

Coletânea de Manuais Técnicos de Bombeiros

05



ATENDIMENTO ÀS OCORRÊNCIAS DE INCÊNDIO EM INDÚSTRIAS



MCII

MANUAL DE COMBATE A INCÊNDIO EM INDÚSTRIA

1ª Edição
2006

Volume
5

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

PMESP
CCB

Comandante do Corpo de Bombeiros

Cel PM Antonio dos Santos Antonio

Subcomandante do Corpo de Bombeiros

Cel PM Manoel Antônio da Silva Araújo

Chefe do Departamento de Operações

Ten Cel PM Marcos Monteiro de Farias

Comissão coordenadora dos Manuais Técnicos de Bombeiros

Ten Cel Res PM Silvio Bento da Silva

Ten Cel PM Marcos Monteiro de Farias

Maj PM Omar Lima Leal

Cap PM José Luiz Ferreira Borges

1º Ten PM Marco Antonio Basso

Comissão de elaboração do Manual

Cap PM Wagner Bertolini Júnior

Cap PM Acácio Tarcísio Guberovich

Cap PM Welton Ricardo Valente

1º Ten PM Alexandre Merlin

1º Ten Nilson Kuratomi da Silva

1º Ten Armando Luiz Pagoto Filho

1º Sgt PM Ricardo André

2º Sgt PM Sílvio Luis Dias

3º Sgt PM Edson Dutra de Oliveira júnior

Comissão de Revisão de Português

1º Ten PM Fauzi Salim Katibe

1º Sgt PM Nelson Nascimento Filho

2º Sgt PM Davi Cândido Borja e Silva

Cb PM Fábio Roberto Bueno

Cb PM Carlos Alberto Oliveira

Sd PM Vitanei Jesus dos Santos

PREFÁCIO - MTB

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

São Paulo, 02 de Julho de 2006.

Coronel PM ANTONIO DOS SANTOS ANTONIO

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

1. INTRODUÇÃO	8
2. ORIENTAÇÕES BÁSICAS	11
2.1. Prevenção contra incêndio.....	12
2.2. Combate a incêndio.....	13
2.2.1. Ataque.....	14
2.2.2. Defesa ou salvaguarda.....	14
2.3. Equipamentos de proteção individual.....	16
2.4. Combustão incompleta.....	19
2.5. Chamas de ponta (línguas de fogo).....	19
2.6. Carga de incêndio.....	21
2.7. Explosão.....	22
3. TÁTICA.....	24
3.1. Reconhecimento.....	25
3.2. Salvamento.....	25
3.3. Isolamento.....	25
3.4. Confinamento.....	25
3.5. Extinção.....	25
3.6. Rescaldo.....	25
3.7. Procedimento tático.....	25
3.8. Exploração de local.....	26
3.9. Ventilação e proteção de salvados.....	27
3.9.1. Ventilação.....	27
3.9.2. Proteção de salvados.....	28
PRINCIPAIS VIATURAS EMPREGADAS EM INCÊNDIOS EM	
4. INDÚSTRIAS	29
4.1. Auto-bomba.....	30
4.2. Auto-escada.....	30
4.3. Auto-tanque.....	31
4.4. Jamanta.....	31
4.5. Auto-salvamento especial.....	32

4.6. Auto-escada.....	32
4.7. Auto-plataforma elevada.....	32
4.8. Viaturas leves e caminhões.....	33
4.9. Unidade de resgate.....	34
4.10. Unidade de suporte avançado.....	34
4.11. Viatura de produtos perigosos.....	35
5. COMBUSTÍVEIS SÓLIDOS.....	36
5.1. Extinção de incêndios em combustíveis sólidos.....	38
5.2. Indústria de têxteis.....	39
5.2.1. Ação extintora em têxteis.....	40
6. PÓS COMBUSTÍVEIS.....	42
6.1. Tática e técnica de combate a incêndio em pós combustíveis.....	44
6.2. Procedimento com pós combustíveis.....	45
6.3. Ação preventiva contra a explosão de pós.....	45
7. LÍQUIDOS INFLAMÁVEIS E COMBUSTÍVEIS.....	47
7.1. Características dos líquidos inflamáveis.....	48
7.2. Classificação.....	49
7.3. Limites de explosividade dos líquidos inflamáveis.....	50
7.4. Efeitos da temperatura e pressão.....	51
7.5. Densidade.....	51
7.6. Emprego do material do CBPMESP em incêndio contendo líquido inflamável	54
7.7. Tática e técnica de combate a incêndio em líquidos inflamáveis.....	55
7.7.1. Resfriando com água.....	56
7.7.2. Substituindo combustíveis por água.....	56
7.7.3. Varredura com água.....	57
7.8. Bleve.....	58
7.9. Boil over.....	58
8. Gases inflamáveis.....	61
8.1. Expansão dos gases.....	63
8.2. Cuidados a serem tomados com gases inflamáveis.....	64

8.3. Gás liquefeito de petróleo.....	65
8.3.1. Cuidados com recipientes.....	67
8.4. Gás encanado ou gás de rua.....	67
8.5. Hidrogênio.....	69
8.6. Acetileno.....	71
8.6.1. Dispositivo de segurança do cilindro de acetileno.....	73
8.7. Gases nos sistemas de refrigeração.....	74
8.8. Combate a incêndio em gases inflamáveis.....	76
8.9. Tática e técnica de combate a incêndios em gases inflamáveis.....	77
8.10. Bleve.....;	78
8.10.1. Proteção contra o bleve.....	78
9. METAIS PIROFÓRICOS.....	79
9.1. Primeiras providências nessas emergências.....	82
9.2. Tática e técnica de combate a incêndio em metais pirofóricos.....	82
10. SUBSTÂNCIAS QUÍMICAS.....	84
10.1. Conceitos.....	85
10.2. Problemas encontrados nessas emergências.....	85
10.3. Emprego do material do CBPMESP em incêndios de substâncias químicas.....	85
10.4. Produtos tóxicos e corrosivos.....	87
11. ENERGIA ELÉTRICA.....	90
12. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	93
13. LISTA DE TABELAS.....	95
14. LISTA DE FIGURAS.....	97
15. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	100

1

Introdução

MCII

1

1. INTRODUÇÃO

O grande número de incêndios em indústrias que ocorrem no Estado de São Paulo, e a necessidade de um procedimento operacional padrão para combate a incêndios nas indústrias, haja vista as mais diversas atividades de produção, pois apresentam uma situação de grande complexidade, onde a coragem deve ser aliada da técnica, dos princípios consagrados nos bancos das escolas, aliados a todos os fatores que são apresentados durante o desenvolvimento do sinistro: ***“Não existem dois incêndios iguais”***.

Em uma indústria com matéria primas idênticas, devido a todos os fatores que influenciam tanto o desenvolvimento do incêndio, quanto o sucesso do combate, não podemos esquecer desde a influência atmosférica (temperatura, umidade, ventos), quanto às condições de manuseio, armazenamento, características construtivas e treinamento dos funcionários de uma indústria.

Necessidade de constantes atualizações em procedimentos básicos, dando real importância às inovações propostas, não permitindo a ocorrência de acidentes no serviço de combate a incêndio e a e sempre preservando a integridade física dos bombeiros.

O Manual Técnico de Combate à Incêndios em Indústrias, tem como objetivo ser um instrumento de consulta aos bombeiros a fim de se conseguir um aperfeiçoamento nas ações de Combate a Incêndios em Indústrias, preservando sem dúvidas o bem maior: ***“A vida Humana”, que é uma das missões do CB: Proteção da vida, do meio ambiente e do patrimônio.***

Este Manual aborda de forma sucinta os perigos existentes nas diversas modalidades de indústrias, bem como especifica os tipos de combustíveis em combustão que o profissional do bombeiro poderá enfrentar, cada um com sua característica e sua periculosidade.

Este manual apresenta as características principais dos combustíveis sólidos, líquidos, gasosos, pós-combustíveis e metais pirofóricos, e os cuidados necessários para que qualquer bombeiro exerça durante as ações de combate a incêndio. A diversidade de indústrias existentes em funcionamento e suas características de produção, armazenamento e distribuição dos materiais não permitem uma abordagem completa ou específica neste manual, portanto cabe ao profissional a leitura de outras literaturas e visitas específicas para complementar o assunto.

2

ORIENTAÇÕES BÁSICAS

MCII

2

ORIENTAÇÕES BÁSICAS

2.1. Prevenção contra incêndio

A prevenção contra incêndio compreende uma série de medidas quanto a distribuição dos equipamentos de combate a incêndio, dos materiais e estoques pertencentes à indústria, visando impedir o princípio de incêndio, dificultar seu desenvolvimento ou proporcionar sua extinção ainda na fase inicial.

O comandante deve se deslocar para o local do incêndio elaborando mentalmente quais serão as ações a serem desenvolvidas, sem contar com as instalações de proteção e combate a incêndio existentes na edificação, porém se existir, nada impede que ele acione o PAM (plano de auxílio mútuo) e verifique o PPI, (plano particular de intervenção) e de acordo com as informações iniciais obtidas deslocar todo o material e efetivo possível visando o atendimento pronto e eficaz no combate ao sinistro.

O sucesso de uma ação depende da capacidade de avaliar a situação, de pesar os vários fatores que influenciam um sinistro em indústria, aplicar os princípios táticos aliados ao conhecimento dos setores básicos de uma indústria tais como:

- ✓ Almoxarifado
- ✓ Depósitos
- ✓ Expedição
- ✓ Produção e processo
- ✓ Transporte
- ✓ Pátios
- ✓ Cabine de energia

Somente após os primeiros contatos no local do incêndio e as avaliações dos sistemas e equipamentos instalados e em funcionamento, é que poderá modificar sua estratégia de ataque, podendo recolher os materiais e equipamentos do Corpo de Bombeiros ou até aumentar os materiais e efetivo para o local do incêndio.

2.2. Combate a incêndio

No combate a incêndio, o bombeiro deve observar os perigos específicos de cada

indústria, tais como: Explosões, intoxicações, queimaduras, vazamento de produtos, processos

industriais perigosos, dificuldade de controle, deslocamento, áreas de estocagem, etc..., pois as matérias primas utilizadas são as mais diversas, expondo o profissional a diferentes modalidades de perigo.

As indústrias possuem pelo menos uma ou mais das seguintes ocupações:

- ✓ cabines de força
- ✓ caldeiras
- ✓ fornos
- ✓ estufas
- ✓ autoclaves
- ✓ depósitos de líquidos inflamáveis

Os Fatores que podem influir na diferenciação dos incêndios em indústrias: dentre outros, aumentando em muito a possibilidade de uma explosão ou qualquer outro sinistro:

- ✓ Condições atmosféricas
- ✓ Tipo de edificação
- ✓ Existência de medidas de proteção ao maquinário e locais perigosos
- ✓ Condições de armazenamento (dentro ou não das normas de segurança)
- ✓ Existência ou não de equipamentos diversos de Prevenção e Combate à incêndio previstos de acordo com normas regulamentares
- ✓ Vigilância permanente ou não
- ✓ Brigada de incêndio industrial
- ✓ Tempo decorrido, do início do fogo ao combate inicial

✓ Tempo decorrido, do início do fogo a chegada do socorro do Corpo de Bombeiros.

2.2.1. Ataque

A estratégia de ataque é o objetivo precípua dos bombeiros no combate aos incêndios e dentro da possibilidade sempre deve ser usada, observando a chegada no local da ocorrência, (sinalização, isolamento, apoio, etc.) preservando sempre a segurança pessoal, observando o uso do “EPI”.

No combate ao incêndio, pode haver ação defensiva, mas somente para impedir que o fogo progrida durante a operação.

Caso o progresso do fogo não possa ser impedido, devem ser empregadas, simultaneamente, ações defensivas e de ataque.

A base da estratégia de ataque é a velocidade associada à técnica, a agressividade e rapidez da operação, sendo usada quando os recursos e técnicas forem suficientes para dominar a situação.

2.2.2. Defesa ou salvaguarda

Para tomar essa decisão, na ocorrência de incêndio em indústria, o bombeiro necessita de conhecimentos técnicos de combate e extinção de incêndio (teóricos e práticos) adquiridos, utilizando-os imediatamente na chegada ao local.

Caso verifique alguma circunstância que diminua enormemente a possibilidade de sucesso, deve optar pela circunscrição do fogo a uma área limitada, decisão essa configurada como operação de defesa ou salvaguarda.

Na prática a operação de defesa ou salvaguarda deve ser empregada somente quando a estratégia de ataque não possa ser utilizada ou já tenha falhado.

