



Manual de Produtos Perigosos

2021





ESTADO DE MATO GROSSO
SECRETARIA DE ESTADO DE SEGURANÇA PÚBLICA
CORPO DE BOMBEIROS MILITAR
DIRETORIA DE ENSINO, INSTRUÇÃO E PESQUISA

Manual Operacional do Corpo de Bombeiros Militar do Estado de Mato Grosso

Produtos Perigosos

Organizadores:

Cel BM Flávio Gledson Vieira Bezerra

Maj BM Heitor Alves de Souza

Cap BM André Conca Neto

Cap BM Felipe Mançano Saboia

1º SGT BM Leonardo Seganfredo

3º SGT BM Eduardo Silva Leite

Comissão de Elaboração:

TC BM João Paulo Nunes Queiróz

Cap BM Felipe Mançano Saboia

1ºTen BM Fábio dos Santos Sabino

ALIENA VIVIT ET

19



**ESTADO DE MATO GROSSO
SECRETARIA DE ESTADO DE SEGURANÇA PÚBLICA
CORPO DE BOMBEIROS MILITAR
DIRETORIA DE ENSINO, INSTRUÇÃO E PESQUISA**

Mauro Mendes Ferreira
Governador do Estado de Mato Grosso

Alexandre Bustamante dos Santos
Secretário de Estado e Segurança Pública

Cel BM Alessandro Borges Ferreira
Comandante-Geral do CBM-MT

Cel BM Ricardo Antônio Bezerra Costa
Comandante-Geral Adjunto do CBM-MT

Cel BM Flávio Gledson Vieira Bezerra
Diretor de Ensino, Instrução e Pesquisa do CBM-MT

Organizadores:

Cel BM Flávio Gledson Vieira Bezerra
Maj BM Heitor Alves de Souza
Cap BM André Conca Neto
Cap BM Felipe Mançano Saboia
1º SGT BM Leonardo Seganfredo
3º SGT BM Eduardo Silva Leite



PREFÁCIO

O Corpo de Bombeiros Militar de Mato Grosso foi criado em 19 de agosto de 1964, com a nobre missão de atuar na extinção de incêndios e nas operações de salvamento. Em toda a sua história foram constantes os esforços para a expansão dos atendimentos à população, em seus momentos de maior necessidade, e sempre prezando pela excelência nesses atendimentos.

A manutenção da corporação constantemente atualizada e treinada para salvar vidas é uma tarefa das mais intermináveis, dada a velocidade do fluxo de inovações no mundo moderno, sejam elas tecnológicas, em nossos materiais e equipamentos, ou em relação aos procedimentos e padrões do atendimento.

Nesse sentido, no intuito de aprimorar a padronização a nível estadual, foram instituídas comissões compostas por militares especializados em suas respectivas áreas do conhecimento para estudarem a fundo o que de mais moderno temos nos conhecimentos de cada uma das oito áreas temáticas selecionadas, e assim produzirem os manuais que se publicam nesta oportunidade.

Com a criação do presente material, teremos condições de avançar nos nossos treinamentos e capacitações, de forma padronizada, bem como para termos parâmetros perenes de continuidade nos serviços de atendimento às urgências e emergências. Aliado a isso, os militares passam a ter em seus acervos um material rico em conteúdos e que irá subsidiar suas ações diárias, garantindo assim uma maior segurança nos atendimentos e satisfação pessoal aos nossos valorosos bombeiros militares, que dedicam suas vidas em prol das vidas alheias, riquezas e do meio-ambiente.

É com imensa satisfação que fazemos o lançamento da primeira edição dos manuais operacionais do CBMMT, que com certeza agregarão muito na melhoria dos serviços que prestamos à população matogrossense. Parabéns por fim todos os militares que contribuíram, direta ou indiretamente, na produção deste material, com a certeza de que será um marco ao conhecimento técnico-profissional em nossa amada instituição.

***Alessandro Borges Ferreira – Cel BM
Comandante Geral do CBMMT***

LISTA DE ABREVIações

- ABIQUIM – Associação Brasileira das Indústrias Químicas;
- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas;
- ANP – Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis;
- ATM – atmosfera (pressão);
- BLEVE – *Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion* (explosão do vapor sob pressão do líquido expandido);
- CBMMT – Corpo de Bombeiros Militar do Estado de Mato Grosso;
- COPP – Curso de Operações com Produtos Perigosos;
- ENB Portugal – Escola Nacional de Bombeiros de Portugal;
- EPC – Equipamento de Proteção Coletiva;
- EPI – Equipamento de Proteção Individual;
- EPR – Equipamento de Proteção Respiratória;
- ETA – Estação de Tratamento de Água;
- FISPQ – Ficha de Informação de Segurança do Produto Químico;
- GHS – *Global Harmonized System* (Sistema Harmonizado Global);
- GLP – Gás liquefeito de Petróleo;
- HAZMAT – *Hazardous Materials* ou *Hazard Material* (Materiais perigosos);
- IPVS e IDLH – Imediatamente Perigoso à Vida e à Saúde;
- K (temperatura) – Temperatura e Kelvin;
- LD50 – *Lethal Dose of 50%* (Dose letal para 50% das cobaias);
- LGE – Líquido Gerador de Espuma;
- LII, LIE e LEL – Limite Inferior de Inflamabilidade, Limite Inferior de Explosividade e *Lower Explosive Limit*;
- LSI, LSE e UEL – Limite Superior de Inflamabilidade, Limite Superior de Explosividade e *Upper Explosive Limit*;
- NBR – Norma Brasileira;
- NFPA – National Fire Protection Association (Estados Unidos da América);
- NR – Norma Regulamentadora;
- ONU – Organização das Nações Unidas;
- OSHA – *Occupational Safe and Health Association* (Estados Unidos da América);

PP – Produto Perigoso;

PPM – Partes por milhão;

SCBA – *Self-Contained Breathing Apparatus* (aparelho autônomo de respiração);

TEM – Ministério do Trabalho e Emprego;

TLV – *Threshold Limit Values*;

TLVC - *Threshold Limit Values Ceiling* (teto);

TLV-STEL - *Threshold Limit Values-Short Exposure Limit*;

TLV-TWA - *Threshold Limit Value-Time Weighted Average*;

US EPA – *United States Environmental Protection Association* (Estados Unidos da América);

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	3
2. CONCEITO DE PRODUTOS PERIGOSOS (OU AGENTES PERIGOSOS)	5
3. IDENTIFICAÇÃO DE UMA OCORRÊNCIA ENVOLVENDO PRODUTOS PERIGOSOS	6
Primeiro método: Lugar e atividade.....	7
Segundo método: forma e tipo dos recipientes	8
Terceiro método: Cores e Sinais	12
Quarto método: painéis e rótulos.....	20
Quinto método: fichas, documentos e manuais	42
Sexto método: aparelhos de detecção e medição	48
Sétimo método: órgãos e sentidos	48
4 PROCEDIMENTOS DE SEGURANÇA	49
Considerações Gerais	49
Principais ações básicas a serem tomadas em emergências com produtos perigosos	50
5 5. ATENDIMENTO DE PRIMEIRA RESPOSTA (AÇÕES DEFENSIVAS)	54
Sólidos:	54
Líquidos:	54
Gases: 71	
6 EQUIPAMENTO DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL	78
Rotas de Exposição ao Contaminante	79
Efeitos no organismo:	79
Proteção da cabeça.....	80
Proteção das Mãos.....	80
Proteção dos pés	82
Roupas de Proteção	83
Níveis de Proteção	88
Roupas de proteção térmica e combate a incêndios estruturais	92
Primeira Resposta	97
7 EQUIPAMENTO DE PROTEÇÃO RESPIRATÓRIA - EPR	99
A vulnerabilidade dos Pulmões	99

Ar Atmosférico	99
Deficiência de ar respirável	100
Intoxicação por Inalação.....	100
Classificação de uma atmosfera nociva	104
Classificação dos Equipamentos de Proteção Respiratória.....	105
Equipamentos filtrantes purificadores de ar	106
Respiradores por Adução de Ar (ou respiração por linha de ar ou Ar mandado)	111
Equipamento de Respiração Autônoma de Pressão Positiva - Máscara autônoma de Circuito Aberto (em inglês SCBA – <i>Self-Contained Breathing Apparatus</i>)	113
8 ISOLAMENTO DE ÁREA E ZONAS DE CONTROLE	118
Zonas ou áreas de Controle	119
9 EQUIPAMENTOS DE DETECÇÃO E MONITORAMENTO	123
Indicadores de Oxigênio ou Oxímetros	123
Indicadores de Gás Combustível ou Explosímetros	125
Monitores de Toxicidade.....	129
Redução de contaminação (descontaminação)	130
Métodos de Descontaminação	133
10 EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL E RESPIRATÓRIA.....	144
Vestimenta	144
Equipamento de proteção respiratória - EPR.....	145
Protetor ocular de ampla visão ou protetor de face de acrílico (face shield)	148
Máscara de proteção respiratória integral (<i>full face</i>) com cartucho filtrante	149
Equipamento de proteção respiratória autônomo de pressão positiva	150
Proteção para os pés.....	150
Selagem dos trajes	151
11 EQUIPAMENTOS PARA A APLICAÇÃO DE SOLUÇÕES DESCONTAMINANTES (DESINFECTANTES OU DETOXIFICANTES)	152
Locais prioritários a executar as ações de descontaminação (desinfecção)	152
Descontaminação da equipe do CBMMT	153
Destinação dos resíduos (epi's utilizados)	155
REFERÊNCIAS	156

1. INTRODUÇÃO

O Estado do Mato Grosso é um grande consumidor de produtos químicos, principalmente combustíveis (líquidos e gases inflamáveis), agrotóxicos (substâncias tóxicas) e fertilizantes (substâncias Oxidantes e Peróxidos Orgânicos) com grande consumo de produtos de mineração (substâncias tóxicas) ou outros também classificados como perigosos.

Em Mato Grosso, a maior parte desse material é transportado pelo modal rodoviário e a sua vulnerabilidade possibilita a ocorrência de graves acidentes, que podem gerar danos ao meio ambiente, ao patrimônio privado e/ou público, à sociedade em geral, e ao próprio Bombeiro Militar durante os atendimentos. Existe na região sul do estado o transporte desse tipo de produto no modal ferroviário.

Segundo a Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis - ANP, (Anuário Estatístico 2019), o estado possui um grande consumo de gases inflamáveis - é o segundo maior revendedor de gás liquefeito de petróleo, com volume de vendas de 220,03 mil m³.

Existe ainda grande consumo de líquidos inflamáveis, com a maior quantidade de bases de distribuição de combustíveis líquidos derivados de petróleo e etanol do Centro-Oeste, e o terceiro maior do Brasil, sendo Mato Grosso:

- Maior armazenador de derivados de petróleo do Centro-Oeste com 77.274,55 m³ de capacidade de armazenamento.
- Maior armazenador de Etanol do Centro-Oeste e 6^o (sexto) maior do Brasil, com 31.769,07 m³ de capacidade de armazenamento.
- Maior armazenador de biodiesel do Centro-Oeste e 7^o maior do Brasil, com 9.780,03 m³ de capacidade de armazenamento.
- Segundo maior produtor de Biodiesel (B100) do Brasil e maior do Centro-Oeste com 1.133.560 m³ produzidos.

A produção de Biodiesel está diretamente vinculada ao consumo e transporte de Metanol, sendo o estado de Mato Grosso o maior consumidor de Metanol do Centro Oeste e o 2^o (segundo) maior do Brasil, com 128.642 m³ consumidos, sendo tal resultado maior que a região Sudeste, Norte e Nordeste juntas.

Há uma gama extremamente grande de utilização de gases no estado, com seu transporte sendo realizado diariamente, a exemplo do gás oxigênio industrial e hospitalar (gás refrigerado não inflamável), gás amônia (gás tóxico e corrosivo)

utilizado na refrigeração em indústria, principalmente frigorífica, e gás cloro (gás tóxico e corrosivo) utilizado para sistemas de purificação das águas em redes de abastecimento, esse último utilizado em algumas Estações de Tratamento de Água – ETA.

A grande característica que marca a emergência com PP (ou agentes perigosos) é a imprevisibilidade, principalmente na etapa do transporte, geralmente distante de sua base de produção. As condições atuais de atendimento às ocorrências envolvendo produtos perigosos podem apresentar um tempo resposta bastante elevado, agravando-se os danos causados.

As emissões decorrentes de acidentes, ou seja, vazamentos, derrames, e incêndios possuem extensão variável, sendo influenciadas pelas condições topográficas e meteorológicas, e sua gravidade depende das propriedades químicas, físicas, toxicológicas e ecotoxicológicas do produto. Já a exposição aos vapores e gases tóxicos gerados pelas emissões podem provocar graves efeitos à saúde das pessoas que estiverem no local.

Ainda em caráter demonstrativo, incidentes ou acidentes radiológicos ou nucleares (produtos radioativos ou agentes radioativos e nucleares) podem ocorrer de forma repentina, como o incidente ocorrido no Município de Cuiabá no primeiro semestre de 2014. Na ocasião, um recipiente contendo o radioisótopo Césio 137 foi armazenado indevidamente, sendo encontrado por uma funcionária de uma empresa localizada no Distrito Industrial de Cuiabá. Foi realizado o protocolo para atendimento a este tipo de incidente, sendo acionando inclusive a Comissão Nacional de Energia Nuclear – CNEN.

Nesse sentido o Corpo de Bombeiros Militar do Estado de Mato Grosso, assim como os Corpos de Bombeiros do Brasil e do mundo buscam de forma constante a otimização de ações preventivas, de atendimento e capacitação técnica dos seus profissionais, visando a manutenção da vida e do meio ambiente, bem como, do patrimônio público e privado, cumprindo dever fundamental derivado de imposições legais.

2. CONCEITO DE PRODUTOS PERIGOSOS (OU AGENTES PERIGOSOS)

Existem diversas definições para produtos perigosos (ou agentes perigosos), basicamente abrangendo as características de risco que eles possuem. São exemplos de definições:

Segundo a *National Fire Protection Association* – NFPA, na norma NFPA 471 de 1997, o produto perigoso é “uma substância (sólida, líquida ou gasosa) que, quando liberada, tem a capacidade de gerar ameaça às pessoas, ao meio ambiente e à propriedade”.

Segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, através da NBR 14725-1 de 2010, produto químico perigoso é o “produto químico classificado como perigoso para a segurança, a saúde e/ou o meio ambiente, conforme o critério de classificação adotado”.

Também podemos elencar que o Ministério do Meio Ambiente cita que “Produtos perigosos são produtos que devido às suas características podem representar risco à saúde humana, ao meio ambiente e/ou às propriedades públicas ou privadas”.

As Forças Armadas Brasileiras utilizam o termo QBRN (Químicos, Biológicos, Radiológicos e Nucleares; *Chemical, Biological, Radiological and Nuclear Defense - CBRN* em inglês), tratado na Defesa QBRN (DQBRN) voltado para armas (ou ameaça) QBRN que “é o artefato projetado e construído com o propósito de causar a liberação de agente químico, biológico, material radioativo ou de gerar uma detonação nuclear sobre determinado alvo. Devido à magnitude de seus efeitos é considerada uma arma de destruição em massa”.

Com o objetivo de reunir os principais conceitos e a ideia principal dos riscos possíveis, propomos a definição para produtos perigosos:

É todo o agente de natureza química, biológica, radiológica ou nuclear que, podendo estar no estado líquido, sólido ou gasoso, que pode afetar de forma nociva, direta ou indiretamente a população, o meio ambiente e o patrimônio.

3. IDENTIFICAÇÃO DE UMA OCORRÊNCIA ENVOLVENDO PRODUTOS PERIGOSOS

A identificação e uma ocorrência envolvendo produtos perigosos é o processo de reconhecimento de um agente potencialmente perigoso aos seres vivos, ao meio ambiente e ao patrimônio.

Toda substância química comercializada, na maioria dos países, possui pelo menos um rótulo de identificação para o produto. Há Leis e Normas nacionais e internacionais, criadas pela Organização das Nações Unidas (ONU), que regem esse sistema, e são amplamente utilizadas. O Brasil, por ser membro da ONU, segue este sistema.

O problema aparece quando não possuímos tais informações no início do atendimento a ocorrência, quando não existem informações concretas, ou estas se apresentam esparsas e até conflitantes. Saber com qual material estamos lidando possibilita um dimensionamento adequado da resposta.

A desinformação a respeito existência ou não de produtos perigosos cria situações de risco às equipes de socorro, à população e ao meio ambiente. A não adoção das medidas de proteção e das formas de atuação corretas poderá agravar a situação com a exposição a outros perigos ainda mais graves. Com isso, entre outras ações a se tomar, é imperativo que, seja realizado o reconhecimento do cenário, iniciando-se pela identificação dos envolvidos no acidente.

Os eventos envolvendo Produtos Perigosos podem ocorrer devido ao:

- Transporte rodoviário, marítimo, fluvial, ferroviário, dutoviário (em tubulações), Incêndios, espaços confinados, colisões, comercialização, manuseio e aplicação, armazenagem, linhas de produção, dutos, instalações fixas de tubulações, baterias de gás, ocorrência proposital (ataques terroristas), entre outros.

Além das substâncias consideradas industriais, podemos encontrar emergências ou incidentes envolvendo agentes químicos, biológicos, radiológicos ou nucleares, tratados como agentes QBRN, muitas vezes encontrados em conflitos armados ou utilizados para fins de terrorismo.

Algumas situações emergenciais não envolvem produtos (ou agentes) perigosos classificados, porém as formas de trabalho, protocolo de atendimento são

muito semelhantes. São exemplos os protocolos relacionados ao atendimento a agentes biológicos infecciosos, como os vírus de febres hemorrágicas (ex. Ebola, Lassa, outros Arenavírus, etc.), ações com armas químicas, etc.

Há também os produtos ou agentes que não são classificados como perigosos, porém podem causar danos diretos ao meio ambiente e indireto à população, a exemplo de materiais para uso industrial, como o óleo vegetal, sangue bovino, etc. Tais produtos se lançados ao meio ambiente podem causar grande dano ambiental, podendo ocasionar ainda problemas como desabastecimento de água, etc.

Identificar emergências onde existam ou que levantem a chance de haver produtos perigosos envolvidos constitui o objetivo prioritário das equipes de primeira intervenção. São elencados 07 (sete) métodos de identificação dos produtos perigosos, a saber:

- Lugar e atividade;
- Forma e tipo dos recipientes;
- Sinais e cores;
- Painéis e Rótulos;
- Fichas, documentos e manuais;
- Aparelhos para detecção e medida;
- Órgãos e sentidos.

As ocorrências envolvendo produtos perigosos tem uma incidência menor quando comparadas com outras ocorrências atendidas pelo CBMMT, entretanto, envolvem alta complexidade e um grande potencial de letalidade e complicações.

PRIMEIRO MÉTODO: LUGAR E ATIVIDADE

A presença dos produtos perigosos não se restringe à indústria ou ao transporte. Eles também podem se encontrar em garagens, supermercados, habitações, entre outros locais. Muitas vezes o armazenamento destes materiais é feito de forma inadequada.

As localizações potenciais são classificadas em quatro áreas básicas:

- Área de Produção;
- Área de Armazenamento;

- Transporte;
- Utilização.

A identificação dos locais de armazenamento ou das embalagens de produtos perigosos nem sempre é fácil uma vez que podem não estar devidamente identificados.

Nesse sentido, é importante, em caráter preventivo, efetuar a análise dos riscos do local e sua localização na região de atuação da unidade de bombeiro militar, sejam em distritos industriais, empresas que manipulem produtos químicos, empresas diversas, ou outras, de tal forma que os bombeiros tenham conhecimento dos riscos no local antes da emergência, isso pode ser feito por meio de visitas técnicas e planos de emergência ou planos de auxílio mútuo, permitindo uma relação melhor entre a corporação e as empresas, além de trabalhar os riscos de forma preventiva.

Em uma emergência, a localização ou identificação de uma das quatro áreas básicas (área de produção, área de armazenamento, transporte e utilização), pode fornecer indícios sobre os tipos de produtos que podem estar envolvidos.

Figura 1 - Armazenamento



Fonte: ENB Portugal – matérias perigosas

Figura 2 - Comércio



Fonte: Fada plásticos

SEGUNDO MÉTODO: FORMA E TIPO DOS RECIPIENTES

O segundo método de identificação de produtos perigosos é a confirmação de

que estão devidamente embalados através da observação das características (forma, tamanho, etc.) da embalagem ou recipiente.

Recipientes característicos (cilindros de gases pressurizados, tanques, etc.) indicam características e propriedades químicas e físicas dos produtos, quer estes estejam em estado líquido, sólido ou gasoso.

Figura 3 - Tambores metálicos



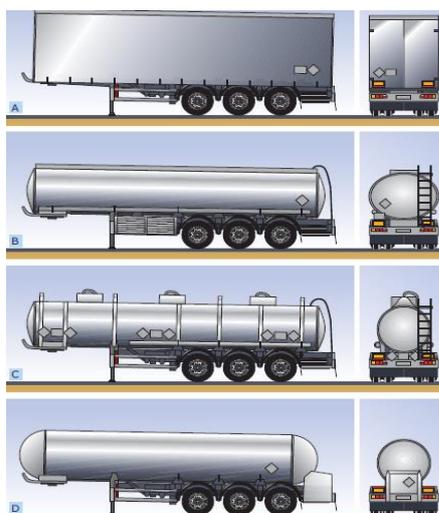
Fonte: GRK Chemical Private Limited

Figura 4 - Galões de armazenamento



Fonte: Jornal Primeira Página - São Carlos/SP

Figura 5 - Tipos de veículos de transporte de produtos perigosos:
Tipo A: transporte de carga fracionada; Tipo B: líquidos; Tipo C: corrosivos; Tipo D: gases.



Fonte: ENB Portugal - matérias perigosas.

3.1.1 Vagões tanque de transporte ferroviário

Os vagões tanques são os responsáveis pelo transporte ferroviário de produtos perigosos. No Brasil o transporte ferroviário de PP, principalmente os que transitam pelos terminais de Mato Grosso (Alto Araguaia, Alto Taquari e Rondonópolis), transportam derivados de petróleo e etanol, utilizando os vagões tanque de baixa pressão, também conhecidos como vagões tanque de serviço geral, de propósito geral ou de baixa pressão. Podem transportar varios tipos de produtos perigosos, tais como líquidos e sólidos inflamáveis, sólidos e líquidos reativos, oxidantes/ peróxidos orgânicos, tóxicos e irritantes, e corrosivos. Podem ainda transportar produtos não perigosos, como óleo vegetal.

Figura 6 - Vagão de transporte de líquidos inflamáveis.



Fonte: Rumo logística (ALL).

Figura 7 - Vagão de transporte de líquidos inflamáveis.



Fonte: Foto de Marcos Antônio Pau, São Carlos, SP, tanque empresa Rumo Logística (ALL) - Raízen.

3.1.2 Recipientes Intermodais

Estes recipientes estão compostos por um tanque de metal montado no interior de um chassi de suporte sólido e resistente. A estrutura em monobloco, fabricada com base em rígidas normas internacionais, faz com que os recipientes intermodais tenham eventualmente a capacidade de intercambiar-se entre os meios de transporte, tais como ferrovias, rodovias ou via marítima.

3.1.2.1 Recipientes intermodais de baixa pressão

IMO 101

Os tanques portáteis IMO 101 podem transportar materiais perigosos e não perigosos.

Figura 8 - Tanque intermodal IMO 101.



Fonte: Hazardous Materials - Awareness and Operation, Chapter 3, IAFC/NFPA

IMO 102

Os tanques portáteis IMO 102 Podem transportar produtos como álcool, alguns corrosivos, pesticidas, inseticidas, resinas, solventes e líquidos inflamáveis.

Figura 9 - Tanque intermodal IMO 102.



Fonte: Foto retirada pela CAEPP-CBMMT em operação de fiscalização na região de Cáceres-MT

TERCEIRO MÉTODO: CORES E SINAIS

A sinalização por cor é um sistema rápido para se identificar os riscos e vem sendo cada vez mais utilizada nas sinalizações de segurança. Os recipientes que armazenam produtos perigosos possuem cores e/ou marcas específicas que indicam o risco e do produto ali contido.

3.1.3 Tubulações industriais e cores de identificação

Nas emergências em que existam tubulações industriais, uma das primeiras ações a serem tomadas é a identificação do tipo de fluido contido na tubulação. A cor da tubulação é uma forma fácil de realizar a identificação do tipo de produto envolvido na emergência, permitindo uma melhor atuação da equipe.

A ABNT NBR 6493 regulamenta o emprego das cores para a identificação das

tubulações. É normatizado também gravar o nome do produto e fixá-lo em locais visíveis, sendo encontrado também o sentido do fluxo.

Figura 10 - Tubulação de produtos perigosos, coloração parcial e sentido de fluxo.



Fonte: ENB Portugal – matérias perigosas.

Tabela 1 - Cores de tubulações (com base na ABNT NBR 6493)

Inflamáveis e combustíveis de alta viscosidade	Preto
Inflamáveis e combustíveis de baixa viscosidade	Alumínio
Produtos Intermediários ou pesados	Creme
Gases não liquefeitos	Amarelo
Vácuo	Cinza claro
Eletrodutos	Cinza escuro

Álcalis – lixívias	Lilás		
Ácidos	Laranja		
Água	Verde		
Materiais destinados a combate a incêndios	Vermelho		
Ar comprimido	Azul		
Vapor	Branco		
Vapor superaquecido	Vermelho	Branco	Vermelho
Gasolina	Marrom	Vermelho	Marrom

Figura 11 - Placa de identificação de cores de tubulações em empresa.



Fonte: foto retirada pelo autor na empresa Pan Americana S/A Industrias Químicas

Figura 12 - Tubulações em empresa de fabricação de produtos químicos.



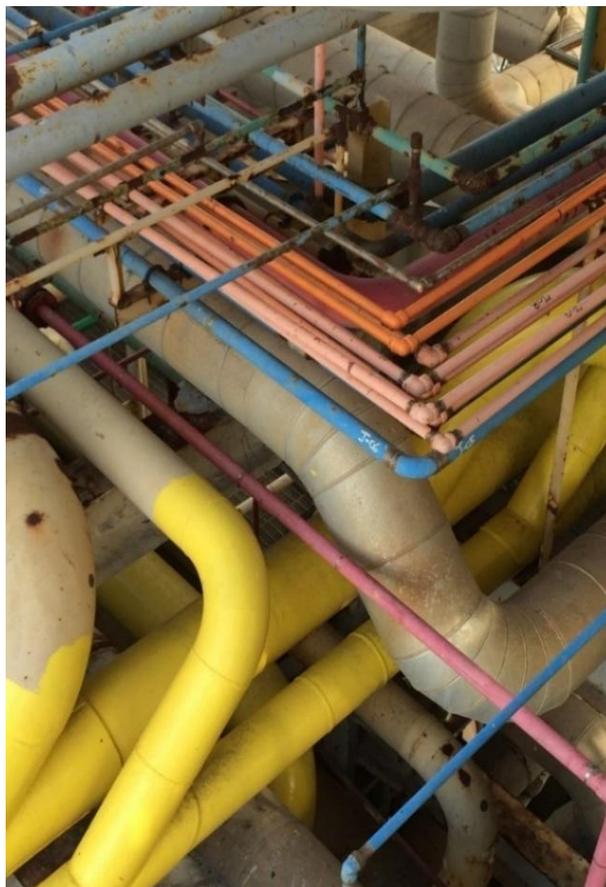
Fonte: Empresa Pan Americana S/A Industrias Químicas.

Figura 13 - Tubulações em empresa de fabricação de produtos químicos



Fonte: Foto retirada pelo autor Estaleiro ENAV/RENAV, Niterói-RJ.

Figura 14 - Rede de tubulações em navio petroleiro.



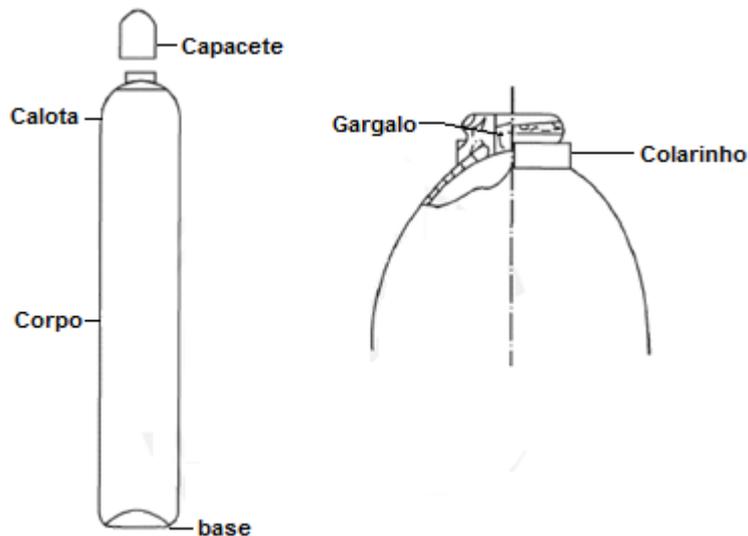
Fonte: Foto retirada pelo autor em navio petroleiro em estaleiro ENAV/RENAV, Niterói-RJ.

3.1.4 SINALIZAÇÃO DOS CILINDROS DE GASES INDUSTRIAIS PELA COR

É importante que as equipes do bombeiro tenham conhecimento de qual gás está contido em um recipiente através da sinalização por cores dos cilindros. Quando essa identificação é feita a distância, possibilita-se que sejam adotados os corretos procedimentos de segurança que o cenário requeira.

A coloração do corpo do cilindro ou da calota (parte superior) pode auxiliar a equipe de intervenção na identificação do gás nele contido.

Figura 15 - Nomenclatura das partes dos cilindros de alta pressão segundo ABNT NBR 12176.



Fonte: ABNT NBR 12176.

A norma ABNT NBR 12176 fixa os requisitos para identificação dos gases em cilindros, sendo os de uso industrial, medicinal, combate a incêndio, mergulho e outros. Esta NBR não se aplica aos cilindros que contêm gases liquefeitos de petróleo (GLP) e nem aos cilindros com capacidade hidráulica superior a 150 litros que estejam montados em unidades de transporte.

Um gás ou uma mistura de gases deve ser identificado obrigatoriamente pela cor da pintura na calota do cilindro em que está contido, exceto nos casos de gases para uso medicinal.

As informações obrigatórias a respeito de um determinado gás devem estar contidas na etiqueta do cilindro, de forma que os textos e símbolos da etiqueta devem estar de acordo com a legislação aplicada. A identificação de cilindros que contiverem misturas especiais deve ser feita pela cor bege na calota do cilindro.

A pintura do corpo do cilindro só é padronizada e obrigatória para os casos dos gases ou misturas de gases para uso medicinal e gases para atividades subaquáticas (mergulho). Para os demais gases ou misturas, a pintura do corpo do cilindro fica a critério da empresa distribuidora do gás, podendo ser:

- Para cilindro de alumínio ou de material resistente à corrosão, deixar o metal sem qualquer tipo de pintura;
- Pintar somente com a pintura de base; ou
- Pintar com a cor especificada para a o gás contido no cilindro ou, no caso de misturas, à cor do gás de maior proporção.

Figura 16 - Informação sobre cores dos cilindros produzidos.



Fonte: White Martins - coloração de cilindros Praxair (White Martins).

