Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal

Manual básico de combate a incêndio

Módulo 1
- Comportamento do fogo -

2° edição

2009

Manual básico de combate a incêndio do Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal

Aprovado pela portaria n° 30, de 10 de novembro de 2006 e publicado no Boletim Geral n° 216, de 16 de novembro de 2006.

Comissão de Elaboração
TEN-CEL QOBM/Comb. RICARDO V. TÁVORA G. DE CARVALHO, mat. 00188-0
CAP QOBM/Comb. LUCIANO MAXIMIANO DA ROSA, mat. 00322-0;
CAP QOBM/Comb. MARCELO GOMES DA SILVA, mat. 00341-7;
CAP QOBM/Compl. FÁBIO CAMPOS DE BARROS, mat. 00469-3;
CAP QOBM/Compl. GEORGE CAJATY BARBOSA BRAGA, mat. 00477-4;
CAP QOBM/Comb. ALAN ALEXANDRE ARAÚJO, mat. 00354-9;
CAP QOBM/Comb. HELEN RAMALHO DE O. LANDIM, mat. 00414-6;
CAP QOBM/Comb. DEUSDETE VIEIRA DE SOUZA JÚNIOR, mat. 00404-9;
1o TEN QOBM/Comb. VANESSA SIGNALE L. MALAQUIAS, mat. 09526-6;
1o TEN QOBM/Comb. ANDRÉ TELLES CAMPOS, mat. 00532-0;
1o TEN QOBM/Comb. SINFRÔNIO LOPES PEREIRA, mat. 00570-3;
1o TEN QOBM/Comb. MARCOS QUINCOSES SPOTORNO, mat. 00565-7;
2o TEN QOBM/Comb. KARLA MARINA GOMES PEREIRA, mat. 00583-5;
2o TEN QOBM/Comb. RISSEL F. C. CARDOCH VALDEZ, mat. 00589-4;
2o TEN QOBM/Comb. MARCELO DANTAS RAMALHO, mat. 00619-X;
2o TEN KARLA REGINA BARCELLOS ALVES, mat. 00673-4;
1o SGT BM GILVAN BARBOSA RIBEIRO, mat. 04103-3;
2o SGT BM EURÍPEDES JOSÉ SILVA, mat. 04098-3;
3o SGT BM JOAQUIM PEREIRA LISBOA NETO, mat. 06162-X;
3o SGT BM HELDER DE FARIAS SALAZAR, mat. 07265-6.

Comissão de Revisão
TEN-CEL QOBM/Comb. WATERLOO C. MEIRELES FILHO, mat.00186-4;
MAJ QOBM/Comb. MÁRCIO BORGES PEREIRA, mat. 00249-6;
CAP QOBM/Comb. ALEXANDRE PINHO DE ANDRADE, mat. 00383-2;
1o TEN QOBM/Compl. FÁTIMA VALÉRIA F. FERREIRA, mat. 00597-5;
2o TEN QOBM/Comb. LÚCIO KLEBER B. DE ANDRADE, mat. 00584-3.

Revisão Ortográfica
SBM QBMG-1 SOLANGE DE CARVALHO LUSTOSA, mat. 06509-9.

Brasília-DF, 10 de novembro de 2006.

SOSSÍGENES DE OLIVEIRA FILHO — Coronel QOBM/Comb.
Comandante-Geral do Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal

2009 – Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal

Qualquer parte desta publicação pode ser reproduzida, desde que citada a fonte.

Disponível também em CD-ROM.

Apresentação da 2ª edição.

Quando o Manual básico de combate a incêndio foi criado, em 2006, tinha por objetivo nortear a conduta do bombeiro do Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal nas ações de combate a incêndio urbano, atentando para os princípios basilares da segurança e da efetividade do socorro prestado.

Várias obras subsidiaram o processo de construção do conteúdo apresentado, com o intuito de fornecer o maior número possível de informações sobre as ações técnicas e táticas de combate a incêndio e sobre a experiência de outros corpos de bombeiros frente a um inimigo comum.

Nesta segunda edição, a comissão teve a oportunidade de rever os conceitos aplicados, por meio da consulta a novas literaturas, bem como aprimorar o conteúdo já existente, com base na experiência da instrução diária e nas adaptações que toda profissão requer para evoluir.

