez que a adição de água sobre as poças provocará intensa evaporação do produto, gerando um aumento dos vapores na atmosfera.

5.3.1.16 Após o vazamento de um gás liquefeito, a fase líquida do produto estará a uma temperatura próxima da temperatura de ebulição do produto, ou seja, tem um valor baixo mas o suficiente para provocar queimaduras, em caso de contato com a pele.

5.3.1.17 Nos acidentes com produtos gasosos, existe a possibilidade de ocorrência de incêndios ou de explosões.

5.3.1.18 Mesmo os recipientes contendo gases não inflamáveis podem explodir em caso de incêndio. A radiação térmica proveniente das chamas é, muitas vezes, suficientemente alta para provocar um aumento da pressão interna do recipiente, podendo causar sua ruptura catastrófica e, conseqüentemente, seu lançamento a longas distâncias, causando danos às pessoas, às estruturas e aos equipamentos próximos.

5.3.1.19 Em muitos casos, após uma análise da situação de emergência, conclui-se que o fogo não pode ser extinto principalmente se não houver a possibilidade de eliminar a fonte do vazamento. A alternativa mais segura é apenas controlar o fogo impedindo sua propagação.

5.3.1.20 Certas ocorrências com produtos gasosos de elevada toxicidade ou inflamabilidade exigem que seja afetuada a evacuação da população próxima do local do acidente. A

necessidade de evacuação da população dependerá de algumas variáveis, que levam em conta, por exemplo:

- a) o risco apresentado pelo produto;
- b) a quantidade do produto vazado;
- c) as suas características físico-químicas (densidade, taxa de expansão, etc.);
- d) as condições meteorológicas na região;
- e) a topografia do local;
- f) a proximidade de áreas habitadas.

5.3.2 Gases criogênicos

5.3.2.1 Os gases deste tipo, para serem liquefeitos, devem ser refrigerados a temperaturas inferiores a -150°C . A TABELA 2 fornece exemplos de gases criogênicos e suas respectivas temperaturas de ebulição.

TABELA 2 - Exemplos de gases criogênicos

Substância	Temperatura de ebulição
Hidrogênio	$-253,0^{\circ}\text{C}$
Oxigênio	$-183,0^{\circ}\text{C}$
Metano	$-161,5^{\circ}\text{C}$

5.3.2.2 Devido à sua natureza "fria", os gases criogênicos apresentam três riscos principais:

- a) alta taxa de expansão na evaporação:
 - Exemplo: o metano liquefeito expande aproximadamente 630 vezes o seu volume inicial, ou seja, o seu volume no estado líquido;
- b) capacidade de condensar ou solidificar outros gases:
 - Num vazamento de gás criogênico, a possibilidade de solidificação da umidade presente na atmosfera é bastante elevada quando comparada com os demais gases. Essa solidificação geralmente ocorre nas proximidades do local do vazamento. Quando, por exemplo, tal fato ocorre próximo de válvulas, poderá

haver dificuldade na realização de manobras com esses equipamentos;

c) potencial de danos aos tecidos vivos:

- Queimaduras podem ser provocadas quando ocorre contato do produto com a pele. Tais queimaduras são conhecidas como "enregelamento".

Notas: 1. Os assuntos abordados neste capítulo levaram em consideração apenas os riscos inerentes ao estado físico da matéria, ou seja, não foram considerados de maneira detalhada os riscos intrínsecos dos produtos, como, por exemplo, a inflamabilidade, a toxicidade ou a corrosividade.

2. As ações específicas a serem desencadeadas de acordo com o risco apresentado pelo produto, estão descritas nos respectivos capítulos.

5.4 Classe 3 - Líquidos inflamáveis

5.4.1 As substâncias pertencentes a esta classe são de origem orgânica, como, por exemplo, hidrocarbonetos, álcoois, aldeídos e cetonas, entre outros.

5.4.2 Para uma resposta mais segura às ocorrências com líquidos inflamáveis, faz-se necessário o pleno conhecimento de algumas de suas propriedades físico-químicas, antes da adoção de quaisquer ações. Essas propriedades e suas aplicações estão descritas em seguida:

a) Ponto de fulgor

O conceito de ponto de fulgor está diretamente associado à temperatura ambiente. Considerando-se uma temperatura ambiente de 25°C e ocorrendo um vazamento de um produto com ponto de fulgor de 15°C, o produto estará liberando vapores inflamáveis, bastando uma fonte de ignição para que ocorra um incêndio ou uma explosão. Se o ponto de fulgor do produto for de 30°C, este não estará liberando vapores inflamáveis.

b) Limites de inflamabilidade

Para que um gás, ou vapor inflamável, se queime é necessário que exista, além da fonte de ignição, uma mistura "ideal" do ar atmosférico (oxigênio) com esse gás combustível. A quantidade de oxigênio no ar é praticamente constante, ou seja, em torno de 21 % em volume. Já a quantidade de gás combustível varia para cada produto e está dimensionada através de duas constantes: o Limite Inferior de Explosividade (LIE) e o Limite Superior de Explosividade (LSE).

5.4.3 Os valores do LIE e do LSE são geralmente fornecidos em percentagens de volume tomadas a aproximadamente 20°C e 1 atm. Para qualquer gás, 1% em volume representa 10 000 ppm (partes por milhão). Pode-se, então, concluir que os gases ou vapores combustíveis só se queimam quando sua percentagem em volume está entre os limites (inferior e superior) de explosividade, que é a mistura "ideal" para a combustão. Esquemmatizando, tem-se:

0 %	LIE	LSE	100%
Concentração (% em volume)	Mistura pobre não ocorre combustão	Mistura ideal pode ocorrer combustão	Mistura rica não ocorre combustão

5.4.4 Os valores de LIE e LSE variam de produto para produto. Alguns exemplos podem ser observados na TABELA 3.

TABELA 3 - Limite de explosividade de alguns produtos

Produto	LIE	LSE
Acetileno	2,5 %	80 %
Benzeno	1,3 %	79 %
Etanol	3,3 %	19 %

5.4.5 Existem atualmente aparelhos capazes de medir a percentagem em volume no ar de um gás combustível ou vapor combustível. Estes instrumentos são conhecidos como explosímetros. Os explosímetros são equipamentos compostos fundamentalmente de sensores, resistores e circuitos transistorizados e se baseiam na ponte de Wheatstone.

5.4.6 Quando a mistura do gás combustível com o ar penetra no sensor do aparelho, ela entra em contato com um resistor aquecido provocando sua imediata combustão. O calor gerado nesta queima modifica o valor do resistor, desequilibrando a ponte de Wheatstone. Um circuito eletrônico causa uma deflexão no ponteiro de medição, proporcional ao calor gerado pela queima.

5.4.7 Esses equipamentos são blindados e, portanto, à prova de explosões, o que vale dizer que, tanto a combustão que ocorre em seu interior, quanto qualquer eventual curto-circuito em suas partes eletrônicas não provocam explosões, mesmo

que o LIE do gás esteja ultrapassado.

