



COMBATE A INCÊNDIO
EM LOCAL CONFINADO



MCILC

**MANUAL DE COMBATE A
INCÊNDIO EM LOCAL
CONFINADO**

1ª Edição
2006

Volume
42

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

Comandante do Corpo de Bombeiros

Cel PM Antonio dos Santos Antonio

Subcomandante do Corpo de Bombeiros

Cel PM Manoel Antônio da Silva Araújo

Chefe do Departamento de Operações

Ten Cel PM Marcos Monteiro de Farias

Comissão coordenadora dos Manuais Técnicos de Bombeiros

Ten Cel Res PM Silvio Bento da Silva

Ten Cel PM Marcos Monteiro de Farias

Maj PM Omar Lima Leal

Cap PM José Luiz Ferreira Borges

1º Ten PM Marco Antonio Basso

Comissão de elaboração do Manual

Cap PM Cassio Augusto Amaral

Cap PM Alexandre Wellington de Souza

Cap PM Alexandre Luiz dos Santos

Cap PM Antonio Carlos Silveira

1º Ten PM Sérgio Ricardo dos Santos

1º Sgt PM Manoel Magela de Toledo

1º Sgt PM João Batista Cruz

3º Sgt PM Valdir de Lucena Endes

3º Sgt PM Braz Rodrigues

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

APRESENTAÇÃO

O Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado de São Paulo edita esta 1ª edição do Manual Técnico de Bombeiros de Combate a Incêndio em Local Confinado, elaborado por oficiais e praças, buscando com esse trabalho um contínuo aperfeiçoamento do processo ensino-aprendizagem dos integrantes do Corpo de Bombeiros.

Os conhecimentos aqui abordados, frutos de décadas de intervenção operacional nos mais diferentes sinistros e estudos das técnicas e táticas de combate a incêndios, oferecerão a você, bombeiro, as condições necessárias para atuar tecnicamente no combate a incêndios em local confinado.

Que este manual, juntamente aos tantos outros elaborados pelo Corpo de Bombeiros, seja uma ferramenta a mais para ser utilizada nas atividades desenvolvidas no dia-a-dia do profissional bombeiro.

1. Introdução	15
1.1 Segurança no combate a incêndio em local confinado.....	17
2. Comportamento do fogo	21
2.1 Incêndios em edificações.....	21
2.2 Elementos essenciais da combustão.....	21
2.2.1 Combustível.....	21
2.2.2 Comburente.....	22
2.2.3 Calor.....	22
2.2.4 Reação em cadeia.....	24
2.3 Fase do incêndio em local confinado.....	25
2.3.1 Estágio de crescimento ou fase inicial.....	25
2.3.2 Estágio de pleno desenvolvimento ou queima livre.....	26
2.3.3 Estágio de declínio ou queima lenta.....	27
2.3.4 “Backdraft”.....	28
2.3.5 “Flashover”.....	29
2.3.5.1 Tipos diferentes de “flashover”.....	29
2.4 Incompatibilidade de materiais armazenados em edificações.....	30
3. Características das edificações e sua relação com o incêndio em local confinado	35
3.1. Natureza aleatória do incêndio.....	35
3.2. Risco de propagação.....	35
3.3. Comportamento dos elementos estruturais em incêndio de local confinado.....	36
3.3.1 Fissura.....	37
3.3.2 Trinca.....	38
3.3.3 Rachadura.....	38
3.3.4 Fenda.....	38
3.4. Comportamento da madeira como elemento estrutural.....	39
3.5. Atuação do Corpo de Bombeiros e o colapso estrutural.....	42
4. Atribuições da guarnição de combate a incêndio em local confinado	49
4.1. Introdução.....	49
4.2. O comando no incêndio em local confinado.....	49
4.3. Guarnição.....	50

4.4. Funções dos integrantes da guarnição.....	50
4.4.1. Comandante da guarnição.....	50
4.4.2. Integrantes da guarnição de busca, exploração e salvamento em local confinado.....	51
4.4.3 Integrantes da guarnição de proteção e combate.....	53
4.4.4 Guarnição reduzida.....	54
5. Busca e salvamento em incêndio em local confinado.....	57
5.1. Introdução.....	57
5.2. Conduta operacional de atendimento	57
5.3. Descrição dos procedimentos.....	57
5.3.1. Informações durante o deslocamento.....	57
5.3.2. Estacionamento da viatura.....	58
5.3.3. Direção do vento	58
5.3.4. Análise “in loco” da situação.....	59
5.3.5. Montagem do esquema tático na busca e salvamento das vítimas.....	60
5.3.5.1. Equipamentos obrigatórios para busca e salvamento.....	61
5.3.6. Procedimentos de busca e salvamento.....	62
5.3.6.1. Abordagem da edificação.....	62
5.3.6.2. Manobras de ventilação.....	63
5.3.6.3. Posição de caminhamento no interior da edificação.....	66
5.3.6.4. Sentido da busca no interior dos compartimentos.....	67
5.3.6.5. Marcação das portas dos ambientes explorados.....	67
5.3.6.6. Busca positiva – vítima encontrada.....	68
6. Tática e técnica de combate a incêndio em local confinado.....	73
6.1. Introdução.....	73
6.2. Fases táticas	73
6.2.1. Salvamento	73
6.2.2. Isolamento	74
6.2.3. Confinamento	74
6.2.4. Extinção	74
6.2.5. Rescaldo	75
6.2.6. Ventilação tática	76
6.2.7. Proteção de salvados.....	77
6.3. Entradas forçadas.....	77

6.4. Técnica de extinção de incêndio em local confinado.....	78
6.4.1. Ataque direto.....	78
6.4.2. Ataque indireto.....	79
6.4.3. Ataque combinado.....	81
6.4.4. Seleção de linhas e jatos.....	82
6.5. Consumo de ar	83
6.5.1. Teste para o cálculo do consumo individual	84
Conclusão	89
Bibliografia	93

1

Introdução

MCILC

1. INTRODUÇÃO

O trabalho do Corpo de Bombeiros em local confinado requer conhecimento e treinamento específico da guarnição, principalmente no tocante ao salvamento e combate a incêndio. A maioria das ocorrências de incêndio atendida pelo Corpo de Bombeiros ocorre em ambientes confinados, ou seja, o incêndio inicia no interior das edificações, e muitas vezes tratam-se de locais de difícil acesso, com riscos de colapso estrutural, explosão ambiental e ambiente com gás, ficando difícil a localização de vítimas e a exploração para determinar o melhor combate.

Os incêndios em espaços confinados produzem grande quantidade de produtos da combustão que são: a fumaça, o calor, gases e vapores, que requerem a correta utilização de técnicas e equipamentos, visando diminuir o risco de acidentes pessoais e aumentar as chances de sucesso da guarnição na ocorrência, na localização e salvamento das vítimas, além da proteção do patrimônio.

O objetivo do MTB (Manual Técnico de Bombeiro) – Combate a incêndio em local Confinado é a preservação da vida, do meio ambiente e do patrimônio, não podendo inverter essa ordem natural de prioridade. O Bombeiro não pode assumir o risco de colocar a vida em detrimento do patrimônio, devendo adotar procedimentos seguros e eficientes.

A verificação do EPR/EPI (Equipamento de Proteção Respiratório e Individual) e materiais deverão ser diárias, buscando uma sintonia entre o bombeiro e a atividade desenvolvida na emergência. O incêndio em local confinado exige atendimento operacional específico e tem como um dos fatores determinantes o tempo-resposta. Para o sucesso da ocorrência, o tempo-resposta é fundamental para retirada de vítimas e combate ao incêndio, sendo que o emprego adequado de técnicas e procedimentos operacionais proporciona economia de tempo, melhor utilização dos meios e um atendimento com excelência da qualidade operacional.

Portanto, o conceito de incêndio em local confinado é qualquer área que possua meios limitados de entrada e saída, com ocupação humana ou não, onde há a permanência dos gases oriundos da combustão, aumento do risco de explosão, diminuição da visibilidade, temperatura elevada, deficiência do oxigênio, aumento da pressão interna, de acordo com a carga incêndio no interior do local confinado.

O quadro seguinte permite uma melhor compreensão da diferença de incêndio em local aberto e confinado, verifiquemos o quadro seguinte:

Diferença entre local aberto e confinado

TÓPICOS	LOCAL CONFINADO	LOCAL ABERTO
Gases de Fumaças	Ficam no ambiente	Dispersa na atmosfera
Vapores Quentes	Ficam no ambiente	Dispersa na atmosfera
Explosão	Maior probabilidade	Menor probabilidade
Ventilação	Nenhuma, podendo haver risco de “Backdraft” e “Flashover”	Total ventilação
Riscos	Maior probabilidade	Menor probabilidade
Temperatura	Maior	Menor
Classe de Incêndio	Classe "A" em sua maioria	Probabilidade de existirem todas as classes
Vítima	Difícil visualização e resgate	Fácil visualização

Fonte: Apostila do curso de combate a incêndio em local confinado – 4º GB – 1998



Fig. 1-1 Local Aberto

Fonte: O autor



Fig. 1-2 Local Confinado

Fonte: O autor

Finalizando, o combate a incêndio em local confinado oferece extremo risco pessoal para o profissional bombeiro, tornando-se imprescindível para a segurança das vítimas e bombeiros, equipamentos de proteção respiratória com pressão positiva e com a máscara auxiliar, denominada “carona” e os equipamentos de proteção individual, conforme definição do capítulo 5 - Busca e salvamento em incêndio em local confinado.

1.1 Segurança no combate a incêndio em local confinado

Em toda ocorrência de incêndio em local confinado, devemos agir com total observância das normas de segurança, promovendo principalmente a segurança dos bombeiros e das vítimas a serem socorridas.

No combate a incêndio em local confinado, todas as medidas adotadas para a solução do sinistro devem visar evitar o surgimento de riscos ou acidentes para os bombeiros que estão atuando na ocorrência. Neste tipo de ocorrência, devemos evitar que atitudes pessoais provoquem a exposição das vítimas ou de si próprios aos riscos de um acidente, sempre procurando identificar as condições inseguras do local de sinistro em que se está atuando.

Quando não for possível eliminar ou neutralizar o risco no combate a incêndio em local confinado, deveremos adotar medidas de controle de acidentes, principalmente no tocante ao uso de sinalização que indique a situação de risco, de forma a alertar os bombeiros que estão atuando na ocorrência do perigo existente.

Nas ocorrências de combate a incêndio em local confinado, a visibilidade estará reduzida, devido à grande quantidade de fumaça, o que implicará redobrar a atenção na segurança dos bombeiros que estão atuando, sendo previsível deparar-nos com buracos, fossos de elevadores, obstáculos e objetos móveis não visíveis que poderão causar acidentes, além da possibilidade de existência de possíveis produtos perigosos. Algumas edificações poderão ainda apresentar em sua planta a existência de materiais radioativos, como por exemplo, os hospitais, clínicas e assemelhados.

2

Comportamento do fogo

MCILC

CAPÍTULO 02 – COMPORTAMENTO DO FOGO

2.1 Incêndios em edificações

Os incêndios em edificações apresentam características diferentes do incêndio a céu aberto, enquanto neste os produtos da combustão são lançados no ar atmosférico, naquele a fumaça, os gases e os vapores quentes, em sua maioria, ficam no ambiente, dificultando a ação dos bombeiros.

As edificações serão reconhecidas como locais confinados, baseados na existência de aberturas (portas e janelas), sendo que em edificações parcialmente fechadas, o incêndio produzirá o dióxido de carbono (CO_2) até que a temperatura do teto chegue em torno de 650°C a 800°C . Acima desta temperatura, o CO_2 reagirá com o carbono livre para formar o monóxido de carbono (CO).

Em edificações totalmente fechadas, a situação é quase a mesma e o ambiente terá condições propícias para uma explosão.

O fogo em edificação fechada, com pouca ou nenhuma ventilação, requer o combate ao incêndio antes que a temperatura do teto alcance a ordem de 650°C a 800°C . Após este momento, a possibilidade de vida no ambiente é quase nula e existirá o risco de “backdraft” ou “flashover”.

Para melhor compreensão, a combustão é um processo auto-sustentável de oxidação rápida de um combustível existente, reduzido por um agente oxidante com desprendimento de calor e luz.

A maior parte dos incêndios envolve um combustível que é quimicamente combinado com o oxigênio, normalmente encontrado na atmosfera que contém 21% de oxigênio, 78% de nitrogênio e 1% de outros gases. Substâncias tais como cloro também sustenta a combustão e substâncias como peróxidos orgânicos são compostos, de tal forma que contêm combustíveis e oxidantes na composição de suas moléculas, permitindo-lhes queimar em ausência de oxigênio.

2.2 Elementos essenciais da combustão.

Sabemos que a combustão é um fenômeno químico, uma reação química, logo deverá ter elementos que reajam entre si, bem como circunstâncias que favoreçam tal reação. São 04 (quatro) os elementos que combinados, obedecendo as leis da química, iniciarão uma reação que, pela liberação de energia e radicais, desencadeará um processo de auto-sustentação, são conforme abaixo:

2.2.1 Combustível: é toda substância capaz de queimar e alimentar a combustão, servindo de campo para a propagação do fogo.