Em linhas gerais a operação de defesa ou salvaguarda, pode ser usada nas seguintes circunstâncias:

✓ Quando o perigo é visivelmente tão grande, que se qualifica de catastrófico e imenso, por queimar materiais cujas possibilidades de salvamento seriam mínimas e com exposição e riscos;

✓ Quando, no caso de materiais altamente inflamáveis, é iminente o risco da propagação rápida do fogo;

✓ Quando, comprometida a estrutura, há o perigo de desabamento da edificação incendiada;

✓ Quando, após vazamento de gás, produto perigoso ou risco de explosão, há prioridade de evacuação das proximidades do local do sinistro de pessoas e materiais;

✓ Quando os equipamentos são insuficientes ou inadequados para executar um ataque com êxito, quer por impossibilidade de lançar agentes extintores ao fogo, quer devido a falhas mecânicas, ou ainda, guarnições em quantidades insuficientes;

✓ Quando há falta de água ou outro material para executar um ataque maciço;

✓ Quando, em local aberto, a intensidade e velocidade do vento facilita a propagação, ocasionando inclusive outros focos de incêndio;

✓

É certo também que determinadas ações são executadas e podem ser catalogadas como auxiliares da defesa e do ataque, ou sejam:

✓ Interrupção da corrente elétrica, na zona sinistrada; e

✓ Retirada de todos os materiais inflamáveis e explosivos que possam ser atingidos pela ação do fogo evitando o aumento de sua extensão (técnica de isolamento).

O estabelecimento de cortina d'água, com a armação de linhas de mangueiras em pontos estratégicos, constitui uma operação de salvaguarda, com vistas aos prédios vizinhos.

O Comandante das operações deve assegurar a possibilidade de movimentar rapidamente as guarnições, passando da ação de defesa para a de ataque, devendo sempre ter em mente a possibilidade de aplicação imediata de um novo plano.



2.3. Equipamentos de proteção individual

Normalmente, no interior de indústrias existem operações que são prejudicadas e freqüentemente impossibilitadas pela fumaça e pelo calor. A fim de que o acesso imediato a área incendiada seja possível, devem ser utilizados os mais eficientes métodos de proteção contra a fumaça, gases tóxicos e calor.

O Equipamento de Proteção Respiratória é indispensável em qualquer modalidade de combate à incêndio, prevenindo e evitando quaisquer males resultantes do calor, inalação de gases resultantes da combustão incompleta e demais gases que podem estar envolvidos no sinistro.

Usar sempre EPR e EPI específico.

A todo o momento deve-se ficar atento aos perigos de explosão, intoxicação e asfixia, bem como de desabamentos, queimaduras e quedas.

Comportamento do Comandante das operações vai interferir diretamente no sucesso da ocorrência, para tanto o mesmo deverá:

1. Ter máxima calma para controlar a situação

2. Manter serenidade nas decisões
3. Determinar ordens breves e precisas
4. Orientar da maneira mais fácil e rápida a atuação das guarnições nas ações a serem executadas
5. Não pretender ações perigosas prevenindo temores ou desordenação na guarnição
6. Não se deixar tomar pelo descontrole; por mais difícil que seja a situação, poderá tornar-se pior, se o bombeiro perder o controle
7. Encorajar o pessoal e animá-los com palavras de alento, em particular, quando a situação se agravar, não obstante todos os esforços empenhados
8. Não deixar o local até que a situação esteja completamente normalizada.



Fig. 02 - Máscara autônoma



Fig. 03 – Bombeiro equipado com EPI e EPR



Fig. 04 - Equipamento de Proteção Respiratória

2.4. Combustão incompleta

Quando um fogo se desenvolve em uma indústria com oxigênio em quantidade limitada ou insuficiente, diz-se que a combustão é incompleta.

Em um ambiente onde o oxigênio se encontra puro (saída de oxigênio no cilindro) muitos corpos queimam sob a forma de explosão, o ponto crítico para combustão não é o mesmo para todos os corpos, por exemplo: os combustíveis líquidos não se queimam abaixo de 16 % de oxigênio, uma vela apagar-se-á com 14 % e o carvão abaixo de 8%.

Reconhece-se a combustão incompleta pela grande quantidade de fumaça, a qual contém pequenas partículas de fuligem, materiais irritantes e venenosos, principalmente monóxido de carbono (CO), que numa concentração de 2 % no ambiente mata em uma hora e em 10% mata imediatamente.

O perigo proveniente da combustão incompleta está, justamente na fumaça devido ao CO nela contida, bem como o bióxido de enxofre, ácido sulfídrico etc que lhe aumentam a toxidade, além dos gases nitrosados (queima incompleta de compostos de azoto) que são venenosos.

O reconhecimento dos gases nitrosados dá-se pela coloração amarela da fumaça e seu cheiro ocre (cheiro de terra, argila)

A inalação desses gases, mesmo em pouca quantidade é suficiente para provocar danos à saúde ou levar à morte.

O celulóide e o acrílico são compostos de azoto muito comuns nos incêndios em indústrias e, causam sérios riscos à vida, pois além dos gases nitrosados, contém grandes quantidades de monóxido de carbono e compostos cianídricos.

2.5. Chamas de Ponta (línguas de fogo)

Quanto aos compostos cianídricos¹, deve-se lembrar que uma parte considerável desses gases são por si próprios, combustíveis, e que em certos casos, misturando-se com o ar.

Tornam-se explosivos ou formam chamas de ponta (línguas de fogo).

As chamas de ponta constituem um risco considerável, pois favorecem o crescimento do fogo, oferecendo perigo às guarnições de combate, uma vez que se formam quando vapores ou gases combustíveis, que se encontram em movimento, misturam-se com o oxigênio do ambiente e entram em combustão podendo ocorrer ainda uma explosão.

Este fenômeno acontece comumente, nos seguintes casos:

- ✓ Vazamento de gás combustível sob pressão
- ✓ Incêndios localizados em sótãos ou porões
- ✓ Incêndios de filmes soltos (enrolados levemente)
- ✓ Curto-circuito de eletricidade de alta tensão

As chamas de ponta podem levar o fogo de um compartimento para outro, causando sérios problemas.

Como as exigências de velocidade e mobilidade limitam o emprego de agentes extintores em larga escala neste tipo de operação, é fundamentalmente importante que a quantidade de agentes extintores de que se dispõe, seja empregada com o máximo de eficiência.

Em resumo, a estratégia de ataque é uma ação rápida, móvel e agressiva, dirigida diretamente contra o fogo, efetivada com muita eficiência, tanto em mobilidade como em potência, em que todos os meios disponíveis são utilizados para atacar e extinguir um incêndio.

Para realizar o ataque com sucesso, o Comandante das operações no local deverá conhecer:

- ✓ Localização do fogo
- ✓ Segurança da construção
- ✓ Pontos estratégicos do ataque
- ✓ Vias de acesso para exploração do local sinistrado e as condições das saídas (verificar se existem vidas a serem salvas)
- ✓ Passagens livres para se atingir a área sinistrada
- ✓ Suprimento d'água
- ✓ Distância entre o suprimento de água e o local do sinistro
- ✓ Pontos sensíveis, perigos iminentes, (material incendiado, proximidade de depósitos de matéria prima, depósitos de líquidos inflamáveis etc...)
- ✓ Condições de ventilação existente no local
- ✓ Direção do vento, em caso de incêndio em céu aberto, ou canalização de ventilação em ambientes fechados
- ✓ Capacidade de seu pessoal, equipamentos disponíveis
- ✓ Segurança em caso de retirada, tanto de pessoal como a do material, (o chamado “plano B”).

Conhecendo estrategicamente o local onde irá operar e os meios de que dispõe, bem como os problemas, o Comandante das Operações deve melhor empregar a tática adequada, para minimizar os riscos da ocorrência, isto é, as operações que desenvolverá, objetivando extinguir o fogo com um mínimo de prejuízo patrimonial.

2.6. Carga de incêndio

Carga de incêndio é a soma das energias caloríficas possíveis de serem liberadas pela combustão completa de todos os materiais combustíveis contidos em um espaço, inclusive o revestimento das paredes, divisórias, pisos e tetos.

Também podemos definir carga de incêndio como todo o material combustível existente em uma indústria (ou oficina), tanto estrutural como

ocupacional, representando um potencial suscetível de incendiar-se em caso de sinistro.

A carga de incêndio de um estabelecimento concentra-se principalmente nos depósitos de matéria prima, produtos manufaturados e expedição.

2.7 Explosão

Uma explosão é um evento onde ocorre uma liberação brutal de energia associada a uma expansão rápida de gás.

As misturas explosivas podem ocorrer com gases, vapores e pós em suspensão e podem ser ocasionadas por processos físicos ou por processos químicos.

As explosões ocasionadas por processos químicos são as resultantes da combustão, (reação química) e podem ser classificadas como:

- ✓ As resultantes de substâncias que contém auto-alimentação de oxigênio, denominadas explosivas (pólvora, dinamite, nitro-glicerina, nitrobenzol, ácido nítrico, peróxidos etc); e
- ✓ As resultantes de substâncias que necessitam da presença do oxigênio para formar misturas explosivas (carbureto de cálcio com fosfetos, amônia e cloro, substâncias graxas com oxigênio puro, permanganatos, ácidos etc).

A explosão química é consequência da combustão executada em alta velocidade, desenvolvendo, portanto, grande quantidade de energia e formando grande volume de gases, que ocasionam elevação da pressão, no prédio da indústria, onde ocorre.

A elevação da pressão também é consequência do aumento de temperatura, que nessa ocasião torna-se muito alta.

As somas destes fatores provocam as explosões e conseqüentemente destruição e incêndio, na maioria das vezes, com vítimas.

Para que se tenha idéia da energia liberada em consequência de uma explosão bastam os seguintes dados experimentais:

Ao queimar um quilo de madeira maciça à temperatura adequada, são gastos cerca de dez minutos e se obtém um rendimento de 29 HP; entretanto, ao se queimar o mesmo quilo de madeira em forma de pó, gastar-se-á cerca de um segundo e obtêm-se um rendimento de 17.400 HP, isto em consequência do aumento da velocidade de combustão, sendo que neste último segundo caso, o pó estaria em suspensão no ar e a combustão dar-se-ia em forma de explosão.

Ainda, durante a combustão, obtêm-se um excesso de pressão, segundo a explicação seguinte:

Qualquer explosão é gerada no ambiente, onde se verifica um excesso de pressão conseqüente da expansão dos gases resultantes da reação entre combustível e ar ambiente, face ao aumento da temperatura.

Segundo cálculos realizados este aumento de pressão (em atm.) corresponde para cada acréscimo de um grau centígrado, $1/273$ da pressão inicial.

Assim, admitindo-se um incêndio de madeira com temperatura de 1200°C , obter-se-á um aumento de pressão de 4,4 atmosfera, pois multiplicando-se 1200 por $1/273$, o resultado é aproximadamente 4,4 atm; entretanto, tal pressão só se fará sentir no caso de explosão, pois na hipótese de uma combustão normal, o excesso de pressão é eliminado através das aberturas naturais do local onde ocorre a combustão, à medida que for sendo desenvolvida.

3

TÁTICA

MCII

3**TÁTICA**

A tática de combate a incêndios em indústria é dividida em fases, as quais obedecem a uma ordem lógica, que deve ser seguida pelo bombeiro desejoso em obter sucesso.

Durante as ações de combate ao incêndio, na ordem lógica e normal do seu desenvolvimento, é possível que não surjam obrigatoriamente todas as fases.

Porém, desde que haja fogo e intervenção do pessoal e material, sempre estarão presentes o reconhecimento e a extinção.

3.1. Reconhecimento

3.2. Salvamento

3.3. Isolamento

3.4. Confinamento

3.5. Extinguição

3.6. Rescaldo

3.7. Procedimento tático

Normalmente, a primeira linha de ataque inicia a exploração pela frente da edificação; toma posição, procurando cobrir as aberturas verticais e vai progredindo até alcançar o foco do incêndio.

Em seguida, deve-se tentar cobrir com uma linha de água à retaguarda do fogo, procurando penetrar por outros acessos (fundos da edificação), cercandoo.

Logo após esta medida, ou, concomitantemente, deve-se colocar uma linha de água acima do fogo, pois o calor tem a tendência de se elevar e procurar as partes altas da edificação (efeito da convecção), o que pode facilitar o envolvimento das outras duas linhas anteriormente armadas.

