

Coletânea de Manuais Técnicos de Bombeiros **21**



ATENDIMENTO ÀS EMERGÊNCIAS COM PRODUTOS PERIGOSOS



MAEPP

MANUAL DE ATENDIMENTO ÀS EMERGÊNCIAS COM PRODUTOS PERIGOSOS



1ª Edição
2006

Volume
21

Os direitos autorais da presente obra pertencem ao Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado de São Paulo. Permitida a reprodução parcial ou total desde que citada a fonte.

Comandante do Corpo de Bombeiros

Cel PM Antonio dos Santos Antonio

Subcomandante do Corpo de Bombeiros

Cel PM Manoel Antônio da Silva Araújo

Chefe do Departamento de Operações

Ten Cel PM Marcos Monteiro de Farias

Comissão coordenadora dos Manuais Técnicos de Bombeiros

Ten Cel Res PM Silvio Bento da Silva

Ten Cel PM Marcos Monteiro de Farias

Maj PM Omar Lima Leal

Cap PM José Luiz Ferreira Borges

1º Ten PM Marco Antonio Basso

Comissão de elaboração do Manual

Cap PM Carlos André Medeiros Lamin

Cap PM Paulo César Berto

Cap PM Moisés Fontes Barbosa da Silva

1º Ten PM Rodrigo Moreira Leal

1º Ten PM Cleotheos Sabino de Souza Filho

1º Ten PM José Luiz Ferrari Ferreira

Comissão de Revisão de Português

1º Ten PM Fauzi Salim Katibe

1º Sgt PM Nelson Nascimento Filho

2º Sgt PM Davi Cândido Borja e Silva

Cb PM Fábio Roberto Bueno

Cb PM Carlos Alberto Oliveira

Sd PM Vitanei Jesus dos Santos

PREFÁCIO - MTB

No início do século XXI, adentrando por um novo milênio, o Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado de São Paulo vem confirmar sua vocação de bem servir, por meio da busca incessante do conhecimento e das técnicas mais modernas e atualizadas empregadas nos serviços de bombeiros nos vários países do mundo.

As atividades de bombeiros sempre se notabilizaram por oferecer uma diversificada gama de variáveis, tanto no que diz respeito à natureza singular de cada uma das ocorrências que desafiam diariamente a habilidade e competência dos nossos profissionais, como relativamente aos avanços dos equipamentos e materiais especializados empregados nos atendimentos.

Nosso Corpo de Bombeiros, bem por isso, jamais descuidou de contemplar a preocupação com um dos elementos básicos e fundamentais para a existência dos serviços, qual seja: o homem preparado, instruído e treinado.

Objetivando consolidar os conhecimentos técnicos de bombeiros, reunindo, dessa forma, um espectro bastante amplo de informações que se encontravam esparsas, o Comando do Corpo de Bombeiros determinou ao Departamento de Operações, a tarefa de gerenciar o desenvolvimento e a elaboração dos novos Manuais Técnicos de Bombeiros.

Assim, todos os antigos manuais foram atualizados, novos temas foram pesquisados e desenvolvidos. Mais de 400 Oficiais e Praças do Corpo de Bombeiros, distribuídos e organizados em comissões, trabalharam na elaboração dos novos Manuais Técnicos de Bombeiros - MTB e deram sua contribuição dentro das respectivas especialidades, o que resultou em 48 títulos, todos ricos em informações e com excelente qualidade de sistematização das matérias abordadas.

Na verdade, os Manuais Técnicos de Bombeiros passaram a ser contemplados na continuação de outro exaustivo mister que foi a elaboração e compilação das Normas do Sistema Operacional de Bombeiros (NORSOB), num grande esforço no sentido de evitar a perpetuação da transmissão da cultura operacional apenas pela forma verbal, registrando e consolidando esse conhecimento em compêndios atualizados, de fácil acesso e consulta, de forma a permitir e facilitar a padronização e aperfeiçoamento dos procedimentos.

O Corpo de Bombeiros continua a escrever brilhantes linhas no livro de sua história. Desta feita fica consignado mais uma vez o espírito de profissionalismo e dedicação à causa pública, manifesto no valor dos que de forma abnegada desenvolveram e contribuíram para a concretização de mais essa realização de nossa Organização.

Os novos Manuais Técnicos de Bombeiros - MTB são ferramentas importantíssimas que vêm juntar-se ao acervo de cada um dos Policiais Militares que servem no Corpo de Bombeiros.

Estudados e aplicados aos treinamentos, poderão proporcionar inestimável ganho de qualidade nos serviços prestados à população, permitindo o emprego das melhores técnicas, com menor risco para vítimas e para os próprios Bombeiros, alcançando a excelência em todas as atividades desenvolvidas e o cumprimento da nossa missão de proteção à vida, ao meio ambiente e ao patrimônio.

Parabéns ao Corpo de Bombeiros e a todos os seus integrantes pelos seus novos Manuais Técnicos e, porque não dizer, à população de São Paulo, que poderá continuar contando com seus Bombeiros cada vez mais especializados e preparados.

São Paulo, 02 de Julho de 2006.

Coronel PM ANTONIO DOS SANTOS ANTONIO

Comandante do Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado de São Paulo

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	7
2	FONTES DE RISCO DE ACIDENTES ENVOLVENDO PRODUTOS PERIGOSOS.....	11
2.1	Modal Rodoviário.....	11
2.2	Modal Dutoviário.....	12
2.3	Modal Ferroviário.....	15
2.4	Modal Aéreo, Marítimo e Fluvial	16
3	LEGISLAÇÃO, NORMAS E MANUAIS PARA CONSULTA	18
3.1	MERCOSUL:	19
3.2	Federal:	19
3.3	Do Município de São Paulo:	20
3.4	Legislações Especiais:	21
3.5	Normas Técnicas da ABNT:	21
3.6	Manual de Emergências da ABIQUIM:	23
3.6.1	Procedimentos para Utilização do Manual	25
3.6.1.1	Painel de Segurança	26
3.6.1.2	Nome do Produto	26
3.6.1.3	Rótulo de Risco	26
4	REQUISITOS DE SEGURANÇA E SAÚDE.....	28
4.1	Programa Médico	28
4.1.1	Cuidados de rotina com a saúde	28
4.1.2	Tratamentos de emergência.....	29
4.1.3	Manutenção de histórico.....	30
4.1.4	Indicadores de exposição tóxica.....	31
4.2	Treinamento de Segurança e Saúde	32
4.3	Qualificação Pessoal em Segurança	32
4.4	Operações	33
4.5	Plano de Segurança	34

5	PRIMEIRO PASSO - GERENCIAMENTO E CONTROLE DO CENÁRIO DA EMERGÊNCIA	35
5.1	Níveis de Capacitação Profissional	35
5.2	Aproximação e Posicionamento	37
5.2.1	Estacionamento da viatura no cenário da emergência.....	38
5.3	Estabelecer o SICOE.....	40
5.3.1	Áreas de Apoio	41
5.4	Estabelecer um perímetro de isolamento	43
5.4.1	Segurança e Cumprimento da Lei.....	45
5.5	Zonas de Riscos	46
5.5.1	Identificação das Zonas de Riscos	47
5.6	Início das Ações de Proteção Pública	48
5.6.1	Ações de Proteção Pública.....	52
6	SEGUNDO PASSO – IDENTIFICAÇÃO DO PRODUTO	54
6.1	Sinalização em Caso de Emergência em Transporte Terrestre	54
6.1.1	Classificação dos Produtos Perigosos	54
6.1.2	Definição de Classes	56
6.1.3	CLASSIFICAÇÃO DE RESÍDUOS	64
6.1.4	Número de Risco.....	65
6.1.5	Rótulo de Risco	67
6.2	Painel de Segurança	69
6.3	Sinalização dos Veículos de Transporte de Produtos Perigosos	70
6.3.1	Transporte a granel	70
6.3.1.1	De um único produto na mesma unidade de transporte:.....	70
6.3.1.2	De produtos diferentes na mesma unidade de transporte:.....	70
6.3.2	Transporte de carga embalada.....	71
6.3.2.1	De um único produto na mesma unidade de transporte:.....	71
6.3.2.2	De produtos perigosos diferentes na mesma unidade de transporte: ..	71
6.4	Documentos para o Transporte	73
6.5	Identificação de Embalagens de Produtos Armazenados em Instalações Fixas	75
6.6	Identificação de Dutos	78

7	TERCEIRO PASSO - AVALIAÇÃO DE RISCOS E MONITORAMENTO.....	81
7.1	Avaliação de Riscos e Perigos	81
7.1.1	Riscos à Saúde	83
7.1.2	Riscos Relativos a Incêndios.....	86
7.1.3	Riscos Relativos à Reatividade	86
7.1.4	Riscos Relativos à Corrosividade	88
7.1.5	Riscos Relativos à Radioatividade	89
7.2	Monitoramento Ambiental.....	89
7.2.1	Aparelhos colorimétricos	90
7.2.1.1	Limitações e considerações:.....	91
7.2.2	Indicador de Oxigênio (Oxímetro).....	94
7.2.2.1	Limitações e considerações:.....	94
7.2.3	Indicador de Gás combustível (Explosímetro).....	95
7.2.3.1	Limitações e considerações	96
7.2.3.2	Considerações gerais:.....	97
7.2.4	Fotoionizador.....	98
7.2.4.1	Limitações e considerações:.....	98
7.2.5	Monitores químicos específicos.....	100
7.2.5.1	Limitações e considerações:.....	100
7.2.6	Medidores de pH (pH-metros)	101
7.2.6.1	Limitações e considerações:.....	101
7.2.7	Cromatografia a gás	102
7.2.7.1	Limitações e Considerações	103
7.2.8	Medidor de interface.....	104
7.2.8.1	Limitações e considerações:.....	104
7.3	Considerações finais	105
8	QUARTO PASSO – AÇÕES ESTRATÉGICAS, TÁTICAS E TÉCNICAS	107
8.1	Planejamento Estratégico.....	111
8.2	Objetivos Táticos	113
8.3	Ações de Salvamento e Resgate.....	115

8.4	Ações de Proteção Pública (APP)	117
8.5	Confinamento	118
8.5.1	Ações de Confinamento	119
	Absorção	119
	Adsorção	120
	Cobertura	120
	Represamento	121
	Dique	121
	Diluição	122
	Desvio	125
	Dispersão	125
	Retenção	126
	Dispersão de vapor	126
	Supressão de vapor	127
8.6	Contenção de Vazamento e Derramamento	127
8.6.1	Técnicas de Contenção	130
	Neutralização	130
	Revestimento	134
	Vedação-Estancamento	134
	Estancamento	134
	8.6.1.1 Vedação	135
	Redução ou alívio da pressão	136
	Solidificação	139
	Aspiração	140
8.7	Operações de Controle de Incêndio	140
8.8	Emergências com Líquidos inflamáveis	141
8.8.1	Avaliação de Riscos e Perigos	142
8.8.2	Ações Táticas	143
9	QUINTO PASSO - DESCONTAMINAÇÃO	145
9.1	Métodos de Descontaminação	145
9.2	Soluções para Descontaminação	146
9.3	Corredor de Descontaminação	148
9.3.1	Seleção do local de descontaminação	149

9.3.2	Montagem do Corredor	149
9.3.3	Materiais Necessários para a Montagem das Estações do Corredor de Descontaminação	153
9.3.4	Equipamento de Proteção Individual para a Equipe de Descontaminação 158	
9.3.5	Acondicionamento dos Equipamentos	158
10	SEXTO PASSO – ATIVIDADES DE ENCERRAMENTO DA EMERGÊNCIA.....	166
10.1	Encerramento da Ocorrência.....	166
10.2	Atividades de Encerramento.....	167
10.2.1	Análise crítica e instrução.....	168
10.2.2	Perícia ou Pesquisa de Sinistro.....	170
10.2.3	Avaliação	171
10.3	Síntese	173
11	ROUPAS E EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL - EPI 175	
11.1	Roupas de Proteção a Substâncias Químicas	176
11.1.1	Estilo.....	176
	Roupa de Encapsulamento Completo	176
	Roupa não encapsulada:	177
11.1.2	Uso	177
11.1.3	Material de confecção	177
	Elastômeros:	178
	Não Elastômeros	182
11.1.4	Níveis de proteção.....	183
	Nível A de proteção:	183
	Nível C de proteção	184
	Nível D de proteção	185
11.2	Requisitos de Desempenho para Roupas de Proteção Química.....	186
11.3	Seleção e Uso da Roupa de Proteção.....	191
11.3.1	Escolha do Nível A de Proteção	192
11.3.2	Escolha do Nível B de Proteção	192

11.3.3 Escolha do Nível C de Proteção.....	193
11.3.4 Escolha do Nível D de Proteção.....	193
11.4 Precauções Anteriores ao Uso da Roupa de Proteção	196
11.5 Luvas de Proteção às Substâncias Químicas	199
11.6 Botas de Proteção às Substâncias Químicas	201
11.7 Equipamentos de Proteção Respiratória para Atendimento a Emergências Químicas	202
11.7.1 Riscos respiratórios	203
Consumo de ar	204
Contaminantes:.....	209
11.7.2 Tipos de Equipamentos de Proteção respiratória.....	211
Equipamentos de Proteção Respiratória com Sistema de Suprimento de Ar Independentes ou Autônomos.....	211
11.8 Considerações finais	213
12 MATERIAIS E EQUIPAMENTOS PARA AEPP	215
12.1 Materiais de Identificação, Isolamento e Monitoramento.....	215
12.2 Materiais de Contenção e Estancamento.....	216
12.3 Materiais Utilizados para a Descontaminação.....	220
12.4 Kits Básicos de Equipamentos para Viaturas de Primeiro Socorro	221
12.4.1 Adequação do kit para contenção de vazamentos.....	223
12.4.2 Tipos e capacidades dos kits para contenção.....	224
12.4.3 Composição dos kits para contenção de vazamentos.....	225
Kit tipo 1	225
Kit tipo 2	226
Kit tipo 3	227
12.4.4 Materiais de Proteção.....	227
Roupas de proteção.....	227
Luvas e botas de proteção.....	228
Relação de materiais de neutralização e limpeza.....	229
Outros materiais.....	229
12.4.5 MAEPP	Erro! Indicador não definido.

Capítulo

1

INTRODUÇÃO

1.1 Finalidade e objetivos do Manual

Este manual tem a finalidade de fornecer conhecimentos e informações aos componentes do Corpo de Bombeiros, em todos os níveis de capacitação profissional, para o atendimento às emergências com produtos perigosos.

Tais subsídios têm como objetivo propiciar elementos para a tomada de decisões nas fases de planejamento estratégico, definições táticas e ações de execução no cenário da emergência.

Ele proporciona condições de atendimento, desde um pequeno evento até aqueles que atinjam dimensões catastróficas, e, inclusive, capacita “o primeiro no local” a executar as ações iniciais, bem como as equipes de níveis mais especializados a adotar as ações de maior complexidade .

As informações constantes neste manual devem ser utilizadas em cursos de formação, especialização e reciclagem do profissional de bombeiros, devendo ainda ser fonte de consulta no cenário de emergência.

Terminologias e conceitos básicos de química e ainda o Sistema de Comando e Operações em Emergências (SICOE) devem ser consultados os Manuais de Trabalhos de Bombeiros (MTB 42) e Normas Operacionais de Bombeiros (NOB 2 e 3).

1.2 Cenário dos Produtos Perigosos

Os “Produtos Químicos” constituem um elemento importante na estrutura econômica de qualquer país industrializado, pois se trata de uma atividade necessária à viabilidade de produção de diversos setores, pois não há atividade ou

setor produtivo que não utilize, em seus processos ou produtos finais, algum insumo de origem química.

Portanto, o conhecimento sobre tais produtos é de fundamental importância a todos os que estão envolvidos com a segurança de vidas, meio ambiente e bens, pois eles estão dentro das residências através de produtos de limpeza, inseticidas, gases de cozinha. Nos estabelecimentos comerciais, estão presentes nas lojas de tintas e solventes, fertilizantes e pesticidas, casa de fogos de artifícios, farmácias e supermercados, revendas de gás de cozinha e postos de combustíveis. Encontram-se também nas pequenas e grandes indústrias dos mais variados setores sob as formas de matéria prima e produto acabado, nos laboratórios de produtos químicos, indústrias farmacêuticas.

Estima-se que existam cerca de 20 milhões de formulações químicas no mundo, sendo que, destas, aproximadamente 1 milhão representam substâncias ou produtos perigosos, dos quais somente 800 possuem estudos sobre seus efeitos na saúde ocupacional do homem, segundo dados da ONU de 1998.

Este número expressivo de produtos químicos vem potencializar o risco de ocorrência de acidentes que causem danos à saúde, ao meio ambiente e ao patrimônio, podendo até atingir dimensões catastróficas.

Um acidente envolvendo Produtos Perigosos (PP) não pode ser encarado como um acidente comum, como por exemplo, um simples acidente de trânsito, pois enquanto este atinge um número restrito de pessoas, aquele pode atingir uma quantidade maior que, com o transcorrer do tempo na emergência, poderá aumentar ainda mais sua proporção, podendo atingir comunidades inteiras.

Deve-se levar em consideração ainda que, além das conseqüências naturais do acidente envolvendo PP, tais como incêndio, explosão ou vazamento, associa-se o efeito da combinação ou reação do produto com o ar, água e resíduos sólidos, que podem resultar em danos para a saúde humana (mortos e feridos) e para o meio ambiente (contaminação do ar, solo e água).

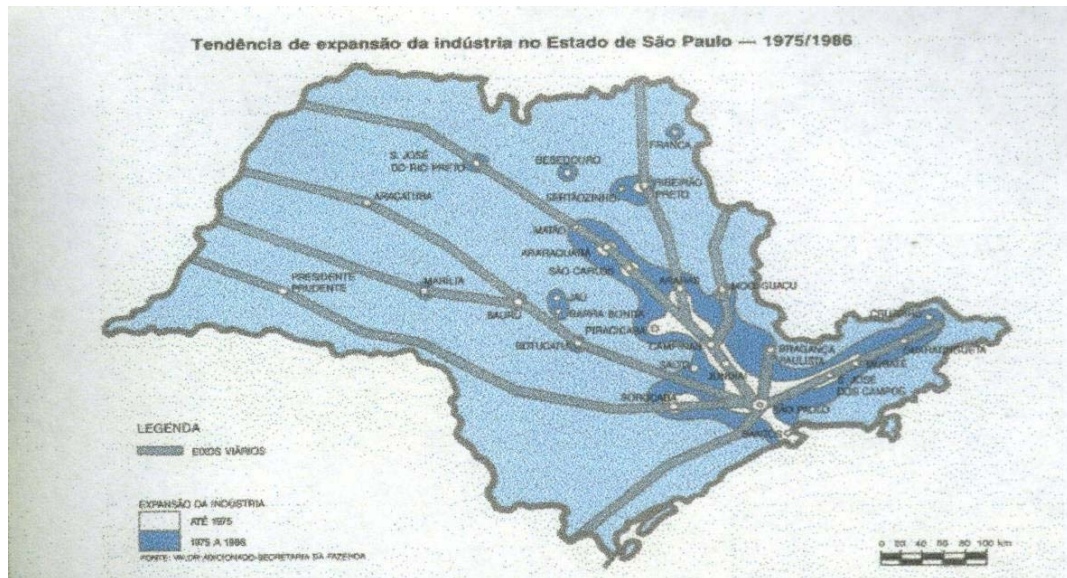
Para prevenir e minimizar esta situação, o Governo Federal instituiu um arcabouço legal, regulando a matéria sobre fiscalização e policiamento, segurança dos veículos, atendimento as emergências e crimes referentes às infrações. Porém, os acidentes envolvendo PP ocorrem mesmo com a existência de legislação com tendência prevencionista.

O Brasil é um grande produtor e importador de produtos químicos, sendo que o setor químico ocupa a segunda posição do PIB da indústria de transformação, atrás apenas do setor de alimentos e bebidas, segundo dados da Associação Brasileira da Indústria Química de 2004.

As indústrias de produtos perigosos, a exemplo de outros setores, estão concentradas na região sudeste com 70,80%, seguida pela região sul com 16,15%, a região nordeste com 10,70% e, por fim, a norte e centro-oeste com apenas 1,25%.

O Estado de São Paulo participa com de cerca de 53% das indústrias do total da região sudeste e se localizam basicamente:

1. Na faixa litorânea: Ubatuba, Cubatão e Santos;
2. Próximas às rodovias Anchieta e Imigrantes, interligando a capital ao litoral;
3. Nas rodovias que unem o município de São Paulo às outras regiões do país, como a Rodovia Presidente Dutra;
4. No corredor de ligação entre a Região Metropolitana e o interior do Estado, tais como o Sistema Anhanguera–Bandeirantes e a Rodovia Castello Branco
5. Na região central do Estado, tais como Barra Bonita, Lençóis Paulista, Macatuba e Piracicaba, onde se concentra o parque de usinas de álcool de cana-de-açúcar.

Figura 01 - Distribuição das indústrias no Estado de São Paulo

Fonte: ABIQUIM

Capítulo

2

FONTES DE RISCO DE ACIDENTES ENVOLVENDO PRODUTOS PERIGOSOS

Os acidentes envolvendo PP ocorrem quando estão sendo movimentados, através dos vários tipos de modais ou ainda quando estão armazenados ou manipulados em processos industriais.

Os tipos de modais de transporte de PP são: rodoviário, ferroviário, dutoviário, marítimo, fluvial e aéreo.

Pode-se encontrar um PP armazenado em locais como: postos e distribuidoras de combustíveis, usinas de produção de álcool, indústria química, etc.

Quadro 1 - Quadro Estatístico das ocorrências de acidentes por tipo

Período: 1978 - 2004	%	Total de acidentes: 5884
Armazenamento	2,5	
Transporte rodoviário	37,4	
Transporte por duto	2,9	
Transporte marítimo	5,5	
Transporte ferroviário	1,0	
Rede de esgoto/Águas pluviais	2,9	
Postos e sistema retalhistas de combustíveis	9,3	
Descarte	4,8	
Descarte em rede pública	1,9	
Indústria	7,4	
Mancha órfã	1,7	
Nada constatado	10,4	
Não identificada	4,6	
Outras	7,8	

Fonte: CADAC

2.1 Modal Rodoviário

As necessidades de produção e consumo geradas pelo atual nível de desenvolvimento do Brasil, fazem com que a movimentação de produtos perigosos

seja cada vez mais intensa, principalmente pelo modal de transporte adotado no país, **o rodoviário**.

O Brasil, a exemplo dos Estados Unidos e da maioria dos países europeus, possui uma tendência histórica de priorizar investimentos públicos no modal rodoviário. Dados oficiais mostram que o país possui quase 1,8 milhão de quilômetros de estradas, sendo que destes somente 10% são pavimentados. Apesar da precariedade, a malha rodoviária brasileira é considerada a segunda maior do mundo, só perdendo para a dos Estados Unidos. Por conseguinte, o maior número de acidentes envolvendo PP está neste modal, como se pode verificar no quadro acima.

2.2 Modal Dutoviário

Dutos são tubulações especialmente desenvolvidas e construídas de acordo com normas internacionais de segurança, para transportar petróleo e seus derivados, álcool, gás e produtos químicos diversos por distâncias especialmente longas, sendo então denominados como oleodutos, gasodutos ou polidutos. São construídos com chapas que recebem vários tratamentos contra corrosão e passam por inspeções freqüentes, através de modernos equipamentos e monitoramento à distância. Entre os dispositivos de segurança estão válvulas de bloqueio, instaladas em vários intervalos das tubulações para impedir a passagem de produtos, em caso de anormalidades. Desta forma um duto permite que grandes quantidades de produtos sejam deslocados de maneira segura, diminuindo o tráfego de cargas perigosas por caminhões, trens ou por navios e, conseqüentemente, diminuindo os riscos de acidentes ambientais.

Figura 02 - Linha de oleoduto em reparo

Fonte: Cetesb

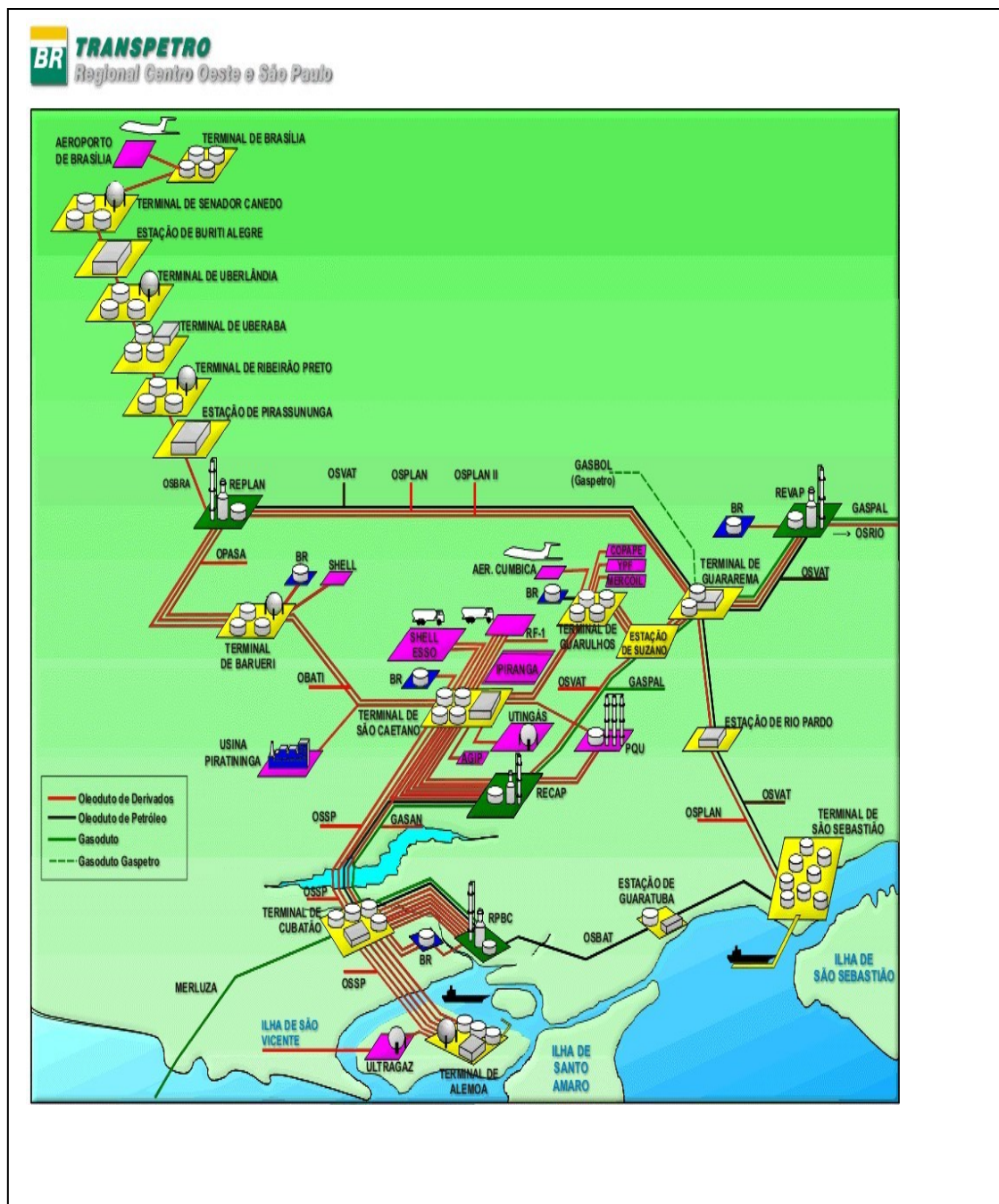
Há dutos internos, ou seja, situados no interior de uma instalação como há também os intermunicipais, interestaduais ou internacionais. Estas tubulações de aço interligam píeres, terminais marítimos e fluviais, campos de produção de petróleo e gás, refinarias, companhias distribuidoras e consumidores. Na maioria são subterrâneos, mas há também os aéreos e os submarinos, situados nas imediações das plataformas de petróleo e dos terminais. Assim sendo, o traçado dessas linhas de dutos podem ser encontrados em áreas urbanas, rurais, passando sob ruas, avenidas e rodovias; condomínios; fazendas, serras e montanhas, rios, mares e manguezais e uma grande variedade de localidades.

Figura 03 - Linha de dutos enterrados ao lado da Rodovia dos Imigrantes - S P

Fonte: Cetesb

Mesmo construídos e operados dentro dos padrões máximos de segurança internacional, os dutos estão sujeitos à erosão, deslizamentos de terra, corrosão, queda de rochas, atos de vandalismo, ação de terceiros, os quais podem ocasionar os vazamentos e, em função da alta pressão com que os produtos são bombeados e da periculosidade das substâncias transportadas, os danos ambientais e sócio-econômicos raramente são pequenos.

Figura 04 - Localização dos dutos da PETROBRAS



2.3 Modal Ferroviário

A malha ferroviária paulista apresenta atualmente 5,1 mil quilômetros, sendo 4.236 km em extensão e 900 km de linhas em pátios. É formada por um conjunto de linhas e ramais ligando o interior do Estado de São Paulo e as regiões do triângulo mineiro e do sudoeste de Minas Gerais à região metropolitana de São Paulo e ao porto de Santos. Ao longo desse trajeto, há ligação com outras ferrovias, a Sul Atlântica, a Centro Atlântica e a Novoeste.

O modal ferroviário constitui um importante meio de escoamento de cargas em geral transportando 5,2% do total de cargas movimentadas no país. Entre essas cargas incluem-se produtos perigosos como álcool, coque, diesel, gasolina, óleos combustíveis.

O transporte ferroviário é caracterizado pelos grandes volumes de cargas simultaneamente transportados, haja vista a grande capacidade dos vagões, bem como o grande número dos mesmos em uma dada composição. Além disso, a malha ferroviária atravessa diferentes áreas de relevante importância como áreas de preservação ambiental, de alta densidade populacional, etc. Nesse contexto, verifica-se que o transporte ferroviário de produtos perigosos oferece um grande potencial de risco à saúde, ao meio ambiente e ao patrimônio público e privado, tendendo a ser o acidente neste tipo de transporte, geralmente mais complexo em relação aos acidentes ocorridos no modal rodoviário, sendo motivo de maior atenção por parte das equipes de emergência.

Figura 05 - Mapa da malha ferroviária do Brasil



Fonte: Associação Nacional dos Transportes Ferroviários

2.4 Modal Aéreo, Marítimo e Fluvial

Estes modais apresentam uma estatística baixa de acidentes, apesar de representar um risco em potencial.

O modal aéreo é muito pouco utilizado para o transporte de cargas perigosas, já que há uma limitação muito grande por parte da legislação em relação ao

transporte de passageiros e cargas, além da limitação da aeronave em transportar grandes quantidades de produtos; esse modal é mais utilizado para transporte de produtos embalados e geralmente estão armazenados em pequenas quantidades.

O modal fluvial também representa um percentual muito baixo no setor de transporte de cargas em geral, porém está crescendo cada vez mais no contexto nacional, já que as condições dos rios favorecem esse tipo de transporte. Num futuro próximo a situação poderá se alterar e as equipes de emergências precisam se preparar para o atendimento de ocorrência deste tipo de modal.

Já o modal marítimo é um dos principais meio de entrada de produtos perigosos importados no país e oferece um potencial de grande risco para as equipes de emergência e para o meio ambiente, devido à grande quantidade e a diversidade de produtos transportados na mesma embarcação. Este tipo de emergência é peculiar da região portuária e as instituições locais com suas equipes de emergências deverão ter treinamento e planos de intervenção específicos para esse tipo de acidente, que se diferenciam e muito dos demais modais, quer seja pelo acesso externo à embarcação, quer seja pelo layout interno dos compartimentos que conduzem aos depósitos, que se tornam verdadeiros labirintos e grandes armadilhas para as pessoas que não estão familiarizadas com aquele ambiente.

Não obstante, mesmo havendo as peculiaridades dos acidentes em cada tipo de modal, o atendimento emergencial geral é o mesmo, sendo que todas os passos de ações táticas descritas nos capítulos seguintes devem ser aplicados.

Capítulo

3

LEGISLAÇÃO, NORMAS E MANUAIS PARA CONSULTA

A partir dos diversos acidentes de grande porte ocorridos no período pós-guerra, a ONU, em 1957, criou uma comissão que elaborou uma relação de 2.130 produtos químicos considerados como perigosos e definiu um número de identificação para cada um deles, sendo adotado pela comunidade internacional.

O Brasil, como um dos signatários daquele organismo internacional, trouxe para o seu arcabouço legislativo as recomendações e classificações editadas pelo organismo, porém, isso não ocorreu de forma imediata. Apenas em 1983, a exemplo do que ocorreu com a ONU, após a ocorrência de dois acidentes marcantes, o do Pó da China no Rio de Janeiro e do incêndio na composição ferroviária, em Pojuca, Bahia, o Ministério dos Transportes editou o Decreto nº 88.821/83, disciplinando o transporte de produtos perigosos, individualizando a responsabilidade de cada envolvido e definindo suas atribuições. Em 1988 a legislação foi substituída pelo Decreto nº96.044, que estabeleceu o Regulamento para o Transporte Rodoviário de produtos perigosos, sendo regulamentado pela Portaria nº291, de 31/05/88, também daquele Ministério.

Em 05/06/2001 foi publicada a Lei Federal Nº 10.233/01, passando à Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT) a atribuição de estabelecer padrões e normas técnicas complementares relativas às operações de transporte terrestre de produtos perigosos. Conseqüentemente, em 12/02/2004 o órgão publicou a **Resolução Nº 420/04**, estabelecendo a nova relação dos produtos perigosos e os seus números de identificação ONU, quantidades isentas, classes de risco, grupos de embalagens e provisões especiais, substituindo ainda algumas Portarias do Ministério do Transporte.

Ao lado desses dispositivos legais dos Poderes Legislativo e Executivo nacional, são encontradas as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), registradas no Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade

Industrial (INMETRO), que são aplicadas para a fiscalização do transporte dos produtos químicos.

Ainda no âmbito federal, em 1996, foi publicado o Decreto nº1797, que colocou em execução o “Acordo de Alcance Parcial para Facilitação do Transporte de produtos perigosos entre os Países Integrantes do Mercado Comum do Sul (MERCOSUL)”, firmados pelo Brasil, Argentina, Paraguai e Uruguai.

Segue abaixo a relação das legislações, nas suas várias esferas territoriais, que regulamentam o transporte rodoviário de produtos perigosos são:

3.1 MERCOSUL:

- **Decreto Nº 1797, de 25/01/96** – Dispões sobre a execução do Acordo de Alcance Parcial para facilitação do Transporte de produtos perigosos, entre o Brasil, Argentina, Paraguai e Uruguai.
- **Decreto Nº 2866, de 08/02/98** – Aprova o regime de infrações e sanções aplicáveis ao transporte terrestre de produtos perigosos.
- **Portaria MT Nº 22/01, de 19/01/01** – Aprova as instruções para a Fiscalização do Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos no MERCOSUL.

3.2 Federal:

- **Decreto-Lei Nº2063, de 06 de outubro de 1983** – Dispõe sobre multas a serem aplicadas por infrações à regulamentação para a execução do serviço de transporte rodoviário de cargas ou produtos perigosos e dá outras providências.
- **Decreto Nº 96.044, de 18/05/1988** – Aprovou o Regulamento para o Transporte Rodoviário de produtos perigosos (RTPP) e dá outras providências.

- **Resolução Nº 91, de 04/05/98** – Dispões sobre os Cursos de Treinamento Específico e Complementar para Condutores de Veículos Rodoviários Transportadores de Produtos Perigosos.
- **Lei Nº 9611, de 19/02/1998** – Dispõe sobre o Transporte Multimodal de Cargas e dá outras providências.
- **Lei Nº 9605, de fevereiro de 1998** – Dispões sobre as sanções penais e administrativas derivadas de conduta e atividades lesivas ao meio ambiente e dá outras providências.
- **Decreto Nº 4097, de 23 de janeiro de 2002** – Alterou a redação dos art. 7 e 19 dos Regulamentos para os Transportes Rodoviário e Ferroviário de Produtos Perigosos, aprovados pelos Dec 96044/88 e 98973/90.
- **Portaria MT Nº 349, de 04 de junho de 2002** – Aprovou as Instruções para a Fiscalização do Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos no Âmbito Nacional.
- **Resolução ANTT N º 420/2004** – Aprovou as instruções complementares ao RTPP.

3.3 Do Município de São Paulo:

- **Lei Nº 11368, de 17 de maio de 1993** – Dispõe sobre o transporte de produtos perigosos de qualquer natureza por veículos de carga no município de São Paulo e dá outras providências.
- **Decreto Nº 36957, de 10 de julho de 1997** –Regulamenta a Lei Nº 11368, de 17 de maio de 1993, que dispõe sobre o transporte de produtos perigosos de qualquer natureza por veículos de carga no município de São Paulo.
- **Decreto Nº 37391, de 08/04/1998** – Altera dispositivos do Dec nº 36957/97 – substitui SEUS Anexos 1 e 4 e dá outras providências.

- **Portaria nº 77, Gabinete do Prefeito, 05/06/98** – Estabelece os critérios técnico-administrativos da Lei nº 11368/93 e respectivos decretos.
- **Portaria DSV G.N. nº 15/98** – Define os produtos perigosos com alta frequência de circulação para fins de licenciamento do transportador e estabelece as condições e restrições ao trânsito de veículos que transportam produtos perigosos nas vias do município de São Paulo.

3.4 Legislações Especiais:

- **Resolução CNEN NE-5.0113/88** – estabelece padrões de segurança que proporciona nível aceitável de controle dos riscos de radiação, criticalidade e térmico para pessoas, propriedades e meio ambiente associados ao transporte de material radioativo que se baseiam nos Regulations for the Safe Transport of Radioactive Material (TS-R-1 (ST-1 Revisado)), da IAEA , Viena (2000).
- **R-105** – Regulamenta o transporte de produtos explosivos.
- **Regulamentos Técnicos do INMETRO** – normas expedidas pelo órgão que especifica procedimentos e critérios para o Certificado de Capacitação de Tanques conforme a sua destinação de utilização, pára-choques traseiros, etc.

3.5 Normas Técnicas da ABNT:

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) é o órgão responsável pela normalização técnica no país, fornecendo a base necessária ao desenvolvimento tecnológico brasileiro. As Normas Brasileiras (NBR) são o conjunto de especificações que normalizam procedimentos, terminologia, etc. e tem como objetivo padronizar as exigências para o transporte de produtos perigosos, tais como identificação do produto, equipamentos de proteção individual para avaliação e fuga (EPI), conjunto de equipamentos para situações de emergência, envelope para o transporte, ficha de emergência, símbolos de risco e manuseio, entre outros.

As normas não são obrigatórias, exceto quando há uma previsão legal. No que tange a produtos perigosos, o **Decreto Nº 96.044** e a **Resolução N º 420/2004** adotam várias Normas Brasileiras, tornando-as dessa forma obrigatórias. Dentre elas, pode-se citar:

- **NBR-7500/2004** – Símbolos de Risco e Manuseio para o Transporte e Armazenamento de Materiais.
- **NBR-7501/2003** – Transporte Terrestre de Produtos Perigosos – Terminologia.
- **NBR-7503/2003** – Ficha de Emergência para o Transporte de Produtos Perigosos.
- **NBR-7504/2004** – Envelope para Transporte de Produtos Perigosos – Características e Dimensões.
- **NBR-8285/2000** – Preenchimento da Ficha de Emergência para o Transporte de Produtos Perigosos.
- **NBR-9734/2003** – Conjunto de Equipamentos de Proteção Individual para Avaliação de Emergência e Fuga no Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos.
- **NBR-9735/2003** – Conjunto de Equipamentos para Emergência no Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos.
- **NBR-10271/2003** – Conjunto de Equipamentos para Emergência no Transporte Rodoviário de Ácido Fluorídrico.
- **NBR-12710/2000** – Proteção contra Incêndio por Extintores, no Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos.

- **NBR-12982/2004** – Desgaseificação de Tanque Rodoviário para Transporte de Produto Perigoso – Classe de Risco 3 – Líquidos Inflamáveis.
- **NBR-13095/1998** – Instalação e Fixação de Extintores de Incêndio para Carga no Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos.
- **NBR-14064/2003** – Atendimento a Emergência no Transporte Terrestre de Produtos Perigosos.
- **NBR-14095/2003** – Área de Estacionamento para Veículos Rodoviários de Transporte de Produtos Perigosos.

3.6 Manual de Emergências da ABIQUIM:

Este manual é a tradução adaptada do “Guia Norte-americano de Atendimento a Emergências com Produtos Perigosos” desenvolvido pelo Ministério do Transporte do Canadá, pelo Departamento de Transportes dos Estados Unidos (DOT) e pela Secretaria de Comunicações e Transportes do México (SCT), cuja tradução foi efetuada pela Associação Brasileira de Indústrias Químicas (ABIQUIM) e adaptada para a realidade brasileira.

Ele foi desenvolvido para ser utilizado pelo Corpo de Bombeiros, Polícia Rodoviária e outras pessoas de serviços de emergências, que possam ser os primeiros a chegar no local de um acidente com produtos perigosos, adotando as recomendações da ONU para o transporte de produtos perigosos. É principalmente um guia para auxiliar as equipes de emergência na identificação específica ou genérica dos materiais perigosos envolvidos em acidentes rodoviários ou ferroviários, nas definições das ações de proteção da equipe e da população em geral durante a fase de resposta inicial do acidente. Originalmente foi concebido para o uso em acidentes com produtos perigosos durante o transporte terrestre (rodoviário e ferroviário), mas poderá, dentro de certos limites, ser instrumento valioso no contingenciamento de acidentes com produtos químicos em locais como terminais de carga, indústrias e depósitos.

O Manual é dividido em 5 seções coloridas, conforme descrição abaixo:

Seção BRANCA (inicial) – traz informações sobre como proceder na emergência, como identificar o produto, as classes de risco, a tabela dos Rótulos de Risco e Número de Risco e a relação dos Códigos de Risco.

Seção AMARELA – traz a relação numérica dos produtos perigosos elencados na Resolução 420/04 da ANT. A lista contém, além de alguns sinônimos, produtos que podem utilizar as designações não especificadas (n. e.). A tabela da relação numérica traz quatro colunas: a primeira contendo o número ONU ou de identificação do produto, o segundo contendo a Classe de Risco principal, a terceira contendo o número do Guia de Procedimentos de Emergência e a quarta contendo nome do produto.

Seção AZUL – relação alfabética dos produtos, contendo quatro colunas com os mesmos dados da seção amarela, porém com a ordem das colunas alteradas da seguinte forma: a primeira com o nome dos produtos, a segunda com o número ONU, a terceira com a Classe de Risco e a quarta com o Número do Guia de Emergência.