Os combustíveis podem ser sólidos, líquidos ou gasosos, e a grande maioria passa para o estado gasoso para então combinar com o oxigênio. A velocidade da queima de um combustível depende de sua capacidade de combinação com o oxigênio sob a ação do calor e de sua fragmentação (área de contato com o oxigênio).

2.2.2 Comburente: é o elemento que possibilita vida às chamas e intensifica a combustão. Normalmente este papel é desempenhado pelo oxigênio, portanto, em ambientes pobres de oxigênio, o fogo não tem chamas e a combustão é mais lenta, enquanto em ambientes ricos em oxigênio as chamas são intensas, brilhantes, com elevada temperatura e a combustão tem maior velocidade.

2.2.3 Calor: é o elemento que serve para dar início a uma combustão, mantendo e aumentando a propagação. A temperatura de fulgor dos corpos varia de material para material, assim a gasolina vaporiza a temperatura muito baixa, enquanto que a madeira e o carvão exigem mais calor e assim sucessivamente, aumentando a quantidade de calor podemos vaporizar quase todos os combustíveis.

- **Condução** é a transmissão de calor através de corpos sólidos, e ocorre quando dois corpos com temperaturas diferentes são colocados em contato direto. Desta forma o calor se transmite de molécula para molécula.

- **Convecção** é a transmissão de calor através de massas de gases aquecidos, que se deslocam levando para outros locais, quantidades de calor suficiente para iniciar novos focos de incêndio.

- **Irradiação** é a forma de transmissão de calor por meio de ondas de energia calorífica que se desloca através do local. A energia é transmitida via velocidade da luz e, ao encontrar um corpo, as ondas são absorvidas, refletidas ou transmitidas.

Não podemos confundir temperatura com caloria, pois são coisas distintas. Temperatura é o efeito, e a medida da intensidade de calor num corpo, que no Brasil, é mensurada em graus Celsius. Caloria é a quantidade de calor que um corpo pode desprender ou absorver, é uma forma de energia, medida em calorias e causa elevação ou redução de temperatura. Qualquer corpo em combustão desprende certa quantidade de calor que pode ser mensurada.

Teoricamente, se empregarmos água à temperatura de 20°C (temperatura ambiente) para a extinção de um incêndio, necessitará uma quantidade de água resultante da divisão do número de calorias do corpo em chamas, por 620 Cal, que é o índice constante de calor absorvido por um litro de água, se esta vaporizar totalmente.

Exemplo: Incendiando-se 10 Kg de carvão de lenha, sabemos que 1 Kg deste material ao queimar desprende 6.000 cal/Kg, logo teríamos 60.000 Cal. Dividindo-se este número por 620, teremos a quantidade de água que, se totalmente vaporizada, extinguirá o incêndio, ou seja, cerca de 96 litros. Pelo exposto, conclui-se que a ação máxima de resfriamento da água somente é obtida

quando seu volume total se transforma em vapor e, quanto maior a área de contato com o calor, maior será o poder de absorção.

Verdadeiramente a combustão é uma reação química bem mais complexa do que a exposição simplista representada pelo tetraedro do fogo, cuja finalidade é didática. Na realidade, quando as temperaturas começam a se elevar acima do normal, teremos como consequência um fenômeno denominado “pirólise ou calcinação”, que pode ser definido como a decomposição química da matéria por meio da ação do calor.

Ao se aumentar a temperatura de um material combustível ocorrerá um aumento proporcional na velocidade de sua oxidação e, se este processo se prolongar, a velocidade de oxidação aumentará até atingir a temperatura de ignição, aparecendo repentinamente as chamas com o fenômeno da combustão. Verifique:

TEMPERATURA	REAÇÃO
200°	Produção de vapor d'água, dióxido de carbono e ácidos acético e fórmico.
200°C 280°C	Ausência de vapor d'água - pouca quantidade de monóxido de carbono - a reação ainda está absorvendo calor.
280°C 500°C	A reação passa a liberar calor, gases inflamáveis e partículas - há a carbonização dos materiais (que também liberará calor)
Acima de 500°C	Na presença do carvão os combustíveis sólidos são decompostos quimicamente com maior velocidade.

Quando um combustível queima, este se submete a uma mudança química resultando em 04 (quatro) produtos: fluidos (gases e líquidos), chama, calor e fumaça.

Fluidos ou gases do fogo são os produtos vaporizados da combustão. Os principais fatores que determinam a formação de gases são: a composição química do combustível, a porcentagem de oxigênio e a temperatura do fogo. O carbono pode ser queimado sob condições controladas em misturas apropriadas com o oxigênio, resultando grande parte de dióxido de carbono (CO₂). Nos incêndios não encontramos uma adequação de misturas, somente parte do carbono é oxidado, surgindo então o monóxido de carbono (CO), o qual não é o mais tóxico dos gases do fogo, porém, figura em primeiro lugar nos casos de morte por asfixia, por ser o mais abundante nos incêndios.

A chama é uma luz normalmente brilhante e que se vê quando alguma coisa queima. Nos incêndios as chamas em geral são estacionárias e quando provenientes de misturas explosivas desenvolvem-se em forma de língua de fogo ou chama de ponta. A cor da chama varia com a temperatura.

Vermelha	500° C
Vermelho pálido	1000° C
Amarelo alaranjado	1200° C
Amarelo esbranquiçado	1300° C
Branco brilhante	1400° C

A brasa é uma combustão de resíduos, com pequena velocidade de reação, não evidenciando a chama. Sua cor varia com a temperatura.

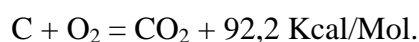
Vermelho (início)	400° C
Vermelho escuro	700° C
Vermelho pálido	900° C
Amarelo	1.100° C
Tendendo a azul	1.300° C
Azul claro	1.500° C

O conhecimento dessas temperaturas de incêndio tem significativa importância para os bombeiros na aplicação da técnica correta de extinção.

A fumaça é um produto visível, mais acentuada nas combustões incompletas. Consiste numa mistura de dióxido de carbono (CO₂), oxigênio (O₂), nitrogênio (N₂), Monóxido de carbono (CO), partículas bem divididas de fuligem, carbono e uma mistura de produtos liberados dos materiais envolvidos.

Num incêndio a fumaça sobe gradualmente e continuamente, reduzindo a visibilidade até que a ventilação seja aplicada. A falta de visibilidade causa desorientação, dificultando ou mesmo impedindo a fuga de pessoas de um local, o que pode significar-lhes a vida.

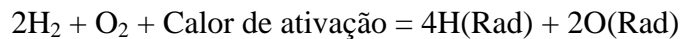
2.2.4 Reação em cadeia: A reação em cadeia torna a queima autosustentável. O calor irradiado das chamas atinge o combustível e este é decomposto em partículas menores, que se combina com o oxigênio e queimam, irradiando outra vez calor para o combustível, formando um ciclo constante, como na combustão do carbono para a formação de gás carbônico:



A cadeia de reações formada durante a combustão propicia formação de produtos intermediários instáveis, principalmente radicais livres prontos para combinarem-se com outros elementos, dando origem a novos radicais ou finalmente a corpos estáveis, conseqüentemente nos incêndios em locais confinados sempre temos presentes radicais livres.

A estes radicais livres cabe a responsabilidade da transferência necessária à transformação da energia química em calorífica, decompondo as moléculas ainda intactas e desta maneira provocando a propagação do fogo numa verdadeira cadeia de reações.

Para entendermos melhor o que é uma cadeia de reações, verifiquemos a seguir o exemplo da combustão do hidrogênio no ar (OBS: Rad = Radical):



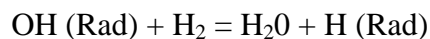
Cada radical de H combina-se com uma molécula de O_2 produzindo um radical ativo de Oxidrila mais um outro radical ativo de oxigênio:



Cada radical ativo de O reage com uma molécula de H_2 produzindo outro radical ativo de Oxidrila mais outro radical ativo de hidrogênio;



Cada radical novo de Oxidrila reage com uma molécula de H_2 produzindo no final um composto estável (água) e mais um radical ativo de hidrogênio.



E assim sucessivamente se forma a cadeia de combustão produzindo sua própria energia de ativação (calor) enquanto houver suprimento de combustível (H_2).

2.3 Fases do incêndio em local confinado

No incêndio em local confinado há necessidade que o bombeiro conheça suas fases, com as características que determinarão o procedimento tático a ser empregado no atendimento operacional da emergência, observando que um incêndio em edificação requer uma ventilação cuidadosamente calculada e executada.

Em um incêndio em local confinado podem-se identificar claramente três fases ou estágios do seu desenvolvimento, a saber:

2.3.1 Estágio de crescimento ou fase inicial: nesta fase o oxigênio contido no ar ainda não está significativamente reduzido e o fogo está produzindo vapores, dióxido de carbono, Monóxido de carbono e outros gases. Este é o primeiro modo do surgimento e início das chamas no interior da edificação, estando o material queimando isoladamente e o fogo progredindo lentamente, uma vez que o calor gerado está sendo consumido para aquecer o ambiente, que tem a sua

temperatura nesta fase pouco superior à externa, produzindo uma chama com temperatura superior a 537°C. Nesta fase o bombeiro não será incomodado pelo calor do ambiente, porém, dependendo do combustível que está queimando, podem existir fumaça e gases nocivos.



Fig. 2-1 Fase Inicial

Fonte: O autor

2.3.2 Estágio de pleno desenvolvimento ou queima livre: nesta fase, todo o local está em chamas e o fogo alcança a sua maior temperatura. É uma fase de grande extensão, indo da fase inicial até a fase de queima lenta, sendo que sua duração dependerá principalmente da quantidade de material combustível existente no ambiente.

O ar rico em oxigênio é atraído pelas chamas, enquanto os gases quentes levam o calor até o teto, forçando o ar fresco a procurar níveis mais baixos, entrando em contato com as chamas, participando da combustão. A temperatura do ambiente irá aumentar paulatinamente, até o ponto que, na etapa mais adiantada, a parte superior do ambiente tenha temperatura acima de 700°C.

À medida que o fogo progride, continua a aquecer o ambiente e a consumir o oxigênio e, se não houver ventilação, os gases da combustão não terão como reagir e permanecerão no recinto. O fogo é então levado à fase da queima lenta e uma ventilação inadequada fará com que volte a aumentar a sua intensidade ou, até mesmo, gerar riscos de explosão do ambiente.



Fig. 2-2 Queima livre

Fonte: O autor

Podemos, na prática, dividir a fase da queima livre em suportável ou insuportável:

Suportável é a etapa em que a queima livre não aqueceu o ambiente a altas temperaturas e os bombeiros poderão entrar sem sofrerem danos oriundos do calor ambiental, utilizando o EPI (equipamento de proteção individual) para combate ao incêndio.

Insuportável é a etapa onde a queima livre aqueceu o ambiente a temperaturas tais que impossibilitarão a entrada dos bombeiros, mesmo utilizando EPI (equipamento de proteção individual) e EPR (equipamento de proteção respiratória).

2.3.3 Estágio de declínio ou queima lenta: nesta fase a porcentagem de oxigênio no ambiente é reduzida, o que levará a combustão a ter pouca ou nenhuma chama. O ambiente estará repleto de produtos da combustão que não se queimaram devido ao baixo nível de oxigênio, porém, estará superaquecido em decorrência do calor que foi gerado na fase da queima livre. Os produtos da combustão estarão numa temperatura acima de 537° C.

Com uma ventilação inadequada, os produtos da combustão poderão explodir quando entrarem na reação com o oxigênio, o que chamamos “Backdraft”, ou seja, a explosão ambiental provocada por uma ventilação inadequada num ambiente com baixa porcentagem de oxigênio, que está repleto de produtos da combustão superaquecidos, oriundos da queima lenta ou da última etapa da queima livre.



Fig. 2-3 Queima Lenta

Fonte: O autor

2.3.4 Backdraft: é a explosão ambiental provocada por uma ventilação inadequada num ambiente com baixa porcentagem de oxigênio, que está repleto de produtos da combustão superaquecidos, oriundos da queima lenta ou da última etapa da queima livre.

A concentração normal de oxigênio no ar atmosférico ao nível do mar é de 21% e diminui progressivamente com o aumento da altitude. Sabe-se que o oxigênio é essencial nos processos da combustão e que reage quimicamente com o elemento químico carbono(C), formando o dióxido de carbono (CO_2), quando a concentração de O_2 esta abaixo de 21%. Um incêndio em uma área confinada, por exemplo, um porão ou um quarto, provoca uma queda nos níveis de O_2 a patamares abaixo de 21%.

Quando o nível de O_2 cai abaixo de 15% as chamas, que até então eram vivas, cessam e o fogo permanece em estado de latência, sendo que grande volume de monóxido de carbono (CO) é produzido. Contudo, o calor da queima livre e as partículas de carbono não queimadas permanecem no ambiente, bem como outros gases inflamáveis, produtos da combustão, que estarão prontos a incendiar-se rapidamente, assim que o oxigênio for suficiente, e com a entrada brusca do oxigênio, esse ambiente explodirá; o que chamamos de “backdraft”.