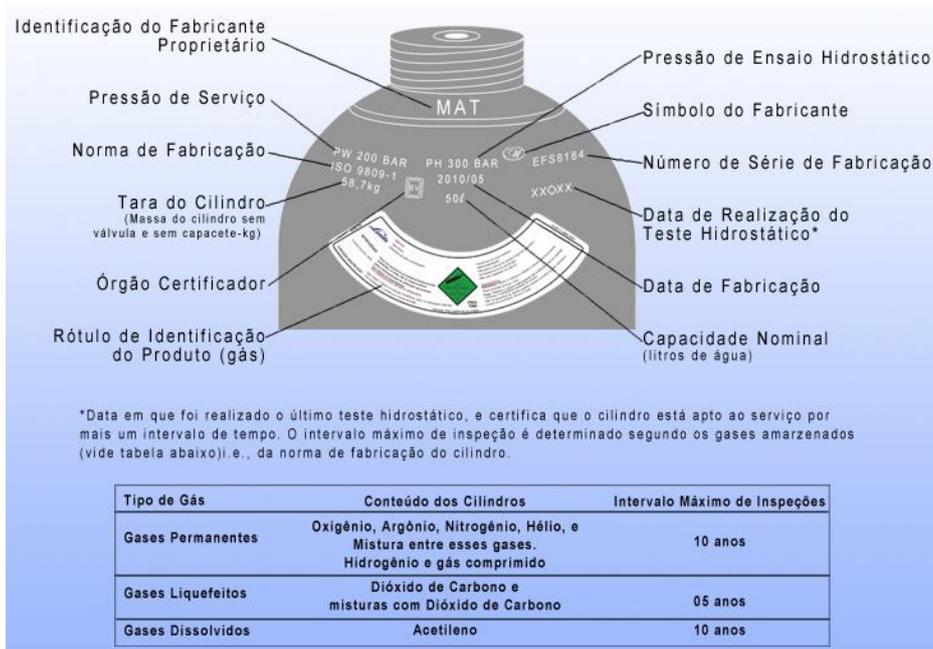
Figura 17 - Informação sobre identidade visual dos cilindros fornecidos por empresa. Corpo na cor cereja e calota na cor específica do gás. Os cilindros de aço inoxidável e alumínio não recebem pintura no corpo do cilindro. Nota-se ainda a cor bege na calota do cilindro de mistura esterilizante (mistura especial).



Fonte: Praxair (White Martins).

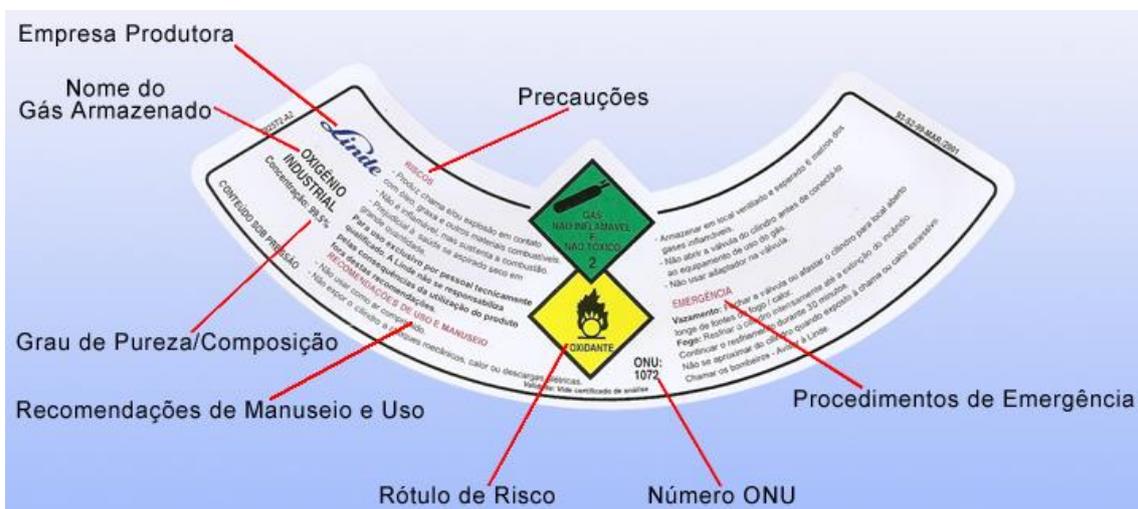
Os rótulos deverão sempre conter em sua calota um rótulo contendo a identificação do gás/mistura, características, riscos e recomendações de segurança, símbolo do risco do produto, conforme ABNT NBR 7500 e quantidade líquida de produto contida no cilindro.

Figura 18 - Posição do rótulo e marcações de fábrica nos cilindros.



Fonte: Linde Gases.

Figura 19 - Rótulo de cilindros.



Fonte: Linde Gases.

QUARTO MÉTODO: PAINÉIS E RÓTULOS

Esta metodologia é baseada no uso de simbologia padronizada por diversos países, através de painéis, placas e rótulos identificadores dos produtos perigosos.

3.1.5 NOME DO PRODUTO E NÚMERO ONU

A Identificação pelo número ONU (Organização das Nações Unidas) consiste na adoção de um código numérico de quatro dígitos para a identificação de um produto perigoso. Esta numeração tem como finalidade facilitar a identificação de cada uma das substâncias perigosas.

3.1.6 RÓTULOS DE RISCO

Os rótulos de riscos devem ser colocados sobre as mercadorias, embalagens ou recipientes que contenham produtos perigosos. São placas que possuem a forma de um quadrado inclinado a um ângulo de 45°, possuindo cores, símbolos, números e texto, referentes a classe e identificação do produto perigoso. Seguem a padronização estabelecida nacionalmente pela ABNT NBR 7500.

Em geral a cor de fundo é a forma mais visível de identificação do risco. Sendo os símbolos (pictogramas) a segunda forma de rápida identificação.

Este sistema de rotulagem é baseado na classificação dos produtos perigosos e possuem as seguintes finalidades:

- Fácil reconhecimento à distância pela forma, cor e símbolo;
- Mostrar a natureza do perigo e ser facilmente reconhecível face aos símbolos.

Para mais informações sobre formas de atuação com relação a cada classe de produto perigoso, consultar Procedimento Operacional Padrão do CBMMT, sendo ambos complementares um ao outro.

Classe 1 - Explosivos

Produtos submetidos a transformações químicas extremamente rápidas e que produzem grande quantidade de calor e gases. Algumas delas são sensíveis ao calor, ao choque e à fricção, necessitando de avaliação de um especialista para que sejam manuseadas. Outras substâncias precisam de um intensificador para explodir.

Para atuação nesses com esses produtos, deve-se afastar fontes de ignição, evitar o atrito, impacto ou fricção. As formas de atendimento com estes materiais devem ser feitas à distância preferencialmente e com anteparo de segurança.

A explosão é um fenômeno muito rápido, para o qual não há tempo de reação. Assim, as ações durante a emergência devem ser preventivas e incluem o controle

dos fatores que podem gerar um aumento de temperatura (calor), choque e fricção. O calor, choque, contaminação (com matéria orgânica, combustíveis, etc.) e confinamento (compressão, confinamento) são fatores de extrema atenção que devem evitados.

O isolamento para emergências dessa natureza é variável, podendo chegar a quilômetros, dependendo da quantidade de explosivos envolvidos ou do tipo de explosivo envolvido. Para quantidades pequenas como, geralmente, as carretas de transporte terrestre, o raio de isolamento mínimo em caso de emergência é de 100 (cem) metros se não houver fogo (não estiver envolvida em incêndio).

Caso a carreta de transporte esteja envolvida em incêndios, deve-se isolar em um raio mínimo de 600 (seiscentos) metros. Em todos os casos, deve-se isolar, evacuar e controlar as áreas isoladas, mantendo controle sobre o acesso a elas, conforme será mais explicado no capítulo de isolamento de área.

Se for confirmado que explosivos estão envolvidos em um incêndio, uma zona de isolamento e evacuação avaliada pelo risco deve ser criada, retirando todas as pessoas não envolvidas no atendimento a emergência do local. Os envolvidos no atendimento a emergência, caso devam atuar de alguma forma, como por exemplo para resgate de vidas ou para combate a incêndios evitando que eles atinjam ou acionem os explosivos, devem proceder com máxima cautela, utilizando anteparos de segurança (barreiras fixas e maciças), como mencionado anteriormente.

Cabe ressaltar que paredes e veículos, dependendo do grau de explosão/onda de choque, podem vir a colapsar, mover-se, ou não oferecer proteção contra projéteis gerados secundariamente da explosão, portanto, devem ser bem avaliados.

Caso não haja tempo hábil para evacuação completa das áreas de risco, pode ser feita, para regiões menos sujeitas aos impactos da explosão, uma zona de ação protetora (será mais abrangida no assunto de isolamento de área) onde as pessoas devem ser mantidas dentro das edificações. Nessas zonas, as pessoas devem-se manter afastadas de janelas, portas e áreas abertas. Deve ser bem avaliada a viabilidade de execução desta zona de ação protetora, observado risco de colapsos estruturais, força do impacto da onda de pressão, características dos explosivos envolvidos, outros produtos envolvidos, riscos de incêndios secundários e demais riscos.

Explosivos envolvidos em emergências estão extremamente instáveis, principalmente os envolvidos em incêndios ou explosões secundárias, portanto não é possível determinar em que momento podem vir a ser deflagrados ou detonados.

As distâncias de isolamento podem ser alteradas (para mais ou para menos) conforme a situação seja avaliada.

Todo o manuseio de materiais explosivos ou suspeitos de serem explosivos, deve ser feito pessoal técnico, em casos de crime ou suspeita, o esquadrão de bombas da Polícia Militar deve ser acionado. Em locais de jurisdição federal (ex. aeroportos) ou crimes de natureza internacional a competência de atuação é da Polícia Federal. Demais emergências envolvendo explosivos o Exército Brasileiro (Serviço de Fiscalização de Produtos Controlados - SFPC) deve ser acionado.

Classe 2 - Gases

Esta classe abrange, gases comprimidos, gases liquefeitos, gases dissolvidos sob pressão e gases criogênicos (refrigerados). Um de seus principais riscos é sua capacidade de ocupar todo o ambiente e riscos adicionais como inflamabilidade, toxicidade, corrosividade, etc.

Figura 20 – Rótulo de Risco



Fonte: Abiquim

Classe 3 – Líquidos Inflamáveis

Os produtos desta classe apresentam-se em estado líquido e a principal preocupação nestes eventos está relacionada a existência de fontes de calor, pontos de fulgor e limites de inflamabilidade dos produtos.

Figura 21 – Rótulo de Risco



Classe 3
Líquido Inflamável (todos)

Fonte: Abiquim

Classe 4 – Sólidos Inflamáveis

São todas as substâncias sólidas se que inflamam na presença de agente de ignição, em contato com o ar ou com a água.

Figura 22 – Rótulo de Risco



Classe 4
Subclasse 4.1
Sólidos inflamáveis



Classe 4
Subclasse 4.2
Substâncias sujeitas a
combustão espontânea



Classe 4
Subclasse 4.3
Substâncias que em contato
com a água emitem gases
inflamáveis

Fonte: Abiquim

Classe 5 – Substâncias Oxidantes e Peróxidos Orgânicos

As substâncias oxidantes liberam oxigênio causando a combustão de materiais associados já os peróxidos têm alto poder oxidante e possuem alguns agravantes relacionados a irritabilidade e toxicidade.

Os produtos da classe 5 possuem, muitas vezes, características semelhantes aos da classe 8, porém são mais reativos, pois reagem com todos as outras classes de produtos, inclusive entre eles. Possuem grande reatividade com a água, sendo assim, o uso de água nesses produtos, ou o combate a incêndios com o uso de água deve ser bem avaliado.

Os produtos dessa classe possuem a característica de possuir oxigênio em sua composição ou gerar o oxigênio em suas reações, o que pode auto sustentar a combustão, ou seja, a melhor forma de combate a incêndios para produtos da classe 5 é por resfriamento (uso de água), porém se o resfriamento não for a opção mais viável, o isolamento deve ser considerado. Outra opção seria o abafamento com o uso de areia, buscando diminuir a intensidade das reações e, secundariamente, isolando os produtos em combustão com os demais ainda não atingidos.

Figura 23 – Rótulo de Risco



Fonte: Abiquim

O uso de água para combate a incêndios deve ser executado usando água em abundância - “inundando” o incêndio - uma vez que a água em pequena quantidade, ou de forma que penetre no material e não deixe ele imerso na mesma, pode agravar o incêndio, devido a intensificação das reações. Muitas vezes a melhor opção é, caso

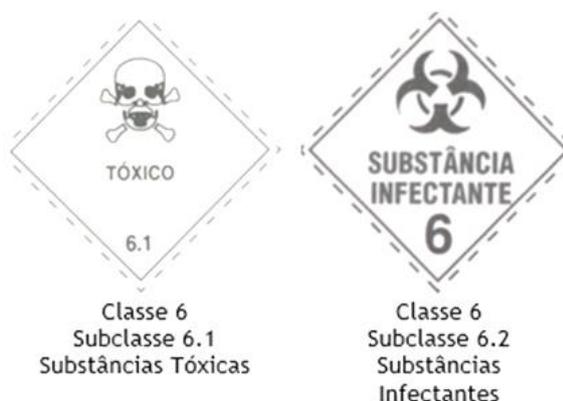
o produto não esteja em um reservatório/tanque/bacia de contenção, que ele seja colocado em alguma forma de local que permita submergi-lo.

Todos os subprodutos da combustão de produtos perigosos das classes 3 a 9 são tóxicos/irritantes.

Classe 6 – Substâncias Tóxicas e Infectantes

As substâncias classificadas como tóxicas são aquelas danosas em diversos níveis à saúde humana e ao meio ambiente. Seus efeitos variam de acordo com o grau de toxicidade da substância, tempo e rota de exposição e dose absorvida. Já as infectantes são aquelas que contêm microorganismos, incluindo bactérias, vírus, fungos que possam provocar doenças em seres humanos e animais.

Figura 24 – Rótulo de Risco



Fonte: Abiquim

Os produtos da classe 6 são em sua grande maioria líquidos (exceção para alguns da subclasse 6.2), e por serem líquidos erroneamente se entende que não possuem risco para o sistema respiratório, o que é um erro. Os produtos da subclasse 6.1 liberam vapores, que por sua vez apresentam sua toxicidade, como por exemplo vapor de mercúrio, vapor emitido por agrotóxicos, etc.

Na subclasse 6.2 temos o exemplo de esporos de agentes biológicos. Cabe mais uma vez ressaltar que a metodologia de atendimento para riscos químicos, biológicos e radiológicos, quando se trata de emergências tecnológicas (transporte terrestre, emergência industrial, etc.), é a mesma das situações de epidemia/pandemia, assim como as causadas por armas de agentes químicos ou

radiológicas.

Classe 7 – Materiais Radioativos

São aqueles que sofrem o processo de desintegração espontânea de um núcleo instável, acompanhado de emissão de radiação nuclear. Resultantes deste processo estão as partículas: Alfa, Beta e Gama. A proteção individual e as formas de atendimento a emergências relativas aos agentes radioativos (radiológicos) baseia-se em tempo de exposição, distância e blindagem.

Ou seja, **quanto menor o tempo de exposição ao agente radioativo melhor, quanto maior a distância do agente radioativo melhor e quanto maior a blindagem de proteção melhor**. A comparação que pode ser feita é a uma fogueira, quanto menos tempo exposto a ela, quanto mais distante dela, e quanto mais espessa a barreira para ela, menos sentimos os efeitos da radiação térmica da fogueira.

Figura 25 – Rótulo de Risco



Fonte: Abiquim

No caso do rótulo para embalagens de materiais radioativos, a diferenciação ocorre pela quantidade de atividade do elemento radioativo em Becquerel. O rótulo de risco dos veículos representa todos os materiais radioativos.

O material radioativo de categoria I (branca) representa um material que, caso haja avaria de volumes, há perigo a saúde em caso de inalação, ingestão, ou contato com o produto que se encontrar derramado.

O material radioativo de categoria II e III (branco e amarelo) representa um material que, caso haja avaria de volumes, há perigo para a saúde por inalação, ingestão, ou contato com o produto que se encontrar derramado, além de risco de irradiação externa à distância.

Classe 8 – Corrosivos

Agem através de reação química causando danos no contato com tecidos e materiais orgânicos, além de reações de incompatibilidade e possuem ainda toxicidade atribuída a determinados produtos. Existem dois principais grupos de materiais que apresentam estas propriedades: Ácidos e Bases.

Figura 26 – Rótulo de Risco



Fonte: Abiquim

Classe 9 – Produtos Perigosos Diversos

Substâncias que os riscos apresentados não são cobertos por qualquer das outras classes. Geralmente nesta classe se encontram produtos com risco ao meio ambiente.

Cabe informar ainda que para estar classificado nesta classe, a substância não pode conter 65% (sessenta por cento) ou mais de um produto que seria classificado em outra classe, ou seja, na mistura de composição, não pode haver, por exemplo, 65% de um produto inflamável, pois assim a substância deveria ser classificada como líquido inflamável (classe 3).

Outros rótulos de risco

Símbolo de Substância Transportada à Temperatura Elevada

Figura 27 – Rótulo de Risco



Fonte: Abiquim

Símbolo de Substância Perigosa ao Meio Ambiente

Figura 28 – Rótulo de Risco

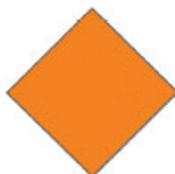


Fonte: Abiquim

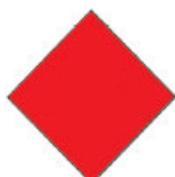
Identificação baseada em cores:

Como já citado, as cores são uma das principais formas de identificação e visualização dos rótulos de risco.

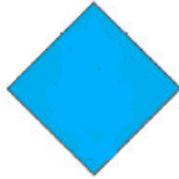
Laranja: Explosivos



Vermelho: Inflamáveis



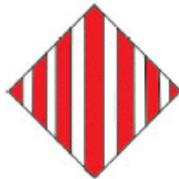
Azul: Perigoso quando molhado



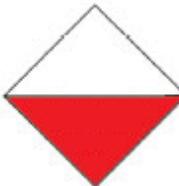
Verde: Gás inerte



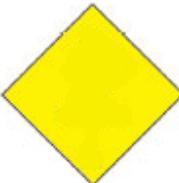
Vermelho e branco:
Sólido inflamável



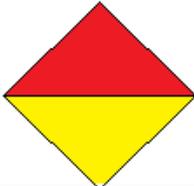
Vermelho e branco:
Sujeito a combustão espontânea



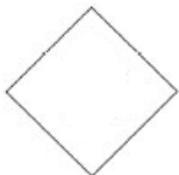
Amarelos:
Substâncias oxidantes



Vermelho e amarelo:
Peróxidos orgânicos

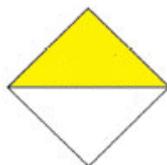


Branco: Tóxicos



Amarelo e Branco:

Radioativos



Preto e Branco:

Corrosivos



Preto e Branco:

Perigosos diversos



OBSERVAÇÃO

Para fácil caracterização e memorização adotemos que as cores dos rótulos são representativas de riscos específicos:

- Cor Laranja – Explosivos;
- Cor Vermelha – Inflamabilidade;
- Cor Verde – Não tóxico e não inflamável;
- Cor Branca – Risco à saúde humana ou meio ambiente;
- Cor Azul – Perigoso quando molhado, evitar contato com a água;
- Cor Amarela – Reatividade/Oxidante ou Radioatividade;
- Cor Preta – Corrosividade, risco ao meio ambiente e/ou ao ser humano.

3.1.7 PAINEL DE SEGURANÇA

O **Painel de Segurança** é uma placa retangular de cor laranja utilizada para a sinalização de algumas unidades de transporte de produtos perigosos.

Na **parte superior** deste tipo de sinalização aparece o **número de risco** ou código de risco, que consiste em um código numérico corresponde ao risco do produto ali transportado. O código de risco é composto por três ou dois dígitos, podendo ser precedido pela letra X em casos específicos.

Na formação do código de risco, cada dígito indica um significado diferente,

tendo ainda variação de importância de acordo com o seu lugar na composição (primeiro, segundo ou terceiro dígito).

O primeiro dígito do código de risco corresponde ao principal risco da mercadoria. Os segundo e terceiro dígitos correspondem aos riscos secundários deste produto, com exceção dos gases, em que o segundo dígito pode indicar o principal risco ali presente.

Na **parte inferior** do painel de segurança é indicado o número ONU, contendo quatro dígitos, que representam de qual produto perigoso se trata.

Na ausência de risco secundário, deve-se utilizar como segundo algarismo o número “0” (zero).

Quando houver a letra “X” antes do número de risco, significa que o produto perigoso reage perigosamente com a água.

Figura 29 – Painel de Segurança



Fonte: Abiquim

Tabela 2 - Número de Risco ou Código de Risco (com base no manual de matérias perigosas da Universidade Nacional de Bombeiros Portugal).

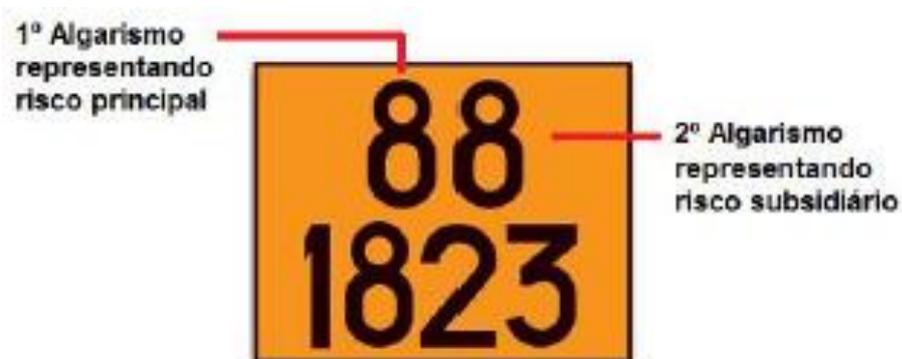
O primeiro dígito indica o risco principal	O segundo e terceiro dígitos indicam os riscos secundários
1 Explosivo (Não aparece no painel de segurança)	0 - Ausência de risco secundário
2 Gás	2 - Emana gás
3 Líquido Inflamável	3 - Inflamável

4 Sólido Inflamável	4 - Estado Fundido
5 Substância Oxidante ou Peróxido Orgânico	5 - Oxidante
6 Substância Tóxica ou Infectante	6 - Propriedades Tóxicas
7 Material Radioativo	7 - Radioativo
8 Corrosivo	8 - Corrosivo
9 Produtos Perigosos Diversos	9 – Perigo de reação violenta resultante de decomposição espontânea ou polimerização

Dígitos repetidos geralmente indicam uma intensificação do perigo. Exceto 22 que significa Gás Refrigerado.

A letra X indica a proibição de utilização de água – reage perigosamente com a água

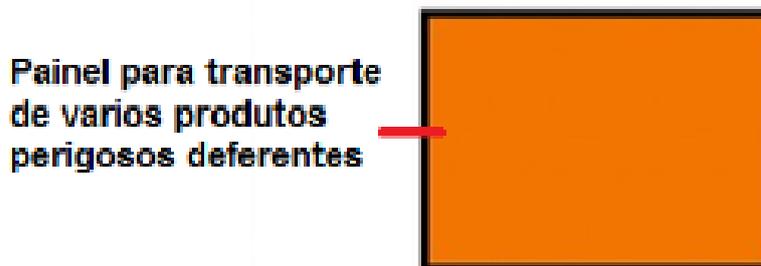
Figura 30 – Painel de Segurança



Fonte: Abiquim

Quando o painel de segurança estiver sem numerações, apenas com a coloração laranja, significa o transporte de vários produtos perigosos diferentes.

Figura 31 – Painel de Segurança

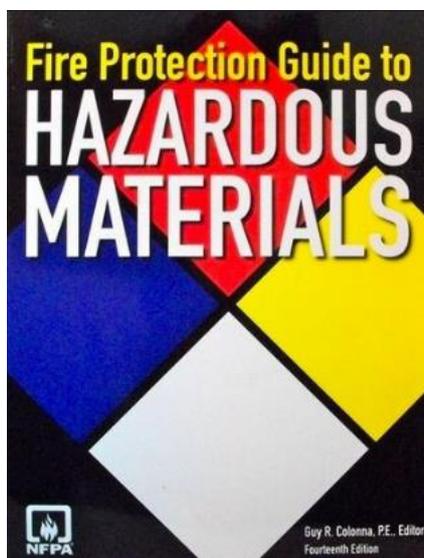


Fonte: Abiquim

3.1.8 CÓDIGO NFPA 704 – DIAMANTE DE HOMMEL

A *National Fire Protection Association – NFPA* é uma das mais renomadas e importantes desenvolvedoras da atividade de bombeiros, realizando pesquisas, estabelecendo protocolos e divulgando informações para a área de emergências no mundo. Dessa forma, ela é responsável por promover a padronização, normatização e educação na área de prevenção e combate a incêndios e outros cenários emergenciais. As publicações e normas desenvolvidas pela NFPA são utilizadas como referência no desenvolvimento de outros instrumentos de normatização e especificação no mundo.

Figura 32 - Guia de Proteção contra Incêndios para Produtos Perigosos.



Fonte: NFPA Fire Protection Guide to Hazardous Materials, 10th Ed.

Dentro das obras disponíveis, destacamos neste manual a norma NFPA 704 para a identificação, porém existem diversas outras relacionadas a área, a NFPA 49, 325, 471, 472 e 491, que compõe parte da publicação denominada: *Fire Protection Guide to Hazardous Materials – 2010 edition* (Guia de Proteção contra Incêndios para Produtos Perigosos). Estas normas são implementadas nos treinamentos realizados no CBMMT para o atendimento a emergências com PP.

A norma **NFPA 704** (*Standard for the Identification of the Fire Hazards of Materials for Emergency Response*) apresenta um sistema de identificação muito conhecido e utilizado, principalmente em instalações fixas, recipientes e embalagens, também conhecido como diamante de Hommel (ou diamante de risco). Sua finalidade é uma identificação rápida dos principais riscos do produto e sua severidade.

É importante conhecer tal sistema de identificação de riscos pois ele pode ser utilizado em instalações fixas (porém não é obrigatório no Brasil), bem como é utilizado nas embalagens de produtos oriundos do Canadá, dos Estados Unidos da América, Austrália, entre outros países, que podem ser encontrados no nosso país.

O diagrama expõe os perigos quanto a **inflamabilidade**, **toxicidade (risco a saúde)**, **reatividade (instabilidade)** e **riscos específicos (especiais de cada**

produto). O grau de severidade de cada uma das três categorias é classificado em escala numérica de **0 (zero) a 4 (quatro)**, sendo 0 a ausência de risco ou inexistência e 4 a indicação de perigo extremo ou mais severo.

Na imagem abaixo está representando o diamante de Hommel. A toxicidade ou risco a saúde é representada em **azul**, na parte esquerda do diagrama. O perigo quanto a inflamabilidade (referente ao ponto de fulgor) é representado em **vermelho** na parte superior do diagrama. O perigo de reatividade em **amarelo**, à direita do diagrama. E quanto aos riscos específicos, em **branco**, na parte inferior.

No espaço destinado as informações de risco específico, caso não possua nenhuma identificação, significa que não há nenhuma característica de destaque que não é abrangida nas informações das outras áreas. Caso possua a letra **W** cortada por uma linha horizontal, significa que não é permitido o uso ou mistura do produto com água, ou perigoso em contato com a água. Este espaço também pode conter a identificação de perigo de emissão radioativa (**símbolo característico de radiação ou a abreviação RAD**); pode identificar produtos oxidantes (**apresentando a abreviação OX ou OXI**); corrosividade (**COR**); substância alcalina ou base forte (**ALK**); ou substância ácida ou ácido forte (**ACID**); substância criogênica (**CYL ou CRYO**); substâncias tóxicas ou venenosas (**TOX ou POI**). Somente os símbolos W cortado e OXY são parte oficial do padrão NFPA 704, mas os outros símbolos autoexplicativos são frequentemente utilizados.

Figura 33 - Diamante de Hommel e seus riscos.



Fonte: CTRL PE, disponível em www.ctrlpe.com.br

Figura 34 - identificação em galões.



Fonte: Graphic Products - NFPA 704.

Figura 35 - Identificação em embalagens



Fonte: Wikipedia - Diagrama de Hommel.

Figura 36 - Identificação em recipientes estacionários.



Fonte: Resource Compliance - NFPA 704 and Ammonia.

3.1.9 SISTEMA GHS – GLOBAL HARMONIZATION SYSTEM OF CLASSIFICATION AND LABELING CHEMICALS OU GLOBAL HARMONIZATION SYSTEM (SISTEMA DE HARMONIZAÇÃO GLOBAL)

No Brasil, a rotulagem de produtos químicos é regida pela ABNT NBR 14725, que torna obrigatória a rotulagem de todo produto químico. Essa normativa foi elaborada com base no GHS – Sistema Globalmente Harmonizado de Classificação e Rotulagem de Produtos Químicos, um documento criado pela ONU para padronizar informações de risco em todo mundo. O GHS é aplicado para todo produto químico perigoso, devendo ser adotado nas diversas atividades a que estes produtos se destinam.

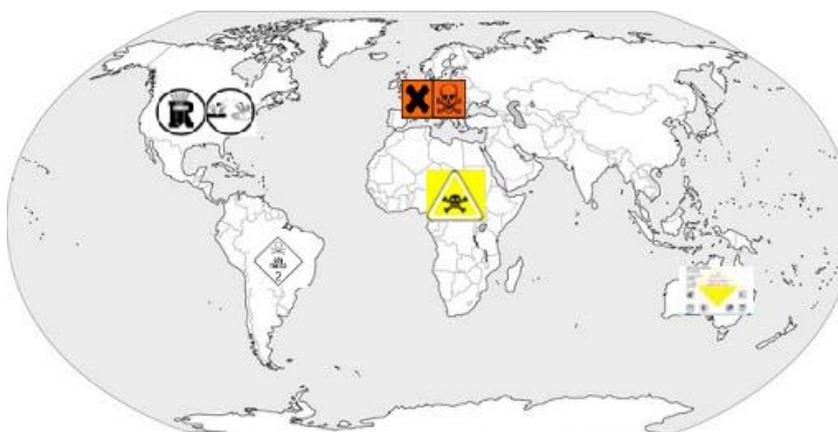
É uma abordagem técnica desenvolvida para definir de forma harmonizada os perigos para cada produto químico e misturas para o meio ambiente e seus perigos físicos. Também harmoniza a comunicação de perigos incluindo requisitos para o processo de rotulação das embalagens e para as Fichas de Informação de Segurança de Produtos Químicos – FISPQs. O documento do GHS é conhecido como *Purple Book* (já tendo sido publicada sua 5ª edição em 2013).

Objetivos resumidos do GHS:

- Fornecer informações sobre produtos químicos perigosos relativos à segurança, à saúde e ao meio ambiente;
- Fornecer ao público-alvo a capacidade de conhecer e de identificar os produtos químicos perigosos que utilizam e os perigos que eles oferecem;
- Estabelecer um sistema internacional simples, uma uniformização, de fácil entendimento e aplicação, para a comunicação de perigos;
- Prover um modelo reconhecido para países sem sistema;
- Prover proteção a profissionais e a população.