Neste quadro, tem-se concretizado um procedimento simples de tática de combate ao fogo, ou seja, o ataque pela frente, pela retaguarda e por cima, sendo que, dependendo do volume e intensidade do fogo, o número de linhas de combate será estabelecido de acordo com a necessidade.

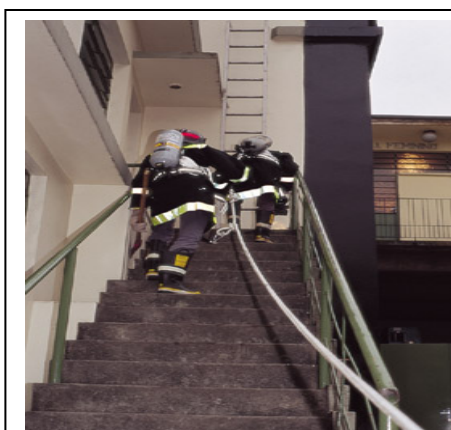


Fig.5 – Bombeiro iniciando exploração de local sinistrado

3.8. Exploração de local

Não se pode esquecer que ao explorar um local sinistrado, devem-se observar todas as precauções, de segurança, preservando sempre o pessoal que está combatendo o incêndio.

O bombeiro nunca deve trabalhar sozinho, e o mínimo recomendado é o trabalho em dupla.

Em qualquer incêndio é preciso precaver-se contra o perigo das chamas, da fumaça e dos gases tóxicos, bem como do risco de ser envolvido pelo fogo.

Tendo em vista as considerações apontadas, conclui-se ser impossível descrever e ditar uma ação específica para cada caso, e sim apresentar suas idéias gerais, de acordo com as características que serão encontradas em uma edificação (indústria).



3.9. Ventilação e proteção de salvados

Duas ações que não exigem uma ordem lógica nas fases de combate ao fogo, podendo configurar antes ou após qualquer uma delas:

3.9.1. Ventilação

Conjunto de operações, com o fim de substituir os gases, vapores e atmosferas hostis de um recinto, baixando sua temperatura e proporcionando ar fresco, evitando, ao máximo o incremento do fogo.



Fig..07 - Saída de fumaca pela ianela



Fig. 08 - Bombeiro efetuando ventilação

3.9.2. Proteção de salvados

Conjunto de operações destinadas a evitar os danos causados pela água, calor e fumaça, deixando a indústria limpa e em condições seguras.

4

PRINCIPAIS VIATURAS EMPREGADAS EM INCÊNDIOS EM INDÚSTRIAS

MCII

4

PRINCIPAIS VIATURAS EMPREGADAS EM INCÊNDIOS EM INDÚSTRIAS

Para os casos de combate a incêndios nas mais diversas indústrias (ou oficinas) que utilizam combustíveis diversos, o Corpo de Bombeiros dispõe de equipamentos e viaturas, tais como:

4.1. Auto-bomba

Empregado especialmente para o combate ao fogo, transporte da guarnição, ferramentas e outros materiais; nesta viatura predomina a potência da bomba, para sucção e recalque.



Fig. 09 – Auto-bomba

4.2. Auto-bomba escada

Empregado especialmente para o combate ao fogo, salvamento, transporte da guarnição, ferramentas e outros materiais; nesta viatura predomina a potência da bomba, para sucção e recalque.



Fig. 10 – Auto-bomba escada

4.3. Auto-tanque

Com capacidade de transportar de 8 à 10 m³ de água, é empregado no abastecimento das viaturas auto-bomba, podendo ainda ser utilizado no combate direto ao sinistro, possuindo bomba de recalque, para possível emprego.



Fig. 11 – Auto-tanque

4.4. Jamanta (cavalo mecânico e reboque)

Utilizada para transporte de água em grande quantidade, podendo ser também dotada de uma bomba de recalque.



Fig. 12 – Jamanta (CM e RE)

Dispõem ainda de viaturas que embora não atuem diretamente no combate ao incêndio estão disponibilizadas para outras formas de apoio, citando como exemplo:

4.5. Auto salvamento especial

Para os mais diversos tipos de apoio inclusive iluminação de locais em geral, sendo dotado de uma bomba elétrica de escoamento, portátil.



Fig. 13 – Auto Salvamento Especial

4.6. Auto-escada

Para operações de salvamento, evacuação em edifícios, podendo em seu topo, ser armada uma torre d'água, para combater incêndio em prédios elevados.



Fig. 14 – Auto-escada

4.7. Auto-plataforma elevada (Snorkel)

Para combater a incêndio e salvamento em altura.



Fig. 15 – Autoplataforma

4.8. Viaturas leves e caminhões

As viaturas leves e caminhões representam um apoio de grande importância tendo em vista a possibilidade de transporte de bombeiros e materiais necessários ao apoio quando das operações de combate ao incêndio.



Fig. 16 – Viatura Leve - VO



Fig. 17 – Caminhão - CAMU



Fig. 18 – Viatura Leve - UT

4.9. Unidades de Resgate SBV (Suporte Básico da Vida)

Os bombeiros com Curso de Resgate e Pronto Socorrismo, capacitados para efetuar procedimentos de Suporte Básico da vida e transporte para Hospitais adequados à necessidade



Fig. 19 – Suporte Básico da Vida

4.10. Unidade de Suporte Avançado (USA)

Conduzidas por um bombeiro Motorista, um profissional Médico e um profissional enfermeiro.



Fig. 20 – Unidade de Suporte Avançado

4.11. Viaturas de Produtos Perigosos – PP

Para atendimento de incêndios em indústrias envolvendo produtos químicos.



Fig.21 – Viatura de Produtos Perigosos - PP

5

COMBUSTÍVEIS SÓLIDOS

MCII

5

COMBUSTÍVEIS SÓLIDOS

Uma das características relevantes dos combustíveis sólidos é a de queimarem em superfície e profundidade, deixando resíduos que podem estar superaquecidos internamente, sendo assim, mesmo após a extinção do fogo, deve-se proceder a operação de rescaldo, tendo em vista a possibilidade de uma reignição.

Citamos abaixo alguns estabelecimentos fabris e oficinas, onde são utilizados combustíveis sólidos separados em grupos quanto à carga de incêndio, a saber:

- ✓ Indústria madeireira
- ✓ Indústria metalúrgica
- ✓ Indústria de couros
- ✓ Indústria de papeis e celulose
- ✓ Indústria de pneus
- ✓ Indústria automobilística
- ✓ Indústria de móveis e estofados
- ✓ Indústria de brinquedos
- ✓ Indústria de fumos.



Fig.22 Resíduos de queima de combustíveis sólidos

5.1. Extinção de incêndio em combustíveis sólidos

Na extinção de incêndio “classe A” (combustíveis sólidos) o método mais eficaz é o resfriamento. Isto não quer dizer que não se podem utilizar os outros métodos de extinção, tais como o abafamento e a retirada do material.



Fig. 23 – Combustível sólido 1

Para extinção de incêndio em combustíveis sólidos, como fardos de algodão, papéis, papelão prensado, juta etc., deve-se buscar a extinção através do uso de água.



Fig.24 – Combustíveis Sólidos

Alguns materiais sólidos tendem a dificultar o acesso às chamas, pois estas adentram no corpo dos materiais, queimando em profundidade, portanto o

uso de agente umectante (LGE) na água, deve ser utilizado como única forma de conter ou extinguir o incêndio, haja vista o alto custo do agente umectante.

A proporção desse agente umectante deve ser de 0,1 a 1% na pré mistura e deve ser aplicado com esguicho regulável ou universal. Nesta proporção há baixa tensão superficial (menor distância entre as moléculas de água), permitindo maior penetração em incêndios classe A.



Fig.25 – Combustível sólido 2

5.2. Indústrias de têxteis

É muito freqüente o fogo em indústrias de têxteis, devido a alta combustibilidade da fibra, principalmente se for de algodão e a facilidade com que ela entra em combustão, até mesmo pelo aquecimento produzido pela fricção nas máquinas.

Fogos superficiais no têxtil propagam-se rapidamente; segue-se a existência de um fogo persistente, produzindo grande quantidade de fumaça, tornando-se difícil seu combate.

Os fogos de superfícies em têxteis, embora se propaguem rapidamente, normalmente não são de difícil controle, porém exigem o emprego de agentes extintores, cuja ação de cobertura sobre a área incendiada seja rápida e extensa, não interessando nem mesmo um auto poder de extinção.

Os mesmos agentes extintores adequados para extinção do fogo em algodão, são também adequados para o emprego em nylon ou misturas de algodão com qualquer outra fibra.

A viscose do nylon tem a mesma composição do algodão, apresentando um perigo de fogo quase idêntico; o acetato de raion queima-se com menor rapidez que a viscose.

5.2.1. Ação extintora em têxteis

Extintor de pó químico seco, combinado com jato d'água em forma de chuveiro, constitui a mais efetiva combinação de primeiro ataque ao fogo em indústrias têxteis.

O agente extintor pó químico seco é empregado na extinção do fogo da superfície, porém existem reentrâncias, fundos de máquinas e principalmente no travejamento do telhado, partículas com fogo latente, lento, principalmente em linter (resíduo da fibra em forma de pó ou finíssimos fios tipos teia de aranha) de algodão.

Para maior eficácia no combate, é necessário usar jato de água tipo chuveiro, obtendo-se um encharcamento do material em combustão.

Jatos compactos não são apropriados para fogo em algodão solto, pois a força do jato pode espalhar as fibras em combustão, dando origem a novas focos.

Para locais onde o incêndio pode atingir maiores proporções, tais como teares, sala de desenho de teares, armaduras, etc o bombeiro deverá usar extensões de jato em forma de neblina de baixa velocidade, adaptadas a mangotinhos de 18,7 mm (3/4) ou 25 mm (1").

A mangueira de 38 mm (1 1/2") de diâmetro, é o equipamento mais eficaz no caso de incêndio em locais com grandes quantidades de algodão solto, como nas abridoras de caroços e nos depósitos de algodão, de resíduos e em máquinas batedoras e abridoras que trabalham com algodão de qualidade inferior.

Embora eficientes no combate a outros tipos de incêndio, os agentes extintores abaixo relacionados , não deverão ser usados em têxteis, principalmente em algodão solto:

1. Soda-ácido – danifica as fibras têxteis e as máquinas.
2. Líquidos vaporizantes (tetracloreto de carbono, clorobrometila etc) formam o ácido hidroclórico, quando aplicados ao fogo.
3. CO₂ (dióxido de carbono) – é impróprio devido a dificuldade em concentrar suficiente quantidade de gás para extinção permanente.
4. Espuma – não é efetiva, pois permanece na superfície do algodão solto e é impraticável para aplicação em grandes áreas.
5. Agente umectante (água molhada) – estudos foram realizados constatando-se que alguns Líquidos Geradores de Espuma (LGE) apresentaram, em solução diluída, propriedade corrosiva, podendo danificar máquinas e equipamentos, porém não há restrição de seu uso em fardos de fibras isolados.

6

PÓS COMBUSTÍVEIS

MCII

6

PÓS COMBUSTÍVEIS

Todos os pós originários de substâncias orgânicas e de metais combustíveis, desde que estejam em suspensão e em quantidade adequada no ar ambiente, poderão entrar em combustão, expostos a qualquer fonte de calor (centelha de um interruptor elétrico, por exemplo), produzindo uma explosão.

Este perigo existe nos moinhos e indústrias de farinhas em geral, refinarias de açúcar, milho, arroz, serrarias, indústrias de moagem, e, pulverização de enxofre, cortiça, alumínio, zinco, magnésio e outros pós metálicos, fábricas de leite em pó, de chocolate, manufaturas de plástico, indústrias têxteis, de couro e outros.

Para que se tenha uma idéia da força de expansão dos gases resultantes da explosão, na relação dada a seguir, verificam-se as pressões obtidas em testes levados a efeitos em laboratórios, para uma concentração de 500 miligramas de pó por litro.

Em concentrações mais intensas, pode-se obter pressões mais elevadas e há fatores como a umidade, a medida da partícula, sua composição e uniformidade de mistura com o ar, que também afetam a explosividade das poeiras.