Fatores necessários para a ocorrência de um “backdraft”:

- a) grande quantidade de combustível que já tenha sido aquecido à temperatura de ignição;
- b) uma fonte de ignição;
- c) um repentino fornecimento de O_2

Os fatores descritos, aliados aos indicativos abaixo, podem alertar para uma situação de “backdraft”:

- a) fumaça escura, densa, mudando de cor (cinza e amarelada) e saindo do ambiente em forma de lufadas;
- b) pequenas chamas ou inexistências dessas;
- c) resíduos de fumaça impreguinando os vidros das janelas e;
- d) movimento de ar para o interior do ambiente quando algumas aberturas são feitas (o ar é sugado para o interior do ambiente)

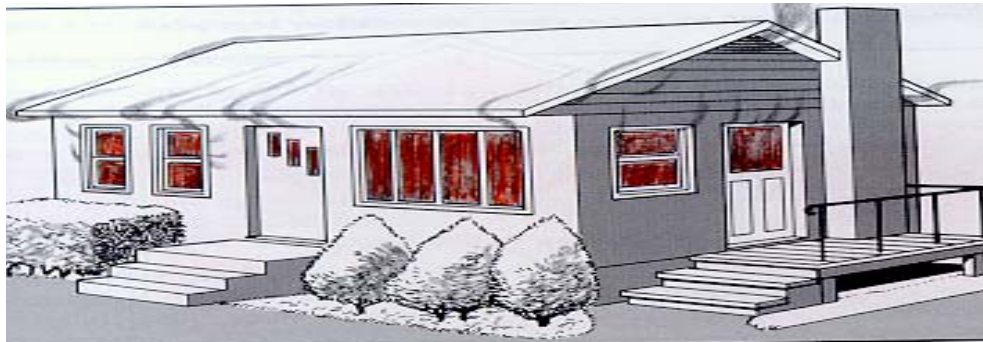


Fig. 2-4 Situação de “backdraft”

Fonte: BRUNACINI, Alan V.. Fire Command. NFPA, 1985.

Uma ventilação adequada, vertical e horizontal, permitirá que a fumaça e os gases combustíveis sejam retirados do ambiente, prevenindo-se a ocorrência do “backdraft”.

2.3.5 “Flashover”: é uma queima rápida dos produtos da combustão no ambiente sinistrado ou num outro próximo, e durante o incêndio em um ambiente confinado, o calor é absorvido pelo teto da edificação e pelas partes mais altas das paredes e irradia-se para as partes mais baixas, aquecendo gradualmente os gases combustíveis que estão no ambiente, quando os combustíveis alcançam sua temperatura de ignição, o fogo toma conta de todo ambiente instantaneamente.

O “flashover” ocorre próximo ao final da fase inicial e início da fase de queima livre, onde a temperatura está por volta de 550° C a 800°C, a indicação de que no local poderá ocorrer um “flashover” não é clara e depende muito da experiência dos bombeiros que estiverem no local, mas sua ocorrência poderá ser prevenida pela ventilação vertical e pelo emprego de linhas de ataque devidamente coordenadas e controladas, e ainda com suporte da ventilação horizontal.

2.3.5.1 Tipos de “flashover”

1. **“Flashover” pobre** ou **"Lean “Flashover”"**: é a ignição dos fumos sob o teto, ocorrente quando a relação entre gases combustíveis e ar encontra-se ainda no limite inferior de inflamabilidade. É caracterizado pelo caminhar lento das chamas pela coluna de fumaça, em pequenas "línguas-de-fogo", atingindo o teto de forma intermitente, podendo atingir ou não a totalidade da extensão do teto.

2. **“Flashover” rico** ou **"Rich Flashover"**: é observado quando a ignição dos gases inflamáveis se der no momento em que a mistura gasosa encontrar-se próxima dos limites superiores de inflamabilidade. Esta ocorrência é comum nos compartimentos onde o fogo diminuiu sua intensidade por déficit de oxigênio, não se confundindo com o “backdraft”, pois ocorrem em fases diferentes do incêndio.

3. **“Flashover” atrasado** ou **"Delayed Flashover"**: ocorre quando a camada mais fria da fumaça entra em contato com a atmosfera externa do compartimento de origem. As consequências do “flashover” atrasado são imprevisíveis, e ocorrendo a ignição em condições ideais de mistura, o resultado pode ser uma explosão violenta dos gases.

4. **“Flashover” rico e quente** ou **"Hot Rich Flashover"**: ocorre quando a fumaça aquecida está enriquecida com gases inflamáveis, numa mistura acima do limite superior de inflamabilidade, bem como em temperatura acima da "temperatura de ignição". Ao deixar o compartimento do incêndio, a fumaça se dilui rapidamente, ocorrendo a ignição espontânea, podendo gerar inclusive retrocesso de chamas e consequências similares às do “flashover” rico.

2.4 Incompatibilidade de materiais armazenados em edificações

A compatibilidade entre materiais é quando dois ou mais materiais permanecem em contato indefinidamente sem reagirem, portanto, compatíveis. Entretanto, a incompatibilidade não significa necessariamente um risco. Por exemplo, os ácidos e bases (ambos corrosivos), reagem para formar sais (que podem ser ou não corrosivos) e água.

Caso os materiais não sejam compatíveis podem ocorrer reações químicas envolvendo desde um gás inerte até uma violenta explosão. Verifique a seguir alguns casos de misturas de materiais incompatíveis.

RISCO	EXEMPLO
Geração de calor	Ácido e água
Fogo	Sulfeto de hidrogênio e Hipoclorito de cálcio
Explosão	Ácido pícrico e hidróxido de sódio
Produção de gás tóxico ou vapor	Ácido sulfúrico e plástico
Produção de gás inflamável ou vapor	Ácido e metal
Formação de compostos sensíveis a choque ou fricção	Amoníaco e iodo
Polimerização violenta	Amoníaco e acrilonitrila
Reação violenta	Água e magnésio

Fonte: Apostila do curso de combate a incêndio em local confinado – 4º GB – 1998

Num incêndio a incompatibilidade de materiais pode ter sido a causa inicial ou, ainda, o que é mais comum, provocarem riscos adicionais ao pessoal que se encontra combatendo o sinistro.

3

Características das edificações e sua relação com o incêndio em local confinado

MCILC

CAPÍTULO 03 – CARACTERÍSTICAS DAS EDIFICAÇÕES E SUA RELAÇÃO COM O INCÊNDIO EM LOCAL CONFINADO

3.1 Natureza aleatória do incêndio

O desenvolvimento e a severidade de um incêndio dependem de um grande número de fatores. Nas situações práticas, os fatores que influenciam no desenvolvimento e na severidade de um incêndio estão mudando continuamente. Por isso, é praticamente impossível prever com certeza absoluta quando, onde e com que severidade um incêndio irá ocorrer. É conveniente tratar o incêndio como um fenômeno aleatório e procurar avaliar a probabilidade de ocorrência de suas conseqüências.

Todos os materiais de construção apresentam variações sensíveis de suas propriedades com a elevação de temperatura. A maioria dos materiais não estruturais se deteriora completamente sob o incêndio. Os materiais estruturais devem necessariamente apresentar maior resistência ao fogo que os materiais de acabamento.

A origem do foco do fogo é também resultante dos hábitos dos moradores e, como exemplo, tem-se o de acender velas nos dormitórios para cultos religiosos, entre outros.

Ressalta-se que a carga incêndio móvel das edificações e a carga incêndio estrutural são fatores determinantes da complexidade do incêndio e do grau de severidade do sinistro, pois resulta na inflamação generalizada em pouco tempo, gerando temperaturas elevadas que podem levar ao colapso parcial ou total da estrutura, vindo influir nas ações de busca, exploração e salvamento.

3.2 Risco de propagação

O risco de propagação do incêndio recebe interferência de todas as variáveis relativas à natureza do edifício. Os materiais de construção utilizados, especialmente os materiais de revestimento combustíveis, podem facilitar a propagação do incêndio, ignizarem-se quando do recebimento de fluxos de calor emitidos a partir do compartimento de origem do incêndio, tanto em outros setores da edificação, quanto em edificações adjacentes. A distribuição dos espaços internos e as aberturas de ventilação das edificações podem interferir no combate ao incêndio, facilitando ou dificultando a ação dos bombeiros, que chegam na edificação afetada com os objetivos primordiais de resgatar vítimas e restringir o incêndio ao compartimento de origem. A propagação do incêndio poderá ser maior de acordo com a área total da edificação ou a área de cada pavimento.

Um outro fator importante é o volume de materiais depositados na edificação, ou seja, a carga incêndio existente, sendo que quanto maior for a quantidade de materiais combustíveis contidos

na edificação, maior poderá ser a severidade do incêndio, aumentando em muito as chances de propagação no interior da edificação ou para edificações adjacentes.



Fig. 3-1 Volume de carga incêndio

Fonte: O autor

3.3 Comportamento dos elementos estruturais em incêndios de locais confinados

A duração total de um incêndio em uma edificação dependerá das características de cada local, ou seja, o potencial calorífico instalado, as condições de ventilação existentes e as condições para a exploração e combate ao sinistro.

O concreto perde totalmente as suas propriedades mecânicas de forma irreversível entre 600 e 700°C, devendo, portanto, essa faixa de temperatura ser considerada como crítica do material. Se muitas estruturas de concreto armado não sofrem danos e podem em geral ser recuperadas, isto se deve ao fato que o calor penetra lentamente no concreto de tal maneira que, dependendo da duração do incêndio, apenas uma camada externa sofre alterações irremediáveis.

A estabilidade ao fogo de um componente de estrutura de concreto armado deixa de ser assegurada quando, sob o efeito da elevação da temperatura, a sua resistência mecânica diminui até igualar os esforços aos quais está submetido. Consideradas as hipóteses de cálculo, a temperatura atingida neste instante é, por definição, denominada “temperatura crítica”.

Destaca-se que no concreto armado, por se tratar de material composto, considera-se a temperatura crítica do concreto entre 600°C e 700°C e a temperatura crítica do aço de 550°C. Portanto, o aço deve ser protegido, sendo que em qualquer caso é o elemento mais sensível ao calor.

A definição da resistência ao fogo é mais abrangente, pois além da resistência mecânica para os componentes que desempenham concomitantemente ou alternativamente funções estruturais e de vedação, inclui também a estanqueidade às chamas, a fumaça e o isolamento térmico.

A duração do tempo de resistência ao fogo de um elemento estrutural, medida pelos ensaios normalizados, constitui o critério básico de classificação das estruturas em relação a essa resistência. É claro, portanto, que a temperatura crítica é característica de um material, enquanto a resistência ao fogo é típica de um componente ou elemento no qual esse material é aplicado.

Nas lajes, a deformação excessiva também contribui substancialmente para o descascamento do revestimento do material. É oportuno lembrar que os choques térmicos provocados pelos jatos d'água utilizados no combate ao incêndio, também provocam o mesmo inconveniente.

O aço recupera suas propriedades com o resfriamento, embora possa sofrer certo grau de encruamento. O concreto perde água molecular e, em geral, sofre fissuração que leva à produção de lascas e à perda de integridade. Por outro lado, a aderência das armaduras não se recupera e o material necessita ser substituído. Após o incêndio, a inspeção visual nas estruturas metálicas é mais fácil do que nas estruturas de concreto, identificando-se facilmente os fenômenos de instabilidade ocorridos. As peças metálicas são, em geral, muito leves, o que, combinado à alta temperatura se aquecem muito mais rápido que as peças de concreto.

A elevação da temperatura do aço numa situação de incêndio é fortemente influenciada pela razão entre a área superficial exposta ao calor e a massa do perfil. Quanto maior for a área superficial exposta ao calor em relação à massa do perfil, mais rápida será a elevação da temperatura deste, pois o fluxo de calor penetrará por uma superfície relativamente grande para aquecer uma massa de aço relativamente pequena.

Portanto, é de suma importância que os bombeiros que atuam em incêndios em local confinado conheçam as diferenças entre fissura, trinca, rachadura e fenda:

3.3.1 Fissura: é uma abertura em forma de linha que aparece na superfície de qualquer material sólido, proveniente de ruptura sutil de parte de sua massa, com espessura de até 0,5 mm.



Fig. 3-2 Fissura

Fonte: O autor

3.3.2 Trinca: é uma abertura em forma de linha que aparece na superfície de qualquer material sólido, proveniente de evidente ruptura de parte de sua massa, com espessura de 0,5 até 1,0 mm.

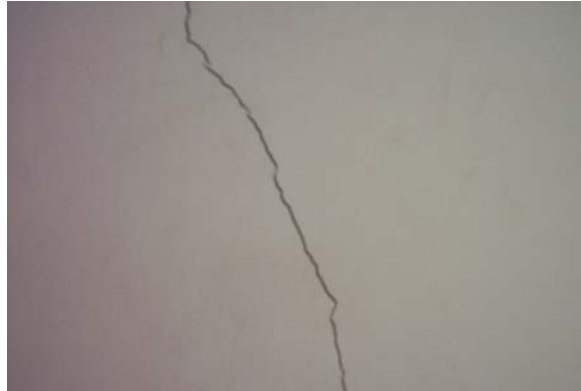


Fig. 3-3 Trinca

Fonte: O autor

3.3.3 Rachadura: é uma abertura expressiva que aparece na superfície de qualquer material sólido, proveniente de acentuada ruptura de sua massa, podendo-se ver através dela, cuja espessura varia de 1,0 até 1,5 mm.