5.4.8 Nas operações de emergência que exijam a utilização de explosímetro, é importante que o operador tome algumas precauções básicas quanto ao seu uso adequado, tais como:

- a) calibrar o aparelho sempre em área não contaminada pelo gás;
- b) realizar medições freqüentes em diversos pontos da região atingida, levando em conta as propriedades do gás e alguns fatores, como, por exemplo, localização e a direção do vento, entre outros;
- c) em locais onde existam grandes quantidades de gás combustível, é conveniente que o instrumento seja calibrado após cada medição, evitando-se assim sua saturação, o que nem sempre é percebido pelo operador.

5.4.9 Além do ponto de fulgor e do limite de inflamabilidade, outro fator relevante a ser considerado é a presença de possíveis fontes de ignição. É muito freqüente nas situações emergenciais estarem presentes, diversos tipos de fonte de ignição que podem provocar fogo em substâncias inflamáveis. Entre elas merecem destaque:

- a) chamas vivas;
- b) superfícies quentes;
- c) automóveis;
- d) cigarros;
- e) faíscas por atrito;
- f) eletricidade estática.

Nota: Especial atenção deve ser dada à eletricidade estática, uma vez que esta é uma fonte de ignição de difícil percepção. Trata-se, na realidade, do acúmulo de cargas eletrostáticas que, por exemplo, um caminhão-tanque adquire durante o transporte.

5.4.10 Se, por algum motivo, o produto inflamável que esteja sendo transportado, líquido ou gás, tiver que ser transferido para outro veículo ou recipiente, será necessário que ambos sejam aterrados e conectados entre si, de modo a evitar a ocorrência de uma diferença de potencial, que poderá gerar uma faísca elétrica criando-se assim uma situação de alto potencial de risco.

5.4.11 A exemplo dos aparelhos de medição, todos os demais, como lanternas e bomba, etc., devem ser intrinsecamente seguros.

5.4.12 Por questões de segurança, muitas vezes não é recomendável a contenção de um produto inflamável próximo do local do vazamento; dessa maneira, evitam-se concentrações altas de vapores em locais com grande movimentação de pessoas ou equipamentos.

5.5 Classe 4 - Sólidos inflamáveis

5.5.1 Generalidades

5.5.1.1 Esta classe abrange todas as substâncias sólidas que podem inflamar-se na presença de uma fonte de ignição, em contato com o ar ou com a água, e que não estão classificadas como explosivos.

5.5.1.2 De acordo com o estado físico dos produtos dessa classe, a área atingida em decorrência de um acidente é, normalmente, bastante restrita, uma vez que sua mobilidade no meio é muito pequena quando comparada à dos gases ou líquidos, facilitando assim as operações a serem desencadeadas no controle de uma emergência.

5.5.1.3 Em função da variedade de características dos produtos dessa classe, estão agrupados em três subclasses distintas, a saber:

- a) sólidos inflamáveis;
- b) combustão espontânea;
- c) perigoso quando molhado.

5.5.2 Subclasse 4.1 - Sólidos inflamáveis

5.5.2.1 Os produtos desta subclasse se caracterizam pelo fato de poderem inflamar-se quando expostos ao calor, choque ou atrito, além de chamas vivas.

5.5.2.2 A facilidade de combustão será tanto maior quanto mais finamente dividido estiver o material.

5.5.2.3 Os conceitos de ponto de fulgor e limites de inflamabilidade apresentados em 5.4.2 também são aplicáveis aos produtos desta categoria.

5.5.2.4 Como exemplos desses produtos, podem ser citados: o nitrato de uréia e o enxofre.

5.5.3 Subclasse 4.2 - Combustão espontânea

5.5.3.1 Nesta subclasse estão agrupados os produtos cuja peculiaridade é inflamar-se em contato com o ar, mesmo sem a presença de uma fonte de ignição. Devido a esta característica, esses produtos são transportados, na sua maioria, em recipientes com atmosferas inertes, ou imersos em querosene ou água.

5.5.3.2 Na ocasião da ocorrência de um acidente envolvendo estes produtos, a perda da fase líquida poderá propiciar o seu contato com o ar, motivo pelo qual a estanqueidade do vazamento deverá ser providenciada imediatamente.

5.5.3.3 Outra ação a ser desencadeada em caso de acidente é o lançamento de água sobre o produto, de forma a mantê-lo constantemente úmido, desde que seja compatível com água, evitando assim sua ignição espontânea.

5.5.3.4 O fósforo, branco ou amarelo e o sulfeto de sódio são exemplos de produtos que se ignizam espontaneamente quando em contato com o ar.

5.5.4 Subclasse 4.3 - Perigoso quando molhado

5.5.4.1 As substâncias pertencentes a esta classe, por interação com a água, podem tornar-se espontaneamente inflamáveis ou produzir gases inflamáveis em quantidades perigosas. O sódio metálico, por exemplo, reage de maneira vigorosa quando em contato com a água, liberando o gás hidrogênio que é altamente inflamável. Outro exemplo é o carbureto de cálcio, que, por interação com a água, libera acetileno.

5.5.4.2 De uma maneira geral, os produtos desta classe, e principalmente os das subclasses 4.2 e 4.3, liberam gases tóxicos ou irritantes quando entram em combustão.

5.5.4.3 Pelo exposto, e associado à natureza dos eventos, as ações preventivas são de suma importância, pois, quando as reações decorrentes destes produtos se iniciam, ocorrem de maneira rápida e praticamente são incontroláveis.

5.6 Classe 5 - Oxidantes e peróxidos orgânicos

5.6.1 Oxidantes são materiais que liberam oxigênio rapidamente para sustentar a combustão dos materiais orgânicos. Outra definição semelhante afirma que os oxidantes são materiais que geram oxigênio à temperatura ambiente ou quando levemente aquecidos. Assim, pode-se verificar que ambas as definições esclarecem que o oxigênio é sempre liberado por agentes oxidantes.

5.6.2 Devido à facilidade de liberação do oxigênio, estas substâncias são relativamente instáveis e reagem quimicamente com uma grande variedade de produtos.

5.6.3 Apesar da grande maioria das substâncias oxidantes não ser inflamável, o simples contato delas com produtos combustíveis pode gerar um incêndio, mesmo sem a presença de fonte de ignição.

5.6.4 Outro aspecto a considerar é a grande reatividade dos oxidantes com compostos orgânicos. Geralmente essas reações são vigorosas, ocorrendo grandes liberações de calor, podendo acarretar fogo ou explosão. Mesmo pequenos traços de um oxidante podem causar a ignição de alguns materiais, tais como o enxofre, a terebintina, o carvão vegetal, etc.

5.6.5 Quando houver necessidade de conter ou absorver produtos oxidantes, deverá ser considerado que a maioria deles poderá reagir com matéria orgânica, e que, portanto, nas ações de contenção/absorção, não poderá ser utilizada terra, ou serragem ou mesmo qualquer outro material incompatível. Nestes casos, recomenda-se a utilização de materiais inertes e umedecidos, como, por exemplo, a areia.