Neste contexto, não se poderia deixar de agradecer aos profissionais que, direta ou indiretamente, contribuíram para que a presente obra fosse atualizada.

Com a dedicação que lhes é peculiar, alguns militares contribuíram para esta revisão, tendo sido designados ou não para tal. Movidos pelo amor à profissão, estes militares engrandecem o nome da instituição e inspiram seus colegas.

A comissão agradece especialmente ao Coronel QOBM/Comb RRm Ivan Feregueti Góes que, mesmo em seu merecido descanso, não poupou esforços para contribuir, com sua experiência profissional e de ensino, a toda a obra aqui apresentada e de modo especial à parte tática do manual.

O presente manual será revisado sempre que necessário ao bom desempenho do bombeiro em sua missão “vidas alheias e riquezas salvar”.

Sumário

Introdução 1

1. Conceituação básica 5

2. Combustão 9

2.1. Elementos do fogo 11

2.2. Classificação da combustão 29

2.2.1 Quanto à liberação de produtos 30

2.2.2 Quanto à velocidade da combustão 32

2.2.3 Combustão espontânea 37

2.3. O estudo da vela 38

2.4. Explosão 47

3. Transferência de calor 60

3.1. Condução 66

3.2. Convecção 74

3.3. Radiação térmica 83

4. Processos de extinção do fogo 87

4.1. Processos de extinção do fogo 87

4.1.1 Retirada de material 87

4.1.2 Resfriamento 90

4.1.3 Abafamento 91

4.1.4 Quebra da reação em cadeia 92

4.2. Principais agentes extintores 92

4.2.1 Água 93

4.2.2 Pó para extinção de incêndio 98

4.2.3 Espuma 99

4.2.4 Gás carbônico 101

4.3. Classes de incêndio 103

4.3.1 Classe A 104

4.3.2 Classe B 105

4.3.3 Classe C 106

4.3.4 Classe D 109

4.3.5 Observações 112

5. Dinâmica do incêndio 114

5.1. Fases do incêndio 114

5.2. Carga de incêndio 121

5.3. Fumaça 123

5.4. A influência dos elementos construtivos na dinâmica dos incêndios. 126

5.4.1 Piso falso 127

5.4.2 Teto falso 128

5.4.3 Fachadas de vidro 132

5.4.4 Gesso acartonado 136

5.4.5 Dutos 136

6. Comportamentos extremos do fogo 140

6.1. Generalização do incêndio (Flashover) 143

6.2. Explosão da fumaça - Backdraft ou backdraught 147

6.3. Ignição da fumaça 155

6.4. Síntese dos fenômenos de explosão da fumaça e generalização do incêndio 157

6.5. Diferenças entre os comportamentos extremos do fogo 159

Bibliografia 161

Introdução

Esta primeira parte do manual, denominada Módulo 1, se destina a apresentar o comportamento do incêndio, mediante a compreensão do seu principal elemento, o fogo, com seus componentes, e o processo desencadeante da combustão.

Primeiramente, são evidenciados os conceitos de fogo e incêndio, no intuito de que os bombeiros os diferenciem na missão-fim.

No estudo da combustão, são abordados os conceitos de matéria, pirólise e energia de ativação, que têm fundamental importância para que a reação venha a ocorrer, influenciando diretamente os incêndios. Conforme a quantidade de energia liberada, a combustão será classificada como viva (que é o caso das chamas propriamente ditas) ou lenta (que é o caso das incandescências ou brasas). A combustão será classificada como completa ou incompleta quanto à combinação dos seus elementos químicos. Será apresentada, também, a combustão espontânea, de ocorrência rara, porém muito importante.

O estudo da vela, experiência sugerida pelo cientista Faraday no século dezenove, é apresentado como meio facilitador para se compreender o estudo do fogo, no qual as chamas são classificadas como difusas ou pré-misturadas e uma forma de calcular a altura e a intensidade das chamas conforme o material combustível em queima. No mesmo estudo, a fumaça é caracterizada segundo sua cor – branca ou escura – conforme os efeitos que produz em um incêndio.