Vide tabela abaixo com exemplos de pressões obtidas da força de expansão dos gases resultantes da explosão

TABELA I
EXEMPLOS DE PRESSÕES OBTIDAS DA FORÇA DE EXPANSÃO DOS GASES
RESULTANTES DA EXPLOSÃO

TIPO DE PÓ (500mg/litro)	PRESSÃO DE EXPLOSÃO Kg/cm ²	PSI
Farinhas	2,6 a 3,28	37 a 46
Açúcar	1,5 a 3,20	22 a 4S
Madeira	2,6 a 3,14	36 a 44
Enxofre	2,2 a 2,90	31 a 41
Cortiça	2,7 a 2,84	38 a 40
Borracha	2,6 a 4,00	36 a 57
Metais	02 a 5,14	03 a 72
Fertilizantes	2,4 a 3,64	34 a 51
Leite em pó	2,2 a 3,00	31 a 42
Trigo	1,9 a 3,00	26 a 42
Ceras e sabões em pó	2,2 a 4,28	31 a 60
Carvão	1,7 a 3,44	24 a 48
Plásticos e resinas	3,1 a 4,90	44 a 69

6.1. Tática e técnica de combate a incêndios em pós combustíveis

No combate a incêndio em pós-combustíveis (pó de alumínio, magnésio, enxofre e outros), o bombeiro não deverá usar água diretamente, pois haverá perigo de explosão.

Nestes casos, deverão ser usados agentes extintores especiais conforme especificações do fabricante, na falta desses, poderá ser usado a areia seca, terra seca, grafite ou a cal desidratada.

Caso, ao proceder o reconhecimento do local, o bombeiro note a existência de pós-combustíveis, não incendiados, deverá efetuar o devido isolamento do local sinistrado.

Caso tenha entrado em combustão, extinguir inicialmente o fogo localizado em volta, para depois extinguir o dos pós-combustíveis, com os agentes extintores citados anteriormente.

Como meio auxiliar em combate a incêndio envolvendo substâncias químicas o comandante das operações deverá lançar mão da viatura PP (produtos perigosos), guarnecida por Bombeiros treinados para atuarem em ocorrências dessa modalidade.

6.2. Procedimentos com pós combustíveis

Considerando que os pós-combustíveis quando em combustão, decompõem a água aumentando ainda mais o fogo e provocando explosões e, ainda, não se extinguindo porque os agentes extintores comuns não conseguem fazer o abafamento em tais materiais, o bombeiro deve proceder da seguinte maneira:

1. Desligar a cabine primaria, para poder usar qualquer tipo de agente extintor, sem se expor ao risco de eletrocussão; e
2. Verificar se o material que está queimando é um sólido, líquido inflamável, pó combustível ou pó metálico.

6.3. Ação preventiva contra a explosão de pós

Embora a maioria das ações a serem tomadas para evitar a possibilidade da explosão de uma atmosfera com pó em suspensão, não dependa da ação do bombeiro e sim da indústria que desenvolve suas atividades, a implementação destas ações poderão ser conseguidas através de visitas e palestras preventivas realizadas nas indústrias.

- ✓ Boa organização

- ✓ Construção especial que evite o acúmulo dos pós
- ✓ Coletores de pós, que eliminem sua disseminação
- ✓ Exaustores que conduzam as poeiras para o exterior
- ✓ Eliminação das prováveis fontes de ignição
- ✓ Ventilação
- ✓ Janelas sem fechos, (pontos fracos) para cederem em caso de explosão, sem comprometer a estrutura do prédio (exemplo: depósito de algodão colóide em indústrias de tintas)
- ✓ Uso de gases inertes, para prevenir a ignição dos pós nas indústrias ou oficinas com máquinas de moagem (ou moinhos)

7

LÍQUIDOS INFLAMÁVEIS E COMBUSTÍVEIS

MCII

7

LÍQUIDOS INFLAMÁVEIS E COMBUSTÍVEIS

Pertencentes à classe de incêndio “B”, os líquidos inflamáveis são os que produzem vapores, os quais em contato com o ar, em determinadas proporções, e por ação de uma fonte de calor, incendeiam-se com extrema rapidez; para isto precisam, no mínimo atingir seus pontos de fulgor.

Qualquer combustível líquido, suficientemente aquecido, comporta-se como um inflamável, bem como, quando espalhados no ar em finíssimas partículas; pois, nestas condições se assemelham bastante com as de seus vapores.

Os líquidos que tiverem seu ponto de fulgor acima de 93°C, são considerados combustíveis e os que tiverem abaixo, são inflamáveis.

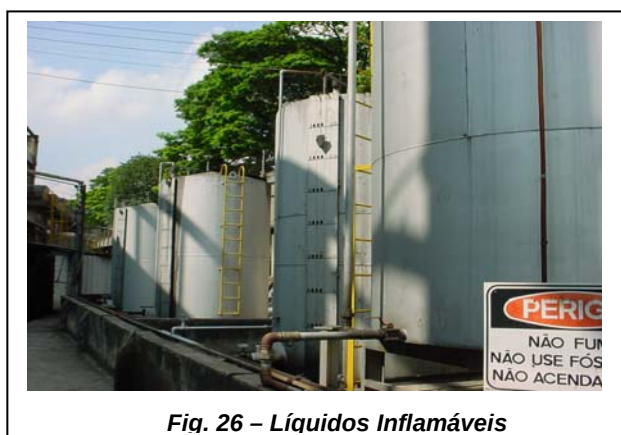


Fig. 26 – Líquidos Inflamáveis

7.1. Características dos líquidos inflamáveis

Para se combater incêndio em líquidos inflamáveis com segurança, deve-se conhecer suas propriedades e características, sabendo que em sua maioria:

- ✓ Geram vapores inflamáveis à temperatura ambiente (voláteis)
- ✓ Flutuam na água
- ✓ Geram eletricidade estática quando fluindo
- ✓ Queimam rapidamente por sobre a superfície exposta ao

calor

- ✓ Liberam durante a queima grande quantidade de calor

7.2. Classificação

Os líquidos inflamáveis são divididos em três classes de acordo com seu ponto de fulgor e perigo de se incendiarem:

- Classe I – líquidos com ponto de fulgor abaixo de -4°C , (éter, bissulfeto de carbono, gasolina, náfta, benzol, colódio e acetona)
- Classe II – ponto de fulgor acima de -4°C e abaixo de 21°C , (acetato amílico, acetato etílico, acetato metílico, toluol e álcool)
- Classe III – ponto de fulgor acima de 21°C e abaixo de 93°C , (querosene, álcool amílico e terebentina)

Os líquidos que têm ponto de fulgor abaixo da temperatura ambiente, são particularmente, perigosos.

Os líquidos inflamáveis, não se incendeiam no estado líquido, portanto, a queima ocorre quando se formam misturas inflamáveis com o ar, porém a que se salienta que a maioria desses liberam vapores inflamáveis à temperatura ambiente.



7.3. Limites de explosividade dos líquidos inflamáveis

Os vapores dos líquidos inflamáveis, em contato com o ar podem constituir misturas explosivas, as quais estão entre o limite de dois pontos, um máximo e um mínimo, em relação à porcentagem por volume, de vapores, no ar.

Concentrações abaixo e acima do limite de explosividade, têm combustão normal.

A tabela I dá os limites máximo e mínimo de algumas substâncias, cuja mistura de seus vapores com o ar são explosivas, e o seu uso mais comum.

TABELA II
LIMITES DE EXPLOSIVIDADE

CORPO	LIMITE DE EXPLOSIVIDADE		USO MAIS COMUM
	% mínima	% máxima	
Acetona	3	13	Solvente, adesivo para filmes
Alcool	3	19	Solvente
Ácido Acético	4	17	Solvente
Benzina	1,2	06	Combustível para motores
Benzeno	1,5	08	Combustível para motores
Bissulfetode carbono	0,8	53	Solvente, formicida
Éter	1,7	48	Anestesiante
Gasolina	1,3	06	Combustível
Querosene	1.16	06	Combustível
Toluol	1.27	07	Solvente

Devido ao fato de que nas superfícies dos líquidos inflamáveis, quase sempre existem condições de explosividade, um incêndio se propaga com enorme velocidade, sendo muito provável que antes que se possa utilizar um agente extintor, o fogo já tenha tomado toda a superfície exposta do líquido; por este motivo os aparelhos de extinção de incêndios em inflamáveis devem ser de ação rápida e suficiente para cobrirem com seu respectivo agente extintor toda a superfície incendiada.

7.4. Efeitos da temperatura e pressão

Os líquidos inflamáveis tendem a evaporar, transformando-se em gases, com a elevação da temperatura ou com a diminuição de pressão.

A diferença entre um líquido e um gás muitas vezes é uma questão de temperatura ou pressão.

Alguns líquidos inflamáveis evaporam tão facilmente que precisam ser armazenados sob pressão.

Quando estes líquidos estiverem sob pressão superior a 1,75 atmosferas a 21°C, são denominados gases liquefeitos.

7.5. Densidade

Com poucas exceções, os líquidos inflamáveis são mais leves que a água, portanto não se misturam, permanendo na superfície do recipiente.

Esta particularidade é muito importante devido ao uso da água como agente extintor de incêndio.

Alguns líquidos, como o álcool e a acetona, são miscíveis com a água.

A densidade do vapor de um líquido inflamável é em geral maior que a do ar, portanto, tende a se espalhar próximo do solo, por onde se desloca, a menos

que seja forçado a circular por correntezas de ventilação, quer naturais, quer artificiais.

Portanto, deve-se evitar o armazenamento ou o manuseio de inflamáveis em locais que facilitem o acúmulo de vapores, a menos que se tome precauções especiais quanto à ventilação.

A densidade de um vapor é a relação existente entre o seu peso e igual volume de ar, nas mesmas condições.

Quanto mais alta for a densidade de um vapor, tanto maior será o seu peso e, portanto, sua tendência de procurar as partes baixas.

Os vapores dos líquidos inflamáveis, caminham longas distâncias, podendo alcançar uma fonte de calor, incendiando-se; e então, as chamas rapidamente alcançarão a fonte de emissão dos vapores, incendiando-a também.

Quando dois ou mais inflamáveis são misturados o perigo de ignição corresponde ao de ponto fulgor mais baixo.



Com a chegada ao local de um incêndio, começa o trabalho de combate propriamente dito; a direção planejada para a extinção.

Planejada, quer dizer que não se deve dar ordens ao acaso, mas sim, estabelecer um plano para o desenvolvimento das operações mesmo que a princípio não seja detalhado.

Para estabelecer este plano o comandante das operações, deve rapidamente:

1. Conhecer a situação
2. Julgar a situação
3. Decidir o que fazer e tomar uma decisão da qual o plano de ação será decorrente.

Uma vez que os líquidos inflamáveis estão quase sempre acondicionados, em caso de incêndio, devem ser empregados os agentes extintores que produzem efeitos de cobertura ou de abafamento.

Devido suas características especiais de combustão, os líquidos inflamáveis diferem dos combustíveis comuns por produzirem muitas chamas, bastante fumaça e intenso calor, além da possibilidade de explosão de seus vapores sob determinadas condições.

Além do CO₂, o pó químico seco extingue incêndios em inflamáveis através da ação de abafamento e rompimento da cadeia iônica; devido ao fato destes elementos não possuírem a propriedade de permanecerem sobre os líquidos, devem ser tomadas as seguintes precauções:

1. Verificação minuciosa de que toda e qualquer chama tenha sido totalmente eliminada da superfície líquida, sob risco do fogo retornar, logo que termine o efeito de abafamento.
2. A aplicação do gás ou do pó químico deve continuar durante algum tempo, mesmo após a extinção das chamas, a fim de proporcionar o abafamento do material, pois embora as chamas sejam extintas rapidamente, o

local pode permanecer suficientemente aquecido para reincendiar os vapores inflamáveis, ainda em contínua formação, tão logo cesse o efeito extintor.



Fig. 29 – Incêndio em armazenamento de combustível

7.6. Emprego do material do CBPMESP em incêndio de líquidos inflamáveis

Para o combate ao fogo em líquidos inflamáveis, basicamente, usam-se equipamentos formadores de espuma:

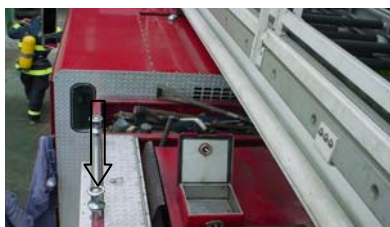


Fig. 30 - Compartimento para LGE da Vtr ABE, destinado a efetuar a mistura.



Fig. 31 - Esguicho lançador de espuma



Fig. 32 - Esguicho lançador de espuma, entre linhas e LGE.

7.7. Tática e técnica de combate a incêndios em líquidos inflamáveis

O melhor método de extinção para a maioria dos incêndios em líquidos inflamáveis é o abafamento, podendo ser utilizado também a quebra da reação em cadeia, a retirada do material e o resfriamento.

O controle de incêndios em líquidos inflamáveis pode ser efetuado “com água”, que atuará por abafamento e resfriamento.