Seção LARANJA – traz os Guias de atendimento inicial em casos de emergência, que dão suporte para os primeiros **30 minutos** de atendimento. Cada um dos Guias numerados fornece, de forma simples e objetiva, as informações mais relevantes, indicam os riscos potenciais mais significativos e descreve os procedimentos a serem inicialmente adotados, contemplando os produtos perigosos isoladamente. Nos casos em que diversos produtos apresentam riscos similares, sugerindo procedimentos emergenciais semelhantes; um único Guia abrange todos esses produtos. Cada Guia está dividido em itens e subitens com os seguintes títulos:

- **“Riscos Potenciais”**, subdivididos em “fogo ou explosões” e “riscos à saúde”;

- “**Segurança Pública**”, subdivididos em “vestimentas de proteção” e “evacuação”;
- “**Ações de Emergência**”, subdividido em “fogo”, “vazamento ou derramamento” e “primeiros socorros”.

Seção VERDE – traz a Tabela de Isolamento e Proteção Inicial, com as explicações de como proceder para utilizar corretamente essa seção. A tabela referenciada corresponde aos produtos constantes na relação de produtos perigosos das seções amarela e azul, cujos números e/ou nomes estão sombreados em verde.

Seção BRANCA (final) – traz as explicações sobre o uso do Painel de Segurança e da correta sinalização dos veículos transportadores de produtos perigosos. Esclarece ainda os itens e subitens abordados na seção laranja, aborda sobre a PRÓQUÍMICA e seu serviço de plantão emergencial e ainda contém um glossário de termos constantes no Manual.

IMPORTANTE: O Manual de Emergência da ABIQUIM é somente uma fonte de informação inicial para os primeiros 30 minutos de acidente.

3.6.1 Procedimentos para Utilização do Manual

A consulta ao manual é simples e rápida. Seu objetivo é encontrar as informações emergenciais contidas nas Guias, que dependerá de como o primeiro no local conseguirá obter a identificação do produto.

Pode-se então chegar a Guia através das seguintes informações:

- Painel de Segurança Número de Identificação do Produto(nº da ONU);
- Nome do Produto, e

- Rótulo de Risco

3.6.1.1 Painel de Segurança

A numeração na parte inferior do Painel de Segurança (ver cap. 8) é o número de identificação do produto (Nº da ONU). Uma vez que foi possível visualizar este número ou obtê-lo através da Ficha de Emergência.

O primeiro no local deve consultar o manual da seguinte forma:

- 1- Abrir a seção amarela e localizar o número da ONU;
- 2- Identificar o número da Guia, e
- 3- Abrir a seção laranja e localizar o número correspondente.

3.6.1.2 Nome do Produto

O Nome do Produto pode ser obtido através da Ficha de Emergência (ver cap. 8), escritos nos tanques de carretas e vagões, ou através de informações fornecidas pelo motorista ou funcionários da empresa.

O primeiro no local deve consultar o manual da seguinte forma:

- 1- Abrir a seção azul e localizar o nome do produto;
- 2- Identificar o número da Guia, e
- 3- Abrir a seção laranja e localizar o número correspondente.

3.6.1.3 Rótulo de Risco

O primeiro no local pode ainda chegar ao número da Guia quando se tem a possibilidade de visualizar um ou mais Rótulos de Risco (ver cap. 8) do produto e deverá proceder da seguinte forma:

- 1- Localizar a Tabela de Rótulos de Risco e Guias que está nas páginas que antecedem a seção amarela;

- 2- Localizar o símbolo do Rótulo de Risco correspondente, verificando o número da Guia que se encontra logo abaixo, e
- 3- Abrir a seção laranja e localizar a Guia correspondente.

Observação: Neste caso de se obter a Guia através do Rótulo de Risco, deve-se observar que se trata das ações emergenciais para a classe de risco que pertence o produto e não especificamente do produto.

REQUISITOS DE SEGURANÇA E SAÚDE

A equipe de serviço envolvida em um acidente com produtos perigosos poderá enfrentar uma larga gama de problemas de saúde e segurança. Além do risco associado às propriedades físico-químicas ou toxicológicas do produto envolvido, outros aspectos, como riscos causados pela eletricidade estática, fadiga por calor, exposição ao frio, defeito de equipamentos etc, também podem contribuir para causar efeitos adversos ao pessoal.

4.1 Programa Médico

Para proteção da saúde da equipe de serviço, um programa médico deve ser desenvolvido, viabilizado e mantido. Esse programa conterá dois componentes essenciais: cuidados de rotina com a saúde e tratamentos de emergência.

4.1.1 Cuidados de rotina com a saúde

A rotina de acompanhamento da saúde deverá no mínimo, consistir de:

- Exame médico preliminar para estabelecimento do estado individual de saúde, dados fisiológicos básicos e capacidade para vestir os equipamentos de proteção individual;
- Exames com frequência (anual ou semestral) determinada por médico, dependendo da duração e tipo de trabalho a que normalmente a equipe está sujeita, a frequência a exposições e a condição física individual;
- Exames mais frequentes, determinados pelo médico, devido a atividades específicas;

- Exames médicos especiais, cuidados e consultas em caso de conhecimento ou suspeita de exposição a substâncias tóxicas. Qualquer teste especial dependerá do tipo de substância química a qual o indivíduo foi exposto.

Os exames médicos devem ser conduzidos durante e após o tempo em que permanecer na equipe de atendimento a produtos perigosos.

4.1.2 Tratamentos de emergência

O tratamento de emergência deve conter cuidados e providências de emergência para a equipe de serviço, incluindo possíveis exposições a substâncias tóxicas e ferimentos resultantes de acidentes ou danos físicos. Os itens a seguir devem ser incluídos na previsão de tratamento de emergência:

- Nome, endereço e número de telefones dos consultórios, centros de atendimento toxicológicos, etc. Isso deverá estar destacado em um mapa com a localização, itinerário e demais informações, além do tempo total para o transporte;
- Relação dos hospitais com a capacidade de resposta para as equipes e/ou vítimas expostas ou suspeita de estarem expostas a produtos perigosos;
- Providências para a obtenção de meios de transporte adequados, como ambulâncias e as formas mais rápidas e seguras desse contato;
- Chuveiros de emergência, lavadores de olhos, além de materiais de primeiros socorros disponíveis na área;
- Providências para a rápida identificação da substância a qual o membro da equipe foi exposto (caso isso não tenha sido feito previamente). Essa informação deve ser transmitida a equipe médica;

- Procedimentos de descontaminação de feridos e de prevenção de contaminação dos membros da equipe médica (ou socorrista) equipamentos e instalações;
- Procedimentos pré-definidos para fadiga por calor, exposição ao frio e trabalhos em condições adversas.

4.1.3 Manutenção de histórico

Devido à natureza do trabalho com acidentes envolvendo produtos perigosos, o potencial de exposição a essas substâncias pode ter um efeito adverso a um membro da equipe, tornando-se essencial que seja mantido o registro atualizado em ficha ou livro próprio para essa finalidade, estando tal documento sempre a mão.

Esse tipo de registro deve conter as seguintes informações:

- Qualquer exposição a que esteve sujeito: nome do produto, data, tempo de exposição e cuidados dispensados;
- Uso de proteção respiratória e roupas de proteção individual;
- Qualquer acidente de trabalho;
- Atestados médicos e tratamentos;
- Registros de todos os exames médicos.

4.1.4 Indicadores de exposição tóxica

Como parte do programa médico, a equipe de serviço deve ser instruída sobre sinais e sintomas que podem indicar o potencial de exposição a produtos perigosos. Alguns deles são:

Observados por outras pessoas:

- mudança na cor natural da pele ou descoloração;
- mudança no comportamento;
- salivação excessiva;
- reação da pupila;
- mudança no padrão verbal;
- dificuldades na respiração;
- dificuldades ou falta de coordenação motora;
- tosse.

Observados pela própria pessoa:

- dor de cabeça;
- tontura;
- visão embaçada;
- câimbras;

- irritação dos olhos, pele ou aparelho respiratório;
- mudanças de comportamento.

4.2 Treinamento de Segurança e Saúde

O treinamento de segurança e saúde deve ser parte integrante de todo programa de produtos perigosos. Deve ser contínuo e freqüente de forma a manter nos membros da equipe a competência e o preparo no uso de equipamentos e no conhecimento das normas de segurança.

O treinamento de segurança deve, no mínimo, conter:

- Uso de equipamento de proteção individual, por exemplo, aparelhos de proteção respiratória, roupas específicas de proteção, etc;
- Técnicas seguras de trabalho, controle de local de ocorrência e procedimentos operacionais padrão de segurança;
- Reconhecimento e avaliação dos perigos;
- Plano de segurança na área; e
- Uso de equipamento de monitoração ambiental.

O treinamento deve ser tão prático quanto possível e incluir o manuseio de equipamentos e exercícios para demonstrar a prática das instruções dadas em sala de aula.

4.3 Qualificação Pessoal em Segurança

A equipe e os comandantes que atendem esse tipo de acidente químico têm que tomar decisões complexas a respeito da segurança. Adotar essas decisões corretamente, requer mais do que conhecimentos elementares. Por exemplo,

selecionar o equipamento de proteção individual mais adequado exige não apenas perícia nas áreas técnicas de equipamentos de proteção respiratória, roupas de proteção, monitoramento ambiental, stress físico etc, mas também experiência e julgamento profissional. Apenas uma pessoa competente e qualificada tem esse atributo para avaliar um acidente em particular e determinar as necessidades de segurança apropriadas. É através da combinação de educação profissional, experiência de trabalho, treinamento especializado e um estudo contínuo que um profissional de segurança adquire essa habilidade para tomada dessas decisões.

Todos os envolvidos no atendimento desses acidentes devem respeitar e seguir rigorosamente os Procedimentos Operacionais Padrão (POP) relacionados à segurança pessoal e local.

4.4 Operações

Toda equipe de emergência deve estar adequadamente treinada e completamente informada do perigo e equipamentos a serem utilizados, as práticas de segurança a serem seguidas, procedimentos em emergências e comunicações.

Qualquer necessidade de proteção respiratória e roupas de proteção química deve ser utilizada por todos da equipe que adentrarão a área.

Deverão ser determinadas áreas especiais para colocação dos equipamentos de proteção individual e esse procedimento deverá ser executado por todos ao mesmo tempo.

No mínimo duas outras pessoas, adequadamente equipadas, são necessárias como apoio da equipe de entrada durante as operações no local.

O contato visual deverá ser mantido entre as duplas na área de atendimento e a equipe de apoio. Os membros da equipe de entrada devem permanecer juntos e auxiliar um ao outro durante o atendimento da ocorrência. Os componentes da equipe de apoio que estão fora da área crítica devem tomar providências preventivas para o caso de emergências.

As entradas e saídas devem ser todas demarcadas. Deverão ser colocados sinais e avisos a todos, delimitando as áreas de trabalho e outros.

As comunicações por rádio sinais com as mãos, sinais convencionais ou outros meios devem ser mantidas entre os membros da equipe de entrada o tempo todo. Comunicações de emergências devem ser pré-estabelecidas no caso de falha dos rádios.

Deverão ser instalados indicadores de intensidade e direção dos ventos em locais que possam ser observados pelo comandante das operações e pelo pessoal da equipe de produtos perigosos.

Deverão também ser estabelecidas áreas de trabalho para as várias atividades operacionais.

Os procedimentos para a saída da área contaminada deverão ser planejados previamente. As áreas de trabalho e os procedimentos de descontaminação devem ser estabelecidos com base nas condições que o local oferecer.

4.5 Plano de Segurança

O plano de segurança deve ser desenvolvido e implementado para todas as fases operacionais. O plano deve conter os riscos à segurança e à saúde em cada fase das operações, bem como especificar as exigências e procedimentos para a proteção da equipe.

Todos da equipe devem estar familiarizados com os POPs ou qualquer instrução adicional, além das informações contidas no plano de segurança na área.

Capítulo

5

PRIMEIRO PASSO - GERENCIAMENTO E CONTROLE DO CENÁRIO DA EMERGÊNCIA

A partir deste capítulo, serão detalhadas todas as ações táticas operacionais a serem aplicadas de forma imprescindível nas circunstâncias que envolvam produtos perigosos. Estas ações foram divididas em **6(seis) passos** que devem ser rigorosamente seguidos pelas guarnições e é de fundamental importância a sua aplicação, uma vez que a sua finalidade constitui-se na minimização dos riscos potenciais decorrentes do cenário químico catastrófico, podendo comprometer a vida de pessoas, desagregar o meio ambiente e danificar propriedades.

Assim, o bombeiro deverá agir sempre com os recursos materiais adequados de modo a estar protegido, atuando sempre com a máxima atenção.

5.1 Níveis de Capacitação Profissional

Antes de partirmos para os procedimentos operacionais a serem adotados, é importante destacarmos os diferentes níveis de conhecimento técnico existentes dentro da Instituição, sendo que tais diferenciações determinarão os limites de atuação de cada profissional dentro da emergência, garantindo assim a segurança e a qualidade do atendimento:

Nível básico, quando do término do Curso de Formação de Soldados, na qual as praças do Corpo de Bombeiros farão o papel do primeiro no local no AEPP, tendo sua atuação restrita às atividades de identificação de produtos, acionamento de órgãos e isolamento do local, seguindo os Guias de Emergência Química;

Nível técnico, para Sargentos com o Curso de Bombeiros para Sargentos (CBS) e Oficiais com o Curso de Bombeiros para Oficiais (CBO), que possuam a função de liderança dentro da ocorrência, possuindo o conhecimento técnico necessário para definir as áreas de trabalho e tomar as providências iniciais até que uma equipe mais especializada chegue ao local;

Nível especialista, para Oficiais e praças que concluírem o Curso AEPP, habilitados também para atividades de salvamentos complexos com uso de Equipamentos de Proteção Respiratória compatíveis com a necessidade exigida, além de monitoramento ambiental, contenção, transbordo e descontaminação de recursos. Os conhecimentos devem ser atualizados em EAP específico a cada três anos.

Nível gerencial, para oficiais que além de conhecerem o conteúdo do nível especialista, por meio de Curso AEPP, possuirão conhecimentos suficientes para desenvolver ações de Comando das Operações em harmonia com a filosofia SICOE (Sistema de Comando e Operações em Emergências). Os conhecimentos devem ser atualizados em EAP específico a cada três anos.

A manutenção e o aperfeiçoamento do conhecimento adquirido deve ser constante, lembrando ainda que o Corpo de Bombeiros sempre deve recorrer à empresa responsável pelo produto perigoso ou outras instituições especializadas que possam complementar as informações técnicas operacionais, visando minimizar os danos causados pela emergência.

5.2 Gerenciamento do local

Este é o primeiro dos seis passos do processo de gerenciamento da emergência. Seu foco principal é estabelecer o controle do local da emergência e isolar as pessoas dos riscos e perigos.

O Comandante da Ocorrência não pode simplesmente iniciar as operações até que a área de perigo tenha sido identificada e o perímetro de isolamento assegurado.

Pessoas próximas ao local são vítimas em potencial até que o isolamento tenha sido estabelecido e o local evacuado.

De uma perspectiva tática, o Gerenciamento do local pode ser dividido em até seis tarefas principais. São elas:

1. Assumir o comando e estabelecer o Sistema de Comando de Operações em Emergências (SICOE).

2. Assegurar o posicionamento e a aproximação segura dos recursos de socorro emergenciais.

3. Estabelecer uma Área de Apoio.

4. Estabelecer um perímetro de segurança em volta do local da emergência.

5. Estabelecer Zonas de Riscos para garantir um local seguro para aqueles que atendem à emergência.

6. Avaliar a necessidade de resgates imediatos e da implementação inicial das ações de proteção ao público. Garantir a vida é a mais alta prioridade tática de qualquer Comandante da Emergência. Sempre haverá situações onde as avaliações iniciais justificarão que as Equipes de Emergência partam imediatamente para operações de resgate (por exemplo, um motorista que nitidamente está vivo e preso na cabine de um caminhão tanque em chamas transportando gasolina). Entretanto, mesmo sob situações mais extremas, a implantação de tarefas iniciais de gerenciamento do local salvará vidas. Não permita que uma situação ruim se torne pior deixando que as unidades de socorro envolvam-se em situações de resgate sem seguir procedimentos de segurança na operação.

5.3 Aproximação e Posicionamento

Uma aproximação e posicionamento seguros feitos pelos primeiros no local são cruciais para que o acidente seja, como um todo, controlado.

Os atendimentos de Emergências que não observam regras de posicionamento e aproximação tendem a um resultado indesejado ou inesperado. Se as primeiras Equipes de Emergência se tornam parte do problema, o Comandante da Emergência tem que modificar o Plano de Ação para lidar com essas novas circunstâncias. Por exemplo, se os

bombeiros se contaminarem, o Plano de Ação deve ser alterado: muda de proteger pessoas, para resgatar e descontaminar os socorristas.

Esta não é uma ciência exata, é apenas a aplicação do bom senso aos princípios de operação de segurança básicos. Alguns parâmetros gerais incluem:

- Quando possível, aproxime-se do ponto mais alto e a favor do vento. Se estiver se aproximando contra o vento, então se afaste o máximo possível.
- Se estiver em túneis subterrâneos ou não, que passe metrô ou trens, considere o “efeito pistão” que provocará, empurrando o ar à frente do trem, devendo providenciar a parada do mesmo antes de se aproximar.
- Procure por provas físicas. Por exemplo, evite áreas molhadas, nuvens de vapor, material derramado, etc. Novamente, use o bom senso; se os pássaros estão voando de um lado da nuvem de vapor e não estão vindo pelo outro lado, você provavelmente tem um problema.

5.3.1 Estacionamento da viatura no cenário da emergência

Outro importante procedimento a ser ressaltado é o conjunto de cuidados a serem tomados quanto ao estacionamento da viatura no local da emergência com produtos perigosos.

Além dos cuidados já estabelecidos pelos POP (Procedimentos Operacionais Padrão) e NOB (Normas Operacionais de Bombeiros) em vigor, vale ressaltar algumas peculiaridades específicas de ocorrências dessa natureza:

- Ao perceber que o cenário da emergência se aproxima, deve-se posicionar a viatura o mais distante possível do produto para que seja providenciada sua identificação (se possível utilizar binóculo para leitura do painel de segurança e rótulo de risco). Recomenda-se a distância de 100m para os casos de produtos

químicos e 300m para explosivos, para o estacionamento inicial da primeira viatura que comparecer ao local do acidente até que se consiga obter a identificação do produto; posteriormente, após a sua identificação, podemos remanejar o posicionamento e estacionamento de acordo com a distância mínima preconizada pelo manual da ABIQUIM (Associação Brasileira das Indústrias Químicas).

Figura 06 - Posicionamento para identificação do produto



Fonte: Corpo de Bombeiros da PMESP.2005

- Deve-se levar sempre em consideração a direção do vento, tendo como regra básica o posicionamento com o vento pelas costas. É importante lembrar que essa posição pode variar durante o desenrolar da ocorrência, devendo a viatura ser mudada de posição sempre que a direção do vento mudar.
- As viaturas devem ser estacionadas distantes de áreas mais baixas em relação ao produto. Esta regra vale tanto para líquidos quanto para gases, devendo também ser levada em conta a presença de bueiros, porões e tubulações onde o material pode espalhar-se e acumular-se, comprometendo assim a segurança dos bombeiros e viaturas.

As condições podem modificar-se rapidamente em acidentes com produtos perigosos. Um tambor sinalizado “inflamável” pode também ser venenoso, ou uma nuvem de vapor em suspensão pode cobrir a aparelhagem. Não se posicione tão próximo até que uma avaliação completa tenha sido feita.

5.4 Estabelecer o SICOE

Como qualquer emergência, um acidente com produtos perigosos requer um gerenciamento centralizado. Sem ele, o local geralmente se torna inseguro e desorganizado.

Um comando central organizado irá:

- Fixar a responsabilidade do comando em um indivíduo em particular por meio de um sistema de identificação padrão.
- Garantir que um comando forte, direto e visível seja estabelecido assim que possível.
- Estabelecer uma estrutura de controle que claramente delineie os objetivos e funções das operações.

O sucesso ou fracasso das operações de emergência dependerá do modo que o primeiro no local estabelecerá o comando. Independentemente do nível de capacitação de quem seja o primeiro no local, deve sempre iniciar as seguintes ações:

- **Assumir o comando corretamente** - A pessoa que assumir o comando deve ser sempre da patente mais alta ou a pessoa com o maior nível de capacitação presente no local.
- **Confirmar o comando** - Confirmar que toda a equipe no local e a caminho tenha sido notificada da estrutura de comando.

- **Selecionar um local fixo para o posto de comando** - Um comandante experiente somente abre mão da vantagem de um posto de comando fixo quando for absolutamente necessário para o Comandante da Emergência dar ordens diretamente aos socorristas operando em posições mais avançadas. Em qualquer um dos casos, o CO deve manter uma presença de comando por rádio.
- **Estabelecer uma Área de Apoio** - Tenha certeza que a área de apoio se encontra em um local de fácil acesso e bem sinalizada.
- **Solicitar apoio necessário.**

5.4.1 Áreas de Apoio

Esta área é um local destinado à permanência das equipes e dos equipamentos de apoio até que sejam acionados.

A Área de Apoio se torna um setor dentro da área destinada ao comando do SICOE. O chefe da Área de Apoio responde por todas as unidades de emergência, despacha reforços para o local do acidente e requisita reforços de emergência quando necessário.

A Área de Apoio ideal é próxima o suficiente do perímetro para reduzir significativamente o tempo de resposta, em caso de acionamento pela Comandante das Operações. A Área de Apoio é efetiva quando o Comandante da Emergência prevê que reforços adicionais podem ser necessários e ordena a eles que se desloquem para a área pré-designada, a aproximadamente três minutos do local.

Acidentes em grandes proporções podem requerer muitos reforços para o local que poderão ser necessários em diferentes períodos durante toda a ocorrência. Se os reforços não forem necessários por um tempo, o Comandante da Emergência deve considerar o estabelecimento de áreas primárias e secundárias de Área de Apoio. Dentro

do Sistema de Gerenciamento de Acidentes estas são consideradas como Áreas de Área de Apoio nível I e nível II.

A Área de Apoio nível 1 é a posição primária para as primeiras unidades de socorro que chegarem ao local. Assim que os primeiros atendentes chegarem, eles vão diretamente para o local do acidente seguindo procedimento padrão. A primeira unidade a chegar no local da emergência assume o comando e inicia as operações de gerenciamento do local. Todas as outras unidades que responderem a chamada preparam-se a uma distância segura do local, até que recebam ordens do Comandante da Emergência para agir.

Normalmente, a Área de Apoio nível I situa-se do lado de fora do portão principal do prédio ou em uma rua lateral próxima ao acidente. A Área de Apoio nível I está sempre em um local seguro e a favor do vento. Logicamente, você não deve passar por um local inseguro para tomar uma posição em local seguro.

A Área de Apoio nível II é a localização secundária ou ponto de partida para reforços. É usada para operações grandes, complexas ou demoradas. Assim que mais unidades se aproximem da emergência, elas são posicionadas conjuntamente em um local específico sob o comando do Chefe da Área de Apoio.

As equipes devem ser instruídas a respeito da situação pelo Chefe da Área de Apoio e esperar por suas ordens em locais adjacentes mais adequados, onde estejam protegidos das mudanças climáticas. Quando reforços são necessários no local do acidente, eles podem ser deslocados para uma área localizada próxima ao perímetro do acidente e dispostas pelo Comandante da Emergência.

As Áreas de Apoio devem ser claramente identificadas através do uso de sinais, bandeiras com cores sinalizadoras e luzes, cartazes ou qualquer meio apropriado.

A localização exata da Área de Apoio, tanto no perímetro urbano quanto rural, será baseada nas condições do vento e na natureza da emergência.

5.5 Estabelecer um perímetro de isolamento

É a linha de controle da multidão especificada na área em volta da Zona de Controle de Perigo. O Perímetro de Isolamento está sempre na linha entre o público em geral e a Zona Fria.

Isolar a área e estabelecer um perímetro pode ser tão simples como esticar cordões de isolamento através das estradas de acesso próximas de um derramamento ou coordenar as equipes da polícia, bombeiros, ambulâncias, e a equipe de emergência em um esforço de evacuação em massa. Independentemente da complexidade, esta é uma das primeiras considerações táticas.

Figura 07 - Isolamento do local



Fonte: Corpo de Bombeiros da PMESP.2005

O primeiro objetivo do procedimento de isolamento, após o resgate, é limitar imediatamente o número de civis e não civis expostos ao material perigoso. Isto se inicia

quando se identifica e se estabelece um perímetro de isolamento. Quando nos deparamos com um acidente dentro da edificação, o melhor lugar para começar é nos pontos de entrada, como as portas da entrada principal. Uma vez que as entradas estejam seguras e a circulação de pessoas não autorizadas (incluindo bombeiros) é negada, as equipes podem começar a isolar o perigo. Obviamente, roupas e equipamentos de proteção adequados devem ser usados. Este procedimento de controle de entradas pode ser feito por bombeiros, em caso disponível, ou policiais ou ainda por pessoal da segurança da empresa.

O mesmo conceito se aplica a locais abertos, fora de edificações. Primeiro garanta que as entradas estejam seguras e então estabeleça um perímetro de isolamento em volta do perigo. Comece pelo controle das intersecções, rampas de subidas e descidas, estradas subjacentes e qualquer outro acesso ao local. Neste ponto, uma equipe de reconhecimento pode iniciar a avaliação. Civis feridos ainda são prioridade, mas estradas e pontos de acesso podem se congestionar e restringir rapidamente qualquer tipo de acesso ao local. Permitir que veículos permanecessem fluindo vagarosamente próximos ao local do acidente iria promover mais operações de resgate e, em geral, compromete toda a operação, tornando-a muito mais complicada.

Se a situação se estender, as condições podem mudar e o material perigoso pode migrar para uma área onde veículos estão parados, esperando que o trânsito volte a fluir. Os ocupantes podem se tornar vítimas sem meios imediatos de escapar.

Uma vez que um grande perímetro em volta do acidente é desejável, um erro muito comum é interditar uma área maior do que pode ser efetivamente controlada, exceto em operações militares, nas quais há um grande contingente para patrulhar um certo perímetro. Se as patrulhas estão muito esparsas ou não são freqüentes, alguém com certeza vai entrar no perímetro. Dado ao número reduzido de homens, é melhor garantir completamente uma área menor e expandir o perímetro assim que reforços adicionais se tornem disponíveis.

5.5.1 Segurança e Cumprimento da Lei

O Comandante da Emergência deve distribuir as tarefas no perímetro de isolamento assim que possível. Isto começa, em geral, com a convocação da polícia ou do supervisor de segurança para o Posto de Comando. Este indivíduo se tornará uma peça-chave que ajudará a estabelecer as comunicações entre agências e determinará que área(s) será(ão) controlada(s) primeiro, e como isto será gerido. No acidente o responsável deve ser instruído com toda a informação disponível.

As pessoas que estão envolvidas no estabelecimento de um perímetro ou nas que irão entrar nas estruturas precisam saber exatamente quais os perigos potenciais e os possíveis riscos que correm. Se existir uma chance, mesmo que remota, desses oficiais serem expostos ao perigo, enquanto a área de isolamento se expande, eles devem receber o equipamento apropriado juntamente com orientações específicas de onde ir se as coisas saírem errado.

Aqueles responsáveis pela imposição da lei são melhores utilizados quando o controle de tráfego e de multidões envolver grandes grupos de pessoas em propriedade pública. Outra função importante é patrulhar o perímetro por causa de civis que tentam dar uma olhada mais de perto ou por causa do fotógrafo ou do operador de câmera que tenta conseguir uma imagem mais real do acidente.

Policiais são mais bem treinados para a segurança do perímetro do que bombeiros. Eles vigiam o local e têm a credibilidade para convencer pessoas a se deslocarem para locais mais seguros. Se a situação ficar feia, eles têm autoridade e equipamento para deslocar pessoas contra suas vontades.

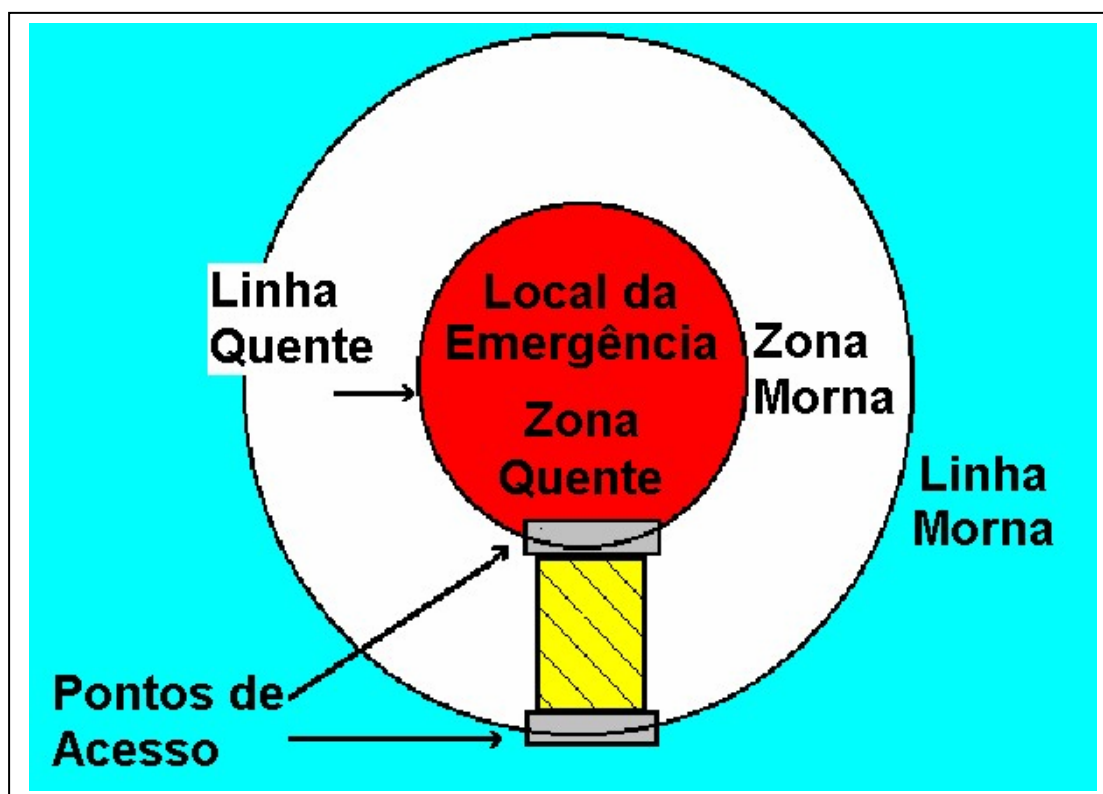
Quando a operação ocorre em uma instalação privada, como um complexo industrial, as forças de segurança do local preenchem as mesmas lacunas no sistema. A grande maioria dos seguranças das fábricas são bem treinados e extremamente familiarizados com o local e seus recursos. Eles geralmente conhecem de vista os empregados da instalação e podem providenciar detalhes específicos dos planos de

evacuação, procedimentos de emergência e a disponibilidade de ferramentas especiais. Geralmente, eles podem assumir funções de segurança dentro da fábrica enquanto policiais controlam áreas do lado de fora da cerca. Trabalhando juntos sob um Sistema de Comando Unificado, aqueles que garantem a lei e a equipe de segurança podem ser um trunfo valioso para o Comandante da Emergência.

5.6 Zonas de Riscos

Agora que o perímetro de isolamento está seguro, o Comandante da Emergência pode começar a trabalhar em seu segundo objetivo de isolamento através do estabelecimento de Zonas de Riscos. Essencialmente, o Comandante divide o território que já controla em três diferentes zonas, começando pelo material perigoso e trabalhando do lado de fora em direção ao perímetro do acidente. Zonas de Riscos são designadas da mais para a menos perigosa como Zona Quente, Zona Morna e Zona Fria.

Figura 08 - Zonas de Riscos



A idéia principal em estabelecer três diferentes Zonas de Riscos dentro do perímetro de isolamento é estipular o mais alto nível de controle de responsabilidade pessoal para os atendentes trabalhando no local da emergência. Zonas definidas ajudam a garantir que trabalhadores não se locomovam inadvertidamente para um local contaminado ou se coloquem em locais que possam se tornar de alto risco graças a explosões ou nuvens de vapor em suspensão.

Deve-se observar os critérios previstos na NOB 42 – SICOE para permanência das pessoas nas respectivas zonas de riscos:

Um local de abrigo deve também ser estabelecido dentro da Zona Quente, para a equipe de controle exposta a produtos perigosos. Eles devem ser mantidos dentro desta área delimitada até que possam ser deslocados com segurança para outro local (por exemplo, quando uma área de descontaminação foi estabelecida).

A Zona Quente deve ser ampla o suficiente para disponibilizar um ou mais locais de abrigo quando necessário.

5.6.1 Identificação das Zonas de Riscos

Zonas de Riscos devem ser demarcadas fisicamente e notificadas no Posto de Comando. A Zona Quente pode ser identificada com linhas de controle coloridas, cones de tráfego e bastões de luzes.

Em situações externas, Zonas de Riscos podem ser designadas utilizando-se pontos de referência geográfica como a parede de uma barragem, cercados ou nome da rua. Áreas geográficas devem ser comunicadas verbalmente por rádio ou no momento em que o Comandante e os oficiais do setor trocarem informações.

Quando o perigo está confinado a um prédio, estas zonas podem ser assinaladas por sua localização dentro da estrutura. Por exemplo, um derramamento na sala 321

pode pressupor que as salas 320 e 322 sejam a Zona Quente, o resto do prédio seja a Zona Morna e área do lado de fora do edifício seja designada a Zona Fria.

As Zonas de Riscos devem modificar-se com o tempo expandindo-se ou retraindo-se dependendo do tamanho do acidente e do território em que os perigos e riscos ocorrerem. Na medida que o acidente for sendo controlado, as zonas devem ser reduzidas proporcionalmente. Manter uma Zona de Controle de Perigo muito grande sem boas razões técnicas criará problemas com os donos de propriedades e agências externas. Isto ocorre principalmente em acidentes envolvendo estradas muito movimentadas ou instalações industriais. Em acidentes de longa duração, isolar grandes áreas pode gerar problemas políticos, podendo minar a credibilidade do CO. Não cometa suicídio político mantendo o dono da propriedade ou o pessoal responsável pelo cumprimento da lei desinformados. Informe-os de como, quando e porque você estabeleceu previamente Zonas de Controle neste acidente.

5.7 Início das Ações de Proteção Pública

Ações de Proteção Pública (APP) são estratégias utilizadas pelo comandante do acidente para proteger uma população geral do material perigoso através da proteção em um local seguro ou da evacuação. Esta estratégia é geralmente implementada após o estabelecimento de um Perímetro de Isolamento e Zonas de Riscos pelo Comandante da Emergência para os atendentes.

Não há referências disponíveis para este processo de se tomar decisões, mas sim uma combinação de fatores como o tamanho e a natureza das liberações de produtos perigosos, perigos dos produtos envolvidos, condições climáticas, tipo de instalação e a disponibilidade de estruturas herméticas.

A escolha entre a proteção em um local seguro ou evacuação não é uma escolha ao acaso; em alguns acidentes, pode ser mais efetivo evacuar uma porção da instalação que ofereça risco ou a comunidade enquanto se instrui a outra parcela que se proteja em um local seguro.

Decisões referentes a ações de proteção estão diretamente relacionadas ao tipo de acidente e requerem o uso da avaliação do julgamento e da experiência do Comandante das Operações. Por exemplo, se uma liberação de produtos perigosos ocorre por um período prolongado de tempo, ou se há um incêndio que não pode ser controlado dentro de um pequeno período de tempo, a evacuação é tipicamente a opção preferida para as equipes não-necessárias. Entretanto, a evacuação pode nem sempre ser necessária durante acidentes envolvendo substâncias espalhadas pelo ar e de extremo perigo, como ácido fluorídrico, cloro e amônia anidra. Produtos que são transportados pelo ar podem se mover a favor do vento tão rapidamente que pode não haver tempo para evacuar um grande número de empregados de uma instalação industrial ou de uma comunidade próxima. Em outras situações, evacuar pessoas pode, na verdade, expô-las a um risco maior. Para liberações em períodos curtos, a maneira mais prudente de agir pode ser permanecer dentro de uma estrutura.

A decisão do Comandante da Emergência tanto de evacuar ou de procurar um local de proteção seguro deve se basear em uma avaliação inicial dos seguintes fatores:

- Produtos perigosos envolvidos, incluindo suas características e propriedades, quantidade, concentrações, estado físico e localização da liberação.
- A população em risco, incluindo tanto pessoal da instalação industrial e público em geral. Além disso, o Comandante da Emergência deve considerar os recursos requeridos para a implementação da ação de proteção, incluindo notificação, movimentação/transporte e possível remoção para abrigos.
- O fator tempo envolvido na liberação.
- Deve ser levado em consideração a taxa de progressão do acidente, o tamanho e a duração observada ou projetada da liberação, a taxa de movimento do material perigoso e o tempo necessário estimado para a implementação de ações de proteção.

- Os efeitos tanto das condições meteorológicas atuais quanto das projetadas no controle e na movimentação da liberação de produtos perigosos. Estes devem incluir estabilidade atmosférica, temperatura, precipitação e condições do vento.
- A aptidão em comunicar-se com a população em risco e com os atendentes antes, durante e após a emergência.
- As capacidades das instituições emergenciais e de outro pessoal para implementar, controlar, monitorar e concluir as ações de proteção. Isto deve incluir uma avaliação da integridade da estrutura e taxas de infiltração de estruturas potencialmente disponíveis para a proteção em um local seguro por toda a extensão da área.

Independentemente da tática utilizada, atingir os objetivos da ação de proteção ao público traduz-se em ganhar controle da área especificada além do perímetro de isolamento, garantindo a segurança e limpando a área e, assim, controlando uma segunda área adjacente ou a favor do vento. Desta maneira, mais áreas ameaçadas podem ser protegidas logo que mais recursos se tornarem disponíveis.

É imperativo que o Comandante da Emergência use uma aproximação sistemática e apropriada de remover o público da área perigosa. Sem coordenação e direção de um posto de comando, equipes de atendentes podem rapidamente transformar-se em uma turma de voluntários desorganizados (um por todos, cada um por si).

Estabelecer prioridades e comunicar o plano para as táticas das Ações de Proteção ao Público são importantes desde o início e devem ser atualizadas em um mapa no posto de comando, assim que novas zonas são identificadas e controladas.

Nos estágios iniciais do acidente, o Comandante muitas vezes está preocupado com avaliações e atividades de resgate e pode facilmente “descuidar-se” das pessoas em uma área. Esteja consciente de que, se a situação se deteriorar rapidamente,

peessoas expostas no raio de 300 metros podem ser contaminadas. Em outras palavras, todos dentro do perímetro de isolamento é um resgate em potencial.

Áreas que devem receber atenção imediata do Comandante incluem:

- Localizações dentro de 30 metros do acidente que rapidamente serão alcançadas pelos produtos químicos. Esta é uma preocupação a mais quando um material inflamável ou tóxico está flutuando a favor do vento.
- Localizações próximas do acidente onde pessoas já estão razoavelmente seguras dos produtos químicos. Pessoas próximas aos produtos químicos devem ser alertadas para que fiquem afastadas do perigo e permaneçam dentro de casa até que outras instruções sejam dadas.
- Localizações chave para controle do fluxo do tráfego e de pedestres dentro da área perigosa. Por exemplo, portas de saída, rampas e cruzamentos escolares.
- Estruturas com grande número de pessoas como por exemplo escolas.
- Estruturas que tenham pessoas doentes, incapacitadas ou encarceradas.

O Manual de Emergência da ABIQUIM (guia de respostas de emergência) é uma boa fonte documental para auxiliar o Comandante quando este for decidir qual estratégia implementar.

O guia também fornece alguns parâmetros a respeito do tamanho da zona de isolamento inicial baseada no tipo de material perigoso e no tamanho do contêiner. O Comandante deve estar bem familiarizado em como usar o Manual de Emergência. As instruções deste manual fornecem algumas informações de suporte muito úteis na hora de decidir quais das Ações de Proteção ao Público utilizar.

Há uma linha tênue entre objetivos do **isolamento** e **evacuação**. Para nossos propósitos, o **isolamento** requer uma ação rápida para proteger o público e os primeiros atendentes de uma situação imediata que coloquem suas vidas em risco. O isolamento é

uma necessidade; proceder de modo incorreto quando as pessoas estão do lado de fora, em locais expostos, resultará em feridos. Em contraste, a **evacuação** implica em um afastamento prolongado e cauteloso do local afetado. Evacuação e proteção em um local seguro não são escolhidas ao acaso.

5.7.1 Ações de Proteção Pública

A estratégia usada pelo Comandante da Emergência para proteger pessoas não expostas do material perigoso através da proteção do público ou da evacuação. Esta estratégia geralmente é implementada depois que o Comandante estabelece um perímetro de isolamento e define as Zonas de Riscos para os atendentes.

Evacuação

A movimentação de pessoal fixo das instalações e do público em geral de uma área ameaçada para um local mais seguro. É tipicamente conhecida como a remoção controlada de pessoas de uma área reconhecidamente perigosa ou de risco inaceitável para uma área mais segura, ou uma na qual o risco é considerado aceitável.

Proteção em um local seguro

A proteção em um local seguro é um conceito que é familiar. Por exemplo, não é incomum para as pessoas fecharem as janelas para impedir a entrada de poeira ou barulho, ou para manter a casa mais fresca em um dia quente de verão. O conceito de proteção em um lugar seguro aplicado a uma liberação de materiais perigosos é idêntica, mas o objetivo é prevenir a migração dos vapores tóxicos para dentro da estrutura.

Atividades de proteção em local seguro são baseadas no conceito de que vapores tóxicos passarão sobre estruturas sem se mover dentro delas. Os procedimentos gerais de proteção em um local seguro, que o Comandante das Operações deve divulgar para as pessoas, incluem:

- Fechar todas as portas e fechar e trancar todas as janelas (janelas selam melhor quando trancadas). Sele qualquer brecha evidente em volta das janelas, portas, ralos, entre outros, com fita, papel contact, toalhas molhadas ou outros produtos.
- Desligar todos os sistemas de ar-condicionado. Se for apropriado, coloque as entradas de ar na posição fechado.
- Fechar os reguladores de chaminés
- Desligar e cobrir todos os exaustores.
- Fechar tantas portas internas quanto possível
- Monitorar a estações de rádio e TV locais para mais informações.

Embora seguir estes parâmetros aumente a eficiência da proteção em um local seguro como ação de proteção, isto não garante necessariamente que este tipo de ação irá sempre ser efetivo.