5.6.6 Muitos dos produtos desta classe necessitam de equipamentos cativos para as operações de transbordo. Isto se deve à alta instabilidade química de certas substâncias desse grupo, como, por exemplo, o peróxido de hidrogênio (água oxigenada).

5.6.7 Um dos métodos mais utilizados e eficientes para a redução dos riscos oferecidos pelos oxidantes é a diluição em água, desde que o produto seja compatível com ela. A diluição tem por objetivo reduzir o poder oxidante e sua instabilidade. Porém, devido à solubilidade de alguns desses produtos, a água de diluição deve ser armazenada de modo a evitar poluição.

5.6.8 A classe 5 está dividida nas subclasses 5.1 - Oxidantes e 5.2 - Peróxidos orgânicos. Os peróxidos orgânicos são agentes de

alto poder oxidante, sendo que, na maioria são irritantes para os olhos, pele, mucosas e garganta. No entanto, as informações já descritas são válidas, tanto para os oxidantes, como para os peróxidos orgânicos.

5.7 Classe 6 - Tóxicos

5.7.1 São substâncias capazes de provocar a morte ou danos à saúde humana, se ingeridas, inaladas ou em contato com a pele, mesmo em pequenas quantidades.

5.7.2 A inalação é a via mais rápida e comum de contato desses produtos químicos com o organismo humano.

5.7.3 Apesar de a pele e a gordura agirem como uma barreira protetora do corpo, algumas substâncias, como o ácido cianídrico, o mercúrio e certos defensivos agrícolas, têm a capacidade de penetrar através delas e atingirem a corrente sanguínea, atuando como agente tóxico generalizado.

5.7.4 Quanto à ingestão, esta é considerada uma via secundária de ingresso, uma vez que tal fato somente ocorre de forma acidental.

5.7.5 Os efeitos gerados a partir do contato com substâncias tóxicas estão relacionados com o seu grau de toxicidade e o tempo de exposição ou dose.

5.7.6 Em função do alto risco apresentado pelos produtos desta classe, durante as operações de atendimento a emergência é necessária a utilização de equipamentos de proteção respiratória. Dentre esses equipamentos, pode-se citar as máscaras faciais com filtros químicos e os conjuntos autônomos de respiração a ar comprimido.

5.7.7 Deve-se sempre ter em mente que os filtros químicos apenas retêm os poluentes atmosféricos, não fornecendo oxigênio e, dependendo das concentrações, podem saturar-se rapidamente.

5.7.8 Quanto à escolha do filtro adequado, é indispensável que o produto presente na atmosfera seja previamente identificado. Já os conjuntos autônomos de respiração a ar comprimido devem ser utilizados em ambientes confinados, em situações onde o produto envolvido não está identificado ou em atmosferas com altas concentrações de poluentes.

5.7.9 Comumente, associa-se a existência de um produto num ambiente com a presença de um odor; no entanto, como já foi mencionado anteriormente, nem sempre isso ocorre. Algumas substâncias são inodoras, enquanto outras, têm a capacidade de inibir o sentido olfativo, podendo conduzir o indivíduo a situações de risco. O gás sulfídrico, por exemplo, apresenta um odor característico em baixas concentrações; porém, em altas concentrações, pode inibir a capacidade olfativa. Assim sendo, é fundamental que, nas operações de emergência onde produtos desta natureza estejam presentes, seja realizado constante monitoramento da concentração dos produtos na atmosfera.

5.7.10 Os resultados obtidos nesse monitoramento poderão ser comparados com valores de referência conhecidos, como por exemplo, o LT - Limite de Tolerância, que é o limite de concentração à qual um trabalhador pode ficar exposto durante oito horas diárias, ou quarenta e oito horas semanais, sem sofrer efeitos adversos à sua saúde; e também, o IDLH, que é o valor imediatamente perigoso à vida, e a saúde ao qual uma pessoa pode ficar exposta durante trinta minutos sem sofrer danos a sua saúde.

5.7.11 Dado o alto grau de toxicidade dos produtos da Classe 6, faz-se necessário lembrar que a operação de contenção é de fundamental importância, já que normalmente são também muito tóxicos para a vida aquática, representando alto potencial de risco para a contaminação dos corpos d'água. Deve-se portanto, ser dada atenção especial aquelas águas utilizadas em recreação, irrigação, dessedentação de animais e abastecimento público.

5.8 Classe 7 - Substâncias radioativas

5.8.1 Radiação ionizante

5.8.1.1 As radiações ionizantes são emitidas por materiais artificialmente ou naturalmente radioativos, ou, então, por máquinas que só emitem essas radiações quando em operações específicas com esse objetivo. É o caso dos aparelhos de raio X, aceleradores de elétrons ou de outras partículas e também dos reatores nucleares.

5.8.1.2 No espectro das ondas eletromagnéticas, acima da radiação ultravioleta no sentido do aumento da energia, aparece a faixa dos raios X parcialmente sobreposta com a faixa dos raios gama, que vem a seguir. Convencionou-se chamar as ondas dessas duas últimas faixas de radiações ionizantes.

5.8.1.3 As radiações ionizantes abrangem também as radiações alfa e beta, que não são ondas eletromagnéticas mas sim, partículas carregadas eletricamente e emitidas por núcleos de alguns

radioisótopos com determinada energia. Por espaço percorrido, geralmente estas partículas ionizam muito mais do que as ondas eletromagnéticas acima referidas.

5.8.1.4 Os materiais radioativos são substâncias que contêm um ou mais radioisótopos (radioelementos ou radionuclídeos) que emitem radiações alfa, beta e gama ou uma mistura delas.

5.8.2 Tipos de desintegração radioativa e raios X

5.8.2.1 Os materiais radioativos sofrem diversos tipos de desintegração. Entre elas, as principais são as radiações alfa, beta e gama.

5.8.2.2 A radiação alfa, na realidade, é a emissão de uma partícula composta de dois prótons e dois nêutrons exatamente como o núcleo do elemento hélio. Possui, portanto, duas cargas elétricas positivas elementares e uma partícula relativamente pesada, possuindo 7 300 vezes a massa do elétron; tem, então um alto poder de interação com a matéria e, devido a esse fato, possui pouco poder de penetração.

5.8.2.3 A espessura de uma folha de papel é suficiente para absorver grande parte dessas partículas; no ar, raramente penetram mais que 6 a 8 cm. Entretanto, devido às características já referidas, a partícula alfa, quando em percurso no ar, produz intensa ionização.

5.8.2.4 A radiação beta é a emissão de uma partícula constituída de um elétron, tendo, portanto, uma carga elétrica negativa elementar (definida como $4,8 \times 10^{-10}$ esu) e uma massa muito inferior à da partícula alfa. O seu poder de penetração é bastante superior ao da radiação alfa e o seu poder de ionização é bem inferior, podendo chegar a penetrar vários metros no ar, dependendo da sua energia.