Fig. 3-4 Rachadura

Fonte: O autor

3.3.4 Fenda: é uma abertura expressiva que aparece na superfície de qualquer material sólido, proveniente de acentuada ruptura de sua massa, causando sua divisão em partes separadas, com espessura superior a 1,5 mm.



Fig. 3-5 Fenda

Fonte: O autor

Tipo de abertura	Espessura da abertura
Fissura	até 0,5 mm
Trinca	de 0,5 mm até 1,0 mm
Rachadura	de 1,0 mm até 1,5 mm
Fenda	Superior a 1,5 mm

Fonte: Teodoro Rosso, Comportamento do Concreto ao Fogo. FAU/USP

3.4 Comportamento da Madeira como elemento estrutural

O fogo é um dos grandes inimigos dos materiais de construção, os quais apresentam reações diferentes a sua ação. Alguns reduzem a seção gradualmente (madeira), perdem a rigidez e a resistência (aço), outros se despedaçam quando expostos a elevada temperatura (concreto). Portanto, a combustibilidade, relacionada a madeira, não é o principal critério pelo qual o desempenho ao fogo de uma construção pode ser julgado, afinal, todos os materiais são prejudicados pela exposição ao fogo.

O conhecimento de que a madeira apresenta boa resistência quando submetida a condições de incêndio é antigo. Mas, apesar de ser um conhecimento comum a todos, não havia provas científicas que atentassem a isto. Por volta do século XX, mais precisamente a partir da década de 1950, os diferentes materiais (tais como o aço, concreto, madeira, entre outros) passaram a ser alvo de investigação na busca do melhor desempenho quando em exposição ao fogo, com base em princípios científicos. Isto resultou em vantagens à madeira, pois assim pôde se comprovar, graças as suas propriedades físicas e mecânicas, que ela apresenta um comportamento diferente dos demais materiais utilizados em construção, comportamento este que lhe é favorável.

Como sabemos, a madeira é um material combustível, diferente do aço e do concreto. Tal como os demais combustíveis sólidos, a madeira, em condições normais, não se queima diretamente: ela primeiro se decompõe em gases que, expostos ao calor, se convertem em chamas (figura 3-6) que, por sua vez, aquecem a madeira ainda não atingida e promovem a liberação de mais gases inflamáveis, alimentando a combustão tal qual um círculo vicioso.



Fig 3-6 Fogo em madeira

Fonte: PINTO, Edna Moura. Proteção contra incêndio para habitações em madeira. Dissertação de Mestrado: Escola de Engenharias de São Carlos, Departamento de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Carlos. Página 143. 2001.

Se observarmos bem, podemos perceber que as chamas ou labaredas de fogo queimam a certa distância da superfície da madeira. No entanto, peças robustas de madeira, quando expostas ao fogo, formam uma camada superficial de carvão, que age como uma espécie de isolante, impedindo a rápida saída de gases inflamáveis e a propagação de calor para o interior da seção, resultando tanto em um aquecimento quanto uma degradação do material a uma velocidade menor e, assim, colaborando favoravelmente para melhorar a capacidade de sustentação das cargas da edificação (figura 3-7), devido, em grande parte, a conservação das propriedades físicas da madeira mesmo após ter sido exposta a elevadas temperaturas, pois a alma da seção (ou seja, o que sustenta o elemento estrutural) se mantém fria a apenas uma pequena distância da zona queimada (figura 3-7).

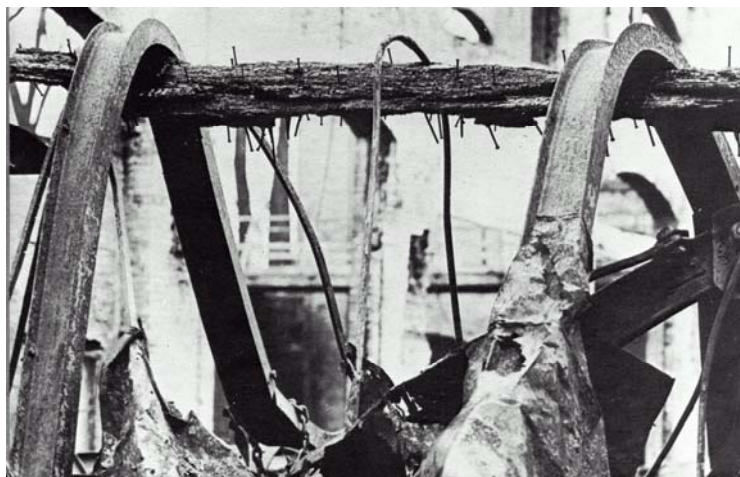


Fig. 3-7 Comportamento da madeira e estrutura de aço

Fonte: PINTO, Edna Moura, CALIL, C.. Estudo da Taxa de Carbonização da Madeira e sua Relação com a Resistência de Peças Estruturais

Na figura acima, nota-se que a estrutura em aço se deformou completamente, enquanto que a viga de madeira ainda sustenta sua carga mesmo após o contato com o fogo em altas temperaturas. É possível constatar que a madeira submetida a um severo incêndio teve sua seção reduzida, mas não a ponto de eliminar sua capacidade de suportar seu próprio peso e o peso extra das barras de aço, que entraram em colapso devido a temperatura a que foram expostas.

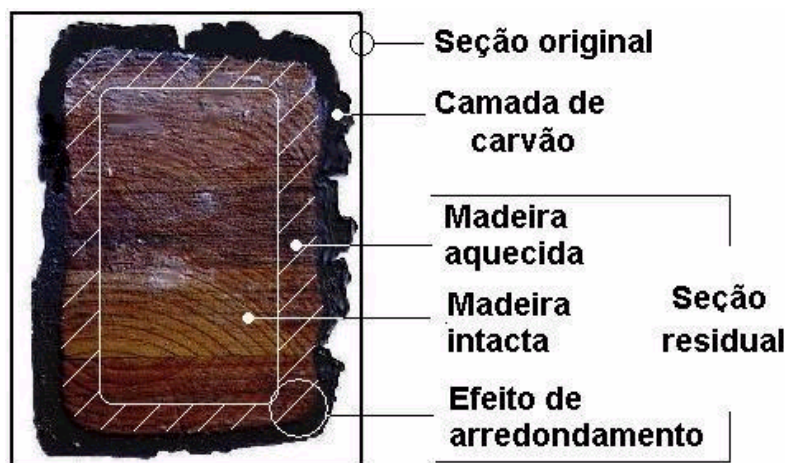


Fig 3-8 Seção de uma viga de madeira laminada colada, exposta ao fogo durante 30 minutos.

Fonte: PINTO, Edna Moura. Proteção contra incêndio para habitações em madeira

Por meio da figura 3.8, vemos as diferentes partes de uma viga de madeira, classificação importante para o estudo da resistência das estruturas de madeira. A temperatura entre a camada de

madeira carbonizada e a madeira aquecida está em torno dos 280° C. Também é importante notar que esta viga, mesmo após meia hora de exposição, ainda se mantém em bom estado de utilização, podendo ser reaproveitada após a verificação de sua capacidade de carregamento remanescente, bastando remover a superfície de carvão (por motivos estéticos).

Portanto, o tempo de queima da superfície externa pode ser medido dependendo da espécie de madeira:

- **Madeira macia:** A superfície queima na taxa de 0,8 mm por minuto
- **Madeira dura:** A superfície queima na taxa de 0,5 mm por minuto

Fazendo uso destes conhecimentos, podemos avaliar a segurança das estruturas afetadas por um incêndio e realizar a análise de situação, o tempo de resistência dos elementos estruturais de uma edificação, possibilitando, por exemplo, que as vítimas de um incêndio sejam retiradas em segurança e que o fogo seja combatido sem que a estrutura desabe e comprometa a segurança dos bombeiros ou danifique as edificações vizinhas.

3.5 Atuação do Corpo de Bombeiros e o colapso estrutural

Este fator é o mais preocupante quando a equipe de exploração executa sua missão no local sinistrado, visto que a estrutura da maioria das edificações residenciais não suporta as altas temperaturas e ação do calor, vindo a desabar em pouco tempo de exposição ao fogo, constituindo uma ameaça aos moradores e bombeiros.



Fig. 3-9 Colapso estrutural

Fonte: O Autor (Incêndio em Indústria)

No atendimento operacional de Bombeiros, em especial no Combate a Incêndios em Locais Confinados, é muito importante a avaliação das condições estruturais da edificação. No Brasil, à exceção de Habitações precárias como favelas, onde a madeira predomina como material construtivo e

estrutural, tem o concreto e o aço como os dois maiores grupos de materiais estruturais utilizados na construção civil.

Os últimos grandes incêndios ocorridos, entre eles o do World Trade Center (11 de setembro de 2001), reacenderam as questões de confronto entre a estabilidade de estruturas metálicas e de concreto. Para os bombeiros, importa saber avaliar as reais condições encontradas em cada uma delas ao fazermos a análise de situação, uma vez que ambientes confinados, regra geral, apresentam risco de vida em caso de queda de estruturas.



Fig. 3-10 Estrutura em risco

Fonte: O Autor (Incêndio em indústria)

Podemos afirmar, em primeiro plano, que as estruturas de concreto são mais resistentes que as estruturas de aço, se avaliadas isoladamente. Entretanto, produtos isolantes disponíveis no mercado oferecem proteção extra ao aço, mas em situação de incêndios estas condições devem ser avaliadas com certo critério: a má aplicação e outras circunstâncias decorrentes do uso diário podem comprometer o revestimento térmico de estruturas de aço, não alcançando assim a plenitude da proteção ofertada na instalação ou recomendada pelo fabricante do isolante.

Apesar das considerações feitas relativamente ao aço, podemos afirmar que qualquer estrutura está sujeita a colapso por ação do fogo, bastando para isso um dimensionamento inadequado de seus elementos, incluindo-se neste rol as estruturas de concreto.

Conforme já explanado, o concreto perde a sua resistência mecânica de forma irreversível entre 600 e 700° C, sendo que nestas temperaturas elevadas passamos a observar também a ocorrência de um fenômeno chamado de "spalling", que é o lascamento da superfície, ocasionado pela elevação da pressão da água no interior do concreto, que se vaporiza a 100° C. Este fenômeno provoca, algumas vezes, a exposição da armadura de aço à ação direta do calor e das chamas, desencadeando a diminuição abrupta de resistência de pilares ou vigas.

O aquecimento mais lento do concreto nas situações de fogo em locais confinados acaba por conferir a este elemento estrutural maior segurança em caso de incêndios, mas esta regra não pode ser tomada como absoluta, uma vez que outros materiais estruturais podem ser dimensionados e protegidos de forma a oferecerem maiores resistências.

Em incêndios em locais confinados é muito importante a pronta atuação e avaliação das condições estruturais, pois medidas adequadas de ventilação podem subtrair calor do ambiente significativamente, permitindo o controle da estabilidade estrutural por diminuição do processo degenerativo das propriedades físicas e químicas dos elementos construtivos e estruturais, sejam eles concreto ou aço.

Concreto e aço se comportam de forma diferente quando submetidos a incêndios. Enquanto o concreto tem diminuídas gradativamente as suas propriedades físicas e mecânicas quando exposto ao calor, em razão do seu lento aquecimento interior, o aço apresenta queda brusca de suas propriedades quando exposto a temperaturas maiores que 550° C, temperatura esta que é considerada como a “temperatura crítica do aço”.



Fig. 3-11 Comportamento do aço ao fogo

Fonte: O Autor (Incêndio em indústria)

Na análise da situação, é necessário que o bombeiro faça, relativamente à estabilidade estrutural, algumas perguntas a si mesmo:

1. Em que fase o incêndio se encontra (Inicial? Queima livre? Queima lenta?). Esta pergunta é importante na medida em que ajuda a identificar a temperatura do incêndio a que as estruturas estão sendo expostas.

2. Qual o material construtivo da estrutura (Madeira? Aço? Concreto?). Associar esta pergunta à temperatura do incêndio para analisar riscos imediatos.

3. A estrutura apresenta rachaduras significativas?

4. Há ruídos intensos ou tremores no interior da edificação?

5. A estrutura da edificação, ainda que não expostas diretamente ao calor, está emitindo estalidos?

6. Os elementos de cobertura ou lajes apresentam deformações intensas?

7. Pilares ou vigas estão deformados?

Na avaliação de cada sinal isoladamente, decorrente das questões 3 a 7, o bombeiro deverá ser criterioso, pois a situação ainda poderá permitir a intervenção operacional segura, adotando-se maiores cautelas. Entretanto, na medida em que dois ou mais fatores vão se associando positivamente, somando-se à avaliação de altas temperaturas no interior da edificação, eleva-se exponencialmente o risco de colapso, indicando a necessidade de imediata evacuação do local do incêndio.

Quando ocorrer o desabamento de parte da estrutura da edificação, e houver necessidade de se proceder a busca primária às vítimas, que ainda estejam retidas no interior, a equipe deve efetuar o devido escoramento progressivo até que todo o ambiente possa ser explorado com a devida segurança.