Na extinção por abafamento, a água deverá ser aplicada como neblina, de forma a ocupar o lugar do oxigênio, que está suprindo a combustão nos líquidos.

A técnica de resfriamento somente resultará em sucesso se o combustível tiver ponto de combustão acima da temperatura normal da água (20° C).

Ao se optar pelo uso de água deve-se, sempre, usar o jato chuva ou jato neblina.

O jato contínuo não deve ser utilizado, pois não permitirá o abafamento e poderá esparramar o líquido em chamas, aumentando o incêndio.



7.7.1. Resfriando com água

Enquanto a água sem extratos de espuma é pouco eficaz em líquidos voláteis (como gasolina ou diesel), incêndios em óleos mais pesados (não voláteis) podem ser extintos pela aplicação de água em forma de neblina, em quantidades suficientes para absorver o calor produzido.



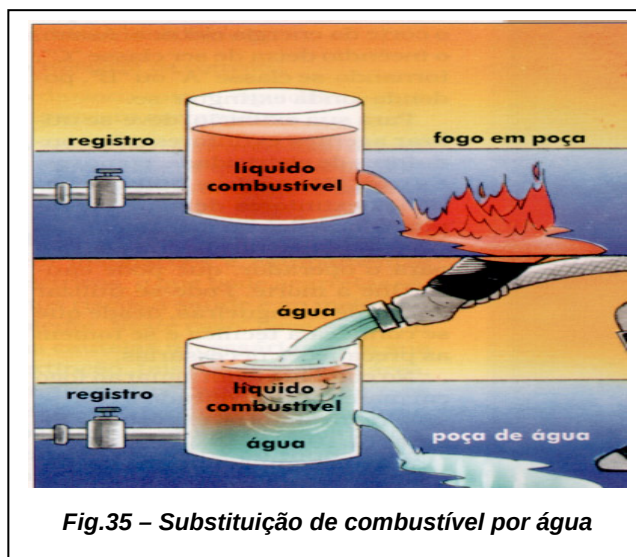
Fig. 34 – Resfriamento com água

7.7.2. Substituindo o combustível por água

A água pode ser empregada para remover combustíveis de encanamentos ou tanques com vazamentos. Incêndios que são alimentados por vazamentos podem ser extintos pelo bombeamento de água no próprio encanamento ou por enchimento do tanque com água a um ponto acima do nível do vazamento.

Este deslocamento faz com que o produto combustível flutue sobre a água (enquanto a aplicação de água for igual ou superior ao vazamento do produto). O emprego desta técnica se restringe aos líquidos que não se misturam com água e que flutuam sobre ela.

O emprego de tal ação requer conhecimento das características do líquido, que poderão ser obtidas no local do, observando-se a identificação do produto ou através de informações obtidas junto aos funcionários da indústria.



7.7.3. Varredura com água

A água pode ser utilizada para deslocar combustíveis, que estejam queimando ou não, para locais onde possam queimar com segurança, ou onde as causas da ignição possam ser mais facilmente controladas. (ISOLAMENTO)

Evitar que combustíveis possam ir para esgotos, drenos ou locais onde não seja possível a contenção dos mesmos.

O jato contínuo será projetado de um lado a outro (varredura), empurrando o combustível para onde se deseja.

Derramamento de líquidos combustíveis em via pública também pode causar desastres, inclusive acidentes de trânsito.

O líquido combustível poderá ser removido através de varredura, adicionando-se um agente emulsificador (LGE sintético ou detergente comum, por exemplo) à água e evitando, ao mesmo tempo, que o líquido se dirija para o esgoto ou rede pluvial.

Pode-se também utilizar areia e cal; Essas substâncias absorvem o líquido combustível, removendo-o da via pública e impedindo que alcance a rede de esgoto ou pluvial.



Fig.36 – Varredura com água

7.8. Bleve

Um fenômeno que pode ocorrer em recipiente com líquidos inflamáveis e alguns casos com líquidos não inflamáveis, trazendo consequências danosas, é o bleve (Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion).

Quando um recipiente contendo líquido sob pressão tem suas paredes expostas diretamente às chamas, a pressão interna aumenta (em virtude da expansão do gás exposto à ação do calor), tendo como resultado a queda de resistência das paredes do recipiente. Isto pode resultar no rompimento ou no surgimento de fissura.

Em ambos os casos, todo o conteúdo irá vaporizar-se e sair instantaneamente. Essa súbita expansão é uma explosão. No caso de líquidos inflamáveis, formar-se-á uma grande “bola de fogo”, com enorme irradiação de calor.

O maior perigo do bleve é o arremesso de pedaços do recipiente em todas as direções, com grande deslocamento de ar. Para se evitar o bleve é necessário resfriar exaustivamente os recipientes que estejam sendo aquecidos por

exposição direta ao fogo, ou por calor irradiado. Este resfriamento deve ser preferencialmente com jato d'água em forma de neblina.

7.9. BOIL OVER

Nunca se deve aplicar jatos compactos nos líquidos inflamáveis, os quais espalharão o fogo, devido ao respingamento do líquido em chamas ou transbordamento das vasilhas que os contém, visto água ser mais pesada que a maioria dos líquidos inflamáveis.

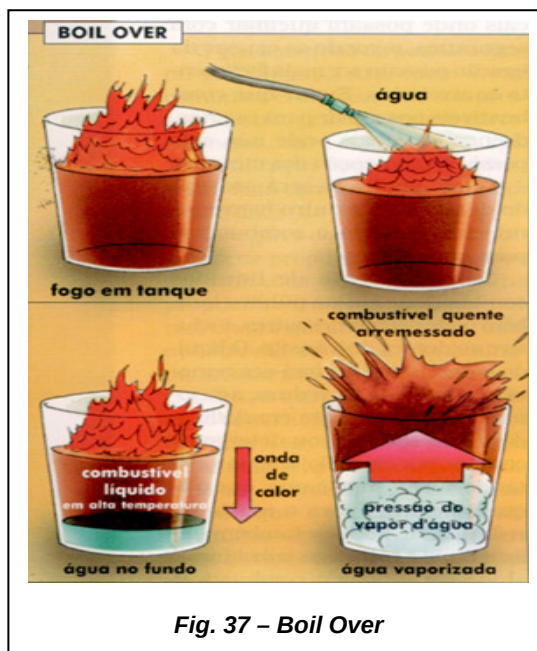
No combate a incêndios em líquidos inflamáveis (classe B) acondicionada em tanques, usando-se água, se o líquido é de pequena densidade, a água utilizada tende a depositar-se no fundo do recipiente, neste caso, pelo fato do líquido em chamas transmitir calor através das moléculas do líquido em chamas para a água que está depositada na parte baixa do reservatório. A água entra em ebulição por volta dos 100 °C, portanto a expansão da água depositada, pode vaporizar-se, aumentando sobremaneira de volume (1 litro de água transforma-se em 1.700 litros de vapor).

Com o aquecimento excessivo a conseqüentemente vaporização e aumento de volume, a água age como êmbolo numa seringa, empurrando o combustível quente para cima, espalhando-o e arremessando-o a grandes distâncias, além do risco inicial de transbordamento do líquido.

Antes de ocorrer o boil over, pode-se identificar alguns sinais característicos:

1. Através da constatação da onda de calor: dirigindo um jato d'água na lateral do tanque incendiado, abaixo do nível do líquido, pode-se localizar a extensão da onda de calor, observando-se onde a água vaporiza-se imediatamente;
2. Através do som (chiado) peculiar;
3. Pouco antes de ocorrer a “explosão”, pode-se ouvir um “chiado” semelhante ao de um vazamento de vapor de uma chaleira fervendo.

Ao identificar esses sinais, o bombeiro deve se comunicar imediatamente com o comandante das operações no local. Recebendo ordem de abandonar o local, todos devem se afastar rapidamente.



8

GASES INFLAMÁVEIS

MCII

8

GASES INFLAMÁVEIS

Os gases inflamáveis normalmente são utilizados nas formas:

- ✓ Liquefeito
- ✓ Comprimido
- ✓ Dissolvido sob pressão em depósitos metálicos fechados
- ✓ Através de tubulações especiais.
- ✓ Os gases inflamáveis tem diversas aplicações nas indústrias:
- ✓ Solda e corte de metais
- ✓ Iluminação
- ✓ Calefação
- ✓ Combustível
- ✓ Refrigeração



Fig. 38 – Gases utilizados em oficina



Fig. 39 – Serviços de solda com gases

O perigo dos gases, reside principalmente nas possibilidades de vazamento, podendo formar com o ar atmosférico misturas explosivas. Quando escapam, podem facilmente atingir uma fonte de ignição, incendiando-se rapidamente. Quando isso ocorre, o fogo só deverá ser extinto após a suspensão do fluxo de gás, pois, caso continue, o gás poderá reincendiar-se facilmente ou, então, produzir mistura explosiva com o ar, estabelecendo condições mais perigosas.

A densidade de um gás deverá ser levada em consideração como critério de periculosidade, porque geralmente os gases concentram-se nas partes baixas do ambiente com maior probabilidade de se incendiarem em contato com uma fonte de ignição.

Os mais pesados se dissipam vagarosamente, embora as correntes de ar possam acelerar a difusão de qualquer gás.

Muitos gases são tóxicos, conseqüentemente, prejudiciais à saúde e, neste caso, mesmo que não sejam inflamáveis, merecem atenção especial durante as operações de extinção; ocorrendo um vazamento, poderá trazer graves conseqüências.

8.1. Expansão dos gases

Todos os gases acondicionados em recipientes fechados, quando aquecidos, aumentam o volume; por este motivo os recipientes que os contêm são dotados de válvula de segurança, capaz de liberar a pressão interna e evitar sua ruptura (ou explosão).



Fig. 40 – Válvula de segurança do cilindro de acetileno



Fig.41 – Mecanismo de alívio de pressão

A válvula de segurança pode ser confeccionada por um disco que se rompe a uma determinada pressão ou um dispositivo de metal que se funde a uma determinada temperatura ou por um engenho automático de alívio de pressão.

É muito mais provável uma explosão do recipiente contendo gás em razão da exposição às chamas em um incêndio ou qualquer fonte de calor do que uma explosão do gás exposto á atmosfera.

De todos os gases inflamáveis os mais utilizados são os destilados do petróleo.

Entre os produtos obtidos na refinação do petróleo, estão os compostos de carbono e hidrogênio (hidrocarbonetos), com moléculas constituídas de 3 ou 4 átomos de carbono e que são denominados quimicamente: propano, propeno, butano, isso-butano e buteno.

8.2. Cuidados a serem tomados com os gases inflamáveis

Os gases em sua maioria são mais pesados que o ar.

Em caso de vazamento e, dependendo de sua proporção, uma parte do produto será dissipada na atmosfera e, segundo as condições de ventilação existente, a outra parte poderá depositar-se em depressões ou locais mais baixos, da instalação, principalmente, em porões, ralos e manilhas de esgoto.

Na hipótese de inflamação de gás, sua intensidade será maior na razão direta do volume que ainda permanece no local.

Caso o gás esteja confinado (numa tubulação de esgoto ou porão, por exemplo), poderá ocorrer explosão, cuja intensidade dependera somente da quantidade acumulada e confinada.

Vale recordar a explosão ocorrida no Osasco Plaza Shopping ocorrida em 11 de junho de 1996, deixando 45 pessoas mortas e 482 feridas, consta que o evento foi devido a um vazamento de GLP, que saturou um duto subterrâneo existente no local e em contato com uma fonte de ignição ocorreu a explosão.

Em qualquer circunstância, é imprescindível que o local onde se instala uma central de GLP, seja constantemente bem ventilado.

8.3. Gás liquefeito de petróleo

A denominação «gás liquefeito de petróleo» (GLP) abrange os hidrocarbonetos cujas moléculas são constituídas de 3 ou 4 átomos de carbono.

Na química, os que tem 3 átomos são chamados propano e propeno e os que tem 4 átomos butano, iso-butano e buteno.

Esses nomes indicam as diferenças de suas estruturas moleculares, as quais acarretam modificações nas propriedades físicas de cada produto; algumas delas estão indicadas na tabela II.

De fácil combustão, o GLP é inodoro mas, por motivo de segurança, uma substância do grupo MERCAPTAN é adicionada junto ao produto, ainda nas refinarias. Ela produz o cheiro característico percebido quando há algum vazamento de gás. O GLP não é corrosivo, poluente e nem tóxico, mas se inalado em grande quantidade produz efeito anestésico.