5.8.2.5 A radiação gama já é bem diferente, pois trata-se da emissão de uma onda eletromagnética, da mesma forma que os raios X. Os raios gama são mais energéticos que os raios X, embora no espectro das radiações eletromagnéticas exista uma faixa de sobreposição, onde poderão existir tanto os raios gama como os raios X. A diferença entre os dois reside apenas em sua origem. A radiação X tem origem atômica, enquanto a radiação gama tem origem nuclear. A radiação gama, por ser uma onda eletromagnética, não possuindo carga elétrica e nem massa, possui um elevado poder de penetração na matéria, tendo seu poder de ionização indireto e bem inferior ao da radiação beta.

5.8.3 Características dos radioisótopos

5.8.3.1 Uma das características dos radioisótopos é o seu ritmo de desintegração. Esse ritmo é diferente para cada radioisótopo. Define-se como "meia vida" de um radioisótopo o tempo para que a sua atividade seja reduzida à metade. Conforme o radioisótopo, a meia vida pode variar desde frações de segundo até milhões de anos.

5.8.3.2 Outra característica de um radioisótopo é a sua atividade, ou seja, o número de desintegração por unidade de tempo. Um becquerel é igual a uma desintegração por segundo. A unidade usada anteriormente era o Curie, que representava a atividade equivalente a desintegração de um grama de rádio, ou seja $3,7 \times 10^{10}$ desintegrações por segundo, ou ainda, $3,7 \times 10^{10}$ becquerels.

5.8.3.3 A energia de desintegração das radiações alfa, beta ou gama é uma característica bastante importante para se avaliar os seus efeitos na matéria e em materiais biológicos. Assim, por exemplo, se houver duas amostras de radioisótopos emissores gama com a mesma atividade, porém uma delas com baixa energia de desintegração e outra com alta energia, esta última irá causar efeitos bastante mais pronunciados nos materiais afetados.

5.8.3.4 Alguns parâmetros ligados aos efeitos das radiações ionizantes são:

- a) roentgen - unidade de exposição a uma radiação ionizante. Definida como a quantidade de raios gama ou X requerida para produzir íons carregando uma unidade de carga eletrostática em um cm^3 de ar₄ seco na condição padrão. $1 \text{ R} = 2,58 \times 10^{-4} \text{ C/kg}$.
- b) rad - unidade especial de dose absorvida de radiação ionizante. 1 rad é igual a absorção de 100 ergs de energia de radiação por grama de matéria. Atualmente usa-se a unidade gray (Gy), sendo que $1 \text{ Gy} = 100 \text{ rad}$.
- c) rem - unidade de dose absorvida de radiação ionizante em material biológico ou unidade especial de dose equivalente. É o produto de dose absorvida (rad), fator de qualidade, fator de distribuição de dose absorvida e outros fatores modificadores para evidenciar os efeitos biológicos de uma determinada dose absorvida.

Nota: Atualmente, usa-se o sievert (Sv) como unidade de equivalente de dose, sendo $1 \text{ Sv} = 100 \text{ rem}$. As taxas de exposição ou taxas de dose são as respectivas unidades por unidade de tempo, por exemplo: mR/h, miliroentgens por hora (unidade antiga, mas encontrada ainda na literatura), ou mSv/h, milisievert por hora.

5.8.4 Fatores de proteção contra as radiações

5.8.4.1 A proteção para o convívio e trabalho com as radiações ionizantes baseia-se em três fatores principais: tempo, distância e blindagem. Um serviço a ser feito diante de uma fonte emitindo radiação ionizante, quanto mais rápido for executado menor será o tempo de exposição e, conseqüentemente, a dose absorvida pela pessoa.

5.8.4.2 A dose absorvida será diretamente proporcional ao tempo de exposição. No caso da distância, a proporcionalidade não será direta, e sim, inversamente proporcional ao quadrado da distância. Assim, se a um metro de uma fonte, a taxa de exposição for $1\ 000 \text{ mR/h}$, e o aparelho for afastado para dois metros da fonte, tem-se $1/2^2 = 1/4 = 250 \text{ mR/h}$.

5.8.4.3 Utilizando esses três fatores, é possível realizar-se o planejamento de operações com materiais radioativos, com o objetivo do aproveitamento seguro nos diversos campos de aplicação. Vê-se claramente a vantagem de trabalhar a distâncias maiores da fonte usando pinças e outras ferramentas de controle remoto.

5.8.4.4 As radiações ionizantes são absorvidas pelos materiais. Quanto mais denso o material absorvedor, interposto entre a fonte radioativa e o local considerado, maior será a absorção e, portanto, menor a exposição. Assim, o urânio exaurido (densidade 19,0) é melhor do que o chumbo (densidade 11,3), que é melhor do que o ferro (densidade 7,8), que é melhor do que o concreto (densidade 2,3), que é melhor do que a água (densidade 1,0), que é melhor do que a madeira (densidade 0,4 a 0,7).

5.8.5 Aparelhos de detecção

5.8.5.1 Existem diversos aparelhos destinados à detecção e a medição de radioatividade, desde os aparelho portáteis até os de laboratório com alta precisão e sensibilidade. Os aparelhos portáteis mais usados são do tipo Geiger-Mueller (GM). A variedade de modelos de monitores desse tipo é muito grande.

5.8.5.2 Outro tipo de aparelhos são aqueles baseados em cristais de cintilação. São mais sensíveis do que o do tipo GM, e são conhecidos como cintiladores ou cintilômetros.

5.8.5.3 Os aparelhos mencionados medem normalmente taxas de exposição de radiação gama e beta em alguns casos.

5.8.5.4 Outra série de aparelhos é formada pelos dosímetros, que medem exposições acumuladas durante um determinado período. Alguns são de leitura direta, como as canetas dosimétricas, e outros de leitura indireta, efetuada apenas através de instituições credenciadas. Estes últimos anteriormente eram os conhecidos filmes dosimétricos. Hoje em dia são usados os dosímetros termoluminescentes. A leitura das doses é mensal e os valores considerados oficiais.

5.8.6 Efeitos biológicos das radiações ionizantes

5.8.6.1 A radiação ionizante não produz no ser humano efeitos imediatos, como dor ou sensação de desconforto e incômodo, a não ser em caso de doses extremamente elevadas, como em acidentes raríssimos, ou no caso de explosões nucleares. Mesmo na ocorrência do acidente de Goiânia, por exemplo, não houve efeito imediato, o que poderia ter despertado em seguida nas vítimas uma clara relação de causa e efeito. Como isso não ocorreu, o acidente foi percebido apenas depois de vários dias.