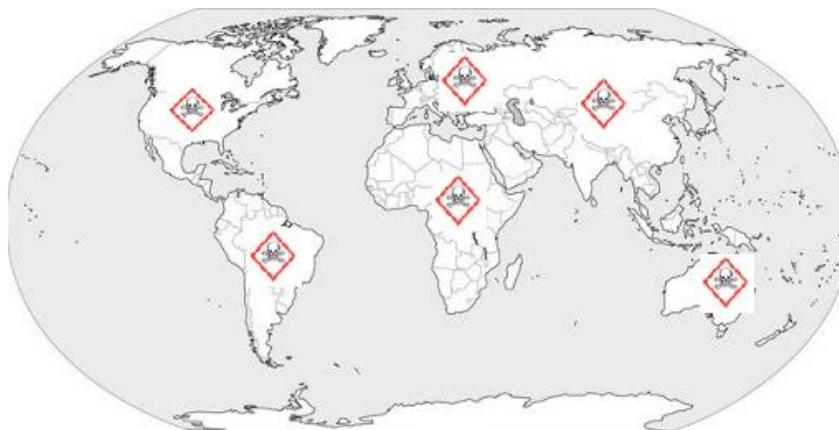
Ainda referente ao GHS existem as **Frases de Perigo, Frases de Precaução e Frases Suplementares de Perigo e Precaução**. Todos os dados podem ser obtidos consultando a ABNT NBR 14725.

Figura 37 - Sistemas de rotulagem diferentes.



Fonte: Desenvolvido pelo autor.

Figura 38 - Sistemas de rotulagem harmonizados.



Fonte: Desenvolvido pelo autor.

Tabela 3 - Pictogramas e seus significados (com base na ABNT NBR 14725)

Pictograma GHS	Perigo atribuído
	1 - Explosivos; 2 - Substâncias autorreativas; 3 - Peróxidos orgânicos – podem provocar explosões sob a ação do calor.
	1 - Toxicidade aguda; 2 - Muito tóxico (mortal); 3 - Tóxico em contato com a pele; pode ser fatal se inalado ou ingerido.
	1 - Gases comburentes; 2 - Líquidos comburentes; 3 - Sólidos comburentes; 4 - Podem provocar ou intensificar incêndios e explosões.
	1 - Corrosivo – pode provocar queimaduras graves na pele e lesões oculares graves; 2 - Lesões oculares graves; 3 - Corrosivo para os metais;

	<p>1 - Gases, líquidos, sólidos e aerossóis inflamáveis;</p> <p>2 - Substâncias pirofóricas – podem incendiar-se em contato com o ar;</p> <p>3 - Substâncias autorreativas ou peróxidos orgânicos – podem provocar incêndios sob a ação do calor;</p> <p>4 - Substâncias e misturas susceptíveis de auto aquecimento;</p> <p>5 - Emite gases inflamáveis em contato com a água.</p>
	<p>1 - Cancerígeno;</p> <p>2 - Mutagênico;</p> <p>3 - Sensibilidade respiratória – pode provocar alergias, asma ou dificuldades respiratórias quando inalado;</p> <p>4 - Toxicidade reprodutiva – afeta a fertilidade e o nascituro;</p> <p>5 - Toxicidade para órgãos-alvo específicos;</p> <p>6 - Perigo de aspiração – pode ser fatal ou nociva por ingestão ou penetração nas vias respiratórias.</p>
	<p>1 - Gás sob pressão – risco de explosão sob ação do calor;</p> <p>2 - Gás refrigerado – pode provocar queimaduras ou lesões criogênicas;</p> <p>3 - Gases dissolvidos;</p> <p>4 - Mesmo os gases normalmente seguros podem ser perigosos quando se encontram sob pressão.</p>
	<p>Toxicidade aguda (nocivo);</p> <p>Irritação cutânea e ocular;</p> <p>Irritação das vias respiratórias;</p> <p>Sensibilizante cutâneo;</p> <p>Narcótico – provoca sonolência ou tontura;</p> <p>Perigoso para a camada de ozônio.</p>
	<p>Perigoso para o ambiente;</p> <p>Toxicidade aguda em ambiente aquático;</p> <p>Toxicidade crônica para o ambiente aquático.</p>

Figura 39 - Exemplo da utilização do GHS em recipientes.



Fonte: Graphic Products - GHS Timetable.

QUINTO MÉTODO: FICHAS, DOCUMENTOS E MANUAIS

Dentro desta metodologia de identificação temos os documentos de transporte e fichas de segurança como fontes de informação de extrema importância para se identificar os produtos perigosos envolvidos na emergência, bem como para suplementação de informações para ações a serem tomadas.

3.1.10 Documentos de transporte

Conforme o Decreto 96.044 de 18 de maio de 1988, toda a operação de transporte de produtos perigosos deve possuir, dentre outros documentos citados na legislação:

- Nota fiscal do produto transportado;
- Ficha de emergência e envelope para o transporte;

Figura 40 - Envelope de transporte.



Fonte: OGC Química.

Na nota fiscal do produto é possível obter o nome do mesmo, seu número ONU e até a quantidade de produto transportada de forma mais precisa, auxiliando na tomada de decisões.

3.1.11 Ficha de emergência

Além das informações contidas no painel de segurança e no rótulo de risco, uma vez identificado o produto perigoso, informações mais detalhadas podem ser obtidas através de fichas técnicas ou manuais, sendo uma delas a **Ficha de Emergência**.

As fichas de emergência, mencionadas como sendo de transporte obrigatório junto ao produto perigoso, são guardadas dentro do envelope de transporte, e contém informações simples e rápidas para a intervenção das equipes dos bombeiros e outras informações complementares. Tais fichas podem ser adquiridas no local da emergência ou na internet, bastando apenas ter identificado o produto perigoso.

Figura 41 - Ficha de emergência.

 copenor FICHA DE EMERGÊNCIA <small>Companhia Petroquímica do Nordeste</small> Rua Emanoel, 1.042 Pólo Petroquímico - Camaçari-BA. TEL.: (0**71) 632-9311 FAX: (0**71) 632-1681		Número do risco: NÃO CONSTA Número da ONU: NÃO CONSTA Classe de risco: NÃO CONSTA Descrição da classe de risco: NÃO TÓXICO
FORMIATO DE SÓDIO		
Aspecto: Pó branco ligeiramente cristalino com odor ligeiramente parecido com ácido fórmico.		
EPI: Proteção Ocular • Usar óculos de proteção de segurança química e proteção facial para evitar contato com os olhos. Proteção Cutânea • Usar luvas impermeáveis e roupas protetoras para evitar o contato com a pele. Proteção Respiratória • Usar proteção respiratória devidamente aprovada se os limites de exposição excederem os valores estabelecidos nas normas de higiene.		
RISCOS		
Fogo: Não inflamável Saúde: Olhos: Causa irritação Pele: Causa irritação Vias respiratórias: Causa irritação no trato respiratório Meio-Ambiente: Polui os rios, a flora, o solo e prejudica a fauna.		
EM CASO DE ACIDENTE		
Vazamento:	• Avise imediatamente a Defesa Civil, o Corpo de Bombeiros ou a Polícia Rodoviária, podendo também avisar a empresa mais próxima, conforme consta no verso. • Use o equipamento de proteção individual: luvas, botas e avental de borracha ou PVC, óculos de proteção tipo ampla visão, e capacete de segurança. • Procure eliminar o vazamento contendo-o com terra ou areia. Evite que os resíduos penetrem em bueiros, espelhos ou cursos d'água.	
Fogo:	• Não é inflamável. Pode-se usar água na forma de neblina para resfriar o recipiente.	
Poliuição:	• Água - toxidez moderada	
Envolvimento de pessoas:	• Em caso de contato com a pele ou olhos lave imediatamente as partes atingidas com bastante água por um período de 15 minutos no mínimo. No caso da pele após a lavagem, se ainda houver resíduos, neutralize-o com uma solução aquosa de ácido acético (vinagre) ou similar massageando-a na lavagem. No caso dos olhos também após a lavagem de 15 minutos neutralize com solução diluída de ácido bórico a 2% movimentando-os em todas as direções. Mantenha as pálpebras abertas. Remova roupas e calçados contaminados. MANTENHA O PACIENTE AQUECIDO. CHAME SEMPRE UM MÉDICO.	
Informações ao médico:	• Indicar o estado da vítima e o grau de exposição ao produto.	
Nome do fabricante ou importador:	COPENOR - CIA PETROQUÍMICA DO NORDESTE	

Fonte: Companhia Petroquímica do Nordeste - COPENOR - Ficha de Emergência Formiato de Sódio.

3.1.12 Ficha de Informação de Segurança do Produto Químico – FISPQ

É um documento regido pela ABNT NBR 14725-4, que como o próprio nome diz, contém informações relativas à segurança com o produto químico específico, sendo de uso obrigatório. Ela possui a finalidade de informar sobre a identificação exata do produto, procedimentos de segurança, riscos, propriedades físico-químicas, informações ecotoxicológicas, formas de armazenamento, transporte, procedimentos em caso de emergência diversas, etc.

Em geral, as FISPQ's possuem informações mais detalhadas e precisas em relação ao produto químico e dos procedimentos a serem tomados em caso de emergência. Assim como as fichas de emergência, as FISPQ's podem ser adquiridas no local da emergência ou na internet, bastando apenas ter identificado o produto perigoso.

Figura 42 - Ficha de Informação de Segurança do Produto Químico.

	Ficha de Informações de Segurança de Produto Químico - FISPQ
Nome do Produto: SULFETO DE SÓDIO FISPQ N° 039 Data da elaboração: 20/08/2002	REV: 08 Data da Revisão: 09/05/2011
Página 1	
1. IDENTIFICAÇÃO DO PRODUTO E DA EMPRESA	
Nome do produto: Sulfeto de Sódio 60% Nome Químico: Sulfeto de Sódio	
Identificação da Empresa: Empresa: Superquímica Comércio e Transporte Ltda Endereço: Av. Antonio Frederico Ozanan, 540 Bairro Brigadeira Canoas/RS 92420-360 E-mail: superquimica@superquimica.com.br Fone/Fax: (51) 2103-4200 N° Telefone de Emergência: 0800 118270 - Pró Química/ABIQUIM (gratuito 24 h / dia) Bombeiros 193	
	
2. IDENTIFICAÇÃO DE PERIGOS	
Inalação:	Causa iritação das vias respiratórias, sulfeto de sódio e sulfeto de hidrogênio paralisam o sentido do olfato. Pessoas sensíveis a Sulfetos podem sofrer uma reação alérgica severa.
Contato com a pele:	O produto pode causar lesões severas à pele. Em caso de contatos repetidos: risco de dermatite.
Contato com os olhos:	O produto pode causar lesões severas aos olhos. O contato prolongado pode causar lesão permanente ou cegueira.
Ingestão:	Pode ser fatal se ingerido. Pode causar queimaduras na boca e na garganta. Sintomas podem incluir vômito, náusea, dores abdominais e diarreia.
NFPA	Saúde: 3; Inflamabilidade: 0; Reatividade: 1
3. COMPOSIÇÃO E INFORMAÇÃO SOBRE OS INGREDIENTES	
N ° CAS: 1313-82-2 Natureza Química: Sal Inorgânico Sinônimos: Sulfeto de Sódio Fórmula: Na ₂ S Peso Molecular: 132,09 g/mol Principais Usos: tratamento de couro, manufatura de lubrificantes, agente de flotação, corantes, tratamentos de esgoto, indústria farmacêutica, acabamento de metais.	
4. MEDIDAS DE PRIMEIROS-SOCORROS	
Inalação:	Afastar a vítima do ambiente contaminado. Fazê-la assoar o nariz. Transportá-la para um local calmo, fresco e arejado. Em casos de parada respiratória ou se o paciente sentir dificuldade para respirar, administrar respiração artificial e providenciar atendimento médico imediatamente.
Contato com a pele:	Retire roupas e calçados contaminados. Lave o local atingido com água corrente em abundância por 15 minutos, no mínimo.

Fonte: Superquímica - Ficha de Informação de Segurança do Produto Químico Sulfeto de Sódio.

Observação

Em caso de emergência, é interessante a consulta de pelo menos mais uma FISPQ's e/ou fichas de emergência diferente.

Recomenda-se a consulta a 03 (três) fontes diferentes.

Tal recomendação se dá pelo fato de que há informações que podem ser omitidas em algumas fichas e que estejam presentes em outras, ou uma ficha ser mais completa e informativa que outra.

3.1.13 Manual de Atendimento à Emergências com Produtos Perigosos - ABIQUIM

O Manual de Atendimento à Emergências com Produtos Perigosos, conhecido como Manual ABIQUIM, é uma das fontes de informação mais difundidas no Brasil e no mundo. Distribuído no país pela Associação Brasileira de Indústrias Químicas (ABIQUIM), dando origem ao nome popularmente. É originalmente desenvolvido como *Emergency Response Guidebook – ERG*, um guia que auxilia na identificação rápida, visualização dos perigos, riscos específicos ou genéricos dos produtos perigosos envolvidos na emergência, durante a fase inicial do evento.

O manual ABIQUIM é muito útil, especialmente para apoiar nas ações de primeira resposta, que compreende o período imediatamente posterior à chegada da primeira equipe de resposta ao local do acidente. Durante a primeira resposta é confirmada a presença e/ou é realizada a identificação do produto perigoso envolvido, momento em que ações de proteção são iniciadas, os isolamentos são desenvolvidos e é solicitado apoio do pessoal técnico caso necessário.

O manual é limitado, atendendo as ações de primeira resposta e isolamentos, já que não possui informações de propriedades físico-químicas ou toxicológicas dos materiais, ações específicas para os produtos perigosos, entre outras informações.

Tabela 4 - Informações de utilização do Manual ABIQUIM (com base no Manual de Atendimento a Emergências – ABIQUIM)

Páginas	Conteúdo
Branca	Orientações gerais sobre o próprio manual e sobre a identificação de produtos perigosos.
Amarela	Produtos Perigosos em ordem numérica crescente (número ONU).
Azul	Produtos Perigosos em ordem alfabética.
Verde	Distâncias iniciais de isolamento, distâncias durante o dia e durante a noite e reatividade com a água. <ul style="list-style-type: none">➤ Os produtos destacados em verde, tanto nas páginas amarelas quanto nas azuis, indicam que possuem riscos especiais (tóxicos por inalação ou em contato com a água produzem gases tóxicos). Necessitando de tratamento especial quanto ao isolamento.➤ Quanto aos fatores modificativos são considerados:

	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Pequenos derramamentos (<200 litros); ▪ Grandes derramamentos (>200 litros); ▪ Derramamentos de dia e de noite; ▪ O sinal de “+” presente em algumas distâncias de isolamento significa que as distâncias podem ser maiores em certas condições atmosféricas.
Laranja	Guias com as principais características dos produtos e procedimentos em caso de emergência.

Fonte: próprio autor

Observação:

Produtos que possuam ao lado da numeração de suas guias a letra “P” indicam o risco de polimerização (“P” = polimerização) que são produtos que podem polimerizar de forma violenta pelo calor ou por contaminação.

Figura 43 - Risco de polimerização.

1081	2.1	116P	TETRAFLUORETILENO, ESTABILIZADO
------	-----	------	------------------------------------

Fonte: Manual de Atendimento a Emergências – ABIQUIM – 2011.

3.1.13.1 Critérios para a tomada de decisão para as ameaças de proteção

Deve-se considerar alguns pontos para a tomada de decisões, para melhor proteger o meio ambiente e a população, podendo ser utilizadas técnicas variadas, desde a evacuação até a proteção do local atingido, ou ambas. A avaliação determinará, de forma técnica, a adoção medidas práticas e úteis ao longo da emergência, para tal análise de risco podemos citar:

- **Produtos perigosos**
 - Risco à saúde;
 - Quantidade de produto envolvida;
 - Possibilidade de contenção ou confinamento;
 - Estado físico do produto (sólido, líquido ou gasoso).

- **População Ameaçada**

- Localidade;
- Número de pessoas;
- Tempo para evacuação ou para proteção;
- Capacidade de controlar a evacuação ou proteção;
- Tipos de construções disponíveis;
- Populações ou instituições especiais, tais como casas de repouso, hospitais, prisões, etc.

- **Condições Atmosféricas**

- Efeitos no produto perigoso e em sua dispersão;
- Potencial de modificação;

- **Geografia do local**

SEXO MÉTODO: APARELHOS DE DETECÇÃO E MEDIÇÃO

Os aparelhos utilizados para detectar, analisar e medir podem indicar a natureza dos riscos, e ajudar a reconhecer ambientes com atmosferas inflamáveis/explosivas, deficiência ou enriquecimento de oxigênio, assim como detectar produtos específicos (H₂S, CO, etc.). Podem ainda fornecer parâmetros úteis na delimitação e localização dos locais de maior risco.

Os equipamentos de identificação, monitoramento e detecção serão mais bem abordados em seu módulo específico.

SÉTIMO MÉTODO: ÓRGÃOS E SENTIDOS

Placas e cores podem ser visualizadas a uma distância considerável. Sentir odores auxiliam na detecção de vazamentos. A percepção de ruídos não visuais auxilia na identificação de possíveis vazamentos em recipientes pressurizados. A vegetação queimada ou descolorada pode indicar o vazamento de produtos corrosivos ou oxidantes. Estes são alguns exemplos de como os sentidos podem auxiliar na percepção e identificação da presença de produtos perigosos.

Entretanto, valorizar e confiar nos órgãos dos sentidos é inadequado e perigoso devido à grande diversidade de produtos e às diferentes reações que eles podem causar nos indivíduos. Por exemplo, dois produtos igualmente perigosos podem se manifestar de forma diferente e possuir limites de tolerância diferentes. O monóxido

de carbono (CO), por exemplo, não possui odor, levando o bombeiro a pensar que está dentro de uma zona segura quando na verdade, está ocorrendo o oposto. O gás sulfídrico (H₂S) a partir de determinada concentração, satura os receptores olfativos, fazendo com o que o profissional ache que o vazamento cessou ou que ele está fora da área de vazamento, quando na verdade, a quantidade de gás está ainda maior.

Em resumo, os órgãos e sentidos não devem ser considerados a principal metodologia de se identificar os produtos perigosos. Em muitos casos, quando estamos perto o suficiente para ver, ouvir ou sentir o problema, também estamos próximos demais para sofrer danos, ou seja, atuando de forma insegura.

4 PROCEDIMENTOS DE SEGURANÇA

CONSIDERAÇÕES GERAIS

Zelar pela segurança no local é uma tarefa difícil e que cabe aos responsáveis pela equipe de intervenção. Eles devem ainda se certificar de que todos os produtos envolvidos em uma emergência sejam identificados.

Caso a equipe do Corpo de Bombeiros Militar não possua recursos humanos treinados e devidamente equipados para a operação em qualquer tipo de acidentes com produtos perigosos, a decisão poderá limitar-se a realizar os procedimentos de **evacuação** e **isolamento** da área do sinistro. Os procedimentos de isolamento e evacuação são os procedimentos mínimos a serem executados, podendo ser executados por qualquer profissional de segurança pública.

Os bombeiros militares são treinados para atuar com rapidez e destreza com os equipamentos e, sobretudo, focados a atender todo o tipo de emergências, adotando o que se denomina por “**atitude ofensiva**”. Entretanto, a presença de produtos perigosos, consideradas as características de alto risco para a vida dos operadores, introduz na emergência fatores de ponderação que implicará na tomada de uma “**atitude defensiva**”. Ela basicamente se caracteriza, não em intervir diretamente, mas sim em **retirar, evacuar e isolar** a área.

A **atitude ofensiva**, ou seja, a intervenção direta até à supressão da emergência, só deve ser adotada se houver equipe especializada, com formação e

devido treinamento, com acesso a todo o aparato de equipamento especializado adequado.

Caso não haja equipe com essas características, é imperativo que se adote a **atitude defensiva**, ou seja: **evacuação e isolamento da área**, evitando o contato direto com o produto perigoso.

Podem ainda ser executados procedimentos de minimização de riscos da emergência ou delimitação da mesma, sempre sem contato direto com a fonte da emergência, ou seja, procedimentos executados a distância. Além disso, podem ser executados procedimentos ofensivos, desde que, sob coordenação e em conjunto com pessoal especializado (técnico).

Essa decisão compete ao comandante da operação e os profissionais executantes devem compreender tal ordem e atuar em conformidade com ela.

Figura 44 - Atitudes de trabalho em emergências com produtos perigosos.



Fonte: Desenvolvido pelo autor com base no manual de matérias perigosas da Universidade Nacional de Bombeiros de Portugal.

É importante reforçar que, em caso de atuação em incidente com produtos perigosos, a equipe de intervenção deve estar portando todos os equipamentos de proteção individual adequados, com o objetivo de reduzir a possibilidade de eventuais exposições.

PRINCIPAIS AÇÕES BÁSICAS A SEREM TOMADAS EM EMERGÊNCIAS COM PRODUTOS PERIGOSOS

Independentemente da adoção das medidas constantes nas fichas de intervenção (emergência e FISPQ), demais instruções e literaturas especializadas, as

principais ações a serem tomadas com produtos perigosos são:

- **Aproximar-se de forma segura**, considerando a direção do vento;
- **Identificar** o produto(s) (ou agente(s)) envolvido(s), recorrendo aos procedimentos indicados para a intervenção;
- **Isolar** o local com base nas características da emergência;
- **Anular** quaisquer fontes de ignição, atentando para os veículos motorizados;
 - Em hipótese alguma fumar nem permitir fumarem ou a criação de fontes de ignição ou calor;
- Utilizar equipamentos intrinsecamente seguros em áreas contaminadas com inflamáveis (atenção a eletroeletrônicos e produtos que apresentem problemas de funcionamento);
- **Evacuar** e afastar todas as pessoas do local;
- **Salvar** vítimas utilizando os equipamentos de proteção individual necessários;
- **Avisar** as autoridades competentes;
- **Parar** a emissão do produto perigoso, se houver meios e conhecimento para isso;
- **Controlar ou impedir** o derramamento de produtos para recursos hídricos, esgoto, ou outros, visto que podem causar contaminação ou provocar incêndios, etc;
- Na primeira resposta, quando o produto for líquido, deve ser dada prioridade para contenção do produto nas partes mais afastadas do ponto de vazamento, evitando aumento do dano ao meio ambiente e dispersão do produto, o que aumenta a área contaminada e a área que deve ser isolada. Tais fatores aumentam a complexidade do evento.
- Na primeira resposta, quando o produto for gasoso, deve ser dada prioridade para o isolamento e evacuação da área na direção do vento.
- Estar sempre a favor do vento (vento pelas costas);
- Evitar zonas baixas, pois pode haver o acúmulo de produtos e vapores/gases;
- Não entrar em contato direto com o produto perigoso.
- **Descontaminar** todo o pessoal e material envolvido na emergência.

Os acidentes com PP podem assumir diversas formas. Vamos analisar ocorrências diárias dos Bombeiros:

- **Incêndios:** Quando ocorre um incêndio muitas vezes o **combustível** do incêndio é um produto perigoso. A **maioria** das indústrias trabalha direta ou indiretamente com produtos perigosos. Devemos ter em mente que qualquer casa ou galpão pode armazenar, descartar ou possuir em seu interior produtos químicos.

Ex.: Depósitos de tintas, terrenos baldios com resíduos de descarte, edificações em reforma/manutenção, etc.

Incêndios comuns contém em sua atmosfera **gases nocivos** produzidos pela combustão, há principalmente a produção de **gases tóxicos** que reagem com as células e tecidos prejudicando o transporte de oxigênio no organismo, e de **gases asfixiantes**, que deslocam o oxigênio do ambiente, diminuindo sua concentração, dificultando ou impossibilitando a respiração e trazendo risco a vida.

Observamos assim que ocorrências comuns de incêndio envolvem produtos perigosos, com base neste conhecimento percebemos que de forma alguma o Equipamento de Proteção Respiratória Autônomo (EPR) deve ser ignorado em caso de incêndio, pois além dos gases presentes no sinistro serem nocivos ou até mesmo letais, muitos deles são inodoros e/ou incolores, não permitindo ao bombeiro, usando seus próprios sentidos, identificá-los e quantificá-los.

Principais gases produzidos em locais de incêndio:

Tabela 5 - Produtos comuns da combustão (com base na literatura Tactical Firefighting - A comprehensive guide to compartment firefighting and live fire training (CFBT), version 1.1).

Toxicantes	Origem	Efeito toxicológico
Dióxido de carbono	Produto comum na combustão	Não tóxico, porém diminui a concentração do oxigênio no ambiente, asfixiante
Monóxido de carbono	Produto comum na combustão	Asfixiante químico (tóxico)
Óxidos de Nitrogênio (NO ₂ e	Combustão de materiais à base de nitrato, celulose e	Irritante respiratório

NO)	têxtil	
Cianeto de Hidrogênio (ácido cianídrico) - HCN	<i>Nylon</i> (poliamida), poliuretano, poliacrilonitrila, borracha, seda, etc.	Asfixiante químico (tóxico)
Sulfeto de Hidrogênio (Ácido Sulfídrico) H ₂ S	Compostos contendo enxofre, óleo cru, lã, etc.	Asfixiante químico (tóxico), cheiro repugnante
Cloreto de Hidrogênio (Ácido Clorídrico) HCl	Cloreto de polivinil, alguns materiais retardantes ao fogo.	Irritante respiratório
Brometo de Hidrogênio (Ácido Bromídrico) HBr	Alguns materiais retardantes ao fogo	Irritante respiratório
Fluoreto de Hidrogênio (Ácido Fluorídrico) HF	Polímeros que contenham flúor.	Asfixiante químico (tóxico), irritante
Dióxido de Enxofre (SO ₂)	Materiais que contenham enxofre	Irritantes potentes
Isocianatos	Polímeros e poliuretanos	Asfixiante químico (tóxico), irritante
Acroleína e outros aldeídos	Produto comum em combustão	Irritante
Amônia (NH ₄)	Borracha, seda, <i>nylon</i> , normalmente em baixa concentração em incêndios em edifícios	Asfixiante químico (tóxico), irritante
Fosgênio	Sais clorados, alguns hidrocarbonetos clorados	Asfixiante químico (tóxico), irritante, pode causar queimaduras na pele
Hidrocarbonetos aromáticos (benzeno e derivados)	Produtos comuns na combustão	Efeitos a longo prazo, cancerígeno
Dioxinas	Combustão de recipientes contenedores de PCBs (Bifenilpoliclorados)	Efeitos a longo prazo

OBS.: O Gás Liquefeito de Petróleo (GLP) é um risco presente em quase todos os eventos de incêndio residencial e comercial.

5. ATENDIMENTO DE PRIMEIRA RESPOSTA (AÇÕES DEFENSIVAS)

Os atendimentos às emergências com produtos perigosos devem ser respondidos com brevidade, uma vez que a demora na realização de ações de resposta, mesmo que básicas, aumentam os danos causados à população, meio ambiente e patrimônio.

O CBMMT possui os Procedimentos Operacionais Padrão (POPs) para emergências com produtos perigosos que complementam as informações aqui passadas.

Em muitas ocorrências, as ações defensivas podem ser a melhor solução para reduzir ou sanar os danos e riscos de uma emergência, em outras, podem ser a única alternativa a ser tomada.

Para definir alguns procedimentos de primeira resposta iremos dividir as ações de acordo com os estados físicos dos produtos.

SÓLIDOS:

Emergências com produtos sólidos tendem a atingir uma área bem restrita, uma vez que sua mobilidade no meio é bem pequena, comparada aos líquidos e gases.

Uma vez que um vazamento na fase líquida tenha sido interrompido ou findado, o produto tende a se acumular no solo. Quanto mais poroso o solo maior a infiltração (percolação) do produto no mesmo. A partir deste ponto dizemos que a natureza da emergência com produto perigoso mudou de líquida para sólida, pois a solo absorveu o produto, de certa forma torna-se mais fácil trabalhar com o produto, porém os riscos dele permanecem.

LÍQUIDOS:

Os produtos perigosos em estado líquido fluem e se adaptam à forma dos seus recipientes ou dos locais onde estão. As liberações acidentais podem penetrar o solo, contaminar vegetações e atingir recursos hídricos subterrâneos ou superficiais. Alguns produtos emitem vapores à temperatura ambiente, que podem facilmente inalados e ainda criam atmosferas perigosas.

A correta identificação do produto perigoso liberado permite definir os riscos

adicionais como corrosividade, toxicidade, reatividade com outros materiais, e inflamabilidade, este último necessita de atenção ainda para a presença de fontes de calor, ter acesso às informações sobre os pontos de fulgor e limites de inflamabilidade do material.

5.1.1 PONTO DE FULGOR

É a temperatura mínima na qual um produto começa a liberar vapores que se incendiam quando em contato com uma fonte de ignição. Porém, ao retirarmos esta fonte, a combustão não se mantém.

Para entender melhor podemos considerar uma temperatura ambiente em torno de 30°C e um vazamento de Etanol (Álcool Etílico) cujo ponto de fulgor é de 17,8°C (dado retirado da FISPQ do Etanol, Sistema Sinter, CETESB/SP), isso significa dizer que, o produto nessas condições estará liberando vapores inflamáveis, para que houvesse uma ignição, bastaria apenas uma fonte de ignição e uma mistura ideal com o ar ambiente, resultando em uma combustão (incêndio ou explosão).

Em outro exemplo para a mesma temperatura ambiente, em um acidente com Óleo Diesel que possui ponto de fulgor de 38°C (dado retirado da FISPQ do Óleo Diesel, Sistema Sinter, CETESB/SP), significaria dizer que em condições normais, o produto não estaria liberando vapores inflamáveis.

5.1.2 LIMITES DE INFLAMABILIDADE (OU EXPLOSIVIDADE)

Para que um vapor ou gás inflamável queime é necessário que exista, além da fonte de ignição, uma mistura “ideal”, ou seja, uma porcentagem mínima ou máxima entre o ar atmosférico (oxigênio) e o gás combustível.

A proporção de vapor ou gás combustível com o ar necessária para a ocorrência da combustão varia de acordo com cada produto e está dimensionada por suas constantes que são o limite inferior de inflamabilidade (LII), e o Limite Superior de Inflamabilidade (LSI). Eles podem ser encontrados ainda como limite inferior e superior de Explosividade (LIE e LSE, respectivamente). O intervalo entre o LII e o LSI é chamado de a “faixa ideal”, “faixa explosiva”, ou “mistura ideal” ou ainda “range de explosividade”.

De forma simplificada, estes conceitos de limites de inflamabilidade

estabelecem que uma mistura ar-combustível somente será inflamável quando sua composição, em termos de quantidade de combustível, estiver dentro do intervalo de inflamabilidade (IIN), cujos extremos são definidos pelo limite inferior e superior de inflamabilidade do combustível investigado (SHELDON, 1984; CROWL e LOUVAR, 2002).

Figura 45 - Limites de inflamabilidade (ou explosividade).



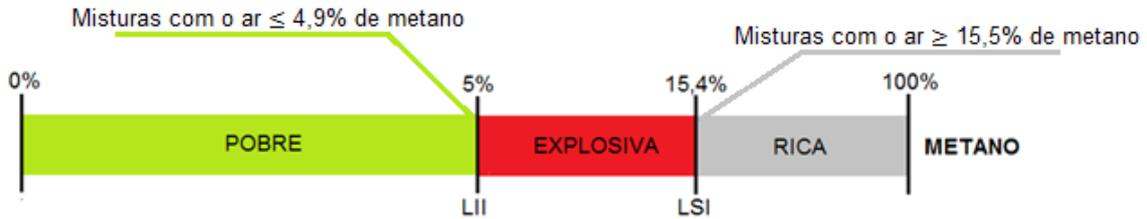
Fonte: Desenvolvido pelo autor.