Mais adiante são explicitados os tipos de explosão ligados à ocorrência de incêndios, incluindo-se a explosão de gases presentes na fumaça (fenômeno conhecido como *backdraft*) e o B.L.E.V.E. (*Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion*), que é uma explosão de recipiente decorrente da expansão do vapor causada pela ebulição do líquido

armazenado internamente, como o caso de caminhão tanque. Nesse assunto, é enfatizado que pode haver explosões tanto pela mistura ar/gás quanto pela mistura ar/poeira, exigindo-se dos bombeiros cuidados essenciais na abordagem de silos e similares.

Para compreensão da propagação dos incêndios, são abordados os conceitos de energia, calor e temperatura, bem como das formas de transferência de calor, condução, convecção e radiação térmica.

A dinâmica do incêndio mostra como os incêndios se comportam conforme suas fases – inicial, crescente, totalmente desenvolvida e final – e a influência de elementos como a carga de incêndio, a fumaça e os aspectos construtivos da edificação nesse processo, com o objetivo de que os bombeiros saibam reconhecer e utilizar essas informações a favor das ações de prevenção e combate aos incêndios.

Por fim, são apresentados os comportamentos extremos do fogo, também conhecidos como incêndios de propagação rápida, distribuídos em três grandes fenômenos: ***flashover***, que é a generalização do incêndio; o ***backdraft***, que é a explosão da fumaça; e a **ignição da fumaça**, que ocorre quando a fumaça encontra uma fonte de calor suficiente para deflagrá-la.

A abordagem desses assuntos visa ao aprendizado por parte dos bombeiros dos conceitos, características e riscos que decorrem desses fenômenos, a fim de que não venham a ser surpreendidos com a ocorrência de um comportamento extremo capaz de ferir e até matar quem estiver envolvido nas ações de salvamento e de combate aos incêndios estruturais.

A informação é uma das maiores aliadas do bombeiro no momento de atuar num sinistro, por isso, desde a década de 80, alguns

corpos de bombeiros europeus vêm desenvolvendo estudos para minimizar os riscos e os danos causados por esses fenômenos conhecidos como incêndios de propagação rápida. Tal preocupação decorre de diversas lesões e perdas humanas, de bombeiros em combate ou de civis, causadas por este tipo de incêndio. Segundo relatos, muitos danos aconteceram como conseqüência da abordagem incorreta por parte dos combatentes que, por desconhecimento, negligenciaram a própria segurança, não utilizando as técnicas adequadas a cada tipo de fenômeno. Em conseqüência, foram surpreendidos por situações que fugiram ao controle, sofrendo, por vezes, danos irreversíveis.

Com este manual básico, o Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal tem por objetivo ensinar aos bombeiros como lidar com os comportamentos extremos do fogo de forma eficiente na preservação do patrimônio e, principalmente, da vida e da integridade das guarnições e das vítimas na ocorrência de um incêndio.

1. Conceituação básica

Para se compreender como um incêndio se processa, é necessário entender, em primeiro lugar, como o fogo ocorre, uma vez que todo incêndio está relacionado à presença de fogo.

Muitas vezes, na linguagem típica de bombeiros, há referências a incêndio, sinistro, fogo, combustão, queima e chamas de uma forma generalizada, como se todos esses elementos tivessem uma conceituação parecida ou igual. É verdade que todos eles fazem parte da rotina da missão dos corpos de bombeiros e alguns deles são até sinônimos, mas não são a mesma coisa e isso precisa estar claro.

Primeiramente, há que se lembrar que incêndio e fogo são conceitos bem distintos.

O fogo é utilizado pelo ser humano há milhares de anos que, ao longo do tempo, o incorporou à sua vida como algo necessário para o dia-a-dia, em ações como aquecimento de alimentos e do ambiente, industrialização de equipamentos, objetos e metais e outras utilizações não menos importantes, não sendo possível à humanidade disponibilizar todas as facilidades atualmente existentes se o fogo deixasse de existir.

Figura 1 – Fogo

Já ***incêndio*** é o fogo que foge ao controle do homem, queimando tudo aquilo que a ele não é destinado queimar; capaz de produzir danos ao patrimônio e à vida por ação das chamas, do calor e da fumaça.

O incêndio retratado ao lado causou a perda total do estabelecimento e de dois veículos estacionados em seu interior e quase a perda de uma vida humana.