Capítulo

6

SEGUNDO PASSO – IDENTIFICAÇÃO DO PRODUTO

6.1 Sinalização em Caso de Emergência em Transporte Terrestre

Com a chegada do Corpo de Bombeiros ao local, com as viaturas devidamente posicionadas em local seguro, partimos para a identificação do produto perigoso envolvido.

No caso de acidente **rodoviário e/ou ferroviário**, a equipe de emergência deverá observar a sinalização dos vagões e veículos de transporte, a qual segue o preconizado pelo **Decreto Nº 96.044** e **Resolução Nº 420/2004**, através de símbolos e placas numeradas indicativas dos riscos relacionados ao produto transportado.

Será abordada a seguir a classificação adotada pela legislação.

6.1.1 Classificação dos Produtos Perigosos

A classificação adotada na legislação brasileira segue a adotada pela ONU, sendo, portanto, de abrangência mundial e são expressas através de **números de risco**, sendo que para cada algarismo haverá uma classe de risco correspondente, que, por sua vez, ser subdividida em subclasses conforme segue:

Quadro 2 - Classes e Subclasses de Risco

CLASSE	SUBCLASSE	SIGNIFICADOS
CLASSE 1		EXPLOSIVOS
	Subclasse 1.1	Substâncias e artigos com risco de explosão em massa
	Subclasse 1.2	Substâncias e artigos com risco de projeção
	Subclasse 1.3	Substâncias e artigos com risco de fogo
	Subclasse 1.4	Substâncias e artigos que não apresentam risco significativo
	Subclasse 1.5	Substâncias muito insensíveis
	Subclasse 1.6	Artigos extremamente insensíveis
CLASSE 2		GASES
	Subclasse 2.1	Gases inflamáveis
	Subclasse 2.2	Gases não tóxicos e não inflamáveis
	Subclasse 2.3	Gases tóxicos
CLASSE 3		LÍQUIDOS INFLAMÁVEIS
CLASSE 4		SÓLIDOS INFLAMÁVEIS, SUBSTÂNCIAS SUJEITAS A COMBUSTÃO ESPONTÂNEA, SUBSTÂNCIAS QUE, EM CONTATO COM A ÁGUA, EMITEM GASES INFLAMÁVEIS
	Subclasse 4.1	Sólidos inflamáveis
	Subclasse 4.2	Substâncias sujeitas à combustão espontânea
	Subclasse 4.3	Substância que, em contato com a água, emitem gases inflamáveis
CLASSE 5		SUBSTÂNCIAS OXIDANTES, PERÓXIDOS ORGÂNICOS

	Subclasse 5.1	Substâncias oxidantes
	Subclasse 5.2	Peróxidos orgânicos
CLASSE 6		SUBSTÂNCIAS TÓXICAS, INFECTANTES
	Subclasse 6.1	Substâncias tóxicas
	Subclasse 6.2	Substâncias infectantes
CLASSE 7		MATERIAIS RADIOATIVOS
CLASSE 8		SUBSTÂNCIAS CORROSIVAS
CLASSE 9		SUBSTÂNCIAS E ARTIGOS PERIGOSOS DIVERSOS

6.1.2 Definição de Classes

CLASSE 1 – EXPLOSIVOS

A Classe 1 compreende:

a) Substâncias explosivas, exceto as que forem demasiadamente perigosas para serem transportadas e aquelas cujo risco dominante indique ser mais apropriado considerá-las em outra classe (uma substância que, não sendo ela própria um explosivo, possa gerar uma atmosfera explosiva de gás, vapor ou poeira, não está incluída na Classe 1);

b) Artigos explosivos, exceto os que contenham substâncias explosivas em tal quantidade ou de tal tipo que uma ignição ou iniciação acidental ou involuntária, durante o transporte, não provoque qualquer manifestação externa ao dispositivo, seja projeção, fogo, fumaça, calor ou ruído forte;

c) Substâncias e artigos não-mencionados nos itens "a" e "b" e que sejam manufaturados com o fim de produzir, na prática, um efeito explosivo ou pirotécnico.

É proibido o transporte de substâncias explosivas excessivamente sensíveis ou tão reativas que estejam sujeitas a reação espontânea, exceto, a critério das autoridades competentes, sob licença e condições especiais por elas estabelecidas.

Para os fins destas Instruções, devem ser consideradas as seguintes definições:

a) Substância explosiva é a substância sólida ou líquida (ou mistura de substâncias) que, por si mesma, através de reação química, seja capaz de produzir gás a temperatura, pressão e velocidade tais que possam causar danos a sua volta. Incluem-se nesta definição as substâncias pirotécnicas mesmo que não desprendam gases;

b) Substância pirotécnica é uma substância, ou mistura de substâncias, concebida para produzir um efeito de calor, luz, som, gás ou fumaça, ou a combinação destes, como resultado de reações químicas exotérmicas auto-sustentáveis e não-detonantes;

c) Artigo explosivo é o que contém uma ou mais substâncias explosivas.

A Classe 1 está dividida em seis subclasses:

Subclasse 1.1 - Substâncias e artigos com risco de explosão em massa (uma explosão em massa é a que afeta virtualmente toda a carga, de maneira praticamente instantânea).

Subclasse 1.2 - Substâncias e artigos com risco de projeção, mas sem risco de explosão em massa.

Subclasse 1.3 - Substâncias e artigos com risco de fogo e com pequeno risco de explosão, de projeção, ou ambos, mas sem risco de explosão em massa.

Esta Subclasse abrange substâncias e artigos que:

a) Produzem grande quantidade de calor radiante, ou

b) Queimam em sucessão, produzindo pequenos efeitos de explosão, de projeção, ou ambos.

Subclasse 1.4 - Substâncias e artigos que não apresentam risco significativo.

Esta Subclasse abrange substâncias e artigos que apresentam pequeno risco na eventualidade de ignição ou iniciação durante o transporte. Os efeitos estão confinados, predominantemente, à embalagem e não se espera projeção de fragmentos de dimensões apreciáveis ou a grande distância. Um fogo externo não deve provocar explosão instantânea de, virtualmente, todo o conteúdo da embalagem.

NOTA: estão enquadradas no Grupo de Compatibilidade S as substâncias e artigos desta Subclasse, embalados ou concebidos de forma que os efeitos decorrentes de funcionamento acidental se limitem à embalagem, exceto se esta tiver sido danificada pelo fogo (caso em que os efeitos de explosão ou projeção são limitados de forma a não dificultar significativamente o combate ao fogo ou outros esforços para controlar a emergência, nas imediações da embalagem).

Subclasse 1.5 - Substâncias muito insensíveis, com um risco de explosão em massa, mas que são tão insensíveis que a probabilidade de iniciação ou de transição da queima para a detonação, em condições normais de transporte, é muito pequena.

Subclasse 1.6 - Artigos extremamente insensíveis, sem risco de explosão em massa. Esta Subclasse abrange os artigos que contêm somente substâncias detonantes extremamente insensíveis e que apresentam risco desprezível de iniciação ou propagação acidental.

NOTA: o risco proveniente desses artigos está limitado à explosão de um único artigo.

A Classe 1 é uma classe restritiva, ou seja, apenas as substâncias e artigos constantes da Relação de Produtos Perigosos podem ser aceitos para transporte. Entretanto, o transporte, para fins especiais, de produtos não-incluídos naquela Relação pode ser feito sob licença especial das autoridades competentes, desde que tomadas precauções adequadas. Para permitir o transporte desses produtos, foram incluídas designações genéricas, do tipo "Substâncias Explosivas, N.E." (N.E: não-especificado noutra parte) e "Artigos Explosivos, N.E.". Porém, tais designações só devem ser utilizadas se nenhum outro modo de identificação for possível. Outras designações gerais, como "Explosivos de Demolição, Tipo A", foram adotadas para permitir a inclusão de novas substâncias.

Para os produtos desta Classe, o tipo de embalagem tem, freqüentemente, um efeito decisivo sobre o grau de risco e, portanto, sobre a inclusão de um produto em uma subclasse. Em conseqüência, determinados explosivos aparecem mais de uma vez na Relação e sua alocação a uma subclasse, em função do tipo de embalagem, deve ser objeto de cuidadosa atenção. O Anexo I inclui a descrição de certas substâncias e artigos e indica as embalagens adequadas a tais produtos.

Idealmente, a segurança do transporte de substâncias e artigos explosivos seria mais eficiente se os vários tipos fossem transportados em separado. Quando tal prática não for possível, admite-se o transporte, na mesma unidade de transporte, de explosivos de tipos diferentes, desde que haja compatibilidade entre eles. Os produtos da Classe 1 são considerados compatíveis se puderem ser transportados na mesma unidade de transporte sem aumentar, de forma significativa, a probabilidade de um acidente ou a magnitude dos efeitos de tal acidente.

CLASSE 2 - GASES

Gás é uma substância que:

- a) A 50°C tem uma pressão de vapor superior a 300kPa; ou
- b) É completamente gasoso à temperatura de 20°C, à pressão de 101,3kPa.

Os gases são apresentados para transporte sob diferentes aspectos físicos:

- a) **Gás Comprimido:** é um gás que, exceto se em solução, quando acondicionado para transporte, à temperatura de 20°C é completamente gasoso;
- b) **Gás Liquefeito:** gás parcialmente líquido, quando embalado para transporte, à temperatura de 20°C;
- c) **Gás Liquefeito Refrigerado:** gás que, quando embalado para transporte, é parcialmente líquido devido a sua baixa temperatura;
- d) **Gás em Solução:** gás comprimido, apresentado para transporte dissolvido num solvente.

Esta Classe abrange os gases comprimidos, liquefeitos, liquefeitos refrigerados ou em solução, as misturas de gases ou de um ou mais gases com um ou mais vapores de substâncias de outras classes, artigos carregados com um gás, hexafluoreto de telúrio e aerossóis;

A Classe 2 está dividida em três subclasses, com base no risco principal que os gases apresentam durante o transporte:

Subclasse 2.1 - Gases inflamáveis: gases que a 20°C e à pressão de 101,3kPa:

a) São inflamáveis quando em mistura de 13% ou menos, em volume, com o ar;
ou

b) Apresentam uma faixa de inflamabilidade com ar de, no mínimo, doze pontos percentuais, independentemente do limite inferior de inflamabilidade. A inflamabilidade deve ser determinada por ensaios ou através de cálculos, conforme métodos adotados pela ISO (ver Norma ISO 10156-1990). Quando os dados disponíveis forem insuficientes para a utilização desses métodos, podem ser adotados métodos comparáveis, reconhecidos por autoridade competente.

NOTA: os aerossóis (número ONU 1950) e os pequenos recipientes contendo gás (número ONU 2037) devem ser incluídos nesta Subclasse quando se enquadrarem no disposto na Provisão Especial nº 63.

Subclasse 2.2 - Gases não-inflamáveis, não-tóxicos: são gases que transportados a uma pressão não-inferior a 280kPa, a 20°C, ou como líquidos refrigerados e que são:

a) Asfixiantes: gases que diluem ou substituem o oxigênio normalmente existente na atmosfera; ou

b) Oxidantes: gases que, em geral, por fornecerem oxigênio, podem causar ou contribuir para a combustão de outro material mais do que o ar contribui; ou

c) Não se enquadram em outra subclasse.

Subclasse 2.3 - Gases tóxicos: Gases que:

a) É sabidamente tão tóxico ou corrosivo para pessoas, que impõem risco à saúde; ou

b) Supõe-se serem tóxicos ou corrosivos para pessoas, por apresentarem um valor da CL50 para toxicidade aguda por inalação igual ou inferior a 5.000m/m³ quando ensaiados de acordo com o disposto no item II.1.1, do Anexo II.

NOTA: os gases que se enquadram nestes critérios por sua corrosividade devem ser classificados como tóxicos, com um risco subsidiário de corrosivo.

CLASSE 3 - LÍQUIDOS INFLAMÁVEIS

Líquidos inflamáveis são líquidos, misturas de líquidos, ou líquidos contendo sólidos em solução ou em suspensão (como tintas, vernizes, lacas etc., excluídas as substâncias que tenham sido classificadas de forma diferente, em função de suas características perigosas) que produzem vapores inflamáveis a temperaturas de até

60,5°C, em teste de vaso fechado, ou até 65,6°C, em teste de vaso aberto, conforme normas brasileiras ou normas internacionalmente aceitas.

CLASSE 4 - SÓLIDOS INFLAMÁVEIS - SUBSTÂNCIAS SUJEITAS A COMBUSTÃO ESPONTÂNEA - SUBSTÂNCIAS QUE, EM CONTATO COM A ÁGUA, EMITEM GASES INFLAMÁVEIS

Esta Classe compreende:

Subclasse 4.1- Sólidos Inflamáveis: Sólidos que nas condições encontradas no transporte são facilmente combustíveis, ou que, por atrito, podem causar fogo ou contribuir para ele. Esta Subclasse inclui, ainda, explosivos insensibilizados que podem explodir se não forem suficientemente diluídos e substâncias auto-reagentes ou correlatas, que podem sofrer reação fortemente exotérmica.

Subclasse 4.2 - Substâncias Sujeitas a Combustão Espontânea: substâncias sujeitas a aquecimento espontâneo nas condições normais de transporte, ou que se aquecem em contato com o ar, sendo, então, capazes de se inflamarem; são as substâncias pirofóricas e as passíveis de auto-aquecimento.

Subclasse 4.3 - Substâncias que, em Contato com a Água, Emitem Gases Inflamáveis: substâncias que, por reação com a água, podem tornar-se espontaneamente inflamáveis ou liberar gases inflamáveis em quantidades perigosas. Nestas Instruções, emprega-se também a expressão "que reage com água" para designar as substâncias desta Subclasse.

Devido à diversidade das propriedades apresentadas pelos produtos incluídos nessas subclasses, o estabelecimento de um critério único de classificação para tais produtos é impraticável. Os procedimentos de classificação encontram-se no Anexo III a estas Instruções.

A reclassificação de qualquer substância constante da Relação de Produtos Perigosos só deve ser feita, se necessário, por motivo de segurança.

CLASSE 5 - SUBSTÂNCIAS OXIDANTES – PERÓXIDOS ORGÂNICOS

Esta Classe compreende:

Subclasse 5.1 - Substâncias Oxidantes: substâncias que, embora não sendo necessariamente combustíveis, podem, em geral por liberação de oxigênio, causar a combustão de outros materiais ou contribuir para isto.

Subclasse 5.2 - Peróxidos Orgânicos: substâncias orgânicas que contêm a estrutura bivalente OO e podem ser consideradas derivadas do peróxido de hidrogênio, onde um ou ambos os átomos de hidrogênio foram substituídos por radicais orgânicos. Peróxidos orgânicos são substâncias termicamente instáveis e podem sofrer uma decomposição exotérmica auto-acelerável. Além disso, podem apresentar uma ou mais das seguintes propriedades: ser sujeitos a decomposição explosiva; queimar rapidamente; ser sensíveis a choque ou a atrito; reagir perigosamente com outras substâncias; causar danos aos olhos.

CLASSE 6 - SUBSTÂNCIAS TÓXICAS (VENENOSAS) - SUBSTÂNCIAS INFECTANTES

Esta Classe abrange:

Subclasse 6.1 - Substâncias Tóxicas (Venenosas): são as capazes de provocar a morte, lesões graves, ou danos à saúde humana, se ingeridas, inaladas ou se entrarem em contato com a pele.

Subclasse 6.2 - Substâncias Infectantes: são aquelas que contêm microorganismos viáveis, incluindo uma bactéria, vírus, rickettsia, parasita, fungo, ou um recombinante, híbrido ou mutante, que provocam, ou há suspeita de que possam provocar doenças em seres humanos ou animais.

CLASSE 7 - MATERIAIS RADIOATIVOS

Para efeito de classificação dos materiais radioativos, incluindo aqueles considerados como rejeito radioativo, consultar a Comissão Nacional de Energia Nuclear–CNEN.

As normas relativas ao transporte desses materiais (CNEN-NE-5.01 e normas complementares a esta) estabelecem requisitos de radioproteção e segurança, a fim de que seja garantido um nível adequado de controle da eventual exposição de pessoas, bens e meio ambiente à radiação ionizante. Entretanto, é necessário também levar em conta outras propriedades que possam significar um risco adicional.

CLASSE 8 – CORROSIVOS

São substâncias que, por ação química, causam severos danos quando em contato com tecidos vivos ou, em caso de vazamento, danificam ou mesmo destroem outras cargas ou o veículo; elas podem, também, apresentar outros riscos.

CLASSE 9 - SUBSTÂNCIAS PERIGOSAS DIVERSAS

Incluem-se nesta Classe as substâncias e artigos que apresentam um risco não abrangido por qualquer das outras classes.

6.1.3 CLASSIFICAÇÃO DE RESÍDUOS

Resíduos são substâncias, soluções, misturas ou artigos que contêm, ou estão contaminados por um ou mais produtos sujeitos às disposições deste Regulamento e suas Instruções Complementares, para os quais não seja prevista utilização direta, mas que transportados ou estocados, destinam-se para fins de despejo, incineração ou qualquer outro processo de disposição final.

Um resíduo que contenha um único componente considerado produto perigoso, ou dois ou mais componentes que se enquadrem numa mesma classe ou subclasse, deve ser classificado de acordo com os critérios aplicáveis à classe ou subclasse correspondente ao componente ou componentes perigosos. Se houver componentes pertencentes a duas ou mais classes ou subclasses, a classificação do resíduo deve levar em conta a ordem de precedência aplicável a substâncias perigosas com riscos múltiplos.

6.1.4 Número de Risco

O Número de Risco de um produto é a seqüência numérica correspondente ao risco principal e ao(s) subsidiário(s) relacionado(s) ao produto transportado expressos em um painel ou placa denominados Painel de Segurança e Rótulo de Risco.

Este número é constituído por dois ou três algarismos e, se necessário, a letra “X”.

Quando for expressamente proibido o uso de água no produto perigoso deve ser cotada a **letra X**, no início, antes do número de identificação de risco.

O número de identificação de risco permite determinar de imediato:

- **O risco do produto** = 1º algarismo
- **Os riscos subsidiários** = 2º e/ou 3º algarismos

Observação:

Na ausência de risco subsidiário deve ser colocado como 2º algarismo o zero; no caso de gás nem sempre o 1º algarismo significa o risco principal; a duplicação ou triplicação dos algarismos significa uma intensificação do risco.

EXEMPLO:

30 = INFLAMÁVEL

33 = MUITO INFLAMÁVEL

333 = ALTAMENTE INFLAMÁVEL

Quadro 3 - Significado do Primeiro Algarismo (Risco Principal do Produto)

ALGARISMO	SIGNIFICADO DO ALGARISMO
2	Gás
3	Líquido inflamável
4	Sólido inflamável
5	Substância oxidante ou peróxido orgânico
6	Substância tóxica
7	Substância radioativa
8	Substância corrosiva

Quadro 4 - Significado do Segundo e/ou Terceiro Algarismo

ALGARISMO	SIGNIFICADO DO ALGARISMO
0	Ausência de risco subsidiário
1	Explosivo
2	Emana Gás
3	Inflamável
4	Fundido
5	Oxidante
6	Tóxico

7	Radioativo
8	Corrosivo
9	Perigo de reação violenta

6.1.5 Rótulo de Risco

Os rótulos de risco têm a forma de um losango de 100 mm por 100 mm, exceto os casos em que os volumes só comportem rótulos menores. São divididos em duas metades, sendo a metade superior do rótulo destinada a exibir o símbolo de identificação do risco e a metade inferior destinada ao número da classe ou subclasse e grupo de compatibilidade do produto.

Todos os veículos de carga, veículos-tanque, vagões, vagões-tanque, contêineres de carga, contêineres-tanque, tanques portáteis e automóveis para a classe 7, deverão ser sinalizados através de rótulos de risco que indicam riscos principais ou subsidiários afixados à superfície exterior das unidades de transporte e de carga para advertir que seu conteúdo é composto de produtos perigosos e apresenta riscos.

Os diferentes Rótulos de Risco correspondentes às várias Classes de Risco principais e subsidiários dos produtos perigosos constam no Manual de Emergência na seção branca inicial (pág. 08 e 09). Segue abaixo os vários Rótulos de Risco constante no referido Manual.

Figura 09 - Modelo de Rótulo de Risco:

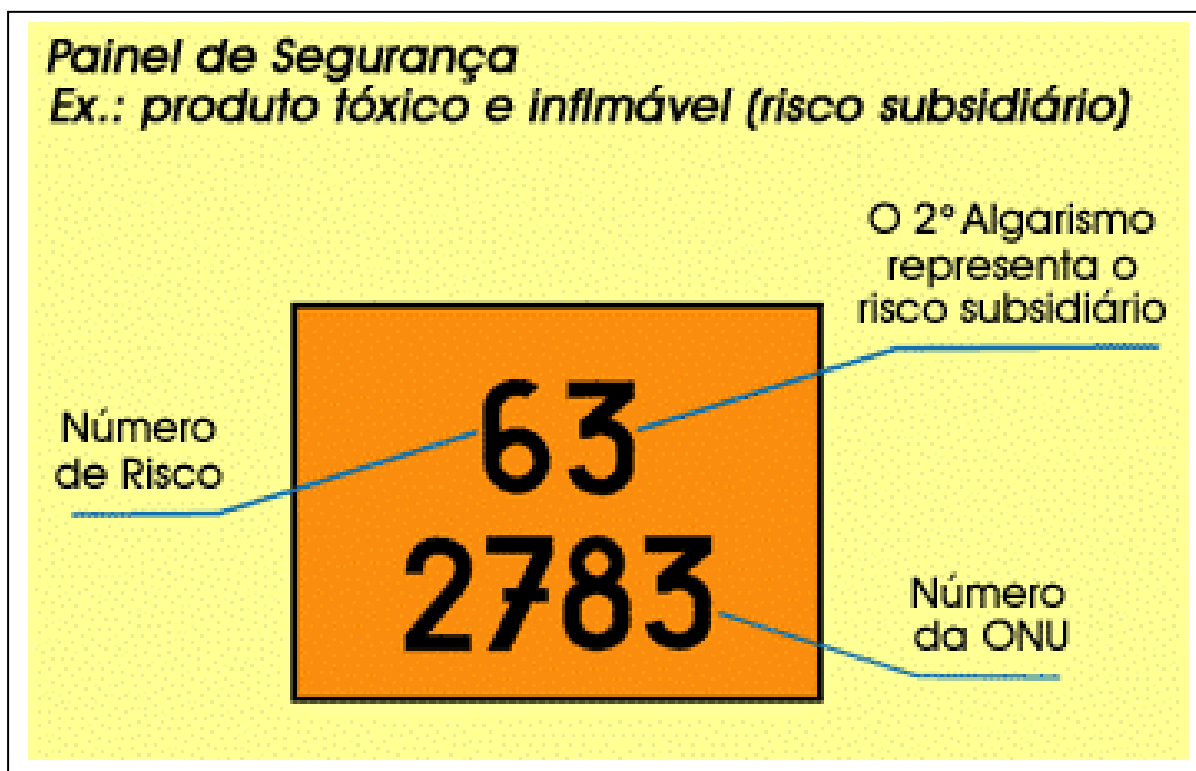


6.2 Painel de Segurança

Caracteriza-se como painel de segurança uma placa retangular laranja com um conjunto de números na parte superior e inferior, sendo que a metade superior é destinada ao número de identificação de risco, indicando risco principal e subsidiários e a parte inferior é destinada ao Número de Identificação do produto ou número ONU formado por quatro algarismos, constante na Resolução nº 420/04 o qual identifica o produto transportado. O assunto “Painel de Segurança” é tratado na seção branca final do Manual de Emergência da ABIQUIM.

O Número de Identificação do produto servirá para consulta do Manual de Emergência, que também traz a relação por ordem numérica e alfabética dos produtos considerados perigosos.

Figura 10 - Modelo de Painel de Segurança:



Fonte: Corpo de Bombeiros da PMESP. 2005

6.3 Sinalização dos Veículos de Transporte de Produtos Perigosos

Durante as operações de carga, transporte, descarga, transbordo, limpeza e descontaminação, os veículos e equipamentos utilizados no transporte de produtos perigosos deverão portar Painéis de Segurança e Rótulos de Risco específicos, de acordo com as normas NBR 7500 e NBR 8286 da ABNT.

6.3.1 Transporte a granel

6.3.1.1 De um único produto na mesma unidade de transporte:

- **Na dianteira:** um painel de segurança posicionado do lado esquerdo (lado do motorista).
- **Na traseira:** o mesmo painel de segurança, também do lado esquerdo e o rótulo do risco principal do produto.
- **Nas laterais:** o mesmo painel de segurança juntamente com o rótulo do risco principal posicionados do centro para a traseira, em qualquer lugar visível.

6.3.1.2 De produtos diferentes na mesma unidade de transporte:

- **Na dianteira:** um Painel de Segurança sem o Número de Risco e sem o número ONU.
- **Na traseira:** um Painel de Segurança idêntico ao da dianteira e tantos Rótulos de Riscos quantos forem os riscos principais dos produtos transportados.
- **Nas laterais de cada tanque ou compartimento distinto:** um Painel de Segurança com os números de identificação e o Rótulo de Risco correspondente ao produto transportado.

6.3.2 Transporte de carga embalada

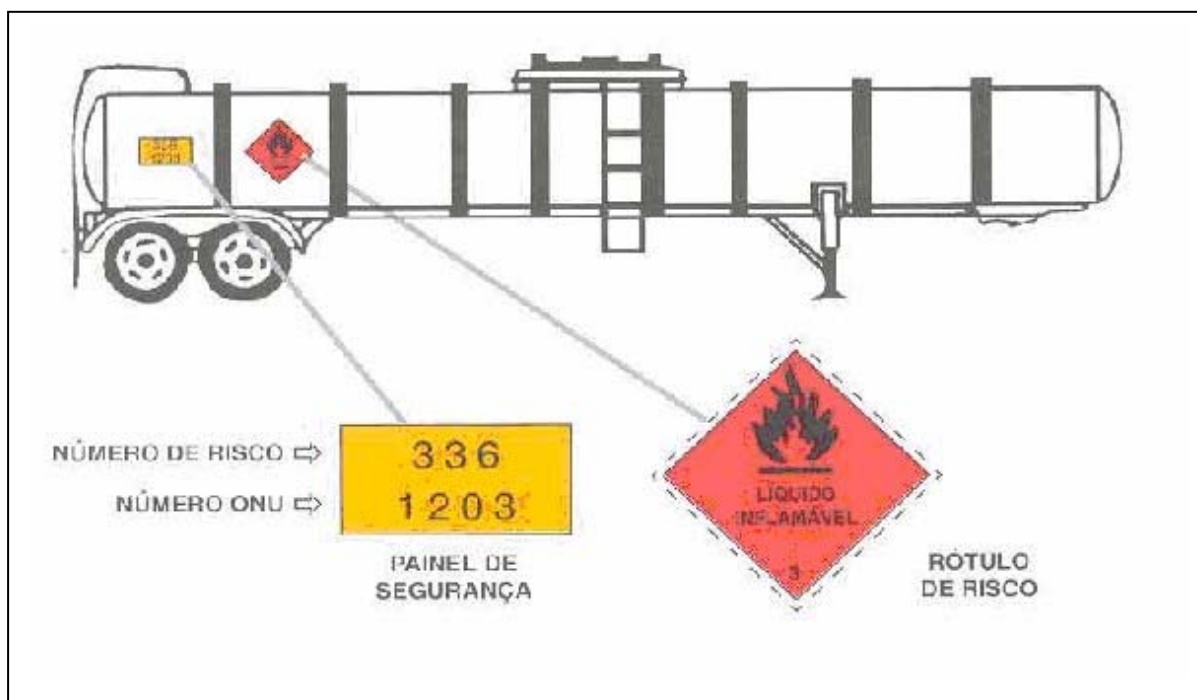
6.3.2.1 De um único produto na mesma unidade de transporte:

Proceder como no item 1 do transporte a granel.

6.3.2.2 De produtos perigosos diferentes na mesma unidade de transporte:

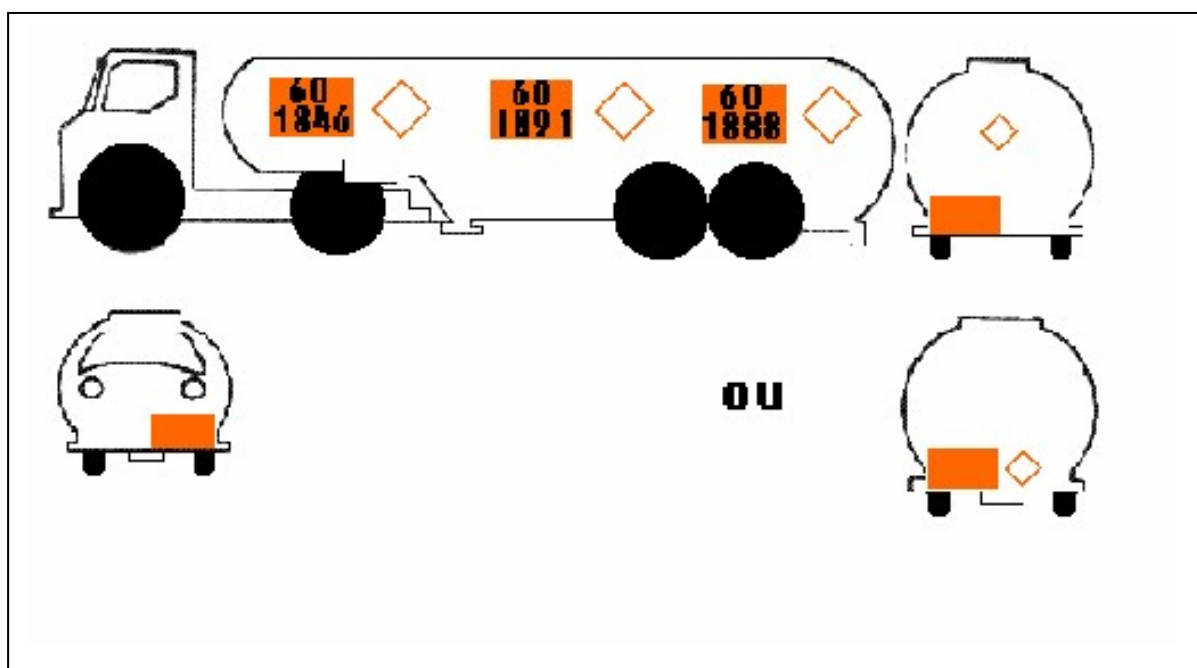
- **Na dianteira e na traseira:** um Painel de Segurança sem os números de identificação, posicionados do lado esquerdo.
- **Nas laterais:** o mesmo Painel de Segurança posicionado do centro para a traseira, em qualquer lugar visível.

Figura 11 - Sinalização em caminhão



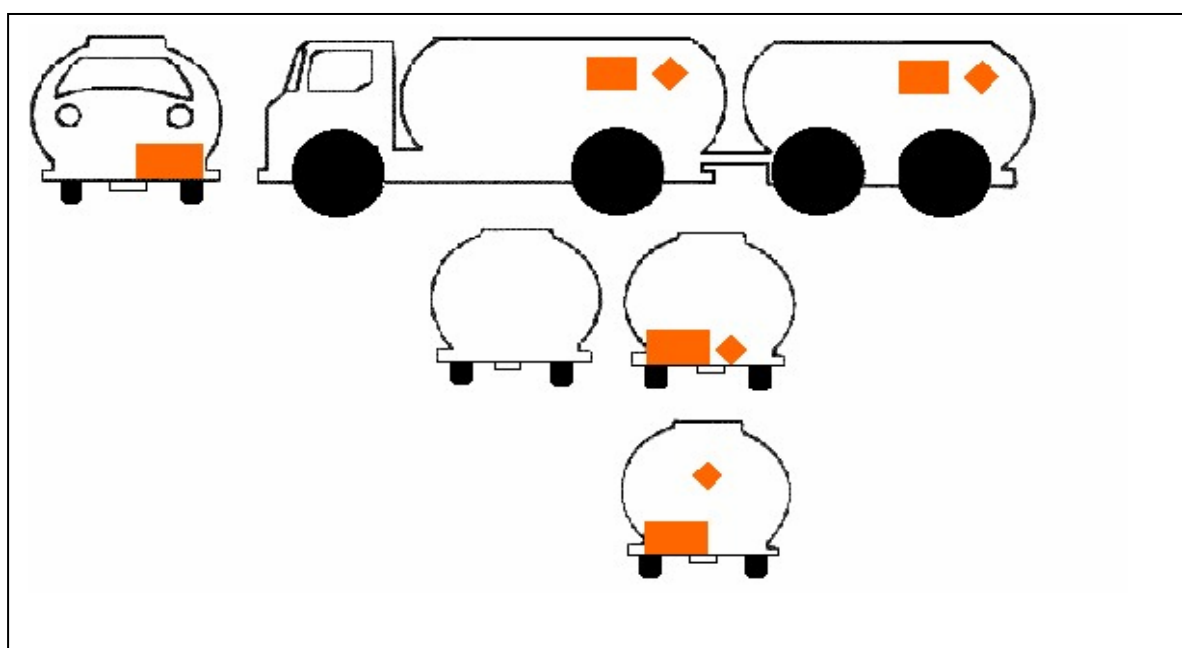
Fonte: Corpo de Bombeiros da PMESP. 2005

Figura 12 - Sinalização de vários produtos em um só veículo

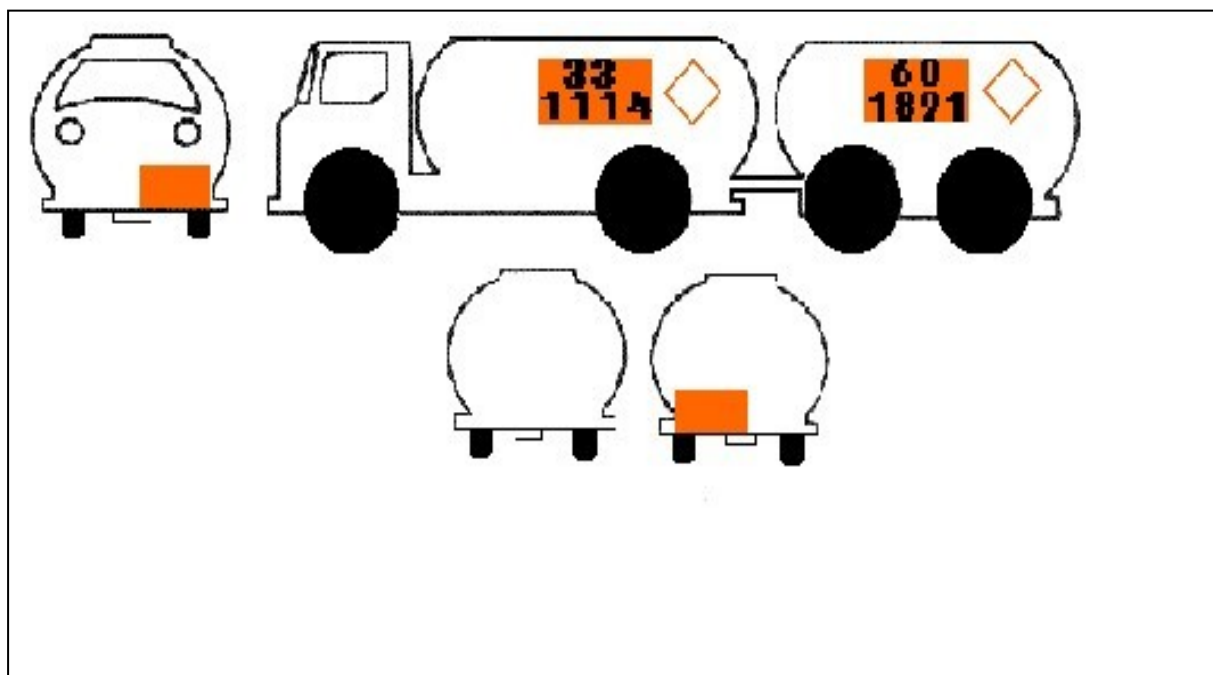


Fonte: Corpo de Bombeiros da PMESP. 2005

Figura 13 - Sinalização de um só produto e um só risco



Fonte: Corpo de Bombeiros da PMESP. 2005

Figura 14 - Sinalização de diversos produtos com diferentes riscos

Fonte: Corpo de Bombeiros da PMESP. 2005

Observação: Os tanques utilizados no transporte de produtos perigosos que contenham resíduos devem portar Rótulos de Riscos e Painéis de Segurança específicos até que sejam limpos e descontaminados, com exceção dos produtos da Classe 7- radioativos.

6.4 Documentos para o Transporte

A documentação de transporte de produtos perigosos prevista na legislação é qualquer documento (declaração de carga, nota fiscal, conhecimento de transporte, manifesto de carga ou outro documento) que acompanhe a expedição e deve conter as seguintes informações:

1. O nome apropriado para embarque;
2. A classe ou subclasse do produto;
3. O número ONU;

4. A quantidade total por produto perigoso.

As informações devem ser legíveis e no caso de resíduos de produtos perigosos (exceto resíduos radioativos) serem transportados para fins de disposição, ou de processamento para disposição, o nome apropriado para embarque deve ser precedido da palavra “RESÍDUO”.

Ainda, dentre os documentos exigidos, há a Ficha de Emergência, de porte obrigatório, para o caso de qualquer acidente e acidente, o qual deverá conter instruções fornecidas pelo expedidor conforme informações recebidas do fabricante ou importador do produto transportado que explicitem de forma concisa:

- A natureza do risco apresentado pelos produtos perigosos transportados, bem como as medidas de emergências.
- As disposições aplicáveis caso uma pessoa entre em contato com os produtos transportados ou com substâncias que podem desprender-se deles.
- As medidas que se devem tomar no caso de ruptura ou deterioração de embalagens ou tanques, ou em caso de vazamento ou derramamento.
- No caso de vazamento ou no impedimento do veículo prosseguir viagem, as medidas necessárias para a realização do transbordo da carga ou, quando for o caso, restrições de manuseio do produto.
- Números de telefones de emergências do Corpo de Bombeiros, polícia, Defesa Civil, órgãos de meio ambiente e, quando for o caso, órgãos competentes para as Classes 1 e 7, ao longo do itinerário.

A Ficha de Emergência deverá estar num Envelope para Transporte, conforme padrão estabelecido em norma da ABNT, devendo ser mantida a bordo junto ao condutor, longe dos volumes contendo produtos perigosos e, nos casos de exportação ou importação, deverão ser redigidas nos idiomas oficiais dos países de origem, trânsito e destino.

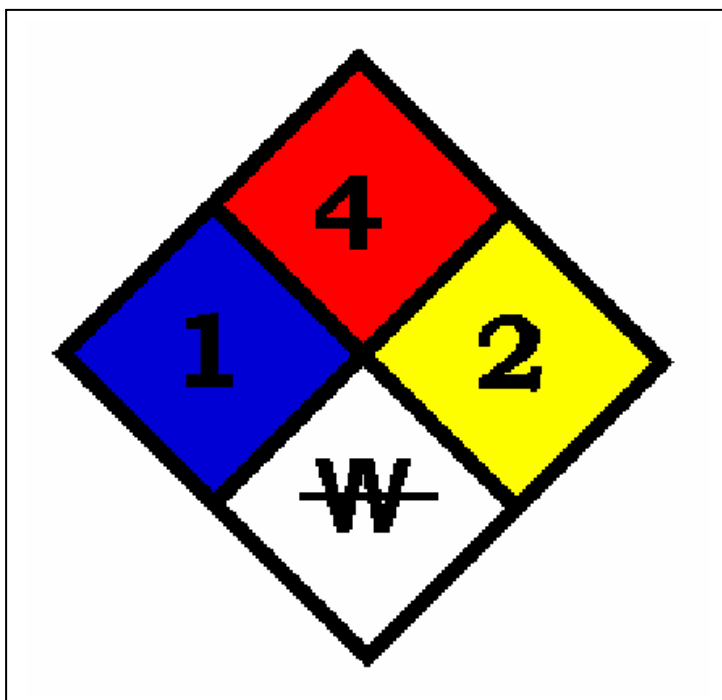
6.5 Identificação de Embalagens de Produtos Armazenados em Instalações Fixas

Outra situação que a equipe de emergência pode se deparar é a de emergências em locais de armazenamento em depósitos e armazéns, onde as embalagens se encontram diretamente acondicionadas em caixas ou a granel, tais como em embalagens plásticas, galões, caixas dentre outros.

Nesse caso, a identificação seguirá a norma NFPA 704, que adota a simbologia denominada de **Diamante de HOMMEL**. Ela é aplicada em vários países, no entanto sem obrigatoriedade aqui no Brasil.

Diferentemente das placas de identificação, o Diamante de HOMMEL não informa qual é a substância química, mas indica todos os riscos envolvendo o produto químico em questão.

Figura 15 - Diamante de Hommel



Fonte: Corpo de Bombeiros da PMESP. 2005

Os riscos representados no Diamante de Hommel são os seguintes:

VERMELHO - INFLAMABILIDADE, onde os riscos são os seguintes:

- 4** - Gases inflamáveis, líquidos muito voláteis, materiais pirotécnicos;
- 3** - Produtos que entram em ignição a temperatura ambiente;
- 2** - Produtos que entram em ignição quando aquecidos moderadamente;
- 1** - Produtos que precisam ser aquecidos para entrar em ignição;
- 0** - Produtos que não queimam.

AZUL - PERIGO PARA SAÚDE, onde os riscos são os seguintes:

- 4** - Produto Letal;
- 3** - Produto severamente perigoso;
- 2** - Produto moderadamente perigoso;
- 1** - Produto levemente perigoso;
- 0** - Produto não perigoso ou de risco mínimo;

AMARELO - REATIVIDADE, onde os riscos são os seguintes:

- 4** - Capaz de detonação ou decomposição com explosão a temperatura ambiente;
- 3** - Capaz de detonação ou decomposição com explosão quando exposto a fonte de energia severa;
- 2** - Reação química violenta possível quando exposto a temperaturas e/ou pressões elevadas;

1 - Normalmente estável, porém pode se tornar instável quando aquecido;

0 - Normalmente estável.

BRANCO - RISCOS ESPECIAIS, onde os riscos são os seguintes:

OXY Oxidante forte

ACID Ácido forte

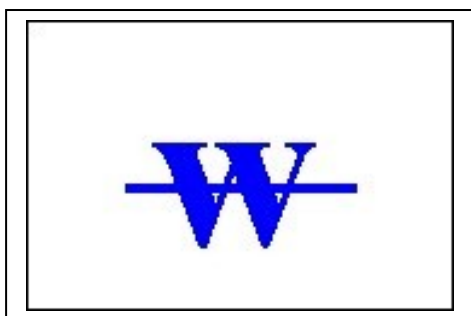
ALK Alcalino forte

Figura 16 - Radioativo



Fonte: Corpo de Bombeiros da PMESP. 2005

Figura 17 - Não jogar água



Fonte: Corpo de Bombeiros da PMESP. 2005

6.6 Identificação de Dutos

Outra situação emergencial possível de se deparar é a emergência com produtos perigosos transportados através de dutos, quer seja nas indústrias, quer seja nas dutovias. Neste caso, devemos identificar o produto baseado nas cores dos mesmos, que seguem normas da ABNT, DO Ministério do trabalho ou da PETROBRÁS.