Importante frisar que, para qualquer gás ou vapor, 1% em volume representa 10.000 ppm.

- Limite Inferior de Inflamabilidade (LII ou LIE) – *Lower Explosive Limit (LEL)* - é a concentração mínima de gás ou vapor, ou a concentração limite que, em mistura com o ar (Oxigênio do ar – comburente), é capaz de se inflamar. Abaixo desse limite a mistura é considerada pobre (mistura pobre), não permitindo a queima;
- Limite Superior de Inflamabilidade (LSI ou LSE) – *Upper Explosive Limit (UEL)* - é a maior concentração de gás ou vapor, ou a concentração limite que, em mistura com o ar (Oxigênio do ar – comburente), é capaz de se inflamar. Acima desse limite a mistura é considerada rica (mistura rica), não permitindo a queima.

Vamos usar como exemplo o gás metano, cujo limite inferior de inflamabilidade é de 5,0% e superior de 15,4% (dados obtidos da FISPQ do Metano, BRASKEM, 14 de janeiro de 2016, revisão nº 10), temos então:

Figura 46 - Limites de inflamabilidade do gás metano.



Fonte: Desenvolvido pelo autor.

Ainda como exemplo, iremos utilizar um gás com diferentes valores de LII e LSI, o gás acetileno possui o limite inferior de inflamabilidade de 2,5% e superior de 80% (dados obtidos da FISPQ do acetileno, Sistema Sinter, CETESB/SP), temos então:

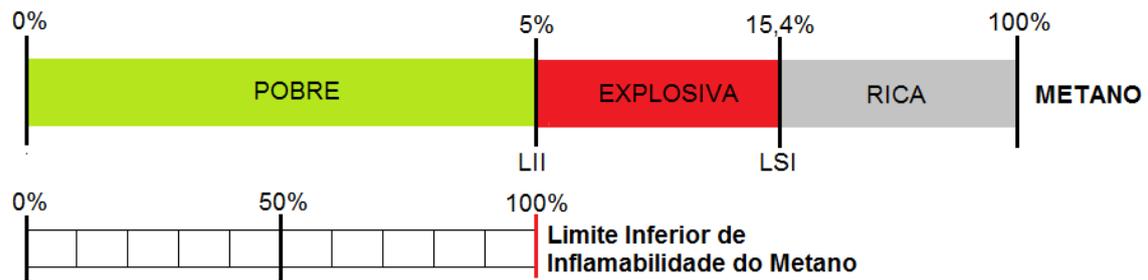
Figura 47 - Limites de inflamabilidade do acetileno.



Fonte: Desenvolvido pelo autor com base nos limites de inflamabilidade do acetileno.

Os detectores de gases inflamáveis, explosímetros ou multigases são calibrados utilizando um gás padrão, geralmente o metano. Estes detectores trabalham com o limite inferior de inflamabilidade (ou explosividade) do gás de padrão de calibração, sua medição é de 0 a 100% do LII deste gás, ou seja, 100% do LII do metano é igual a 5% do gás em misturas com o ar ambiente (oxigênio do ar ambiente – comburente). A configuração destes detectores geralmente emite alarmes em porcentagens específicas do LII, por segurança a maioria destes detectores emite alarmes em 10% (primeiro alarme de alerta) e 20% (alarme final constante) do LII do gás padrão de calibração. Abaixo exemplificamos esta relação.

Figura 48 - Limite inferior de inflamabilidade do metano.



Fonte: Desenvolvido pelo autor com base nos limites de inflamabilidade do metano.

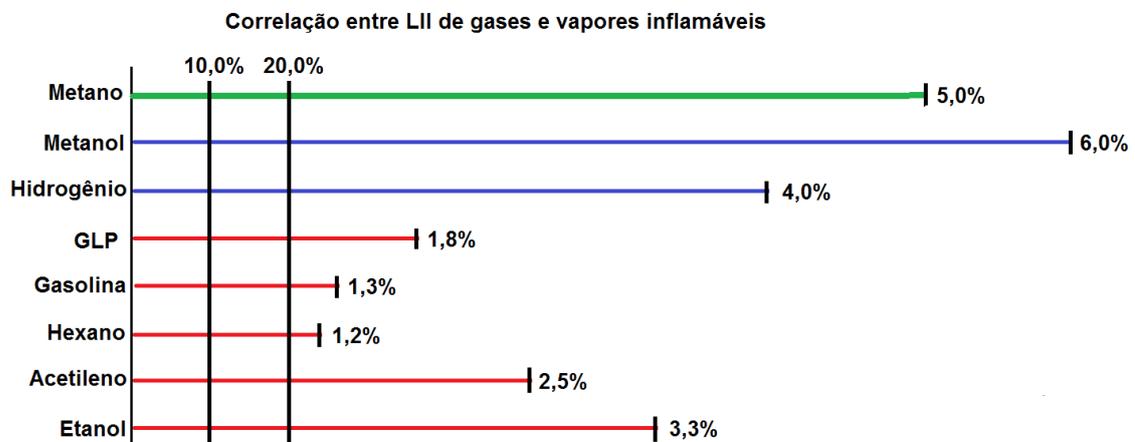
Esta configuração de alarmes a 10% e 20% permite uma maior segurança ao bombeiro militar. O detector de gases inflamáveis não identifica o gás presente no ambiente, apenas detecta a presença destes produtos, isso ocorre devido a uma reação catalítica em seu sensor, reação esta que só ocorre na presença de vapores ou gases inflamáveis.

Por não detectar o vapor ou gás inflamável presente, caso não se tenha identificado o vapor/gás presente ou exista uma grande variedade destes, não se sabe qual o LII para aquele ambiente. Logo se no ambiente houver um gás ou vapor que possua LII inferior ao gás padrão de calibração, no exemplo acima o metano, a margem de segurança com alarmes em 10% e 20% se torna maior.

A margem de segurança permite que procedimentos de segurança e de redução da concentração de atmosfera inflamável possam ser tomados antes que o local se torne ideal para uma combustão, também chamada de **atmosfera explosiva**.

Abaixo temos um exemplo das variedades de limites inferiores de inflamabilidade em relação ao gás padrão de calibração da maioria dos detectores.

Figura 49 - Correlação entre limites inferiores de inflamabilidade.



Fonte: Desenvolvido pelo autor com base nos limites de inflamabilidade dos gases elencados.

5.1.3 ANÁLISES EM EMERGÊNCIAS

Nas situações emergenciais, pode haver diversos tipos de fontes de ignição, que podem originar a combustão, abaixo citamos alguns exemplos que são os mais comuns:

- Chamas vivas (incêndios diversos);
- Superfícies quentes;
- Motores de veículos;
- Cigarros;
- Faíscas por atrito;
- Eletricidade estática;
- Mal funcionamento ou panes elétricas;
- Acionamento de equipamentos, ferramentas ou sistemas elétricos não intrinsecamente seguros ou à prova de explosões.

5.1.4 AÇÕES EMERGENCIAIS

Durante o atendimento às emergências envolvendo produtos inflamáveis, além dos conhecimentos já apresentados, deve-se também levar em consideração:

- Evitar concentrações altas de vapores em locais com grande movimentação de pessoas ou equipamentos não fazendo, por exemplo, a contenção de um produto inflamável próximo ao local de vazamento;
- Aplicar espuma mecânica (LGE) para produtos com alta pressão de vapor objetivando reduzir a evaporação do produto vazado e abatendo o vapor já formado;
- Resfriar, mediante aplicação de neblina d'água ou outros meios, os recipientes aquecidos;
- Aplicar neblina d'água em tanques utilizados no transporte rodoviário ou ferroviário durante operações de emergência, inclusive nas fases de destombamento e transbordo. Com o objetivo de diminuir a eletricidade estática acumulada e o atrito entre as partes;
- Aplicar água no solo próximo aos recipientes contendo produtos inflamáveis, não aplicar água dentro deles. O objetivo é saturar o solo no local, diminuindo a quantidade de produto que percola o solo, além do fato de que os derivados de petróleo são menos densos que a água.
- Deve se avaliar a quantidade de água utilizada para que ela não se misture em grande quantidade com o produto vazado e aumente a área contaminada.
- O confinamento do material acompanhando a declividade do terreno e possíveis dutos/locais de carreamento é fundamental, deve ser priorizado antes de qualquer outra medida de controle no ponto de vazamento, diminuindo a área contaminada e a ser isolada, reduzindo assim a complexidade do cenário.
- Muitas vezes a ação de contenção é difícil e arriscada, portanto, pode-se criar um local de confinamento temporário, como um tanque inflável, diques de contenção ou direcionamento para barreiras naturais;
- As ações acima citadas devem ser feitas levando em conta a vazão do vazamento e quantidade do produto ainda contida em seu recipiente.

- Lembrar que o produto contido nos locais provisórios ainda emite vapores inflamáveis, portanto deve-se observar fontes de ignição e direção do vento.
- Sempre que possível deve-se utilizar espuma para cobrir o material confinado.

5.1.5 CONTENÇÃO DE PRODUTOS LÍQUIDOS NO SOLO

Basicamente existem três técnicas para o controle de derramamentos de produtos líquidos, que atendem a produtos líquidos de todas as classes, devendo-se atentar para o gerenciamento dos riscos específicos, como toxicidade, inflamabilidade, corrosividade, etc. São elas:

- **Técnica de desvio** – Consiste no deslocamento controlado de um líquido, de uma área para outra, na qual seus efeitos possam ser minimizados.
- **Técnica de diques** – Consiste na utilização de uma ou mais barreiras, para conter ou controlar o deslocamento de líquidos de uma área para outra.
- **Técnica de retenção** – Consiste na contenção temporária de um líquido em uma determinada área, por exemplo em um tanque.

A melhor técnica a ser utilizada em cada caso dependerá de diversos fatores, tais como:

- **Tempo disponível para ações;**
- **Recursos humanos e materiais disponíveis;**
- **Potencial de risco oferecido pelo produto;**

Exemplo:

Uma equipe de resposta identifica que está ocorrendo o escoamento de óleo diesel na direção de um córrego e a velocidade que não permitirá a construção de um dique.

Nota-se ainda que os recursos humanos e materiais, que se encontram disponíveis, não são suficientes para a construção de diques na área do acidente.

Nesse caso a equipe poderá realizar um desvio daquele produto, de forma a

impedir que a possa atinja o córrego.

5.1.5.1 TÉCNICA DE DESVIO

Diversos materiais podem ser usados para criar os obstáculos, como terra e areia, para desviar um produto líquido derramado no solo.

O desvio é realizado antes da chegada do líquido ao local a ser protegido ou, caso o local já tenha sido atingido, a ação pode ser feita para evitar que mais produtos atinjam o local.

A utilização desses materiais é muito prática, pois quase sempre eles encontram-se imediatamente disponíveis, podendo ser rapidamente executado.

5.1.5.2 TÉCNICA DE DIQUE (OU REPRESAMENTO)

Para ser efetivo, o desvio deve ser feito de maneira adequada.

- O trabalho deve ser dividido
- O material usado deve ser compactado (ex. areia compactada).
- Levantar em conta a velocidade de escoamento para construção de desvios
- Pode ser construído com qualquer material disponível nas proximidades do derramamento/vazamento;
- Atenção para que o produto perigoso não reaja com o material do dique;
- **Areia, terra**, pedras ou detritos diversos, sendo assim, é uma atividade de baixo custo e que exigirá pouca mão de obra;
- Em caso de ocorrências mais severas pode ser feita a cobertura do material do dique com lona plástica ou o material ser ensacado (ex. Areia ensacada), evitando a formação de resíduos;
- Quando a volume a ser contido for grande, pode ser feita mais de uma linha de diques de contenção;
- Caso o produto perigoso seja inflamável, adotar medidas necessárias para evitar a ignição por componentes elétricos, principalmente quando envolve energia estática ou energia do próprio maquinário utilizado na construção.

- Pode aplica-se a espuma (LGE) para abater vapores inflamáveis já presentes e evitar o acúmulo de mais vapor na atmosfera;
- Quando o líquido possuir característica física de baixa viscosidade e o solo apresentar alta permeabilidade, os recursos de recolhimento do produto perigoso ou contenção devem ser mobilizados o mais rápido possível;
- É aconselhável construir o segundo dique de contenção próximo ao primeiro, evitando o transbordamento do produto perigoso.
- Pode ser utilizada uma lona para conter o produto diretamente no ponto de vazamento, fazendo um tanque com amarrações nas pontas da lona, mantendo-a na parte onde ocorre o vazamento.

5.1.5.3 TÉCNICAS DE RETENÇÃO

Para situações nas quais não existam condições para a construção de um desvio ou um dique, pode-se tentar reter o produto vazado em uma vala, em uma bacia ou em um tanque de contenção.

Exemplo: Em uma ocorrência envolvendo o vazamento de óleo diesel por causa do tombamento de um caminhão, se não for contido, o produto atingirá um recurso hídrico próximo. Em razão do fluxo do produto e do limitado número de pessoas em campo, não é viável a construção de um desvio ou de um dique.

Nessa situação, a retenção do produto em um tanque é uma boa alternativa, pois pode aumentar o tempo para a construção de diques ou desvios.

- Em alguns casos o produto pode ser contido em um tanque ou em uma vala de retenção escavada no solo e revestida com lona plástica.
- Tal como nos casos anteriores, a construção de uma vala de contenção dependerá de recursos humanos e materiais, quantidade de produto derramado e do tempo disponível.
- Outra opção é conter o produto em uma lona, sem escavar o solo, onde a lona ficaria presa na estrutura do tanque, ou seja, prende-se as pontas da lona em partes do tanque, fazendo uma “piscina” improvisada para o líquido.

Figura 50 - Técnica de retenção.



Fonte: Foto retirada pelo autor em ocorrência.

Figura 51 - Técnica de retenção.



Fonte: Foto retirada pelo autor em ocorrência.

5.1.5.4 CONTENÇÃO DE PRODUTOS EM CORPOS D'ÁGUA

O vazamento de produtos em corpos d'água possuem comportamentos

distintos. Para casos de produtos imiscíveis (que não misturam) em água e que se acumulam na superfície, ou seja, densidade menor que a da água (densidade < 1), várias estratégias podem ser adotadas. Como é o caso de derramamentos de óleo.

Nestes casos há a possibilidade de conter e recolher as manchas, minimizando assim os impactos ao meio ambiente (**intervenção é ativa**).

Substâncias que possuem um comportamento diferente, na maioria das vezes, não há possibilidade de controlar o poluente na água. Ocorre nos casos de produtos miscíveis em água (se misturam) ou mais densos que a água (densidade > 1) se acumulam no fundo.

Nestes casos, as estratégias de resposta se restringem a alguns poucos procedimentos (**intervenção passiva**).

5.1.5.4.1 Substâncias que flutuam na água (densidade < 1)

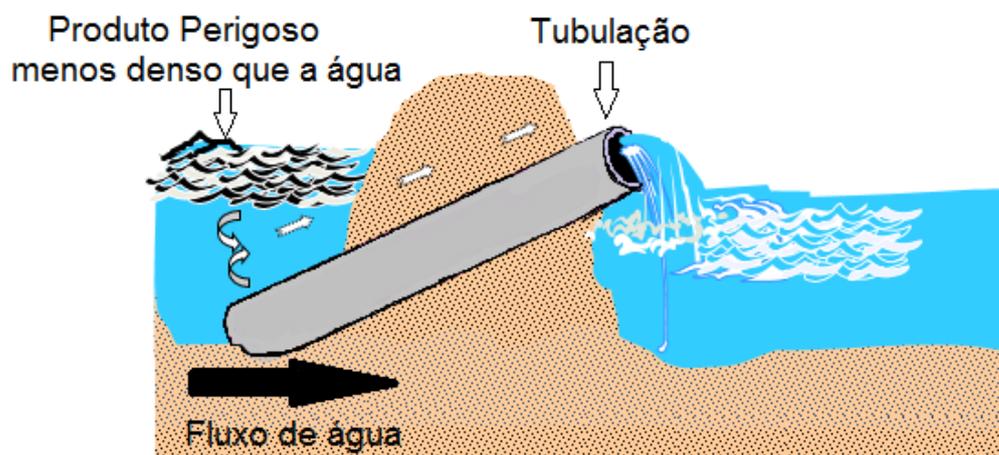
São exemplos desses casos e os mais comuns, os derramamentos de óleos e derivados de petróleo.

Deve se atentar nesses casos aos riscos da ocorrência, por serem produtos derivados de petróleo e combustíveis, emitindo vapores inflamáveis.

A intervenção em derrames em corpos d'água baseia-se retirada do produto da superfície da água com a utilização de materiais e equipamentos específicos como barreiras de contenção, recolhedores, absorventes, etc., mas também podem ser feitos com recursos técnicos (meios de fortuna).

*Biorremediação – técnica que visa acelerar a degradação do produto.

Figura 52 - Modelo de contenção em corpo d'água.



Fonte: Imagem desenvolvida pelo autor.

Figura 53 - Modelo de contenção em corpo d'água.



Fonte: Foto retirada pelo autor em ocorrência.

Figura 54 - Modelo de contenção em corpo d'água.



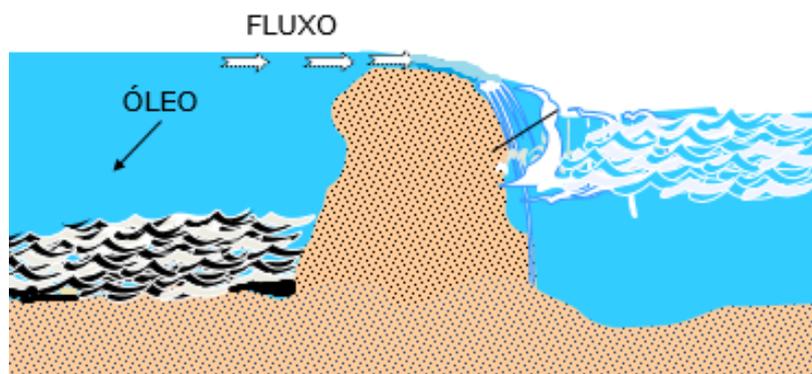
Fonte: Foto retirada pelo autor em instrução no COPP/2017 - CBMMT.

5.1.5.4.2 SUBSTÂNCIAS QUE AFUNDAM NA ÁGUA (DENSIDADE > 1)

São produtos que possuem densidade maior que a da água (densidade > 1), são insolúveis, portanto, tendem a se acumular no fundo dos locais onde são derramados, sendo mantidos separados da água.

Poderá ser difícil de recuperar estes tipos de produtos. Podendo ainda ser necessário mais de um método de confinamento para deter o produto.

Figura 55 - Modelo de contenção em corpo d'água. Produto com densidade >1



Fonte: Imagem desenvolvida pelo autor.

5.1.5.4.3 SUBSTÂNCIAS MISCÍVEIS EM ÁGUA

As ações para produtos que se misturam à água são difíceis, muitas vezes restando apenas ações de acompanhamento, avaliação e recuperação (biorremediação*) ambiental. Os processos de intemperismo naturais, ou seja, processos de decomposição derivados de ações naturais, podem ser entendidos como fatores que promovem a remoção natural do produto do ambiente ao longo do tempo, como a evaporação, dissolução, dispersão natural, biodegradação, etc.

*Biorremediação – técnica que visa acelerar a degradação do produto no ambiente por meio da ação de organismos vivos como plantas, fungos, bactérias, etc.

5.1.6 AÇÕES DE TRANSBORDO

O Transbordo é o procedimento de transferência da carga do recipiente danificado para o novo recipiente, para só assim haver a destinação final. Para ações de primeira resposta cabe ao profissional conhecer os princípios de segurança para a correta realização da ação de transbordo.

Recipientes que transportam produtos inflamáveis não devem ser movimentados sem ser feita a retirada da carga e a inertização do recipiente;

A inertização consiste em retirar vestígios de vapor inflamável do recipiente que continha produto desta natureza, podendo ser feita com: **Nitrogênio, Argônio (gases inertes) e LGE**. NÃO deve ser utilizado extintor de CO₂ por gerar eletricidade estática durante a dispersão.

5.1.6.1 PROCEDIMENTOS PREVENTIVOS PARA AÇÕES DE TRANSBORDO:

- Eliminar fontes de calor dentro e/ou próximas aos tanques;
- Resfriamento e ventilação dos tanques;
- Os respondedores devem estar utilizando todos os Equipamentos de Proteção Individual – roupa de aproximação completa, capacete, botas, balaclava e luvas;
- Deve ser montada linha de combate a incêndio; e
- Utilizar, sempre que possível, o detector de gases.

- Utilizar LGE para abater as nuvens de vapor em caso de vazamento/derramamento até a retirada do produto;

5.1.7 DESTOMBAMENTO OU IÇAMENTO DE TANQUES

Consiste no emprego de guinchos e guindastes com o objetivo de colocar em posição de rotação veículos contêineres e vagões que tenham tombado. Trata-se de operações delicadas que envolvem riscos como o rompimento de vasos, quedas, rompimentos de cabos, etc.

Quando da ocorrência de acidentes deste tipo, geralmente as equipes de resposta não possuem condições de avaliar se a integridade do tanque foi comprometida, ou seja, se esse será capaz de resistir mecanicamente aos esforços inerentes as operações de destombamento e içamento.

Nessas situações se recomenda realizar o transbordo da carga e depois com o tanque vazio e inertizado se for o caso, realiza-se o destombamento e içamento.

As operações de recuperação de carretas contendo vasos pressurizados ou vagões-tanques devem, preferencialmente, ser realizadas por meio de içamento com guindastes. O uso de guinchos tradicionais, certamente causará o arraste e atrito com o solo, o que pode comprometer a estrutura do tanque e possivelmente criar centelhas.

Tanques de inflamáveis aparentemente vazios após o transbordo contém vapores inflamáveis, isso gera um risco pois a concentração de vapor pode estar dentro do limite de inflamabilidade, o que pode gerar a ignição e possível explosão. Para aumentar a segurança, deve-se inertizá-los e/ou preenchê-los com água, de preferência com mistura para espuma (LGE).

Sempre antes da realização de destombamentos deve-se molhar com jato neblinado o tanque e o solo, para reduzir o atrito, resfriar e reduzir a eletricidade estática pois a água é polar, ou seja, ela diminui a formação de eletricidade estática devido a polaridade de suas moléculas.

A formação de eletricidade estática está relacionada a umidade relativa do ar de forma inversamente proporcional. Quanto maior a umidade relativa do ar, menor a

chance de acúmulo de carga estática. Quanto menor a umidade relativa do ar, maior a chance de acúmulo de carga estática.

Para explicar o acúmulo de carga estática vamos utilizar o exemplo do transporte rodoviário de produtos perigosos por caminhões tanque. Quando em movimento, os caminhões tanque se atritam com o ar produzindo cargas elétricas, que ficam acumuladas na superfície do tanque. Esse acúmulo deixa a superfície do tanque com mais carga elétrica que a terra, criando uma diferença de potencial entre a terra e o tanque. A descarga elétrica é uma forma de criar o equilíbrio eletrostático entre a superfície do tanque e a terra, ou seja, diferença de potencial igual a zero.

Esta carga elétrica é perigosa, basta apenas uma ligação entre a superfície do tanque e o solo para que ocorra a descarga elétrica, em locais com acúmulo de gases ou vapores inflamáveis, no intervalo de mistura inflamável com (entre o LII e o LSI), essa descarga atua como fonte de ignição, causando a combustão.

Para que essa descarga de eletricidade estática não ocorra é realizado o processo de aterramento, ou seja, ligação da superfície carregada com a terra, para descarga da eletricidade acumulada de forma segura, ou seja, para que a diferença de potencial seja igual a zero. Esse procedimento deve ser feito com equipamento adequado e sua efetividade só pode ser aferida por um equipamento específico, o terrômetro.

Figura 56 - Aparelho Terrômetro.



Fonte: Soldado BM Jonatas Lima da Silva - COPP/2017.

Figura 57 - Hastes de cobre para aterramento.



Fonte: Soldado BM Jonatas Lima da Silva – COPP/2017.

Cabe ressaltar que em todas as operações as pessoas envolvidas na emergência deverão estar a uma distância segura da operação.

GASES:

Os gases podem apresentar vários riscos como inflamabilidade, corrosividade, toxicidade, etc., porém, independente do risco específico do produto, seu estado físico representa por si só uma grande preocupação, uma vez que os gases se expandem até ocuparem todo o espaço que os contém.

Em caso de vazamento, os gases tendem a ocupar todo o ambiente, mesmo quando possuem densidades diferentes da do ar. Alguns gases são considerados biologicamente inertes, ou seja, não são metabolizados pelo organismo, ou inertes quimicamente, não reagindo com a maioria das substâncias.

Mesmo sendo considerados inertes, os gases podem apresentar riscos ao homem. Todos os gases, exceto o oxigênio, são asfixiantes.

Grandes vazamentos, mesmo de gases inertes, reduzem o teor de oxigênio nos ambientes fechados ou com ventilação reduzida, causando asfixia. Por esse

motivo deve-se aferir a porcentagem de oxigênio em espaços confinados.

Segundo a maioria das literaturas, principalmente as que tem como tema a Norma Regulamentadora 33 (NR 33), do Ministério do Trabalho e Emprego – MTE, mencionam que quando a concentração de oxigênio estiver abaixo de 19,5% medidas de proteção e/ou restabelecimento da concentração de oxigênio em torno de 20,8%, como ventilação, natural ou forçada devem ser tomadas.

Porém em situações emergenciais este valor pode ser interpretado como muito baixo, uma vez que 1,0% de um gás presente na atmosfera do ambiente, significa dizer que o ambiente possui 10.000 ppm (dez mil partes por milhão) deste gás.

Observação: Partes por milhão (ppm) é uma unidade de medida para quantificar concentrações de substâncias em soluções, onde estas substâncias se encontram muito diluídas. A quantidade de soluto (substância) é extremamente pequena, não sendo viável sua representação em porcentagem, onde a massa de solvente é, praticamente, a massa total da solução.

Resumindo, partes por milhão representam a quantidade de soluto, em gramas, diluídas em 1.000.000 (um milhão ou 10^6) gramas de solução.

$$1 \text{ ppm} = \frac{1 \text{ parte de soluto}}{10^6 \text{ partes de solução}}$$

Para termos uma referência deste risco, o limite de exposição do Monóxido de Carbono (CO) é de 39 ppm e o IDLH é de 1200 ppm (dados obtidos da FISPQ do Monóxido de Carbono, nº P-4576, revisado em 02 de setembro de 2015, White Martins – Praxair Inc.).

Tabela 6 - Concentração e sintomas de exposição ao Monóxido de Carbono (com base em informações presentes no site saudeesegurancaotrabalho.com).

Concentração	Sintomas
35 ppm (0,0035%)	Dor de cabeça e tontura dentro de seis a oito horas de exposição constante.
100 ppm (0,01%)	Leve dor de cabeça em duas a três horas.

800 ppm (0,08%)	Tonturas, náuseas e convulsões dentro de 45 minutos; insensibilidade dentro de 2 horas.
1.600 ppm (0,16%)	Dor de cabeça, aumento da frequência cardíaca, tonturas, náuseas dentro de 20 minutos; morte em menos de 2 horas.
3.200 ppm (0,32%)	Dor de cabeça, tonturas e náuseas em cinco a dez minutos. Morte dentro de 30 minutos.
6.400 ppm (0,64%)	Dor de cabeça e tontura em um a dois minutos. Convulsões, parada respiratória e óbito em menos de 20 minutos.
12.800 ppm (1,28%)	Inconsciência dentro de 2 a 3 respirações, morte em menos de três minutos.

Fonte: Próprio autor

Um risco muito presente em várias emergências de bombeiros, principalmente em espaços confinados está relacionada ao gás Sulfídrico (Ácido Sulfídrico ou Sulfeto de Hidrogênio), derivados de processos de decomposição e fermentação.

Tabela 7 - Concentração e sintomas de exposição ao Sulfeto de Hidrogênio ou Gás Sulfídrico (com base em informações presentes no site saudeeseg.uranocanotrabalho.com).

Concentração	Sintomas
0,01 ppm - 1,5 ppm	Limiar de odor (quando o cheiro de ovo podre característico é perceptível).
100 ppm	Perda do olfato (o sistema olfativo fica saturado); Tosse, irritação ocular, alteração na respiração e sonolência de 15 a 30 minutos de exposição; Morte pode ocorrer após 48 horas de exposição.
200 ppm - 300 ppm	Conjuntivite e irritação do trato respiratório após 1 hora de exposição; pode ocorrer edema pulmonar por exposição prolongada.
500 ppm - 700 ppm	Dano grave aos olhos em 30 min; Morte após 30-60 minutos.
700 ppm - 1.000 ppm	Rápida inconsciência ou colapso imediato dentro de 1 a 2 respirações; parada respiratória com morte em poucos minutos.
1.000 ppm - 2.000 ppm	Morte instantânea.

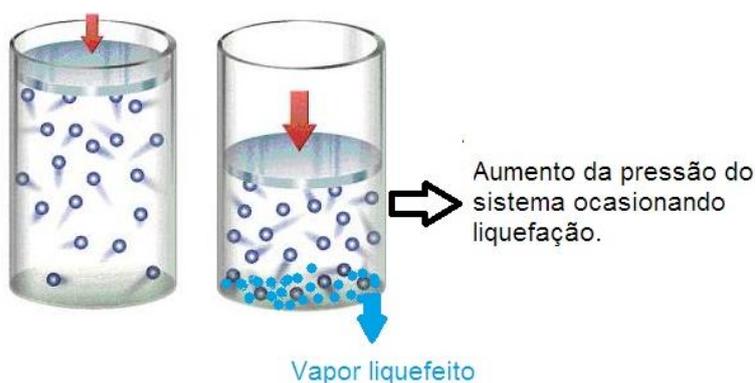
Fonte: próprio autor

Alguns gases podem possuir odor e cor características como o cloro, outros, como o monóxido de carbono não possuem nem odor nem coloração. O que pode dificultar sua detecção na atmosfera, bem como ações de controle.

Gases sofrem grande influência quando expostos a variações de pressão e/ou temperatura. A maioria dos gases pode ser liquefeita com o aumento da pressão e/ou diminuição da temperatura.

Ex.: Amônia – pode ser liquefeita quando submetida a uma pressão de aproximadamente 8 kgf/cm² ou quando submetida a uma temperatura de aproximadamente -33,4°C.

Figura 58 – Aumento de pressão interna



Fonte: próprio autor

Quando liberados, os gases mantidos liquefeitos por ação da temperatura ou pressão, tenderão a passar para seu estado natural. Ao passar do estado líquido para o gasoso, ocorre uma alta expansão do produto, gerando volumes muito maiores do que o volume ocupado pelo líquido – **Taxa de Expansão**.

Ex. Cloro – taxa de expansão de 457 vezes.

Portanto, deve-se dar preferência a vazamentos na fase gasosa ao invés da fase líquida.

5.1.8 DENSIDADE DO PRODUTO EM RELAÇÃO AO AR.

A **densidade de gases e vapores** é a razão entre a massa do gás e o volume por ele ocupado nas condições normais de temperatura e pressão, ou seja, a temperatura de 273 K (0°C) e a pressão atmosférica (1 atm). É normalmente expressa em g/L. O ar tem densidade de 1,29 g/L.