Nas condições ambientes de temperatura e à pressão atmosférica, tais produtos são gasosos, à semelhança dos hidrocarbonetos com apenas 1 ou 2 átomos de carbono na sua molécula (os hidrocarbonetos com 5 ou mais átomos de carbono são líquidos).

Porém, os produtos particularmente referidos (com 3 ou 4 átomos de carbono), contrariamente ao comportamento dos gasosos, apresentam a propriedade de (ainda nas condições de temperatura ambiente), se liquefazerem sob moderada pressão, comportando-se, nesse caso, como um líquido altamente volátil.

Isso permite que seu armazenamento, transporte e manuseio sejam feitos com o produto em forma líquida, o que resulta em condições bem mais econômicas do que se feitos com os produtos em estado gasoso.

Por essa propriedade, esses produtos são comercialmente denominados “gases liquefeitos de petróleo”, ou, simplesmente, GLP.

Sobre as condições de economia acima mencionadas, vale ressaltar que a liquefação de um gás, resulta na redução do espaço ocupado por ele em determinadas quantidades.

Para o GLP, pode-se considerar que o espaço ocupado por uma quantidade qualquer, quando no estado gasoso e nas condições normais de pressão e temperatura, é 250 vezes maior que o espaço que a mesma quantidade ocupa no estado líquido.

Para os gases em geral, a liquefação só se obtém submetendo-os a elevadas pressões e baixas temperaturas.

No caso do GLP, entretanto, para se obter sua liquefação é necessário apenas submetê-lo a pressão de cerca de 1,0 atmosferas, quando a temperatura ambiente for 20° C.

Como as pressões necessárias para manter o produto na forma líquida são baixas, as espessuras dos materiais que constituem seus reservatórios podem ser também reduzidas.

Dessa forma, grandes reservatórios são construídos com pouco mais de meio quilo de aço para cada quilo de produto armazenado e os menores reservatórios, como os usados pelos consumidores, utilizam pouco mais de um quilo de aço para cada quilo de GLP.

O gás liquefeito de petróleo embora muito difundido no uso doméstico também é utilizado em indústrias e oficinas;



Fig. 42– Caminhão transportando GLP



Fig.43 – Grandes Reservatórios de GLP em indústria - 1



Fig. 44 – Grandes Reservatórios de GLP em indústria -2

8.3.1. Cuidados com os recipientes

O maior número de ocorrências são com botijões de 13 kg de GLP, sendo mais comuns nas residências e eventualmente utilizados indevidamente em indústrias, as causas mais prováveis de vazamentos, com e sem fogo, são: mangueira furada, diafragma da válvula furada, rosca da válvula mal fechada, plugue-fusível fundido e corrosão do botijão.

8.4. Gás encanado ou gás de rua

O gás encanado, ou de rua é produzido, geralmente, pela destilação da hulha em retortas, e, armazenado em gasômetros antes da distribuição ao consumo; pode ser extraído também do carvão coque e da nafta do petróleo.

É utilizado como combustível doméstico e industrial e conduzido desde o local de produção até o de consumo através de tubulação de polietileno ou de aço, embora circule nos canos principais com mais de meia atmosfera de pressão, em algumas ruas e nas residências a pressão é reduzida sensivelmente.

Tem odor particular e quando associado com o ar em ambientes confinados pode formar, misturas explosivas; para isto o gás deverá estar numa concentração de 5% a 35% por volume do ar, sendo necessária apenas, uma centelha produzida por chave elétrica ou qualquer outra fonte de calor, que atinja o seu ponto de ignição (cerca de 500°C) para provocar explosão.

Um caso comum de explosão deste gás ocorre nos fornos, quando o registro é aberto muito tempo antes de se acender a fonte de ignição, proporcionando a formação de mistura explosiva, o que pode ser evitado, acionando-se primeiro a fonte de ignição e em seguida, abrindo-se o bico de gás.

Em caso de vazamento de gás em ambiente fechado, deve-se inicialmente ventilar cuidadosamente o local a fim de dissipar o produto e, em seguida procurar o ponto de vazamento.

O gás encanado é bastante venenoso, devido principalmente a elevada quantidade de monóxido de carbono que possui.



Fig.45 – Conjunto de redução de pressão e medição de gás natural

8.5. Hidrogênio

É o mais leve dos gases, por isso difunde-se rapidamente; é inflamável, inodoro, incolor e altamente explosivo.

Não é tóxico, porém, sufocante em ambiente confinado.

É um gás de grande permeabilidade, o que exige especial cuidado com vazamento em roscas de conexões e válvulas, bastando um aumento de pressão no sistema muitas vezes é suficiente para forçar um vazamento.

Todo vazamento de hidrogênio é um perigo em potencial; devido sua leveza, se dissipa rapidamente em locais ventilados e pelo fato de não ter cheiro, em geral só é percebido , quando ocorre a explosão.

A ventilação deve ser intensa, de maneira a não oferecer oportunidade de acúmulo de gás nas partes altas dos prédios, junto ao forro.

O hidrogênio é produzido pela decomposição eletrolítica da água.

É um subproduto da produção do cloro, pela decomposição eletrolítica do cloreto de sódio e pela dissociação catalítica do vapor de água.

Na decomposição eletrolítica da água, o hidrogênio e o oxigênio são produzidos simultaneamente e basta uma pequena quantidade de hidrogênio no oxigênio ou vice-versa para a produção de uma mistura altamente explosiva, daí a necessidade de se ter o máximo cuidado.

O hidrogênio é usado em maçarico para solda; hidrogenação de óleos vegetais, para transformá-los em gorduras sintéticas (produção de margarina); produção de gasolina sintética (hidrogenação de carvão pulverizado) etc.

O hidrogênio, atualmente, é muito usado como agente de resfriamento nos grandes geradores, devido a pequena resistência que oferece a ação de sopro e a sua alta condutibilidade.

Nestas instalações deve-se tomar os cuidados necessários para que a pressão interna dos geradores seja superior à atmosférica e que a pureza do hidrogênio seja mantida continuamente.

Nos locais de carregamento de baterias ácidas, devem ser tomados cuidados especiais quanto a ventilação, pois, durante esta operação de carga, existe o desprendimento de hidrogênio, podendo ocasionar explosões.

Na produção de grandes quantidades de hidrogênio, recomenda-se o método da dissociação catalítica do vapor de água; pequenas quantidades, devem ser usadas em cilindros de aços com os mesmos cuidados relativos aos gases inflamáveis comprimidos.

A adição de 16,5 partes de nitrogênio ou 10,2 de gás carbônico para uma parte de hidrogênio, torna-o inerte.

Em proporções exatamente iguais com o cloro e em contato com a luz solar ou artificial ocorre uma explosão espontaneamente.



Fig. 46 – Reservatório de Hidrogênio em indústria



Fig. 47 – Acondicionamento de cilindros em depósito de gases

8.6. Acetileno

O acetileno é um gás particularmente perigoso devido a sua instabilidade e inflamabilidade. Sua molécula é muito instável e pode decompor-se em seus átomos componentes, hidrogênio e carbono, liberando muita energia quando o gás é aquecido ou quando é submetido a elevações de

pressão. O acetileno é explosivo em quase todas as proporções de mistura com o ar.

É aplicado especialmente em serviços de soldagem e cortes de metais por meio do conjunto de oxiacetileno que comumente são encontrados em oficinas mecânicas e no complexo industrial, fator importante para os profissionais do Corpo de Bombeiros que muitas vezes são acionados para atender ocorrências de natureza dada como incêndio e constatarem cilindros em decomposição nesses locais, acarretando risco de morte.

Destaca-se pelo desprendimento de muito calor em sua combustão e pelo seu peso específico, que é de 0,908 para o ar, (ar = 1) igual a um, portanto mais leve, podendo se acumular junto ao teto de uma edificação ou no poço de um elevador apresentando uma extensa faixa de inflamabilidade no ar, na proporção de 2,3 a 80%, sendo um gás extremamente perigoso.

O acetileno 100% puro, é inodoro, mas o gás comercial tem um cheiro acentuado, semelhante ao do alho, devido principalmente às suas pequenas impurezas como fosfina e de gás sulfídrico.

Queima com uma chama intensamente quente, luminosa e enfumaçada.

Não é tóxico, mas como qualquer outro gás, quando se apresenta em altas concentrações, torna os pulmões privados de oxigênio causando asfixia.

Entretanto, com o limite menor de inflamabilidade no ar (2,3%), em caso de vazamento, o perigo da explosão aparecerá, muito antes de surgir o risco da sufocação (asfixia).

O gás acetileno transforma-se em narcótico, provocando sonolência e perda dos sentidos.

Provavelmente os principais sintomas e conseqüências a partir da inspiração do acetileno são: vertigens, cefaléia, indisposição estomacal, e dificuldades respiratórias.

O contato do acetileno com metais como cobre, prata e mercúrio, deve ser rigorosamente evitado, devido à formação de acetiletos desses metais, que são compostos químicos altamente explosivos.

Exemplo de uma possível formação de acetileto é o processo de solda prata, na manutenção das canalizações de acetileno e ligas de latão com alta percentagem de cobre, em componentes de um sistema para acetileno.

A mistura de acetileno com flúor ou cloro pode explodir, quando expostos à luz solar.

O acetileno é ainda incompatível com o neoprene.

A queda, o impacto direto sobre o cilindro, ou ainda a queda do gerador pode ocasionar uma explosão.



Fig. 48 – Conjunto oxiacetileno



Fig.49 – Armazenamento de cilindros de acetileno



Fig. 50 – Execução de serviço de corte e solda utilizando conjunto oxiacetileno

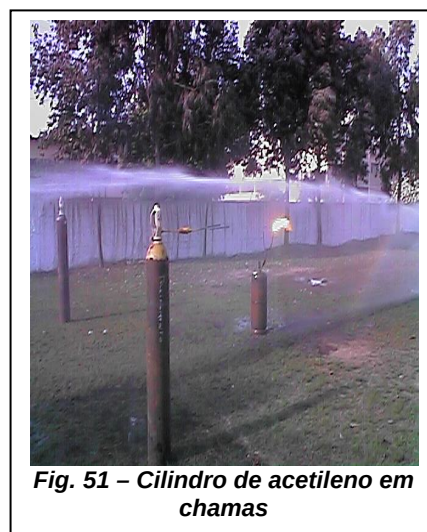


Fig. 51 – Cilindro de acetileno em chamas

8.6.1. Dispositivo de segurança do cilindro de acetileno

Alguns cilindros de acetileno nacionais são equipados com dispositivos de segurança que liberam o gás em situações anormais de elevações de temperatura, como no caso de um incêndio, por exemplo. Estes dispositivos de segurança, denominados bujões fusíveis ou plug-fuzível constituídos de uma liga de chumbo, estanho e bismuto, funde-se a uma temperatura em torno de 100°C.

O acetileno é produzido, reagindo-se o carbureto do cálcio com água, em geradores próprios para esta finalidade, obtendo-se também hidróxido do cálcio (cal do carbureto) como subproduto, numa proporção de aproximadamente 10% dos sólidos e 90% da água.

A reação química é do tipo exotérmica (reação que gera calor) e se apresenta da seguinte forma química: $\text{CaC}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_2\text{H}_2 + \text{Ca}(\text{OH})_2$.

O acetileno assim gerado é posteriormente resfriado, purificado, comprimido e finalmente acondicionado em cilindros apropriados.

O cilindro de acetileno pode ser reconhecido através da cor bordô de todo seu corpo ou apenas da ogiva (gargalo)



Fig. 52 – Dispositivo de segurança do cilindro de acetileno

8.7. Gases nos sistemas de refrigeração

Um líquido quando evapora, para se transformar em gás, absorve calor; o mesmo se verifica quando um gás comprimido se expande, e, inversamente, quando um gás se condensa em líquido ou é comprimido, ocorre o desprendimento de calor.

A primeira parte deste princípio é utilizado para efeito de refrigeração.

Cita-se neste manual a refrigeração, devido ao fato de existir entre os gases utilizados para esse fim, alguns que são muito inflamáveis ou tóxicos, e que podem durante os incêndios em indústrias ou oficinas provocar graves acidentes, pois nessas situações torna-se fácil ocorrer vazamentos nos equipamentos atingidos.

A amônia é o gás mais utilizado pela refrigeração industrial; funciona pelo sistema de compressor, como as demais substâncias empregadas na refrigeração.

Este gás, não se incendeia com facilidade, entretanto, pode produzir misturas explosivas com o ar na proporção por volume de 16 a 25%.

O perigo de explosão aumenta com a presença do hidrogênio como impureza no gás amônia devido a sua decomposição, ou dos óleos lubrificantes utilizados no equipamento; é um gás irritante.