No caso de instalações industriais, a norma adotada é a **NBR 6493 da ABNT**, cujo título é “**O Emprego de Cores Fundamentais para Tubulações Industriais**”.

Há também a **NR-26 “Sinalização de Segurança (Cor na Segurança do Trabalho)”**. Esta NR tem por objetivo fixar as cores que devem ser usadas nos locais de trabalho para a prevenção de acidentes, identificando os equipamentos de segurança, delimitando áreas, identificando as canalizações empregadas nas indústrias para a condução de líquidos e gases e advertindo contra riscos.

As cores adotadas são as seguintes: **vermelho**, **amarelo**, branco, **preto**, **azul**, **verde**, **laranja**, **púrpura**, **lilás**, cinza, alumínio e **marrom**.

- **Vermelho:** equipamentos e aparelhos de proteção e combate a incêndio, inclusive tubulações, válvulas e hastes do sistema de aspersão de água;
- **Amarelo:** em canalizações, deve-se utilizá-los para identificar gases não liquefeitos;
- **Branco:** áreas em torno dos equipamentos de socorro de urgência, de combate a incêndio ou outros equipamentos de emergência;
- **Preto:** empregado para indicar as canalizações de inflamáveis e combustíveis de alta viscosidade (ex: óleo lubrificante, asfalto, óleo combustível, alcatrão, etc.);
- **Azul:** canalização de ar comprimido;

- **Verde:** canalizações de água;

- **Laranja:** canalizações de ácidos;

- **Púrpura:** indicar perigos provenientes das radiações eletromagnéticas penetrantes de partículas nucleares;

- **Lilás:** indicar canalizações que contenham álcalis. As refinarias de petróleo poderão utilizar o lilás para a identificação de petróleo;

- **Cinza Claro:** canalizações em vácuo;

- **Cinza Escuro:** identificar eletrodutos;

- **Alumínio:** utilizado em canalizações contendo gases liquefeitos, líquidos inflamáveis e combustíveis de baixa viscosidade (ex: óleo diesel, gasolina, querosene, óleo lubrificante, etc...);

- **Marrom:** pode ser adotado pela empresa, para identificar qualquer fluido não identificável pelas demais cores.

Observações: As canalizações industriais, para a condução de líquidos e gases, deverão receber a aplicação de cores, em toda sua extensão, a fim de facilitar a identificação do produto e evitar acidentes.

O sentido de transporte do fluido, quando necessário, será indicado por meio de seta pintada em cor de contraste sobre a cor básica da tubulação.

As empresas ligadas ao setor de petróleo e derivados seguem a legislação específica da PETROBRÁS, abrangendo não só tubulações internas, como também gasodutos que passam nos mais variados pontos do país, abrangendo inclusive o gasoduto internacional Brasil-Bolívia. Dentre elas, a **N-4/05** padroniza a utilização de cores na pintura de instalações terrestres, tais como: refinarias, fábricas de asfalto,

usinas de processamento de xisto, unidades de processamento de gás natural (UPGN'S) e terminais.

As tubulações seguem os seguintes critérios de identificação:

- ⊕ **Oxigênio:** Branco 0095;
- ⊕ **Sistemas de Combate a Incêndio:** Vermelho-Segurança 1547;
- ⊕ **Gás Inerte:** Amarelo-Segurança 2586;
- ⊕ **Água:** Verde-PETROBRÁS 3355;
- ⊕ **Álcool Etilico, Hidrocarbonetos Líquidos de Baixa Viscosidade e Gás Natural:** Alumínio 0170;
- ⊕ **Ar Comprimido:** Azul-Segurança 4845;
- ⊕ **Produtos Químicos Líquidos:** Alaranjado-Segurança 1867;
- ⊕ **Inflamáveis e Combustíveis de Alta Viscosidade:** Preto 0010;

Notas: 1) As tubulações de água potável devem ser diferenciadas das demais;

2) Os suportes da tubulação devem ser pintados na cor Preto 0010;

3) Nos casos de tubulação à temperatura superior a 80°C, a cor deve ser Alumínio 0170.

Observações: os códigos e cores estabelecidos nesta norma seguem a **Tabela 1 da N-1219**

Capítulo

7

TERCEIRO PASSO - AVALIAÇÃO DE RISCOS E MONITORAMENTO

A avaliação de informações de riscos é um dos pontos mais críticos na hora de tomar decisões em um controle bem sucedido de um acidente com produtos perigosos. A decisão de intervir, ou muitas vezes de não intervir, não é fácil. Enquanto a maioria dos atendentes reconhece a necessidade inicial de isolar a área, proibindo a entrada de pessoas e de identificar os produtos perigosos envolvidos, muitos consideram a necessidade de desenvolver habilidades de análises reais e de resolução de problemas.

Nesta fase, supõe-se que as Equipes de Emergência implementaram com êxito procedimentos de gerenciamento do local e identificaram a natureza do problema e os produtos perigosos potencialmente envolvidos. Os tópicos fundamentais neste capítulo descreverão a terminologia comum sobre riscos e perigos, bem como a avaliação destes para as tomadas de decisões e o monitoramento do ambiente.

7.1 Avaliação de Riscos e Perigos

Tal conceito de avaliação de riscos e perigos é muito bem usado nas operações de incêndio. Em geral, as guarnições são capazes de avaliar e combater incêndios estruturais devido ao grande número de ocorrências atendidas no dia a dia e ao constante treinamento dos profissionais nessa área. Por outro lado, a baixa estatística de acidentes com produtos perigosos os levam a uma dificuldade para efetuar uma rápida, abrangente e eficiente análise de riscos e perigos que envolvem o acidente. Tal situação deve ser compensada através do constante e insistente treinamento, pois uma pequena falha no atendimento poderá colocar a equipe de atendimento em uma situação de risco.

As informações que a equipe deve buscar e avaliar são as ligadas ao produto propriamente dito, as probabilidades de reações entre si e ainda àquelas relacionadas ao cenário, as condições topográficas e climáticas.

Muitas informações se obtêm diretamente no local, outras, extrapolam o cenário da emergência, só sendo possível o acesso através de banco de dados de instituições ligadas ao setor. Muitas propriedades químicas e/ou físicas, tais como a faixa de inflamabilidade, níveis de toxicidade, valores de exposição, etc, são mais complexos e possivelmente não estarão disponíveis num primeiro momento à equipe de emergência. Por isso, o rápido contato com o Centro de Comunicações e deste com as instituições que possuem os banco de dados é de fundamental importância para a viabilização da análise da situação, da identificação dos riscos e da adoção das ações táticas das equipes.

O objetivo das operações de emergência é minimizar o nível de risco à Equipe de Emergência, à comunidade e ao meio-ambiente. Os atendentes de produtos perigosos devem conceber seu papel como avaliadores de risco, não como adivinhadores de riscos.

Os níveis de risco são variáveis e mudam de acidente para acidente. Os fatores que influenciam o nível de risco incluem:

- **Natureza do(s) produto(s) envolvido(s)** - Por exemplo, toxicidade, inflamabilidade e reatividade.
- **Quantidade de produto envolvido** - Os riscos tendem a aumentar quando se lida com uma grande quantidade de produtos perigosos comparados a uma quantidade limitada, contêineres individuais. No entanto, a quantidade também deve ser ponderada em relação à natureza do(s) produto(s) perigoso(s) envolvido(s) – quantidades pequenas de produtos altamente tóxicos ou reativos podem criar riscos significantes.
- **Resistência estrutural do tanque ao tipo de risco a que está exposto** - Recipientes ou tanques podem ser, tanto pressurizados, como não-pressurizados. Os riscos são maiores nos pressurizados que nos de baixa pressão. Além disso, o tipo de risco ao qual está exposto o recipiente ou

tanque: térmico, químico, mecânico ou misto e a sua capacidade de resistir à agressão influenciam na análise.

- **Proximidade e grau de exposição ao produto perigoso** - Abrange a distância e a taxa de dispersão de qualquer vazamento químico em relação à equipe de atendimento de emergência, à população, propriedades e o meio-ambiente.
- **Recursos disponíveis** - A acessibilidade de recursos e o tempo de atendimento influenciam no nível de riscos. Inclui treinamento e conhecimento das equipes.

Há ainda alguns riscos que se deve avaliar em relação à proteção das pessoas vitimadas, as equipes de atendimento e à comunidade próxima ao cenário; são eles: os relacionados à saúde, aos incêndios, à reatividade, à corrosividade e à radioatividade.

Serão passados através de definições e conceitos, a fim de subsidiar o Comandante das Operações ou da Equipe de Emergência.

7.1.1 Riscos à Saúde

- **Agudo:** determinado por uma dose ou exposição única, geralmente com um ataque súbito no decorrer do tempo (ex: toxicidade sutil, exposição sutil).
- **Crônico:** determinado por duração longa ou permanente, consistente ou contínua (ex: toxicidade crônica, geralmente é permanente ou irreversível); ocorre freqüentemente em exposições repetidas ao longo de um período de tempo.
- **Perigo de exposição:** os perigos estão na inalação, ingestão ou absorção do produto envolvido.

- **Perigo de inalação (TLV_{odor}):** é a menor concentração de vapor de um produto no ar que é perceptível pelo odor. Se o TLV_{odor} está abaixo do TLV/TWA, o odor pode fornecer um aviso da presença de um produto.
- **Valor de tolerância à exposição/Média ponderada de tempo (TLV/TWA - Threshold Limit Value/Time Weighted Average):** é a concentração no ar de um produto ao qual uma pessoa normal e saudável pode ser exposta repetidamente por 8 horas ao dia, 40 horas por semana, sem sofrer efeitos colaterais. Crianças, idosos, pessoas doentes e sensíveis apresentam tolerância mais baixa e necessitam de maiores precauções. TLV's se baseiam nas informações disponíveis e se ajustam em bases anuais de organizações como a American Conference of Governmental Industrial Hygienists - ACGIH (Associação Governamental Americana dos Higienistas de Indústrias). Como os TLV's são as médias ponderadas de uma exposição de 8 horas, é difícil relacioná-los com as operações de atendimento de emergências. Quanto menor o valor, mais tóxico é a substância.
- **Valor mínimo de tolerância à exposição (TLV/STEL - Threshold Limit Value/Short-Term Exposure Limit):** é o valor limite que não pode ser ultrapassado em 15 minutos de exposição contínua ou fracionada em até quatro vezes ao dia, com pausas de 60 minutos entre cada exposição. Quanto menor o valor, mais tóxico é a substância.
- **Valor máximo de tolerância à exposição (TLC/C - Threshold Limit Value/Ceiling):** valor limite de concentração que não deve ser excedido, mesmo que momentaneamente. Quanto menor o valor, mais tóxica é a substância.
- **Limite tolerável de exposição (PEL - Permissible Exposure Limit) e Níveis recomendados de exposição (REL - Recommended Exposure Levels):** é a concentração máxima de tempo na qual 95 % dos adultos saudáveis expostos não sofrem efeitos colaterais durante um trabalho semanal de 40 horas e são comparáveis ao TVL/TWA da ACGIH. PEL's são

usados pela OSHA e são baseados em uma média de tempo de oito horas. REL's são usados pela NIOSH e são baseados em uma média de tempo de dez horas.

- **Dose letal com 50 % de probabilidade de morte (LD-50):** é a concentração de um produto, expressa em partes por milhão (ppm) por volume, que mata metade dos animais de laboratório em uma dada extensão de tempo. Refere-se à inalação; o LD-50 também pode ser expresso em mg/litro ou mg/metro cúbico. É importante para avaliar a toxicidade de um produto; quanto menor o valor, mais tóxico é a substância.
- **Dose letal baixa (LD baixa):** é a menor quantidade de uma substância introduzida por qualquer via, que não a inalação, que leva animais ou humanos à morte. As concentrações relatadas podem penetrar em períodos de exposição que duram menos de 24 horas (aguda) ou mais de 24 horas (subaguda e crônica).
- **Carcinogênico:** é o material que pode causar câncer em um organismo.
- **Mutação:** é um produto que cria uma mudança na estrutura do gene, que é capaz de ser transmitida para os descendentes.
- **Teratogênico:** é um produto que afeta os descendentes quando o embrião ou feto é exposto a esse produto.
- **Substância Sensibilizadora:** é uma substância química que faz com que, grande parte das pessoas ou dos animais exposta, desenvolva uma reação alérgica na pele (após exposições repetidas a essa substância). A sensibilização da pele é muito comum.
- **Resíduos tóxicos da combustão:** é o produto tóxico derivado do processo de combustão. É importante o comandante ou os membros da equipe de

emergência saberem dos danos à saúde que podem causar os resíduos provenientes da combustão, adotando medidas de proteção prévias.

7.1.2 Riscos Relativos a Incêndios

- **Ponto de fulgor:** é a temperatura mínima na qual um material emite vapor o suficiente para se inflamar, mas só continua a queimar com o acréscimo de mais calor. É importante para avaliar na emergência a temperatura local e o ponto de fulgor do produto envolvido a fim de evitar um incêndio local.
- **Ponto de ignição:** é a temperatura mínima exigida para inflamar um gás ou vapor, sem a presença de chamas ou centelhas.
- **Faixa de Explosividade:** é a amplitude da concentração de um gás ou vapor (porcentagem por volume no ar) que queimará ou explodirá se uma fonte de combustão estiver presente. As concentrações limítrofes são, em geral, chamadas de “Limite Inferior de Explosividade (LIE)” e “Limite Superior de Explosividade (LSE)”. Abaixo LIE ou acima do LSE, a mistura é insuficiente ou muito rica para queimar ou explodir e dentro dessa faixa, a mistura é bastante propícia para queimar. Se o gás ou vapor é lançado em uma atmosfera rica em oxigênio, a amplitude de inflamabilidade aumenta. Da mesma maneira, se um gás ou vapor é lançado em uma atmosfera deficiente em oxigênio, a amplitude diminui.

7.1.3 Riscos Relativos à Reatividade

- **Reatividade/Instabilidade:** é a capacidade de um produto em suportar uma reação química com a liberação de energia. Poderia ser iniciada pela mistura ou reação com outros materiais, emprego de calor, choque físico, etc.

- **Capacidade de oxidação:** é a capacidade de um material de:
 - ceder moléculas de oxigênio para estimular a oxidação de produtos orgânicos (ex: clorato, permanganato e compostos de nitrato);
 - receber elétrons transferidos de uma substância que sofreu oxidação (ex: cloro e flúor).
- **Produtos reativos à água:** são produtos que reagem com água e liberam um gás inflamável ou apresentam um perigo à saúde.
- **Produtos pirofóricos:** são produtos que entram em combustão espontaneamente no ar sem uma fonte de combustão.
- **Interações químicas:** a interação de produtos em um contêiner pode resultar na formação de calor e pressão, que pode causar rachaduras. De modo semelhante, produtos combinados podem ser mais corrosivos que o produto cujo contêiner foi originalmente projetado para suportar e conter rachaduras.
- **Polimerização:** é reação durante a qual um monômero é induzido a polimerizar pela adição de um catalisador ou outras influências involuntárias, tais como calor excessivo, fricção, contaminação, etc. Se a reação não é controlada, é possível que haja liberação de energia. A polimerização pode ocorrer numa velocidade muito rápida e aumentar o volume muitas vezes em relação ao original, podendo provocar o rompimento brusco do tanque, aumentando sensivelmente o potencial de danos que pode ocorrer no local do acidente.
- **Catalisador:** é usado para controlar a taxa da reação química, aumentando ou diminuindo sua velocidade. Se usados incorretamente, os catalisadores podem acelerar a reação química e causar rachaduras nos tanques ou invólucros (tambores, galões, etc), devido ao aumento da pressão e do calor.

- **Inibidor:** é acrescido a um produto para controlar a reação química com outros produtos. Se o inibidor não é adicionado ou escapa durante um acidente, o produto começa a polimerizar, o que possivelmente resultará em rachaduras nos tanques e invólucros.
- **Temperatura de decomposição autocatalisante:** é uma propriedade dos peróxidos orgânicos. Quando essa temperatura é atingida por alguma parte da massa de um peróxido orgânico, uma decomposição irreversível se inicia.

7.1.4 Riscos Relativos à Corrosividade

- **PH (poder de hidrogênio):** é a medida de concentração de íons hidrogênio em uma solução. A escala de pH vai de 0 a 14, com os ácidos fortes apresentando valor de pH baixo e bases fortes ou produtos alcalinos, valor de pH alto. Uma substância neutra deve ter pH 7.
- **Força:** é o grau que um agente corrosivo se ioniza na água. Aqueles que formam o maior número de íons hidrogênio são os ácidos mais fortes ($\text{pH} < 2$), enquanto aqueles que formam íons hidróxido são as bases mais fortes ($\text{pH} > 12$).
- **Concentração:** é a porcentagem de um ácido ou base dissolvida na água. Concentração **não** é o mesmo que força.
- **Agentes neutralizantes:** são aquelas substâncias que podem ser usadas para neutralizar os efeitos de um produto corrosivo.

7.1.5 Riscos Relativos à Radioatividade

- **Radioatividade:** é a capacidade de um produto emitir qualquer forma de energia radioativa.
- **Tipo de radiação emitida:** é o tipo de energia radioativa emitida, como partículas alfa, partículas beta ou radiação gama.
- **Atividade:** é o número de átomos radioativos que se decompõem e emitem radiação durante um segundo. É medido em curies (1 curie = 37 bilhões de desintegrações por segundo); embora sejam expressos, em geral, por milicuries ou microcuries. A atividade indica quanto de radioatividade está presente e não quanto de produto.
- **Índice de transporte (TI):** é o número encontrado nos rótulos de produtos radioativos, que indica o nível máximo de radiação (medidos em miliroentgens/hora – mR/h) a um metro do pacote intacto. Por exemplo, um TI = 3 indica que a intensidade de radiação que pode ser medida não é mais que 3 mR/h a um metro do pacote intacto.

7.2 Monitoramento Ambiental

Em meados do século XIX, nos Estados Unidos, surgiu a necessidade de se detectar a presença de gases tóxicos ou asfixiantes nas minas de carvão. O gás metano gerado pela decomposição da matéria orgânica, bem como o enxofre, que gera o gás sulfídrico, foram causadores de sérios danos à saúde daqueles que ali trabalhavam chegando em alguns casos à morte.

Os trabalhadores passaram então a portar pequenos animais aprisionados, tais como pássaros, roedores e até mesmo cães. Estes ficavam agitados ao mínimo sinal da presença de gases, indicando assim uma provável contaminação do local.

Devido ao rápido desenvolvimento industrial e a utilização e manuseio cada vez mais freqüente de produtos químicos tóxicos e inflamáveis pela indústria de transformação, bem como a crescente preocupação com a segurança industrial e saúde ocupacional, por parte dos órgãos governamentais, fez surgir no mercado uma série de instrumentos que fazem o trabalho da detecção de gases e vapores, bem como aparelhos para monitoramento em corpos hídricos, alertando-nos imediatamente quando sua concentração ultrapassa parâmetros aceitáveis.

Na determinação de gases ou vapores utilizam-se os analisadores fixos e os portáteis de leitura direta. O uso de analisadores fixos é restrito ao interior de instalações industriais onde o monitoramento contínuo se faz necessário.

Já a utilização dos analisadores portáteis de leitura direta surgiu com a necessidade de realização de análises rápidas obtidas no campo por ocasião de acidentes ambientais ou quando da necessidade de levantamento de valores relativos a saúde ocupacional e sua segurança industrial.

7.2.1 Aparelhos colorimétricos

A concentração de gases e vapores no ar pode ser rapidamente determinada pela leitura direta dos instrumentos. Essa leitura pode ser definida em aparelhos nos quais as amostras e análises são tomadas diretamente pelo instrumento, e as informações necessárias podem ser lidas diretamente em um mostrador ou indicador.

Um instrumento de leitura direta ideal deverá ser capaz de amostrar o ar no local de trabalho ou da ocorrência do acidente e deverá dar a concentração da(s) substância(s) que está(ao) sendo amostrada(s).

Os aparelhos colorimétricos de leitura direta usam propriedades químicas de um contaminante para reação da substância com um agente químico que produz coloração e tem sido amplamente utilizado nas indústrias, em áreas de segurança, em estudos para saúde ocupacional e em atendimento a emergências envolvendo produtos perigosos. A

simplicidade da operação, o baixo custo inicial e a versatilidade referente à detecção de inúmeros contaminantes tornaram popular este instrumento. Todavia, como todos os instrumentos, este aparelho tem limitações com referência à aplicação, especificação e precisão. Assim o usuário deve estar familiarizado com estas limitações para evitar eventuais erros de interpretação.

Basicamente o sistema de tubo detector colorimétrico é composto de dois elementos: a bomba detectora de gases e os tubos colorimétricos indicadores (tubos reagentes).

As bombas detectoras de fole ou de pistão são projetadas para succionar um volume fixo de ar (geralmente 100 cm³) com apenas uma bombada. O tubo detector é de vidro hermeticamente selado, contendo materiais sólidos granulados como sílica gel, alumina ou pedra-pome, que são impregnadas com uma substância química que reage quando o ar contém um contaminante específico ou um grupo de contaminantes que passa através do tubo.

7.2.1.1 Limitações e considerações:

Antes da realização da medição é de suma importância a leitura da folha de instruções do tubo reagente que será utilizado na medição para conhecer a coloração final obtida no tubo após a leitura, bem como as possíveis interferências com outras substâncias, temperatura e umidade.

Os tubos detectores têm a desvantagem de apresentar baixa exatidão e precisão. No passado, o Instituto Americano de Saúde e Segurança Ocupacional (NIOSH) testou e certificou tubos detectores submetidos aos seus ensaios. Os valores relativos à precisão encontrados foram de 35% a 50% do limite de exposição.

A reação química que ocorre no interior do tubo é afetada por baixas e/ou altas temperaturas, retardando e/ou acelerando a reação e, conseqüentemente, o tempo de resposta, influenciando assim diretamente na veracidade dos resultados. Para reduzir este problema recomenda-se que os tubos sejam mantidos em locais ventilados.

Altas temperaturas aceleram a reação podendo causar um problema de descoloração da camada reagente sem que o contaminante esteja presente. Isto também pode ocorrer para os tubos ainda não utilizados. Dessa forma os tubos devem ser armazenados em temperaturas moderadas, ou até mesmo refrigerados, prolongando assim a sua vida útil.

Alguns tubos reagentes possuem uma camada pré-filtrante que objetiva a eliminação de umidade ou outras substâncias que possam interferir na medição. Assim, nas instruções dos fabricantes são fornecidos fatores de correção que serão utilizados quando a umidade interferir nas medições realizadas.

As substâncias químicas utilizadas nos tubos deterioram-se com o tempo. Portanto se faz necessário observar o período de validade indicado em suas embalagens (de 1 a 3 anos).

Cada tubo detector é destinado para medir um gás específico como o gás sulfídrico, cloro, vapor de mercúrio, entre outros.

Como nenhum tubo detector é específico para medir uma única substância, deve-se tomar cuidado para que interferências de substâncias não invalidem os resultados das amostras. Muitos vapores e gases comuns reagem com os mesmos produtos químicos ou apresentam propriedades físicas similares; assim, o instrumento pode dar falsas leituras, altas ou baixas, para a substância que está sendo amostrada.

Deve-se considerar que os resultados obtidos pelo sistema de tubos colorimétricos não devem, sob qualquer circunstância, ser utilizados como única evidência da presença ou ausência de um determinado contaminante. Os resultados devem ser utilizados juntamente com outros testes ou informações que confirmem a identidade de uma substância desconhecida na atmosfera.

Além das medições quantitativas, o detector também pode realizar medições de caráter qualitativo.

Existe um tubo reagente, denominado POLYTEST, que indica apenas a presença de certos gases na atmosfera, sem, no entanto, quantificá-los.

O POLYTEST pode indicar a presença de qualquer um dos gases abaixo relacionados:

- Acetileno;
- Acetona;
- Arsina;
- Benzeno;
- Dissulfeto de carbono;
- Gás sulfídrico;
- Gases nitrosos;
- Gasolina;
- Gás liquefeito de petróleo;
- Monoestireno;
- Monóxido de carbono;
- Percloroetileno;
- Tolueno;
- Tricloroetileno;
- Xileno.

Nas operações de emergência onde o gás vazado for desconhecido, pode-se, partindo do tubo POLYTEST, programar um plano de amostragem que auxiliará na identificação do produto.

7.2.2 Indicador de Oxigênio (Oxímetro)

Os indicadores de oxigênio (O_2), também conhecidos como oxímetros, são equipamentos utilizados para medir a concentração de oxigênio na atmosfera normalmente na faixa de 0 - 25% ou de 0 – 100%.

Estes equipamentos são utilizados para monitorar atmosferas onde existe a necessidade de proteção respiratória: normalmente o ar possui 20,8% de oxigênio. Assim, se o oxigênio estiver abaixo de 19,5% no ar considera-se o local com deficiência de oxigênio. Dessa forma é necessária a utilização de proteção respiratória especial (por ex: conjunto autônomo de respiração).

Um aumento da concentração de oxigênio pode causar risco de combustão: geralmente, concentrações acima de 25% de O_2 são consideradas ricas em oxigênio, aumentando assim o risco de combustão.

Alguns instrumentos requerem suficiência de oxigênio para sua operação. Por exemplo, os indicadores de gás combustível não apresentam resultados quando a concentração de oxigênio estiver abaixo de 14%. Também, a aprovação da segurança intrínseca para os instrumentos é para atmosfera normal e não em atmosferas ricas em oxigênio.

Um decréscimo na concentração de oxigênio pode ser devido ao seu consumo (pela reação de combustão ou oxidação) ou pelo deslocamento de ar por uma substância química.

7.2.2.1 Limitações e considerações:

Altas concentrações de dióxido de carbono (CO_2) diminuem a vida útil do sensor de oxigênio. Como regra geral, o equipamento pode ser utilizado em atmosferas maiores do que 0,5% de CO_2 somente com substituição freqüente do sensor. A vida útil em uma atmosfera normal (0,04% de CO_2) pode variar de uma semana até um ano dependendo do projeto do fabricante.

Agentes químicos oxidantes como ozônio e cloro, podem causar aumento na leitura e indicar alta concentração de oxigênio, ou então, concentração normal, em situações em que a concentração real de oxigênio seja igual ou menor.

Temperaturas altas podem afetar a resposta do indicador de oxigênio. A faixa normal para operação do equipamento varia entre 0°C e 49°C. Entre -32°C e 0°C a resposta do equipamento é lenta. Abaixo de -32°C o sensor pode ser danificado pelo congelamento da solução. O equipamento deverá ser calibrado na temperatura na qual será utilizado.

A operação com os medidores de oxigênio depende da pressão atmosférica absoluta. A concentração natural de oxigênio é uma função da pressão atmosférica em uma dada altitude. Considerando que a porcentagem de oxigênio não varia com a altitude, ao nível do mar o peso da atmosfera é maior e, portanto, mais moléculas de oxigênio e de outros componentes do ar são comprimidas dentro de um dado volume quando comparado com altitudes maiores.

À medida que a altitude aumenta, esta compressão diminui, resultando em um número menor de moléculas de ar que são comprimidas em um dado volume. Dessa forma um indicador de oxigênio calibrado ao nível do mar e operado em uma altitude de alguns milhares de pés fornecerá medidas incorretas indicando deficiência de oxigênio na atmosfera devido a uma menor quantidade dessas moléculas que são "empurradas" para o sensor. Portanto se faz necessário a calibração do equipamento na altitude em que esteja sendo utilizado.

7.2.3 Indicador de Gás combustível (Explosímetro)

Os explosímetros são aparelhos especialmente fabricados para medir as concentrações de gases e vapores inflamáveis.

Quando certas proporções de vapores combustíveis são misturadas com o ar e uma fonte de ignição está presente, poderá ocorrer uma explosão. Os limites de

concentrações sobre as quais isto ocorre, é chamado de limite de explosividade, o que inclui todas as concentrações nas quais ocorre um flash ou fogo, se a mistura entrar em ignição. A menor concentração é conhecida como Limite Inferior de Explosividade (L.I.E.) e a maior concentração é o Limite Superior de Explosividade (L.S.E.).

As misturas abaixo do L.I.E. são muito pobres para serem ignizadas, e misturas acima do L.S.E. são muito ricas. Nos tipos mais simples de instrumentos (explosímetro), somente uma escala é fornecida, geralmente com leituras de 0 - 100% em volume do L.I.E.

Para gases combustíveis, ou para exprimirmos grandes concentrações de gases usamos o percentual em volume, ou seja, 1% em volume corresponde a 10.000 ppm.

Esses equipamentos não detectam a presença de neblinas explosivas, combustíveis ou atomizadas, tais como óleos lubrificantes e poeiras explosivas, pois essas misturas são retidas em um filtro de algodão. Se essas misturas entrassem no explosímetro poderiam contaminar o catalisador de Platina.

Através do uso dos explosímetros obtém-se resultados quantitativos e não qualitativos. Isso significa que é possível detectar a presença e a concentração de um gás ou vapor combustível em uma composição de gases presentes. Não é possível, porém, diferenciar entre as várias substâncias presentes.

7.2.3.1 Limitações e considerações

A sensibilidade e precisão dos indicadores de gás combustível são afetadas por vários fatores. Estes incluem a presença de poeira, alta umidade e temperaturas extremas. Por essas razões, a sonda de amostragem de muitos modelos deve ser equipada com filtro de poeira e um agente secante. O equipamento não deve ser utilizado em ambientes extremamente frios ou quentes sem o conhecimento de que tais temperaturas interferem na resposta do instrumento.

A presença de silicões, silicatos e outros compostos contendo silicone, pode prejudicar seriamente a resposta do instrumento. Alguns destes materiais contaminam rapidamente o filamento, fazendo com que o mesmo deixe de funcionar corretamente.

O chumbo tetraetila, presente em alguns tipos de gasolina, produz um sólido de combustão, que irá depositar-se sobre o filamento, causando perda de sensibilidade deste. Na suspeita de gasolina no local a ser monitorado, o instrumento deverá ser aferido após cada uso.

Um método adicional para prevenir a contaminação pelo chumbo é o filtro inibidor que é colocado na cavidade do filtro do instrumento padrão. Este filtro produz uma reação química com os vapores de chumbo tetraetila para produzir um produto de chumbo mais volátil para combustão, prevenindo a contaminação do filamento catalítico de platina.

O uso dos indicadores de gás combustível deve estar associado a atmosferas normais de oxigênio. A concentração mínima de oxigênio para o perfeito funcionamento do explosímetro é da ordem de 14%.

Gases ácidos, como cloreto de hidrogênio e fluoreto de hidrogênio bem como o dióxido de enxofre, podem corroer o filamento provocando baixas leituras no medidor, mesmo na presença de altas concentrações de combustíveis. Os vestígios destas interferências podem não afetar as leituras diretamente, mas podem destruir a sensibilidade dos elementos detectores.

7.2.3.2 Considerações gerais:

Cabe ressaltar que existem atualmente no mercado, diversos modelos de indicadores de gás combustível, que apresentam muitas modificações construtivas especialmente no que se refere à forma de captação da amostra a ser analisada. Por exemplo, o modelo 2A - MSA, utiliza-se de um bulbo aspirador para succionar a amostra, diferentemente do que ocorre com outros equipamentos que operam através do processo de difusão para conduzir a amostra até a câmara de leitura.

Alguns equipamentos portáteis oferecem a possibilidade de reunir, em um só aparelho, gases combustíveis, oxigênio e gases tóxicos (monóxido de carbono, cloro, gás sulfídrico, etc.).

7.2.4 Fotoionizador

Em função de sua capacidade de detectar uma grande quantidade de produtos químicos, os instrumentos de análise de vapores totais são utilizados na caracterização e reconhecimento das substâncias presentes na área monitorada.

Embora esses instrumentos não identifiquem quais as substâncias químicas que estão presentes no local, eles indicam quais áreas que apresentam concentrações mais elevadas em relação às demais, delineando dessa forma, áreas de trabalho baseado nos níveis de concentração.

Se os contaminantes forem conhecidos, estes instrumentos podem ser utilizados na avaliação do nível de exposição. Os resultados obtidos podem fornecer uma concentração aproximada, sendo esta informação utilizada na escolha do nível de proteção.

7.2.4.1 Limitações e considerações:

Gases com potencial de ionização menor ou igual do que o da lâmpada utilizada serão ionizados. O potencial de ionização dos principais componentes do ar atmosférico (oxigênio, nitrogênio e gás carbônico) variam entre 12,0 eV a 15,6 eV, não sendo ionizados pelas lâmpadas disponíveis, pois não são de interesse durante o monitoramento de contaminantes gasosos. Sendo assim, a lâmpada com maior potencial de ionização normalmente utilizada é o de 11,7 eV.

As lâmpadas empregadas no fotoionizador utilizam fluoreto de magnésio e fluoreto de lítio. O fluoreto de magnésio é empregado nas lâmpadas de energia mais baixa e o fluoreto de lítio para lâmpadas de energia mais alta (11,7 eV). O fluoreto de lítio é utilizado para permitir a emissão de fótons com alta energia. Entretanto o fluoreto de lítio

sofre interferência da umidade do ar, reduzindo assim a vida útil da lâmpada de 11,7 eV. Na prática a lâmpada de 11,7 eV tem em média um décimo da vida útil de uma lâmpada de 10,6 eV.

O gás metano pode agir como interferente, devido à absorção de energia de ultravioleta, sem sofrer ionização. Isso reduz a ionização de outras substâncias químicas, que eventualmente, estejam presentes no local da medição.

A umidade pode causar alguns problemas, ou seja, quando o instrumento ainda não estiver aquecido e for levado a uma atmosfera quente e úmida, essa umidade pode condensar-se na lâmpada, reduzindo assim a luz emitida. A umidade do ar também reduz a ionização das substâncias a serem monitoradas provocando uma redução na medição.

O fotoionizador não responde a determinados hidrocarbonetos de baixo peso molecular, tais como metano e etano e para certos gases e vapores tóxicos como tetracloreto de carbono e gás cianídrico que também não podem ser detectados por apresentarem alto potencial de ionização.

Alguns modelos de fotoionizador não são intrinsecamente seguros, portanto para serem utilizados em atmosferas potencialmente inflamáveis ou combustíveis faz-se necessário que o seu uso esteja associado a um indicador de gás combustível. Atualmente encontram-se disponível no mercado modelos intrinsecamente seguros.

Linhas de alta tensão, transformadores de força, além de eletricidade estática, podem interferir durante as medições.

A rádio frequência de rádios de comunicação pode interferir nas leituras obtidas no fotoionizador.

Com a utilização da lâmpada, a intensidade da luz diminuirá. Ela ainda terá a mesma energia de ionização, mas a resposta será mais lenta. Isto poderá ser detectado durante a calibração e ajustes do instrumento.

Alguns equipamentos possuem conexões para interface com um computador pessoal (PC). Apresenta também um registrador de dados para armazenar leituras em diversos pontos de amostragem de modo que as leituras possam ser transferidas para um computador.

7.2.5 Monitores químicos específicos

Além da indicação contínua e monitoramento pessoal, esta linha de instrumentos foi idealizada para controle e higiene do trabalho, bem como durante acidentes envolvendo a liberação de gases e vapores tóxicos.

Alguns modelos possuem uma interface e um "software" apropriado que dão acesso ao armazenamento de dados em longos períodos e apresentação gráfica dos resultados em computador.

Os monitores mais comuns são usados para detectar monóxido de carbono e gás sulfídrico, mas estão também disponíveis monitores para cianeto de hidrogênio, amônia e cloro.

Esses equipamentos são de alta precisão durante o monitoramento, graças a compensações controladas por microprocessador interno. São também dotados de alarme sonoro e visual, sendo alimentados por baterias. Os alarmes disparam sempre que a concentração do gás que estiver sob monitoramento na atmosfera, exceder o nível pré-estabelecido.

7.2.5.1 Limitações e considerações:

Assim como os sensores de oxigênio, esses sensores eletroquímicos se desgastam com o tempo, principalmente, quando expostos a alta umidade e temperaturas extremas. Atualmente esses monitores específicos estão limitados apenas a alguns gases. As células eletroquímicas sofrem algumas interferências. Por exemplo, os sensores de monóxido de carbono também respondem a gás sulfídrico.

7.2.6 Medidores de pH (pH-metros)

Para medir a acidez ou alcalinidade de uma solução, usamos uma escala denominada escala de pH. Essa escala possui valores compreendidos entre 0 e 14. Soluções ácidas apresentam valores menores do que 7, enquanto que as soluções alcalinas apresentam valores superiores a 7. O valor $\text{pH} = 7$, indica um meio neutro.

O caráter "ácido ou básico" é conferido a uma solução pela presença de íons H^+ ou OH^- .

As águas naturais em geral têm pH compreendido entre 4,0 e 9,0 e, na maioria das vezes, são ligeiramente alcalinas, devido à presença de carbonatos e bicarbonatos. Valores diferentes podem ser atribuídos à presença de despejos industriais ácidos ou alcalinos.

O pH pode ser determinado colorimetricamente ou eletrometricamente. O método colorimétrico requer menos equipamentos, porém é sujeito a muitas interferências prestando-se por isso apenas para estimativas grosseiras. O método eletrométrico é considerado padrão.

7.2.6.1 Limitações e considerações:

O método eletrométrico é praticamente isento de interferentes, tais como cor, turbidez, materiais coloidais, cloro livre, oxidantes, redutores ou alto conteúdo de gás. Óleos e graxas podem interferir, causando resposta lenta. A influência da temperatura da amostra no potencial do eletrodo é compensada no próprio aparelho. O "erro alcalino" que é o erro negativo de determinação de pH que aparece quando a concentração de íons H^+ é muito pequena em relação às concentrações dos outros cátions da amostra, principalmente do cátion sódio. Esses cátions se difundem através da membrana do eletrodo, dificultando a migração dos ânions. Resultando assim um acúmulo de um potencial mais elevado, indicando pH mais baixo. O erro alcalino também é conhecido como erro do sódio. Esse erro que ocorre em pH superiores a 10 pode ser corrigido,

consultando tabela ou curva fornecida pelo fabricante para o dado tipo de eletrodo, ou pode ser um eletrodo chamado "de baixo erro alcalino".

7.2.7 Cromatografia a gás

Os Cromatógrafos a Gás Portáteis permitem uma análise qualitativa e quantitativa em determinadas situações no campo. Embora os resultados obtidos em campo possam não ser tão precisos como aqueles obtidos em análises de cromatografia a gás em laboratório, eles podem ser úteis para o processo de seleção de áreas contaminadas, reduzindo assim o número de amostras necessárias para uma análise a ser realizado em laboratório.

Alguns cromatógrafos portáteis podem ser programados para realizar amostragens periódicas e armazenar os cromatogramas e recuperá-los posteriormente. Algumas unidades mais recentes podem ser programadas para desenvolver amostragens periódicas da concentração de vapores orgânicos totais, e caso a concentração ultrapassar determinados limites (pré-fixados), o equipamento identifica o contaminante no modo cromatógrafo.

- **Detector de Ionização de Chama:** Constitui um dos tipos mais utilizados de detector, devido a sua alta sensibilidade, larga banda linear. Neste dispositivo, existe uma pequena chama de hidrogênio em presença de um excesso de ar e rodeada por um campo eletrostático. Os compostos orgânicos eluídos da coluna são submetidos à combustão, durante a qual se formam fragmentos iônicos e elétrons livres. Estes são recolhidos e produzem uma corrente elétrica proporcional à velocidade com que os componentes da amostra penetram na chama. O FID responde muito bem aos compostos orgânicos (níveis de ppm). O FID não responde aos compostos inorgânicos, com exceção dos que sejam facilmente ionizáveis. A insensibilidade à água, gases permanentes, monóxido e dióxido de carbono constitui uma vantagem na análise de extratos aquosos e em estudos sobre poluição atmosférica.

- **PID – Detector de Fotoionização:** Os eluentes da coluna são fotoionizados por uma luz ultravioleta emitida pela lâmpada de UV (Ultravioleta) de 10,6 eV. A corrente é produzida pelos íons é medida pelo detector e é proporcional a concentração e resposta do material ionizado. É utilizado principalmente para análises de compostos orgânicos (Hidrocarbonetos aromáticos, insaturados, etc).
- **ECD – Detector de Captura de Elétrons:** É um detector seletivo, específico para análises de compostos eletrofílicos (compostos organoclorados, pesticidas e nitrocompostos). Uma fonte de Níquel-63 ioniza as moléculas do gás de arraste. As partículas Beta emitidas pelo isótopo ionizam o gás de arraste e os íons e elétrons resultantes migram para o anodo coletor por influência de uma voltagem polarizada pulsante aplicada entre a fonte e o coletor. A frequência de pulsação é controlada para manter a corrente constante e é a geradora do sinal analítico. A aplicação mais importante do detector por captura de elétrons reside na determinação dos pesticidas clorados e compostos polinucleares,

Em geral, o cromatograma é traçado pelo registrador de tira de papel, ligado ao sinal de saída do sistema detector-amplificador. O sinal de saída do sistema detector-registrador tem de ser linear com a concentração. Esta condição define a banda utilizável do detector, e associada à sensibilidade, fornece os limites de concentração.

7.2.7.1 Limitações e Considerações

Os Cromatógrafos a Gás Portáteis permitem uma análise qualitativa e quantitativa em determinadas situações no campo. Embora os resultados obtidos em campo possam não ser tão precisos como aqueles obtidos em análises de cromatografia a gás em laboratório, eles podem ser úteis para o processo de seleção de áreas contaminadas, reduzindo assim o número de amostras necessárias para uma análise a ser realizado em laboratório.

Alguns cromatógrafos portáteis podem ser programados para realizar amostragens periódicas e armazenar os cromatogramas e recuperá-los posteriormente. Algumas unidades mais recentes podem ser programadas para desenvolver amostragens periódicas da concentração de vapores orgânicos totais, e caso a concentração

ultrapassar determinados limites (pré-fixados), o equipamento identifica o contaminante no modo cromatógrafo.

Amostras de solo e água podem ser analisadas por meio de uma amostragem utilizando a técnica "Headspace". O Headspace é um equipamento apropriado para a determinação de compostos voláteis em amostras líquidas ou sólidas, que em geral não teria condições analíticas. Uma porção da amostra é colocada num frasco e em seguida recoloca-se a tampa. O frasco é aquecido (normalmente 80° num período de 30 min), por um determinado período. Em seguida ocorre a partição das moléculas, ou seja, parte dessas atingem a parte superior do frasco. O próprio frasco é adaptado diretamente no cromatógrafo, e o gás de arraste penetra no frasco para o transporte da massa gasosa da amostra, ocorrendo normalmente a cromatografia.