Saber a densidade do gás vazado permite saber em que parte do ambiente o gás tende a se acumular. Gases mais densos que o ar, tendem a se acumular nas partes baixas no ambiente, tendo assim sua dispersão mais difícil quando comparada à dos gases menos densos que o ar.

Figura 59 - Vazamento de GLP, onde o gás se acumula próximo ao solo por possuir densidade maior que o ar atmosférico.



Fonte: Foto de Vanderlei Lima, www.rbj.com.br – Vazamento de GLP em Coronel Vivida.

Figura 60 - Vazamento de amônia em frigorífico.



5.1.9 SOLUBILIDADE EM ÁGUA

É a capacidade de um produto dissolver-se ou misturar-se com a água. Quando um produto é dito miscível em água, que dizer que ele se mistura com a água em quaisquer proporções. É uma característica de grande utilidade para prever o comportamento do produto em emergências bem como algumas ações que podem ser realizadas.

5.1.9.1 ABATIMENTO DE GASES E VAPORES - EM DIVERSAS SITUAÇÕES A ÁGUA USADA EM FORMA DE NEBLINA EM ALTA PRESSÃO PODE SOLUBILIZAR OU DIFICULTAR O DESLOCAMENTO DE NUVEM DE GÁS OU VAPOR.

- Para os produtos solúveis: abatimento de gases e vapores (a solução de água e produto formada deve ser contida pois passa a ser resíduo perigoso).
- Para insolúveis: direcionamento ou dificulta o deslocamento.

Agente de extinção – principal agente extintor para a maioria dos incêndios, atuando por resfriamento (resfriamento abaixo do ponto de fulgor).

Outro aspecto importante nas emergências com produtos gasosos é a possibilidade de **incêndio ou explosões**.

Recipientes com gases não inflamáveis e não tóxicos podem explodir (ruptura catastrófica) em casos de incêndio.

- BLEVE – *Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion* (explosão do vapor expandido devido a ebulição do líquido).

•
Figura 61 - BLEVE.



Fonte: Faculty of Engineering and Applied Science, Mechanical and Material Engineering - Queen's University, California – EUA.

5.1.10 DISPERSÃO E ABATIMENTO DE GÁS E VAPOR

Este é um método físico de confinamento no qual de neblina d'água (jato neblinado de alta pressão) é usado para abater (solubilizar), dispersar ou mover vapores para longe de certas áreas. É particularmente eficaz com materiais solúveis em água (ex: amônia), embora o produto resultante possa comprometer o meio ambiente.

Ao lidar com materiais inflamáveis, como GLP, a turbulência criada pelo jato d'água neblinado pode reduzir a concentração do gás (dispersão) e trazer a inflamabilidade à níveis inferiores ao do LII.

5.1.11 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. Geralmente esta técnica é mais bem realizada com espuma mecânica.

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.

6 EQUIPAMENTO DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL

Todo o trabalho com produtos perigosos envolve determinados riscos. Por este motivo, faz-se necessário que o trabalhador tome cuidados especiais, principalmente no que se refere ao uso de Equipamento de Proteção Individual – EPI.

Sendo assim os EPI são aqueles equipamentos destinados à proteção de um único bombeiro, destinados a protegê-lo de eventuais riscos presentes no ambiente de atendimento, que não podem ser totalmente eliminados ou controlados. Sendo assim o uso de EPI não reduz o risco inerente ao produto, ele apenas adequar o bombeiro para a atuação protegida naquelas condições.

O Ministério do Trabalho e Emprego (MTE), em sua Norma regulamentadora 06 (NR 06), define EPI:

“6.1 Para os fins de aplicação desta Norma Regulamentadora - NR, considera-se Equipamento de Proteção Individual - EPI, todo dispositivo ou produto, de uso individual utilizado pelo trabalhador, destinado à proteção de riscos suscetíveis de ameaçar a segurança e a saúde no trabalho.

6.1.1 Entende-se como Equipamento Conjugado de Proteção Individual, todo aquele composto por vários dispositivos, que o fabricante tenha associado contra um ou mais riscos que possam ocorrer simultaneamente e que sejam suscetíveis de ameaçar a segurança e a saúde no trabalho.” (Brasil)

Nota: Equipamentos de Proteção Coletiva (EPCs) são os equipamentos destinados à proteção do conjunto de indivíduos. Embora possam ser utilizados individualmente (ex.: chuveiro lava olhos), estão disponíveis para uso de todos os profissionais de uma determinada área.

No que se refere ao trabalho com produtos químicos, os EPIs podem ser divididos entre aqueles voltados para a proteção cutânea (roupas, luvas, botas), e aqueles voltados para a proteção respiratória (máscaras com filtro, equipamentos autônomos de respiração). Para critérios didáticos iremos trabalhar de forma separada os EPIs e EPRs, porém estes sempre são usados em conjunto e a forma como são unidos definem os níveis de proteção para resposta.

ROTAS DE EXPOSIÇÃO AO CONTAMINANTE

- **Inalação:**

Através de gases, vapores ou partículas que entram pelo sistema respiratório. Sendo a principal rota de exposição.

- **Ingestão:**

Ocorre através do sistema digestório. Geralmente a ingestão de substâncias é acidental.

- **Injeção: ou infecção:**

Penetração direta da substância no organismo através da descontinuidade da pele (feridas, etc.).

- **Absorção:**

Ocorre através da superfície que cobre o corpo humano (tecido cutâneo).

EFEITOS NO ORGANISMO:

- **Irritantes** – Produzem inflamação;
- **Tóxicos** – Distribuem-se em todo o organismo causando efeitos diversos;
- **Anestésicos** – Depressores do Sistema Nervoso Central (SNC);
- **Asfixiantes** – Impedem a chegada de Oxigênio nos tecidos;
- **Cancerígenos** – Gerar ou potencializar o câncer;
- **Mutagênicos** – Podem alterar o DNA;
- **Teratogênicos** – Podem causar danos embrionários;
- **Alérgicos** – Não afeta todos os indivíduos;
- **Pneumoconióticos** – Substâncias sólidas que se depositam nos pulmões provocando degeneração fibrótica;

PROTEÇÃO DA CABEÇA

- **Capacete de segurança**

Equipamento utilizado para a proteção da cabeça contra impactos, choques elétricos e contra os efeitos do calor. Aqui mostraremos partes do capacete de combate a incêndios utilizados na corporação o *Gallet F1 SF*.

Figura 62 - Partes do capacete *Gallet F1 SF*.



Fonte: empresa Balaska - disponível em www.balaska.com.br.

PROTEÇÃO DAS MÃOS

As mãos são os membros do corpo humano que mais sofrem acidentes. Visando proteger este importante membro do corpo humano, existem diversos tipos de luvas que servem para enfrentar diferentes tipos de risco ao qual o bombeiro pode ficar exposto.

Para se escolher a luva mais adequada a uma determinada atividade devemos observar os seguintes pontos:

- Verificar as condições físicas a qual a luva estará sujeita e determinar quais tipos são os mais importantes (as condições físicas podem influenciar a resistência química da luva):
 - Abrasão;
 - Cortes;
 - Temperatura
- Sempre selecione a luva que ofereça maior grau de proteção contra agentes químicos e físicos;
- Sempre verifique a resistência química da luva para os materiais que podem entrar em contato durante a execução da operação, ou seja, usar a luva com resistência química para o tipo de produto químico envolvido na emergência;

As situações práticas, que ocorrem nas emergências, apresentam não apenas um dos fatores mencionados, mas sim uma combinação de dois ou mais fatores, o que torna ainda mais complexa a escolha da luva apropriada, portanto sempre que necessários utilizar a sobreposição de luvas (uso de mais de uma luva em operação).

O BM técnico em operações com produtos perigosos definirá o tipo de luva a ser utilizado nas ações ofensivas e se necessário nas defensivas.

Seguem abaixo 03 (três) modelos mais utilizados.

6.1.1 LUVA DE LÁTEX

A borracha natural possui pouca resistência ao fogo. Este tipo de luva deve ser utilizada somente em atividades onde ocorrem contatos com produtos químicos dissolvidos (e miscíveis) na água, tais como cetonas e álcoois; e não em situações onde existam contatos com produtos não miscíveis em água, como por exemplo hidrocarbonetos derivados de petróleo, óleos, graxas, solventes, querosene e gasolina, pois a borracha natural é um hidrocarboneto e o mesmo pode ser dissolvido por este produto. Protege ainda contra ácidos e bases diluídas, álcoois e possui boa flexibilidade.

6.1.2 LUVA DE BORRACHA NITRÍLICA

A borracha nitrílica é uma borracha sintética que promove excelente resistência a uma gama muito grande de produtos químicos perigosos e para a grande maioria dos solventes, bem como ótima resistência a furos, corte e abrasão. A borracha nitrílica oferece excelente proteção contra óleos, graxas, álcoois, fenóis, aminas, ácidos diluídos, produtos cáusticos diluídos e muitos derivados de petróleo.

6.1.3 LUVA DE PVC (POLICLORETO DE VINILA, CLORETO DE POLIVINILA OU *POLIVINYL CLORIDE*)

O PVC é um polímero termoplástico sintético que garante excelente resistência e economia para a maioria dos ácidos, óleos, gorduras, produtos cáusticos e hidrocarbonetos derivados de petróleo, além da adição de resistência à abrasão superior. Embora razoavelmente flexível, o PVC não possui a mesma taticidade da borracha natural.

As luvas de PVC são empregadas em álcoois, éteres glicóis, ácidos orgânicos e inorgânicos, tintas, fenóis, bases solventes.

Não são empregados em aldeídos, cetonas, hidrocarbonetos aromáticos, compostos halogênicos, compostos heterocíclicos e nitrocompostos.

PROTEÇÃO DOS PÉS

6.1.4 BOTAS DE PVC

Bota confeccionada em Policloreto de Vinila (PVC) em uma única peça. Deve ser utilizada quando o usuário pode ter contato com respingos de produtos químicos com os pés.

Possui boa resistência contra sais inorgânicos, bases e ácidos pouco concentrados, álcoois, aldeídos, aminas, sangue, bactérias e hidrocarbonetos em geral (derivados de petróleo).

Pouco resistente a éteres, hidrocarbonetos halogenados e cetonas.

Figura 63 - Bota PVC.



Fonte: Fujiwara - disponível em www.fujiwara.com.br

6.1.5 BOTAS DE RESISTÊNCIA QUÍMICA HAZMAT

Bota confeccionada com liga especial de PVC e Poliuretano de alto peso molecular que cria um composto com grande resistência a muitos produtos químicos perigosos. A bota é injetada em processo de dois estágios que formam uma peça única de grande resistência mecânica. Possui palmilha e biqueira de aço, sendo assim recomendada para atendimento a emergências com produtos perigosos. O solado apresenta um desenho que evita escorregões em pisos molhados.

Possui excelente resistência contra a maioria dos produtos químicos, óleos combustíveis, ácidos e bases, solventes orgânicos, peróxidos, amônio e álcoois.

Figura 64 - Bota de resistência química HAZMAT.



Fonte: Impropor - disponível em www.impropor.cl

ROUPAS DE PROTEÇÃO

As roupas de proteção química foram desenvolvidas para proteger a pele do

usuário da exposição a produtos químicos e da contaminação acidental através da pele. Dependendo do traje, pode proteger também da exposição às chamas.

Alguns agentes perigosos podem ser absorvidos pela pele mesmo ela estando intacta/íntegra. O tecido cutâneo lesionado pode resultar em uma contaminação mais rápida do organismo (contato mais rápido com o sistema sanguíneo).

A resistência química é a capacidade do material que constitui a roupa de oferecer proteção química. É feita para prevenir ou reduzir a degradação e permeação do tecido pelo ataque químico. Cabe ressaltar que **não existe tecido capaz de resistir a todos os produtos químicos**. Usando a referência da *Occupational Safety and Health Administration* (órgão de saúde e segurança do trabalho dos Estados Unidos) sobre o assunto, apresentada na Instrução OSHA TED 01-00-015, presente no Manual Técnico da OSHA 2017, temos que:

“É importante que os usuários de roupas de proteção percebam que nenhuma combinação de equipamento e roupa de proteção é capaz de protegê-lo contra todos os perigos. Assim, roupas de proteção devem ser usadas em conjunto com outros métodos de proteção. Por exemplo, controles de engenharia ou administrativos para limitar o contato químico com o pessoal devem ser sempre considerados como uma medida alternativa para prevenir a exposição química. O uso de vestuário de proteção pode criar riscos significativos de portador, como estresse por calor, estresse físico e psicológico, além de visão prejudicada, mobilidade e comunicação. Em geral, quanto maior o nível de vestuário de proteção química, maiores os riscos associados. Para qualquer situação, deve ser selecionado equipamento e roupa que ofereçam um nível adequado de proteção.” (Instrução OSHA TED 01-00-015, Manual Técnico OSHA, 2017, EUA)

6.1.6 ROUPAS ENCAPSULADAS

Existem dois tipos de roupas encapsuladas: as encapsuladas valvulares e não valvulares.

As **roupas encapsuladas valvulares** cobrem totalmente o usuário e o equipamento dentro da roupa, sem aberturas que permitam a entrada do produto, mesmo produtos no estado gasoso. A Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos da América (US EPA *Environmental Protection Agency*) refere-se a este traje com as siglas TEPC (**Roupa Protetora Totalmente Encapsulada**). Também são conhecidos com **Roupas à prova de gases**.

As roupas encapsuladas valvulares para gases por possuir um zíper próprio

para fechá-los e um velcro que protege o zíper, as luvas e botas são unidas a roupa ou existe uma bota interna (tipo meia). Possui válvulas que não permitem que o ar externo entre na roupa e permitem a saída do ar exalado pelo EPR. É difícil vestir uma roupa encapsulada, os respondedores precisam de ajuda para isto.

É importante frisar que o uso de fitas adesivas para união de luvas e botas **NÃO** converte um traje não encapsulado em um traje encapsulado.

- As botas e luvas quando são removíveis podem ser conectadas ao traje por mecanismos que fornecem proteção contra a penetração de gás ou vapor;
- O ar é fornecido por máscara autônoma ou linha de ar;
- Destinam-se a proteger o usuário contra produtos perigosos em forma de gases, vapores, pulverizações ou partículas no ar (nuvem);

Figura 65 - Roupa totalmente encapsulada laminada.



Fonte: DuPont – linha DuPont Tychem TK, modelo TK555T-5C.

Figura 66 - Roupa totalmente encapsulada revestida.



Fonte: Dräger - Dräger CPS 7900.

*

Os modelos de **roupas encapsuladas não valvulares** (não seladas), chamadas apenas de **roupas encapsuladas**, seu objetivo é proteger o bombeiro e os equipamentos em locais onde há grande risco de respingos de produtos que possam danificar o equipamento.

Pela própria definição elas não são à prova de gases, portanto não devem ser

utilizadas em ambientes com presença de gases ou vapores perigosos.

Além de não possuir válvulas para a liberação do ar interno e bloqueio do externo (geralmente apenas uma abertura para a passagem de ar), elas não possuem luvas acopladas a roupa. O modelo ao lado é um exemplo desta vestimenta.

Figura 67 - Roupa encapsulada não valvular.



Fonte: DuPont, linha DuPont TK, modelo TK525T

6.1.7 ROUPAS NÃO ENCAPSULADAS

As roupas de proteção não encapsuladas protegem apenas o bombeiro. Os equipamentos como o EPR, rádio, etc., ficam expostos ao ambiente e por isto, deve ser compatível com os produtos perigosos aos quais possivelmente estarão em contato.

- Não deve pode ser usada contra gases e vapores;

Figura 68 - Roupa não encapsulada. **Figura 69** - Roupa não encapsulada.



Fonte: DuPont – linha DuPont Tychem TK, modelo TK128T



Fonte: Ansell - modelo TRELICHEM SPLASH 900

6.1.8 ROUPA DESCARTÁVEL

Existem roupas que devido ao seu baixo custo e baixa resistência mecânica são empregadas como roupas para um único uso, isto é, descartáveis.

- As roupas descartáveis devem ter baixo custo e podem ser usadas sobre roupas mais caras quando o custo de descontaminação for elevado ou a descontaminação for inviável;
- São normalmente utilizadas pela equipe de redução de contaminação na área morna;
- São usadas por dentro de roupas mais resistentes como proteção adicional;

Figura 70 - Roupa descartável.



Fonte: DuPont, modelo DuPont Tyvek 800J.

Figura 71 - Roupa descartável.



Fonte: DuPont, modelo DuPont Tyvek TYVCHF5S.

NÍVEIS DE PROTEÇÃO

Conforme o risco existente, devemos definir o grau de proteção exigido para a operação. A maioria dos Corpos de Bombeiros no Brasil, assim como diversas organizações nacionais e internacionais, adotam os níveis de proteção para emergências com produtos perigosos estabelecidos pelas agências dos Estados Unidos da América, a *Environmental Protection Agency* – EPA, a OSHA (CFR 29 1910.120 de 1992) e da *National Fire Protection Association* – NFPA, no qual estabelecem quatro níveis de proteção química, sendo eles os níveis A, B, C e D.

Embora existam outros padrões de nível de proteção química, como exemplo o padrão europeu (EN ISO 16602:2007), os definidos pelas agências norte americanas são os mais difundidos e adotados.

6.1.9 TRAJE NÍVEL A DE PROTEÇÃO

É utilizado quando a proteção para a pele, olhos e aparelho respiratório deve ser a máxima possível. Utilizado ainda quando não se conhece o produto envolvido na emergência.

Riscos existentes: Quando houver, ou existir a suspeita da presença de gases,

nuvens ou vapores, partículas ou líquidos perigosos, com potencial de contaminação ou danos a pele, penetração ou danos aos olhos ou ao sistema respiratório e atmosferas imediatamente perigosas à vida e à saúde – IPVS. Quando as condições de risco forem desconhecidas deve-se utilizar o nível de proteção A.

- Atenção deve ser dada a ambientes ricos em gases/vapores inflamáveis pois a maioria das roupas não oferecem proteção térmica.
- Compõem o traje nível A de proteção:
 - Roupa totalmente encapsulada (encapsulada valvular);
 - Equipamento de Proteção Respiratória Autônomo de Pressão Positiva;
 - Botas externas com resistência química com palmilha e bico de aço;
 - Luvas internas e externas com resistência química;
 - Capacete de altura;
 - Rádio portátil de mão (HT);
 - Canivete de Emergência;
 - Lanterna intrinsecamente segura (uso externo à roupa);
 - Outros componentes opcionais.

6.1.10 TRAJE NÍVEL B DE PROTEÇÃO

É utilizado quando a proteção para a pele não precisa ser a máxima, mas existe a necessidade de alto nível proteção respiratória, como em atmosferas contendo concentrações de contaminantes IPVS, porém sem riscos à pele. Segundo a OSHA é o nível mínimo para entradas iniciais contra produtos desconhecidos, onde a impossibilidade de entrada ou inexistência de traje nível de proteção A.

Há casos em que equipes do CBMMT empregam este nível de proteção quando não houver a necessidade de se entrar em nuvens de gás ou vapor ou altas concentrações de gás ou névoas que ofereçam risco à pele.

Riscos existentes: Pós, poeiras ou risco de contato com agentes perigosos na fase líquida. O produto é conhecido e sua quantidade pode ser determinada, concentração de oxigênio no ambiente inferior a 19,5%, baixas de oxigênio (menos de 20,8% de O₂) por razões desconhecidas e atmosferas IPVS.

- Atenção deve ser dada a ambientes ricos em gases/vapores inflamáveis pois a maioria das roupas não oferecem proteção térmica.
- Compõem o traje nível B de proteção:
 - Roupa não encapsulada de resistência química (não valvular) ou encapsulada (o uso de um ou de outro depende da avaliação inicial);
 - Equipamento de proteção respiratória autônomo de pressão positiva;
 - Botas externas com resistência química;
 - Luvas internas e externas com resistência química;
 - Capacete de altura;
 - Rádio portátil de mão (HT);
 - Canivete de Emergência;
 - Lanterna intrinsecamente segura (uso externo à roupa);
 - Outros componentes opcionais.
 - Reforço de vedação utilizando fita *ChemTape* ou *Silver Tape*.

6.1.11 TRAJE NÍVEL C DE PROTEÇÃO

Proporciona proteção moderada para a pele menos proteção respiratória (o nível A e B de proteção utilizam EPR autônomo de pressão positiva e o nível C EPR filtrante). Utilizado quando a exposição da pele não é desejada, porém existe pouco risco de contaminação, respingos de líquidos, pouco risco de abrasão ou perfuração. É o equipamento mínimo para a área de redução de contaminação (descontaminação).

Deve-se atentar para que o ambiente de operação atenda todos os requisitos para utilização de EPR filtrante (respiradores purificadores).

- Concentração mínima de oxigênio para uso de EPR filtrante;
- Se houver baixa de oxigênio na atmosfera, a razão dessa baixa deve ser conhecida e monitorada;
- Deve-se conhecer os contaminantes presentes na atmosfera;
- Não ser a atmosfera considerada IPVS;

Riscos existentes: A substância é conhecida e sua quantidade está determinada e os riscos de contaminação são mínimos ou inexistentes.

- Pouquíssima proteção contra calor irradiado de incêndios/explosões.
- Compõem o traje nível C de proteção:
 - Roupa com resistência química ou roupa com resistência química menor descartável ou reutilizável;
 - Máscara/peça facial inteira dotada de filtro combinado (químico e mecânico);
 - Luvas internas e externas com proteção química;
 - Botas com resistência química;
 - Capacete de altura;
 - Rádio portátil de mão (HT);
 - Canivete de Emergência;
 - Lanterna intrinsecamente segura (uso externo à roupa);
 - Outros componentes opcionais.
 - Reforço de vedação utilizando fita *ChemTape* ou *Silver Tape*.

6.1.12 TRAJE NÍVEL D DE PROTEÇÃO

Não proporciona proteção respiratória nem proteção contra substâncias químicas. É o traje usual de trabalho do bombeiro, oferecendo proteção apenas contra riscos comuns em ambiente de trabalho e alguns riscos mecânicos. Utilizado na zona fria onde o risco de contaminação é inexistente, em atividades de apoio.

Traje mínimo de proteção que se deve adotar na chegada a um cenário de emergência com PP, observando que devem ser respeitadas as distâncias e os procedimentos de segurança.

Riscos existentes: Nenhum risco esperado. Todo o ambiente, inclusive o ar está livre de contaminação.

- Compõe o equipamento:
 - Fardamento de prontidão, calçado comum e nenhuma proteção respiratória.
 - A utilização de roupa de combate a incêndios completa (Jaqueta, calça, botas, luvas e capacete) sem equipamento de proteção respiratória configura o traje nível D de proteção.

Figura 72 - Traje nível D de proteção - uniforme de trabalho.



Fonte: Corpo de Bombeiros Militar do Estado de Mato Grosso.

ROUPAS DE PROTEÇÃO TÉRMICA E COMBATE A INCÊNDIOS ESTRUTURAIS

A roupa de proteção térmica, bem como o traje de proteção e combate a incêndios estruturais é destinado a proteger o usuário contra a exposição a altas temperaturas.

6.1.13 EQUIPAMENTO OU ROUPA DE PROTEÇÃO E COMBATE A INCÊNDIOS ESTRUTURAIS (ROUPA CONHECIDO COMO ROUPA *BUNKER*)

A roupa de proteção e combate a incêndios industriais (*Bunker*) proporciona boa proteção contra o calor e as chamas, mas pouca proteção contra as substâncias químicas, além de ser dificultosa a sua descontaminação. É usado quando o risco maior é de incêndio e não de exposição a produtos perigosos.

Para casos de incêndios, é necessário, além disso, um EPR autônomo para proteger as vias respiratórias contra o calor e a fumaça gerados pelo incêndio.

Figura 73 - Equipamento ou Roupa de proteção e combate a incêndios estruturais.



Fonte: MSA Safety , disponível em <http://us.msasafety.com>

- Compõe o traje completo de proteção e combate a incêndios os seguintes equipamentos:
 - Jaqueta e calça de proteção e combate a incêndios;
 - Capacete de proteção e combate a incêndios;
 - EPR autônomo de pressão positiva;
 - Bota de combate a incêndio;
 - Balaclava de combate a incêndios;
 - Luvas de combate a incêndios.

A instrução referente a EPIs segue instruções da NFPA e OSHA/EPA pois são normas internacionalmente conhecidas e de grande interesse para estudo dos bombeiros. Este conhecimento permite maior entendimento sobre as instruções e normatizações internacionais referentes aos assuntos profissionais de bombeiros.

Figura 74 - Traje de proteção e combate a incêndios estruturais.



Fonte: Corpo de Bombeiros Militar do Estado de Mato Grosso, disponível em <http://www.cbm.mt.gov.br/noticia.php?id=1956>

O traje de proteção e combate a incêndios estruturais, figura 74, pode ser usado nas ações de primeira resposta a emergências com produtos e é adequado para emergências envolvendo inflamáveis.

6.1.14 TRAJES PARA APROXIMAÇÃO OU TRAJES DE PROTEÇÃO PARA ENTRADA NO FOGO.

No atendimento a emergências envolvendo produtos perigosos onde exista o risco de inflamabilidade ou a radiação térmica é um risco presente, para este tipo de ocorrência existem roupas específicas. Estes trajes são muito específicos (presentes nas referências NFPA 1500, 1976 e 503) sendo geralmente encontrados em indústrias com grande risco de inflamabilidade e calor, como siderúrgicas, metalúrgicas, termelétricas, grandes armazenamentos de inflamáveis. São compostos, basicamente, por camada externa em fibra de alumínio e forro interno com grande capacidade de isolamento térmico, podendo suportar temperaturas de até 1.093° C

por curtos períodos.

Os **Trajes de Aproximação** protegem o operador do calor irradiado, bem como de vapores aquecidos, podem ser usados ao lado das chamas por um período determinado, ou seja, em tempo limite de exposição em relação a temperatura irradiada (ex. 1200 graus por um tempo de 3 minutos).

São usados principalmente pelos Bombeiros de aeroportos ou de brigadas de instalações de armazenamento de hidrocarbonetos, indústria petroquímica e de fundição. Não protegem contra substâncias químicas perigosas.

Figura 75 - Trajes de aproximação ou trajes de proteção para entrada no fogo.



Fonte: commons.wikimedia.org, U.S. Navy photo by Mass Communication Specialist 2nd Class Dustin Kelling/Released.

Os **Trajes para Entrada no Fogo (Fire Entry Suit)**, podem ser envolvidos pelas chamas. São empregados por equipes de combate a incêndio de locais onde há alta radiação térmica emanada, indústria petroquímica, etc.

Figura 76 - Trajes para Entrada no Fogo (*Fire Entry Suit*).



Fonte: Sheffer industries, disponível em www.shefferindustries.com

Para eventos em que existam produtos perigosos envolvidos há opção de trajes protetores contra chamas de curta duração/exposição (“*Flash Fires*”), estes trajes são abordados na NFPA 1991 e normalmente se destinam ao uso por cima de trajes encapsulados, como cobertura externa. Podem ser chamados ainda de **roupa aluminizada**, “**antiflash**” ou “**niquelada**”.

Os trajes protetores contra chamas oferecem proteção somente contra chamas breves e calor intenso. Não servem para entrar no fogo ou próximo a elas por tempo prolongado. Estes trajes geralmente são constituídos de uma roupa externa aluminizada para refletir o calor ou uma roupa aluminizada com nível A de proteção. Uma película dourada pode revestir o visor do traje.

Figura 77 - Roupa aluminizada com proteção química atribuída.



Fonte: DuPont, modelo DuPont™ Tychem® 10000 FR, disponível em safespec.dupont.com

PRIMEIRA RESPOSTA

Caso não exista a disponibilidade de EPIs para atendimentos a emergências com produtos perigosos (ex. trajes de proteção nível A ou B), podemos adotar que o EPI completo para proteção e combate a incêndio (calça e jaqueta de combate a incêndios, balaclava, capacete, luvas e botas) e EPR autônomo de pressão positiva, pode ser a vestimenta adaptada para a realização de resgate rápido justificado ou quando houver um acidente envolvendo produtos perigosos (ex. acidente em rodovia com produtos perigosos), onde se entende que este traje de bombeiros **se aproxima** no nível de proteção C (RAZYNSKAS SOSA, 2011).

O uso apenas desse tipo de proteção ainda envolve riscos que devem ser bem avaliados. Portanto reforçamos que somente para o resgate rápido justificado de vítimas (presença confirmada de vítimas) ou para atendimentos de primeira resposta sem o contato direto com o produto perigoso.

A roupa de combate a incêndios oferece uma proteção limitada para produtos perigosos, muitas vezes indicadas para respingos. A qualidade desta proteção fornecida por ela logicamente, vai depender do estado físico dos produtos (sólido, líquido e gasoso) e dos riscos inerentes ao mesmo (toxicidade, corrosividade, etc.),

sendo necessária então uma avaliação adequada, a ser realizada pelo comandante da operação.

O traje completo de combate a incêndios é o traje que deve ser utilizado em caso de emergências envolvendo produtos perigosos inflamáveis. Porém cabe ressaltar a existência de trajes de proteção e entrada no fogo e roupas aluminizadas com proteção química atribuída.

A classificação do traje de combate a incêndios como nível C é controversa, sendo adotada por algumas corporações como nível D. O CBMMT até então a utiliza como nível C com base na literatura supramencionada.

A classificação mencionada se dá devido ao fato de o traje de combate a incêndios possuir proteção química limitada e não dimensionada, sua parte externa é impermeável, porém não possui vedações adequadas e taxa de permeabilidade definida. Sua parte interna absorve os produtos, principalmente gases e vapores, percebemos isso com a fumaça e fuligem que se acumula no traje após um incêndio. Outro ponto a se mencionar é a dificuldade de descontaminar o traje de combate a incêndios, o que inviabiliza seu uso em locais muito contaminados ou no contato direto.

Figura 78 - Roupas de combate a incêndios como primeira resposta.



Fonte: U.S. Air Force photo/Airman 1st Class Ryan Lackey, Fairchild Air Force Base, disponível em www.fairchild.af.mil.

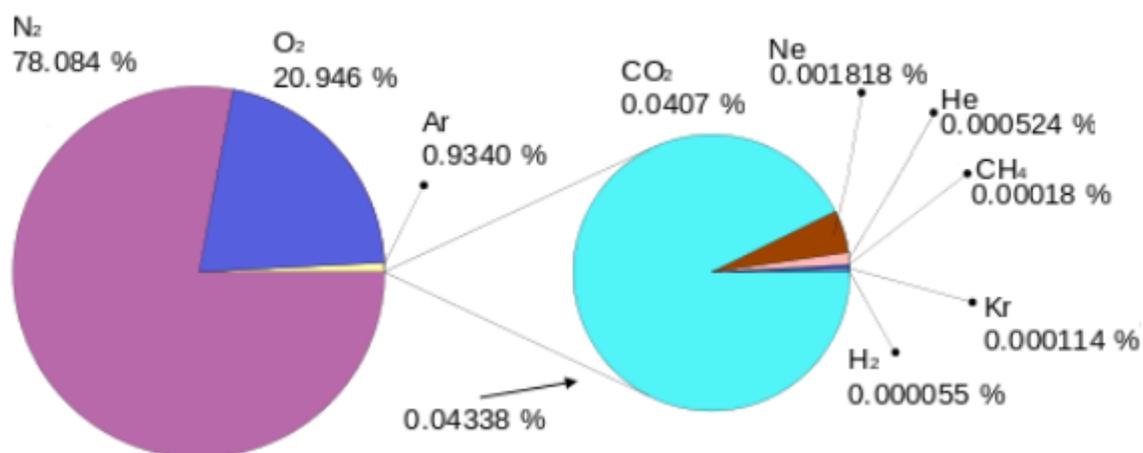
7 EQUIPAMENTO DE PROTEÇÃO RESPIRATÓRIA - EPR

A VULNERABILIDADE DOS PULMÕES

A inalação é a principal forma de intoxicação do ser humano. Através do sistema respiratório, ocorre a troca gasosa com o sistema sanguíneo. Por esta razão, é fácil que emissões de produtos químicos nocivos penetrem no organismo, inclusive em baixas concentrações.