Figura 2 - Incêndio em uma capotaria em Taguatinga-DF, em 2005.

Com a necessidade de estabelecer e aprimorar, ao longo dos anos, mecanismos de pronta resposta para evitar, minimizar e extinguir os incêndios, surgiram os corpos de bombeiros, organizações cuja missão primeira é combater os incêndios, também conhecidos como ***sinistros***, de forma eficiente, diminuindo ou impedindo os danos por eles causados. Por isso mesmo os bombeiros precisam conhecer bem como se processa o fogo, para aprimorarem cada vez mais os recursos de combate aos incêndios (equipamentos, técnicas e táticas) de forma que sejam utilizados de maneira otimizada, visando sempre à preservação da vida e do patrimônio.

Os incêndios sempre causam prejuízos, sendo função dos bombeiros prevenir, erradicar ou diminuir seus danos, realizando suas ações de forma eficiente.

Todo incêndio considerado estrutural neste manual refere-se ao sinistro ocorrido em edificação, tais como prédios, casas, comércios, hospitais, galpões, independente do material construtivo que a compõe. Apesar de focar esse tipo de incêndio, os estudos abordados neste módulo possuem conceitos comuns aos incêndios em vegetação e em veículos, os quais facilitarão o aprendizado quando forem abordados esses tipos de ocorrência.

A ***combustão (fogo)*** é uma reação química que se processa entre uma substância combustível (como um pedaço de madeira, papel, tecido, borracha, etc.), ao sofrer um aquecimento, e o ar, produzindo luz e calor em uma forma de reação sustentável.

É importante frisar que fogo e combustão são sinônimos. Enquanto aquele é mais conhecido usualmente, este é bastante utilizado nos estudos científicos e ambos significam ***queima***. Portanto, toda e qualquer abordagem, neste manual, sobre fogo, combustão ou queima refere-se ao mesmo processo.

Para compreender bem todo o processo da combustão, são imprescindíveis estudos específicos, ensaios laboratoriais, treinamentos e simulações (ver Figura 3), a fim de reproduzir as condições dos incêndios e a aplicação prática dos estudos. Essas atividades visam capacitar os bombeiros nas mais eficientes formas de combate a incêndios, em busca de um aprimoramento técnico-científico constante.

Figura 3 - Simulação de combate a incêndio realizado no CTO/CBMDF, em 2005.

A luz que é produzida pela combustão é conhecida como ***chama***, que consiste na parte visível do fogo.

Os conceitos de combustão e chama merecem especial atenção e serão abordados de maneira aprofundada a seguir.

2. Combustão

Antes de se tratar da combustão propriamente dita, é preciso lembrar o que ocorre antes que uma substância queime, ou seja, entre em combustão.

Tudo o que existe no universo é formado de matéria, a qual pode ser definida, de uma forma simplificada, como algo que ocupa espaço e é composta por moléculas que, por sua vez, são constituídas por átomos de um ou mais elementos em uma combinação química.

Como a matéria interage entre si, substâncias são criadas, transformadas e destruídas. A matéria, porém, não pode ser destruída, apenas transformada.

A maior parte do que existe no universo é composta por moléculas que são normalmente estáveis, mantendo sua forma, a menos que algo as faça mudar de condição.

Se uma fonte de calor – que pode ser um fósforo aceso, uma fagulha ou um corpo aquecido – aproxima-se de uma substância qualquer (matéria), inicia-se aí uma reação química entre esta e o oxigênio presente no ar, com um aumento gradual de temperatura e de liberação de calor, fazendo com que as moléculas, antes estáveis, sejam quebradas.

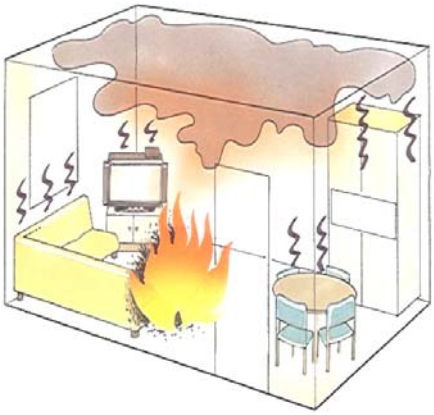
A ***pirólise***, também conhecida como decomposição térmica, é o processo de quebra das moléculas que compõem uma substância em outras moléculas ou átomos, em conseqüência da ação do calor.