5.8.6.2 A falta de efeitos sensíveis imediatos pode levar as pessoas ao desprezo pelas normas de segurança, resultando às vezes acidentes, ou na absorção de doses desnecessárias e sempre indesejáveis. Atualmente, na proteção radiológica, adota-se a tese de que a radiação absorvida acima da radiação de fundo é sempre prejudicial. Trata-se de um consenso entre os especialistas, apesar da existência recente de um novo ramo dos conhecimentos humanos, conhecido como "hormesis", que advoga alguns eventuais efeitos, "estimulantes e benéficos", de baixas doses de radiação ionizante.

5.8.6.3 No outro extremo, existem pessoas, influenciadas por alguns falsos especialistas, que possuem verdadeira paranóia em relação a tudo o que é radioativo. Mal sabem essas pessoas que no ar, na água e em outras bebidas, e em quase todos os alimentos que ingerem, existem materiais radioativos naturais e também alguns artificiais. Isso faz com que, no corpo humano médio, ocorram cerca de 800 milhões de desintegrações radioativas por dia. Todos estão sujeitos a isso e, ainda mais, às radiações externas oriundas de quase todos os materiais de construção do solo e dos raios cósmicos.

5.8.6.4 As radiações ionizantes produzem no organismo humano uma série de alterações baseadas fundamentalmente nas ionizações. Essas alterações podem efetuar-se diretamente sobre algumas moléculas ou indiretamente através dos produtos da ionização de outras moléculas da água, que se tornam bastante reativas. Esses radicais livres, produtos da radiólise, ao se combinarem com algumas moléculas, podem produzir moléculas prejudiciais às células e aos tecidos e, conseqüentemente, a todo corpo humano. Deve ficar claro que esses efeitos prejudiciais são proporcionais à quantidade de ionização formada nos tecidos.

5.8.6.5 Conforme mencionado anteriormente, as radiações alfa produzem intensa ionização, mas são pouco penetrantes. Desta forma, a contaminação alfa externa resulta em pouco prejuízo no corpo. Na camada externa da pele, ou seja, na epiderme, os danos serão menos importantes do que se ocorrerem em outros tecidos internos.

5.8.6.6 Se uma substância contendo emissor de radiação alfa for ingerida, haverá então a "contaminação interna" e as células e tecidos em contato com essa substância sofrerão intensa ionização e suas conseqüências. É evidente, portanto, que qualquer substância que contenha emissores de radiação alfa, beta ou gama, no organismo produzirá grandes danos.

5.8.6.7 No caso de contaminação externa (pele, cabelos, etc.), se a substância tiver além do emissor alfa, também emissores beta e gama, os prejuízos serão maiores.

5.8.6.8 Entretanto, no caso de todos os acidentes radiológicos ocorridos, o número de vítimas por contaminação interna ou externa é extremamente menor do que o número de vítimas por irradiação direta. Assim sendo, a maioria é vitimada por radiações gama ou X (até mesmo, em alguns casos, por radiação beta), e também por outros tipos não mencionados até aqui, por serem muito raros e restritos, como o caso de nêutrons, nos acidentes com materiais fissíveis.

5.8.6.9 Como se pode observar, o corpo humano está sujeito a uma radiação de fundo de origem interna e externa. Acima desse nível, a probabilidade dos efeitos da radiação vai aumentando proporcionalmente à dose recebida. Os efeitos cumulativos que são considerados desde esses níveis são os genéticos e alguns orgânicos, que podem resultar em alterações nos glóbulos do sangue e em outras células, podendo causar até mesmo leucemia e outros tipos de câncer, o que pode ser traduzido no encurtamento da expectativa de vida.

5.8.6.10 A TABELA 4 apresenta os principais efeitos causados ao homem, de acordo com o nível de exposição de corpo inteiro à radiação.

TABELA 4 - Efeitos da radiação no homem

Níveis de exposição de corpo inteiro à radiação (rem)	Efeitos
Até 25	Não se detecta nenhum efeito clínico, apenas efeitos acumulados e retardados poderão ocorrer.
De 26 a 100	Ocorrerão alguns decréscimos transitórios nas contagens de glóbulos brancos, podendo ocorrer mal-estar.
De 101 a 200	Poderão ocorrer náuseas, fadiga e vômito. Ocorrerá também redução da contagem de glóbulos brancos com difícil recuperação.
De 201 a 300	Ocorrerão náuseas e vômitos já no primeiro dia. Período latente de duas semanas ou mais. Após este período os seguintes sintomas surgirão, embora ainda não graves: perda de apetite, dor de garganta, diarreia e emagrecimento. Poderão também aparecer manchas avermelhadas na pele.
De 301 a 600	Ocorrerão náuseas, vômitos e diarreias já nas primeiras horas. Após período latente, ocorrerá a perda de pelos e cabelos, perda de apetite, febre, hemorragia, púrpura, inflamação da boca e garganta, diarreia e emagrecimento. Possível óbito de 50% dos indivíduos expostos por volta de 450 r.
Acima de 601	Os sintomas serão os mesmos da faixa anterior, porém haverá um rápido emagrecimento e com possível óbito de todos os indivíduos expostos. Em exposição muito elevada, as mortes serão muito mais rápidas, pois será bastante afetado direta e imediatamente o sistema nervoso central.

5.8.7 Materiais radioativos mais prováveis de serem encontrados

Nota: Foram excluídos dos comentários a seguir os centros nucleares e institutos de pesquisas nucleares, porque nesses locais existem pessoas especializadas para enfrentar qualquer situação anormal ou de emergência.

5.8.7.1 Em grandes obras civis como construções de hidrelétricas, oleodutos, outras montagens de tubulações metálicas e depósitos de construtoras, entre outras, existe grande probabilidade de se encontrar aparelhos de gamagrafia contendo fontes de irídio-192 (95% dos casos) e de cobalto-60. Esses mesmos aparelhos poderão ser encontrados em grandes metalúrgicas e calderarias.

5.8.7.2 Em grandes indústrias químicas, petroquímicas ou de papel e celulose, poderão ser encontrados aparelhos medidores de nível onde as fontes principais são cobalto-60 e cézio-137.

5.8.7.3 Em grandes indústrias de papel, plásticos e tecidos existe boa probabilidade de se encontrar medidores de espessura ou gramatura, contendo emissores beta, como promécio-147, criptônio-85 ou níquel-63. Nestes casos, os riscos são bem inferiores, porque as fontes são de baixa atividade e de pouca energia para penetração. Os cuidados maiores são com a contaminação.

5.8.7.4 Em laminações de plásticos e setores industriais de embalagem de produtos que utilizam plásticos, é possível encontrar aparelhos eliminadores de eletricidade estática. Neste caso, as fontes radioativas a serem encontradas são os emissores alfa amerício-231 e polônio-210. Estas fontes requerem cuidados com a contaminação.

5.8.7.5 Nos grandes hospitais e em hospitais especializados em tratamento do câncer, é bastante possível a existência de instalações de radioterapia. Usa-se neste caso, principalmente, o cobalto-60. As poucas fontes ainda existentes de cézio-137 estão sendo substituídas devido à menor eficiência em relação ao cobalto-60 e aos aceleradores de elétrons. São também encontradas sementes ou agulhas de cobalto-60, cézio-137, irídio-192 e outros, destinados a implantação em tecido tumoral (braquiterapia).