A sensibilidade obtida nos cromatógrafos portáteis dependerá dos compostos a serem determinados, do método de amostragem e do detector escolhido para a análise.

7.2.8 Medidor de interface

Os medidores de interface são empregados para determinação do nível d'água ou de lâmina de produto imiscível em fase livre, menos/mais denso do que a água.

O medidor de interface possui amplo emprego em área ambiental, em estudos hidrogeológicos em especial na determinação de poluentes orgânicos em poços de monitoramento, poços freáticos, caixas de rebaixamento de lençol freático de prédios multifamiliares, etc.

7.2.8.1 Limitações e considerações:

Uma vez que as medições realizadas envolvem produtos inflamáveis como gasolina, diesel e outros solventes é conveniente por questões de segurança aterrar o equipamento antes de seu uso.

A utilização da interface deverá ser feita sempre com aterramento, ou seja, a presilha ligada a um cabo espiralado deverá ser fixada preferencialmente em ponto metálico ligado ao solo, para que ocorra a transferência de elétrons, equalizando assim uma eventual diferença de potencial.

O equipamento de marca HS – Hidrosuprimentos, modelo HSIF-30 apresenta uma precisão de 2 milímetros de espessura.

O equipamento deve ser mantido sempre limpo e protegido. O prisma óptico da sonda deve ser limpo após cada leitura bem como a parte do cabo que for submersa. Não devem ser utilizados solventes para limpeza, apenas água limpa, sabão neutro e uma escova macia.

7.3 Considerações finais

A concentração de gases e vapores no ar, bem como a presença de contaminantes em corpos hídricos ou no solo, podem afetar significativamente a composição desses meios. A leitura direta através de instrumentos, realizados em campo, pode fornecer na maioria dos casos, resultados que estarão identificando e quantificando substâncias químicas que serão objeto para:

- Avaliar os riscos à saúde pública e as equipes de atendimento;
- Escolher o equipamento de proteção pessoal adequado;
- Delinear áreas de proteção;
- Determinar os efeitos potenciais ao meio ambiente;
- Escolher ações para combater os riscos com segurança e eficácia.

Os instrumentos de leitura direta foram inicialmente desenvolvidos para serem dispositivos de alarmes em instalações industriais onde houvesse vazamentos ou quando

em casos de acidentes pudessem liberar uma alta concentração de uma substância química conhecida. Atualmente esses instrumentos podem detectar baixas concentrações de algumas classes específicas de produtos químicos, fornecendo informações no momento da amostragem, permitindo assim uma tomada rápida de decisão para as ações subseqüentes ao acidente.

Devido ao grande número de substâncias químicas sempre presentes nas mais diversas situações envolvendo acidentes ambientais, é comum haver a necessidade de se coletar uma substância química desconhecida para analisá-la em laboratório, em função das limitações relativas aos equipamentos de monitoramento ou da impossibilidade de se identificar exatamente o produto envolvido.

Na escolha dos equipamentos de monitoramento alguns pontos devem ser considerados, dentre os quais:

- Resistência do material;
- Facilidade na operação;
- Serem portáteis;
- Intrinsecamente seguros;
- Capacidade de fornecer resultados confiáveis.

É importante destacar que, durante o atendimento a acidentes ambientais com produtos perigosos, faz-se necessário o monitoramento constante, a fim de se avaliar os possíveis danos ao meio ambiente como também fornecer a concentração dos contaminantes presentes permitindo assim que as equipes de atendimento possam desempenhar suas atividades com segurança.

Capítulo

8

QUARTO PASSO – AÇÕES ESTRATÉGICAS, TÁTICAS E DE EXECUÇÃO

O quarto passo representa a fase do atendimento a um acidente envolvendo produtos perigosos, onde o Comandante da Emergência efetua a melhor avaliação de riscos e traça as ações estratégicas e táticas que deverão produzir o resultado mais favorável. Lembre-se de que os “resultados” são medidos em termos de fatalidade, ferimentos, danos a propriedades e ao meio-ambiente.

No capítulo sete, “Avaliação de Riscos e Monitoramento”, foi explicado que todo incidente com materiais perigosos segue uma seqüência lógica de eventos ao longo do tempo. Um bom comandante deve ter a habilidade de avaliar rapidamente quais eventos já ocorreram, determinar quais estão acontecendo naquele momento e prever quais surgirão no futuro imediato. Se um evento pode ser previsto, também pode ser prevenido. Essa é a essência do processo de avaliação de risco.

A estratégia operacional para o incidente desenvolve-se a partir da avaliação do comandante da situação no momento e do prognóstico das próximas situações.

A incerteza é muito comum no atendimento de emergência envolvendo produtos perigosos, porém, uma das tarefas mais decisivas do comandante é minimizar a incerteza pela utilização de um processo estruturado de tomada de decisão para avaliar o problema e selecionar a estratégia mais segura para resolver o incidente. Essa é uma das prioridades do comandante antes da intervenção

Os termos “estratégias” e “táticas”, às vezes, são intercambiáveis, mas eles, na verdade, têm significados bem diferentes. Uma **estratégia** é um plano para gerenciar recursos. Trata-se do propósito total ou do plano do comandante para controlar o incidente. Vários planos estratégicos podem ser realizados simultaneamente durante uma emergência. Exemplos de planos estratégicos comuns são:

- Salvamento e Resgate;
- Ações de Proteção Pública;
- Confinamento;
- Contenção de vazamento e derramamento;
- Controle de incêndio;
- Recuperação.

Táticas são objetivos específicos que o comandante utiliza para atingir os planos estratégicos. Se por um lado as estratégias são definidas num nível de comando, por outro, as táticas, em geral, são determinadas nos Níveis de Supervisão na estrutura das ordens. Por exemplo, os objetivos táticos que atinjam o plano estratégico de controle de derramamento (confinamento) incluem: absorção, drenagem, represamento e desvio.

Se o comandante espera que se entendam e se implementem os planos estratégicos, estes devem ser agrupados e comunicados em termos simples e claros. Se os propósitos estratégicos não são claros, os objetivos táticos serão confusos também. Planos estratégicos e objetivos táticos para produtos perigosos podem ser implementados a partir de três modos operacionais distintos:

Quadro 5 - Quadro demonstrativo das Ações Estratégicas e Objetivos Táticos

PLANOS ESTRATÉGICOS X OBJETIVOS TÁTICOS		
PLANOS ESTRATÉGICOS	NÍVEL DE COMANDO	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Resgate ▪ Ações de proteção ▪ Confinamento ▪ Contenção ▪ Controle de incêndio ▪ Recuperação Modos ativos, defensivos ou de não-intervenção.
OBJETIVOS TÁTICOS	NÍVEL DE SUPERVISÃO	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Contenção ▪ Neutralização ▪ Estancamento ▪ Solidificação ▪ Aspiração
AÇÕES DE EXECUÇÃO	NÍVEL DE EXECUÇÃO	Exemplo: Procedimentos específicos para aplicar o Kit Cloro em um tambor de uma tonelada.

Modo ativo ou de intervenção direta: é a forma de agir de maneira ativa, indo de encontro ao problema para atingir os objetivos do plano estratégico. São as ações de estancamento de um vazamento através de batoques, colocação de vedantes ou outra maneira de aproximação e invasão da zona quente com uma atitude de intervenção direta em relação à consecução do plano estratégico. Embora a forma ativa de ação possa aumentar o risco para as equipes de emergência, ela pode se justificar se as operações de resgate forem executadas com rapidez, se o líquido puder ser contido, ou se o fogo puder ser extinto sem demora.

Figura 18 - Intervenção direta do bombeiro

Fonte: Corpo de bombeiros da PMESP. 2005

Modo defensivo ou preventivo: operações defensivas são aquelas que a equipe não invade rapidamente a zona quente e adota ações para não aumentar o dano à comunidade e ao meio ambiente. Um exemplo de modo defensivo das ações é desvio e drenagem de produtos perigosos. O plano defensivo do comandante, muitas vezes, requer a “concessão” de certas áreas para a emergência, enquanto direciona esforços para limitar o tamanho total ou extensão do problema (concentração de todos os esforços na construção antecipada de diques para prevenir a contaminação de lençóis de água). Em geral, operações defensivas expõem a equipe de emergência a riscos menores que as operações de intervenção direta.

Figura 19 - Modo defensivo através do uso de barreira



Fonte: Corpo de bombeiros da PMESP. 2005

Modo de não-intervenção: a não-intervenção significa “não agir”, somente isolar a área. O plano básico determina que a equipe aguarde o desencadeamento da seqüência de eventos até que o acidente tenha terminado e o risco de intervenção tenha sido reduzido a um nível aceitável (esperar que um tanque de GLP queime). Essa estratégia geralmente produz o melhor resultado quando o comandante determina que adotar estratégias ou táticas ofensivas ou defensivas colocaria a equipe em riscos inaceitáveis. Em outras palavras, os custos potenciais da ação excederiam, e muito, qualquer benefício (exemplo: explosão de um líquido em ebulição com liberação de vapor).

8.1 Planejamento Estratégico

Uma vez que o Comandante da Emergência tenha formulado uma “seqüência mental” para cada uma das opções a serem consideradas, o comandante deve tomar

uma decisão para fazer ou não algo – ambos constituem uma ação. Selecionar o melhor Plano Estratégico envolve a comparação entre o que se ganha e o que se perde – um processo nem sempre fácil de ser realizado.

Determinar o que se ganha envolve a comparação de diferentes variáveis, incluindo:

- **Perdas e fatalidades possíveis:** Vidas serão salvas pela realização de operações de resgate? Por exemplo, se um civil é confinado em uma área contaminada com gás venenoso, a vida dele deve ser salva ao se colocar a vida da equipe em risco? Da mesma maneira, o ambiente do resgate expõe a risco desnecessário os atendentes?

- **Danos materiais prováveis:** se o quadro da emergência está colocando em risco as propriedades e se a sua ação não irá causar mais danos ainda, ou se o risco oferecido às guarnições exige do comandante a concessão do aumento aos danos materiais em detrimento da segurança das equipes. Uma coisa é pacífica, a prioridade sempre será da preservação da vida em relação à propriedade, aos bens materiais e meio ambiente.

- **Danos possíveis ao meio-ambiente:** Qual será o impacto ao meio ambiente resultante das ações? Por exemplo, se táticas de intervenção direta de controle de incêndio são executadas em um depósito de produtos agrícolas o escoamento da água residual poderão resultar em poluição e contaminação dos mananciais e cursos d'água. No entanto, permitir que o incêndio continue sem uso de água pode resultar em poluição do ar em uma área muito grande. Isso pode exigir Ações de Proteção ao Público adicionais em função do vento. Qual opção é a mais recomendável?

- **Danos possíveis à população:** A população sofrerá danos em um nível não aceitável? Por exemplo, um caminhão-tanque com gasolina tombou e grande parte da pista está pegando fogo bem na hora de maior movimento. É um risco aceitável para a população deixar o tanque queimar por três horas e consumir o produto, destruindo pontes e estradas, ou extinguir o incêndio o mais rápido possível? Qual das opções, na verdade, irá liberar a pista mais rápido?

Cada decisão que o comandante adota exige um balanço entre dois ou mais fatores que geralmente estão em conflitos entre si: segurança de vidas e danos à propriedade ou ao meio-ambiente. A tomada de decisão em um acidente com produtos perigosos não é um processo “preto no branco”; ao contrário, é um campo minado cheio de tons em cinza.

8.2 Objetivos Táticos

Uma vez que o Nível de Comando estabelece o Plano Estratégico, os subordinados devem implementar o plano geral do comandante pelo estabelecimento de Objetivos Táticos específicos. Não há jeito de resolver uma emergência com produtos perigosos sem táticas.

Uma tática bem definida tem um objetivo determinado que pode ser implementado usando procedimentos específicos e tarefas dentro de um período de tempo razoável.

Por exemplo, o comandante adota uma estratégia de intervenção direta da Equipe de Emergência no controle do vazamento em um tanque contendo ácido nítrico. Sucessivamente, o Comandante a guarnição determinará os objetivos táticos específicos para atingir o plano estratégico. Uma variedade de procedimentos táticos poderão ser executados para atingir o plano, tais como: a transferência do produto, estancamento do vazamento, neutralização, etc. A tática específica é basicamente determinada pelas pessoas mais próximas ao problema, o comandante das Operações, Comandante de Guarnição ou outro oficial ou praça que esteja na função de comando intermediário.

O plano de ação tático deve ser de fácil entendimento e exposto com objetivos claros. Um bom padrão para avaliar um objetivo tático é aquele que pode ser comunicado por rádio sem dar muitos detalhes. Simplesmente afirmar que o objetivo é acabar com um derramamento, não fornecendo muitas orientações sobre o problema a ser solucionado. Um comandante que se propõe a tomar decisões táticas detalhadas, perde a perspectiva ampla do acidente e desenvolve uma visão estreita.

A escolha da tática deve considerar o tempo que gastará para alcançar o objetivo específico. As condições podem mudar rapidamente no progresso do acidente. O que antes parecia ser um objetivo tático bom para o atendimento, pode se tornar apenas uma opção com a mudança nas condições. Derramamentos podem aumentar e vazamentos podem piorar no momento enquanto a equipe se equipa e prepara para a entrada. O tempo disponível pode ser perdido se a equipe de entrada tem de mudar do Plano A para o Plano B. O truque é manter-se adiantado em relação à evolução do quadro.

O tempo necessário para implementar objetivos táticos em um nível de tarefa deve ser comparado à duração de tempo que a “janela da oportunidade” estará aberta. Com o passar do tempo, as opções táticas para resolver o problema se tornarão mais limitadas. Lembre-se, todo acidente com produtos perigosos segue uma linha natural de tempo.

Algumas táticas podem ser empregadas para evitar eventos indesejáveis ou retarda-los até que as equipes de entrada estejam prontas para implementar a “solução final”. Em outras palavras, os atendentes podem ganhar tempo com táticas menos efetivas, mas de fácil execução, até que a tática mais efetiva possa ser implementada. Exemplos de opções táticas que podem ser utilizadas para ganhar tempo incluem:

- **Barreiras:** colocar uma barreira entre o produto perigoso, seu contêiner e locais de exposição. Por exemplo, construir drenos, tanques de retenção ou represas para desvio previamente em um derramamento próximo pode confinar o produto perigoso a uma área limitada ou desacelerar o processo até que as equipes possam conter o vazamento.
- **Evacuação:** a retirada das pessoas na direção do vento. Quanto mais distante ficarem do problema, menor será o risco. Aumentar o tamanho da zona de controle ou conter o problema em uma área isolada pode reduzir o risco à vida até que as equipes de entrada estejam prontas para resolver o problema.

- **Tempo:** reduzir o tempo de liberação do produto, ou substituir ou fazer um rodízio das pessoas expostas ao material perigoso minimizam os riscos. Por exemplo, se puder reduzir a pressão de um vazamento em uma tubulação ou recipiente, a magnitude do problema será reduzida substancialmente. Isto pode permitir que os atendentes ganhem tempo para trabalhar em uma solução mais completa para o problema.

Tomar decisões táticas às vezes envolve assumir risco e flexibilidade de raciocínio. O que parece ser uma ótima idéia inicialmente, pode não ser muito prático após a equipe ter iniciado as operações. Nem sempre tudo sai como o planejado. Não há treinamento ou simulação suficiente que o deixe pronto para condições reais de trabalho, sempre com opções disponíveis. Lembre-se que as surpresas não são bem-vindas no cenário da emergência.

Serão abordados a seguir os Planos Estratégicos específicos e as táticas associadas a cada opção.

8.3 Ações de Salvamento e Resgate

A segurança da vida é sempre a maior prioridade do Comandante da Emergência. Uma das primeiras preocupações depois de avaliar a extensão do acidente é a busca e resgate de vítimas. No entanto, o comandante deve assegurar a vida de todos os envolvidos, tanto à das vítimas dentro da Zona Quente, em risco imediato, quanto à das pessoas que serão atingidas num futuro próximo, em risco iminente, devendo analisar a emergência de forma sistêmica, concentrando os recursos e meios em todas as frentes de trabalho.

O tempo torna-se importante para o êxito no salvamento das vítimas, porém cautela deve-se ter para não expor a risco as Equipes de Emergência desnecessariamente, devendo o comandante planejar as estratégias com equilíbrio e isenção de ânimo, pensando sempre na minimização dos danos, sem a exposição de pessoas que não foram atingidas, a riscos evitáveis e desnecessários, pois se já houve

um número de vítimas no acidente, que as ações de emergência não aumente esse número.

O salvamento de pessoas envolvidas num acidente envolvendo produtos perigosos podem ser descritos em três categorias gerais:

Salvamento e retirada de pessoas que estarão imediatamente expostas e atingidas por materiais perigosos: consiste em pessoas dentro da Zona de Perigo (Zona Quente) que não estão usando roupas e equipamentos de proteção adequados contra os riscos. O grupo pode ser formado por cidadãos e empregados que deixaram por conta própria a área inicial de perigo e acreditam que agora estão a salvo, como também os curiosos, os “autorizados” e os totalmente ignorantes. Também inclui pessoas que precisam ser resgatadas, mas ainda não sabem disso. Normalmente, é preciso apenas de um pouco de organização e direção para conduzi-las longe da área de perigo. Este grupo pode também incluir pessoas que foram inicialmente expostas, mas ainda não mostram os sinais ou sintomas da exposição.

Resgate de vítimas que foram atingidas e incapacitadas pelo material perigoso: neste grupo estão inclusos os indivíduos ou grupos de pessoas que foram expostos ao material perigoso e estão sofrendo os efeitos danosos. Exemplos desse grupo incluem vítimas que foram queimadas, envenenadas, ficaram cegas, etc. Normalmente, o resgate consiste em abordar a pessoa e retirá-la segundo o POP específico.

Vítimas, cujo salvamento exige técnicas especializadas: neste grupo estão inclusas as pessoas que foram atingidas e se encontram em locais de difícil acesso, exigindo da equipe de salvamento a utilização de técnicas específicas além das relacionadas com os produtos perigosos envolvidos no acidente. Essa situação é extremamente perigosa e deve ser planejada adequadamente, usando indivíduos altamente treinados. Como exemplos de situações deste tipo pode-se citar:

- Resgates na vertical, incluindo vítimas feridas ou incapacitadas encontradas em áreas elevadas (Ex: torres de resfriamento e estruturas elevadas em refinarias ou

indústrias químicas, no alto de tanques de armazenamento de diâmetro grande, treliças, etc.);

- Vítimas prensadas e presas em meio a escombros e entulho (Ex. a tripulação de um trem presa na locomotiva ou um motorista de caminhão tanque dentro de um veículo capotado);

- Situações de resgate em área confinada (Ex: dentro de tanques de armazenamento, valas de metrô, esgotos, etc.).

8.4 Ações de Proteção Pública (APP)

As APP foram abordadas no primeiro passo do processo de atendimento, porém cabe efetuar breve comentário sobre a utilização das mesmas no transcorrer da emergência.

Ações de Proteção Pública (evacuação ou proteção no próprio lugar) devem ser monitoradas continuamente durante o transcorrer da emergência. Acidentes são eventos dinâmicos – condições climáticas podem mudar, o problema pode aumentar, recursos podem acabar, etc. Ações de proteção iniciais serão insuficientes à medida que coletamos mais informações, tomamos mais conhecimento sobre o acidente, e avaliamos inteiramente o nível de perigo e os riscos. Além disso, o Comandante da Emergência estará muitas vezes sob grande pressão política para permitir que cidadãos e empregados que foram evacuados retornem a suas casas e locais de trabalho.

Ele deve manter controle absoluto do cenário durante todo o atendimento. As atividades seguintes podem ajudar a manter a disciplina no local, até que o problema seja eliminado e o acidente termine com segurança:

- Nomear um Oficial de Segurança durante o acidente. Em operações em ambientes abertos, trocar sua posição de observação em intervalos regulares para manter a vigilância. Um Oficial de Segurança é especialmente importante durante

operações perigosas como salvamento que exija técnica especializada e contenção de vazamento.

- Reforçar a segurança do perímetro do local e o usar as Zonas de Controle de Risco. Um perímetro mal demarcado, fraco, geralmente leva a uma diminuição do controle da área, o que aumenta o potencial para um acidente.

- Estabelecer uma tabela de substituição das equipes, efetuando rodízio. Isto é especialmente importante durante condições climáticas extremas. Não contribua com o problema mantendo atendentes em posição avançadas durante um período de tempo desnecessário. Pessoas descansadas são mais atentas.

8.5 Confinamento

Confinamento são ações tomadas para conter o vazamento dentro de uma área limitada. Estas ações geralmente ocorrem longe do lugar da área de derramamento ou vazamento e são, portanto, de natureza defensiva. Como regra geral, táticas de confinamento expõem a Equipe de Emergência a menos risco do que as táticas de contenção. É preferível optar por ações à distância, de caráter defensivo para alcançar o mesmo objetivo como, por exemplo, a construção de barreiras, que tentar algo mais arriscado, de caráter ativo.

Operações de confinamento apresentam várias vantagens sobre opções de contenção, incluindo as seguintes:

- Evita a exposição direta dos atendentes;
- Podem ser realizadas sem equipamento especial, exceto algumas pás e terra. Qualquer pessoa sem conhecimento técnico pode construir uma barragem;
- Pode geralmente ser realizada por primeiros atendentes.

A decisão pelas táticas de confinamento está baseada na disponibilidade de tempo, de pessoal e de equipamento. Também deve ser feita com uma revisão do potencial de risco que o material extravasado tem sobre a Equipe de Emergência a favor do vento, em relação ao derramamento, que é onde a maioria dos controles de derramamento acontece. Por exemplo, uma decisão de desviar um vazamento de diesel que irá adentrar um bueiro para um dique de contenção na sarjeta, pode ser a melhor opção, baseado no fato de que o combustível, por estar escoando muito rápido e não haver tempo suficiente para efetuar a equipagem do pessoal para efetuar o estancamento do vazamento, além de representar menor potencial de risco no dique do que no sistema de esgoto. Táticas de confinamento como desvio podem geralmente começar imediatamente a chegada da guarnição. A barragem pode ser iniciada com equipamentos básicos de primeiros atendentes à medida que mais pessoas chegam. Técnicas de retenção seguirão à chegada de mais equipamentos e equipes especializadas.

8.5.1 Ações de Confinamento

Serão abordadas algumas ações de confinamento para auxiliar as Equipes de Emergência durante um atendimento de acidente em que haja um derramamento.

Elas são baseadas em métodos químicos e físicos, conforme segue abaixo:

Absorção

Este é o processo físico de reter ou “recolher” um material perigoso líquido para prevenir o crescimento da área contaminada. À medida que o material é recolhido, o absorvente irá geralmente dilatar e expandir em tamanho. Dependendo do absorvente, pode ser usado tanto em vazamento de líquidos, na água ou no solo.

Operacionalmente, absorventes são mais efetivos quando menores que 247 litros (± 55 galões). Vazamentos maiores são mais difíceis de serem absorvidos, e às vezes o custo e o tempo excedem os benefícios. Materiais usados como absorventes incluem

barro ou argila, serragem, carvão vegetal, partículas absorventes, meias, vasilhas, almofadas e travesseiros. Meias e tubos absorventes também podem ser dispostas como uma barragem circular em volta de pequenos derramamentos. Ao usar absorventes, a compatibilidade deve ser considerada (ex: serragem usada em um oxidante pode pegar fogo).

Adsorção

Este é o processo químico no qual um produto perigoso líquido interage com uma superfície sólida, aderindo à superfície sem ser absorvido, como com os absorventes. Um exemplo é o carvão radioativo.

Diferentemente do material absorvente, o material adsorvente não aumenta o seu volume ou dilata-se.

O processo de adsorção é acompanhado pelo aquecimento do adsorvente, enquanto que o de absorção não. Assim, a ignição espontânea pode ser uma possibilidade com alguns produtos químicos líquidos.

Adsorventes são usados primeiramente para derramamento de líquido no solo e não deve ser reativo com o material derramado.

Cobertura

Este é um método físico, utilizado como uma medida temporária até que as táticas de controle mais efetivas sejam implementadas. Dependendo do produto envolvido pode ser necessário consultar primeiro um especialista do produto.

A cobertura pode ser feita de várias formas, podendo ser utilizada uma cobertura de plástico ou lona sobre um derramamento de poeira ou pó, ou ainda podendo ser colocada uma cobertura ou uma barreira sobre uma fonte radioativa, normalmente alfa ou beta, para reduzir a quantidade de radiação emitida, ou finalmente pode-se cobrir um metal inflamável ou pirofórico com o pó químico seco apropriado.

Represamento

Este é um método físico de confinamento, pelo qual barragens são construídas para prevenir ou reduzir a quantidade de líquido que escoar para o meio ambiente. O represamento consiste em construir uma barragem sobre o curso de água para parar/controlar o fluxo do produto e recolher os contaminantes sólidos ou líquidos.

Há dois tipos de represas: transbordamento e escoamento.

- **Represa por transbordamento** – usado para prender materiais submersos mais pesados que a água atrás da barragem (gravidade específica > 1). Com o produto retido, a água não contaminada passa livremente por cima da barragem. Operacionalmente, este processo é mais efetivo com cursos de água lentos e estreitos.
- **Represa por escoamento** - Usado para prender materiais flutuantes mais leves que a água atrás da barragem (gravidade específica < 1). Usando tubos de PVC ou barreiras flutuantes, a barragem é construída de uma maneira que permita que a água flua livremente debaixo dela e retenha o contaminante atrás da barragem. Operacionalmente, este processo é mais efetivo com cursos de água lentos e estreitos.

Dique

Este é um método físico de confinamento no qual barreiras são construídas no chão usadas para controlar o movimento de líquidos, sedimentos sólidos e outros materiais. Diques previnem a passagem do material perigoso para uma área onde ele causará mais danos.

Diques são mais eficazes quando construídos rapidamente. Ainda que qualquer material disponível sirva, os melhores materiais, fáceis de serem encontrados são areia, galhos de árvore, tábuas, escadas, varas, tapumes e cobertores de salvamento. Materiais terra e areia grossa podem ser encontrados, em pequenas quantidades, em acostamentos e terrenos baldios, no entanto, quando o derramamento for muito grande,

será preciso um caminhão basculante carregado, exigindo muitas vezes o acionamento de órgãos e/ou empresas específicas para o fornecimento desse material.

Diques geralmente são construídos pelos primeiros atendentes, utilizando qualquer tipo de equipamento disponível no local. Ao considerar a construção de um dique, compare rapidamente seus recursos com a quantidade de material derramado. Materiais densos e de movimento lento devem ser confinados através de um dique circular. Produtos de movimento mais rápido requerem um dique em formato “V” localizado na melhor depressão disponível no local. Sempre use o relevo do terreno ao seu favor.

A construção de um dique deve começar com a escolha de materiais maiores e mais pesados para reforçar, seguidos de uma camada exterior de material mais leve, como terra. Operacionalmente, diques são uma medida temporária e podem vaziar depois de um tempo. O vazamento pode ser minimizado pelo uso de lona ou plástico na base e, dentro do dique, colocando uma última camada de terra ao longo da borda, entre o plástico e o chão. Preste atenção, pois o plástico pode ser degradado por alguns produtos químicos.

Diluição

Este é um método químico pelo qual uma substância solúvel em água, é diluída pela adição de grandes volumes de água. Geralmente a substância é um “corrosivo”. Há quatro critérios importantes que devem ser considerados antes da tentativa de diluição, que terão de ser observados com antecedência:

- 1) A substância não reage com a água;
- 2) Não será gerado um gás tóxico pelo contato com a água;
- 3) Não formará nenhum tipo de sólido ou precipitado;
- 4) É totalmente solúvel em água.

Como regra geral, a diluição só deve ser aplicada em substâncias líquidas e sólidas que forem corrosivas e apenas quando todos os outros métodos de mitigação e remoção não forem convenientes. Em outras palavras, as táticas de diluição são o último recurso.

A diluição pode ser eficaz para pequenos vazamentos de corrosivos (1litro ou menos), especialmente para corrosivos concentrados com o pH de 0-2 (ácidos) ou 12-14 (alcalinos).

O maior problema apresentado por esse método é a dificuldade de compreensão e, conseqüentemente, do bom uso da Equipe de Emergência do mesmo. A diluição não é um processo linear, de proporção **um** por **um**. É importante reconhecer que a diluição é, na verdade, um processo logarítmico (numa escala de um a dez). Por exemplo, um derramamento de 1 litro (ou galão) de um ácido com pH zero precisará de um milhão de litros (ou galões) de água para chegar ao pH seis. É muita água para diluir apenas um litro de substância. Estas mesmas regras são aplicadas a toda a extensão de corrosivos, de um pH de 0 a 14. A tabela a seguir traz algumas informações úteis que ajudam o atendente determinar se a diluição é a melhor opção tática.

Tabela 3- Diluição de ácido de PH 0 em água

DERRAMAMENTO DE ÁCIDO - 1 LITRO (OU GALÃO) DE PH 0	
Água a adicionar	traz o pH para
10	1
100	2
1.000	3
10.000	4
100.000	5
1.000.000	6

Fonte: "Managing the Incident -2ª edição"

Tabela 4 - Diluição de álcali de PH 14 em água

DERRAMAMENTO DE ALCALINO - 1 LITRO (OU GALÃO) DE PH 14	
Água a adicionar	13
10	12
100	11
1.000	10
10.000	9
100.000	8
1.000.000	7

Fonte: "Managing the Incident -2ª edição"

Uma regra geral que pode ser aplicada para determinar o volume de água requerido para trazer o pH para a escala de 6-8 é:

1º etapa – determinar o tamanho do derramamento para ser diluído em litros (ex: há 10 litros no chão).

2º etapa – determinar o pH do material derramado usando papel medidor ou algum medidor de pH (ex: o material tem um pH 3).

3º etapa – determinar o pH ao qual você quer atingir, para se calcular a diluição do material (ex: você quer ir a um pH de 6 para que a substância possa ser descartada pelo sistema de esgoto de maneira segura).

4º etapa – determinar o número de fases de diluição entre o pH inicial e o final. No exemplo dado, começou com um pH de 3 e se quer obter um de 6. São três fases.

5º etapa – adicionar três zeros à quantidade inicial do produto corrosivo. No mesmo exemplo, começou com 10 litros, sendo então adicionado três zeros, o que resultou em 10.000. Este é o número de litros de água necessários para diluir 10 litros de

ácido para trazer o pH até o nível desejado, o pH 6. Essa regra pode ser aplicada a toda escala logarítmica independente do pH inicial.

Desvio

Este é um método físico de confinamento no qual barragens são construídas no chão ou posicionadas em um curso de água para controlar intencionalmente o movimento do material perigoso até uma área na qual apresentará menos risco à comunidade e ao meio ambiente.

Um vazamento fluente na terra, pode ser desviado rapidamente colocando-se uma barragem em frente do derramamento. Quando o caso for algo com um curso mais rápido, a barragem deve ser colocada a frente do vazamento real. Isto pode implicar em um sacrifício de algum território intermediário com o material perigoso, para estabelecer o controle direto no lugar definitivo do desvio.

Uma barreira de estacas também pode ser colocada contra a corrente ou o curso para desviar a substância perigosa até uma área onde ela poderá ser absorvida ou recolhida, com caminhões aspiradores, por exemplo.

Ao construir uma barragem de desvio, considere o ângulo e a velocidade do vazamento. Quanto maior a velocidade do fluxo, maior a extensão e o ângulo da barragem requerida para conter e desviar o fluxo. Para vazamentos de grande velocidade, barragens construídas em um ângulo perpendicular de 45° não serão eficientes; uma barragem com um ângulo de 60° ou mais deve ser feita.

Construir uma barragem de desvio requer uma equipe. Quando uma guarnição com o equipamento apropriado trabalha rápido, uma grande área pode ser controlada rapidamente. Uma equipe típica de 4 pessoas pode construir um muro de desvio de 18m por 20cm em mais ou menos 10 min, se os materiais apropriados estiverem disponíveis.

Dispersão

Este é um método químico de confinamento no qual certos agentes químicos e biológicos são usados para espalhar ou dissolver o produto envolvido em derramamentos

líquidos na água. O uso de dispersivos pode resultar na disseminação do material sobre uma área maior.

Dispersivos são usados em vazamentos de hidrocarbonetos, resultando em emulsões de óleo em água e diluindo o material perigoso a níveis aceitáveis. Eles não neutralizam ou fazem com que materiais inflamáveis não sejam mais inflamáveis. Experiências também mostram que alguns dispersantes “separam-se” com o tempo. O uso de dispersantes pode requerer a aprovação prévia de agências de meio ambiente.

Retenção

Este é um método físico de confinamento no qual um líquido é temporariamente retido em uma área onde poderá ser absorvido, neutralizado, ou recolhido para o tratamento apropriado. As táticas de retenção são intencionalmente mais permanentes e podem requerer recursos como tanques portáteis ou bolsões impermeáveis construídos de materiais com resistência química.

Táticas de retenção às vezes podem ser implementadas de forma independente e atuar como ação complementar das táticas de desvio ou de dique. Por exemplo, sistemas de esgoto podem ser protegidos, colocando-se cobertores de proteção ou plástico sobre as valas e cobrindo-se com entulho. O mesmo procedimento pode ser usado para passagens nos esgotos.

Quando o material perigoso for líquido ou pastoso, tiver uma gravidade específica menor que 1,0 e não reagir com a água, poderá ser possível inundar a área de retenção a partir de um hidrante. O material perigoso flutuará na água e qualquer vazamento subsequente no sistema de esgoto será apenas água.

Dispersão de vapor

Este é um método físico de confinamento no qual gotículas de água em forma de neblina ou chuva, ou ventiladores são usados para dispersar ou mover vapores para longe de certas áreas ou materiais. É particularmente eficaz com materiais solúveis em água (ex: anidros, amônia), embora o produto resultante possa comprometer o meio

ambiente. Ventiladores e exaustores de pressão positiva também podem ser usados se forem apropriados para a atmosfera perigosa.

Ao lidar com materiais inflamáveis, como GLP, a turbulência criada pelo spray de água pode reduzir a concentração do gás e trazer a níveis inferiores ao da inflamabilidade.

Supressão de vapor

Este é um método físico de confinamento para reduzir ou eliminar os vapores que são emanados do material derramado ou liberado. Operacionalmente, esta é uma técnica de intervenção usada para mitigar a evolução de vapores inflamáveis, corrosivos ou tóxicos e reduzir a área da superfície exposta à atmosfera.

Enquanto a supressão de vapor não muda a natureza de um material perigoso, reduz bastante o perigo imediato associado com vapores não controlados. Além do mais, dá mais tempo para tomar outras medidas para controlar o problema.

8.6 Contenção de Vazamento e Derramamento

São ações tomadas para conter ou manter um material dentro de sua embalagem ou contêiner. Consideradas operações de intervenção direta, as táticas de contenção requerem que a equipe entre na Zona Quente para controlar a liberação em sua fonte, e devem ser identificadas como operações de alto risco. Exemplos incluem levantar cilindro com vazamento, fechar registro e válvulas de tubulações, tampar ou remendar a carcaça de tanques e isolar válvulas ou desligar sistemas de bombeamento, com o intuito de despressurizar câmaras.

Táticas de contenção são empregadas quando as opções defensivas não produziram resultados aceitáveis, ou quando cidadãos e funcionários estão em grande risco, devido a potenciais exposições químicas. Essas táticas devem ser adotadas somente após ter sido efetuada uma meticolosa avaliação de riscos e perigos. Nenhuma situação de emergência justifica a exposição desnecessária da equipe a riscos. A rápida

retirada da Zona Quente é sempre opcional: ações de intervenção não significam operações rápidas e grosseiras.

Antes de iniciar as operações de contenção, o Comandante de Ocorrência deve considerar:

1. Que materiais perigosos estão envolvidos?
2. Qual é o perigo que eles oferecem?
3. Quais são os riscos, tanto para a equipe de atendimento, quanto para os civis?
4. Qual é o nível de treinamento e condicionamento físico da equipe de entrada que vai realizar a operação?
5. Serão necessários ferramentas e equipamentos especiais para a operação de controle de vazamento? Tais itens estão disponíveis?
6. A equipe de atendimento está preparada para dar cuidados de emergência e realizar a descontaminação, caso algum acidente ocorra?

Se essas questões não puderem ser respondidas, as operações de controle de vazamento devem ser adiadas até que haja informações suficientes, ou que sejam obtidos recursos e o Comandante da Emergência sinta que a operação pode ser conduzida com segurança.

Embora as operações de contenção possam ter riscos mais elevados, elas podem ser necessárias para:

- **Minimizar dano ambiental** – Isto costuma ser verdade, especialmente, para líquidos perigosos que podem afetar o sistema pluvial ou o abastecimento de água.

- **Reduzir o tempo da operação** – Vazamentos confinados à região imediatamente próxima à embalagem, geralmente, limitam a dispersão do material e minimizam a necessidade de evacuação, particularmente quando se trata de produtos químicos gasosos ou tóxicos.
- **Reduzir os gastos com limpeza e recuperação do local** – Produtos químicos limitados a áreas reduzidas evitam a infiltração no solo ou o acesso a mananciais, economizando nas ações de recuperação das áreas atingidas.

Situações muito indicadas para ações de controle de vazamento incluem:

1. O produto perigoso está em forma gasosa e ameaça escapar de sua embalagem.
2. O produto perigoso está em forma sólida, em pó, e as condições climáticas ameaçam levá-lo de seu lugar original.
3. Opções defensivas foram tentadas mas não produziram o resultado desejado.
4. A situação está piorando e aumenta-se o risco conforme o tempo passa.

Operações de intervenção bem sucedidas devem ser precedidas de um reconhecimento completo, que pode ser tão simples quanto o relato confiável de um indivíduo, ou tão complexo quanto ter o local todo examinado pela equipe de reconhecimento por meio de câmaras de vídeo.

A maior parte das ações de controle de vazamento são bastante simples. Segue abaixo alguns exemplos de ações básicas que poderão solucionar ou minimizar a proporção de grande parte dos vazamentos ou derramamentos.

- Fechar tampas, registros e válvulas de abertura de cilindros ou tanques em que houve danos localizados em tubulações após a saída dos mesmos.

- Levantar um cilindro ou embalagem com vazamento de líquido.
- Mover o contêiner, de modo a fazer com que o buraco fique acima do nível do líquido ou do sólido.
- Nos casos de acidentes envolvendo gases liquefeitos (por ex: cloro, anidro de amônia, GLP), vire o cilindro para forçar uma liberação do produto na forma gasosa em vez de líquida. Se o líquido escapar, irá aumentar o problema e a área de risco (ex: a razão de expansão líquido/vapor para o cloro é de 460 para 1 e para a amônia é de 850 para 1).

Caso essas técnicas de não sejam eficientes, a Equipe de Emergência poderá utilizar ações mais especializadas, que exigirá treinamento, mas darão uma resposta mais definitiva ao problema.

8.6.1 Técnicas de Contenção

Muitas opções táticas estão disponíveis para que o objetivo do controle de vazamento seja atingido. Entre elas, estão incluídos métodos tanto físicos quanto químicos. Um sumário dessas opções táticas segue abaixo:

Neutralização

Este é um método químico de contenção pelo qual o produto perigoso é neutralizado, por meio da aplicação de um segundo produto, que vai reagir quimicamente, de modo a formar uma substância menos perigosa. O exemplo mais comum é o da aplicação de uma base num ácido para formar um sal neutro.

A maior vantagem da neutralização é a redução significativa dos vapores danosos que foram liberados. Em alguns casos, o produto perigoso pode se tornar inofensivo e pode ser descartado com muito menos custo e trabalho.

Contudo, durante as fases iniciais da combinação de um ácido e uma base, uma quantidade enorme de energia pode ser gerada, bem como vapores tóxicos e inflamáveis.

Operacionalmente, muitos atendentes recomendam que as operações da Equipe de Emergência sejam limitadas a derramamentos de menos de 250 litros. Não é difícil usar neutralizador demais e acabar com um grande derramamento cáustico ao invés do original ácido.

Antes de iniciar quaisquer técnicas de neutralização, as seguintes condições devem ser satisfeitas:

- 1) O produto perigoso foi positivamente identificado;
- 2) Suas propriedades físicas e químicas foram devidamente pesquisadas;
- 3) O derramamento foi controlado e confinado para prevenir vazamentos após a aplicação do agente neutralizador.

Uma quantidade suficiente de agente neutralizador deve estar disponível para completar o processo uma vez que seja dado seu início.

Para determinar a quantidade de base necessária para um derramamento ácido, considere o seguinte exemplo: Uma garrafa de vidro, contendo 1 litro de Ácido Nítrico a 70%, cai e se quebra. Os atendentes têm um suprimento de agente neutralizador - Carbonato de Sódio - disponível.

Quanto seria necessário para tornar o pH próximo de 7 (neutro)?

1º Passo - Determine o peso de 1 litro de ácido em quilogramas, utilizando a seguinte fórmula para determinar as informações:

Quantidade da substância derramada X Peso específico ou densidade específica do produto X Peso específico da água X Percentual do produto na

substância derramada = Peso (em Kg) de substância em relação à substância derramada.

Exemplo:

1 litro de Ácido Nítrico a 70 %

1 litro X 1,5 X 1 X 0,70 = 1,05 Kg

2º Passo – Determine o fator de conversão do agente neutralizador escolhido.

Tabela 5 – Neutralização de ácidos utilizando várias substâncias

Agente Neutralizador	Ácido Sulfúrico	Ácido Nítrico	Ácido Clorídrico	Ácido Fosfórico
Carbonato de Sódio	1,082	0,841	1,452	1,622
Hidróxido de Cálcio	0,755	0,587	1,014	1,133
Bicarbonato de Sódio	1,673	1,302	2,247	2,541

Fonte: "Managing the Incident -2ª edição"

3º Passo - Multiplique o peso do ácido derramado pelo fator de conversão para o agente neutralizador apropriado a fim de determinar a quantidade necessária para neutralizar o derramamento ácido.

O agente neutralizador escolhido foi o Carbonato de Sódio.

1,05 Kg/l x 0,841= 0,883 Kg de Carbonato de Sódio.

Os atendentes podem elaborar uma planilha com a quantidade estimada de agente neutralizador para derramamentos de quantidades específicas.

Usando 70% de Ácido Nítrico como exemplo:

1 Litro = 0,883 Kg de Carbonato de Sódio

10 Litros = 8,83 Kg de Carbonato de Sódio

100 Litros = 88,3 Kg de Carbonato de Sódio

1000 Litros = 883 Kg de Carbonato de Sódio

Observação: A neutralização começa pelas bordas do derramamento.