4

Atribuições da guarnição de combate a incêndio em local confinado

MCILC

CAPÍTULO 04 – ATRIBUIÇÕES DA GUARNIÇÃO DE COMBATE A INCÊNDIO EM LOCAL CONFINADO

4.1 Introdução

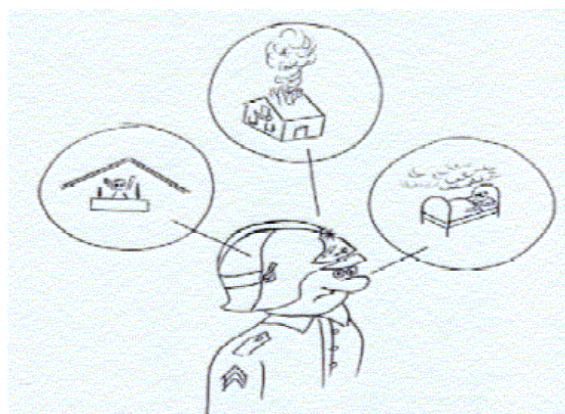
Todo serviço de salvamento ou de extinção de incêndio em local confinado é um trabalho da guarnição de prontidão. Geralmente é o comandante da guarnição de busca, salvamento e combate a incêndio em local confinado quem toma as primeiras decisões, e dessas decisões dependerá o êxito do serviço, pois na maioria das vezes não há condições para se proceder às mudanças antes da chegada de reforços. O comandante somente terá êxito na operação se estiver capacitado.

O comandante tem uma função muito especial e de grande responsabilidade, devendo possuir conhecimento, boa condição física, controle psicológico e emocional, com características e qualidades de um líder, necessárias a um trabalho arriscado, compreendendo coragem, autodomínio, capacidade e firmeza de decisão.

4.2 O comando no incêndio em local confinado.

Com a chegada da guarnição no incêndio em local confinado, começam os trabalhos de busca, salvamento e combate propriamente dito. As ordens não devem ser dadas ao acaso, mas sim, estabelecendo um plano para o desenvolvimento das operações em local confinado baseados nos SICER (Salvamento, Isolamento, Confinamento, Extinção e Rescaldo).

Fig. 4-1 Análise da situação



Fonte: Manual da escola de bombeiros do Estado de Baren. Wurttemberg. Alemanha, 1991

Somente então ele poderá trabalhar de modo planejado e dar as ordens correspondentes à ação a ser implementada, sendo que estes 04 (quatro) passos devem ser seguidos sistematicamente em todos os casos.

4.3 Guarnição

A guarnição é considerada como a menor unidade tática, combatendo sozinha a maioria dos incêndios.

4.4 Funções dos integrantes da guarnição

Os integrantes da guarnição que primeiro chegar ao incêndio em local confinado, deverão realizar procedimentos de busca, exploração, salvamento e combate, tomando-se por base a formação de uma guarnição composta por cinco bombeiros.

- Nº 1: Chefe da equipe 01;
- Nº 2: Segurança da equipe (“Stand by”);
- Nº 3: Auxiliar da equipe 01;
- Nº 4: Motorista , e
- Nº 5: Comandante da guarnição.

Obs.: O Comandante da guarnição, caso necessite penetrar no incêndio em local confinado, ingressará com o integrante nº 02.

4.4.1 Comandante da guarnição (Nº 5)

Ao chegar ao local o comandante da guarnição deve, de imediato, coletar dados como por exemplo: presença de pessoas no interior da edificação, idade, estado de saúde, tipos de materiais existentes, possíveis materiais inflamáveis estocados, etc. Atentar para que nesta coleta de dados não deixe de verificar as possíveis rotas de fuga, visando melhorar o desempenho da guarnição de busca e exploração, obtendo subsídios para a tomada das decisões necessárias.

Após os procedimentos básicos e realizando o devido tratamento e análise de todas as variáveis, devem-se levar em consideração os seguintes pontos:

- a) dimensão inicial do incêndio e potencial de propagação;
- b) comprometimento da parte estrutural da edificação;
- c) situações de salvamento (existência de vítimas);
- d) condições de uma ação ofensiva ou defensiva;
- e) pontos para abastecimento de água se necessário;
- f) exposição de edifícios vizinhos expostos à propagação;

- g) velocidade e direção do vento;
- h) Necessidade de apoio de outros órgãos, e
- i) Implantação do SICOE (Sistema de comando e operações em emergências).

O comandante analisa a situação e determina a ação da guarnição, estando pronto para modificar a tática definida, lembrando sempre que outro quadro deve estar planejado e pronto a ser executado.

O comandante não poderá ingressar ao local de incêndio como integrante da guarnição que executará a busca, exploração e salvamento, exceto numa situação emergencial envolvendo a equipe de exploração, sendo o responsável em definir quem irá compor a guarnição que ingressará na edificação bem como, de todas as ações efetivadas no local. Quando se identificar ou pressentir alguma causa superveniente de risco iminente no interior da edificação, que possa afetar a segurança da guarnição, deve-se interromper, de imediato, a ação exploratória.

O comandante utilizará técnicas para uma visualização global do quadro encontrado no local sinistrado, usando os princípios básicos de coleta de dados:

- a) VER – ato de visualizar o que está ocorrendo, atendo-se a pontos como fumaça em lufadas, chamas, pessoas em janelas, etc.
- b) SENTIR – ato de perceber pelo odor característico de alguns tipos de gases resultantes ou não da combustão, como o odor do gás de cozinha, amônia, etc.
- c) OUVIR – identificar gritos de socorro por parte das vítimas que possam encontrar-se enclausuradas e impedidas de fuga da edificação, ruídos de janela vibrando, etc.

4.4.2 Integrantes da guarnição de busca, exploração e salvamento em local confinado (Nº1 e Nº3).

Será constituída pelos auxiliares de nº 1 e nº 3, previamente definidos pelo comandante da guarnição, na fase de pré-emergência. A guarnição será liderada pelo mais antigo ou mais graduado nas suas funções e irá desenvolver os trabalhos de busca, exploração e salvamento de maneira sistemática e rápida, trabalhando sempre em dupla com alcance visual entre si e ligado por um cabo da vida ou umbilical do cinto de segurança.



Fig. 4-2 Integrantes da guarnição

Fonte: O autor

Ressalta-se a importância da guarnição agir com rapidez, realizando uma busca primária na tentativa de localizar vítimas, que possam estar solicitando por socorro ou que, pelas informações colhidas, tem-se a certeza de que pessoas estejam no interior da edificação em determinado local.

Caso a guarnição não obtenha êxito nesta fase na busca primária, os bombeiros devem iniciar o método de busca secundária conforme segue:

- a) a missão será de explorar o ambiente sinistrado passo a passo, ventilando-o de maneira correta e segura, não progredindo sem antes demarcá-lo convenientemente, evitando assim explorá-lo novamente;
- b) a equipe não deve avançar sem antes certificar-se de que as vias e rotas de escape estão desobstruídas;
- c) caso ocorra qualquer interrupção da comunicação com o comandante da equipe, deverá a equipe tentar restabelecê-la por todas as formas, em não obtendo êxito, retornará ao ponto de partida, e
- d) finalmente, a equipe deverá neutralizar, sinalizar e amenizar os riscos encontrados durante os trabalhos, visando à segurança própria e dos demais integrantes da guarnição. Para não haver perda de tempo na exploração, e na impossibilidade de eliminar riscos, sinalizá-los adequadamente no local e prosseguir na busca.

4.4.3 Integrantes da guarnição de proteção e combate (Nº2 e Nº5)

Esta guarnição será composta pelo auxiliar de nº 02 e o comandante da guarnição, devendo permanecer na situação de alerta (“stand by”), devidamente equipada com os mesmos equipamentos de proteção estipulados para a equipe de busca, exploração e salvamento, porém, sem a fixação da máscara na face do bombeiro.

Sua função será a de proporcionar a segurança e proteção da guarnição de busca, exploração e salvamento, sendo responsável pelo cabo da vida. Os meios de comunicação entre as equipes poderão ser feitos por vários sinais através do cabo, previamente convencionados, conforme se destaca abaixo:

- a) um toque – OK ou tudo bem;
- b) dois toques – avance ou dê mais cabo;
- c) três toques – continue o trabalho ou recolha cabo; e,
- d) quatro toques – estou em perigo (socorro) ou localizei a vítima.



Fig. 4-3 Guarnição de segurança em “stand by”

Fonte: O autor

4.4.4 Guarnição reduzida.

Devido à particularidade de alguns Postos de Bombeiros que possuem efetivo reduzido para o atendimento operacional, onde as guarnições de incêndio atuam com 03 (três) homens, as funções dos integrantes destas guarnições no combate a incêndio em local confinado deverão ser acumuladas, sendo que o comandante, além de suas funções específicas de comando, também deverá desenvolver as funções dos integrantes da guarnição de busca, exploração e salvamento, ou seja, o efetivo mínimo para o primeiro atendimento emergencial nestas condições será de 03 (três) bombeiros, ficando o motorista responsável pela operação da bomba de incêndio, pela comunicação e segurança da equipe.

5

Busca e salvamento em incêndio em local confinado

MCILC

Capítulo 05 - BUSCA E SALVAMENTO NO INCÊNDIO EM LOCAL CONFINADO

5.1 Introdução.

Não raras vezes, o Corpo de Bombeiros, no cumprimento da missão institucional de preservação da vida, do meio ambiente e do patrimônio, vê-se às voltas com salvamento de pessoas em ambientes inóspitos, havendo a necessidade do desenvolvimento de novas técnicas para ao atendimento operacional.

Dentre estes ambientes, destacamos aqui o local de incêndio, com suas características especiais de falta de oxigênio, excesso de calor, a barreira das chamas, enfim, todas as particularidades do fogo restritas a um ambiente sem ventilação adequada, o que chamam de local confinado.

5.2 Conduta operacional de atendimento

No atendimento operacional de incêndios em locais confinados, devido à especialidade da situação e riscos inerentes, deve-se observar com atenção o seguinte:

- Informações durante o deslocamento;
- Estacionamento da viatura;
- Verificação da direção do vento;
- Análise “in loco” da situação;
- Montagem do esquema tático;
- Procedimento de busca e o salvamento e,
- Colocação da vítima em segurança, à disposição da equipe de APH (Atendimento Pré-hospitalar).

5.3 Descrição dos procedimentos:

5.3.1 Informações durante o deslocamento

Durante o deslocamento, ainda em contato via rádio com o COBOM, o comandante da guarnição deve ter em mente a necessidade de se municiar com o máximo possível de informações sobre o local do sinistro. Em locais confinados com vítimas confirmadas, além das informações normais de atendimento, é importante ainda:

- a. tipo de edificação: térrea? elevada? alvenaria? madeira? residencial? comercial? industrial? tamanho aproximado da área afetada? qual o cômodo com fogo?
- b. em qual pavimento se encontra a vítima? em qual cômodo? qual a idade da vítima? possui restrições de locomoção? qual a cor das vestes da vítima?



Fig. 5-1 Coleta de informações

Fonte: O autor

5.3.2 Estacionamento da viatura:

No incêndio em local confinado, o estacionamento da viatura deverá seguir as orientações contidas no POP específico.

5.3.3. Direção do vento

A direção do vento é essencial na condução dos trabalhos de salvamento em combate a incêndio em local confinado. Isto durante as atividades de exploração, busca e salvamento de pessoas nestas circunstâncias, implica na realização de aberturas de passagem das equipes, com a conseqüente movimentação da massa de ar no interior da edificação, transportando calor e fumaça.



Fig. 5-2 Direção do vento - Fonte: O autor

5.3.4 Análise “in loco” da situação

A análise da situação é essencial antes de se determinar qualquer intervenção em ambientes com incêndios classificados como confinados, em especial quando se tem a notícia de vítimas no interior da edificação. Esta análise deve abordar, além dos elementos normais da intervenção operacional do CB, também:

- Movimentação dos gases no interior da edificação.

Esta movimentação deve ser acompanhada pelo comandante da equipe de exploração, que determinará as atividades de aberturas de janelas e portas na medida da progressão da equipe, sempre buscando a limpeza da atmosfera local, sem permitir, entretanto, que por aeração excessiva ou movimentação de ar em direção errada, as atividades de busca e salvamento sejam prejudicados, seja por queda de visibilidade ou por levar calor e fumaça para áreas não afetadas e com potencial de abrigar vítimas, ou que haja aumento expressivo de energia calorífica que implique na diminuição da possibilidade de sobrevivência de vítimas no interior da edificação.



Fig. 5-3 Direção e movimentação dos gases no interior da edificação

Fonte: O autor

- Estruturas que apresentam riscos de quedas

Em ambientes confinados, com a presença de fogo e calor, as estruturas podem ser comprometidas com maior facilidade, prejudicando o eventual escape emergencial da equipe de intervenção, com ou sem as vítimas.

- Materiais sob ação do fogo ou calor

Verificar se o fogo ou calor não está agindo sobre elementos que podem provocar explosão ambiental ou súbito agravamento do risco no local, comprometendo a possibilidade de sobrevivência da equipe de intervenção ou das vítimas.