Podemos citar outros gases empregados na refrigeração, como o propano e o butano, gases inflamáveis, já referidos anteriormente.

Com relação ao perigo que oferecem, os gases usados na refrigeração, são classificados em três grupos principais:

Grupo I Não inflamáveis e de baixa toxidade (dióxido de carbono, diclorodifluormetana, dicloromonofluormetana, diclorotetrafluormetana, diclorometana e tricloromonofluormetana)

Grupo II Moderadamente inflamáveis e tóxicos (amônia, dicloretileno, cloreto de etila, formiato de metila e dióxido de enxofre)

Grupo III Altamente inflamáveis, de baixa toxidade, porém sufocante (butano, etano, isobutano e propano)

Muitos dos gases acima, na presença do fogo, decompõem-se e formam o fogsênio, o cloro e outras substâncias tóxicas.

Em ocorrências desta modalidade deve-se ter cuidado para que os gases que venham escapar não escoem para o esgoto, estancando os possíveis vazamentos, providenciando boa ventilação no local e evitando as prováveis fontes de ignição.

Além do equipamento de combate a incêndio, onde houver sistema de refrigeração industrial, deve-se providenciar máscaras contra gases adequadas ao tipo de gás utilizado, ou aparelhos respiratórios.



Fig. 53 – Reservatório de gás Amônia

8.8. Combate a incêndio em gases inflamáveis

No ataque do fogo não podem ser usados, simultaneamente, os extintores e as linhas de ataque, porque o jato de água neutraliza a ação do agente extintor.

O fogo em gases inflamáveis poderá, normalmente, localizar-se nas válvulas (por defeito de fechamento ou ruptura), nas tubulações (ruptura ou vazamento nos flanges de conexão), num reservatório (ruptura) e também pode ser causado pela combustão de material não pertencente a instalação.

Em resumo, verifica-se que a ação das linhas de ataque com jatos em forma de neblina é a forma mais adequada para se dissipar ou extinguir um incêndio em gases inflamáveis.

Não obstante, o Comandante das operações deverá empenhar-se ao máximo para interromper o fluxo de gás e usar água para resfriar os recipientes.

Caso o fluxo não possa ser interrompido, não extinguirá a chama, pois o gás não queimado criará rapidamente uma atmosfera explosiva.

Se possível, remover o recipiente em chamas e levá-lo para um local seguro, ventilado, deixando-o queimar.



Fig. 54 – Fogo localizado na válvula do cilindro de acetileno

8.9. Tática e técnica de combate a incêndio em gases inflamáveis

Para todos os gases inflamáveis a tática e técnica de combate a incêndios são bastante semelhantes, podendo-se adotar os seguintes procedimentos:

Os meios antincêndio podem ser empregados para duas finalidades substancialmente diferentes:

1. Intervenção direta sobre o incêndio (ataque)
2. Para proteger instalações, máquinas e equipamentos da indústria, ainda não atingidas pelo incêndio, a fim de evitar sua propagação (salvaguarda, isolamento)

Neste caso pode ser considerado também o emprego dos meios, quando ainda não há incêndio, por tratar-se de perigo iminente.

No que se refere ao emprego, os meios antincêndio, existentes nas indústrias podem ser:

1. Para extinguir focos localizados.
2. Para controlar e enfrentar incêndio de elevada propagação, em referência ao material que está queimando.

Deve-se considerar ainda outras categorias:

1. Para extinguir incêndio alimentado por gases inflamáveis, propriamente dito
2. Para extinguir incêndio que se tenha propagado para graxas, óleos minerais, vernizes, solventes etc
3. Para extinguir incêndio que se tenha propagado por substância sólidas

8.10. Bleve (Explosão de vapores expandidos em líquidos em ebulição)

É a explosão (liberação súbita de pressão) de vapor em expansão de um líquido com temperatura superior a seu ponto de ebulição através da passagem de líquido para vapor. Neste processo de expansão, é gerada a energia que agride a estrutura do recipiente, projetando os fragmentos e ocasionando a rápida mistura do gás com o ar (que dá por resultado uma bola de fogo característica).

8.10.1. Proteção contra o Bleve

Para proteger recipientes de explosões, deve-se resfriá-los com água, utilizando-se uma linha de proteção com jato d'água em forma de neblina, isolando o local de estranhos aos serviços de bombeiros e resfriando os recipientes de gases até que não seja mais necessário.

9

METAIS PIROFÓRICOS

MCII

9

METAIS PIROFÓRICOS

Metais pirofóricos são aqueles que elevados a uma certa temperatura, na presença do oxigênio ou outro comburente, se inflamam.

São ligamentos utilizados em indústrias para modelagem de peças, composição de ligas para fortalecer outros metais, tratamento de chapas de ferro, a fim de evitar a oxidação, como o zinco na indústria de galvanoplastia e o magnésio na indústria automobilística.

Deve-se ter cuidado especial em incêndios nas indústrias onde hajam metais alcalinos, especialmente o cálcio, sódio, potássio, bário e lítio;

Certos metais em forma de pó, como o alumínio, são largamente usados na indústria de explosivos, tintas e gráficas.

Esses pós combinados com o oxigênio tornam-se altamente inflamáveis e, em suspensão, explosivos, motivo pelo qual são enquadrados na classe dos metais pirofóricos.

Os metais pirofóricos devem ser separados dos demais sólidos inflamáveis quando em combustão.

Criam sérios problemas ao bombeiro, pois necessitam de cuidados especiais no que diz respeito a proteção pessoal, agentes extintores, técnica e tática de extinção.

Para sua obtenção, o processo metalúrgico estabelece que determinada matéria-prima seja aquecida até atingir o ponto de fusão, e, em seguida, deva sofrer um processo de eletrólise e reações químicas, até atingir o seu ponto de pureza.

Conseguido o metal, este ainda é fundido para receber o formato desejado, usinado e polido.

Esse trabalho é feito nas indústrias metalúrgicas, laboratórios e oficinas metalúrgicas cuja organização já foi apresentada em capítulo anterior, devendo ser lembrado, que os riscos principais são:

- ✓ Cabine primaria de força
- ✓ Fornos de fundição para a obtenção inicial do metal
- ✓ Compartimentos e equipamentos para a eletrólise
- ✓ Tanques de banhos e resfriamentos de peças
- ✓ Estoque do metal como matéria prima
- ✓ Depósito das peças ou produtos acabados
- ✓ Depósito de residual (pós e retalhos) dos metais
- ✓ Moinhos
- ✓ Embalagem
- ✓ Depósito de pó



Fig. 55 – Metal em forma de pó (cobre)



Fig. 56 – Fornos destinados à fusão de metais



Fig. 57 – Divisão de pós metálicos em indústria

9.1. Primeiras providências em ocorrências de incêndio envolvendo metais pirofóricos

Considerando que os metais pirofóricos quando em combustão decompõem a água, alastrando mais o fogo e provocando explosões e, ainda, não se extinguindo porque os agentes extintores comuns não produzem o abafamento em tais materiais, o bombeiro deve proceder da seguinte maneira:

1. Desligar a cabine primaria, como meio de proteção
2. Verificar se o material que está queimando, é realmente material pirofórico ou pó combustível e qual sua especificação.

9.2. Tática e técnica de combate a incêndios em metais pirofóricos

Caso o fogo tenha atingido material comum, o bombeiro poderá usar água em forma de jato compacto ou chuveiro com pouca pressão, tomando sempre o cuidado de não atingir os fornos que possuem metais em fusão, pois, um resfriamento brusco daqueles fornos poderá ocasionar explosão ou ruptura.

Em incêndio envolvendo metais pirofóricos, o bombeiro nunca deve usar água diretamente, pois, a água se decompõe, liberando moléculas de hidrogênio e aproveitando o oxigênio, provoca assim o aumento do fogo e a possibilidade da ocorrência de explosão.

Neste caso, deverá ser usado agente extintor especial; na sua falta poderá ser usado areia seca, grafite, cal desidratada ou terra seca.

Na extinção de incêndios em metais alcalinos não se deve empregar água, CO₂, ou espuma, somente pós químicos especiais, sendo que na sua falta pode-se usar, areia seca ou resíduos de soda seca.

Ao proceder o reconhecimento do local, o bombeiro, notando a existência de materiais pirofóricos que ainda não estejam em combustão, deverá protegê-los e removê-los do local sinistrado.

Em caso de combustão, extinguir inicialmente o fogo localizado em volta dos combustíveis comuns, para depois extinguir o fogo dos metais, abafando-os com os materiais citados anteriormente.

No caso do pó ou pasta de alumínio, os procedimentos serão idênticos aos utilizados com os metais pirofóricos.

10

SUBSTÂNCIAS QUÍMICAS

MCII

10

SUBSTÂNCIAS QUÍMICAS

10.1. Conceitos

Nas indústrias, os perigos de incêndio e explosões são variados e múltiplos, dada a manipulação de produtos ou substâncias tóxicas e corrosivas, como matéria prima, que associadas a outros materiais podem ser consideradas perigosas.

Deve-se conhecer muito bem o comportamento dessas substâncias, a fim de efetuar uma avaliação dos riscos que podem oferecer ao organismo, seja reagindo com o fogo ou não.

10.2. Problemas encontrados em ocorrências envolvendo substâncias químicas

Os riscos com matérias primas e manufaturados são grandes e, as guarnições ao chegarem nos locais sinistrados deverão ter sempre que possível informações das substâncias envolvidas no fogo, que tipo de reações oferecem e quais os riscos mais sérios.

10.3. Emprego do material do CBPMESP em incêndio de substâncias químicas

Dependendo do produto incendiado e dos riscos que ele representa, o bombeiro verificará se pode empregar os meios de combate a incêndio de que o CB dispõe.

O Comandante das operações, enquanto aguarda os meios adequados para a extinção do incêndio adotará a tática de defesa, com os meios que dispuser. (salvaguarda e defesa)

Não esquecer da proteção individual das guarnições, face aos riscos de morte que estarão expostos.



Fig. 58 – Viatura utilizada em ocorrências envolvendo Produtos Perigosos



Fig. 59 – Bombeiros equipados com roupas encapsuladas



Fig. 60 - Máscara do EPR



Fig. 61 – Bombeiros equipados com Equipamento de Proteção respiratória

10.4. Produtos tóxicos e corrosivos

Os produtos tóxicos e corrosivos são usados nas indústrias, como matéria prima; alguns tóxicos não são corrosivos mas todos os corrosivos são tóxicos, quer por inalação, quer por ingestão.

Deve-se conhecer muito bem o comportamento dessas substâncias, a fim de efetuar uma avaliação dos riscos que podem oferecer ao organismo, seja reagindo com o fogo ou não.

Podemos citar alguns produtos encontrados nas indústrias e os riscos que oferecem:

- ✓ Acetona – pouco tóxico
- ✓ Ácido acético glacial – pode causar queimaduras dolorosas
- ✓ Ácido cianídrico – altamente tóxico; Mesmo inalado em pouca quantidade produz perda de sentidos, podendo levar à morte; evitar contato com a pele
- ✓ Ácido clorídrico (ácido muriático) – produto irritante, corrosivo e venenoso, tanto na forma líquida como em vapor
- ✓ Ácido crômico anidro – venenoso

✓ Ácido fluorídrico – seus vapores são altamente tóxicos quando em contato com amônia e metais são venenosos

✓ Ácido fórmico – corrosivo

✓ Ácido fluorcílico – corrosivo

✓ Ácido nítrico – corrosivo; inalação do vapor pode matar

✓ Ácido sulfúrico – corrosivo

✓ Amônia anidra – irritante, podendo causar cegueira por contato acima de trinta minutos, de exposição em concentração de 5% com volume de ar

✓ Bissulfeto de carbono – (formicida) tóxico

✓ Bromo – corrosivo e emite em temperatura ambiente, vapores venenosos sufocantes

✓ Carvão de lenha – formação de CO₂, na queima

✓ Cianureto de potássio – muito venenoso, quando ingerido ou inalado seu gás

✓ Ciclopropana – anestésico

✓ Clorito de sódio – venenoso

✓ Cloro – corrosivo e irritante para a vista e mucosas

✓ Dioxana – irritante e tóxico, se concentrado

✓ Enxofre – quando queimado, tóxico

✓ Éter etílico – anestésico

✓ Etileno – anestésico

✓ Fenol – venenoso

✓ Fósforo branco ou amarelo – venenoso e tóxico; em contato com a pele causa queimaduras graves

✓ Fósforo vermelho – na queima desprende vapores tóxicos;

✓ Naftalina – irritante;

✓ Nitratos (de bário, de cobre, de chumbo, de níquel) – venenosos;

✓ Nitro-anilina – venenoso

✓ Peróxido de hidrogênio (água oxigenada) – corrosivo

✓ Pó para alvejamento (hipoclorito de cálcio) – corrosivo, irritante para a pele

✓ Potássio (metal) – forte reação cáustica

✓ Sódio (metal) – forte reação cáustica

✓ Sulfeto de hidrogênio (gás sulfídrico) – tóxico; causa moléstias

graves

- ✓ Sulfeto de potássio – quando queima desprende gases corrosivos
- ✓ Sulfeto de sódio – idem sulfeto de potássio

Em sinistros envolvendo produtos tóxicos ou corrosivos, o uso de exaustores e ventiladores deve ser obrigatório, pois a ventilação forçada limitará os riscos de toxidade e corrosão.