5.8.7.6 Nesses mesmos hospitais ou em outros que tenham serviços de medicina nuclear, ou mesmo em alguns laboratórios, poderão ser encontrados vários outros radioisótopos usados como traçadores para diagnósticos, ou em alguns casos, para terapia.

5.8.7.7 Nesse casos, teremos o iodo-125, o iodo-131, fósforo-32, enxofre-35, cromo-51, estrôncio-90, ouro-198, carbono-14, trítio, molibdênio-99, tecnécio-99, cobalto-58, gadolínio, gálio, tálio e vários outros. As quantidades são geralmente pequenas, devendo os cuidados maiores ser com a contaminação.

5.8.7.8 Em vários outros locais, é possível encontrar equipamentos ou aparelhos contendo fontes radioativas, como, por exemplo: pára-raios radioativos, com fontes de amerício-241 e rádio-226, emissores alfa, sendo o rádio também um razoável emissor gama; detectores de fumaça, contendo alguns dos emissores alfa ou beta já mencionados; tubos centelhadores, contendo trítio, ponteiros e números de relógios antigos de pulso, de parede e de mesa; indicadores e letreiros luminosos antigos, e outros objetos luminosos, que eram feitos com tintas contendo rádio-226.

5.8.7.9 Um papel a ser ressaltado é o do rádio-226. Nas décadas de 50 e 60 era um dos materiais radioativos mais usados nos campos da medicina, da indústria e da engenharia. Posteriormente, devido ao desenvolvimento de radioisótopos específicos mais eficientes para determinados usos, e também devido a problemas de emissões alfa, gama e também beta de seus descendentes, e ainda devido à presença de seu descendente direto o radônio-222, que é um gás, foi sendo substituído e, conseqüentemente, descartado para armazenagem em depósitos, ou muitas vezes que destinações finais ignoradas.

5.8.7.10 O rádio é um material radioativo muito problemático e requer cuidados especiais. Em depósitos de empresas e instituições mais antigas, é bem provável que se encontrem fontes de rádio ou aparelhos contendo rádio.

5.8.7.11 Os aparelhos de raio X de uso dentário, médico e industrial só emitem radiações ionizantes quando se acham em perfeitas condições de operação e quando acionados especificamente para uma exposição. Portanto, os aparelhos de raio X, e mesmo aceleradores de elétrons, quando encontrados desmontados ou quebrados, em demolições ou após incêndios, não representam nenhum problema de emissão de radiação ionizante.

5.8.8 Aspectos gerais e institucionais

5.8.8.1 Pela legislação em vigor, a Comissão Nacional de Energia Nuclear - CNEN exerce o controle e a fiscalização sobre todo material radioativo e nuclear no território nacional.

5.8.8.2 Tanto a CNEN, quanto o COBREN - Comitê Brasileiro de Energia Nuclear, da ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas, possuem uma série de normas ligadas à energia nuclear e a materiais radioativos. Existem normas de caráter geral ou específico, como é o caso da norma¹ sobre rejeitos radioativos, pertinente ao assunto coberto por esta matéria. Caso não haja norma da CNEN ou do COBREN sobre algum assunto específico,

¹ Gerência de Rejeitos Radioativos em Instalações Radioativas.

deverão ser obedecidas as normas da Agência Internacional de Energia Atômica.

5.8.8.3 As instalações nucleares ligadas ao ciclo nuclear² geralmente pertencem ao Governo Federal, direta ou indiretamente. São institutos de pesquisas, centros nucleares e empresas que trabalham com minérios nucleares. Essas unidades geralmente possuem um corpo técnico especializado para tratar e armazenar os resíduos resultantes das operações.

5.8.8.4 As instalações radioativas são entidades privadas e outras que podem ser governamentais, porém desvinculadas do ciclo nuclear. São laboratórios de universidades, laboratórios de pesquisas de outras instituições, laboratórios de hospitais, centros de medicina nuclear, centros de esterilização de produtos médicos, prestadoras de serviços em gamagrafia ou com radioisótopos em engenharia, etc.

5.8.8.5 Existe norma da CNEN³ regulamentando a gerência de rejeitos ou resíduos radioativos dessas instituições ou empresas. Nessas "instituições radioativas" devem existir depósitos para armazenamento provisório de eventuais rejeitos ou resíduos contendo materiais radioativos. Esses depósitos deverão estar de acordo com a norma acima mencionada, excetuando-se os depósitos provisórios das instalações nucleares e instalações radioativas acima citadas.

5.8.8.6 Existe no Brasil apenas o depósito específico para o material contaminado pelo cézio-137, resultante do acidente de Goiânia e localizado em Abadia de Goiás, e também outro depósito de rejeitos sólidos de baixo nível de atividade, ou repositório do IPEN - Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, pertencente à CNEN. Este repositório é o único que aceita materiais radioativos oriundos de instalações radioativas.

5.8.8.7 As grandes fontes radioativas, como no caso do cobalto-60 para as unidades de esterilização de produtos médicos e cirúrgicas ou para radioterapia, só são comercializadas por fornecedores estrangeiros, mediante contratos que incluem o retorno das fontes, após o uso por um determinado período. Assim, essas fontes de alta intensidade não constituem problemas de armazenamento permanente.

² Nesse ciclo, os materiais radioativos, ou melhor, por definição, os materiais "nucleares", são o urânio, o tório, o plutônio e os produtos de fissão quando dentro desse contexto.

³ CNEN-NE-6.05, de novembro de 1985.

5.8.9 Indicações da presença de materiais radioativos

5.8.9.1 Na eventualidade de existir um local suspeito de conter material radioativo, a primeira indicação deverá ser dada pelo aparelho monitor GM, com alarme, o qual sempre deverá estar ligado antes que alguém se aproxime, e ser observado durante a aproximação.

5.8.9.2 O conhecimento do símbolo da radiação é essencial. A presença desse símbolo sempre deve merecer atenção, mesmo que às vezes, o mesmo se encontre em embalagens usadas e vazias. Outros indicativos verbais dos funcionários locais ou também de materiais impressos, letreiros e avisos, devem despertar atenção.

5.8.9.3 Na eventualidade de alguma situação anormal e suspeita, e no caso do monitor GM acusar um valor acima de 1 ou 2 mR/h, sempre deverá ser comunicada a ocorrência a pessoas especializadas.