Fig. 5-4 Materiais sob ação do fogo ou calor

Fonte: O autor

5.3.5 Montagem do esquema tático na busca e salvamento de vítimas

A missão da guarnição de exploração em primeiro plano, quando se deparar com incêndios em locais confinados, é o salvamento de vítimas do sinistro, retirando-as do local da intervenção em segurança, assim que possível. Para isto, os bombeiros deverão estar suficientemente equipados e treinados com as técnicas de combate a incêndios em locais confinados, tornando-se necessário a proteção das vítimas que serão retiradas do local, isto porque, em razão da especialidade deste socorro, nem sempre as chamas estarão extintas e a presença de calor e fumaça poderá provocar injúrias nas vítimas socorridas durante sua retirada dos ambientes sinistrados. Portanto, os bombeiros deverão proteger as vítimas contra ação do calor, da fumaça e dos gases, evitando, assim, possíveis lesões.



Fig. 5-5 Busca de vítimas

Fonte: O autor

Uma vez retirada do ambiente confinado, onde inalou fumaça e outros gases aquecidos, necessariamente as vítimas devem ser entregues em segurança às equipes de APH (Atendimento Pré-Hospitalar), para serem analisadas quanto aos efeitos fisiológicos do calor e da fumaça sobre os seus organismos

5.3.5.1 Equipamentos para busca e salvamento

O incêndio em local confinado, por sua especialidade, apresenta necessidade especial de proteção para o bombeiro e para eventuais vítimas, em face do rigor das condições adversas a que as guarnições são submetidas durante o atendimento emergencial. Assim, nestes atendimentos, preconiza-se o uso dos seguintes materiais/equipamentos para as guarnições de atendimento:



Fig. 5-6 Bombeiro equipado

Fonte: O autor

- Equipamentos da guarnição de exploração:

- a. EPI (equipamento de proteção individual) completo, incluindo balaclava e luvas de bombeiros;
- b. EPR (equipamento de proteção respiratória) pressão positiva, com saída para máscara carona;
- c. Lanterna;
- d. Machado;
- e. Bastão de exploração;

- f. Detector de concentração de O₂;
- g. Rádio Portátil, tipo HT;
- h. Cabo da vida;
- i. Corda espia;
- j. Mochila de salvamento em incêndios, contendo máscara de emergência tipo “carona” e roupa de proteção térmica.
- l. Giz de cera ou lápis de carpinteiro, para marcação de ambientes já vistoriados.

- Equipamentos da guarnição de combate a incêndios:

- a. Todos os equipamentos acima especificados, exceto os equipamentos constantes das letras “i” , “j” e “l”.
- b. Uma linha direta de mangueiras, de diâmetro 38 mm pressurizada, com esguicho regulável com abertura de manobra única tipo gatilho ou alavanca.

5.3.6 Procedimento de busca e salvamento

5.3.6.1 Abordagem da edificação

A edificação deverá ser abordada pela face que propicie a melhor entrada e saída emergencial de bombeiros, segundo os critérios da segurança e rapidez. Atentar para as condições de vento, uma vez que efetuada a abertura para entrada, os gases começarão a se movimentar no sentido da ventilação.

Nem sempre a melhor entrada é aquela pelo caminho mais curto ou pela frente da edificação. Entrar na edificação contra o sentido de ventilação significa caminhar por um ambiente gasado, aquecido, sem visibilidade. Assim, na medida do possível, procurar uma entrada a favor do vento (com o vento pelas costas), em caso de ventilação natural, ou no sentido da ventilação positiva, no caso do uso de ventiladores.

Antes de efetuar qualquer abertura, verificar a temperatura da porta e de seus componentes, bem como os sinais indicativos de iminência de “Backdraft”.



Fig. 5-7 Abordagem da edificação

Fonte: O autor

5.3.6.2 Manobras de ventilação

O incêndio em local confinado caracteriza-se pela temperatura elevada e visibilidade baixa, decorrente da deficiência da extração da fumaça e calor para o exterior da edificação.

Numa entrada em ambiente confinado, as equipes de busca ficam tentadas a efetuarem aberturas para remoção da fumaça e calor, melhorando o conforto térmico e visibilidade ambiental. Entretanto, com as aberturas de ventilação, teremos também aumentada a severidade do fogo, o que pode criar barreiras para a busca ou para a saída emergencial em razão do avivamento das chamas, ou o deslocamento de calor ou fumaça para os ambientes que estão servindo de refúgio para eventuais vítimas.

Num ambiente desconhecido, a guarnição que primeiro ingressar na edificação para busca e exploração, deverá fazê-lo com o mínimo de aberturas possíveis e somente após identificar os riscos, determinará a abertura de portas e/ou janelas para a extração de fumaça e calor. Somente no caso do ambiente estar em fase de queima livre insuportável é que poderemos determinar esta abertura, pois inexiste a possibilidade de exploração nestas condições e as condições de vida são quase nulas.

Uma vez explorado o ambiente e identificados os riscos, o comandante da exploração determina a abertura de porta e janelas, e somente autoriza a aplicação de água se puder ser feita sem a possibilidade de vapores aquecidos deslocarem-se para ambientes não explorados. Nunca se determina a ventilação, se desta manobra implicar a possibilidade de calor ou fumaça se deslocar para um ambiente ainda não explorado.



Fig. 5-8 Manobras de ventilação

Fonte: O autor

- Extração de fumaça por arrastamento

Chamamos extração de fumaça por arrastamento às manobras efetuadas com esguichos reguláveis junto às aberturas ou aquelas efetuadas com exaustores mecânicos.



Fig. 5-9 Extração da fumaça

Fonte: O autor

- Extração de fumaça por ventilação de pressão positiva.

É a ventilação realizada com a ajuda de ventiladores, a explosão ou hidráulicos, criando no interior da edificação um gradiente de pressão superior àquela decorrente da pressão atmosférica, ocasionando o direcionamento do fluxo dos gases internos da edificação para as aberturas tecnicamente efetuadas, facilitando os trabalhos de combate ao fogo e exploração ambiental.

Toda manobra de ventilação deve ser acompanhada pelo comandante da guarnição, pois a aplicação de ventiladores de forma inadequada pode acarretar o aumento das chamas e o direcionamento de fumaça e calor para áreas não atingidas, podendo atingir vítimas.

A ventilação de pressão positiva é uma das melhores formas de ventilação, pois pode ser aplicada independente da direção do vento, acarretando a melhoria da qualidade do ar no interior da área ventilada e a diminuição do calor do ambiente. Se mal efetuada, provoca o emulsionamento de fumaça no interior da edificação, prejudicando as atividades de busca e salvamento.



Fig. 5-10 Ventilação positiva

Fonte: O autor

- Extração natural de fumaça

É aquela alcançada pela simples abertura de portas ou janelas, aproveitando-se o fluxo natural do ar atmosférico, sendo dependente da direção do vento, mas podendo ser efetuada com sucesso se bem administrada. Entretanto, está sujeita as inversões térmicas, podendo acarretar problemas para as guarnições, tais como a perda de visibilidade, aumento do calor, etc.



Fig. 5-11 Ventilação Natural

Fonte: O autor

5.3.6.3 Posição de caminhamento no interior da edificação

Em razão do aquecimento provocado pelas chamas, têm-se dentro do ambiente duas (02) camadas distintas de ar, sendo a camada mais aquecida no alto, contendo calor e fumaça junto ao teto, e a menos aquecida na porção inferior do compartimento, com o ar em melhores condições para a respiração.



Fig. 5-12 Posição de caminhamento no interior da edificação

Fonte: O autor

Esta disposição da atmosfera interior por camadas pode impedir a entrada e visão das equipes de busca e salvamento, pois o deslocamento rápido em pé das equipes em ambientes com pé direito baixo ou com a linha de calor e fumaça baixa, provocará o emulsão da fumaça e do calor em todas as camadas da atmosfera no interior do compartimento.

Desta forma, verifica-se que a melhor posição de deslocamento nestes casos, em razão do conforto térmico e da visibilidade para as atividades de busca e salvamento, é, sem dúvida, a posição agachada, com a cabeça abaixo da linha da fumaça, deslocando-se cautelosamente evitando a diluição da fumaça em todo o ambiente, o que fatalmente prejudicará a visão e as atividades de salvamento.

Durante este caminhamento, as equipes ficarão tentadas a extinguirem os focos de incêndio encontrados no caminho. Isto pode consubstanciar-se em um erro tático fatal para os bombeiros e para as supostas vítimas, pois a expansão da água aplicada no interior do ambiente provocará, sem dúvidas, a diminuição abrupta da visibilidade e do conforto, pois as partículas de água seqüestrarão o calor e o vapor se expandirá por todos os cantos, embaçando máscaras e levando calor e outros aerodispersóides agregados em áreas onde as vítimas se encontram refugiadas.

5.3.6.4 Sentido da busca no interior dos compartimentos

Para se evitar “áreas de sombra” na busca de salvamento no interior de edificações, é necessário que as guarnições explorem o ambiente todo, inclusive dentro de armários, guarda-roupas, debaixo de pias, de camas, etc., considerando a reação instintiva das pessoas procurarem abrigos fechados, onde podem ter a falsa sensação de segurança em razão da clausura.

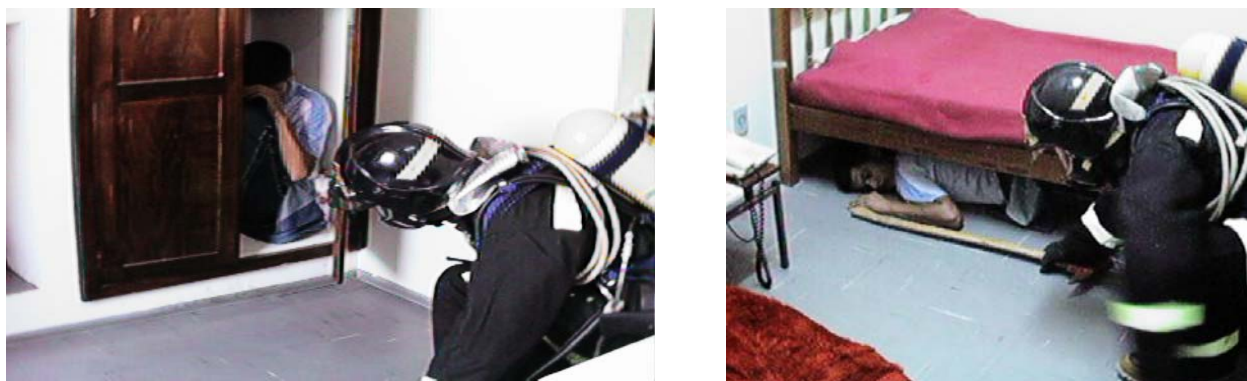


Fig. 5-13 Áreas de sombra

Fonte: FILHO, Jovelino Barbosa Lima. Busca. Exploração e Salvamento em Edificações Residenciais: Procedimentos Básicos. Monografia CAO-I/99.

5.3.6.5 Marcação das portas dos ambientes explorados

Em uma edificação com múltiplos compartimentos, é importante a marcação das portas ou paredes de entrada de cada compartimento, visando dar às equipes a exata noção se um ambiente não foi explorado, se foi iniciada a exploração, se a exploração daquele ambiente foi encerrada, se foram encontradas vítimas, se existem vítimas a serem removidas, etc. Isto porque é comum que em edificações complexas, alguns ambientes acabam por serem explorados diversas vezes, enquanto outros são preteridos, ocasionando mau emprego operacional das guarnições disponíveis.

Em combate a incêndios em locais confinados, empregamos como marcação um “X” na busca e salvamento de vítimas com vistas a dar para as guarnições subseqüentes, e ao final da intervenção, informações importantes sobre os trabalhos realizados. Inicialmente, quando a guarnição ingressar ao ambiente a ser explorado, deverá marcar com um traço na diagonal (/) a porta ou parede, sendo que, quando sair do ambiente já explorado, deverá fazer um outro traço (\), completando o “X”.



Fig. 5-14 Marcação das portas

Fonte: O autor

Ao ingressar num ambiente para exploração, a guarnição marca inicialmente a porta ou parede adjacente, no seu terço inferior, haja vista o acúmulo de fumaça no terço superior, dificultando a visualização. Assim, ao chegarem no local, outra guarnição de apoio operacional não perderá tempo com exploração de ambientes já explorados, partindo para a busca em locais que ainda não foram inspecionados. Além disso, permanecerá o registro nos compartimentos, para todos os efeitos, da guarnição inspecionou o local e o que encontrou dentro dele, para fins de pesquisa de sinistro e futura avaliação operacional.

5.3.6.6 Busca positiva – vítima encontrada.

Uma vez que a equipe de salvamento obteve sucesso na localização de vítimas no interior da edificação sinistrada, o próximo passo a ser adotado será a retirá-las da mesma em segurança da edificação para um local onde receberá assistência.

Para a retirada das vítimas, nem sempre a rota de entrada é o melhor caminho para o salvamento, pois muitas vezes encontra-se comprometida com fogo ou fumaça em excesso, ou porque o compartimento possui outra abertura (porta ou janela) que ofereça melhores condições de acesso para o exterior.



Fig. 5-15 Vítima encontrada

Fonte: FILHO, Jovelino Barbosa Lima. Busca. Exploração e Salvamento em Edificações Residenciais: Procedimentos Básicos. Monografia CAO-I/99.

Qualquer que seja a situação é importante que a vítima seja protegida da ação do calor e com a máscara carona, em especial se ela tiver que passar por ambientes ainda saturados com calor e fumaça, visando salvaguardar sua integridade física, e bem como evitar o agravamento das lesões já causadas pelo fogo, fumaça e calor do incêndio.