Quando uma decisão de neutralizar um derramamento é tomada, deve-se considerar que tipo de agente neutralizador será usado. Alguns materiais são mais favoráveis ao meio ambiente do que outros. O conceito-chave aqui é a biodegradabilidade e os agentes neutralizadores mais favoráveis são o carbonato de sódio (para o controle de ácidos) e o ácido acético (para o controle de bases). Hidróxidos de sódio e cálcio não produzem materiais biodegradáveis ao final do processo. Se o derramamento for numa área sensível, um especialista deve ser consultado.

Derramamentos de materiais corrosivos devem ser cobertos, utilizando-se uma pá, com o agente neutralizador, iniciando sempre pelas bordas, indo em direção ao centro. Desse modo, protege-se, antes de tudo, os trabalhadores. Evite andar pelo derramamento, mesmo vestindo o traje de proteção adequado.

Alguns derramamentos de produtos cáusticos podem ser neutralizados utilizando vários tipos de ácidos diluídos, mas essa técnica não deve ser tentada sem o acompanhamento de um especialista.

Agentes neutralizadores devem ser adquiridos em grandes quantidades e armazenados em locais estratégicos, ou disponibilizados através de Planos de Emergências específicos, onde será previsto previamente a instituição ou empresa que fornecerá o(s) produto(s) e como será acionado e transportado até o local do acidente.

Revestimento

Este é um método físico de contenção no qual um tambor, contêiner ou recipiente com vazamento é colocado dentro de um contêiner maior. Embora seja mais utilizado para líquidos, o revestimento pode ser utilizado também para cilindros de gás comprimido, como por exemplo, o de cloro.

Revestimento para líquidos pode ser construído tanto em aço quanto em polietileno. Os tamanhos mais comuns são de 20, 40, 50, 75, 100, 150, 200 litros. Se possível, o vazamento deve ser temporariamente reparado antes que o contêiner seja revestido. Dependendo do tamanho e peso do contêiner, pode ser necessário o uso de máquinas (ex: empilhadeira ou guindaste). Um tambor de 200 litros de ácido sulfúrico pode pesar mais de 260 quilos. Além disso, o contêiner pode estar frágil devido ao vazamento. O contêiner de revestimento deve ter resistência física e química para o tipo e a quantidade do produto, caso ele tenha que ser retirado do local.

Vedação-Estancamento

Este é um método físico de contenção que utiliza cintas de vedação, batoques e cunhas quimicamente compatíveis para reduzir ou parar temporariamente o fluxo de materiais de pequenas aberturas, buracos ou fendas em cilindros, embalagens e tanques. Embora seja mais freqüentemente usado em recipientes e tanques para líquidos sob pressão e sólidos.

Estancamento

Envolve a aplicação de batoques e cunhas na abertura para reduzi-la e diminuir o fluxo do produto. Esse dispositivo deve ser compatível tanto com o material quanto com o material de construção do contêiner. Por exemplo, um pequeno buraco num tanque de alumínio de um caminhão pode, às vezes, ser tapado com um batoque de madeira, utilizando-se uma malha de borracha. No entanto, este dispositivo não resistiria a um ácido forte.

Batoques e cunhas podem ser fabricados no local do acidente, mas pode-se ganhar muito tempo fabricando diversos tipos e carregando-os nos veículos de atendimento. Eles podem ser de muitos materiais, incluindo madeira, borracha e metal.

Batoques construídos com madeiras moles, como o pinheiro amarelo, são eficazes em aberturas cuja área seja menor que 20 centímetros quadrados.

Técnicas de estancamento são normalmente utilizadas em conjunto com borrachas de vedação, malhas leves, ou massas especiais, quimicamente resistentes, para assegurar que a abertura esteja bem selada. Aberturas pequenas (com menos de 1,5 cm de diâmetro) que não estejam sob pressão podem ser preenchidas com massas de vedação ou resinas de epóxi. A resistência desses materiais é limitada, devido à compatibilidade com o produto perigoso, ao tamanho da abertura, e à pressão dentro do contêiner. Utilizar a massa de vedação dessa forma deve ser visto somente como uma técnica temporária de primeiro atendimento.

Vedação

Envolve a aplicação de um material ou dispositivo sobre a abertura para manter o produto perigoso dentro do contêiner. Podem incluir dispositivos tanto comerciais quanto caseiros para reparar vazamentos em tambores, tubulações e válvulas, e precisam ser compatíveis com os produtos químicos envolvidos.

Assim como os batoques, os dispositivos de vedação podem ser fabricados no local do acidente, e, da mesma forma, pode-se ganhar muito tempo com a fabricação de variados tipos de dispositivos e carregá-los no veículo de atendimento. Os atendentes estão limitados apenas por sua criatividade e destreza. Exemplos comuns incluem cintas de vedação de muitos tipos e massas de epóxi.

A pressão no contêiner é um fator importantíssimo para determinar a cinta apropriada. Bandagens ou kits para vedação de vazamentos são ferramentas eficazes para lidar com líquidos ou gases sob baixa pressão (6 a 13 atm). Alguns kits de vedação infláveis são eficazes para baixas pressões (até 1,7 atm).

Para efetuar uma operação de vedação de maneira adequada, proceda da seguinte forma:

1. Selecione um dispositivo que seja uma vez e meio maior do que a da abertura. Dispositivos menores do que o indicado podem ser "engolidos" enquanto se prendem ganchos, parafusos e porcas.
2. Assegure-se de que a cinta é compatível com o produto perigoso.
3. Explique sucintamente ao pessoal sobre as ferramentas que serão utilizadas para a realização do trabalho. Não é difícil se esquecer de alguma ferramenta quando se está sob pressão, porém, isso poderá acarretar mais uma hora de trabalho, uma vez que a descontaminação é obrigatória para fazer a reentrada no local.

Redução ou alívio da pressão

Este é um método físico ou químico de contenção, no qual a pressão interna de um contêiner fechado é reduzida. O objetivo tático é aliviar suficientemente a pressão interna para minimizar o potencial de rompimento do contêiner. As ações de redução de pressão são de alto risco e requerem que os atendentes trabalhem muito próximos ao contêiner.

Cilindros, câmaras de processamento, tanques de caminhão, vagões de trem, e tubulações são alguns exemplos contêineres de produtos perigosos destinados para armazenar produtos sob pressão. Porém, um tanque ou recipiente poderá se tornar pressurizados devido a reações químicas ou exposição térmica.

Vasos pressurizados são perigosos porque:

- Podem romper devido à pressão e seus fragmentos (ou seu corpo todo) podem ser lançados a grandes distâncias. Isso pode acontecer rapidamente e não permite nenhuma reação por parte dos atendentes.
- A equipe só poderá determinar a pressão de um contêiner se inspecioná-lo cuidadosamente, através da aproximação. A alta pressão poderá arremessar tampas de válvulas, rasgar trajes de proteção, ou romper as vias aéreas do atendente. Pressões

muito altas (340 a 1020 atm) podem penetrar na pele e causar embolia, que é seguida de morte em minutos.

- Substâncias criogênicas são armazenadas em vasos pressurizados, em temperaturas abaixo de -65°C . Essas substâncias podem congelar tecidos e danificar o traje de proteção.

Serão passadas a seguir, algumas ações de redução de pressão dos vasos pressurizados:

- **Fechamento ou isolamento de válvulas e registros - Tanques** e cilindros pressurizados podem apresentar vazamentos nas válvulas, registros ou próximo a elas. A maior parte delas poderão ser fechadas girando-as no sentido anti-horário, a menos que estejam danificadas. Se o vazamento continuar após o fechamento, tente apertar a porca das válvulas ou registro de fechamento. Contudo, existem exceções a esses procedimentos.

Cilindros e tanques também podem ter vazamentos nas tubulações do seu sistema de funcionamento. Esses vazamentos normalmente param quando, válvulas e registros de abertura, que permitem o fluxo do produto na tubulação, são isolados e bloqueados. Dependendo da situação, haverá a necessidade de fazê-lo fluxo acima e abaixo.

Funcionários poderão ajudar a isolar o produto em instalações petroquímicas.

- **Desligamento de bombas e fontes de energia/pressão** – Algumas câmaras pressurizadas são carregadas por uma fonte independente, como um sistema de bombeamento ou um compressor. A magnitude do vazamento pode ser reduzida significativamente quando a pressão da bomba é diminuída ou desligada inteiramente. Antes de iniciar as operações de desligamento, deve-se consultar um especialista que esteja familiarizado com o sistema, pois pode gerar uma pressão maior em outras câmaras e criar problemas no fluxo. A falta de pressão pode ocasionar reações químicas instáveis.

Especialistas no produto e engenheiros devem ser contatados sempre que a equipe de atendimento encontrar unidades complexas de processamento e câmaras de pressão interligadas. Desligar a eletricidade dos sistemas de pressão pode arruinar a aparelhagem que faz o processamento de materiais químicos, causar o aumento perigoso na pressão em outros locais, e desabilitar dispositivos imprescindíveis de segurança. Em alguns casos, os sistemas de segurança podem contribuir e despejar produtos perigosos para neutralizar depuradores de gás, incineradores, ou sistemas de exaustão.

- **Escape** – É a liberação controlada de um material para aliviar e conter a pressão e diminuir a probabilidade de explosão. O método de escape vai depender da natureza do produto perigoso e o processo envolvido. Por exemplo, um material não tóxico pode ser liberado diretamente no ar (ex: vapor), já os tóxicos ou corrosivos podem ser liberados para um depurador de gás ou para uma câmara de armazenamento auxiliar.

- **Incineração** - é a queima controlada de um material líquido ou gasoso para reduzir ou controlar a pressão e/ou eliminar um produto. A queima é normalmente utilizada em instalações fixas, como refinarias e petroquímicas, como parte integral do processo fixo do sistema de segurança.

Incineradores de vapor portáteis podem também ser utilizados para queimas controladas em acidentes de transporte envolvendo cilindros de gás inflamável, caminhões-tanque, e vagões de trem. Incineradores de líquidos podem ser utilizados para a liberação e queima controlada de gases liquefeitos e líquidos inflamáveis em conjunto, com uma bacia de contenção para conter qualquer produto líquido não queimado completamente.

- **Instalação de torneira** - Esta técnica é utilizada para se ter acesso a uma quantidade de líquido inflamável, ou tanque de gás, tubulação, ou contêiner, com o propósito de remover o produto. Envolve a instalação de um bocal no exterior de um tanque ou tubulação. Uma válvula é, então, anexada ao bocal e um buraco é feito no contêiner com uma máquina especialmente desenvolvida para isso. Esta máquina é

equipada de modo a prevenir a perda de produto durante a perfuração. Feito isso, são anexadas mangueiras à válvula e o conteúdo é removido.

A torneira é normalmente utilizada nas indústrias de petróleo e eletroquímicas. Contudo, somente deve ser usada numa emergência e por especialistas treinados.

- **Escape e queima** - Este é um processo pelo qual cargas explosivas são usadas para abrir um buraco (ou buracos) num vagão-tanque pressurizado, permitindo que o conteúdo flua para uma fossa onde será queimado. Esta é uma técnica altamente sofisticada que deve ser tentada somente por especialistas bem treinados e em situações bem específicas.

Escape e queima, geralmente, são o último recurso e podem ser usados somente nas seguintes situações:

- O vagão-tanque esteve exposto ao fogo, resultando em pressões internas elevadas e possível avaria no tanque;
- As condições não permitem o transporte, escape ou queima seguros do vagão-tanque;
- As condições locais impedem que se recoloca o vagão-tanque de volta aos trilhos;
- Danos às válvulas e encaixes com vazamento não podem ser reparados;
- O vagão-tanque foi danificado a ponto de não poder ser recolocado nos trilhos com segurança e movido a um ponto de descarga.

Solidificação

Este é um método químico de contenção no qual uma substância líquida é quimicamente tratada para que se transforme em um material sólido. A vantagem primária deste processo é que o derramamento pequeno pode ser confinado de modo relativamente rápido e imediatamente tratado.

A solidificação é geralmente utilizada tanto para derramamentos de líquidos corrosivos, quanto para hidrocarbonetos. Fórmulas comerciais estão disponíveis e podem ser aplicadas em *derramamentos* líquidos ácidos ou cáusticos, eliminando o perigo e formando um sal neutro. Adsorventes comercialmente disponíveis podem ser utilizados para solidificar material óleo não solúvel. O hidrocarboneto derramado é adsorvido em grânulos para formar uma mistura sólida, que não escoar. A mistura resultante é, na verdade, mais segura que o material derramado original e pode ser facilmente transportado e descartado numa estação de tratamento de lixo.

Aspiração

Este é um método físico no qual um produto perigoso é colocado num sistema de contenção, simplesmente, por meio de uma aspiração. O método de aspiração dependerá dos produtos perigosos envolvidos. A aspiração é normalmente utilizada para conter liberações de certos hidrocarbonetos líquidos, partículas sólidas, fibras de asbestos, e mercúrio líquido.

A vantagem primordial da aspiração é que não há aumento do volume de material. Quando selecionar esta tática, deve-se assegurar de que o equipamento de aspiração e outros relacionados são compatíveis com os produtos perigosos envolvidos e que os vapores de exaustão do aspirador estão sob controle.

8.7 Operações de Controle de Incêndio

Considerando o público alvo deste manual, a abordagem se concentrará principalmente na seleção e implementação de estratégias e táticas. O foco principal será em situações de incêndio que normalmente requerem o envolvimento da equipe de atendimento a ocorrências com produtos perigosos para lidar com líquidos e gases inflamáveis e combustões geradas por reações químicas.

Os seguintes fatores gerais podem ser aplicados uniformemente a problemas de incêndio com produtos perigosos. Eles devem ser considerados precocemente como parte do processo de avaliação de riscos e perigos do acidente.

1. **Quais produtos perigosos estão envolvidos?** Especificamente, é um líquido inflamável, gás, um material reagente a água, ou uma combinação de substâncias inflamáveis e não inflamáveis, mas extremamente perigosas?

2. **Quais são os perigos?** As propriedades físicas e químicas do material influenciam significativamente na seleção de táticas e agentes extintores de incêndio. O que funciona bem num determinado tipo de incêndio não funcionará em outro. Questões cruciais incluem determinar: 1) a que família química pertence o produto (por exemplo, hidrocarboneto ou solvente polar); (2) solubilidade na água; (3) densidade específica; (4) reatividade à água; e (5) métodos de controle e extinção.

3. **Quais os tipos de embalagens ou contêineres envolvidos?** Isso pode incluir tanques de armazenamento, câmaras pressurizadas, reatores e tubulações. Os atendentes devem também avaliar as características do contêiner, como sistemas de alívio, válvulas, sistemas fixos de espuma, etc. Muitos materiais reagentes são transportados em contêineres especiais e podem ter propriedades atípicas ou incomuns.

4. **A que riscos estão expostos os atendentes, funcionários e a comunidade?** Qual a probabilidade do acidente crescer e envolver outros contêineres? Há impactos ambientais significativos?

5. **São necessários recursos especiais? Qual a disponibilidade deles?** Isso pode incluir equipes, suprimentos, equipamentos, agentes extintores, e/ou instrumentos relacionados.

6. **Quais as conseqüências caso não seja feito nada?** Lembre-se de que esta é a base para as decisões com produtos perigosos e deve ser o elemento com o qual todas estratégias e táticas são comparadas.

8.8 Emergências com Líquidos inflamáveis

A maior parte das emergências com líquidos inflamáveis é relativamente pequena, envolvem 250 litros do líquido ou menos, e são resolvidas com sucesso pelas unidades

de combate a incêndios. Tendo em vista esse fato, a abordagem se concentrará em problemas táticos associados ao controle de incêndios com líquidos inflamáveis maiores, como por exemplo, incêndios em instalações de armazenamento de grandes quantidades de líquido, contêineres de transporte e tanques de armazenamento.

8.8.1 Avaliação de Riscos e Perigos

Incêndios com líquidos inflamáveis geram dois tipos de fenômenos: um negativo e um positivo. O negativo é a grande quantidade de fogo e calor irradiado, gerando problemas de exposição e aproximação da Zona Quente. O positivo é a fácil visualização e localização do incêndio, permitindo a elaboração de um plano de ação bem elaborado. Os atendentes, normalmente, terão tempo suficiente para conseguir os recursos necessários antes de avançar num ataque direto. Isto não significa que táticas defensivas e de proteção contra exposição não serão necessárias, mas que o fator tempo será um pouco diferente do que usualmente se considera em incêndios estruturais ou outros tipos de acidentes maiores, nos quais a segurança é uma questão maior.

Manter o controle do tempo e dos eventos-chave num incêndio com líquidos inflamáveis maior é sempre difícil. O Comandante da Emergência deve obter as seguintes informações durante o processo de análise e planejamento:

- Horário de início do acidente. Isto pode não ser necessariamente o mesmo horário em que o acidente foi relatado.
- Horário em que os atendentes chegaram ao local.
- Probabilidade de estabilização do incêndio no tamanho presente.
- Combustível envolvido (líquido combustível ou inflamável), incluindo a quantidade, área atingida e profundidade do derramamento.

- Perigos envolvidos, incluindo ponto de fusão, reatividade, solubilidade (por exemplo, hidrocarboneto ou solvente polar) e densidade.
- Tempo estimado de pré-queima. Isto ajudará o Comandante da Emergência a determinar fatores como a possibilidade e viabilidade de transferência e bombeamento, a propagação de uma onda de calor que se desloca na direção de óleos crus, etc.
- O layout do acidente, incluindo os seguintes pontos específicos:
 - Tipo de tanque(s) de armazenamento envolvido. Os tipos mais comuns de tanques elevados de armazenamento são os de teto cônico, com abertura flutuante, coberto e em forma de cúpula.
 - Tamanho da área de contenção do líquido inflamável envolvido;
 - Sistemas de válvulas e de tubulação avariadas ou destruídas pelo fogo;
 - Exposições das áreas e materiais adjacentes, incluindo tanques, prédios, unidades de processamento, etc. Isto deve incluir a identificação e priorização de exposições (ex: contato com as chamas, exposição à radiação de calor). A equipe da unidade de processamento pode ajudar com estas decisões.

8.8.2 Ações Táticas

A avaliação de riscos e perigos é a pedra fundamental da tomada de decisões. Baseando-se no tipo e na natureza dos riscos envolvidos, o Comandante da Emergência irá implementar as metas estratégicas e objetivos táticos apropriados. Opções táticas para emergências com líquidos inflamáveis incluem:

– **Não-intervenção** – Esta é uma situação na qual os atendentes assumem uma posição passiva. Essa opção é implementada algumas vezes, quando há suprimento de água insuficiente, muito pouco produto que possa ser salvo, ou nenhuma exposição na área próxima.

– **Táticas defensivas ou de prevenção** - Essas táticas envolvem exposições protegidas e não permitem que o fogo queime. Em muitos casos, as táticas defensivas são uma medida temporária até que se possa reunir os recursos necessários para um ataque direto.

A primeira preocupação durante uma operação defensiva é com o contato direto das chamas e exposição à radiação de calor. As chamas devem ser combatidas imediatamente, enquanto a exposição à radiação de calor deve ser combatida o mais cedo possível. As exposições devem ser priorizadas da seguinte maneira:

- **Exposições primárias** – Câmaras pressurizadas, contêineres fechados, sistemas de tubulações, estruturas de suporte essenciais expostos diretamente às chamas. A ruptura pela exposição será muito provável, a menos que se jogue água nelas imediatamente. Caso um tanque de armazenamento esteja envolvido, o contato direto com as chamas pode causar a perda da integridade da parte superior externa do tanque, bem como dos sistemas de espuma associados.

Capítulo

9**QUINTO PASSO - DESCONTAMINAÇÃO**

Descontaminação é um processo que consiste na remoção física dos contaminantes ou na alteração de sua natureza química para substâncias inócuas. Neste processo, o mais importante é a minuciosidade e não a rapidez com que é realizado.

9.1 Métodos de Descontaminação

A descontaminação pode ser realizada por meio de diversos métodos, sendo que a escolha do método mais apropriado a cada situação dependerá da natureza específica da substância envolvida. Assim sendo, em algumas situações, um único método será suficiente, enquanto que em outras será necessária a combinação de métodos.

Diluição: consiste na redução da concentração do contaminante a níveis não perigosos. É eficiente, principalmente, se o produto não penetrar na roupa. Esta técnica é a mais comumente aplicada.

Dissolução: consiste na adição de uma substância intermediária durante o processo de descontaminação. Por exemplo, a utilização de querosene como produto intermediário para descontaminação de óleo combustível.

Surfactação: aplicado para melhorar a limpeza física. É um importante instrumento de checagem da dissolução. Fosfato trissódico é o agente surfactante mais comumente utilizado. Detergentes industriais também podem ser utilizados.

Neutralização: normalmente utilizado em substâncias corrosivas. Por exemplo, quando um ácido está envolvido, uma base pode ser utilizada para a descontaminação e vice-versa.

Solidificação: técnica baseada na aplicação de agentes gelatilizantes, os quais solidificam o contaminante, facilitando dessa forma, a sua remoção.

Aeração: técnica simples e eficiente, realizada por meio da aplicação de vapor d'água no material contaminado. Apresenta bons resultados em produtos voláteis.

9.2 Soluções para Descontaminação

Equipamentos de proteção individual, ferramentas e outros equipamentos são normalmente descontaminados limpando-os com água e detergente, usando escovas de cerdas macias, seguido de lavagem com água. Uma vez que este processo pode não ser completamente eficiente na remoção de alguns contaminantes (ou em alguns casos o contaminante pode reagir com água), torna-se uma boa opção utilizar uma solução química como descontaminante. Isso requer que o contaminante seja identificado. A solução de descontaminação apropriada deve, obrigatoriamente, ser escolhida com a ajuda de um químico.

A água é o agente descontaminante mais utilizado, visto que o seu uso não gera fumos tóxicos e não apresenta qualquer efeito significativo no material de confecção da roupa.

São sugeridas as seguintes formulações:

a. Solução A (solução alcalina):

- 5% de carbonato de Sódio Na_2O_3 ;
- 5 % de fosfato trissódico Na_3O_4 ;
- Preparo: 3 kg de cada um para 60 l de água qsp;
- Utilizada nos seguintes grupos de risco do agente químico:
 - Ácidos inorgânicos e resíduos de processamento de metais;
 - Solventes e outros orgânicos;

- Bifenilas;
- Materiais etiológicos;
- Produtos desconhecidos.

b. Solução B (solução oxidante):

- 10 % de hipoclorito de cálcio $\text{CaH}(\text{ClO})_2$;
- Preparo: 5,4 kg do sal para 60 l de água qsp;
- Utilizada nos seguintes grupos de risco do agente químico:
 - Metais pesados;
 - pesticidas, fenóis, dioxinas;
 - cianetos, amônia, resíduos inorgânicos não ácidos;
 - materiais etiológicos;
 - produtos desconhecidos.

c. Solução C (solução alcalina fraca):

- % de fosfato trissódico Na_3PO_4 ;
- Preparo: 3 kg do sal para 60 l de água qsp;
- Utilizada nos seguintes grupos de risco do agente químico:
 - Solventes e outros orgânicos;

- bifelinas;
- resinas oleosas ou graxos não contaminados com pesticidas.

d. Solução D (solução ácida):

- 750 ml de ácido clorídrico HCl;
- Preparo: diluir em 60 l de água qsp;
- Utilizada no seguinte grupo de risco do agente químico:
 - Bases inorgânicas e resíduos cáusticos.

e. Solução E (solução neutra):

- Preparo: solução simples de água com sabão neutro;
- Utilizada nos seguintes grupos de risco do agente químico:
 - Em todos, com exceção nas bases inorgânicas e resíduos cáusticos.

9.3 Corredor de Descontaminação

Ainda durante a contenção e o controle do produto perigoso deve ser montado o Corredor de Descontaminação, permanecendo em operação até o final da emergência.

Os critérios para sua montagem devem ser baseados nos seguintes fatores:

- 1) A ocorrência for classificada como “Acidente Químico Ampliado”;
- 2) Existência de vítimas no local (neste caso, deverá ser observado o procedimento para descontaminação de vítimas);

- 3) Grande quantidade de equipamentos, operacionais ou de proteção individual, foi contaminado;
- 4) Decisão do comandante das operações, em razão de avaliação das condições do local e da ocorrência.

Apresenta-se a seguir um roteiro para implementação de um “**Corredor de Descontaminação**”, também denominado “**Corredor de Redução de Contaminação**” ou “**Pista de Descontaminação**”.

9.3.1 Seleção do local de descontaminação

A área de descontaminação deverá estar localizada na Zona Morna, na saída da Zona Quente;

A área de descontaminação deverá estar posicionada preferencialmente em nível elevado (verificar topografia natural) e direção favorável do vento ou fluxo de ar (observar alicive/declive, localização de drenos para escoamento, direção do vento, fluxo do ar, etc.).

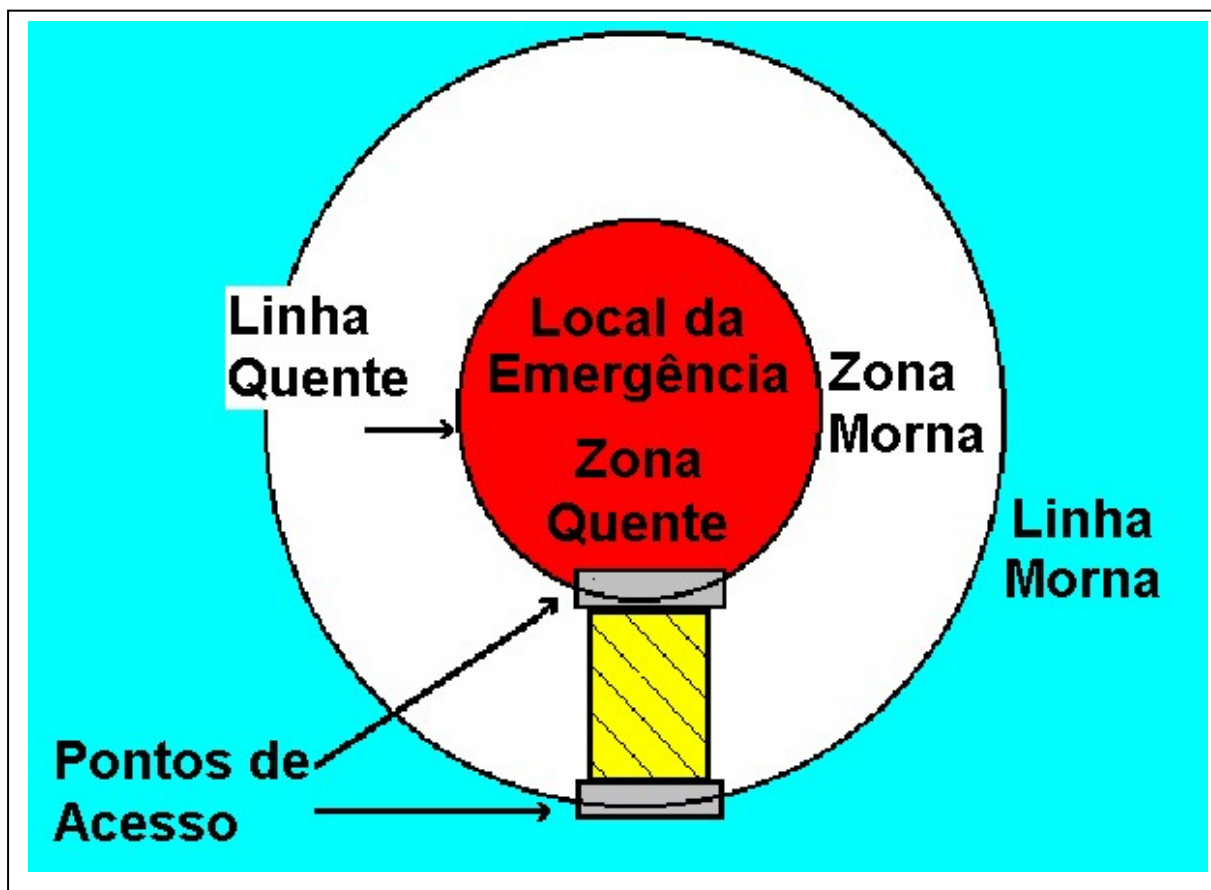
Verificar nível da área de descontaminação ou declive em direção à entrada do Corredor de Descontaminação.

9.3.2 Montagem do Corredor

A Figura 29 apresenta a delimitação das zonas de trabalho no local de atendimento a uma ocorrência envolvendo produtos perigosos.

O Corredor de Descontaminação possui 7 estações. Em cada estação será executado um procedimento específico, de acordo com os materiais correspondentes.

Figura 20 - Zonas de trabalho no local de atendimento de ocorrência com produtos perigosos



Fonte: Corpo de Bombeiros da PMESP. 2005

Figura 21 - Esquema de montagem do Corredor de Descontaminação



Fonte: Corpo de Bombeiros da PMESP. 2005

O efetivo está condicionado às características da Unidade Operacional do Corpo de Bombeiros que atenderá o evento, o que com certeza determinará alterações no número da equipe de intervenção.

Sugere-se também a utilização de efetivo que poderá ser fornecido por empresas participantes de planos de auxílio mútuo ou Defesa Civil dos municípios, desde que haja treinamento suficiente.

O ideal é que o efetivo seja distribuído na seguinte conformidade:

- 1. Zona de Exclusão, Estação 2, Estação 3, Estação 4, Estação 5, Estação 6, Estação 7: 02 bombeiros**, que acompanharão a equipe a ser descontaminada e atuarão em todas as 7 bases de descontaminação.
- 2. Posto Médico: 01 bombeiro**
- 3. Viatura de apoio: 03 bombeiros**
- 4. Chefe do Corredor de Descontaminação: 01 bombeiro**

TOTAL: 7 bombeiros

IMPORTANTE: De fato, no corredor de descontaminação serão utilizados 03(três) bombeiros, sendo 02(dois) propriamente para realizar o trabalho e 01(um) na supervisão.

Portanto, verifica-se que uma guarnição mínima para atendimento de AEPP deverá ser de 05(cinco) bombeiros, sendo dois bombeiros para a execução das ações táticas, dois para descontaminação e o comandante da guarnição, que desempenhará as funções de Comandante da Emergência, supervisionando também as ações de descontaminação.

As funções acima relacionadas podem ser alteradas de acordo com as características de cada Unidade Operacional e em função da composição do número de viaturas e bombeiros enviados ao local.

Torna-se importante que cada bombeiro conheça sua função, e deverá haver treinamentos periódicos para garantir-se um correto atendimento, proporcionado-se um nível de segurança adequado a todos os participantes.

9.3.3 Materiais Necessários para a Montagem das Estações do Corredor de Descontaminação

Estação 1 (Zona Quente)

Descrição: Local para dispensa e segregação de equipamentos.

Materiais necessários:

- Lona impermeável, preferencialmente na cor vermelha, com identificação numérica e com dimensões 4,0 x 3,0 m;
- Tambores ou containeres de vários tamanhos;
- Sacos plásticos;
- Fitas adesivas para fechamento das embalagens;
- Rótulos de identificação.

Estação 2 (Zona Morna)

Descrição: Lavagem e rinsagem de botas, luvas e roupas.

Materiais necessários:

- Lona impermeável, preferencialmente na cor amarela, com dimensões 20,0 x 3,0 m e com identificação numérica das respectivas estações (esta lona será utilizada nas Estações 2, 3, 5, 6 e 7);
- Piscina com dimensões 2,0 x 1,5 m e 0,3 m de profundidade;
- 2 bombas costais;
- Escovas de cerdas suaves;
- Solução química ou detergente.

Estação 3 (Zona Morna)

Descrição: Remoção de botas e luvas externas.

Materiais necessários:

- Tambores, baldes ou containers de vários tamanhos;
- Banco com dimensões 2,0 x 0,4 m, preferencialmente articulado;
- Sacos plásticos.

Estação 4 (Zona Morna)

Descrição: Troca de cilindros de ar da máscara autônoma.

Materiais necessários:

- Lona impermeável, preferencialmente na cor amarela (ou com identificação numérica), com dimensões 4,0 x 3,0 m;
- Banco com dimensões 2,0 x 0,4 m, preferencialmente articulado;
- Botas e luvas limpas;
- Fita adesiva;
- Cilindros de ar.

Estação 5 (Zona Morna)

Descrição: Remoção da roupa encapsulada e das luvas internas.

Materiais necessários:

- Tambores, baldes ou containers de vários tamanhos;
- Sacos plásticos;
- Banco com dimensões 2,0 x 0,4 m, preferencialmente articulado.

Estação 6 (Zona Morna)

Descrição: Remoção do aparelho autônomo e roupa interna.

Materiais necessários:

- Tambores, baldes ou containers de vários tamanhos;

- Sacos plásticos;
- Banco com dimensões 2,0 x 0,4 m, preferencialmente articulado.

Estação 7 (Zona Fria)

Descrição: Banho completo.

Materiais necessários:

- Piscina com dimensões 2,0 x 1,5 m e 0,3 m de profundidade;
- Bacias plásticas ou baldes;
- Sacos plásticos;
- Banco com dimensões 2,0 x 0,4 m, preferencialmente articulado;
- Sabão neutro;
- Toalhas;
- Reserva de água.

Posto Médico

Descrição: Exame médico na equipe de intervenção, quando se fizer necessário pela vultosidade do evento, contaminação de membros da equipe.

Materiais necessários:

- Lona impermeável, preferencialmente na cor amarela, com identificação numérica e com dimensões 4,0 x 3,0 m;
- Bancos ou cadeiras;
- 1 mesa;
- Toldo para cobertura;
- Equipamentos de primeiros socorros.

A montagem do Posto Médico é opcional e obedecerá a critérios que serão observados no local, tais como: bombeiro contaminado ou acidentado, disponibilidade do médico ou equipe de primeiros socorros e avaliação da situação pelo Comandante da operação.

Figura 22 - Materiais para montagem do Corredor de Descontaminação



9.3.4 Equipamento de Proteção Individual para a Equipe de Descontaminação

Uma vez que a equipe a ser descontaminada irá se aproximar da equipe de descontaminação, é necessário que esta última esteja devidamente protegida de modo a evitar a sua contaminação, especialmente nos estágios iniciais do processo. O nível de proteção a ser utilizado pela equipe de descontaminação é determinado por alguns fatores:

- Expectativa ou visível contaminação dos técnicos;
- O tipo de contaminante e seu risco à pele e ao sistema respiratório;
- Concentração de gases ou vapores no corredor de redução de descontaminação;
- Material particulado e vapores orgânicos e inorgânicos no corredor de redução de descontaminação.

Via de regra, a equipe de descontaminação utiliza um nível de proteção abaixo daquele em uso pela equipe a ser descontaminada. Se, por exemplo, a equipe estiver utilizando o nível A de proteção (roupa de encapsulamento e máscara autônoma), a equipe de descontaminação deverá utilizar o nível B de proteção (macacão do tipo saneamento de máscara autônoma). Já se a equipe estiver utilizando o nível de proteção B, a equipe de descontaminação deverá utilizar o nível C de proteção (macacão do tipo saneamento e máscara do tipo panorama)

9.3.5 Acondicionamento dos Equipamentos

Todos os equipamentos, quando adequadamente desmontados e agrupados, tornam-se volumes relativamente fáceis de serem transportados em viaturas. Sugerem-se as seguintes formas de acondicionamento e transporte:

- **Em viatura especializada (tipo PP):** os volumes deverão ser distribuídos nos compartimentos disponíveis. Os volumes maiores poderão ser transportados na parte superior da viatura;
- **Em reboque:** é a forma mais adequada de transporte, pois os equipamentos estarão todos agrupados e o reboque poderá ser tracionado por viatura leve tipo VO, UT ou mesmo por uma viatura de maior porte.
- **Em viaturas maiores (tipo AB, AS, CA):** a maioria dos equipamentos, neste caso, serão acondicionados na parte de cima da viatura e, quando possível, nos compartimentos. Testou-se o acondicionamento dos equipamentos na viatura tipo ASE, mostrando-se inadequada em razão do reduzido espaço disponível nos compartimentos destinados aos demais equipamentos operacionais. Em todos os casos, quando o transporte for na parte superior em viaturas de grande porte, os equipamentos destinados à montagem do Corredor de Descontaminação deverão ser envoltos em uma lona e devidamente fixados.

Sugere-se, para cada caso, testar várias alternativas para determinar-se a mais adequada.

Estação 1

Procedimentos: depositar os equipamentos utilizados em campo (ferramentas, materiais coletados, instrumentos de medição, rádios, etc), preferencialmente separados por tipo ou grau de contaminação. Os equipamentos que não podem ser descontaminados no local (principalmente aparelhos elétricos ou eletrônicos) deverão ser embalados em invólucros apropriados.

Figura 23 - Estação 1 montada na Zona Quente (no fundo, as demais estações)



Fonte: Corpo de Bombeiros da PMESP.2005

Estação 2

Procedimentos: lavar botas e luvas. Lavar completamente a roupa de proteção externa e máscara autônoma. Esfregá-las com escovas de mão ou escovas de cerdas macias e utilizar a solução de descontaminação apropriada ou detergente e água. Embrulhar o conjunto de válvulas da máscara autônoma com plástico para evitar o contato com a água. Lavar o cilindro com esponjas ou pano. Enxaguar com água. O produto resultante da lavagem (resíduos) deverá ser embalado em tambores ou containeres, para posterior descarte.

Figura 24 - Procedimentos na Estação 2



Fonte: Corpo de Bombeiros da PMESP.2005

Estação 3

Procedimentos: remover botas e luvas externas e depositá-las em invólucros plásticos.

Figura 25 - Procedimentos na Estação 3



Fonte: Corpo de Bombeiros da PMESP.2005

Estação 4

Procedimentos: fechar o fornecimento de ar e desconectar a traquéia da máscara. Remover o cilindro de ar e colocá-lo em recipiente adequado. Instalar outro cilindro carregado. Complementar equipamentos de proteção.

Observação: esta Estação é utilizada apenas pelos bombeiros que retornarão à zona principal.

Figura 26 - Procedimentos na Estação 4

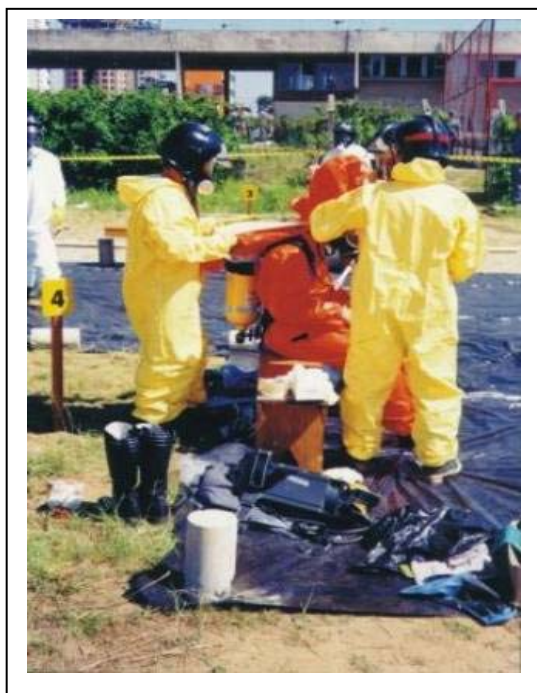


Fonte: Corpo de Bombeiros da PMESP.2005

Estação 5

Procedimentos: Remover a roupa de proteção com o auxílio de um integrante da equipe de descontaminação. Colocá-la em invólucro plástico.

Figura 27 - Procedimentos na Estação 5



Fonte: Corpo de Bombeiros da PMESP.2005

Estação 6

Procedimentos: remover a máscara facial e colocá-la num invólucro plástico. Evitar contato da mão com o rosto. Remover o restante do aparelho autônomo. Remover a roupa interna e colocá-la num invólucro plástico. Esta roupa deve ser removida o quanto antes, uma vez que há a possibilidade de que uma pequena quantidade do contaminante tenha contaminado as roupas internas durante a remoção da roupa de proteção.

Figura 28 - Procedimentos na Estação 6

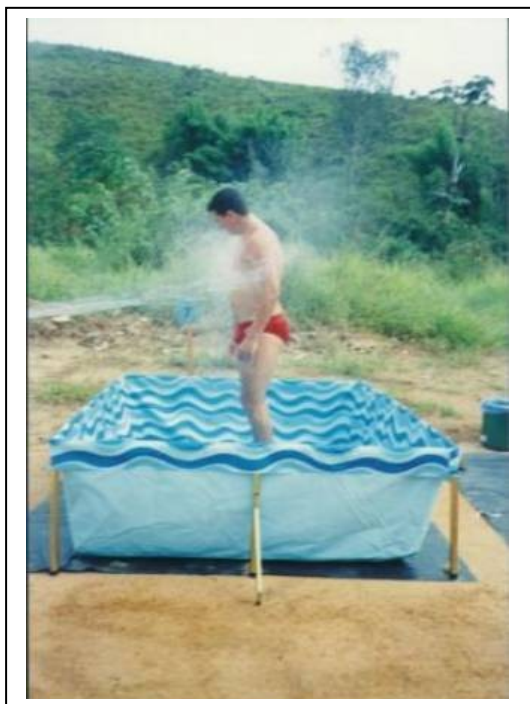


Fonte: Corpo de Bombeiros da PMESP.2005

Estação 7

Procedimentos: lavar as mãos e o rosto vigorosamente e tomar banho. Observar que os contaminantes envolvidos podem ser altamente tóxicos, corrosivos ou capazes de serem absorvidos pela pele.

Figura 29 - Procedimentos na Estação 7



Fonte: Corpo de Bombeiros da PMESP.2005

Posto Médico(facultado)

Procedimentos: examinar os bombeiros que saírem do Corredor de Descontaminação e utilizar os protocolos para o Serviço de Resgate, caso necessário.

Figura 30 - Procedimentos no Posto Médico



Fonte: Corpo de Bombeiros da PMESP.2005

Capítulo

10**SEXTO PASSO – ATIVIDADES DE ENCERRAMENTO DA EMERGÊNCIA****10.1 Encerramento da Emergência**

Encerramento é o último passo do Processo de Gerenciamento de Ocorrências em Seis Passos. Trata-se da fase de transição entre o fim da emergência e o início das operações de restauração e recuperação.

É importante esclarecer que há uma distinção entre as etapas de restauração e recuperação e a fase de encerramento de uma emergência. As atividades de restauração e recuperação têm caráter mais operacional, enquanto as atividades de encerramento são basicamente administrativas. Para os propósitos deste capítulo, será discutido apenas o que concerne ao encerramento.

Embora possa soar um pouco tolo "oficialmente encerrar" uma emergência, esta é uma parte importante do atendimento. Diferentemente de incêndios, nos quais, geralmente, fica óbvio quando o fogo se extinguiu (por exemplo, há um enorme buraco fumegante onde antes havia um prédio), em ocorrências com produtos perigosos nem sempre se pode ter um final claramente notável.