5.8.9.4 Eis alguns casos em que essa comunicação não deve ser evitada, mas que não constituem situações para pânico ou nervosismo:

- a) materiais a granel ou em sacos e tambores podem ser constituídos de minérios de urânio e/ou tório, ou subprodutos destes minérios. Neste caso, trata-se de produtos com baixa atividade específica (atividade por unidade de volume ou de massa). O risco não será grande, devendo-se evitar permanecer nas proximidades sem algum motivo específico, evitando tocar o material com as mãos. Caso isto seja inevitável, deve-se proceder à lavagem simples das mãos. Deve-se lembrar que nas areias das praias de Guarapari existem locais onde se medem níveis de 5 mR/h;
- b) blindagens de transporte de fontes radioativas de alta atividade. É o caso de algumas fontes de cobalto-60, célio-137, irídio-192 e outras. As blindagens nesse caso, são bem construídas, bem sinalizadas e protegidas contra acidentes comuns. Evidentemente não existe proteção absoluta contra acidentes e pode haver também relaxamento das normas de segurança pelo expedidor. Mas essas blindagens são projetadas para fornecer o máximo de 200 mR/h na superfície, dentro das normas internacionais, não acarretando, portanto, outros problemas. Deve-se apenas evitar permanecer nas proximidades dessas blindagens.

5.8.9.5 No caso de atendimento de emergências, como acidentes de transporte, explosões, demolições, rescaldo após incêndios, ou mesmo em lixões ou depósitos de entulhos, quando não se conhecem

os materiais e equipamentos envolvidos, e constatar-se a existência de níveis de radiação acima dos indicados, além da comunicação imediata ao pessoal especializado, todo esforço deverá ser dirigido para o isolamento da área.

5.8.9.6 Deve-se, com o aparelho, tentar delimitar a região com os níveis mais elevados de radiação, objetivando restringir a área e não atrapalhar outros tipos de serviço e atendimento; mas, na área delimitada deve-se evitar ao máximo a presença de pessoas que não estejam executando serviços essenciais.

5.9 Classe 8 - Corrosivos

5.9.1 São substâncias que apresentam uma severa taxa de corrosão ao aço. Evidentemente, tais materiais são capazes de provocar danos também aos tecidos humanos.

5.9.2 Basicamente, existem dois principais grupos de materiais que apresentam essas propriedades: os ácidos e as bases. Como exemplos de produtos desta classe, pode-se citar o ácido sulfúrico, ácido clorídrico, ácido nítrico, hidróxido de sódio e hidróxido de potássio, entre outros.

5.9.3 Muitos produtos pertencentes a esta classe reagem com a maioria dos metais, gerando hidrogênio, que é um gás inflamável, acarretando assim um risco adicional.

5.9.4 Certos produtos apresentam como risco subsidiário um alto poder oxidante, enquanto outros podem reagir vigorosamente com a água ou com outros materiais, como, por exemplo, compostos orgânicos.

5.9.5 O contato desses produtos com a pele e com os olhos pode causar severas queimaduras, motivo pelo qual devem ser utilizados equipamentos de proteção individual compatíveis com o produto envolvido. Via de regra, as roupas de PVC são normalmente recomendadas para o manuseio dos corrosivos.

5.9.6 O monitoramento ambiental durante as operações que envolvem esses materiais pode ser realizado através de diversos parâmetros, de acordo com o produto envolvido, dentre os quais vale destacar os valores de pH e de condutividade.

5.9.7 Nas ocorrências envolvendo ácidos ou bases que atinjam corpos d'água, uma maior ou menor variação do pH natural poderá ocorrer, dependendo de diversos fatores, como, por exemplo, a concentração e quantidade do produto vazado, além das

características do corpo d'água atingido.

5.9.8 Um dos métodos que pode ser aplicado em campo para a redução dos riscos é a neutralização do produto derramado. Esta técnica consiste na adição de um produto químico, de modo a levar o pH próximo do natural.

5.9.9 No caso de substâncias ácidas, os produtos comumente utilizados para a neutralização são a barrilha e a cal hidratada, ambas com características alcalinas. A utilização da cal virgem não é recomendada, uma vez que sua reação com os ácidos é extremamente vigorosa.

5.9.10 Antes que a neutralização seja efetuada, deverá ser recolhida a maior quantidade possível do produto derramado, de modo a evitar o excessivo consumo de produto neutralizante e, conseqüentemente, a geração de grande quantidade de resíduos.

5.9.11 Os resíduos provenientes da neutralização devem ser totalmente removidos e dispostos de forma adequada e em locais adequados.

5.9.12 A TABELA 5 relaciona as quantidades de agentes neutralizantes necessários para os produtos mais comuns desta classe.

5.9.13 Conforme comentado anteriormente, a neutralização é apenas uma das técnicas que podem ser utilizadas para a redução dos riscos nas ocorrências com corrosivos. Outras técnicas como a absorção, remoção e diluição, devem também ser consideradas, de acordo com o cenário apresentado.

5.9.14 A seleção do método mais adequado a ser utilizado deve sempre levar em consideração os aspectos de segurança e proteção ambiental.

5.9.15 No caso de optar-se pela neutralização do produto, deve-se considerar que consiste basicamente no lançamento de outro produto químico no ambiente contaminado e que, portanto, pode ocorrer reações químicas paralelas àquela necessária para a neutralização.

TABELA 5 - Neutralização de produtos químicos

Neutralizante fator K Produto	HCl					Ca(OH) ₂	Carbonato de sódio (SODA ASH)	NaOH 50%	NaOH 98%	Sulfito de sódio 100%
	30%	33%	36%	70%	98%	Ca(OH) ₂	(SODA ASH)	50%	98%	Na ₂ S ₂ O ₃
Ácido clorídrico 30%	N	N	N	N	N	0,31	0,44	0,66	0,33	N
Ácido clorídrico 33%	N	N	N	N	N	0,36	0,50	0,73	0,36	N
Ácido clorídrico 36%	N	N	N	N	N	0,40	0,55	0,80	0,40	N
Ácido nítrico 98%	N	N	N	N	N	0,60	0,80	1,25	0,65	N
Ácido sulfúrico 70%	N	N	N	N	N	0,42	0,76	1,44	0,57	N
Ácido sulfúrico 98%	N	N	N	N	N	0,80	1,10	1,60	0,80	N
Cloro 100%	N	N	N	N	N	1,10	1,50	1,80	0,90	N
Hipoclorito de sódio 12%	N	N	N	N	N	N	N	N	N	0,28
Soda cáustica 50%	11,51	11,39	11,27	10,89	10,63	N	N	N	N	N
Soda cáustica 98%	13,03	12,77	12,50	11,75	11,25	N	N	N	N	N

Fonte: Carbocloro S/A Indústrias Químicas

Nota: Para neutralizar uma quantidade Q de um produto, usar uma quantidade K.Q do neutralizante escolhido.

Exemplo: Para neutralizar 1 000 kg de ácido sulfúrico 98%, utilizar $1\ 000 \times 1,60 = 1\ 600$ kg de soda 50%.

5.9.16 Outro aspecto a ser ponderado é a característica do corpo d'água, o que, às vezes, direciona os trabalhos de campo para o monitoramento da água, de forma a aguardar-se uma diluição natural do produto.