A utilização de equipamentos de proteção respiratória é importante, especialmente quando se lida com produtos perigosos. Seu objetivo é proteger o bombeiro dos riscos derivados da presença de contaminantes atmosféricos.

Figura 79 - Composição do ar atmosférico.



Fonte: Wikipédia, disponível em pt.wikipedia.org

AR ATMOSFÉRICO

O ar atmosférico contém, em volume, aproximadamente 2,9% de oxigênio (entre 20,8 e 20,946%), 78% de nitrogênio e 1% de outros gases.

A hemoglobina, uma proteína presente nas hemácias (células sanguíneas), se liga às moléculas de oxigênio formando a oxiemoglobina (HbO₂), transportando o oxigênio utilizado pelas células do corpo humano para o metabolismo celular.

DEFICIÊNCIA DE AR RESPIRÁVEL

- Ocorre quando existem contaminantes no ar;
- Quando existe temperaturas muito elevadas;
- Ocorre em baixas temperaturas;
- Ocorre em locais confinados com pouca ventilação;
- Alguns gases ocupam o lugar do oxigênio nos pulmões. São gases asfixiantes simples
- Alguns gases combinam-se com o sangue ou outros tecidos. São gases tóxicos (asfixiantes químicos);

Tabela 8 - Concentrações de oxigênio no ar atmosférico e seus efeitos (Com base em instrução de LOPES, José Pedro. "Prevenção em desastres", Escola Superior de Tecnologia e Gestão, Instituto Politécnico de Beja).

O2 em % no ar	Sintomas
De 20,8 a 29,8%	Condição normal, existindo as variações resultantes das atmosféricas normais de cada local.
De 19,5% a 16%	Ligeira perda de coordenação motora, aumento da frequência respiratória e fadiga.
18%	Considerada pela norma americana ANSI Z117.1 de 1977 atmosfera deficiente em O ₂ .
De 16% a 12%	Aumento da taxa de respiração e do pulso, descoordenação de movimentos, perda da capacidade de avaliação e conhecimento.
De 12% a 10%	Aumento da frequência respiratória, náuseas, confusão mental e perda de consciência de 6 a 8 minutos.
De 8% a 6%	Inconsciência, colapso e morte em torno de 8 minutos.
De 6% a 0%	Coma e morte em aproximadamente 01 minuto.

O limite de tolerância para deficiência de oxigênio é de: 18% - NIOSH/USA e 19% DIN/Europa

INTOXICAÇÃO POR INALAÇÃO

É causada por qualquer substância nociva que penetre através do sistema respiratório.

É a principal forma de intoxicação humana. Quando detectada pelos sentidos

de defesa do organismo provoca reações que visam expulsar o invasor.

As reações naturais do organismo são por exemplo a tosse, espirros, sensação de irritação respiratória, sensação de asfixia, etc.

7.1.1 MATERIAL PARTICULADO: PÓS, POEIRAS E FIBRAS: SÃO FORMADOS QUANDO UM MATERIAL SÓLIDO É MOÍDO, QUEBRADO, LIXADO OU TRITURADO.

Ex.: Comuns em locais de lixamento de madeiras, gesso, jateamento de areia, moinhos, etc.

Figura 80 - Pó/poeira.



Fonte: SprayStream - Disponível em www.directindustry.com

Figura 81 - Pó/poeira.



Fonte: Falando em Proteção by DuPont - disponível em www.falandoemproteção.com.br

7.1.2 NÉVOAS: SÃO PEQUENAS GOTÍCULAS DE VAPORES CONDENSADOS QUE FICAM SUSPENSAS NO AR.

Ex.: Comuns em operações com spray, aplicação de agrotóxicos, etc.

Figura 82 - Névoa.



Fonte: www.drcurioso.com.br

7.1.3 GASES: SÃO SUBSTÂNCIAS QUE SE ENCONTRAM NO ESTADO GASOSO A PRESSÃO E TEMPERATURA AMBIENTE.

Ex.: Monóxido e dióxido de carbono, GLP, Hidrogênio, Cloro, Acetileno, Gás Sulfídrico, são exemplos de gases comuns na indústria e diversos outros locais.

Figura 83 - Gás.



Fonte: Foto capturada pelo Soldado BM Jonatas Lima da Silva no Curso de Operações com produtos perigosos COPP, Corpo de Bombeiros Militar do Estado de Mato Grosso

7.1.4 VAPORES: SÃO SUBSTÂNCIAS QUE EVAPORAM DE LÍQUIDOS E SÓLIDOS FICANDO SUSPENSOS NO AR.

Ex.: Vapores de gasolina, álcool, solventes, tintas, ácidos e bases fortes são comuns na indústria e nos acidentes de transporte.

7.1.5 OUTROS TIPOS DE CONTAMINANTES:

- **Organismos Vivos:** São bactérias, vírus e outros organismos nocivos;
Ex.: Pólen das flores, esporos de fungos, bactérias, vírus.
- **Fumaça:** São aerossóis constituídos pela queima incompleta de qualquer material. Constitui-se numa mistura de gases, vapores e partículas em suspensão.

- A queima incompleta produz grande quantidade de Monóxido de Carbono;
- As partículas incandescentes podem destruir o sistema respiratório;
- A fuligem causa irritação nas mucosas do sistema respiratório;
- Constituída principalmente de CO₂ e CO, gases nitrogenados, vapores orgânicos, vapor d'água e partículas em suspensão;

CLASSIFICAÇÃO DE UMA ATMOSFERA NOCIVA

São atmosferas onde existe a presença de contaminantes ou as concentrações de oxigênio estão inadequadas.

Para tais atmosferas existem classificações quanto aos limites de tolerância e exposição. São eles:

- **TLV – *Threshold Limit Values*** (Valor Limite de Tolerância):
 - É a concentração de uma substância ao qual um trabalhador pode ficar exposto durante a jornada de trabalho.
- **TLV-TWA – *Time Weighted Average*** (Média Ponderada de Tempo):
 - São valores referentes a concentrações de média ponderada no tempo para um dia normal de trabalho. Normalmente são consideradas oito horas diárias.
- **TLV-STEL – *Short Term Exposure Limit*** (Limite de Exposição de Curto Período):
 - É o limite de exposição para curto período de tempo.
 - É a máxima concentração que um trabalhador pode ficar exposto por um período máximo de 15 minutos com intervalos de uma hora entre as exposições e com um máximo de quatro exposições por dia.
- **LD50 (*Lethal Dose of 50%*)** ou DL50 (Dose Letal de 50%):
 - É a concentração que provoca 50% de fatalidade das cobaias expostas.
- **TLVC – *Ceiling*** (Teto):
 - São níveis que não devem ser excedidos em nenhum momento.

- **IDLH (*Immediately Dangerous to Life and Health*)** ou IPVS (Imediatamente Perigoso à Vida e à Saúde)

São concentrações superiores às concentrações máximas permitidas que supõe uma ameaça direta de morte ou de consequências adversas irreversíveis à saúde.

Classificação de uma atmosfera IPVS - Um local é considerado IPVS quando ocorre uma das seguintes situações:

- **Locais de emergência onde as medições não podem ser feitas ou as aferições não podem ser precisas.**
- A concentração do contaminante é maior que a concentração IPVS;
- A concentração de Oxigênio é inferior a 20,8% por razões desconhecidas e não controladas. **Devido ao risco relacionado, todo o ambiente desconhecido com a concentração de O₂ < 20,8% ou cenários de emergência, é uma situação IPVS, protocolo de atendimento a emergências com produtos perigosos da CAEPP/BEA/CBMMT.**
- O teor de Oxigênio é inferior a 19,5% a nível do mar;
- A pressão atmosférica do local é inferior a 450 mmHg;
- A pressão parcial de Oxigênio é inferior a 95 mmHg;

CLASSIFICAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO RESPIRATÓRIA

Tabela 9 - Classificação dos equipamentos de proteção respiratória.

EPR	Dependentes da Atmosfera Ambiente	Respiradores Purificadores de Ar (filtrantes)	Não Motorizados
			Motorizados
	Independentes da Atmosfera Ambiente	Respiradores de Adução de Ar	Linha de Ar
			Linha de Ar com cilindro auxiliar
			Máscara autônoma
			Respirador de Ar manual

EQUIPAMENTOS FILTRANTES PURIFICADORES DE AR

Os equipamentos filtrantes são máscaras faciais ou semifaciais que purificam (filtram) o ar do ambiente por meio de elementos filtrantes (cartuchos filtrantes), impedindo a inalação de contaminantes pelo bombeiro. Esses equipamentos possuem algumas restrições de uso, sendo as principais:

- A norma prevê que não devem ser utilizados quando a concentração mínima de oxigênio for inferior 19,5%, ou quando ela não for conhecida;
- Só podem ser utilizados quando conhecemos o contaminante presente no ambiente, conhece sua concentração;
- A concentração do contaminante não pode ser superior a capacidade do filtro;
- Não deve ser usado em espaços confinados (ou locais que se enquadrem nas definições de espaço confinado mesmo que provisoriamente devido a emergência;
- Os filtros são sensíveis a umidade;
- Quando gases e partículas estiverem presentes, deve ser usado filtro combinado (mecânico e químico);

Como base nestas informações e com base no conhecimento de que os atendimentos do Corpo de Bombeiros são de caráter emergencial, ou seja, não é possível se verificar com antecedência as concentrações dos gases/vapores presentes no ambiente, na grande maioria das vezes não é possível identificar os gases presentes no ambiente (ex. incêndios) e a concentração do oxigênio no ambiente, é adotado que:

- Em atmosferas desconhecidas;
- Em ambientes fechados ou com pouca ou nenhuma ventilação (ex. incêndios residenciais, prediais, industriais, etc.);
- Em locais onde a concentração de O₂ é inferior a 20,8% ou sua concentração é desconhecida; e
- Em espaços confinados;

Em todos os casos citados acima deve-se utilizar equipamento de proteção respiratória autônomo de pressão positiva.

7.1.6 FILTROS CONTRA PARTÍCULAS (FILTROS MECÂNICOS)

São dispositivos que utilizam fibras de tecidos, tecidos compactados e tecidos com entrelaçamento microscópico para reter materiais particulados, permitindo a passagem de ar respirável. São classificados de acordo com o limite de tolerância do contaminante.

- **Filtro mecânico – classe P-1** – Oferecem proteção contra pós e névoas (aerodispersóides gerados mecanicamente), como poeiras vegetais de algodão, madeira, celulose, carvão e grãos de sementes, poeiras minerais como sílica, amianto, fibra de vidro. Possui pequena capacidade de retenção.
- **Filtro P-2** – Oferecem proteção contra pós, fumos e névoas com tais como fumos. Além dos contaminantes indicados para os filtros mecânicos da classe P-1, os filtros mecânicos da classe P-2 são eficientes na retenção de fumos metálicos, tais como solda, e daqueles provenientes dos processos de fusão de metais. Ainda, indicados para proteção contra névoas de pesticidas que não contenham vapores associados, retenção de agentes biológicos. Possui média capacidade de retenção.
- **Filtro P-3** – Oferecem proteção contra pós, fumos, névoas, radionuclídeos e asbestos. Incluindo nestas categorias poeiras, névoas e fumos de arsênio, berílio, sais solúveis de platina, cádmio, rádio, prata, urânio e seus compostos e os radionuclídeos, retenção de riscos biológicos. Possuem grande capacidade de retenção.

Figura 84 - Filtro de classificação P3.



Fonte: Filtro da fabricante 3M - disponível em www.epibrasil.com.br

7.1.7 FILTROS DE PROTEÇÃO QUÍMICA (OU GASOSA)

Os filtros químicos são utilizados para a proteção contra gases e vapores. Seu funcionamento é com base no processo de adsorção dos contaminantes, por meio de um elemento filtrante que é composto geralmente por carvão ativado, em alguns filtros pode haver elementos adicionais como substâncias alcalinas para retenção de gases, tais substâncias reagem com o contaminante tornando-o inerte ou aceleram o processo de adsorção.

Ex.: Os cartuchos para Monóxido de Carbono provocam a oxidação catalítica do Monóxido, transformando-o em Dióxido de Carbono.

ABSORVENTE – Substância que retém líquidos;

ADSORVENTE – Substância que retém gases e/ou vapores;

Os filtros químicos são classificados de acordo com o contaminante gasoso contra o qual se deseja proteção.

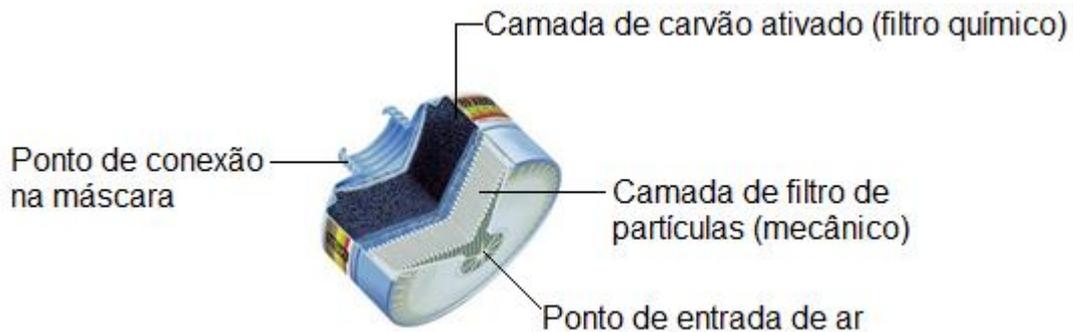
Tabela 10 - Dimensões e capacidades de retenção (ABNT NBR 13696)

CLASSE	CARACTERÍSTICAS
1	Cartuchos pequenos, indicado para retenção em atmosferas de baixas concentrações.
2	Cartuchos médios, indicados para retenção em atmosferas de médias concentrações.
3	Cartuchos grandes, indicados para a retenção de gases e vapores em altas concentrações.

7.1.8 FILTROS COMBINADOS

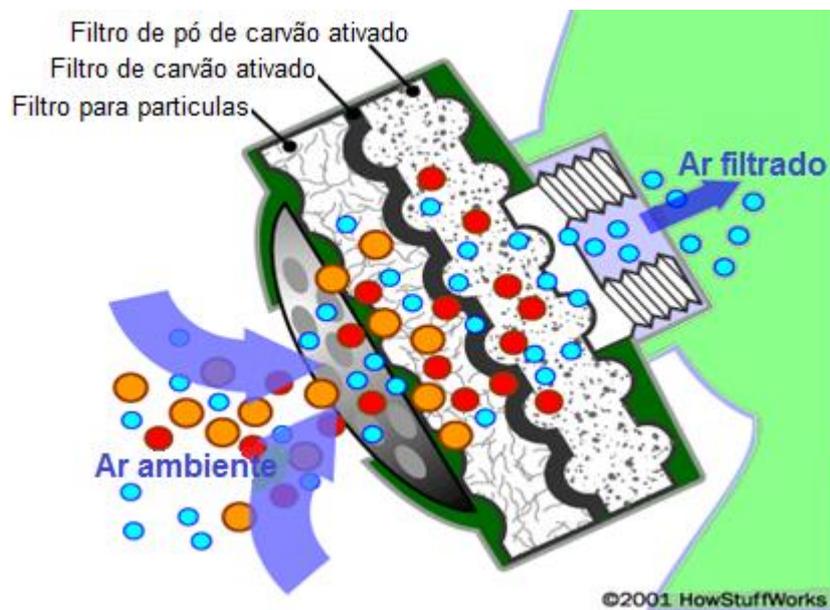
Os filtros combinados, como o próprio nome indica, são constituídos de filtro mecânico e filtro químico no mesmo cartucho. Sendo utilizados tanto para proteção contra contaminantes gasosos quanto contra contaminantes particulados. Sendo que, assim como nos demais filtros, deve se estar atento as especificações para os contaminantes em que podem ser utilizados.

Figura 85 - Corte de um filtro combinado.



Fonte: Imagem obtida em www.hipermarketbhp.pl

Figura 86 - Corte de um filtro combinado com diagrama de seu funcionamento.



Fonte: science.howstuffworks.com

7.1.9 VIDA ÚTIL DOS FILTROS

Os cartuchos filtrantes possuem capacidade finita para remover contaminantes. Ao longo do tempo ele vai perdendo a capacidade de filtração e quando seu limite é atingido dizemos que o filtro está saturado. Os filtros químicos começarão a permitir a passagem gradual de contaminante para o interior da peça facial. Os filtros mecânicos, a impregnação de partículas imporá resistência a respiração.

A vida útil depende de:

- Frequência respiratória: quanto maior a frequência respiratória do bombeiro, maior será a quantidade de contaminante filtrado em um período, saturando-o mais rápido.
- Concentração do contaminante: Quanto maior a concentração do contaminante no ambiente, maior a utilização da capacidade de filtragem do equipamento, conseqüentemente menor a vida útil.

A percepção de que o filtro está saturado ou começou a saturar depende do indivíduo e nem sempre é um procedimento seguro. Normalmente o usuário sente uma resistência imposta a respiração, sente o odor do produto ou sofre irritação das vias respiratórias. Porém em alguns casos, principalmente no que se refere aos contaminantes gasosos, isso pode não ocorrer.

ATENÇÃO

Dependendo da emergência com produtos perigosos, o acúmulo de diversos gases e vapores de produtos perigosos envolvidos, dentro do filtro, e também particulados, que podem ter se acumulado durante várias operações, podem gerar uma reação em química dentro do filtro.

Um dos sinais que isso pode estar ocorrendo é, mesmo com o filtro novo, sentir cheiro de produto, que não está presente na emergência, dentro da máscara.

Figura 87 - Máscara para utilização de dois filtros.



Fonte: Dräger - Dräger X-plore 5500

7.1.10 OBSERVAÇÕES PARA USO DE FILTROS

Antes de usar os filtros, é preciso:

- Verificar o estado geral da máscara (sem fissuras ou ressecamentos);
- Verificar a data de validade do filtro e a presença de selos de proteção (na parte de cima e de baixo do filtro);
- Se for o caso, adicionar a data inscrita com tinta permanente sobre o filtro (a validade é de 6 meses após a abertura, sem contato com qualquer produto tóxico e acondicionado de maneira correta).

RESPIRADORES POR ADUÇÃO DE AR (OU RESPIRAÇÃO POR LINHA DE AR OU AR MANDADO)

7.1.11 LINHA DE AR MANDADO

É um sistema de pressão positiva, onde o ar é enviado de uma fonte externa por um compressor a uma linha de mangueira até a máscara facial do bombeiro. Possuem um alcance de até 90 (noventa) metros, a partir disso a mangueira se torna muito pesada, atrapalhando o deslocamento e a respiração também fica muito “pesada” devido à grande distância a ser vencida pelo ar.

Deve ser utilizado pelas equipes de emergência com um sistema de fuga, chamado de cilindro de fuga, em caso de falha da linha de ar. O sistema de fuga é composto por um cilindro com capacidade de ar de 5 minutos. Por estes condicionantes o sistema de ar mandado torna-se limitado para emergências com produtos perigosos, principalmente quando o nível de proteção requerer uma roupa encapsulada (nível A de proteção), outro fator é que a mangueira passaria por áreas que poderiam estar contaminadas.

Figura 88 - Linha de ar mandado com cilindro de fuga.



Fonte: MSA - Máscara Linha de Ar c/ Cilindro de Fuga Premaire Cadet.

7.1.12 LINHA DE AR COM BATERIA DE CILINDROS

O sistema com bateria de cilindros é semelhante ao de compressor, porém mais prático e simples. O sistema com compressor possui além deste equipamento, sistema de filtragem, necessitando ainda de combustível e outras manutenções no compressor. Já o sistema com bateria de cilindros, necessita apenas de cilindros e do equipamento de demanda e reguladores, caso o ar de um cilindro acabe ele pode ser substituído por um cheio com o sistema ainda em funcionamento. Este sistema é uma excelente opção para os resgates em espaços confinados do Corpo de Bombeiros.

OBS: A vazão mínima deve ser de 120 litros/minuto.

Figura 89 - Conjunto de ar mandado com bateria de cilindros.



Fonte: Dräger - Dräger PAS AirPack 1

Figura 90 - Conjunto de ar mandado com bateria de cilindros.



Fonte: Dräger - Dräger PAS AirPack 1

EQUIPAMENTO DE RESPIRAÇÃO AUTÔNOMA DE PRESSÃO POSITIVA - MÁSCARA AUTÔNOMA DE CIRCUITO ABERTO (EM INGLÊS SCBA – *SELF-CONTAINED BREATHING APPARATUS*)

Os EPRs autônomos fornecem o ar necessário ao bombeiro na emergência, o que o torna independente da composição atmosférica do ambiente da emergência. Em outras palavras, o equipamento não apresenta restrições em relação a presença de contaminantes ou à deficiência de oxigênio.

Ele se constitui, basicamente, de uma máscara facial com válvula de expiração acoplada por uma mangueira a um cilindro de ar comprimido, dispositivo de monitoramento de ar disponível (manômetro), um redutor de pressão (reduz de 300 Bar para 7 Bar) e um dispositivo de dosagem de fluxo por demanda, que dosa o ar de acordo com a necessidade do usuário.

A pressão de trabalho varia de 200 a 300 bar (2.900 a 4350 psi respectivamente), com os cilindros variando em volume de 6,0 a 9,0 litros, podendo resultar em um armazenamento de até 1800 litros de ar respirável.

Sua capacidade varia de 30 minutos a uma hora, a autonomia muda de acordo com a capacidade de cada cilindro e da capacidade respiratória e taxa de respiração

de cada indivíduo.

O conjunto deve possuir ainda, um dispositivo de alarme que indique a queda de pressão. Geralmente esse dispositivo de segurança é acionado automaticamente quando a reserva de ar está em torno de 20 a 25% do total (geralmente a 55 ou 60 Bar), mas equipamentos mais zelosos iniciam a emissão de alarmes a partir de 50% da capacidade total.

A máscara possui válvula de exalação que expelle todo o ar exalado dentro da máscara, sendo chamada por este motivo de máscara autônoma de circuito aberto.

Figura 91 - Equipamento de Respiração Autônoma de Pressão Positiva - Máscara autônoma de Circuito Aberto (em inglês SCBA – *Self-Contained Breathing Apparatus*).



Fonte: SCOTT Safety

São utilizadas em ambientes onde a taxa de oxigênio ou a presença de agentes contaminantes agressivos tornem a atmosfera imprópria/insegura para o bombeiro (atmosfera imediatamente perigosa à vida e a saúde).

Devendo sempre ser utilizados em situações de emergência onde não se conheçam os contaminantes presentes, a quantidade de oxigênio presente bem como a situação em que serão realizados os trabalhos.

Figura 92 - Equipamento de Respiração Autônoma de Pressão Positiva - Máscara autônoma de Circuito Aberto (em inglês SCBA – *Self-Contained Breathing Apparatus*) equipado em bombeiro.



Fonte: MSA Safety, disponível em www.thefirestore.com.

7.1.13 PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO E AUTONOMIA DE USO:

O Cilindro é preso por uma braçadeira a placa de seu suporte (podendo ser conhecida com os nomes de “costela”, “cela” ou “*backpack*”) e contém ar respirável comprimido.

O ar armazenado em cilindros é conduzido ao operador através de um circuito intercalado com dispositivos reguladores e mangueiras. Quando sai do cilindro, o ar passa por uma mangueira de alta pressão que passa por um manômetro, que mostra exatamente a pressão de ar contida no cilindro. Após o ar chega até a válvula de demanda, que, automaticamente, libera a quantidade de ar necessária para os pulmões.

O tempo de autonomia da máscara de ar comprimido é condicionada a pressão

do ar, ao volume do cilindro e a atividade (consumo de ar).

$$\text{Tempo (min)} = \frac{\text{Volume (litros)} \times \text{Pressão (bar)}}{\text{Consumo (litros/min)}}$$

Para efetivo cálculo, de acordo com a NFPA 1403 o bombeiro em atividade consome cerca de 50 litros de ar por minuto.

Ex.: Cilindro de 7,0 litros carregado com 200 bar

Reserva de ar = volume do cilindro (V) x pressão (P)

= $V \times P = 7,0 \times 200 = 1400$ litros, ou seja, tempo de uso = $1400 / 50 = 28$ min.

7.1.14 PARTES DO CILINDRO

Figura 93 - Partes do cilindro.



Fonte: SCOTT Safety

7.1.15 TESTES DOS COMPONENTES DO EPR AUTÔNOMO DE PRESSÃO POSITIVA

- Teste de Vedação de Alta e Média Pressão:
 - Verifique se o botão de bloqueio da válvula de demanda está acionado;
 - Abra o registro do cilindro vagarosamente, para pressurizar o sistema e fechando-o novamente;

- Verificar, no manômetro, se não houve perda de mais de 10 bar em 01 minuto, ou mais imediatamente, nenhuma perda de pressão (variação do ponteiro do manômetro) em 10 segundos.
- Teste do Alarme Sonoro:
 - Segurar a válvula de demanda e vedar com a mão a saída de ar;
 - Pressionar o botão de liberação do fluxo de ar;
 - Aliviar suavemente a mão, liberando o ar do sistema;
 - Observar se o alarme irá acionar na pressão ideal de 55 BAR, podendo haver uma variação de ± 5 BAR.
- Teste de Vedação e Conexão da Máscara:
 - Encaixar a válvula de demanda na máscara e depois puxar levemente, para testar a sua trava na máscara. A seguir pressionar a trava e retirar a máscara;
 - Colocar a alça de transporte da máscara no pescoço e a máscara no rosto, ajustando as presilhas de regulagem;
 - Colocar a mão na entrada da válvula de demanda para selar a entrada de ar e inspirar, profundamente, se houver uma selagem satisfatória, a máscara irá “colar” na face do operador;
 - Caso não seja possível realizar o teste utilizando as mãos, o operador deve inspirar profundamente e segurar a respiração, conectar a válvula de demanda e inspirar novamente, se houver uma selagem satisfatória, a máscara irá “colar” na face do operador, após esse procedimento deve-se retirar a válvula de demanda da máscara.

8 ISOLAMENTO DE ÁREA E ZONAS DE CONTROLE

O Isolamento da área, em aspecto geral, tem como principal finalidade a de manter a emergência controlada dentro do local onde teve início mantendo todos os envolvidos no atendimento a emergência seguros e organizando espacialmente a resposta à emergência. No que tange às emergências com produtos perigosos, **busca impedir ou minimizar** a dispersão da contaminação para regiões não afetadas, a contaminação acidental dos respondedores da emergência ou da população e delimitar áreas de atuação com níveis de proteção distintos.

Abaixo listamos os principais fatores que influenciam no isolamento de áreas, delimitação de zonas e ações:

- Estado físico do produto;
- Características físico-químicas do produto (pH, ponto de fulgor, LII, etc.);
- Toxicidade do produto;
- Direção do vento (gases e vapor);
- Declividade do terreno (líquidos);
- Quantidade de produto liberado;
- Período do dia (dia ou noite);
- Temperatura;
- População do local;
- Proximidade com o meio ambiente;

Os raios de isolamento são bastante variáveis, podemos ter isolamentos variando de metros a quilômetros, dependendo do produto. Essas distâncias constam inicialmente no manual de atendimento a emergências da ABIQUIM, portanto é fundamental a presença deste manual nas viaturas das guarnições de socorro.

Dentro do isolamento temos as delimitações das áreas de trabalho que tem a finalidade de selecionar o acesso às regiões mais contaminadas, dividimos ao todo em três áreas que definimos a seguir:

ZONAS OU ÁREAS DE CONTROLE

8.1.1 PONTO ZERO:

Ponto onde ocorreu ou está ocorrendo o evento propriamente dito, ou seja, o ponto exato de emissão do agente perigoso (ex. ponto de fissura no tanque de transporte causando o vazamento, fonte de emissão radioativa, etc.). Sendo este ponto o de origem das distâncias de isolamento.

8.1.2 ZONA QUENTE, ÁREA QUENTE OU ZONA DE EXCLUSÃO:

É toda a área onde está ocorrendo ou ocorre maior contato com o agente perigoso, a possibilidade de contaminação/exposição é máxima, imediatamente no entorno do ponto zero.

É o local que só deve ser acessado pela equipe de intervenção da emergência e devidamente equipados, pois é onde se esperam os efeitos danosos do agente. Sendo interessante sempre que possível sua demarcação (ex. fitas de isolamento, cones, cordas, obstáculos, etc.).

O acesso a esse a zona quente deve ser feito apenas por um local, permitindo o adequado controle de entrada e saída, geralmente este local é o corredor de redução de contaminação, ou em alguns casos o local de banho de campo.

Em muitas situações a zona quente não está em um local perfeitamente plano ou de fácil delimitação, podemos citar como exemplo um edifício onde um laboratório está apresentando vazamento, a zona quente poderia ser a sala do laboratório e a zona morna o corredor do pavimento, ou em um pavimento abaixo, em uma área urbana, a zona quente poderia ser em um comércio e a área morna na rua imediatamente em frente a este comércio, etc.

8.1.3 ZONA MORNA OU ZONA DE REDUÇÃO DE CONTAMINAÇÃO:

É o local que circunda a área quente. É, via de regra, o local que não possui contaminação no início das atividades de resposta, porém no decorrer da operação ela recebe traços de contaminantes. É o local onde é montado o corredor de redução de contaminação e transição entre a zona quente e a zona fria.

Serve ainda como área de “*backup*” para caso algo saia do controle na zona quente. Suas dimensões podem ser ampliadas ou reduzidas de acordo com avaliações do comandante do incidente.

8.1.4 Zona de ação protetora

Como o próprio nome indica, é a área onde ações de proteção devem ser adotadas, ações essas visando a proteção de pessoas e do meio ambiente, em função da ameaça representada pelo agente perigoso, geralmente ligada a produtos na forma de gás ou vapor que possam gerar danos, observando ainda a direção do vento.

Podemos ainda estender esse conceito para possibilidade de contaminação do meio ambiente por meio de contaminação líquida, etc.

Não necessariamente as medidas de ação protetora significam, obrigatoriamente, evacuação emergencial. Podem ser ações de:

- Manter pessoas dentro de edificações com orientações para fechar janelas, sistemas de ar condicionado, reforçar a vedação de portas e janelas, etc.
- Manter pessoas dentro de seus veículos isoladas da atmosfera externa, como por exemplo com o ar condicionado ligado e a recirculação de ar acionada ou desligando todos os sistemas de ventilação. Tais ações podem oferecer proteção por um período curto;
- Orientar para manter a atenção nos novos alertas das autoridades;
- Etc.