Decidir se fará a retirada de emergência ou se solicitará reforço para o transporte da vítima, sempre visando o bem estar da mesma e a preservação da vida. Se decidir pelo pedido de reforço, 01(um) bombeiro deverá permanecer ao lado da vítima até a chegada do apoio, uma vez que as condições ambientais poderão rapidamente se deteriorar em razão de circunstâncias adversas que poderão agravar o sinistro, obrigando a uma retirada de emergência. Nesta situação, a vítima deverá ser protegida contra ação do calor e da fumaça do incêndio, visando à salvaguarda de sua vida e da sua saúde o máximo possível.

6

Tática e técnica de combate a incêndio em local confinado

MCILC

CAPÍTULO 06 – TÁTICA E TÉCNICA DE COMBATE

INCÊNDIO EM LOCAL CONFINADO

6.1 Introdução

O objetivo principal do estudo da tática e técnica é proporcionar aos bombeiros noções gerais que os tornem capazes de solucionar os problemas com que se defrontarão no local dos incêndios. O sucesso ou o fracasso de uma operação depende da capacidade de avaliar a situação e formular o seu plano de atuação.

A concepção moderna de um combate a incêndio exige a grande soma de conhecimentos profissionais e habilidades para aplicá-los, não podendo esperar que estes conhecimentos e estas habilidades sejam adquiridos unicamente por meio da experiência. O acesso no local de incêndio ajuda no combate e permite técnicas de ventilação que são determinantes para o sucesso do combate ao fogo.

A técnica de extinção de incêndio é a utilização correta dos meios disponíveis para extinguir incêndios com maior segurança e com um mínimo de danos durante o combate. É por meio da técnica correta que se diminuem os danos, sendo que o tipo de ataque ao fogo é fundamental para a segurança da guarnição e controle do incêndio.

O estudo da tática é fundamental para o sucesso do combate a incêndio em local confinado, principalmente na avaliação da situação, na aplicação dos princípios táticos e do conhecimento das diversas fases do incêndio, que trataremos neste capítulo.

6.2 Fases táticas

6.2.1 Salvamento

No salvamento, a operação tem como finalidade principal retirar as pessoas do local sinistrado, tendo prioridade absoluta na análise das circunstâncias que envolvam o sinistro. Muitas vezes, haverá a necessidade de armar linhas de água, não para o combate ao fogo, mas para a proteção do bombeiro que vai ingressar ao local sinistrado e efetuar o salvamento. A linha de proteção somente entrará com a equipe de busca e exploração para apoio e proteção quando absolutamente necessário, por obstrução absoluta das rotas de escape ou por circunstâncias que, devidamente avaliadas,

pressupõem que as rotas de escape estarão obstruídas por fogo e calor quando do retorno da equipe de exploração. Ao utilizar a água no incêndio para desobstrução das rotas de exploração e escape, deveremos ter em mente que a quantidade a ser utilizada deverá ser a mínima possível para desobstrução, considerando que haverá grande produção de vapores e emulsionamento de fumaça e gases, o que poderá dificultar a localização das vítimas ou ainda levar calor por meio do vapor expandido até onde se encontrem eventuais vítimas.

O ideal é que a equipe de exploração, por questões de maneabilidade, ingresse ao local apenas com a linha da vida confeccionada de material não combustível, em razão da velocidade de exploração e considerando que as mangueiras de incêndio limitam o caminhamento dos bombeiros na edificação, em especial quando ocorrem mudanças de direção ou por fricção nos batentes de portas, quinas de móveis, etc. Encontrando fogo no caminho, deve a equipe de exploração, após criteriosa análise de situação, solicitar a intervenção da equipe de combate, que deverá movimentar-se na edificação guiada pela linha de vida (corda espia) da equipe de exploração. Efetuada a intervenção, a equipe de combate deve sair da edificação e permanecer em condições de pronta intervenção.

6.2.2 Isolamento

Nesta operação o bombeiro deverá ter em mente que o objetivo é impedir a propagação do fogo, calor e fumaça do ambiente atingido para ambientes adjacentes, seja durante a exploração ou durante as ações efetivas de combate a incêndios. Fechamento de portas, aberturas de janelas, retirada de material, etc., devem ser efetuadas de forma a diminuir a propagação do fogo e seus subprodutos para outros ambientes, evitando-se que a edificação fique comprometida em sua totalidade, aumentando as áreas de intervenções.

6.2.3 Confinamento

No confinamento, as operações a serem realizadas são semelhantes àquelas adotadas durante o isolamento, porém a finalidade é a de restringir o incêndio ao seu foco, devidamente identificado na atividade exploratória mediante análise de situação. Pequenos focos secundários e adjacentes ao foco principal podem ser, em circunstâncias especiais, extintos, restringindo-se ao máximo a área efetiva de concentração das ações de combate ao foco do incêndio, diminuindo os riscos de perdas humanas, de materiais e estruturais.

6.2.4 Extinção

Em ambientes confinados, o conhecimento das técnicas e táticas para o combate a incêndios são essenciais para o sucesso da operação. Na extinção destes incêndios, o bombeiro utilizará as técnicas de combate a incêndio mais adequadas a cada caso específico, visando:

- a. Diminuição de danos decorrentes de aplicação de água;
- b. Manutenção do balanço térmico no interior da edificação;
- c. Salvaguarda de vidas, inclusive dos bombeiros em operação;
- d. Diminuição de perdas materiais nos ambientes não atingidos pelo fogo.

Embora a água seja o elemento mais abundante na natureza, e por questões estratégicas seja o agente extintor mais abundante para o Corpo de Bombeiros, em ambientes absolutamente confinados, a severidade do foco do incêndio muitas vezes pode ser diminuída pela simples diminuição de aberturas, de forma controlada, empobrecendo-se o ambiente do comburente atmosférico disponível. Após esta diminuição da severidade do fogo, os bombeiros deixarão de sofrer os efeitos decorrentes da irradiação, conseguindo melhor conforto térmico para as ações subseqüentes.

A retirada do material, em ambientes confinados, é na prática uma modalidade pouco utilizável, considerando-se que nestes casos a movimentação de massas resulta no emulsionamento de fumaça, gases e calor no ambiente, ocasionando perda absoluta de visibilidade, inclusive nos pontos mais próximos ao solo. Em razão da temperatura ambiente alcançada em ambientes confinados, promover a retirada de material implica ainda em submeter as equipes de bombeiros a longos períodos de permanência sob ação de calor, resultando em efeitos fisiológicos indesejáveis.

6.2.5 Rescaldo

Nesta fase tática o bombeiro tem como missões:

- a. apagar pequenas chamas remanescentes;
- b. retirar do ambiente confinado materiais que estejam emitindo fumaça;
- c. quando as estruturas apresentarem riscos de queda, promover o escoramento delas;
- d. eliminar riscos físicos e orgânicos presentes no ambiente confinado.

Esta fase tem elevada importância para o sucesso das operações. Se não realizada corretamente, implicará no ressurgimento de chamas e provocará nova intervenção operacional com vistas à extinção de chamas nos ambientes confinados, com todas as suas implicações.

Observa-se nas equipes de bombeiros, em razão do desconforto e da desidratação que ocasionam, certa tendência de se retirar os equipamentos de proteção individual durante a realização

das operações desta fase tática, em especial o EPR (equipamento de proteção respiratória). Entretanto, observando-se a seqüência de procedimentos para o combate a incêndio em local confinado, verifica-se que até este momento, os riscos orgânicos ainda estão presentes no ambiente, dissolvidos nas águas de combate a incêndios, no vapor atmosférico ou na forma de fumaça, decompostos ou reagrupados em novos compostos pela ação do calor. É nesta fase que verificamos grandes probabilidades de as equipes sofrerem agressões orgânicas ocasionadas pelo contato térmico ou aspiração de elementos agressivos dispersos na atmosfera ambiente. Assim, é de vital importância que todas as ações de rescaldo sejam realizadas com as guarnições utilizando a proteção respiratória e demais EPIs, desde que haja risco para os bombeiros.

6.2.6 Ventilação tática

Na ventilação, o bombeiro deverá realizar as operações necessárias para substituir a atmosfera excessivamente quente e com gases perigosos, de ambientes confinados por ar fresco da atmosfera externa, adotando-se as precauções necessárias para evitar fenômenos secundários, como “backdraft” e aumento da severidade do incêndio.

A ventilação a ser implementada no incêndio em local confinado é a vertical e a horizontal, podendo ser aplicada de maneira natural ou forçada. A ventilação vertical é a mais usada, porque a tendência dos gases e fumaças é subir e acumular-se nas partes altas das edificações. Realizando aberturas nesses pontos, aproveitaremos a força ascendente dos gases para sua saída, havendo casos em que a fumaça e os gases quentes não alcançarão os pontos elevados da edificação, por causa de um obstáculo estrutural, como por exemplo, os forros e lajes. Nesta situação só pode ser usada a ventilação horizontal, abrindo-se janelas e portas, primeiramente do lado oposto àquele em que sopra o vento, e depois do lado do vento, permitindo a formação de uma corrente de ar, que limpa o recinto. Nesta fase, o cuidado especial que o bombeiro deve adotar é no sentido de não permitir que uma ventilação inadequada leve calor e fumaça para áreas não atingidas, prejudicando o escape dela e o surgimento de focos secundários pela convecção.



Fig. 6-1 Ventilação tática

Fonte: O autor

6.2.7 Proteção de Salvados

Na salvatagem, que ocorre em qualquer etapa do combate ao incêndio, o bombeiro realizará operações visando proteger os bens que não foram envolvidos no incêndio, diminuindo os danos causados pelo sinistro.

Na seleção de materiais para a proteção de salvados, o bombeiro deverá considerar as condições do ambiente confinado, tais como: a severidade do ambiente quanto às questões de temperatura, fumaça, irradiação, etc. Ex: usar uma lona plástica num ambiente confinado, durante a fase de queima livre suportável pode acarretar numa ação inócua ou provocar mais danos ainda no equipamento a ser protegido.

6.3 Entradas forçadas

Quando não houver abertura ou passagens no local de incêndio, o bombeiro deverá fazer uma entrada forçada que é o ato de ingressar em um recinto fechado, utilizando meios não convencionais, evitando ao máximo o arrombamento e causando o menor dano possível. Existem diferentes métodos de entradas forçadas que podem ser utilizados, cabendo ao bombeiro optar por aquele que causará menor dano, devendo ser observado o manual específico de técnicas de entradas forçadas. (MTB 20 – Entradas Forçadas).

6.4 Técnica de extinção de incêndio em local confinado

As técnicas de extinção são determinadas pelas peculiaridades de cada classe de incêndio e suas características, sendo que as linhas de ataque devem ser utilizadas prioritariamente no combate interno.

6.4.1 Ataque direto

O ataque direto é uma forma eficiente de combate ao fogo, devendo o bombeiro estar próximo ao foco do incêndio, utilizando jato contínuo ou chuveiro com abertura do esguicho regulável a 30° e pressão mínima de 80 PSI (Pounds Square Inches = libras por polegada ao quadrado), sempre concentrando o ataque para a base do fogo até a extinção, sendo que os jatos não devem ser empregados por muito tempo, sob pena de perturbar o balanço térmico.

O balanço térmico é o movimento dos gases aquecidos em direção ao teto e a expansão de vapor d'água em todas as áreas, após a aplicação dos jatos d'água. Se o jato for aplicado por muito tempo, o vapor começará a se condensar, causando a concentração de fumaça no plano mais baixo e, por sua vagarosa movimentação, haverá perda da visibilidade, ou seja, os gases aquecidos que deveriam ficar ao nível do teto tomarão lugar do ar fresco que deveria ficar ao nível do chão e vice-versa.

Para saber qual é a vazão necessária para combater um incêndio, usando o ataque direto, devemos multiplicar a área do incêndio por 15 litros de água e se saberá qual a vazão necessária para combater o incêndio com uma linha de ataque. Exemplo: uma sala em chamas de 4m x 4m terá um incêndio de 16 m², multiplicando-se por 15 l (litro) teremos 240 lpm (litros por minuto), que é a vazão necessária no esguicho para se combater este incêndio. Portanto, um esguicho de 38 mm terá a vazão de 360 lpm, logo, é o mais aconselhável para esta ocorrência.



Fig. 6-2 Ataque direto

Fonte: O autor

6.4.2 Ataque Indireto

É o ataque em que se faz a estabilização do ambiente, usando a propriedade de vaporização da água, sem entrar no ambiente. Deve ser executado quando o ambiente está confinado e com alta temperatura, com ou sem fogo, devendo atentar para a possibilidade de surgimento de uma explosão ambiental (“backdraft” ou “flashover”).

Este ataque não deve ser feito enquanto não houver certeza da retirada das vítimas do local, pois a grande geração de vapor poderia matá-las. Realiza-se dirigindo o jato d’água para o teto superaquecido, tendo como resultado a produção para cada litro de água de aproximadamente 1.700 litros de vapor, à pressão normal e temperatura superior a 100°C.

No ataque indireto,³ o esguicho será acionado por um período de 20 a 30 segundos, no máximo, não podendo haver excesso de água, o que causaria distúrbios no balanço térmico. Após o acionamento do esguicho, fecha-se a porta do ambiente sinistrado e aguarda por 20 segundos ou menos para que o vapor d’água possa extinguir o fogo por abafamento.