Considere os seguintes exemplos:

- Produtos perigosos líquidos podem se infiltrar no solo e continuar a ser um risco à saúde e ao meio ambiente, embora não pareça óbvio.
- Contêineres envolvidos na ocorrência podem não mostrar sinais de tensão e podem romper durante o transporte ou mesmo após serem descarregados.
- Vapores inflamáveis podem reacumular em áreas fechadas atingir o nível de combustão.

Às vezes, atendentes de emergência e equipe de suporte obtêm indícios diversos para identificar se realmente há riscos presentes nesta etapa da operação. Se o derramamento tiver sido controlado e a equipe estiver esperando o início das operações de transporte do produto, haverá uma tendência natural de relaxamento no grau de atenção e reflexo das equipes. Logo, o controle do isolamento se torna relaxado, retiram-se roupas de proteção e o lugar se torna perigoso novamente.

10.2 Atividades de Encerramento

Atividades de encerramento devem se ater em concentrar informações precisas nas pessoas que mais necessitam delas. Inicialmente, esse grupo é um pequeno número de atendentes de emergência que podem receber um resumo de quais são os sinais e sintomas de uma substância em particular ou de procedimentos especiais de recuperação. Em ocorrências maiores, o número de pessoas com uma "necessidade de saber" aumenta e pode até mesmo incluir a equipe de investigação de acidentes ou os representantes das empreiteiras ou outras agências.

Divulgar informações imprecisas ou incorretas pode ter muitos efeitos de longo alcance. Dados de risco incorretos podem resultar em doenças àqueles que foram expostos, técnicas impróprias de limpeza e procedimentos de descarte inseguros. Fracasso no gerenciamento apropriado das atividades de encerramento também podem gerar opiniões indesejáveis a respeito de sua organização por parte do público, de colegas, e da imprensa.

O processo de encerramento é dividido em três etapas:

1. Análise crítica e Instrução;
2. Perícia ou Pesquisa de Sinistro;
3. Avaliação.

10.2.1 Análise crítica e instrução

No Capítulo Sete, foi discutido como a divisão do trabalho em setores permite um melhor gerenciamento da ocorrência com produtos perigosos. Contudo, esse processo também tende a afastar alguns integrantes das equipes de informações que lhes podem ser importantes no futuro. Uma Equipe de Entrada pode não estar totalmente informada sobre os procedimentos de lavagem do uniforme durante as operações de controle de vazamento, mas seus integrantes devem saber que elas existem antes de serem liberados do local.

Uma Instrução eficiente deve:

- Informar aos responsáveis exatamente a que tipo de produtos perigosos eles foram (provavelmente) expostos, seus sinais e sintomas;
- Identificar equipamentos danificados que requeiram manutenção, substituição ou reparo;
- Identificar equipamento ou suprimentos empregados que necessitarão descontaminação ou descarte especial;
- Identificar condições locais de insegurança que terão impacto nas etapas de limpeza e recuperação. Órgãos de responsáveis pela continuidade do atendimento e monitoramento do local e que permanecerão até a fase de recuperação do ambiente, tais como CETESB, Defesa Civil, Policiamento Preventivo, dentre outros, devem ser formalmente alertados desses problemas antes que a responsabilidade pelo local lhes seja incumbida.
- Designar responsáveis pelo levantamento de informações para a Pesquisa de Sinistro ou Perícia;
- Avaliar e determinar os pontos positivos e negativos para passar às equipes que trabalharam na emergência, procurando particularizar os pontos de cada

equipe, a fim de que as mesmas possam corrigir e adotar os procedimentos adequados para a situação particularizadamente (ex: se necessitam de passar por exames médicos, intensificação de treinamento, etc).

A análise crítica e instrução devem ter início assim que a etapa de "emergência" estiver completada. Idealmente, deve ser realizada antes que quaisquer responsáveis deixem o local e deve incluir a(s) equipe(s) de intervenção, comandantes de setor e outros homens-chave, como os comandantes de informações e representantes de agência, que são obrigados a ter conhecimento de tudo.

Em ocorrências maiores, esses representantes retornarão a suas equipes e passarão as informações essenciais, incluindo, quando aplicável, quem contatar para maiores esclarecimentos.

As críticas e instruções devem ser conduzidas em áreas onde se pode estar livre de distrações. Em condições ambientais não favoráveis, como frio ou calor extremo ou, ainda, com ruídos consideravelmente altos, elas devem ser realizadas em um veículo ou edifício próximo. Deve ser conduzida por uma pessoa atuando como líder, como o Comandante da Emergência, podendo se utilizar de assessores para a transmissão de informações mais especializadas sobre os riscos aos quais foram expostos a(s) equipe(s). Talvez ele não possa estar disponível para toda a reunião, devendo, ao menos, estar presente para, sucintamente, dizer quais são suas impressões sobre a ocorrência toda e para reforçar seus aspectos positivos.

A reunião para as críticas e avaliação das operações deve ser limitada a, no máximo, 15 minutos. Sua intenção é revisar rapidamente a ocorrência e dispensar os presentes e não analisar cada ação de cada homem. Se maior interação for necessária com relação a um assunto ou operação específicos, que seja continuada posteriormente, em nova reunião, em outra data.

A análise crítica e instrução devem cobrir certos assuntos, na seguinte ordem:

1. **Informação sobre Saúde:** Exatamente “a que” cada atendente foi (possivelmente) exposto e sinais e sintomas de doenças próximas. Algumas substâncias podem não revelar sinais e sintomas de exposição num período de 24 a 48 horas. Quando necessário, determinar o acompanhamento médico em casos de exposição.

2. **Revisão de equipamentos e materiais:** A revisão deve assegurar que os materiais e equipamentos avariados ou contaminados estejam claramente marcados e que separados para a limpeza especial ou descarte. É comum que os trajes de combate a incêndio e as vestimentas pessoais sejam lavadas ao retornar. Alguém deve especificamente ser designado para assegurar que as peças de vestuário contaminadas sejam adequadamente lavadas ou descartadas.

3. **Identificar problemas que requeiram ação imediata:** Falhas no equipamento, segurança, principais problemas com relação à equipe, ou potenciais questões legais devem ser comentadas. Se não for crucial, deixar para a “avaliação”.

4. **Agradecer o empenho e integração de todas as equipes e órgãos participantes:**

Muitas ocorrências com produtos perigosos requerem conhecimentos específicos, preparo físico e psicológico, senso de cooperação e de equipe. Ressaltar os pontos positivos, conscientizar a necessidade de correção dos problemas e pontos negativos e agradecer o empenho de todos.

10.2.2 Perícia ou Pesquisa de Sinistro

O termo Perícia ou Pesquisa de Sinistro é utilizado nesta seção e tem relação com aprimoramento do atendimento à emergência.

A Análise Pós-ocorrência é a reconstituição da ocorrência para fazer uma descrição exata dos eventos decorridos na emergência. Sua função é:

- Assegurar que a ocorrência tenha sido devidamente documentada e relatada.
- Descrever exatamente o atendimento da emergência a fim de estudá-lo mais profundamente.
- Criar uma fundação para o desenvolvimento de investigações formais, que, em geral, são conduzidas para estabelecer a provável causa do acidente para ser utilizada em processos administrativos, civis ou criminais.

Existem muitas instituições e indivíduos que têm uma necessidade ou interesse de informações da. Entre eles, companhias de seguro, instituições governamentais, e, até mesmo, empresas e pessoas envolvidas no acidente. Uma perícia formal é um meio de coordenar a liberação das informações reais para aqueles que necessitam delas.

A Perícia inicia com a designação de uma pessoa (ou departamento) para a coleta de informações sobre o atendimento. Essa pessoa, normalmente, é escolhida durante a Re-Instrução, ainda no local da ocorrência. O coordenador da Perícia deve ter autoridade para determinar quem terá acesso a informações. Esse método garante que informações delicadas ou não verificadas venham a ser liberadas para a organização errada ou de maneira prematura.

O desenvolvimento desse procedimento deve seguir a NOB específica no assunto.

10.2.3 Avaliação

Muitos ferimentos e mortes têm sido prevenidos como resultado de lições aprendidas por meio do processo de Avaliação. Um programa de Avaliação eficiente deve ter o apoio do gerenciamento de superiores, e é o único e mais importante meio de uma organização se "auto-aperfeiçoar" ao longo do tempo.

A avaliação deve se basear nos dados levantados pela perícia e servirá de subsídio para a realimentação do sistema de atendimento emergencial, além de proporcionar o avanço tecnológico na área de recursos.

O propósito primário de uma Avaliação é desenvolver recomendações para a melhoria no sistema de atendimento a emergências, e não, encontrar erros na performance de indivíduos. Uma boa Avaliação favorece:

- Operações que dependam do sistema, em vez de organizações que dependam de pessoas.
- Vontade de cooperar, por meio do trabalho em equipe.
- Melhorias de segurança nos procedimentos operacionais.
- Compartilhar informações entre as organizações de atendimento a emergências.

O responsável pela Avaliação é um homem crucial para fazer dela uma experiência de aprendizado positiva.

O responsável pela Avaliação não precisa ser necessariamente um membro da equipe de atendimento a emergências. Por exemplo, uma organização pode selecionar um ou dois indivíduos de respeito e confiança para agir como partes neutras na Avaliação de ocorrências maiores e mais sensíveis.

Embora cada organização tenha uma tendência a desenvolver seu próprio estilo de Avaliação, nunca a utilize para apontar culpados (reuniões públicas são a pior hora para disciplinar o pessoal). Utilize-a, sim, como uma valiosa experiência de aprendizagem (todos vieram para a ocorrência com boas intenções).

Um responsável pela Avaliação deve:

- Controlar a Avaliação.

- Assegurar que perguntas diretas recebam respostas diretas.
- Assegurar que todos os participantes atuem pelas regras da Avaliação.

Assegurar que observações individuais sejam compartilhadas com o grupo.

10.3 Síntese

É importante que cada ocorrência com produtos perigosos seja formalmente encerrada por um procedimento específico, por escrito. Esse processo documenta procedimentos de segurança, operações locais, riscos enfrentados, e lições aprendidas. Também, fornece um registro dos recursos e eventos que possam afetar a saúde pública, os recursos financeiros, e o bem estar político de uma comunidade. Por último, fornece as informações que poderão ser requeridas para estar de acordo com as leis locais, estaduais e federais.

Atividades de encerramento são divididas em três etapas: uma Análise crítica e instrução, uma Pesquisa de Sinistro ou Perícia para entender o que ocorreu, as causas e conseqüências do acidente, e uma Avaliação formal, designada para enfatizar operações tanto bem, quanto mal sucedidas. Muitos acidentes e fatalidades têm sido prevenidos através das lições aprendidas através do processo de avaliação dos resultados de nossos atendimentos. É importante que o Comandante das Operações promova uma reunião, logo após a ocorrência, com os bombeiros participantes do evento. O propósito primário desta reunião não é somente apontar falhas em procedimentos individuais ou estratégicos, mas sim desenvolver recomendações e procedimentos para melhorar ou aperfeiçoar o sistema de atendimento. As críticas devem, portanto, ser usadas como experiência valiosa de aprendizado.

Destacamos abaixo alguns importantes assuntos a serem abordados:

- Informar aos bombeiros participantes, detalhes sobre os produtos aos quais foram potencialmente expostos, bem como sinais e sintomas que possam advir de um possível contato com tais substâncias;

- É também de fundamental importância que tais atendimentos sejam devidamente registrados em assentamento individual, a fim de resguardar posteriores problemas de saúde;
- Equipamentos danificados, que requererão reparos ou substituição devem ser detectados nesse momento, assim como aqueles que necessitarão de uma descontaminação especializada.

Capítulo

13

ROUPAS E EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL - EPI

Todo o trabalho de salvamento deve, obrigatoriamente ser realizado com o uso dos equipamentos de proteção individual e respiratório adequados.

Equipamento de Proteção Individual (EPI) é todo dispositivo de uso individual, de fabricação nacional ou estrangeira, destinado a proteger a saúde e a integridade física do responsável pelo atendimento da emergência química.

Os EPIs não reduzem o "risco e ou perigo", apenas adequam o indivíduo ao meio e ao grau de exposição.

A finalidade desse equipamento é preservar a saúde dos bombeiros em ambientes hostis, proporcionando proteção cutânea e respiratória. As roupas devem ser utilizadas em conjunto com a proteção respiratória.

É fundamental selecionar uma roupa confeccionada em material que apresente a maior resistência possível ao ataque de produtos químicos. O estilo da roupa é também importante e varia se o produto envolvido estiver presente no ar ou se a exposição à pele (contato com o produto) for direta ou através de respingos. Outros critérios para seleção devem ser considerados, incluindo a probabilidade da exposição, facilidade de descontaminação, mobilidade com a roupa e durabilidade da roupa.

Uma variedade de materiais de confecção está disponível para a fabricação das roupas de proteção. Cada um desses materiais fornece um grau de proteção à pele contra uma gama de produtos, mas nenhum material fornece a máxima proteção contra todos os produtos químicos. A roupa de proteção selecionada deve ser confeccionada em material que forneça a maior resistência contra o produto conhecido ou que possa estar presente. A seleção adequada da roupa de proteção pode minimizar o risco de

exposição a produtos químicos, mas não protege contra riscos físicos tais como fogo, radiação e eletricidade.

O uso de outros equipamentos de proteção também é importante para fornecer completa proteção aos bombeiros. A proteção à cabeça é fornecida por capacetes rígidos; proteção para os olhos e face por óculos resistentes a impactos; a proteção aos pés e mãos é fornecida pelas botas e luvas resistentes a produtos químicos.

11.1 Roupas de Proteção a Substâncias Químicas

As roupas são classificadas quanto ao estilo, uso, material de confecção e níveis de proteção:

11.1.1 Estilo

Roupa de Encapsulamento Completo

Totalmente encapsulada, essa roupa é confeccionada em peça única que envolve (encapsula) totalmente o usuário. Botas, luvas e o visor estão integrados à roupa, mas podem ser removíveis. Se assim forem, essas partes são conectadas à roupa por dispositivos que a tornam à prova de gases e vapores. O zíper deve fornecer perfeita vedação contra gases e vapores. Obrigatoriamente a roupa deve ser submetida a testes de pressão para assegurar sua integridade e máxima proteção contra gases. A proteção respiratória e o ar respirável são fornecidos por um conjunto autônomo de respiração com pressão positiva interno à roupa, ou por uma linha de ar mandado que mantém pressão positiva dentro da mesma. A roupa de encapsulamento é utilizada para, principalmente, proteger o usuário contra gases, vapores e partículas tóxicas no ar. Além disso, protege contra respingos de líquidos. A proteção que a roupa fornece contra uma substância química depende do material utilizado para a sua confecção. Uma vez que não existe ventilação, há sempre o perigo de acúmulo de calor, podendo resultar numa situação de risco para o usuário. Devido à complexidade, o usuário precisa ser auxiliado na colocação da roupa. Há uma grande variedade de acessórios que podem ser

utilizados em conjunto com esta roupa, visando dar conforto e praticidade operacional, como, por exemplo, colete para refrigeração, sistema de rádio e botas com tamanho dois números acima do usual.

Roupa não encapsulada:

A roupa de proteção a substâncias químicas não encapsulada, normalmente chamada de roupa contra respingos químicos, não apresenta a proteção facial como parte integrante. Um conjunto autônomo de respiração ou linha de ar pode ser utilizado externamente à roupa. A roupa contra respingos pode ser de dois tipos: uma peça única, do tipo macacão, ou conjunto de calça e jaqueta. Qualquer um dos tipos acima pode incluir um capuz e outros acessórios. A roupa não encapsulada não foi projetada para fornecer a máxima proteção contra gases, vapores e partículas, mas apenas para proteção contra respingos. Na verdade, a roupa contra respingos pode ser completamente vedada com a utilização de fitas de vedação nos pulsos, tornozelos e pescoço não permitindo a exposição de qualquer parte do corpo; no entanto, tal roupa não é considerada à prova de gás.

11.1.2 Uso

Uma outra classificação é quanto ao uso, que pode ser permanente ou descartável. Geralmente as roupas descartáveis apresentam um custo mais baixo, e podem ser usadas uma única vez, sendo descartadas após o uso. No caso das roupas de uso permanente, pode-se utilizá-las quantas vezes seu estado de conservação permitir.

11.1.3 Material de confecção

As roupas de proteção contra produtos químicos também são classificadas de acordo com o material utilizado para a confecção. Todos os materiais podem ser agrupados em duas categorias: elastômeros e não elastômeros.

- **Elastômeros:** são materiais poliméricos (como plásticos), que após serem esticados, retornam praticamente à forma original. A maioria dos materiais de proteção pertence a esta categoria, que inclui: cloreto de polivinila (PVC), Neoprene, polietileno, borracha nitrílica, álcool polivinílico (PVA), viton, teflon, borracha butílica e outros. Os elastômeros podem ser colocados ou não em camadas sobre um material semelhante a pano.

- **Não elastômeros:** são materiais que não apresentam a característica da elasticidade. Esta classe inclui o tyvek e outros materiais.

Há uma grande variedade de materiais de proteção. A relação abaixo apresenta os materiais mais comuns utilizados em roupas de proteção divididos em elastômeros e não elastômeros. Os termos "bom para" e "fraco para" representam dados para taxa de permeação e tempo de passagem através da roupa. Estes são normalmente recomendados; no entanto, existem muitas exceções dentro de cada classe de substâncias químicas.

Elastômeros:

Borracha Butílica

Eficiente:	- Bases e muitos orgânicos
Pouco Eficiente:	- Hidrocarbonetos alifáticos e aromáticos - Gasolina - Hidrocarbonetos halogenados

Poliétileno Clorado (CPE)

Eficiente:	<ul style="list-style-type: none">- Hidrocarbonetos alifáticos- Ácidos e bases- Álcoois e fenóis- Abrasão e ozônio
Pouco Eficiente:	<ul style="list-style-type: none">- Aminas, ésteres, Cetonas- Hidrocarbonetos halogenados- Baixas temperaturas

Borracha Natural

Eficiente:	<ul style="list-style-type: none">- Álcoois- Ácidos diluídos- bases
Pouco Eficiente:	<ul style="list-style-type: none">- Compostos orgânicos

Neoprene (Cloroprene)

Eficiente:	<ul style="list-style-type: none">- Bases e ácidos diluídos- Peróxidos- Combustíveis e óleos- Hidrocarbonetos alifáticos- Álcoois, glicóis, fenóis- Abrasão e resistência ao corte
Pouco Eficiente:	<ul style="list-style-type: none">- Hidrocarbonetos halogenados, aromáticos e cetonas

Borracha Nitrílica

Eficiente:	<ul style="list-style-type: none"> - Fenóis - Óleos e combustíveis - Álcoois, aminas, bases e peróxidos - Abrasão e resistência ao corte
Pouco Eficiente:	<ul style="list-style-type: none"> - Hidrocarbonetos halogenados e aromáticos - Amidas e cetonas - Baixas temperaturas

Nota: Quanto maior for a concentração de acrilonitrila melhor será a resistência química, embora haja aumento na rigidez do material.

Poliuretano

Eficiente:	<ul style="list-style-type: none"> - Bases - Álcoois - Hidrocarbonetos alifáticos - Abrasão e baixas temperaturas
Pouco Eficiente:	<ul style="list-style-type: none"> - Hidrocarbonetos halogenados

Álcool Polivinílico (PVA)

Eficiente:	<ul style="list-style-type: none"> - Quase todos os orgânicos - Ozônio
Pouco Eficiente:	<ul style="list-style-type: none"> - Ésteres, éteres - Ácidos e bases

Cloreto de Polivinila (PVC)

Eficiente:	<ul style="list-style-type: none">- Ácidos e bases- Alguns orgânicos- Aminas e peróxidos
Pouco Eficiente:	<ul style="list-style-type: none">- Maioria dos compostos orgânicos- Corte e calor

Viton

Eficiente:	<ul style="list-style-type: none">- Hidrocarbonetos aromáticos, alifáticos e halogenados- Ácidos
Pouco Eficiente:	<ul style="list-style-type: none">- Aldeídos- Cetonas- Ésteres (solventes oxigenados)- Aminas

Teflon

Tem sido utilizado em roupas de proteção, mas há pouca informação sobre permeação. Assim como o viton acredita-se que o teflon forneça excelente resistência química contra a maioria das substâncias.-

Misturas de materiais

Os fabricantes de roupas de proteção desenvolveram uma técnica que consiste em colocar diferentes tecidos em camadas de modo a melhorar a resistência química. Assim, uma roupa é projetada com múltiplas camadas. Alguns exemplos de roupas de

encapsulamento total confeccionadas em camadas são víton/borracha butílica (Trelling), víton/neoprene (Vautex MSA e Dräger) e borracha butílica/neoprene (Betex MSA).

Não Elastômeros

Tyvek (fibras de polietileno não entrelaçadas)

Eficiente:	<ul style="list-style-type: none">- Material particulado seco e pós- Baixo peso
Pouco Eficiente:	<ul style="list-style-type: none">- Resistência química (penetração/degradação)- Durabilidade

Nota: utilizado contra material particulado tóxico, mas não fornece proteção química; utilizado sobre outra roupa de proteção para prevenir a contaminação de itens não descartáveis.-

Deve-se ressaltar que na escolha do material de proteção:

- Não há material de proteção que seja impermeável;
- Não há material que forneça proteção contra todas as substâncias químicas;
- Para certos contaminantes e misturas de substâncias não há material disponível que forneça proteção por mais de uma hora após o contato inicial.

11.1.4 Níveis de proteção

Os equipamentos destinados a proteger o corpo humano do contato com produtos químicos foram divididos, pelos americanos (NFPA 471), em quatro níveis de acordo com o grau de proteção necessário, conforme segue.

Nível A de proteção:

Deve ser utilizado quando for necessário o maior índice de proteção respiratória, à pele e aos olhos. É composto de: aparelho autônomo de respiração com pressão positiva ou linha de ar mandado, roupa de encapsulamento completo, luvas internas e externas e botas resistentes a produtos químicos, capacete interno à roupa e rádio.

Figura 31 - Roupas Nível A



Fonte: Corpo de Bombeiros da PMESP.2005

- **Nível B de proteção:**

Deve ser utilizado quando for necessário o maior índice de proteção respiratória, porém a proteção para a pele encontra-se num grau inferior. É composto de: aparelho autônomo de respiração com pressão positiva, roupa de proteção contra respingos químicos confeccionada em 1 ou 2 peças, luvas internas e externas e botas resistentes a produtos químicos, capacete e rádio.

Figura 32 - Roupas Nível B



Fonte: Corpo de Bombeiros da PMESP.2005

Nível C de proteção

Deve ser utilizado quando se deseja um grau de proteção respiratória inferior ao Nível B, porém com proteção para a pele nas mesmas condições. É composto de: aparelho autônomo de respiração sem pressão positiva ou máscara facial com filtro químico; roupa de proteção contra respingos químicos confeccionada em 1 ou 2 peças; luvas internas e externas e botas resistentes a produtos químicos; capacete; rádio.

Figura 33 - Roupas Nível C

Fonte: Corpo de Bombeiros da PMESP.2005

Nível D de proteção

Deve ser utilizado somente como uniforme ou roupa de trabalho e em locais não sujeitos a riscos ao sistema respiratório ou a pele. Este nível não prevê qualquer proteção contra riscos químicos. É composto de: macacões, uniformes ou roupas de trabalho (EPI de bombeiro); botas ou sapatos de couro ou borracha resistentes a produtos químicos;- óculos ou viseiras de segurança; capacete.

Figura 34 - Roupa Nível D



Fonte: Corpo de Bombeiros da PMESP.2005

11.2 Requisitos de Desempenho para Roupas de Proteção Química

- **Durabilidade:** é a capacidade de resistir ao uso, ou seja, a capacidade de resistir a perfurações, abrasão e rasgos. É a resistência inerente ao material;-
- **Flexibilidade:** é a capacidade para curvar ou dobrar. É extremamente importante para luvas e roupas de proteção, pois influencia diretamente na mobilidade, agilidade e restrição de movimentos do usuário;
- **Resistência térmica:** é a capacidade de um material em manter sua resistência química durante temperaturas extremas (principalmente altas), e permanecer flexível em baixas temperaturas. Uma tendência geral para a maioria dos materiais é que altas temperaturas reduzem sua resistência química enquanto que as baixas reduzem sua flexibilidade.

- **Vida útil:** é a capacidade de um material em resistir ao envelhecimento e deterioração. Os fatores como tipo de produto, temperaturas extremas, umidade, luz ultravioleta, agentes oxidantes e outros, causam a redução da vida útil do material. Estocagem e cuidados adequados contra tais fatores podem ajudar na prevenção do envelhecimento. Os fabricantes devem ser consultados com relação às recomendações sobre o armazenamento da roupa.
- **Facilidade para limpeza:** é a habilidade para descontaminar efetivamente os materiais de proteção. É a medida relativa da habilidade de um material em remover a substância impregnada. Alguns materiais são, praticamente, impossíveis de descontaminar, sendo então importante cobri-los com vestimentas descartáveis para prevenir a contaminação.
- **Projeto:** é a forma como uma roupa é confeccionada e inclui o tipo e outras características. Atualmente uma variedade de modelos de roupas com características diversas são fabricadas, tais como:
 - Encapsulamento completo ou não encapsulada;
 - Uma, duas ou três peças de roupa;
 - Capuz, protetor facial, luvas e botas (soldadas ou não);
 - Localização do zíper, botões e costuras (frontal, lateral e costas);
 - Bolsos, colarinho e alças com velcro;
 - Válvulas de exalação e ventilação;
 - Compatibilidade com o uso de proteção respiratória.
- **Tamanho:** é a dimensão física ou proporção da roupa. O tamanho está diretamente relacionado ao conforto e influencia na ocorrência de acidentes

físicos desnecessários. Roupas apertadas limitam a mobilidade do usuário, destreza e concentração.

- **Cor:** roupas mais brilhantes facilitam o contato visual entre as equipes. Roupas de cores escuras (preto, verde) absorvem calor radiante de fontes externas e o transfere para o usuário aumentando os problemas relacionados ao calor.
- **Custo:** o custo da roupa de proteção varia consideravelmente. O custo, freqüentemente, determina a seleção e freqüência de uso da roupa. Em muitas situações, roupas descartáveis, mais baratas, mais apropriadas e tão seguras quanto as mais caras devem ser utilizadas.
- **Resistência química :** A eficácia dos materiais na proteção contra produtos químicos está baseada na sua resistência a penetração, degradação e permeação.

Cada uma destas propriedades deve ser avaliada quando da seleção do estilo da roupa de proteção e do material que é feita.

- **Penetração:** é o transporte do produto através de aberturas na roupa. Uma substância pode penetrar devido ao projeto ou imperfeições na roupa. Pontos de costura, orifícios de botões, zíperes e o próprio tecido podem permitir a penetração do produto. Uma roupa bem projetada e confeccionada previne a penetração através da existência de zíperes selados, juntas vedadas com fita colante e não utilização de tecidos. Rasgos, furos, fissuras ou abrasão à roupa também permitem a penetração.
- **Degradação:** é uma ação química envolvendo uma ruptura molecular do material devido ao contato com uma substância. A degradação é evidenciada por alterações físicas do material. A ação do produto pode causar ao material a sua contração ou expansão, torná-lo quebradiço ou macio ou ainda alterar completamente suas propriedades químicas. Outras alterações incluem uma leve descoloração, superfície áspera ou pegajosa ou rachaduras no material. Tais alterações podem aumentar a permeação ou permitir a penetração do

contaminante. Informações sobre os testes de degradação para substâncias específicas em classes de produtos estão disponíveis nos fabricantes e fornecedores de roupas de proteção. Tais dados fornecem ao usuário uma taxa de resistência à degradação, a qual é subjetivamente expressa como excelente, boa, fraca e pobre conforme mostra a tabela 1. Os dados de degradação podem ajudar na determinação da capacidade de proteção de um material mas não devem substituir os dados do teste de permeação. A razão para tal é que um material com excelente resistência à degradação pode ser classificado como fraco em permeação. Portanto, degradação e permeação não estão diretamente relacionadas e não podem ser intercambiadas.

- **Permeação:** é uma ação química envolvendo a movimentação de uma substância, a nível molecular, através de um material. É um processo que envolve a sorção (adsorção e absorção) de uma substância na superfície externa, difusão e desabsorção da substância da superfície interna do material de proteção.

Quadro 6 - Eficácia dos materiais de proteção a degradação química (por classe de produto)

Classe	Materiais			
	Borracha butílica	Cloreto de polivinila (PVC)	Neoprene	Borracha natural
Álcoois	E	E	E	E
Aldeídos	E - B	B - R	E - B	E - R
Aminas	E - R	B - R	E - B	B - R
Ésteres	B - R	F	B	R - F
Éteres	B - R	B	E - B	B - R
Hidrocarbonetos halogenados	B - F	B - F	B - R	R - F
Hidrocarbonetos	R - F	R	B - R	R - F
Ácidos inorgânicos	B - R	E	E - B	R - F
Bases inorgânicas e sais	E	E	E	E
Cetonas	E	F	B - R	E - R
Gordura natural e óleos	B - R	B	E - B	B - R
Ácidos orgânicos	E	E	E	E

Fonte: Corpo de Bombeiros da PMESP. 2005

E – Excelente

B – Bom

R – Regular

F – Fraco

11.3 Seleção e Uso da Roupa de Proteção

A seleção da roupa de proteção mais adequada é uma tarefa mais fácil quando o produto químico é conhecido. A seleção torna-se mais difícil quando não se conhece o produto envolvido ou quando se trata de uma mistura de produtos, conhecidos ou não. Outra séria dificuldade no processo de seleção da roupa de proteção é o fato de não haver informação disponível sobre a qualidade da proteção oferecida pelos materiais utilizados na confecção da roupa contra a grande variedade de produtos químicos existentes. O processo de seleção da roupa consiste em:

- Avaliar o ambiente em que os bombeiros irão trabalhar;
- Identificar o produto envolvido e determinar suas propriedades químicas, físicas e toxicológicas;
- Avaliar se, à concentração conhecida ou esperada, a substância representa algum risco à pele;
- Selecionar a roupa de proteção confeccionada em tecido que forneça as menores taxas de permeação e degradação pelo maior período de tempo;
- Determinar se é necessário a roupa de encapsulamento completo ou não.

Apesar das diversas variáveis existentes, em muitas situações será possível selecionar a roupa de proteção mais adequada baseado no cenário e na experiência da equipe.

Como exemplo encontram-se listadas abaixo algumas condições para a seleção do nível de proteção mais apropriado.

11.3.1 Escolha do Nível A de Proteção

- A substância química for identificada e for necessário o mais alto nível de proteção para o sistema respiratório, pele e olhos;
- Houver suspeita da presença de substâncias com alto potencial de danos à pele e o contato for possível, dependendo da atividade a ser realizada;
- Forem realizados atendimentos em locais confinados e sem ventilação;
- Leituras diretas em equipamentos de monitoramento indicarem concentrações perigosas de gases/vapores na atmosfera; por exemplo, valores acima do IDLH (concentração imediatamente perigosa à vida e à saúde).

Observação: Em caso de dúvida, ou desconhecimento do grau de exposição e/ou contaminação a que o bombeiro estará exposto, deverão sempre ser utilizados os EPI's de proteção máxima (nível A).

11.3.2 Escolha do Nível B de Proteção

- O produto envolvido e sua concentração forem identificados e requererem um alto grau de proteção respiratória sem, no entanto, exigir esse nível de proteção para a pele; por exemplo, atmosferas contendo concentração de produto ao nível do IDLH sem oferecer riscos à pele ou ainda quando não for possível utilizar máscaras com filtro químico para aquela concentração e pelo tempo necessário para a atividade a ser exercida;
- Concentração de oxigênio no ambiente for inferior a 19,5% em volume;
- For pouco provável a formação de gases ou vapores em altas concentrações de forma que possam ser danosas à pele.

11.3.3 Escolha do Nível C de Proteção

- A concentração de oxigênio no ambiente não for inferior a 19,5% em volume;
- O produto for identificado e a sua concentração puder ser reduzida a um valor inferior ao seu limite de tolerância com o uso de máscaras filtrantes;
- A concentração do produto não for superior ao IDLH;
- O trabalho a ser realizado não exigir o uso de máscara autônoma de respiração.

11.3.4 Escolha do Nível D de Proteção

- Não houver contaminante presente na atmosfera;
- Não houver qualquer possibilidade de respingos, imersão ou risco potencial de inalação de qualquer produto químico.

Conforme pode ser observado o nível de proteção utilizado pode variar de acordo com o trabalho a ser realizado. No entanto, para a primeira avaliação do cenário acidental o nível mínimo de proteção recomendado é o B.

Cada nível de proteção apresenta suas vantagens e desvantagens para utilização. Geralmente, quanto maior o nível de proteção maior é o desconforto da roupa.

A determinação do nível de proteção deve estar fundamentada, primeiramente, na segurança do bombeiro sendo o objetivo principal fornecer-lhe a proteção mais adequada com a máxima mobilidade e conforto.

Outros fatores devem ainda ser considerados na escolha do nível de proteção mais adequado, entre eles:

- Fadiga produzida pelo peso e calor;
- Periodicidade do monitoramento;
- Decisão lógica, levando-se em conta os perigos e riscos;
- Condições atmosféricas;
- Funções diferenciadas fora da área contaminada.

O monitoramento da concentração de gás ou vapor presente na atmosfera também pode auxiliar na seleção do nível de proteção mais adequado. A tabela 2 fornece o nível de proteção de acordo com a concentração de gás ou vapor desconhecido no ambiente.

Quadro 7 - Nível de proteção x concentração de gás ou vapor desconhecido

Concentrações de gás/vapor desconhecido (ppm)	Nível de proteção recomendado
0 - 5	C
5 - 500	B
500 - 1000	A
> 1000	Possível perigo de explosão. Não entre na área.

Fonte: Corpo de Bombeiros da PMESP. 2005

Quadro 8 - Critérios para escolha e uso de roupas de proteção

TIPO	MATERIAL	PROTEÇÃO CONTRA	RESTRIÇÃO	GRAU DE PROTEÇÃO
Conjunto descartável	TYVEK	Materiais ou locais infectados	Não é resistente a produtos químicos	Médio
Roupa anichada	Nomex	Altas temperaturas durante incêndios	Não pode ser utilizada para fogo	Médio
Roupa anichada	Amianto aluminizado	Adentrar em áreas com chamas e altas temperaturas	Pouca mobilidade desgaste do usuário	Máximo
Capa	PVC	Umidade e alguns Materiais particulados	Pouco resistente não deve ser utilizada com produtos químicos	Baixo
Conjunto calça, jaqueta e capuz	PVC	Respingos de Ácidos, bases e solventes	Baixa resistência química, dependendo do tecido sem confinamento	Médio
Macacão hermético com capuz	PVC	Respingos e Vapores ácidos, bases e solventes	Grande período de exposição a produtos ácidos e alcalinos	Alto
Macacão de encapsulamento	PVC ou BUTIL Forçado com poliamida e viton	Atmosfera altamente saturada de gases e vapores		Máximo
	KEVLAN aluminizado	Atmosfera saturada com gases, Vapores e alta temperatura		Máximo

Fonte: Corpo de Bombeiros da PMESP. 2005

Observação: Todos os trajes de proteção anteriormente apresentados, não devem "nunca" ser utilizados diretamente sobre a pele. Para situações onde não se conhece o contaminante, porém através de equipamentos de monitoramento tal como um fotoionizador, pode ser estimar a concentração de vapores na atmosfera, é possível selecionar um nível de proteção mais apropriado.

Quadro 9 - Vantagens e desvantagens dos níveis A, B e C de proteção

Níveis de proteção	Vantagem	Desvantagem
A	<ul style="list-style-type: none"> - Maior nível de proteção. - Requer pouco treinamento. 	<ul style="list-style-type: none"> - Volumoso e desconfortável. - Acesso limitado à máscara autônoma. - Duração do uso limitado, especialmente com a máscara autônoma. - Custo inicial da roupa.
B	<ul style="list-style-type: none"> - Baixo custo e peso - Longa vida útil - Fácil acesso a máscara autônoma - Boa para atmosferas acima do IDLH desde que a substância não seja tóxica à pele 	<ul style="list-style-type: none"> - Proteção incompleta à pele - Não pode ser utilizada para substâncias tóxicas à pele e as substâncias devem ser conhecidas. - Necessita significativo treinamento antes do uso
C	<ul style="list-style-type: none"> - Relativamente barata - Fácil de usar - Baixo peso - Longa vida útil 	<ul style="list-style-type: none"> - Somente para atmosferas com concentração de O₂ maior que 19,5% em vol. - O ambiente deve, obrigatoriamente, estar caracterizado e as substâncias devem ser conhecidas e não tóxicas à pele.

Fonte: Corpo de Bombeiros da PMESP. 2005

11.4 Precauções Anteriores ao Uso da Roupa de Proteção

Antes de utilizar o Nível A de proteção, devem ser tomadas as seguintes precauções:

- Inspecionar a roupa quanto à degradação química, abrasão, fissuras, trincas e falhas nas costuras. Normalmente uma inspeção visual é suficiente. Se houver dúvida quanto à integridade da roupa, esta deverá ser submetida a testes de pressão de acordo com a orientação do fabricante;

- Certificar-se que a roupa é capaz de suportar a exposição às substâncias envolvidas. Se não existirem dados sobre a taxa de permeação e o tempo de passagem do produto através da roupa, esta não deverá ser utilizada;
- Determinar o grau de mobilidade necessário ao trabalho a ser realizado. Roupas de proteção Nível A podem limitar os movimentos além de não fornecerem boa visibilidade. Em alguns casos, uma roupa e seu material de confecção podem ser tão restritivos à mobilidade tornando uma atividade insegura. O problema normalmente é mais severo com roupas mais pesadas, as quais são projetadas para fornecer um período maior de uso. Uma alternativa pode ser sacrificar parte do período de uso para ganhar em mobilidade selecionando uma roupa mais leve e confeccionada em material mais maleável;
- Certificar-se que o usuário remova todos os objetos de uso pessoal, objetos pontiagudos, isqueiros e outros itens semelhantes antes de vestir a roupa. Qualquer objeto rígido no interior da roupa poderá aumentar a probabilidade de danos. Isqueiros são preocupantes, pois pode gerar o acúmulo de gases no interior da roupa, com o conseqüente risco de combustão;
- Considerar, no caso de uso de máscara autônoma, o tempo necessário para vestir a roupa, aproximar e deixar o local, descontaminar e remover a roupa de proteção. Se o tempo total disponível para o trabalho for impraticável devido aos parâmetros acima, então deverá ser utilizada uma linha de ar ao invés da máscara autônoma ou o trabalho com a roupa Nível A deverá ser dividido em diversas etapas;
- Remover, o quanto antes, as substâncias líquidas se houver contato direto com a roupa. A degradação e a permeação são significativamente aceleradas quando da exposição do material da roupa a líquidos;
- Paralisar as atividades se o usuário sentir qualquer desconforto ou irritação. Em muitos casos esta sensação pode ser em conseqüência da transpiração ou

meramente psicológica. No entanto, pode ser a primeira indicação de defeito na roupa;

- Deixar o local quando da ocorrência de qualquer desconforto, dificuldade respiratória, fadiga, náusea, aumento da pulsação e dor no peito; passar pela descontaminação e retirar todos os equipamentos de proteção. Muitas destas condições estão associadas ao calor e são indicadores do estresse por calor.

A percepção do odor é também um indicador de falha na vedação da roupa de proteção.

Outros cuidados devem ainda ser adotados com relação à roupa interna, a ser utilizada sob a roupa de encapsulamento, tais como:

- Proteção do usuário do contato com a roupa. O contato prolongado da roupa com a pele pode provocar incômodos que vão desde um desconforto até a sua irritação;
- A temperatura ambiente e a radiação solar também devem ser consideradas na seleção da roupa interna. Na maioria dos casos uma roupa de algodão é o mais recomendado visto que este material tem a capacidade de absorver a transpiração. A temperatura no interior da roupa está, geralmente, bem acima da temperatura ambiente;
- Se o produto a ser manuseado apresentar riscos devido a sua baixa temperatura de ebulição, então se deve utilizar sobre a roupa de encapsulamento uma roupa de proteção térmica. Por exemplo, a amônia ferve a -33°C e qualquer contato com o líquido, mesmo que utilizando a roupa de encapsulamento, poderá causar queimaduras por enregelamento (excesso de frio).

11.5 Luvas de Proteção às Substâncias Químicas

Nem sempre é fácil decidir quanto à luva mais adequada a ser utilizada para uma determinada atividade. Antes da correta seleção da luva deve-se compreender algumas diferenças básicas entre elas. Os materiais mais utilizados na confecção de luvas de proteção encontram-se listados abaixo:

- Álcool polivinílico (PVA);
- Borracha natural;
- Borracha nitrílica (acrilonitrila e butadieno);
- Borracha butílica (isobutileno e isopreno);
- Cloreto de polivinila (PVC);
- Neoprene;
- Polietileno (PE);
- Poliuretano (PU);
- Viton.

A espessura do material de confecção da luva é um fator importante a ser considerado no processo de seleção. Para uma dada espessura, o material (polímero) selecionado tem uma grande influência no nível de proteção fornecido pela luva. Para um polímero, uma maior espessura fornecerá uma proteção melhor, se a subsequente perda de destreza (devido a espessura da luva) puder ser tolerada de forma segura, para aquela atividade. Aditivos são normalmente utilizados como matéria-prima de modo a atingir as características desejadas do material. Devido a tal fato, há certa variação na resistência química e no desempenho físico de luvas confeccionadas com o mesmo polímero, mas de fabricantes distintos.

Outros fatores de desempenho devem ser considerados quando da seleção de luvas de proteção, tais como a resistência à permeação, flexibilidade, resistência a danos mecânicos e a temperatura.

Da mesma forma que nas roupas de proteção, a seleção da luva deve levar em consideração tanto a permeação como a degradação do material. A permeação química pode ser compreendida de forma simples, através da comparação do que ocorre com um balão (bexiga) após algumas horas. Embora não existam furos ou defeitos e o balão esteja bem selado, o ar contido no seu interior passa (permeia) através de suas paredes e escapa. Neste simples exemplo foi abordada a permeação de um gás, sendo que o princípio é o mesmo para os líquidos, pois com estes a permeação também ocorre. Os testes de permeação são importantes, pois fornecem uma informação segura para o manuseio de substâncias químicas. Por muitos anos, a seleção de luvas baseou-se somente nos dados de degradação, mas algumas substâncias permeiam rapidamente através de certos materiais os quais apresenta boa resistência a degradação. Isto significa que os usuários podem ficar expostos mesmo quando acreditam que estão adequadamente protegidos.