O manual de atendimento a emergências da ABIQUIM cita:

“As ações de proteção são aqueles passos tomados para preservar a saúde e a segurança daqueles que atendem à emergência e da população, durante um incidente que envolva a liberação de produtos perigosos. A tabela de Distâncias de Isolamento e Ação Protetora (páginas de borda verde) informa a extensão de área a favor do vento que pode ser afetada por uma nuvem de gases perigosos. A população nesta área deverá ser evacuada e/ou protegida dentro de recintos fechados (casas, edifícios, etc.).” (MAE/ABIQUIM, 2015)

Basicamente o MAE/ABIQUIM indica três linhas de ação, que podem ser executadas em conjunto ou isoladas, que são o **isolamento da área**, não permitindo o ingresso nas mesmas, a **evacuação**, deslocando a população para uma área segura e a **proteção do local**.

ATENÇÃO: a evacuação de áreas sem embasamento técnico adequado para o cenário da emergência pode gerar alarmismo descontrolado, pânico generalizado, entre outros problemas graves.

Figura 94 - Exemplo de delimitação de zona quente (ZQ) e zona morna (ZM), com base em isolamento de ocorrência real.

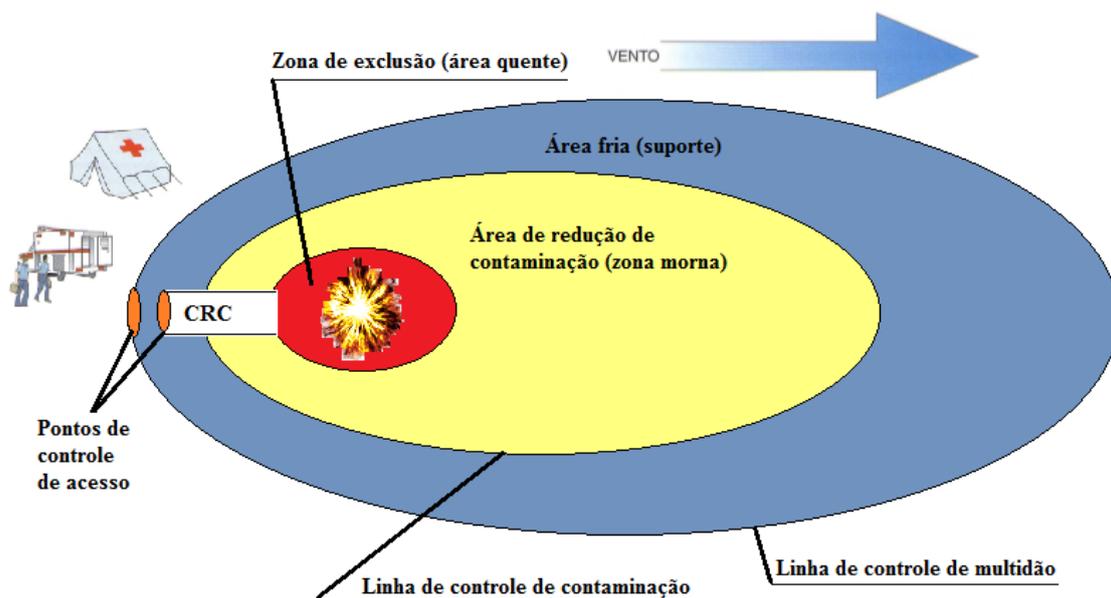


Fonte: Desenvolvido pelo autor com uso do Google Earth.

8.1.5 ZONA FRIA OU ZONA DE APOIO:

É a região que circunda a área morna e onde a possibilidade de contaminação é nula. Este local, via de regra, em momento algum recebeu contaminantes. É o local onde fica localizado o posto de comando, a logística de material e pessoal para resposta, imprensa, responsáveis pela empresa, veículo, etc.

Figura 95 - Delimitação de zonas quente, morna e fria a partir do ponto zero e seguindo a direção do vento.



Fonte: Manual PHTLS 7ª edição, com direção do vento corrigida da imagem presente no referido manual.

9 EQUIPAMENTOS DE DETECÇÃO E MONITORAMENTO

Neste tópico abordaremos os detectores e monitores de gases pois são os equipamentos básicos para trabalhos em atmosferas perigosas ou com suspeita de conter agentes perigosos.

A função destes equipamentos em geral não é de identificação dos produtos presentes no ambiente, exceto para os casos em que se conhece o agente presente no ambiente e o detector é específico para ele.

Existe uma ordem para o monitoramento de áreas suspeitas de conter agentes perigosos sem identificação ou sem confirmação da origem/causa da emergência, isso ocorre por necessidade de se estabelecer procedimentos de segurança contra exposição e sensibilidade dos sensores dos detectores.

Sequência de identificação
1º Radioatividade;
2º pH (corrosividade);
3º Oxidação (oxidantes);
4º Explosividade/Inflamabilidade, etc.

INDICADORES DE OXIGÊNIO OU OXÍMETROS

São equipamentos utilizados para medir a concentração de oxigênio (O₂) na atmosfera.

As atmosferas deficientes de oxigênio poderão apresentar-se em espaços confinados, em áreas fechadas com pouca ventilação, em ambientes que foram ocupados por outros gases que deslocaram o oxigênio.

Os oxímetros podem auxiliar na identificação da presença de substâncias contaminantes, ou seja, a depressão da concentração de oxigênio na atmosfera pode ocorrer em razão do seu consumo, ocasionado pela reação de combustão, pela oxidação ou pelo deslocamento do mesmo, causado pela presença de outros produtos químicos.

Atualmente oxímetros são mais comumente comercializados em conjunção com explosímetros (oxi explosímetros), podendo constar do mesmo equipamento,

ainda, sensores para outros gases (multigás).

Figura 96 - Detector de oxigênio.



Fonte: Detector Altair Pro, MAS Safety, disponível em <http://br.msasafety.com>.

Figura 97 - Detector de oxigênio.



Fonte: Detector Gasman, Crowcon, General Instruments, disponível em <http://www.generalinstruments.com.br>.

9.1.1 OPERAÇÃO

A presença de gases da combustão e os gases desprendidos das reações químicas podem alterar os níveis de oxigênio e aumentar a margem de erro de leitura.

A maioria dos monitores de oxigênio possuem sensores que podem medir as concentrações de O₂ entre 0 e 25%, esta faixa de concentração é a mais indicada e útil para operações de emergência.

Os equipamentos de medição de oxigênio funcionam normalmente por meio da difusão das moléculas através de uma membrana para, em seguida, introduzir as moléculas em uma solução química que contém dois eletrodos. A reação do O₂ com a solução gera uma corrente elétrica e o medidor irá ler esta corrente, expressando a porcentagem na tela ou no display do instrumento.

9.1.2 ORIENTAÇÃO DE PROCEDIMENTOS COM BASE NO MONITORAMENTO DO PARÂMETRO DE OXIGÊNIO

Tabela 11 - Orientação de procedimentos de acordo com parâmetros de oxigênio na atmosfera.

Parâmetro	Procedimento
< 19,5%	Baixa porcentagem de oxigênio em volume, deve-se atentar para as razões da baixa porcentagem de O ₂ , se possível saná-las com o uso de ventiladores/exaustores, o uso de EPR autônomo de pressão positiva é obrigatório.
19,5 – 22%	Continue monitorando com cuidado, é recomendado o uso de EPR autônomo de pressão positiva pois as concentrações podem variar rapidamente.
>25%	Abandone o local e se possível adote ações para restabelecimento das concentrações seguras de O ₂ . Perigo potencial de incêndio.

Fonte: próprio autor

É importante lembrar que concentrações percentuais de oxigênio abaixo de 20,8% já apresentam risco, pois como citado no tópico de equipamentos de proteção respiratória, pode haver contaminantes no ambiente que estão causando a redução do percentual em volume do O₂. 1% de algum contaminante na atmosfera representa 10.000 ppm (dez mil partes por milhão) deste mesmo contaminante.

9.1.3 PROBLEMAS POTENCIAIS

A temperatura normal de operação dos medidores de oxigênio será de 0°C a 50°C. Com temperaturas inferiores a 0°C, a função será mais lenta. Temperaturas inferiores a -17°C poderão danificar a célula eletrolítica do sensor.

As substâncias químicas com características oxidantes fortes poderão interferir em um sensor de oxigênio e causar leituras errôneas (leituras acima de 20.8% ou sem leitura).

INDICADORES DE GÁS COMBUSTÍVEL OU EXPLOSÍMETROS

Os explosímetros medem a concentração de do gás inflamável no ar. Quando certas proporções de gases inflamáveis são misturadas com o ar e uma fonte de ignição está presente, essa mistura pode inflamar ou, dependendo das condições de

confinamento, causar uma explosão.

Normalmente os indicadores de gás combustível apresentam somente uma escala, com leituras de 0 a 100% em volume do LII/LIE, expressando os resultados como uma porcentagem do limite inferior de inflamabilidade/explosividade (LII/LIE) com relação ao gás de calibração.

Esta leitura não será igual à da porcentagem do material no ar. A maioria dos explosímetros além de detectarem a explosividade/inflamabilidade têm um sensor para oxigênio e alguns detectam outros tipos de gases, sendo chamados de **multigás** quando possuem mais de um tipo de detecção.

Figura 98 - Detector de gás combustível.



Fonte: Detector Extec Snooper, Gayatec Systemas, disponível em www.gaiatecsistemas.com.br.

Figura 99 - Detector de gás combustível.



Fonte: loja.bombeiros.com.br.

9.1.4 OPERAÇÃO

O equipamento mede a taxa de gás inflamável presente no ar, comparada com o volume total do gás de calibração (na grande maioria o gás metano) exigido para chegar ao LII/LIE.

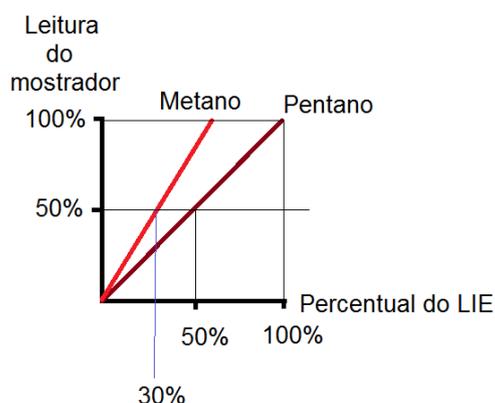
Por exemplo, se o medidor indicar 50%, então estão presentes 50% do gás combustível que serão necessários para chegar a situação inflamável ou explosiva. Se o LIE para o gás for de 5% e o medidor indicar 50% de LIE, então a concentração real de gás é de somente 2,5%.

Esta leitura é importante de se conhecer pois, a menos que esteja sendo medido o mesmo gás com o qual foi calibrado o sensor, será importante conhecer identificar o produto que se está medindo e multiplicar a leitura da tela pelo fator de conversão apropriado.

Exemplo: Na medição do índice de inflamabilidade (% do LIE) em uma atmosfera contendo gás metano (CH_4) realizada com um explosímetro calibrado com pentano (C_5H_{12}), obteve-se, no mostrador do equipamento, o valor de 50% do LIE.

Uma vez que o indicador de gás combustível utilizado no monitoramento foi calibrado com o gás pentano, para a obtenção do valor real do índice de explosividade (% do LIE) relativo ao gás metano, utiliza-se o gráfico de curva de calibração, com comparação dos valores de LIE dos gases, como demonstrado abaixo:

Figura 100 - Gráfico de curva de calibração metano e pentano.



Fonte: Desenvolvido pelo autor com base nos LII do metano e pentano.

Ao se localizar no gráfico a curva de calibração correspondente ao gás monitorado (metano), procuramos o valor registrado no mostrador correspondente a 50% do LIE do pentano e ligamos ao valor correspondente na leitura do metano. Em seguida verificamos qual o valor correspondente na leitura do eixo horizontal do gráfico, indicado como percentual de LIE, sendo o valor real medido de 30% de LIE.

Portanto, a leitura de 50% do LIE, obtida no mostrador do equipamento, corresponde ao índice de inflamabilidade real de 30% do LIE do metano.

Os equipamentos indicadores de gás combustível não detectam neblinas explosivas, inflamáveis ou atomizadas, tais como neblinas de óleos lubrificantes e poeiras explosivas, ou inflamáveis, mesmo porque elas são retidas em um filtro de algodão localizado antes do sensor, impedindo que tais misturas cheguem até o filamento e contaminem o agente catalítico.

Figura 101 - Detector multigás.



Fonte: Dräger X-am 2500, Dräger.

Figura 102 - Detector multigás.



Fonte: MSA Altair 4X, MSA Safety.

Tabela 12: Orientação de procedimento com base no monitoramento do parâmetro de inflamabilidade.

< 10% do LIE	Continue monitorando com cuidado, já devem ser adotados procedimentos iniciais para evacuação de pessoas e controle de inflamabilidade.
10 – 25% do LIE	Continue monitorando, mas com extremo cuidado seguindo as ações de controle.
>25% do LIE	Perigo de explosão. Evacuar a área imediatamente e adotar procedimentos de segurança e controle da emergência.

9.1.5 PROBLEMAS POTENCIAIS

Os explosímetros servem somente para serem utilizados em atmosferas com uma porcentagem de oxigênio normal (20,8%). As atmosferas carentes em O₂ produzem indicações mais baixas. O LIE de um gás será alterado em uma atmosfera de oxigênio enriquecido tornando inválida a medição.

Gases ácidos (ex. cloreto de hidrogênio – HCl, fluoreto de hidrogênio – HF e o Dióxido de Enxofre – SO₂) poderão corroer o filamento do sensor.

O ideal para monitoramento dos vapores de líquidos inflamáveis ou combustíveis são os sensores detectores de fotoionização - PID, pois detectam baixas

concentrações de compostos orgânicos voláteis (VOC), sendo usados para medir grupos de substâncias perigosas ou ajustados para medir perigos individuais.

Os sensores do detector de fotoionização (PID) detectam compostos orgânicos voláteis (VOC) nas faixas de parte por milhão (ppm) ou partes por bilhão (ppb), sendo mais precisos em medição de vapores inflamáveis ou combustíveis.

Figura 103 - Equipamento com sensores PID.



Fonte: Dräger X-am 8000, Dräger.

Figura 104 - Sensores PID.



Fonte: Sensores PID HC e PID LC ppb, Dräger.

MONITORES DE TOXICIDADE

Os detectores de oxigênio e inflamabilidade/explosividade não podem identificar e nem medir as concentrações de contaminantes tóxicos no ambiente. Serão necessários outros tipos de instrumentos, às vezes com sensores específicos para o produto, por exemplo os **detectores para quatro gases ou multigases** possuem sensores para outros dois gases além do oxigênio e combustíveis/inflamáveis, na grande maioria dos detectores, principalmente os do CBMMT, há sensores para Monóxido de Carbono (CO) e Ácido Sulfídrico (H₂S).

Figura 105 - Detector de gás sulfídrico (H₂S).



Fonte: Dräger Pac 7000, Dräger.

Figura 106 - Detector de Dióxido de Enxofre (SO₂) gás sulfídrico (H₂S).



Fonte: MSA Altair 2X, MSA Safety.

Figura 107 - Detector de gás amônia (H₂S).



Fonte: Dräger Pac 7000, Dräger.

Figura 108 - Detector de monóxido de carbono (CO).



Fonte: Dräger Pac 3500, Dräger.

REDUÇÃO DE CONTAMINAÇÃO (DESCONTAMINAÇÃO)

As emergências com produtos perigosos (ou agentes perigosos) não causa contaminação de muitas pessoas, a maioria das vezes se limitando a uma ou duas vítimas e na equipe de intervenção, como exposto na introdução e contextualização, a maioria dos casos ocorre devido a acidentes no transporte rodoviário. Muitas vezes a contaminação está apenas na equipe de intervenção.

Quando os casos ocorrem no interior de indústrias e empresas o número de

pessoas afetadas pode ser maior, como por exemplo em frigoríficos. Esse tipo de indústria é muito presente no estado de Mato Grosso. Um dos principais riscos dessa atividade é o uso do gás amônia em seu processo de produção, mas situações de múltiplas vítimas por intoxicação podem ocorrer em outras localidades industriais ou até mesmo em incêndios.

Outra forma, menos provável, de contaminação em massa, seria com o uso de agentes (ou armas) QBRN, sendo mais provável a realidade brasileira a necessidade de descontaminação em massa para agentes biológicos, não originários de armas biológicas, mas sim de doenças infecto contagiosas que já existem, novas cepas (bacteriológicas, fúngicas ou virais) que surgem, sendo facilitadas as transmissões devido a facilidade de locomoção mundial.

São exemplos: o surto dos vírus Influenza da Gripe Espanhola em 1918/1919, Gripe Asiática 1957, Gripe Suína em 2009, Síndrome respiratória do Médio Oriente (MERS-CoV) em 2012, do vírus de febre hemorrágica Ebola em 2014 mundial e 2018 até 2020 na República Democrática do Congo, Covid-19 (SARS-nCoV-2) em 2019/20/2021.

Os procedimentos de redução da contaminação (descontaminação) aqui apresentados são voltados para casos de contaminação química industrial, porém se adaptam também para alguns casos QBRN, utilizados na descontaminação de emergência, descontaminação em massa de emergência, descontaminação de primeira resposta para pequeno a até para grande número de pessoas.

O propósito da redução da contaminação (descontaminação) é de reduzir os efeitos imediatos da emergência por meio de remoção do contaminante do corpo da(s) vítima(s). Devendo ser realizado de forma rápida e eficiente. Também pode ser feita na equipe de intervenção.

A descontaminação de emergência aqui apresentada também pode ser chamada de descontaminação de campo, e consiste na remoção por uso de água em abundância (grande volume de água corrente) para diluição do contaminante.

Procedimentos a serem realizados (no caso de uma vítima apenas, alguns desses procedimentos não necessitam ser realizados):

- **Realizar a triagem de descontaminação** - para a avaliação da necessidade de descontaminação, tal processo deve ser rápido e avaliando o número de vítimas e contaminante.

- **Corredor de Redução de Contaminação (descontaminação de emergência ou de campo)** - área para a descontaminação das vítimas e equipe de intervenção, com posicionamento de pessoal, equipamentos e materiais a serem utilizados.

Deve ser montado a favor do vento (com o vento nas costas) e em local elevado para facilitar a drenagem natural da água utilizada e evitar acúmulo.

Deve ser dada a prioridade de descontaminação as vítimas que apresentem sinais de contaminação/exposição pelo agente perigosos. Caso necessário devem ser assistidas as vítimas que não conseguem se locomover por conta própria, bem como vítimas inconscientes devem possuir prioridade.

As vestes das vítimas que passarem pela descontaminação devem ser removidas ainda dentro da descontaminação, este processo remove cerca de 80% a 90% dos contaminantes. As vestes acumulam grande quantidade de contaminante, contribuindo nos sintomas de exposição ao agente, elas também impedem a adequada remoção dos contaminantes presentes na vítima e por vezes podem levar a contaminação para outros locais que não estavam contaminados (contaminação indireta ou cruzada).

As vítimas que removeram suas vestes na descontaminação devem receber alguma cobertura corporal, evitando sua exposição desnecessária. São exemplos de coberturas corporais que podem ser entregues, manta ou cobertor aluminizado, roupas de proteção química descartável, toalhas ou panos limpos e até mesmo, caso haja escassez de meios, sacos plásticos de 100 litros cortados na posição da cabeça e braços.

A descontaminação de emergência deve durar algo em torno de 1 minuto após a retirada das vestes, lembrando que as vestes da vítima devem ser retiradas dentro do ponto de descontaminação. Vítimas que não podem se locomover necessitam de apoio nesse ponto.

- **Área de concentração de vítimas** - área destinada a receber vítimas afetadas que já passaram pela descontaminação, porém, em consequência da exposição ao

produto (agente) perigoso, necessitam de atendimento médico ou pré-hospitalar adequado.

MÉTODOS DE DESCONTAMINAÇÃO

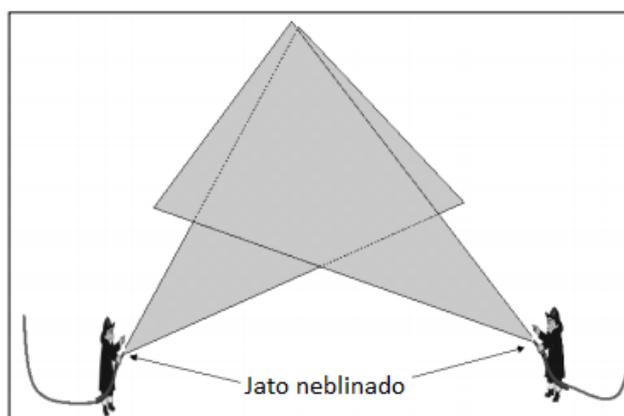
9.1.6 DESCONTAMINAÇÃO DE EMERGÊNCIA, DESCONTAMINAÇÃO DE CAMPO OU DESCONTAMINAÇÃO DE PRIMEIRA RESPOSTA

- **equipe de trabalho/intervenção:** Devem ser descontaminadas ainda com os trajes usados na intervenção. A descontaminação do traje deve ser feita minuciosamente, o BM deve abrir os braços e girar 360° vagarosamente para permitir a limpeza de todas as partes do traje. Após isso deve levantar a sola das botas para limpeza, e para finalizar expor as luvas e EPR ao jato de água.

Após isso ele passa a próxima estação (qualquer local externo ao ponto de descontaminação) onde deve remover a traje, luvas e botas. Em outra estação separada do traje (ou apenas um ponto afastado para evitar a contaminação cruzada) deve remover o EPR, sendo o último a ser removido, evitando assim uma possível contaminação residual por inalação, caso exista a possibilidade.

Preferencialmente outro BM deve fazer a remoção destas peças de EPI. Caso julgar necessário devido à natureza do contaminante, pode ser realizado novo banho de campo com o BM sem EPI e EPR.

Figura 109 - Diagrama de redução de contaminação de emergência para poucas vítimas e equipes de intervenção.



Fonte: Adaptado pelo autor de Probationary Firefighters Manual, Chapter 23, Decontamination Procedures – Fire Department City of New York.

O procedimento de descontaminação de campo mostrado na figura 109 e 110 atende um número limitado de vítimas e equipes de intervenção, até 6 vítimas, sendo uma por vez no ponto de passagem/descontaminação. Salienta-se que o procedimento dura algo em torno de 1 (um) minuto por vítima após a retirada das vestes.

A descontaminação de emergência, pode ser feita ainda com apenas uma linha de mangueira considerando a quantidade de vítimas (exemplo dois BMs de equipe de intervenção e uma a duas vítimas).

Caso existam mais vítimas e equipes de intervenção, podem ser montados mais de um corredor de descontaminação de emergência (exemplo seria montar dois ou mais conjuntos de corredor de descontaminação de emergência como os da figura 109 e 110).

Figura 110 - Procedimento de redução de contaminação de campo.



Fonte: Adaptado pelo autor de Probationary Firefighters Manual, Chapter 23, DECONTAMINATION PROCEDURES – Fire Department City of New York.

Caso existam mais vítima e a montagem de vários corredores de descontaminação de emergência seja inviável, pode ser suplementada a estrutura do corredor, aumentando a quantidade de água disponível para a diluição do produto e a capacidade de atender mais vítimas, como visto na figura 99.

Figura 111 - Procedimento de redução de contaminação de campo com maior capacidade.



Fonte: Probationary Firefighters Manual, Chapter 23, DECONTAMINATION PROCEDURES – Fire Department City of New York.

No exemplo da figura 99, as bocas expulsoras da viatura liberam um maior volume de água, bem como há o incremento de jato neblinado superior por meio de viatura aérea (auto escada mecânica). Tal incremento pode variar, por meio do uso de mais bocas expulsoras das viaturas, por meio de linhas de mangueira com jato neblinado em incremento as das viaturas, entre outros.

As configurações podem variar muito, bombeiros militares com capacitação na área de emergência com produtos perigosos podem fornecer mais informações que apoiem a resposta da emergência.

9.1.7 REDUÇÃO DE CONTAMINAÇÃO BIOLÓGICA (DESINFECÇÃO)

O Corpo de Bombeiros Militar do Estado de Mato Grosso homologou o Plano de Operações nº 009 de 2020, para as ações de resposta por meio das ações de desinfecção biológica ao risco biológico relacionado a Pandemia de Covid-19. O manual possui informações em complementação ao referido Plano.

As ações aqui apresentadas são úteis para processos de redução de contaminação biológica para diversos riscos biológicos, devendo ser adotadas para

descontaminação de locais que irão receber ou receberam pessoas contaminadas ou saudáveis, para que não exista o risco de contaminação cruzada.

Comumente utilizadas em complementação a ações de monitoramento e vigilância de locais contaminados ou não (quarentena) em períodos de risco biológico, sendo eles disseminações locais ou até mesmo pandemias.

9.1.8 CONSIDERAÇÕES GERAIS

Coronavírus é uma família de vírus que causam infecções respiratórias. Assim, todos os países devem estar preparados para conter a transmissão do vírus e prevenir a sua disseminação por meio de vigilância ativa com detecção precoce, isolamento e manejo adequado dos casos, investigação/monitoramento dos contatos e notificação oportuna.

As ações de desinfecção biológica auxiliam na redução da carga biológica acumulada, agindo em complementação a outros procedimentos de redução do contágio e não substituem procedimentos de distanciamento social e biossegurança, como por exemplo, uso de máscaras, higienização de estações de trabalho com álcool 70% líquido, higienização das mãos com álcool 70% em gel, limpeza convencional e diária com desinfetantes a base de cloro ou amônia nas recomendações da Organização Mundial de Saúde, Ministério da Saúde e Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA. Sendo assim as ações de desinfecção biológica são complementares para auxílio na redução da carga biológica acumulada, porém não é o principal meio, sendo mais comum sua utilização em área de quarentena ou risco biológico que irão receber pessoas saudáveis ou não irão receber mais pessoas infectadas ou com suspeita.

Figura 112 - Desinfecção de locais públicos.



Fonte: Corpo de Bombeiros Militar do Estado de Mato Grosso.

9.1.9 SOLUÇÕES PARA DESCONTAMINAÇÃO (DESINFECÇÃO OU DETOXIFICAÇÃO) E MODO DE AÇÃO DO AGENTE.

9.1.10 DETERGENTE

A parte hidrofóbica (ou lipofílica) das moléculas de sabão tentam fugir da água; no processo, eles penetram os envelopes lipídicos do coronavírus (ou outros agentes biológicos – patógenos – envolvidos em membranas lipídicas), separando-os. Membranas estas repletas de proteínas importantes que permitem que os vírus infectem as células humanas.

A limpeza com água e sabão/detergente neutro destrói a capacidade do coronavírus de infectar as células humanas. A limpeza minuciosa deve ser observada para a correta descontaminação.

9.1.11 PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO

O peróxido de hidrogênio (água oxigenada) funciona produzindo radicais livres de hidroxila (OH) destrutivos que podem atacar os lipídios da membrana protetora do vírus e o próprio DNA. Pode ser utilizado na forma líquida ou vaporizado, que tem uma eficácia maior.

O peróxido de hidrogênio é normalmente vendido em concentrações indicadas por volumes. A mais comum vendida em farmácias de 10 Volumes tem concentração aproximada de 3 %.

Pode ser usado como está, ou diluído para concentração de 0,5%, para uso efetivo contra o coronavírus nas superfícies.

Tempo de contato: Soluções de 0,5 % devem ser deixadas nas superfícies por 01 minutos antes de limpar.

9.1.12 ÁLCOOL

A explicação mais viável para a ação antimicrobiana do álcool é a desnaturação de proteínas. Esse mecanismo é suportado pela observação de que o álcool etílico absoluto, um agente desidratante, é menos bactericida do que as misturas de álcool e água, porque as proteínas são desnaturadas mais rapidamente na presença de água. Álcool absoluto também evapora muito rápido diminuindo o tempo de contato e a eficácia de sua ação.

Álcool em concentrações de 60% a 80% são potentes agentes virucidas inativadores de vírus com camada lipofílica, como o Coronavírus.

Tempo de contato: Deve ser deixado nas superfícies por pelo menos 30 segundos.

O álcool em gel retarda a evaporação, tornando-o mais eficiente como desinfetante, sendo mais indicado para partes do corpo como as mãos.

Para desinfecções com álcool líquido a imersão é mais adequada. A limpeza de equipamentos é sugerida com a utilização do álcool líquido pois não causa a acumulação de resíduos nos equipamentos.

9.1.13 SOLUÇÕES DE CLORO

Os desinfetantes de cloro mais comuns estão disponíveis como soluções de hipoclorito de sódio ou hipoclorito de cálcio que são conhecidas como água sanitária ou alvejantes.

Eles têm um amplo espectro de atividade antimicrobiana, não deixam resíduos tóxicos, não são afetados pela dureza da água, são baratos e de ação rápida, removem organismos e biofilmes secos ou fixos das superfícies e apresentam baixa incidência de toxicidade grave quando usados em baixas concentrações.

Algumas pessoas podem apresentar reação alérgica ao cloro, em regiões onde se acumula muito suor pode haver aumento de reações na pele até mesmo em pessoas sem sensibilidade ao cloro, sendo importante o uso de EPI e de não manter pessoas em locais fechados e sem ventilação logo após a aplicação de descontaminante (desinfetante) a base de cloro.

O hipoclorito de sódio na concentração de 5,25% a 6,15% pode produzir irritação ocular ou queimaduras orofaríngeas, esofágicas e gástricas, sendo também corrosivos para metais em altas concentrações, é inativado por matéria orgânica, descolore ou "branqueia" tecidos e libera gás tóxico cloro quando misturado com amônia ou ácidos (por exemplo, outros agentes de limpeza doméstica) e sua estabilidade é relativa.

As pastilhas de dicloroisocianurato de sódio (usado na limpeza de piscinas) são estáveis e a atividade microbicida das soluções preparadas a partir de comprimidos de dicloroisocianurato de sódio pode ser maior que a das soluções de hipoclorito de sódio contendo o mesmo total de cloro disponível.

No Brasil, água sanitária ou alvejantes são produtos regulados pela ANVISA (RDC nº 55 / 2009), que define: Água Sanitária: Solução aquosa com ação de alvejante e desinfetante, cujo ativo é o hipoclorito de sódio ou de cálcio. O teor de cloro ativo deve estar entre 2,0 e 2,5% p/p (peso por peso), podendo conter apenas os seguintes componentes complementares: hidróxido de sódio ou de cálcio, cloreto de sódio ou de cálcio e carbonato de sódio ou de cálcio.

Alvejante à base de Hipoclorito: Solução aquosa com a finalidade de alvejamento e/ou desinfecção, cujo ativo é o hipoclorito de sódio ou de cálcio, com teor de Cloro Ativo entre 2,0 e 2,5% p/p, podendo conter estabilizantes, corantes, fragrâncias, sequestrantes e/ou tensoativos em sua formulação.

Alvejante concentrado à base de Hipoclorito: Solução aquosa com a finalidade de alvejamento e/ou desinfecção, cujo ativo é o hipoclorito de sódio ou de cálcio, com teor de Cloro Ativo entre 3,9 e 5,6% p/p, podendo conter estabilizantes, corantes, fragrâncias, sequestrantes e/ou tensoativos em sua formulação.

Tempo de contato: Para produtos nacionais homologados pela ANVISA - Aplicação da água sanitária aplicada pura (sem diluição) é recomendado contato com a superfície por, no mínimo, 10 minutos com a finalidade de desinfecção de ambientes, superfícies e objetos inanimados. Esse tempo assegura não só a desinfecção para o Coronavírus mas também para microorganismos mais resistentes como bactérias.