5.9.17 Esses casos normalmente ocorrem em águas correntes, onde o controle da situação é mais difícil devido à mobilidade do produto no meio.

5.9.18 Se ocorrer um descontrole durante a neutralização, poder-se-á ter uma inversão brusca na escala de pH, o que ocasionará efeitos muito mais danosos aos ecossistemas que resistiram à

primeira variação do pH.

5.9.19 De modo geral, nos corpos d'água onde há presença de vida, não é aconselhável o lançamento de produto químico sem o acompanhamento de especialistas.

5.9.20 Durante as reações de neutralização, quanto mais concentrado estiver o produto derramado, maior será a liberação de energia em forma de calor, além da possibilidade de ocorrência de respingos, motivo pelo qual cabe reforçar a necessidade dos técnicos utilizarem roupa de proteção adequada durante a realização destas atividades.

5.9.21 A técnica de diluição somente deve ser utilizada nos casos em que não haja possibilidade de contenção do produto derramado, e seu volume seja bastante reduzido. Isto se deve ao fato de que, para obter concentrações seguras utilizando-se este método, o volume de água necessário será sempre muito grande, ou seja, da ordem de 1 000 a 10 000 vezes o volume do produto vazado.

5.9.22 Se o volume de água adicionado ao produto não for suficiente para diluí-lo em nível seguro, ocorrerá o agravamento da situação devido ao aumento do volume da mistura.

5.9.23 A absorção e o recolhimento são as técnicas mais recomendadas, quando comparadas à neutralização e à diluição.

5.9.24 Essa classe representa, provavelmente, o segundo maior volume no transporte rodoviário, perdendo apenas, em quantidade manipulada, para os líquidos inflamáveis. Este dado é importante, pois, devido às características dos produtos, o potencial de risco apresentado ao ambiente e, conseqüentemente, ao homem, obriga a que ações de controle sejam adotadas imediatamente, quando da ocorrência de acidentes.

5.10 Classe 9 - Substâncias perigosas diversas

Substâncias que apresentam um risco não coberto por qualquer das outras classes. Para esses produtos são aplicados todos os procedimentos básicos descritos no capítulo 3, além de outros específicos, de acordo com o tipo de produto e local da ocorrência.

ANEXO A - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- A-1** Schieler, L & Pauze, D. **Hazardous Materials.** Van Nostrand Reinhold Company, New York, 1976.
- A-2** Meyer, E. **Chemistry of Hazardous Materials.** Prentice-Hall Inc., New Jersey, 1977.
- A-3** National Fire Academy. **The Chemistry of Hazardous Materials.** National Emergency Training Center. Student Manual, USA, 1983.
- A-4** U. S. Environmental Protection Agency. **Hazardous Materials Incident Response Operation.** Emergency Response Division: Student Manual, 1990
- A-5** U. S. Department of Transportation. **Emergency Response Guidebook.** Washington, 1987.
- A-6** Stutz, D.R.; Ricks, R.C.; Olsen, M.F. **Hazardous Materials Injuries: a Handbook for Pre-Hospital Care.** Bradford Communications Corporation, Maryland, 1982.
- A-7** Haddad, E. & Rabaneda, J. L. **Aparelhos de Medição** CETESB, São Paulo, 1990. 10 p. (Apostila do curso "Acidentes Ambientais: Prevenção e Controle". São Paulo, 1990).
- A-8** Organização Mundial da Saúde. **Guia para Descontaminacion de Bomberos y su Equipo Despues de Incidentes con Materiales Peligrosos.** Centro Panamericano de Ecologia Humana y Salud. Metepec, 1989.
- A-9** Haddad, E. & Rabaneda, J. L. **Riscos Associados às Classes de Produtos Químicos.** CETESB, São Paulo, 1990. 63 p. (Apostila do curso "Acidentes Ambientais: Prevenção e Controle". São Paulo, 1990).
- A-10** ATLAS. **Segurança e Medicina do Trabalho.** 18a edição. São Paulo, 1990. série: Manuais de Legislação, ATLAS, 16, p. 64-8.

ANEXO B - FORMULÁRIO - REGISTRO DE OCORRÊNCIA

1. DATA, HORÁRIO E LOCAL DA OCORRÊNCIA

DATA.....: ____/____/____ HORÁRIO: _____:_____h
 LOCAL.....: _____
 MUNICÍPIO...: _____

2. IDENTIFICAÇÃO DO INFORMANTE

NOME..... : _____
 ENDEREÇO : _____
 TELEFONE : (_____) _____ MUNICÍPIO.: _____
 ENTIDADE : _____
 DATA.....: ____/____/____ HORÁRIO...: _____h

3. FONTE GERADORA DO ACIDENTE

() NAVIO - Nome _____ - Bandeira _____
 () INDÚSTRIA - Nome _____
 () DUTO - Origem _____ - Destino _____
 () CAMINHÃO - Transportador _____
 () TREM - Linha _____
 () TERMINAL MARÍTIMO - Nome _____
 () OUTRA _____

4. IDENTIFICAÇÃO DO PRODUTO ENVOLVIDO

() PETRÓLEO - Tipo _____
 () DERIVADO - Tipo _____
 () OUTRO PRODUTO - Nome _____ Nº ONU _____

5. TIPO DO ACIDENTE

() COLISÃO () ABALROAMENTO () TOMBAMENTO
 () CAPOTAMENTO () CHOQUE () AVARIA NA
 () VAZAMENTO () DERRAMAMENTO EMBALAGEM
 () INCÊNDIO () EXPLOÇÃO () QUEDA DE CARGA
 () OUTRO - ESPECIFICAR : _____

6. CONDIÇÕES NO LOCAL DO ACIDENTE

VÍTIMAS () SIM () NÃO
 CONGESTIONAMENTO () SIM () NÃO
 CHUVAS () SIM () NÃO
 VENTOS () SIM () NÃO
 NEBLINA () SIM () NÃO
 TEMPERATURA: _____ °C
 CORRENTE - Sentido: _____

7. ÓRGÃOS ACIONADOS PARA O ATENDIMENTO

() ABIQUIM/PROQUÍMICA NOME: _____
 () CAPITANIA DOS PORTOS NOME: _____
 () CEDEC NOME: _____
 () CET/DSV NOME: _____
 () CETESB NOME: _____
 () COMDEC NOME: _____
 () CORPO DE BOMBEIROS NOME: _____
 () CPTRAN NOME: _____
 () FEPASA NOME: _____
 () N T C NOME: _____
 () POLÍCIA RODOVIÁRIA NOME: _____
 () PETROBRÁS NOME: _____
 () RFFSA NOME: _____
 () SECRETARIA DA SAÚDE NOME: _____
 () TRANSPORTADOR NOME: _____
 () OUTROS _____

8. INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES

9. RESPONSÁVEL PELO PREENCHIMENTO

NOME..... : _____
 Nº REG... : _____ ÁREA. : _____
 DATA..... : ____/____/____ HORÁRIO.. : _____ h

V I S T O