A maioria dos combustíveis sólidos e líquidos passa primeiramente para o estado gasoso antes de sua ignição, o que vale dizer que todos estarão na fase gasosa para sofrer combustão.

Os gases combustíveis desprendidos durante a pirólise influenciam sobremaneira o comportamento da queima, por causa das

moléculas e átomos que os compõem e que reagem com o oxigênio durante toda a queima, permanecendo próximo à substância decomposta.

> Pirólise é a decomposição química de uma substância mediante a ação do calor.



Fonte: Explosion de Fumées – Embrasement

A Figura 4 mostra uma cena típica de incêndio, no qual os móveis ainda não atingidos pelas chamas começam a desprender gases combustíveis pelo aquecimento do ambiente. Isso significa que estão sofrendo pirólise.

Se não houver interferência, em pouco tempo, os móveis se inflamam, fazendo com que todo o ambiente fique tomado pelas chamas.

Figura 4 - Desenho esquemático de uma situação antes da generalização do incêndio

A ***energia de ativação*** é a energia necessária para iniciar uma reação química. No caso deste estudo, é a energia mínima para fazer com que o material combustível entre em pirólise.

Essa quantidade de energia varia conforme o material combustível. Em via de regra, quanto melhor a mistura (combinação) entre o combustível e o ar, menor será a energia necessária para iniciar a combustão, ou seja, mais facilmente ocorrerá a queima.

Antes de ocorrer a combustão, as substâncias (sólidas e líquidas) sofrem pirólise, por causa da energia de ativação no material combustível.

À medida que os gases desprendidos pela pirólise se inflamam, gerando luz (chama) e calor, obtém-se o ***fogo (combustão)***.

Combustão pode ser definida, então, como a reação química envolvendo uma substância combustível e um agente oxidante, normalmente o oxigênio do ar, produzindo luz e energia.

2.1. Elementos do fogo

Durante muito tempo acreditou-se que, para haver fogo, eram necessários três elementos: o oxigênio, também chamado de comburente; o calor, responsável por fornecer energia à mistura; e o combustível, constituindo-se assim o triângulo do fogo (Figura 5).

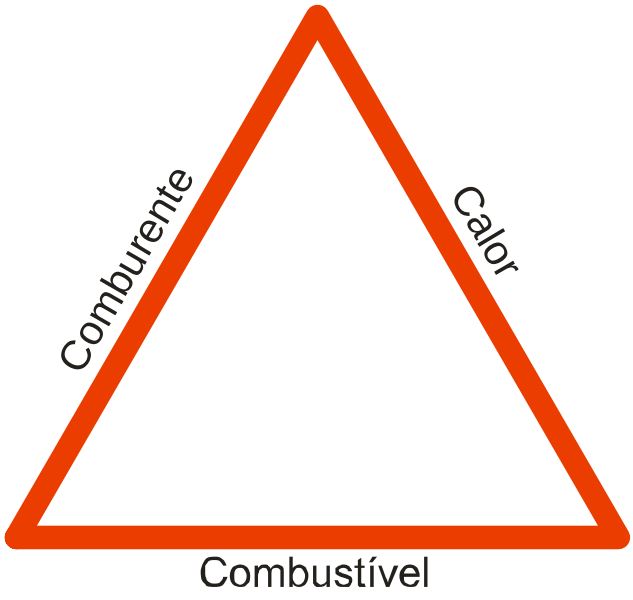
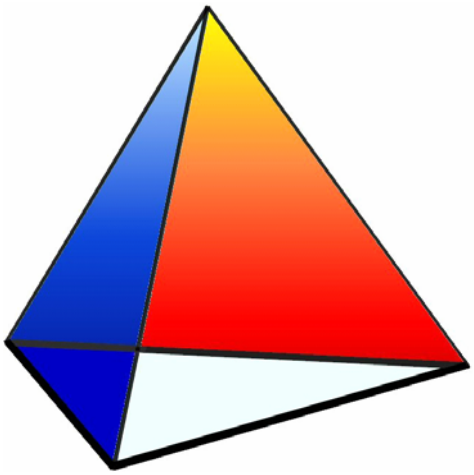


Figura 5 - Triângulo do fogo

Nos últimos anos, estudos científicos mostraram que existe uma reação química contínua entre o combustível e o comburente, a qual libera mais calor para a reação e mantém a combustão em um processo sustentável, que é a reação em cadeia.