Soluções caseiras podem ser preparadas a partir de hipoclorito de cálcio ou sódio e de dicloroisocianurato de sódio, que são produtos amplamente disponíveis para tratamento de piscinas.

O Hipoclorito de Sódio é muito comumente utilizado nas Estações de Tratamento de Água - ETAs. Podendo ser facilmente adquiridos em empresas de tratamentos de água dos municípios já nas concentrações requeridas para uso na atividade de descontaminação.

Para o Coronavírus, o artigo de revisão (G. Kampf et al. / Journal of Hospital Infection 104 (2020) indica que uma solução de 0.1% de Hipoclorito de sódio é eficaz com 1 minuto de contato. Cabe ressaltar que experimentos como esse utilizam superfícies ideais, lisas e sem acúmulo de matéria orgânica ou outros agentes, o que causa muitas vezes a necessidade de aumento de sua concentração para o uso.

Aplicando-se o princípio da prudência e fator de segurança, pode-se trabalhar com:

- Solução de 2,0% a 2,5 % - Descontaminação de superfícies rugosas e porosas não sujeitas a corrosão por cloro, com muita carga biológica acumulada e matéria orgânica. Tempo de contato mínimo de 5 (cinco)

minutos. Não é comumente necessário, a concentração de 0,6% a 0,5% atende na maioria dos casos.

- Descontaminação de EPI - imersão por 2 minutos.

Observações:

- Evitar utilizar em materiais de PVC Não utilizar na pele desprotegida pois é irritante

- Não misturar com outros produtos de limpeza contendo amônia.

- Não misturar Hipoclorito de cálcio e dicloroisocianurato de sódio (ou tricloroisocianurato de sódio) pois são incompatíveis e reagem de maneira extremamente exotérmica.

- Solução 0,5 % - Descontaminação de superfícies lisas sujeitas a corrosão por cloro, tempo de contato mínimo de 5 minutos, tomando-se o cuidado de lavar com água posteriormente sempre que possível.

Cabe ressaltar que como a carga de matéria orgânica diminui a eficiência do hipoclorito, o aumento da concentração se faz necessários para garantir uma eficiência adequada junto ao baixo tempo de contato.

Concentrações acima de 5% de hipoclorito são utilizadas para desativação de agentes biológicos de alto risco (classe 3 e 4) segundo a OMS, CEE, CDC e NIH (ex. vírus de febres hemorrágicas e armas biológicas).

9.1.14 GLUTARALDEÍDO

Tem sido mais utilizada nos últimos anos para desinfecção de artigos termossensíveis ou esterilização que pode ser a frio de artigos críticos, termossensíveis (enxertos de acrílico, cateteres, transducers, drenos, tubos de poliestireno, nylon) e de artigos termorresistentes (instrumentos metálicos, tubos de borracha, silicone, nylon, teflon ou PVC, componentes metálicos de endoscópios, de alto risco) de equipamentos médicos como materiais de terapia respiratória e anestesia, endoscópios, tubos de espirometria, dialisadores, hemodialisadores, laparoscópios e outros.

O glutaraldeído não deve ser usado para limpeza superfícies não críticas, porque é muito tóxico e caro.

Considerando a avaliação do produto em serviços de saúde, a Organização Mundial de Saúde relata que os efeitos adversos mais comuns decorrentes da exposição ocupacional: náusea, cefaleia, obstrução das vias aéreas, asma, rinite, irritação dos olhos, dermatite e descoloração da pele.

Tempo de contato: Para desinfecção de alto nível - Eliminar Bactérias vegetativas, bacilo da tuberculose, fungos, vírus e alguns esporos bacterianos – em glutaraldeído, o INFORME TÉCNICO No 04/07 ANVISA exige mínimo 30 minutos.

Para o Coronavírus causador da SARS-Cov-2, um guia publicado pela sociedade internacional de doenças infecciosas informa que para solução 2 % o tempo de imersão de 1 min inativou completamente o vírus.

9.1.15 COMPOSTOS QUATERNÁRIOS DE AMÔNIA

Alguns dos nomes químicos dos compostos de amônio quaternário são cloreto de alquil dimetil benzil amônio, cloreto de alquil didecil dimetil amônio e cloreto de dialquildimetil - amônio, sendo um produto dessa classe com nome comercial de Lysoform. Sendo interessantes para superfícies sensíveis ao cloro, como, por exemplo, materiais eletroeletrônicos, com muitos documentos, etc.

A ação bactericida dos quaternários tem sido atribuída à inativação de enzimas produtoras de energia, desnaturação de proteínas celulares essenciais e rompimento da membrana célula.

O artigo de revisão sobre desinfecção de coronavirus, “Persistence of coronaviruses on inanimate surfaces and their inactivation with biocidal agentes” - G. Kampf et al. / Journal of Hospital Infection 104 (2020), indica que soluções de 0.05 e 0.2% de cloreto de benzalcônio foram menos eficientes do que o esperado, obtendo resultados de inativação abaixo da média dos demais biocidas testados.

9.1.16 NÃO MISTURAR OS PRODUTOS DE REDUÇÃO DE CONTAMINAÇÃO BIOLÓGICA (DESINFECÇÃO):

Não deve ser efetuada a mistura de produtos químicos utilizados na descontaminação ou desinfecção, a mistura resulta em reação química que pode gerar gases tóxicos bem como na desativação da capacidade de desinfecção dos produtos.

9.1.16.1 DILUIÇÃO

Com relação a diluição dos produtos para redução de contaminação biológica, pode-se seguir a especificação abaixo para efetuar uma adequada diluição.

- a) Para obter solução para aplicação a 1%.
 - Solução de produto original a 10% - efetuar diluição 1:9 – 1,0 litros de solução original a 10% + 9,0 litros de água = 10,0 litros de solução para aplicação a 1%.
 - Solução de produto original a 2,0%/2,5% - efetuar diluição 1:1 – 1,0 litros de solução original a 2,0%/2,5% + 1,0 litros de água = 2,0 litros de solução para aplicação a 1%.
 - Solução de produto original a 12% - efetuar diluição 0,6:9,4 – aprox. 600,0 mililitros de solução original a 12% + 9,4 litros de água = 10,0 litros de solução para aplicação a 1%.
- b) Para obter solução para aplicação a 0,5%.
 - Solução de produto original a 2,0%/2,5% - efetuar diluição 1:2,5 – aprox. 2,5,0 litros de solução original a 2,0%/2,5% + 7,5 litros de água = 10,0 litros de solução para aplicação a 0,5%.
- c) Mudanças nas concentrações dos produtos apenas alteram os valores de solvente (água) a ser adicionado.

10 EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL E RESPIRATÓRIA

VESTIMENTA

O Centro de Controle de Doenças (CCD) e a Organização Mundial da Saúde (OMS) fornecem direções na prevenção da infecção e procedimentos de controles relacionados ao SARS-CoV, MERS-CoV, e outros Coronavírus. Ambos fornecem orientações para que profissionais da saúde usem Equipamentos de Proteção Individual (EPI) no contato com pacientes confirmados ou que se suspeitem ser um caso de infecção por Coronavírus. Eles sugerem o uso de vestimentas longas e de mangas compridas, limpas e descartáveis. Ambos sugerem uso de trajes limpos e descartáveis vestimentas de manga comprida.

Durante o contato com as atividades com pacientes, especialmente limpeza, desinfecção e descontaminação, onde se está exposto a uma quantidade moderada de fluidos corporais e/ou produtos descontaminantes. Roupas de proteção integral (macacões), comumente utilizados como nível C de proteção, podem ser apropriadas para reduzir o risco de contato com esses fluidos.

O macacão geralmente oferece proteção de 360 graus porque foi projetado para cobrir todo o corpo, incluindo as costas e as pernas, e às vezes também a cabeça e os pés.

Embora as propriedades do material e da barreira de costura sejam essenciais para definir o nível de proteção, a cobertura fornecida pelo material usado no design do vestuário, bem como alguns recursos, incluindo o capuz, afetarão bastante o nível de proteção.

O profissional de saúde que porventura venha a utilizar o macacão e não esteja familiarizado com o uso do mesmo, deve ser treinado e praticado em seu uso, antes de usá-lo durante o atendimento ao paciente.

Pode-se considerar, caso haja escassez de EPI disponíveis para aquisição, a possibilidade de estender o uso de roupas de proteção integral descartável (macacão impermeável descartável), de modo que a mesma roupa seja usada pelo mesmo operador. Neste caso, o material não deve ser compartilhado. Restringe-se ainda aos

casos em que a atividade na qual o material foi utilizado tenha havido baixo risco de contaminação, e o material esteja livre avarias ou sujeiras, como por exemplo as ações de descontaminação de locais público prioritários.

Os capotes (vestidos cirúrgicos/de isolamento) não fornecem proteção contínua para todo o corpo (eles têm possíveis aberturas nas costas e geralmente fornecem cobertura apenas para o meio da panturrilha, deixando expostos parte da perna e pescoço e cabeça).

A cabeça é um ponto de atenção pois os cabelos são grandes retentores de fluidos e partículas, devendo ser cobertos. O uso do gorro do fardamento (uniforme 4º A) implica na sua descontaminação assim como o fardamento todo.

O uso exclusivo do fardamento (4º A) causa a necessidade substituição ou lavagem (descontaminação) do mesmo após o uso em operações com agentes biológicos, pois pode gerar o acúmulo do material na superfície do tecido e devido a sua permeabilidade. Alguns dos produtos usados na descontaminação podem causar danos ao fardamento devido as suas propriedades físico-químicas.

Algumas pessoas podem apresentar reações alérgicas aos produtos utilizados na desinfecção, como por exemplo ao cloro, que mesmo em baixas concentrações pode causar reações alérgicas e irritação da pele.

Cabe ressaltar que, com o uso de soluções descontaminantes, passamos a trabalhar com produtos químicos. Para tanto, deve-se adotar o nível de proteção adequado, no caso, o nível mínimo que configura proteção química é o nível de proteção “C”, roupa impermeável descartável ou reutilizável após descontaminação, luvas, botas e proteção respiratória adequada ao(s) agente(s) presente(s) no cenário, caso necessário uso de óculos de proteção.

Informações de padrão de atendimento com EPI para situações mais graves ou complexas podem ser encontradas no Procedimento Operacional Padrão do CBMMT Atendimento a Emergências com Produtos Perigosos -Substâncias Tóxicas Infectantes ou Corrosivas.

EQUIPAMENTO DE PROTEÇÃO RESPIRATÓRIA - EPR

A proteção respiratória é fundamental para a biossegurança para casos de suspeita ou casos confirmados coronavírus, pois as formas de contágio são por meio de contato com a boca, os olhos e vias respiratórias devido as partículas lançadas no ar.

Além de extremamente necessária, deve-se atentar para utilizar a máscara filtrante de proteção respiratória (respirador particulado) com eficácia mínima na filtração de 95% de partículas de até $0,3\mu$, que protejam as laterais do rosto da entrada de partículas, sendo elas as do tipo N95, N99, N100, PFF2 ou PFF3.

As máscaras filtrantes de proteção respiratória não protegem todo o rosto contra respingos ou gases e vapores dos produtos utilizados na descontaminação.

Porém os gases e vapores gerados são de baixa intensidade e as máscaras podem ser utilizadas tranquilamente em locais não confinados, o que é o caso das ações de descontaminação de locais públicos priorizados a serem realizadas.

Figura 113 - Equipamento de Proteção Respiratória



Fonte: Corpo de Bombeiros Militar do Estado de Mato Grosso.

Atenção: NUNCA se deve tentar realizar a limpeza da máscara citadas acima ou equivalentes, já utilizadas, com nenhum tipo de produto. As máscaras citadas ou equivalentes são descartáveis e não podem ser limpas ou desinfetadas para uso

posterior e quando úmidas perdem a sua capacidade de filtração além de dificultar a inspiração.

Pode-se considerar o uso das máscaras citadas ou equivalentes, além do prazo de validade designado pelo fabricante para atendimento emergencial aos casos suspeitos ou confirmados da COVID-19.

As máscaras além do prazo de validade designado pelo fabricante podem não cumprir os requisitos para os quais foram certificados. Com o tempo, componentes como as tiras e o material da ponte nasal podem se degradar, o que pode afetar a qualidade do ajuste e da vedação.

Deve-se realizar a inspeção visual da máscara: checagem por máscaras úmidas, sujas, rasgadas, amassadas ou com vincos não podem ser utilizadas. Deve-se ainda verificar a integridade do selo imediatamente após colocar cada máscara e não se deve usar uma máscara que não se possa executar uma verificação adequada do selo (teste positivo e negativo de vedação da máscara à face).

Observação 1: A máscara cirúrgica não deve ser sobreposta à máscara N95 ou equivalente, pois além de não garantir proteção de filtração ou de contaminação, também pode levar ao desperdício de mais um EPI, o que pode ser muito prejudicial para a eficiência no uso dos recursos e/ou em cenário de escassez.

Observação 2: EXCEPCIONALMENTE, em situações de carência de insumos e para atender a demanda da epidemia da COVID-19, as máscaras (N95, N99, N100, PFF2 ou PFF3) poderão ser reutilizada pelo mesmo profissional, desde que cumpridos passos obrigatórios para a retirada da máscara sem a contaminação do seu interior.

Com objetivo de minimizar a contaminação da máscara, se houver disponibilidade, pode ser usado um protetor facial de acrílico (face shield). Se a máscara estiver íntegra, limpa e seca, pode ser usada várias vezes durante o mesmo serviço (mesmo plantão) e pelo mesmo profissional (preferencialmente por 12 horas em uso contínuo ou 24 horas em uso não contínuo). Cabe ressaltar que o poder de filtragem da máscara reduz com seu uso devido a sua saturação, além de ficar contaminada dependendo do uso.

Observação 3: Para remover a máscara, retire-a pelos elásticos, tomando bastante cuidado para não tocar na superfície interna e acondicione em um saco ou envelope de papel com os elásticos para fora, para facilitar a retirada da máscara.

Nunca se deve colocar a máscara já utilizada em um saco plástico, pois ela poderá ficar úmida e potencialmente contaminada.

As máscaras acima mencionadas também não devem ser utilizadas quando do uso de glutaraldeídos, ou de soluções de cloro e quaternários de amônia acima de 2,5%.

PROTETOR OCULAR DE AMPLA VISÃO OU PROTETOR DE FACE DE ACRÍLICO (FACE SHIELD)

Os óculos de proteção de ampla visão ou protetores faciais de acrílico (que cobrem a frente e os lados do rosto) devem ser utilizados quando houver risco de exposição do profissional a respingos de fluidos de vítimas ou manipulação e aplicação de produtos químicos com o caso dos agentes de descontaminação.

Os óculos de proteção de ampla visão ou protetores faciais devem ser exclusivos de cada profissional responsável pela assistência, devendo após o uso sofrer limpeza e posterior desinfecção com álcool líquido a 70%, hipoclorito de sódio ou outro desinfetante recomendado pelo fabricante.

Caso o protetor facial tenha sujeira visível, deve ser lavado com água e sabão/detergente neutro e só depois dessa limpeza, passar pelo processo de desinfecção.

Os óculos de ampla visão são projetados para se ajustarem confortavelmente, mas não necessariamente proporcionam vedação ao redor dos olhos do usuário. O CDC / NIOSH declarou que os óculos de ampla visão com ventilação indireta e adequadamente ajustados, com tratamento anti embaçante de fábrica, fornecem uma proteção visual mais confiável contra respingos, sprays e névoas. No entanto, para serem eficazes, os óculos devem estar bem ajustados, principalmente nas extremidades dos olhos e na testa. Embora sejam muito eficazes como proteção para os olhos, os óculos de ampla visão não proporcionam proteção contra respingos em outras partes do rosto. Os óculos ampla de visão com ventilação direta podem permitir

a penetração de respingos ou aerossóis, portanto, os óculos com ventilação indireta ou sem ventilação são os preferidos para o controle de infecções.

Os óculos de segurança simples fornecem proteção contra impactos, mas não oferecem o mesmo nível de proteção contra respingos ou névoas que os óculos de ampla visão e, geralmente, não devem ser usados para fins de controle de infecções.

Os óculos de proteção de ampla visão materiais não protegem os olhos contra vapores ou gases dos produtos químicos usados na desinfecção. Os protetores faciais de acrílico não protegem contra vapores ou gases.

Porém os gases e vapores gerados são de baixa intensidade, e as máscaras podem ser utilizadas tranquilamente em locais não confinados, o que é o caso das ações de descontaminação de locais públicos priorizados. A chance de respingos dos produtos utilizados é muito baixa e, caso aconteça, não refletem em risco para o usuário, bastando apenas enxaguar o local.

Salienta-se ainda que os óculos acima mencionados não devem ser utilizados para os trabalhos que envolvam glutaraldeídos.

MÁSCARA DE PROTEÇÃO RESPIRATÓRIA INTEGRAL (*FULL FACE*) COM CARTUCHO FILTRANTE

Possuem excelente proteção ao rosto do usuário, cobrindo-o integralmente, em sua maioria possuem visor panorâmico, o que permite boa visualização do cenário de trabalho.

Sua proteção respiratória depende do filtro utilizado, podendo ser um filtro mecânico, ou seja, filtram as partículas presentes no ar (oferecem proteção contra agentes biológicos), podem ser de filtro químico, protegem contra os agentes químicos presentes no ambiente (gases e vapores), porém devem possuir especificação para o gás ou vapor presente no ambiente, as mais comuns no mercado são as que suportam gases ácidos e vapores orgânicos (GA + VO) o que atende a todos os agentes de descontaminação citados neste texto.

As máscaras de proteção respiratória integral ainda ser de filtro combinado (químico e mecânico em um único filtro) o que aumenta muito sua aplicabilidade. Elas

possuem uma vida útil altíssima, o que permite seu uso em diversas situações pois pode ser descontaminada e reutilizada.

Os filtros já possuem validade e menor vida útil, dependendo de seu uso. Porém, para o uso relacionado as ações de proteção biológica e de descontaminação sua vida útil é muito mais alta, podendo ser utilizado até o ponto em que o operador sente dificuldade de inspirar pela máscara, o que indica que o filtro está saturado, devendo ser descartado. Nas aplicações citadas esse tempo seria longo - até a necessidade de descarte.

A máscara *full face* possui desvantagens e limitações assim como as máscaras filtrantes (N95, N99, N100, PFF2 ou PFF3). O seu filtro também não pode ser molhado, sendo que em locais muito úmidos, satura-se mais rápido o filtro. Ela não deve ser utilizada em locais com contaminantes químicos desconhecidos ou não suportados em sua especificação, ou em locais onde a concentração de gases e vapores ultrapassa a especificação do filtro, ou com presença de oxigênio inferior a 19,5%, em atmosferas conhecidas, e 20,6 em atmosferas desconhecidas.

EQUIPAMENTO DE PROTEÇÃO RESPIRATÓRIA AUTÔNOMO DE PRESSÃO POSITIVA

Equipamento que possui o maior nível de proteção respiratória possível. Não há limitações de uso.

Contraindicado apenas pelo fato de que as unidades, em sua maioria, possuem poucas unidades, necessitando priorizar seu uso para situações onde realmente há o risco imediato ao sistema respiratório do bombeiro militar e em emergências críticas como de combate a incêndios, resgate em espaços confinados e emergências com gases perigosos, ou seja, seu uso nos demais casos é desnecessário.

Além disso, muitas vezes existem cenários de não se ter condições adequadas de encher novamente o cilindro de ar comprimido, devendo ainda mais limitar seu uso às ocorrências em que são indispensáveis. Todo o equipamento deve ser descontaminado (lavado com água e sabão neutro) depois das operações.

PROTEÇÃO PARA OS PÉS

As botas de proteção podem ser de PVC (uso comum) ou as de combate a incêndio estrutural normal, a preferência é para que sejam impermeáveis.

Caso não seja possível pode ser utilizado o coturno, preferencialmente com o uso de sobrebotas impermeáveis (com as de uso industrial e em frigoríficos) para proteção do calçado de trabalho.

Caso não seja possível ainda, ao utilizar o coturno, ele deve ser bem descontaminado com o uso de água e detergente neutro, dando prioridade ao solado.

SELAGEM DOS TRAJES

Para atendimento a emergências biológicas diversas, os trajes devem ser selados, ou seja, não possuir frestas ou aberturas em zíperes, costuras, junções de luvas, botas e máscaras com as roupas.

Caso as roupas já possuam selagem nesses pontos, apenas garantir que elas estão íntegras, e não possuam falhas.

Caso seja necessária a selagem por parte dos bombeiros militares, deve ser utilizada fita adesiva para selagem (exemplos como *Silver Tape*, *Chem Tape* ou fitas que possuam boa selagem), buscando cobrir tais junções/frestas.

11 EQUIPAMENTOS PARA A APLICAÇÃO DE SOLUÇÕES DESCONTAMINANTES (DESINFECTANTES OU DETOXIFICANTES)

O objetivo é pulverizar o máximo possível o produto aplicado, sem criar névoas (pois o produto se perderia no ar e se houver pessoas próximas podem aspirar o produto) para que ele atinja a maior superfície possível e sem desperdício.

Além disso devem permitir a mobilidade do bombeiro militar, para que ele cubra a toda a área de operação sem limitações.

Para tanto podem ser utilizados:

- Bomba costal de combate a incêndios florestais (20 L) - o jato deve estar o mais neblinado possível na aplicação para aumentar a eficiência.
- Bomba costal de pulverizadora – a mesma bomba costal pulverizadora para aplicação de agrotóxicos na agricultura (deve estar limpa para realizar o procedimento), mais comumente encontrada com capacidade para 20 litros, são mais econômicas e aplicam o jato mais pulverizado, aumentando a eficiência.

Deve-se atentar para após realização do procedimento, reaproveitar a solução que não foi utilizada, bem como limpar as bombas costais externa e internamente com água limpa, colocar água limpa no interior da bomba e bombear a água para limpeza interna do sistema, pois os produtos usados na descontaminação podem danificar o sistema da bomba.

LOCAIS PRIORITÁRIOS A EXECUTAR AS AÇÕES DE DESCONTAMINAÇÃO (DESINFECÇÃO)

Os locais prioritários onde pode-se executar a descontaminação (diminuição da carga biológica acumulada) são os de maior fluxo de pessoas, onde a possibilidade de contaminação indireta da população pelo Covid (ou outros agentes biológicos) é maior.

São estes:

- Rodoviárias e terminais;
- Aeroportos;

- Escolas públicas que estejam sem aulas em andamento.

A ação pode ser feita em mais locais conforme diretrizes do comando da unidade ou da corporação.

Figura 114 - Desinfecção em locais públicos



Fonte: Corpo de Bombeiros Militar do Estado de Mato Grosso.

Nos ambientes os produtos devem ser aplicados em locais onde a população tem mais chances de, pelo contato das mãos, causar a contaminação indireta (levar após a mão as olhos, nariz e boca) que são as formas mais comuns de transição de agentes biológicos. São os locais:

- Corrimão;
- Guarda-corpos;
- Muretas e grades de divisão de ambiente;
- Balcões;
- Mesas e cadeiras;
- Pontos de apoio em colunas e pilastras;
- Pontos de abertura em portas de uso geral.

DESCONTAMINAÇÃO DA EQUIPE DO CBMMT

A descontaminação das equipes envolvidas diretamente na atividade pode ser feita de forma simples pelas unidades operacionais, bastando dividir em dois setores, com atenção apenas para que sejam um pouco afastados um do outro.

No primeiro pode ser feita a descontaminação do BM com o uso de água para remoção dos resíduos da roupa utilizada, dando ênfase nas botas e solado das botas. Caso ocorra a reutilização do macacão de proteção impermeável pelo operador que estava utilizando-o, deve ser utilizado água e detergente neutro nesta lavagem, posteriormente o uso de água para retirar o sabão utilizado.

No segundo setor deve ser retirado todo o EPI utilizado (roupa, luvas e botas), o último item a ser retirado do BM é a proteção respiratória, após todos os outros materiais serem retirados e ensacados para descarte. Caso ocorra reaproveitamento do macacão de proteção impermeável e da luva (nitrílica ou neoprene podem ser reaproveitadas se não houve risco de contaminação grave e se estiverem em boas condições.

Observação: não reutilizar mais que 3 vezes pelo operador que estava utilizando-o, o mesmo deve ser acondicionado separado das luvas e máscara que foram utilizados e irão para descarte.

Aconselha-se no uso do macacão proteção impermeável o uso do uniforme de TFM por baixo, ao sair da descontaminação o militar veste o uniforme de prontidão.

As botas após higienização são guardadas para reutilização futura. Caso ocorra o uso de coturnos, eles devem ser bem higienizados com água e detergente neutro, principalmente nas solas.

No caso do uso de máscara de proteção respiratória integral (*full face*) com cartucho filtrante, a mesma deve ensacada para posteriormente na unidade ser higienizada com água e detergente neutro, o filtro deve ser destacado da máscara e limpo apenas com pano umedecido em álcool 70% em sua parte externa.

Nos demais casos de EPIs que forem utilizados devem ser ensacados e descartados (luvas, máscaras filtrantes e capotes).

A água utilizada na descontaminação dos BMs pode ser provida por meio de bombas costais de combate a incêndios florestais, assim como a solução de água e

detergente neutro, caso seja utilizado. Podendo também ser provida por meio do mangotinho ou linha direta da viatura de incêndio da unidade operacional ou caminhão pipa da prefeitura ou outro apoio do município.

DESTINAÇÃO DOS RESÍDUOS (EPI'S UTILIZADOS)

A destinação dos EPIs utilizados na desinfecção e ensacados na descontaminação dos BMs é simples, podem ser feitas nas unidades de saúde do município como lixo (resíduo) biológico.

A água utilizada está apenas com concentração extremamente baixa de solução descontaminante, extremamente diluídas em água, podendo ser lançado no ambiente sem problemas.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14064:2015 Versão Corrigida: 2015 **Transporte rodoviário de produtos perigosos - Diretrizes do atendimento à emergência**. Rio de Janeiro, 2015. Brasil.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7500:2018 **Identificação para o transporte terrestre, manuseio, movimentação e armazenamento de produtos**. Rio de Janeiro, 2018.

Atendimento pré-hospitalar ao traumatizado, PHTLS/NAEMT; [tradução Renata Scavone... et al.]. 7. ed. – Rio de Janeiro. Elsevier, 2011.

BIRK, A. M. PhD, **Research on Boiling Liquid Expanding Vapour Explosions (BLEVEs)**, revised at may 2011, Faculty of Engineering and Applied Science, Mechanical and Material Engineering - Queen's University, California - EUA. Disponível em <http://my.me.queensu.ca/People/Birk/Research/ThermalHazards/bleve/index.html>. Acesso em 05 de outubro de 2017.

CENTER FOR DISEASE CONTROL. **Frequently Asked Questions about Personal Protective Equipment**. Estados Unidos da América, 2019. consulta em 26/03/2020, disponível em: <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/hcp/respirator-use-faq.html>

CENTER FOR DISEASE CONTROL. **Strategies for Optimizing the Supply of Isolation Gowns**. Estados Unidos da América, 2019. Disponível em: <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/hcp/ppe-strategy/isolation-gowns.html>

CENTER FOR DISEASE CONTROL. **Strategies for Optimizing the Supply of PPE, Center for Disease Control and Prevention - CDC/EUA**. Estados Unidos da América, 2019. consulta em 26/03/2020, disponível em: <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/hcp/ppe-strategy/index.html>

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE GOIÁS. **Manual operacional de bombeiros: produtos perigosos**. Goiânia: - 2017. 123 p.: il. Disponível em: <https://www.bombeiros.go.gov.br/wp-content/uploads/2015/12/01-MOB-Produtos-Perigosos-CBMGO-2017-Corrigido.pdf>

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO – CBMERJ. **Manual de Operações com Produtos Perigosos**. Rio de Janeiro, 2004.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO – CBMERJ. **Manual de Toxicologia para Produtos Perigosos**, Rio de Janeiro, 2004.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO – CBMERJ. **Manual Básico de Bombeiro Militar**, Vol II, Rio de Janeiro, 2014.

GOUVEIA, J. L. N. et al. **Manual de Atendimento a Emergências Químicas**. 2014.

KAMPF, Günter et al. Persistence of coronaviruses on inanimate surfaces and their inactivation with biocidal agents. **Journal of hospital infection**, v. 104, n. 3, p. 246-251, 2020.

Manual para atendimento de emergências com produtos perigosos / Equipe de Assuntos Técnicos. 7. ed. – São Paulo: ABIQUIM, 2015.

NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION. **Hazardous Materials Response Handbook**. 4ª Ed. Quincy, Massachusetts, 2002.

NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION. NFPA 1991 - **Standard on Vapor--Protective Ensembles for Hazardous Materials Emergencies and CBRN Terrorism Incidents**. Disponível em: <https://www.nfpa.org/codes%20and-standards/all-codes-and-standards/list-of-codes-and-standards/detail?code=1991> Acesso em: 05 abr. 2021.

NORTH ATLANTIC TREATY ORGANIZATION. **Civil Emergency Planning, Civil Protection Group. Guidelines for First Responders to a CBRN Incident**. 2014. Disponível em: https://www.nato.int/nato_static_fl2014/assets/pdf/pdf_2016_08/20160802_140801-cep-first-responders-CBRN-eng.pdf

PEREZ, Rubens César. **Emergências Tecnológicas - Segunda edição** / por Rubens César Perez – Sorocaba – 2016.

PERSONAL SAFETY DIVISION 3M DO BRASIL. **Proteção Visual para Controle de Infecções**. Boletim Técnico. 2020. Disponível em: <https://multimedia.3m.com/mws/media/1817775O/eye-protection-for-infections-control.pdf>

PERSONAL SAFETY DIVISION 3M DO BRASIL. **Respiradores e máscara cirúrgica. Comparação. 3M Divisão de Segurança Pessoal**. Boletim Técnico Março, 2020 Revisão 3. Disponível em: <https://multimedia.3m.com/mws/media/1817774O/respirators-vs-surgical-masks-portuguese.pdf>

PINTO, Jonas Emmanuel Benghi; **Atendimento à Emergências com Produtos Perigosos [livro eletrônico]**/ Jonas Emmanuel Benghi, 1ª Ed. Guaratuba. Ed. do autor, 2020.

PORTUGAL. Autoridade Nacional de Proteção Civil, Direção Nacional de Planeamento de Emergência, **Manual de Intervenção em Emergências com Matérias Perigosas, Químicas, Biológicas e Radiológicas**, Portugal, 2011. Disponível em: http://www.procivil.pt/bk/Documents/MIEMP_web.pdf . Acesso em 05 abr. 2021.

PORTUGAL. Escola Nacional de Bombeiros. **Matérias Perigosas**. Ranholas, Portugal, 2005. Disponível em: <https://www.bombeiros.pt/wp-content/uploads/2013/07/09.MateriasPerigosas.pdf> . Acesso em: 05 abr. 2021.

Public Health Agency of Canada. Microbiological Emergency Response Team. **Personal Protective Equipment - International Training**. Public Health Agency of Canada. Canadá 2014.

RAZYNSKAS SOSA. Martín A. **Manejo de Emergencias com Materiales Peligrosos**. México: Trillas 2011.

RUTALA, William Anthony; WEBER, David Jay. **Guideline for disinfection and sterilization in healthcare facilities, 2008**. 2008.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Operational considerations for case management of COVID-19 in health facility and community**. 2020. Disponível em : [WHO-2019-nCoV-HCF_operations-2020.1-eng](#)