Os materiais de confecção da luva de proteção podem enrijecer, endurecer e tornarem-se quebradiços, ou podem amolecer, enfraquecer e inchar muito além do seu tamanho original.

O comprimento de uma luva de proteção também é outro aspecto a ser considerado no processo de seleção. O comprimento adequado depende do serviço a ser realizado e do grau de proteção desejado.

Inicialmente, muitos fabricantes de roupas herméticas (encapsuladas) incorporaram as luvas como parte permanente da roupa de proteção. No entanto, esta não foi uma boa prática visto que, a forma da luva, o tempo necessário para o seu reparo e reposição quando da troca, e os procedimentos para a descontaminação eram afetados, reduzindo desta forma a disponibilidade da roupa.

Atualmente, a maioria dos fabricantes fornece roupas de proteção de encapsulamento completo com luvas removíveis. As luvas são conectadas à roupa através da utilização de anéis de vedação, os quais também não permitem a passagem de gás e vapor para o interior da roupa. Em muitas situações é aconselhável a utilização de um par de luvas adicional, a ser colocado sobre a luva de proteção de modo a fornecer a segurança necessária de acordo com o serviço a ser realizado.

Também é uma boa prática de trabalho utilizar luvas descartáveis (tipo cirúrgicas) sob a luva de proteção visando aumentar o tato e a sensibilidade.

Alguns tipos de roupas apresentam uma proteção especial contra respingos nas luvas e botas. Trata-se, na realidade, de uma segunda manga, a qual é sobreposta à luva ou bota de proteção.

11.6 Botas de Proteção às Substâncias Químicas

Até recentemente as botas de proteção comercialmente disponíveis eram confeccionadas somente em PVC ou borracha. Devido às necessidades do mercado, os fabricantes desses materiais vêm desenvolvendo um elevado número de misturas de polímeros que são mais resistentes às substâncias químicas. Muitos problemas estão relacionados com a utilização de novas misturas de polímeros devido ao complicado processo de moldagem por injeção para a fabricação das botas. Cuidados devem ser ainda observados quando as botas entram em contato com substâncias químicas, uma vez que estas podem agir como uma "esponja química" (absorção da substância), resultando na exposição do usuário. As botas mais simples são produzidas através do processo de moldagem por injeção de único estágio.

O aspecto da bota é semelhante às botas de borracha contra chuvas, e são fabricadas em neoprene e borracha butílica. Devido ao processo de único estágio, o solado da bota é feito com o mesmo material, sendo, no entanto, mais espesso. Isso significa que as características de tração e desgaste da sola não são as mais adequadas. De modo a fornecer um produto mais funcional e durável, foi desenvolvido um processo de moldagem por injeção de dois estágios. Isso permite a fabricação de um

produto de baixo peso na sua parte superior com um solado com alta resistência ao desgaste e boa tração. Este processo também resulta numa bota mais apropriada e com uma maior resistência química.

Estas botas estão disponíveis em PVC e PVC/borracha nitrílica. Botas confeccionadas à mão estão disponíveis em vários tamanhos de modo a fornecer uma melhor adaptação e conforto. Estas botas são confeccionadas em estágios com um grande número de componentes, o que as tornam propensas a atuar como "esponja química". Outros estilos de botas estão disponíveis, confeccionadas em neoprene e diversas formulações de borracha.

Todos os conceitos já apresentados em roupas e luvas (permeação, degradação, penetração e outros) podem ser aplicados às botas, ressaltando-se apenas que a proteção oferecida por estas não é somente devido ao material de confecção, mas também pela espessura do solado, o qual permite, para a maioria dos casos, um tempo de contato mais prolongado quando comparado a luvas e roupas confeccionadas com o mesmo material.

11.7 Equipamentos de Proteção Respiratória para Atendimento a Emergências Químicas

O sistema respiratório é a principal via de contato com substâncias nocivas. Apesar de possuir defesas naturais, o grau de tolerância do homem para exposição a gases tóxicos, vapores, partículas ou ainda a deficiência de oxigênio, é limitado. Algumas substâncias podem prejudicar ou mesmo destruir partes do trato respiratório, outras podem ser absorvidas pela corrente sanguínea gerando danos aos demais órgãos do corpo humano. Nos acidentes envolvendo produtos químicos perigosos, onde a liberação de materiais tóxicos para a atmosfera pode gerar altas concentrações, é fundamental a proteção das equipes de atendimento, pois muitas vezes os índices de contaminantes no ar podem ser imediatamente letais. O conhecimento apurado dos riscos oferecidos por um determinado produto químico, as condições específicas do local e as limitações do operador e dos equipamentos nortearão a seleção do sistema de proteção respiratória

mais adequado para propiciar a segurança necessária às equipes de atendimento nas situações emergenciais.

11.7.1 Riscos respiratórios

Risco respiratório é toda alteração das condições normais do ar atmosférico que interfere no processo da respiração, gerando conseqüentemente danos ao organismo humano. A presença de gases contaminantes, materiais particulados em suspensão no ar ou mesmo a variação da concentração de oxigênio no ar, representam riscos comumente encontrados pelas equipes empenhadas nos atendimentos aos episódios emergenciais envolvendo produtos químicos perigosos. Os efeitos gerados pela exposição humana a tais condições vão desde a simples irritação das vias aéreas até o comprometimento das funções vitais ocasionando a morte. Para efeito deste trabalho serão abordados os riscos respiratórios, dividindo-os em dois grupos: a deficiência de oxigênio e os contaminantes do ar atmosférico. Antes de serem abordados os tópicos acima, uma breve explanação sobre a composição do ar e o consumo humano de oxigênio, torna-se necessária.

Composição do ar atmosférico

O ar atmosférico, em condições normais, é composto por gases para os quais o organismo humano está devidamente adaptado. A tabela abaixo apresenta o percentual em volume desses gases no ar, considerando-o isento de umidade. Composição do ar atmosférico.

Quadro 10 - Composição do ar atmosférico

Gases	Volume (%)
Nitrogênio (N ₂)	78,10
Oxigênio (O ₂)	20,93
Argônio (Ar)	0,9325
Dióxido de Carbono (CO ₂)	0,03
Hidrogênio (H ₂)	0,01
Neônio (Ne)	0,0018
Hélio (He)	0,0005
Kriptônio (Kr)	0,0001
Xenônio (Xe)	0,000009

Fonte: Revista CIPA

Observação: A rigor não existe ar atmosférico que não contenha umidade. Na presença de 1% de vapor d'água, correspondente a 50% de umidade relativa do ar a 20°, permanecem apenas 99% de ar seco. Já, para 3% de vapor d'água, correspondente a 100% de umidade relativa no ar a 24°, tem-se uma parcela de 97% de ar seco.

A temperatura do ar é outro fator que o torna respirável, pois alterações extremas ocasionarão queimaduras ou congelamento das vias respiratórias e pulmões.

Consumo de ar

O consumo de ar pelo homem é mensurado através do volume respiratório por minuto. Esse consumo pode variar em função da demanda de ar disponível, do estado psicológico e do esforço físico desempenhado. Em qualquer uma dessas situações são promovidas alterações na profundidade da respiração, com aumento do volume respirado, e na frequência respiratória com aumento dos ciclos (inspiração/expiração) por minuto, visando suprir a necessidade de oxigênio do organismo.

Deficiência de oxigênio

O volume parcial de oxigênio em relação à composição total do ar é sempre constante (20,93%), porém em circunstâncias específicas esse percentual pode sofrer redução. Os efeitos dessa redução sobre o organismo estão diretamente ligados à pressão exercida pelo oxigênio sobre os alvéolos pulmonares. Em termos gerais, pode-se dizer que o oxigênio exerce uma pressão sobre os alvéolos, possibilitando a troca gasosa entre estes e as hemácias da corrente sanguínea. Isto significa dizer que ao diminuir a quantidade de oxigênio presente no ar tem-se menor pressão alveolar. Com, isso o teor de oxigênio nas hemácias é menor, comprometendo a oxigenação dos demais tecidos e órgãos, sendo que, paralelamente, há um incremento da taxa de CO_2 na corrente sanguínea e nas células dos tecidos. A pressão parcial do oxigênio (PPO_2) também é afetada pela pressão atmosférica total. Esta é de 760 mmHg ao nível do mar, sendo a PPO_2 de 159 mmHg, condição esta considerada ideal para a respiração. Há uma diminuição progressiva da pressão total com o aumento da altitude. Altitudes superiores a 4240 metros são consideradas imediatamente perigosas à vida e à saúde, já que neste nível tem-se uma pressão atmosférica de 450 mmHg implicando numa PPO_2 de 95 mmHg. Saliente-se que pessoas aclimatizadas às grandes altitudes não sofrem esses efeitos, pois o organismo realiza mudanças compensadoras nos sistemas cardiovascular, respiratório e formador do sangue.

O quadro abaixo que segue compara a redução do volume de oxigênio com a redução da PPO_2 , ao nível do mar, e seus efeitos sobre o homem.

Quadro 11 - Concentração de oxigênio e os riscos para a saúde

Concentração (% volume)	PPO2 (mmHg)	Efeitos
20,9 a 16,0	158,8 136,8	a Nenhum.
16,0 a 12,0	121,6 95,2	a Perda da visão periférica; aumento do volume respiratório; aceleração do batimento cardíaco, perda de atenção; perda de raciocínio e perda de coordenação.
12,0 a 10,0	91,2 76,0	a Perda da capacidade de julgamento; coordenação muscular muito baixa; a ação muscular causará fadiga com danos permanentes ao coração; respiração intermitente.
10,0 a 6,0	76,0 45,6	a Náusea e vômito; incapacidade de executar movimentos vigorosos; inconsciência seguida de morte.
< 6,0	< 45,6	Respiração espasmódica; movimentos convulsivos; morte em minutos

Fonte: Revista CIPA

Por outro lado, em condições de pressão atmosférica elevada haverá maior absorção sangüínea dos gases que compõem o ar e concomitantemente pelas células dos tecidos. Com a redução da pressão esses gases tendem a ser liberados, daí os problemas de embolia gasosa e morte gerados pelo nitrogênio quando da redução brusca da pressão.

O aumento da pressão atmosférica por si só pode gerar danos como os descritos a seguir:

- a) Acima de 4 atmosferas*, o nitrogênio causa efeitos narcóticos;
- b) A 5 atmosferas, o oxigênio, em concentração normal, causa irritação nos pulmões;
- c) A 15 atmosferas, o ar pode ser tolerado por apenas 3 horas.

(*) 1 atmosfera = 1 bar = 760 mmHg (ao nível do mar).

Causas geradoras da deficiência de oxigênio

Neste item estão abordados os casos normalmente encontrados nos atendimentos emergenciais que podem ocasionar a redução na concentração de oxigênio contida no ar. Embora cada cenário tenha suas características particulares que deverão ser observadas, podem-se adotar como causas básicas da deficiência de oxigênio, as descritas a seguir:

- A liberação acidental de gases, cuja densidade é maior que a do ar atmosférico, resulta em deslocamento do ar e, por conseguinte do oxigênio nele contido. A tendência para deposição desses gases ao nível do solo expulsa o ar para os níveis mais altos, formando uma zona irrespirável. São exemplos desses gases o GLP - gás liquefeito de petróleo e o cloro.

Esse efeito é potencializado quando ocorre em ambientes confinados, onde não há fontes de ventilação para promover a renovação de ar respirável, criando-se uma atmosfera saturada e deficiente de oxigênio.

As características toxicológicas do gás envolvido, embora relevantes, não são consideradas nesses casos, já que até mesmo os gases inertes podem gerar o deslocamento do ar.

- Gases liquefeitos sob pressão, quando da mudança do estado líquido para o gasoso, têm normalmente altas taxas de expansão podendo deslocar o ar. É o caso da amônia e do butadieno.
- Alguns gases podem concorrer para o decréscimo do volume de oxigênio, especificamente por sua capacidade de reação com o mesmo, como é o caso do monóxido de carbono, monóxido de nitrogênio, dióxido de nitrogênio e o dióxido de enxofre.
- Em atmosferas confinadas encontradas em galerias subterrâneas de águas pluviais ou de redes de esgotos, desenvolvem-se microrganismos (bactérias e

fungos) responsáveis pela decomposição da matéria orgânica presente nos despejos industriais e domésticos. No processo de decomposição o oxigênio é consumido, podendo gerar como subprodutos gases como o metano, sulfídrico e dióxido de carbono que deslocam o oxigênio.

Os materiais orgânicos destes ambientes também estão sujeitos à oxidação natural, contribuindo para a diminuição da concentração de oxigênio. Os despejos industriais podem conter gases que por si só deslocam o ar.

- A combustão de qualquer material provoca consumo de oxigênio e emissão de gases que deslocarão o ar, sobretudo em ambientes confinados.
- Qualquer substância sujeita à oxidação num ambiente confinado, após certo período de tempo, provoca a redução de oxigênio se não houver renovação do ar.

Considerações gerais

Nos atendimentos às emergências com produtos perigosos, utiliza-se como valor limite de segurança a concentração, internacionalmente aceita de 19,5% em volume de oxigênio, pois fica implícito que qualquer redução na concentração normal de oxigênio, implica no aumento da concentração de outro gás.

Assim, a redução de 1% em volume de oxigênio no ar (equivalente a 10.000 ppm) representa um aumento de 1% em volume na concentração de outra substância, muitas vezes desconhecida, o que pode significar uma situação de alto risco.

A avaliação quantitativa da concentração de oxigênio no ar é fator preponderante na seleção dos métodos eficazes de proteção respiratória. Aparelhos específicos fornecem o percentual em volume de oxigênio em determinado ambiente. A análise dos dados obtidos permite a identificação de condições prejudiciais ou mesmo letais ao homem.

Ar respirável em condições normais significa:

1. Conter, no mínimo, 18 % em oxigênio;
2. Estar livre de substâncias estranhas;
3. Estar na pressão e temperatura que não causem lesões ao organismo humano.

Contaminantes:

São todas substâncias alheias à composição normal do ar atmosférico, que podem gerar irritações ou danos ao organismo humano. Embora em muitos casos não sejam perceptíveis à visão e olfação, podem estar presentes nos vários cenários com que se deparam as equipes de emergência.

Os contaminantes são comumente divididos em dois grupos: os gasosos e os particulados, também conhecidos como aerodispersóides.

Contaminantes gasosos:

São representados pelos gases propriamente ditos e pelos vapores.

Os gases são substâncias químicas que se encontram no estado gasoso em pressão e temperatura ambiente. Possuem grande mobilidade e misturam-se facilmente ao ar atmosférico.

Vapor é o estado gasoso de substâncias que em condições de pressão e temperatura ambiente, são líquidas ou sólidas. A emissão de vapor ocorre pelo aumento da temperatura ou pela redução da pressão.

As defesas naturais das vias respiratórias oferecem certa proteção contra os riscos gerados pela inalação dessas substâncias, quer seja através da filtração de parte dos gases e vapores, como pela atuação do revestimento mucoso, onde serão absorvidos.

Devido à grande mobilidade das moléculas gasosas, a penetração no trato respiratório é facilitada, atingindo diretamente os alvéolos onde são absorvidas pela corrente sanguínea.

Aerodispersóides:

Aerodispersóide é um termo usado para descrever os contaminantes na forma particulada (sólida ou líquida). São pequenas partículas em suspensão no ar, muito maiores que uma molécula. Os danos que causam ao organismo quando inalados dependem de suas características, tais como: tamanho, forma, densidade e propriedades físicas e químicas.

Apesar das defesas naturais do sistema respiratório abordadas anteriormente, muitas partículas podem atingir as porções mais internas dos pulmões.

CrITÉRIOS de avaliação:

A avaliação dos riscos representados pelos contaminantes é feita com base nas aferições de concentração obtidas por aparelhos de medição.

Em algumas circunstâncias, além dos gases e vapores pode haver o risco associado a aerodispersóides, quando deverão ser adotadas medidas de segurança adicionais.

Genericamente, pode-se dizer que os principais tópicos a serem observados quanto ao risco dos contaminantes, são:

- Tempo de exposição;
- Concentração do contaminante;
- Toxicidade;
- Frequência respiratória e capacidade pulmonar;

- Sensibilidade individual.

11.7.2 Tipos de Equipamentos de Proteção respiratória

Equipamentos de Proteção Respiratória são destinados a proteger o usuário dos riscos representados pela presença de contaminantes no ar ambiente. O método pelo qual eliminam ou diminuem o risco respiratório baseia-se fundamentalmente na utilização de uma peça facial que isola o usuário do ar contaminado e de um sistema de purificação ou de suprimento de ar respirável.

O **sistema de purificação** consiste basicamente de um elemento filtrante que retém o contaminante e permite a passagem do ar purificado. Já o **sistema de suprimento de ar**, fornece ar respirável ou oxigênio a partir de uma fonte independente da atmosfera contaminada.

Para o tipo de trabalho desempenhado pelas equipes de atendimento emergencial do Corpo de Bombeiros é permitido apenas o uso de equipamentos de suprimento de ar com pressão positiva, ficando descartado o uso de equipamentos que utilizam o sistema de purificação (máscara filtrante), por não oferecerem o grau de segurança suficiente para tais trabalhos.

Equipamentos de Proteção Respiratória com Sistema de Suprimento de Ar Independentes ou Autônomos

Normalmente, são conjuntos autônomos portáteis ou linhas que fornecem o ar necessário ao usuário, independentemente das condições do ambiente de trabalho (grau de contaminação). Propiciam o isolamento do trato respiratório do usuário da atmosfera contaminada.

Figura 35 - Máscara com linha de ar fluxo contínuo:



Fonte: Corpo de Bombeiros da PMESP.2005

Figura 36 - Conjunto portátil autônomo



Fonte: Corpo de Bombeiros da PMESP.2005

11.8 Considerações finais

Os Equipamentos de Proteção Individual, usualmente identificados pela sigla 'EPI', formam um conjunto de recursos amplamente empregado para proteger a integridade física do bombeiro no exercício de suas atividades.

Neste sentido, é de suma importância que nas operações de emergência que envolva produtos químicos, os EPIs sejam definidos 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 dos especialistas.

Os EPIs devem ser utilizados por bombeiros devidamente treinados e familiarizados com eles, uma vez que a escolha ou a utilização errada pode acarretar consequências indesejáveis.

O ingresso em áreas onde existam riscos de explosão, ocasionado por substâncias perigosas deve ser realizado sempre por, no mínimo, duas pessoas devidamente protegidas, tendo suas atividades acompanhadas permanentemente por uma equipe de retaguarda.

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 com demanda por pressão positiva.

O uso dos EPIs poderá levar a desgastes físicos, principalmente as roupas que poderão ocasionar a desidratação do usuário. Quando destas situações, os bombeiros devem adotar ações prévias para evitar problemas físicos que podem interferir na segurança da atividade desenvolvida.

Todos os equipamentos de proteção devem ser higienizados e rotineiramente inspecionados, de forma minuciosa, para detecção de desgastes e possíveis avarias. Um equipamento de proteção mal selecionado e/ou avariado, pode aumentar o risco de acidentes e não evitá-los.

Convém destacar, que no desenvolvimento de atividades emergenciais, além dos riscos inerentes à respectiva atividade, outros fatores devem ser considerados para a utilização dos EPIs, tais como:

- O nível de atividade física do usuário;
- As condições físicas do usuário;
- O nível de treinamento ou experiência que o usuário tem com tais equipamentos.

Outro aspecto que deve ser levado em consideração diz respeito às roupas contaminadas durante o atendimento a situações emergenciais com produtos químicos, as quais devem ser descontaminadas ainda no local do atendimento, o que pode ser feito com o uso de mangueiras ou nebulizadores de água antes que o usuário as retire. Este procedimento assegurará uma maior vida útil e evitará que ocorra a contaminação das próprias pessoas que utilizarem estes equipamentos.

Finalmente, vale lembrar que todo equipamento de proteção deve ser:

- Armazenado de modo que se evite seu dano por acidente;
- Guardado em local de fácil acesso; e

Inspecionado e reparado periodicamente, repondo-o sempre que necessário. Todo o trabalho de salvamento deve, obrigatoriamente ser realizado com o uso dos equipamentos de proteção individual e respiratório adequados.

MATERIAIS E EQUIPAMENTOS PARA AEPP

Obedecendo a ordem estabelecida para as fases táticas no atendimento propriamente dito, apresentamos uma série de materiais e equipamentos, necessários às equipes que primeiro venham a chegar no local, bem como as equipes de intervenção, para que possam desenvolver seus trabalhos de forma segura e com eficiência.

12.1 Materiais de Identificação, Isolamento e Monitoramento

- Binóculo de Longo Alcance
- Aparelho Anemômetro Portátil

Figura 37 - Anemômetro e biruta



Fonte: Corpo de Bombeiros da PMESP. 2005

- Caixa de Papel Tornassol
- Explosímetro e Oxímetro
- Tubos de Detecção de Gases e Vapores

- Lanterna Anti Explosão

12.2 Materiais de Contenção e Estancamento

- Coletor de Amostras de Produtos Perigosos
- Balde em PVC
- Caneca de Alumínio
- Caixa de Reparos com Massa Vedante
- Caixa de Ferramentas Antifaiscantes
- Tampão de Neoprene e Conjunto Batoque

Figura 38 - Tampão de Neoprene e Conjunto Batoque



Fonte: Corpo de Bombeiros da PMESP. 2005

- Caneco de Fibra de Vidro
- Caixa com Batoque de Madeira
- Caixa de Batoques de Borracha de Neoprene
- Caixa com Cintos Catracas

Figura 39 - Materiais de contenção e estancamento



Fonte: Corpo de Bombeiros da PMESP.2005

- Kit para Contenção de Vazamentos de Gás Cloro

Figura 40 - Utilização do kit Cloro



Fonte: Corpo de Bombeiros da PMESP.2005

- Conjunto de Almofadas Infláveis em Borracha de Neoprene para Estancar Vazamentos

Figura 41 - Conjunto de almofadas infláveis de borracha de neoprene



Fonte: Corpo de Bombeiros da PMESP.2005

- Cilindros Cônicos Infláveis

Figura 42 - Cilindros cônicos infláveis em borracha de neoprene



Fonte: Corpo de Bombeiros da PMESP.2005

- Conjunto de Barreiras Absorventes

Figura 43 - Barreiras absorventes



Fonte: Corpo de Bombeiros da PMESP.2005

12.3 Materiais Utilizados para a Descontaminação

- Encerado em PVC
- Saco Plástico 200 litros
- Pá em PVC
- Vassourão
- Pá Antifaiscante
- Sacos de Cal Hidratada
- Absorvente Químico
- Absorvente Natural
- Container ou Recipiente para Pó de Serra
- Container com Barrilha
- Container em PVC
- Bomba de Transbordo
- Pó Absorvente
- Aspirador de Líquido
- Chuveiro Portátil
- Luva Anti-corte
- Luva de Neoprene

- Luva de Borracha Nitrílica
- Luva de PVC
- Luva de Látex
- Bota Vulcanizada
- Bota de Proteção Química

12.4 Kits Básicos de Equipamentos para Viaturas de Primeiro Socorro

As emergências envolvendo produtos perigosos, apesar de representarem apenas uma pequena parcela do total de atendimentos realizados pelo Corpo de Bombeiros, oferecem um enorme risco à vida, ao meio ambiente e, principalmente, aos que trabalham durante a ocorrência.

A viatura PP (Produtos Perigosos) é ideal para esse tipo de atendimento, pois é equipada com os materiais citados no item 14.1. No entanto, quase sempre esta não é a primeira viatura a chegar ao local da ocorrência. Visando garantir a segurança da primeira guarnição no local, bem como possibilitar que todos os Postos de Bombeiros do Estado estejam aptos ao AEPP, faz-se necessária a implementação de Kits Básicos de materiais e equipamentos.

Para tanto, os kits foram divididos em três tipos, a serem empregados de acordo com a necessidade e a demanda de cada Posto de Bombeiros, que serão classificados de acordo com o grau de risco a que estão expostos. Para efeito de classificação, analisar-se-á a localização de cada Posto em relação a:

- Rodovias, avenidas ou ferrovias com alto índice de acidentes envolvendo produtos perigosos;

- Proximidade de pólos petroquímicos ou de indústrias que manipulem produtos perigosos;
- Possibilidade de apoio especializado rápido.

Assim, propõe-se a adoção de três graus de risco para efeito de adequação e distribuição de equipamentos, conforme segue:

- Baixo risco;
- Alto risco com apoio rápido;
- Alto risco sem apoio rápido.

Os Postos de Bombeiros considerados de baixo risco são aqueles localizados em regiões não industrializadas dos grandes centros urbanos, distantes de indústrias que manipulem produtos perigosos e distantes de avenidas, rodovias ou ferrovias com grande tráfego e alto índice de acidentes envolvendo PP.

Os Postos de Bombeiros de alto risco com apoio rápido são aqueles localizados próximos de regiões industrializadas de grandes centros urbanos, próximos de indústrias que manipulem produtos perigosos, próximos a avenidas, rodovias ou ferrovias com grande tráfego e alto índice de acidentes envolvendo PP e próximos a outros postos que disponham de apoio especializado.

Os Postos de Bombeiros de alto risco sem apoio rápido são aqueles localizados próximos a pólos petroquímicos ou indústrias que manipulem produtos perigosos próximos a rodovias ou ferrovias com grande tráfego e alto índice de acidentes envolvendo PP e distantes de outros postos que disponham de apoio especializado.

Considera-se como apoio especializado as viaturas do tipo PP, ASE e ABS, desde que equipadas e guarnecidas por bombeiros treinados.

Como exemplos, serão classificados alguns Postos de Bombeiros pertencentes a diversas regiões do estado, conforme a tabela seguinte:

Quadro 12 - Classificação dos graus de risco dos Postos de Bombeiros

<u>Posto</u>	<u>Cidade</u>	<u>Indústria Química</u>	<u>Rodovia, ferrovia ou avenida</u>	<u>Apoio</u>	<u>Classificação</u>
Campos Elíseos	São Paulo	Não	Não	Sim	Baixo Risco
Vila Noêmia	Mauá	Sim	Sim	Sim	Alto Risco com apoio
Registro	Registro	Não	Sim	Não	Alto Risco sem Apoio
Olímpia	Olímpia	Não	Não	Não	Baixo risco
Jales	Jales	Não	Não	Não	Baixo Risco
Casa Verde	São Paulo	Sim	Sim	Sim	Alto Risco sem Apoio

Fonte: Corpo de Bombeiros da PMESP.2002

12.4.1 Adequação do kit para contenção de vazamentos

Após a análise das diversas informações obtidas através da pesquisa realizada sobre as principais formas de transporte de produtos perigosos e estabelecimento dos graus de risco, definir-se-ão os tipos e as capacidades dos equipamentos de contenção de vazamentos.

Será denominado o conjunto de equipamentos e materiais de contenção como kit para contenção de vazamentos de produtos perigosos.

12.4.2 Tipos e capacidades dos kits para contenção

Entende-se como ideal o dimensionamento dos kits, levando-se em consideração a capacidade de contenção de cada conjunto, em relação ao grau de risco de cada localidade.

Empresas especializadas no assunto também adotam tal critério, relacionando a capacidade de contenção dos kits, com o volume potencial do vazamento do local onde serão empregados.

Não há como prever o volume de vazamentos que possam ocorrer em prováveis acidentes, em todos os pontos de estado de São Paulo, e, por essa razão, indicar-se-á a criação de três tipos de kits, buscando possibilitar à guarnição as condições mínimas para um atendimento eficiente e seguro.

As viaturas destinadas a este atendimento, baseadas nos diversos Postos de Bombeiros, deverão receber equipamentos para contenção, de acordo com os riscos a que estiverem submetidas.

Os kits serão classificados em três tipos, de acordo com suas capacidades de contenção, disponibilidade no mercado e indicação, conforme a próxima tabela.

Quadro 13 - Tipos de kits de contenção

TIPO DO KIT	CAPACIDADE	INDICAÇÃO
1	20 LITROS	Baixo risco
2	40 LITROS	Alto risco com apoio
3	80 LITROS (40 + 40)	Alto risco sem apoio

Fonte: Corpo de Bombeiros da PMESP.2002

12.4.3 Composição dos kits para contenção de vazamentos

Os kits para contenção de vazamentos de produtos perigosos serão compostos dos seguintes materiais:

Kit tipo 1

- Um contentor em PVC com capacidade para 20 litros, estanque e resistente a corrosivos e hidrocarbonetos;
- Quatro barreiras cilíndricas absorventes para líquidos em geral, construídas em polipropileno, resistentes a corrosivos e hidrocarbonetos, nas dimensões de 3"x1,2 m;
- Dezesesseis mantas absorventes construídas em polipropileno, para absorção de líquidos em geral, resistente a corrosivos e hidrocarbonetos, retangulares, medindo 40 cm x 45 cm x 9 mm;
- Dois sacos de polietileno com capacidade para 40 litros, com espessura mínima de 0,7 mm;
- Uma pá de material sintético anti-faiscante com resistência química a corrosivos e resistência mecânica para remoção de resíduos sólidos;
- Um conjunto de ferramentas de sapa contendo pá metálica, enxada, enxadão e picareta;
- Um conjunto de cunhas e batoques de madeira e borracha, de diversos tamanhos e bitolas para estancamento de pequenos vazamentos;
- Um macete de borracha.

Figura 44 - Kit tipo 1

Fonte: Corpo de Bombeiros da PMESP.2002

Kit tipo 2

- Um contentor em PVC com alças e tampas, com capacidade para 40 litros, estanque e resistente a corrosivos e hidrocarbonetos;
- Quatro barreiras cilíndricas absorventes para líquidos em geral, construídas em polipropileno, resistentes a corrosivos e hidrocarbonetos, nas dimensões de 3"x1,2 m;
- Dezesesseis mantas absorventes construídas em polipropileno, para absorção de líquidos em geral, resistente a corrosivos e hidrocarbonetos, retangulares, medindo 40 cm x 45 cm x 9 mm;
- Quatro sacos de polietileno com capacidade para 40 litros, com espessura mínima de 0,7 mm;
- Uma pá de material sintético anti-faísicante com resistência química a corrosivos e resistência mecânica para remoção de resíduos sólidos;
- Um conjunto de ferramentas de sapa contendo pá metálica, enxada, enxadão e picareta;
- Um conjunto de cunhas e batoques de madeira e borracha, de diversos tamanhos e bitolas para estancamento de pequenos vazamentos;
- Um macete de borracha.

Kit tipo 3

- Dois contentores em PVC com alças e tampas, com capacidade para 40 litros cada, estanques e resistentes a corrosivos e hidrocarbonetos;
- Oito barreiras cilíndricas absorventes para líquidos em geral, construídas em polipropileno, resistentes a corrosivos e hidrocarbonetos, nas dimensões de 3"x1,2 m;
- Trinta e duas mantas absorventes construídas em polipropileno, para absorção de líquidos em geral, resistente a corrosivos e hidrocarbonetos, retangulares, medindo 40 cm x 45 cm x 9 mm;
- Oito sacos de polietileno com capacidade para 40 litros, com espessura mínima de 0,7 mm;
- Duas pás de material sintético anti-faiscante com resistência química a corrosivos e resistência mecânica para remoção de resíduos sólidos;
- Um conjunto de ferramentas de sapa contendo pá metálica, enxada, enxadão e picareta;
- Um conjunto de cunhas e batoques de madeira e borracha, de diversos tamanhos e bitolas para estancamento de pequenos vazamentos;
- Um macete de borracha.

12.4.4 Materiais de Proteção

Tão importante quanto os equipamentos de contenção e neutralização, é a proteção individual do bombeiro, devendo a primeira viatura no local, possuir as seguintes condições mínimas para um atendimento com segurança:

Roupas de proteção

Para a definição da quantidade de roupas por viatura, utilizar-se-á o mesmo critério usado para o kit de contenção, em que foram analisados os fatores de locais com elevado grau de risco de acidentes e possibilidade de acesso rápido.

A tabela abaixo estabelece os tipos e quantidades de roupas de proteção, conforme o kit de contenção de vazamento e o risco de acidentes:

Quadro 14 - Distribuição mínima de roupas de proteção

TIPO DO KIT DE CONTENÇÃO	QUANTIDADE E TIPO DE ROUPA		INDICAÇÃO
	NÍVEL A	NÍVEL B	
1	-	02	Baixo risco
2	-	02	Alto risco com apoio
3	02	02	Alto risco sem apoio

Fonte: Corpo de Bombeiros da PMESP.2002

Luvas e botas de proteção

Em complementação às roupas, deverão ser disponibilizadas para o primeiro socorro, luvas e botas de proteção, indicadas para o manuseio de produtos perigosos.

As quantidades relacionadas abaixo são indicadas para os vários graus de risco previstos na adequação do kit para contenção de vazamentos:

- Quatro pares de luvas de proteção de PVC, tamanho grande;
- Dois pares de luvas de proteção PVA, tamanho grande;
- Quatro pares de luvas de neoprene, tamanho grande;
- Uma caixa de luvas de procedimentos de látex;
- Cinco pares de luvas de raspa;
- Quatro pares de botas de PVC.

Equipamentos de proteção respiratória

Os equipamentos de proteção respiratória são fundamentais para a proteção das primeiras guarnições a chegar em um local de ocorrência envolvendo produtos perigosos.

Para as guarnições baseadas em locais de alto risco e distantes de apoio operacional, a viatura deverá ser equipada, no mínimo, com quatro conjuntos de máscaras autônomas.

Relação de materiais de neutralização e limpeza

Aos três tipos de kits para contenção de vazamentos, serão incluídos nas mesmas quantidades, os seguintes materiais:

- Dois vassourões de piaçava com bitola mínima de 50 mm;
- Quatorze kg de composto de turfa ou pó de celulose, para bioremediação de hidrocarbonetos;
- Cinquenta kg de barrilha ou vermiculita acondicionados em sacos reforçados, para neutralização de pequenos vazamentos.

Outros materiais

Além dos já relacionados, a viatura equipada com o kit básico deverá possuir os seguintes materiais para o atendimento a emergências envolvendo produtos perigosos:

- Duas lanternas intrinsecamente seguras;
- Um binóculo 12x50;
- Uma caixa de cartões reagentes para medição de pH;
- Um guia da ABIQUIM atualizado;
- Dois rolos de 50 metros de fita plástica zebra, nas cores amarela e preta;
- Uma lona plástica de 3x4 m ;
- Cinco cones de sinalização;
- Um extintor de PQS 20-B:C;
- Quatro bombonas de LGE tipo AFFF;
- Um proporcionador de espuma tipo K-400 e esguicho lançador.

BIBLIOGRAFIA

CENTRO DE ENSINO E INSTRUÇÃO DE BOMBEIROS “CEL PA PAULO MARQUES PEREIRA. **CEP/Atendimento a Emergência com Produtos Perigosos 2003/2004**, São Paulo, 2003.

CETESB. **Estatística de Acidentes**. Net, São Paulo, 1978 a 2003. Disponível em <<http://www.cetesb.sp.gov.br/emergencia/estatistica/geral.asp>>. Acesso em 01Mai04.

CETESB. **Revista Meio Ambiente Industrial. Nº 38 e 48**. Net, São Paulo, Disponível em http://www.cetesb.sp.gov.br/emergencia_doviarios/introducao.asp, acesso em 05JUN2004.

NOLL, Gregory G.; HILDEBRAND, Michael S.; YVORRA, James G. **HAZARDOUS MATERIALS “MANAGING THE INCIDENT”** – 2ª ed. Fire Protection Publications, Oklahoma State University, Oklahoma, 1995.

COELHO, Hamilton da Silva. **Procedimento Operacional Padrão de Descontaminação de Equipamentos Utilizados em Ocorrências com Produtos Perigosos**, Monografia (Curso de Aperfeiçoamento de Oficiais) – Centro de Aperfeiçoamento e Estudos Superiores, Polícia Militar do Estado de São Paulo, 2000.

BERTO, Paulo César. **Primeiras Ações do Policial Militar em Acidentes Rodoviários Envolvendo Produtos Perigosos**. Monografia (Curso de Aperfeiçoamento de Oficiais) – Centro de Aperfeiçoamento e Estudos Superiores, Polícia Militar do Estado de São Paulo, 2004.

LEAL, Omar Lima. **Acidentes Químicos Ampliados: O Papel do Corpo de Bombeiros em Acidentes e Transporte Rodoviários**. Monografia (Curso de Aperfeiçoamento de Oficiais) - Centro de Aperfeiçoamento e Estudos Superiores, Polícia Militar do Estado de São Paulo, 1999.

CUNHA, Roberto Rensi. **Atendimento de Emergência Envolvendo Produtos Perigosos pelo Auto Bomba Salvamento**. Monografia (Curso de Aperfeiçoamento de Oficiais) - Centro de Aperfeiçoamento e Estudos Superiores, Polícia Militar do Estado de São Paulo, 2002.

PETROBRAS. **N-4 – Uso de Cor em Instalação Terrestre**. 1995.

PETROBRAS. **N-1522 – Identificação de Tubulações Industriais**. 2005.

PETROBRAS. **N-1219 – Cores Padronização**. 2001.

Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 6493 – Emprego de Cores Fundamentais para Tubulações Industriais**. 1994.

NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION. **Recommended Practice for Responding to Hazardous Materials Incidents**. NFPA 471. USA. 1997. 25p.

NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION. **Professional Competence of Responders to Hazardous Materials Incidents**. NFPA 472. USA. 1997. 63p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Atendimento a Emergência no Transporte de Produtos Perigosos**. NBR 14064. 2003. 12 p.

Norma Operacional de Bombeiro Nº 30/04 - Atendimento a Emergências com Produtos Perigosos;

Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado de São Paulo. **Procedimentos Operacionais Padrão – Produtos Perigosos – Descontaminação**.

CENTRO DE ENSINO E INSTRUÇÃO DE BOMBEIROS “CEL PA PAULO MARQUES PEREIRA, **Manual de Fundamentos do Atendimento a Emergências com Produtos Perigosos** – Corpo de Bombeiros do Estado de São Paulo- 2002.

ABIQUIM. **Manual para Atendimento de Emergências com Produtos Perigosos- 2002**. 4ªed. São Paulo, 2002.

Centro de Instrução e Ensino de Bombeiros. **Noções de Química para Produtos Perigosos**. Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado de São Paulo. 1992.

NEOTRONICS. **Instrumentos de Monitoramento**. Georgia USA: Neotronics. 1991. (Catálogo de equipamentos).

MSA. **Equipamentos de Proteção e Instrumentos de Detecção de Gases**. São Paulo - Brasil: MSA.1992. (Catálogo de equipamentos).

MSA. **Products For Hazmat Protection Pittsburg** USA: MSA.1988. (Catálogo de equipamentos).

FOXBORO. **Analyzers Infrared**. Massachussets, USA: Foxboro. 1988. (Catálogo de equipamentos).

FOXBORO. **Organic Vapor Analyzer**. Massachussets USA: Foxboro.1984. (Catálogo de equipamentos).

HNU . **Gas Chromatographs for Environmental Analysis**. Massachussets USA. HNU.1990. (Catálogo de equipamentos).

MSA. **Miniguia de Produtos de Segurança e Proteção**. São Paulo: MSA.1993. (Catálogo de equipamentos).

MSA. **Indicador de Oxigênio**. São Paulo: MSA.1984. (Catálogo de equipamentos).

MSA. **Indicador de Gás Sulfídrico**. São Paulo:MSA.1984. (Catálogo de instrumentos).

MSA. **Indicador de Monóxido de Carbono**. São Paulo: MSA.1989. (Catálogo de instrumentos).

DRAGER. **Detector de Gases**. São Paulo: Drager.1990. (Catálogo de instrumentos).

FOXBORO. **Portable Vapor Analyzer**. Massachussets USA: Foxboro.1985 (Catálogo de instrumentos).

FOXBORO. **Ultipoint Ambient Air Monitors**. Massachussets USA: Foxboro.1985 (Catálogo de instrumentos).

SPEX. **Analisador Portátil de Ar Ambiente**. São Paulo: Spex.1988. (Catálogo de instrumentos).

MSA. **Alarme de Gás Combustível**. São Paulo: MSA.1988. (Catálogo de instrumento).

Possebom, José. **Apostila: Curso de Gases e Vapores Orgânicos**. São Paulo: Fundação. Armando Alves Penteado, 1984.

Filho, Nécio de Souza et alli. **Apostila do Seminário de Instrumentação e Leitura da Monitoração de Gases, Vapores e Contaminantes Tóxicos**. MSA. São Paulo.1989.

Brasil. Norma L5.145 CETESB. **Determinação de pH em Águas - Método Eletrométrico**.

AIHA. **Manual of Recomend Practice of Combustible Gas Indicators and Portable, Direct Reading Hidrocarbon Detectors** - First edition American Industrial Association.1980.

EPA. **Apostila do Curso: Emergency response to hazardous material incidents**.1992

EPA. **Apostila do Curso: Air Monitoring for Hazardous Materials**.1993.

Willard, H; Merritt, L, Jr; Dean, J. **Análise Instrumental**. Fundação Calouste Gulbenkian.Lisboa.2 a edição.986 p.

Perkin Elmer Instruments. **Curso Básico Cromatografia a Gás**.

HS Hidrosuprimentos. **Equipamentos para Hidrogeologia e Engenharia Ambiental.**

FUNDACENTRO, **Equipamento de Proteção Individual**, São Paulo, 1981, 92 p.
FILHO, L. F. R., **Curso de Engenharia de Segurança do Trabalho**,
FUNDACENTRO, São Paulo, 1981, V. II, p. 399.

CETESB. **Revista Meio Ambiente Industrial. Nº 38 e 48.** Net, São Paulo,
Disponível em http://www.cetesb.sp.gov.br/emergencia/artigos/artigos_revista.asp,
acesso em 03MAI2006.

BRASIL. Portaria Nº 3214, de 8 de junho de 1978. **Regulamenta as Normas Regulamentadoras do Capítulo V, do Título II, da Consolidação das Leis do Trabalho, relativas à segurança e medicina do trabalho.**

Haddad, Edson & Minnitti, Vivienne, **Roupas, Luvas e Botas de Proteção Química**,
Trabalho Técnico da CETESB, São Paulo, 1995.

Silva, Ronaldo de Oliveira & Teixeira, Mauro de Souza, **Proteção Respiratória**,
Trabalho técnico da CETESB, São Paulo, 1996.

O CONTEÚDO DESTA MANUAL TÉCNICO ENCONTRA-
SE SUJEITO À REVISÃO, DEVENDO SER DADO AMPLO
CONHECIMENTO A TODOS OS INTEGRANTES DO
CORPO DE BOMBEIROS, PARA APRESENTAÇÃO DE
SUGESTÕES POR MEIO DO ENDEREÇO ELETRÔNICO
CCBSSECINC@POLMIL.SP.GOV.BR