Para a execução do ataque indireto, o volume de água a ser empregada em um compartimento deve ser calculado levando-se em consideração a seguinte fórmula:

$$Q = 1,5 \times \text{volume do ambiente (m}^3\text{)}$$

Onde: Q = lpm (vazão)

Volume = área x altura

Exemplo: Um salão com largura de 10 m, comprimento de 24 m e altura de 3m, teremos:

$$\text{Área: } 10\text{m} \times 24 \text{ m} = 240 \text{ m}^2$$

$$\text{Volume: } 240 \text{ m}^2 \times 3\text{m} = 720\text{m}^3$$

Portanto, $Q = 1,5 \times 720 = 1.080 \text{ LPM}$ (Essa vazão deverá ser aplicada de 20 a 30 segundos).

OBS: Um esguicho regulável de 38 mm, com 80 psi de pressão, descarrega aproximadamente 360 lpm, logo, é necessária a utilização de 03 esguichos simultaneamente, por 30 segundos, procurando atingir todo o teto do compartimento ($1.080: 360 = 3$).

Após a aplicação da água, o bombeiro deverá aguardar a estabilização do ambiente, isto é, que as labaredas baixem e se reduzam a focos isolados. Isso poderá ser constatado por meio dos seguintes sinais:

- Não mais se vê a luminosidade das labaredas
- Não mais se ouve o som característico de materiais em combustão

O processo de estabilização do ambiente será muito rápido e o bombeiro perceberá os sinais logo após a aplicação da água. Depois de estabilizado o ambiente, o bombeiro deve entrar no local com o esguicho fechado e extinguir os focos remanescentes através de jatos intermitentes de pequena duração, dirigidos diretamente à base do fogo. Durante este procedimento o bombeiro deverá atentar para que o volume de água utilizado seja o menor possível, observando o fechamento lento do esguicho, com a finalidade de evitar o golpe de aríete.

Durante a aplicação da água por qualquer abertura da edificação, os bombeiros deverão manter-se fora da linha de abertura de portas e janelas, para se protegerem da expulsão de gases quentes e vapores que sairão através dessas aberturas.



Fig.6-3 Ataque indireto

Fonte: O autor

Antes de entrar, a guarnição deve certificar-se de que o ambiente encontra-se estabilizado, e atentar para não aumentar os prejuízos causados pelo fogo com uso abusivo de água.

6.4.3 Ataque combinado

Quando o bombeiro se depara com um incêndio em local confinado, sem risco de explosão ambiental, mas com superaquecimento do ambiente, usa-se o ataque combinado. No ataque combinado utilizá-se a técnica de geração de vapor combinada com ataque direto à base dos materiais em chamas, devendo o esguicho regulável trabalhar com uma abertura de 30° a 60° graus, movimentando-o de forma a descrever um círculo, no sentido horário, atingindo o teto, a parede, o piso, a parede oposta e novamente o teto.

No ataque combinado, os bombeiros devem ficar abaixados fora do ambiente do fogo e, quando não houver mais geração de vapor, deverão ingressar ao ambiente, e utilizando o ataque direto para extinção dos focos remanescentes, sendo que o bombeiro deverá lembrar-se que nunca se aplica água na fumaça, pois este procedimento não extingue o incêndio e somente causa danos na edificação, distúrbio no balanço térmico, desperdício de água e perda de tempo.

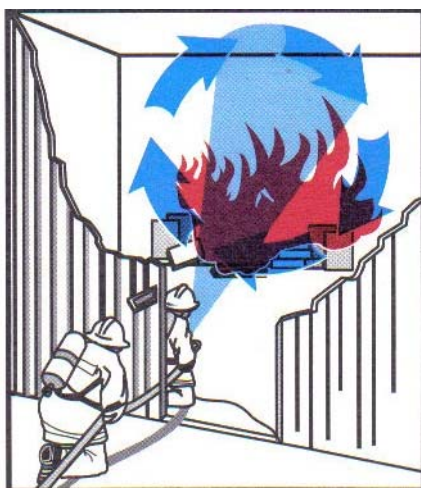


Fig. 6-4 Ataque combinado

Fonte: International Fire Service Training Association (IFSTA). Fire Stream Practices. Seventh Edition. Oklahoma State University, 1989.

6.4.4 Seleção de Linhas e Jatos

A técnica de aplicação de água somente será bem sucedida se a forma e a quantidade utilizada forem suficientes e adequadas. Para isso, a seleção de linhas e jatos dependerá do volume de água disponível necessário para extinção, do alcance do jato, do volume da edificação sinistrada e da carga incêndio, além do número de pessoas disponíveis para manobrar as linhas e da tática e técnica a ser empregada.



Fig. 6-5 Seleção de jato

Fonte: O autor

Obviamente, seria errado escolher uma linha direta de 38 mm, ou ainda, o mangotinho para combater um incêndio numa grande ocupação, totalmente envolvida pelo fogo, pois o ataque não teria a eficiência necessária para a extinção do incêndio. Também é incorreto combater um incêndio em um

dormitório de uma residência uni familiar, com uma linha de 63 mm descarregando 940 litros por minuto, ou ainda, armar essa mesma linha não havendo reserva de incêndio.

Na seleção de linhas e jatos a serem empregados, as equipes deverão observar a taxa de aplicação de água recomendada pelo esquema tático assumido no combate às chamas, considerando os fatores exemplificados no item 6.4.

6.5 O consumo de ar

Em atividades de combate a incêndios em locais confinados, a quantidade de oxigênio requerida pelo corpo humano se eleva em razão de inúmeros fatores:

- a. O sobrepeso ocasionado pelo próprio EPI (equipamento de proteção individual) e EPR (equipamento de proteção respiratória);
- b. O desconhecimento do local a ser acessado, acentuando a tensão do bombeiro;
- c. As temperaturas ambientais elevadas agindo no sistema fisiológico;
- d. A dificuldade de visibilidade no interior da edificação em chamas;
- e. A possibilidade de eventuais vítimas a serem localizadas ou resgatadas;
- f. O risco iminente a integridade física do bombeiro;
- g. A possibilidade de efeitos secundários do incêndio (“flashover” e “backdraft”);e
- h. Efeito psicológicos e outros.

Nestas situações extremas encontradas, no combate a incêndio em local confinado, verificou-se na prática que o consumo de oxigênio quase sempre ultrapassa os limites do trabalho pesado, em razão do agravamento e somatória dos riscos e condições psicológicas e ambientais. Portanto:

Fórmula do consumo de ar:

$$C = \frac{P \times V}{T} \quad \text{ou} \quad T = \frac{P \times V}{C}$$

C = Consumo (lpm)

P = Pressão (psi/bar)

T = Tempo (min)

Exemplo: um cilindro de 200 bar, com volume de 07 L (litros), supondo consumo individual do bombeiro de 100 lpm e aplicando a fórmula acima, teremos:

$$T = 200 \times 7 / 100$$

T = 14 min de autonomia de ar

6.5.1 Teste para o cálculo do consumo individual

Para atuar em atividades de combate a incêndio em local confinado é necessário que o bombeiro saiba, além dos fundamentos técnicos e táticos específicos do combate, a exata medida do seu consumo individual para utilização de EPR (equipamento de proteção respiratória). Portanto, para obtenção do coeficiente individual de consumo, utilizamos os seguintes procedimentos:

- a. Equipa-se o bombeiro com o EPI (equipamento de proteção individual) e EPR (equipamento de proteção respiratória), completos, sem conectar a válvula de demanda na máscara facial;
- b. Anota-se na planilha de cálculo de consumo o volume (em litros) do cilindro, bem como a pressão (em BAR ou LIBRAS) inicial de trabalho;
- c. Partindo da situação de repouso, em esteira elétrica nivelada, eleva-se a velocidade até 04 km/h, caminhando o bombeiro equipado nesta velocidade por 02 minutos;
- d. Conecta-se a válvula de demanda na máscara facial e eleva-se a velocidade da esteira até 07 km/h, permanecendo em trote leve por 05 minutos;
- e. Desconecta-se a válvula de demanda e fecha-se o registro do cilindro, sem deixar dar vazamentos expressivos, e baixando a velocidade da esteira para 02 km/h, permanecendo o bombeiro caminhando nesta velocidade por 02 minutos, para fins de recuperação fisiológica;
- f. Lança-se a pressão final do cilindro na planilha de cálculo;
- g. Aplica-se a fórmula: C = Consumo

$C = [(\text{pressão inicial} - \text{pressão final}) \times \text{volume do cilindro}] / \text{tempo}$

$C = (X) \text{ l/m.}$

Este valor “X” obtido é o valor de consumo individual em situação de trabalho em local confinado, e deve ser atualizado a cada 06 (seis) meses, no mínimo, ou sempre que o bombeiro sofrer alguma alteração orgânica importante, como ganho expressivo de peso, acidente, afastamento de atividades físicas, etc. O bombeiro deverá ter este valor sempre guardado na memória ou anotado em local de fácil acesso no EPI (equipamento de proteção

individual), de forma a fornecê-lo para o Cmt da operação sempre antes de entrar num incêndio em local confinado.

De posse do consumo de cada elemento da equipe, o Cmt da operação deverá manter sempre o controle do tempo de intervenção disponível de cada integrante da guarnição, de modo que deixem o local confinado ao soar do alarme do cilindro, regra geral calibrado para soar quando o cilindro atinge 50 BAR.

Conclusão

MCILC

CONCLUSÃO

Este Manual Técnico de Bombeiro buscou na abordagem dos assuntos proporcionar condições para que os bombeiros atuem com segurança em um incêndio em local confinado, pois a responsabilidade dos bombeiros perante qualquer sinistro é grande e envolve diversos fatores, dentre eles o bem maior que é a vida humana. Os bombeiros devem estar em condições de tomar a melhor decisão para o momento, objetivando proteger a vida, o meio ambiente e o patrimônio.

Não podemos deixar de mencionar que o trabalho de combate a incêndios em local confinado exige muito da resistência e capacidade física, e um grande controle emocional, proporcionando uma situação onde estaremos alterando o metabolismo do nosso corpo, ocasionando aumento da frequência respiratória, conseqüentemente aumento dos batimentos cardíacos, gerando uma desidratação acentuada.

O estudo da problemática dos incêndios, em locais confinados e a atuação do bombeiro trabalhando em equipe, foram os pontos principais abordados neste manual, onde se procurou consolidar a melhor técnica para o cumprimento das missões de bombeiros e objetivou-se o aperfeiçoamento dos oficiais e praças do Corpo de Bombeiros, buscando sempre a melhoria da prestação de serviços à comunidade.

Bibliografia

MCILC

Bibliografia:

- GUYTON, Arthur C.. Fisiologia Básica. 2ª ed. Mississipi. Editora Interamericana, 1978.
- Manual do comandante do Socorro. 1ª edição. 8º Grupamento de Incêndio, 1976.
- GOUVEIA, Antonio Maria Claret. Segurança Contra Incêndio de Edificação Estruturadas em Aço. Universidade Federal de Ouro Preto – MG.
- BERTO, Antonio Fernando. Abordagem do Sistema de Segurança Contra Incêndio.
- BERTO, Antonio Fernando. Características Básicas do Incêndio.
- Boletim Técnico nº 06/2004 da FITESA.
- ROSSO, Teodoro. Comportamento do Concreto ao Fogo. FAU/USP.
- Boletim Informático – CEIB. Ano VI. nº 2. Vistoria Técnica Operacional não Emergencial em Edificações. Fevereiro de 2000
- Manual de Fundamentos de Bombeiros. Comportamento do Fogo. Volume 01. 1ª ed.. CB – São Paulo, 1996.
- Manual de Fundamentos de Bombeiros. Ventilação. Volume 12. 1º ed. CB - São Paulo, 1996.
- Apostila do Estágio de Combate a Incêndio em Local Confinado 9º GB, 2001.
- Apostila de Tática e Técnica de Combate a Incêndios. Volume I. Curso de Especialização de Bombeiro. Companhia Escola de Bombeiros.
- Apostilas do curso de combate a incêndio em local confinado. 4ºGB, 1998.
- International Fire Service Training Association (IFSTA). Fire Stream Practices. Seventh Edition. Oklahoma State University, 1989.
- International Fire Service Training Association (IFSTA). Essentials Of Fire Fighting. Third Edition. Oklahoma State University, 1992.
- BRUNACINI, Alan V.. Fire Command. NFPA. First Edition, 1985.
- RICHMAN, Harold. Engine Company Fireground Operations. NFPA. Second Edition.

- FILHO, Jovelino Barbosa Lima. Busca. Exploração e Salvamento em Edificações Residenciais: Procedimentos Básicos. Monografia (Curso de Aperfeiçoamento de Oficiais – CAO-I/99) – Centro de Aperfeiçoamento e Estudos Superiores. Polícia Militar do Estado de São Paulo, 1999.
- PINTO, Edna Moura. Proteção contra incêndio para habitações em madeira. Escola de Engenharia de São Carlos. Departamento de Arquitetura e Urbanismo - Universidade de São Paulo, São Carlos, 2001.
- NOB (Norma Operacional de Bombeiro) - 13. Segurança no Serviço, 2005.

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