Em ocorrências dessa natureza o Comandante da Emergência deve estar atento ao revezamento das guarnições que deve ser processado em curtos períodos de tempo, sendo o tempo de descanso igual ao tempo de trabalho, a fim de evitar a exposição exagerada dos Bombeiros aos perigos dos produtos tóxicos ou corrosivos.

11

ENERGIA ELÉTRICA

MCII

11

ENERGIA ELÉTRICA

Um incêndio sempre tem sua causa principal e as estatísticas demonstram que a maioria é provocada por acidentes elétricos.

Considerando-se que praticamente todas as indústrias possuem cabine de força (alta tensão), o bombeiro, ao chegar ao local deve tomar imediata ciência de sua localização, visto o alto perigo de vida que representa.

O problema pode estar inserido simplesmente no corte de energia da indústria, de fácil execução, desde que se tenha conhecimento do procedimento adequado; tal operação necessita somente do desligamento das chaves, porém poderá tornar-se uma operação problemática se a ocorrência for na própria cabine.

Neste caso, deve-se solicitar o concurso da concessionária dos serviços de eletricidade, que efetuará o corte de energia na entrada da cabine de força, tendo em vista que o bombeiro não está aparelhado para tal serviço.

Quanto a localização, as cabines de força normalmente encontram-se separadas do corpo da indústria, devido ao perigo que oferecem.

O primeiro cuidado a se observar num incêndio em indústria, para se evitar riscos de eletrocução é desligar a chave geral no quadro de distribuição de energia.

Em se tratando de alta tensão (acima de 2000 V) é conveniente aguardar o comparecimento ao local da empresa concessionária de energia elétrica da cidade, para que esta proceda ao corte da energia.

O Comandante das operações deverá recomendar a seus homens para não tocarem, de modo algum, nos fios de energia, diretamente ou pelos jatos d'água, escadas metálicas etc, pois correrão sério perigo.

Quando isolados os fios transmissores de energia, os bombeiros entrarão em ação, tendo o devido cuidado de não tocarem nos mesmos, principalmente os armadores de escada e os chefes de linha, visto que qualquer descuido poderá custar-lhe um acidente ou a vida.

Outro perigo que deve ser observado atentamente, são as linhas telefônicas que passam sobre a indústria incendiada; os fios de telefone, rompidos em consequência do calor, podem cair sobre os fios de alta tensão da rede pública, transportando para diferentes pontos a corrente elétrica, através da rede telefônica.

Por isso, o profissionais da Companhia concessionária de energia elétrica deverão proceder a interrupção da corrente em todos os pontos em que haja probabilidade de contato de linhas telefônicas caídas, em consequência de ruptura.



Fig. 62 - Quadro de distribuição de energia em indústria -1



Fig. 63 - Quadro de energia atingido por incêndio



Fig. 64 - Quadro de distribuição de energia elétrica em indústria -2

12

CONSIDERAÇÕES FINAIS

MCII

12

CONSIDERAÇÕES FINAIS

No atendimento a emergências de incêndio em indústrias é pertinente que o bombeiro pressuponha a existência de diversos setores que podem ser encontrados em quase todas as edificações dessa ocupação, a saber: escritórios, almoxarifado, expedição, depósitos, produção e processo, transporte, cabine primária, tanque de combustível, tanque de produto químico, centrais de gases, pátios, entre outros.

Deve-se, desse modo, analisar o tipo de indústria e suas peculiaridades. Apesar de se prever a existência de riscos relacionados a produtos perigosos em emergências com fogo em qualquer indústria, esse risco se potencializa no caso das indústrias químicas. Similarmente, em emergências em indústrias têxteis, deve-se levar em consideração as características de alta combustibilidade das fibras de tecido, o que produz uma rápida propagação da chama, alta produção de calor e fumaça, aconselhando o emprego de técnicas específicas de combate a incêndio.

Tal análise será bastante facilitada se a edificação que apresentar ocupação industrial possuir um adequado plano de intervenção de incêndio, nos moldes da IT 16 do decreto estadual 46.076 – Regulamento de Segurança Contra Incêndio das Edificações do Estado de São Paulo, bem como, se o Posto de Bombeiros da área em que se localiza essa edificação possuir, adequadamente arquivado, cópia desse plano e/ou de um Plano Particular de Intervenção.

13

LISTA DE TABELAS

MCII

13**LISTA DE TABELAS**

TABELA I – EXEMPLOS DE PRESSÕES OBTIDAS DA FORÇA DE
EXPANSÃO DOS GASES RESULTANTES DA EXPLOSÃO 44

TABELA II – LIMITES DE EXPLOSIVIDADE 50

14

LISTA DE FIGURAS

MCII

14

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 01 - CORTINA D'ÁGUA	16
FIGURA 02 - MÁSCARA AUTÔNOMA	18
FIGURA 03 – BOMBEIRO EQUIPADO COM EPI E EPR.....	18
FIGURA 04 – EQUIPAMENTO DE PROTEÇÃO RESPIRATÓRIA.....	18
FIGURA 05 – BOMBEIRO INICIANDO EXPLORAÇÃO DE LOCAL SINISTRADO.....	26
FIGURA 06 – BOMBEIRO EXPLORAÇÃO DE LOCAL SINISTRADO.....	27
FIGURA 07 – SAÍDA DE FUMAÇA PELA JANELA.....	27
FIGURA 08 – BOMBEIRO EFETUANDO VENTILAÇÃO	28
FIGURA 09 – AUTO BOMBA.....	30
FIGURA 10 – AUTO-BOMBA ESCADA.....	30
FIGURA 11- AUTO-TANQUE.....	31
FIGURA 12 – JAMANTA (CM / RE)	31
FIGURA 13 – AUTO - SALVAMENTO ESPECIAL.....	32
FIGURA 14 – AUTO-ESCADA.....	32
FIGURA 15 - AUTO-PLATAFORMA	33
FIGURA 16 – VIATURA LEVE – VO.....	33
FIGURA 17 – CAMINHÃO - CAMU	33
FIGURA 18 – VIATURA LEVE – UT.....	33
FIGURA 19 – SUPORTE BÁSICO DE VIDA.....	34
FIGURA 20 – UNIDADE DE SUPORTE AVANÇADO.....	34
FIGURA 21 – VIATURA DE PRODUTOS PERIGOSOS	35
FIGURA 22 – RESÍDUOS DE QUEIMA DE COMBUSTÍVEIS SÓLIDOS	37
FIGURA 23 – COMBUSTÍVEL SÓLIDO 1	38
FIGURA 24 – COMBUSTÍVEIS SÓLIDOS	38
FIGURA 25 – COMBUSTÍVEL SÓLIDO 2	39
FIGURA 26 – LÍQUIDOS INFLAMÁVEIS	48
FIGURA 27 – LÍQUIDOS INFLAMÁVEIS EM CHAMAS	49
FIGURA 28 – ÁGUA COMO AGENTE EXTINTOR DE INCÊNDIO ‘CLASSE B’	52
FIGURA 29 – INCÊNDIO EM ARMAZENAMENTO DE COMBUSTÍVEL	53
FIGURA 30 – COMPARTIMENTO PARA LGE DA VTR ABE	54
FIGURA 31 - ESQUICHO LANÇADOR DE ESPUMA	54
FIGURA 32 – ESQUICHO LANÇADOR DE ESPUMA, ENTRE LINHAS E	54
FIGURA 33 – USO DO JATO CHUVEIRO EM INCÊNDIO “CLASSE B”	55
FIGURA 34 – RESFRIAMENTO COM ÁGUA	56
FIGURA 35 – SUBSTITUIÇÃO DE COMBUSTÍVEL POR ÁGUA	57
FIGURA 36 – VARREDURA COM ÁGUA	58
FIGURA 37 – BOIL OVER	59
FIGURA 38 – GASES UTILIZADOS EM OFICINAS	61
FIGURA 39 – SERVIÇOS DE SOLDA UTILIZANDO GASES	61
FIGURA 40 – VÁLVULA DE SEGURANÇA DO CILINDRO DE ACETILENO	62
FIGURA 41 - MECANISMO DE ALÍVIO DE PRESSÃO DO CILINDRO	62
FIGURA 42 - CAMINHÃO TRANSPORTANDO GLP	65
FIGURA 43 - GRANDES RESERVATÓRIOS DE GLP EM INDÚSTRIA – 1	65
FIGURA 44 – GRANDES RESERVATÓRIOS DE GLP EM INDÚSTRIA - 2	66

FIGURA 45 – CONJUNTO DE REDUÇÃO DE PRESSÃO E MEDIÇÃO DE GÁS NATURAL	67
FIGURA 46 – RESERVATÓRIO DE HIDROGÊNIO EM INDÚSTRIA	69
FIGURA 47 – ACONDICIONAMENTO DE CILINDROS EM DEPÓSITO DE GASES ...	69
FIGURA 48 – CONJUNTO OXIACETILENO	71
FIGURA 49 – RESERVATÓRIO DE CILINDRO DE ACETILENO	71
FIGURA 50 – EXECUÇÃO DE CORTE E SOLDA UTILIZANDO CONJUNTO OXIACETILENO	72
FIGURA 51 – CILINDRO DE ACETILENO EM CHAMAS	72
FIGURA 52 – DISPOSITIVO DE SEGURANÇA DO CILINDRO DE ACETILENO ...	73
FIGURA 53 – RESERVATÓRIO DE GÁS AMÔNIA	75
FIGURA 54 – FOGO LOCALIZADO NA VÁLVULA DO CILINDRO DE ACETILENO.....	76
FIGURA 55 – METAL EM FORMA DE PÓ (COBRE)	80
FIGURA 56 – FORNOS DESTINADOS Á FUSÃO DO METAL	80
FIGURA 57 – DIVISÃO DE PÓS METÁLICOS EM INDÚSTRIA	81
FIGURA 58 – VIATURA UTILIZADA EM AÇÕES ENVOLVENDO PRODUTOS PERIGOSOS	85
FIGURA 59 – BOMBEIROS EQUIPADOS COM ROUPAS ENCAPSULADAS	86
FIGURA 60 – MÁSCARA DE EPR	85
FIGURA 61 – BOMBEIROS EQUIPADOS COM EQUIPAMENTO DE PROT. RESPIRATÓRIA	86
FIGURA 62 – 86QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA EM INDÚSTRIA	91
FIGURA 63 – BOMBEIRO DESLIGANDO QUADRO DE ENERGIA ELÉTRICA	91
FIGURA 64 – QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA EM INDÚSTRIA	92

15

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

MCII

15**REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- Decreto Estadual 46.076/01 – Regulamento de Segurança contra Incêndio das Edificações do Estado de São Paulo;
- MB-3-PM – Manual de Proteção contra Incêndio
- MTB-05-PM – Indústrias e Oficinas
- MTB-21-PM – Emergência envolvendo Produtos Perigosos
- Manual de Fundamentos do CBPMESP
- Manual de Busca e Salvamento
- Manual de Tática de Combate a Incêndio do Corpo de Bombeiros
- Manual do Comandante do Socorro
- Apresentação do Seminário da Petrobrás
- Simulado do Posto de Bombeiros da Casa Verde
- Simulado do Posto de Bombeiros do Almanara

**O CONTEÚDO DESTE MANUAL TÉCNICO ENCONTRA-
SE SUJEITO À REVISÃO, DEVENDO SER DADO AMPLO
CONHECIMENTO A TODOS OS INTEGRANTES DO
CORPO DE BOMBEIROS, PARA APRESENTAÇÃO DE
SUGESTÕES POR MEIO DO ENDEREÇO ELETRÔNICO
CCBSSECINC@POLMIL.SP.GOV.BR**