Como será abordado mais adiante, essa reação é responsável por fornecer continuamente o calor necessário e os gases combustíveis que permitem o desenvolvimento da combustão. Alguns autores passaram, então, a admitir a inclusão desse quarto elemento e, consequentemente, a figura de um tetraedro (Figura 6) como a forma mais precisa para o estudo do processo de combustão.



É possível observar a existência de quatro triângulos. As faces da pirâmide representam o **oxigênio,** o **combustível** e o **calor**. O triângulo da base representa a **reação em cadeia**, sendo a interface entre os outros três elementos.

Figura 6 - Tetraedro do fogo

Tetraedro do fogo é a combinação do combustível com o oxigênio, na presença de uma fonte de calor, em uma reação química em cadeia, liberando energia em forma de luz e mais calor, além de outros produtos químicos.

Na análise de ambas as figuras, é possível observar que, quando se trata de elemento propriamente dito, existem no triângulo ou

no tetraedro do fogo: o comburente, o combustível e o calor. A reação em cadeia é um processo que une estes elementos, dando sustentabilidade à reação e não um elemento em si.

A Figura 7 é capaz de representar este processo.

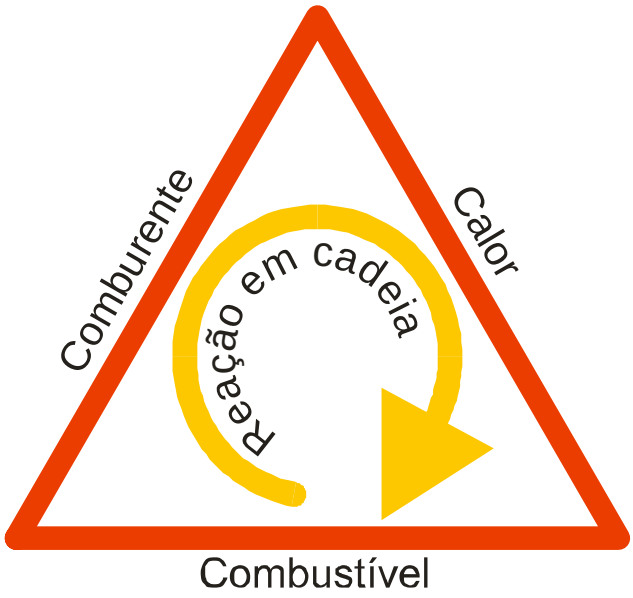


Figura 7 – Representação do fogo

É importante lembrar que, independente da figura que o representa, o fogo é extinto quando um dos seus elementos é retirado ou quando a reação que os envolve é interrompida.

Saber controlá-los é fundamental para o êxito dos bombeiros no combate ao incêndio.

O ***calor***, antigamente conhecido como agente ígneo, é o componente energético do fogo e será o elemento responsável pelo início da combustão.

É o elemento que causa a vaporização do combustível (sólido ou líquido), sendo responsável por manter a temperatura da reação, que, durante a combustão, continuará havendo a liberação de mais calor. Como dito anteriormente, na maior parte dos combustíveis há uma mudança de estado para o gasoso antes de inflamar-se. Nos

combustíveis gasosos, isso não ocorre, pois já estão em condições de alcançarem a ignição.

Uma fonte de calor pode ser qualquer elemento que faça com que o combustível sólido ou líquido desprenda gases combustíveis e venha a se inflamar. Na prática, pode ser uma chama, uma fagulha (faísca ou centelha) ou ainda uma superfície aquecida.

A superfície aquecida, a qual pode ser obtida por meio de um forno de fogão que acabou de ser utilizado, de equipamento eletro-eletrônico com defeito ou, ainda, de maquinário industrial que dissipe grande quantidade de calor, costuma ser menosprezada pelos bombeiros em ocorrências envolvendo vazamento de gás ou ainda durante o combate a incêndio, contudo, tal esquecimento pode causar acidentes.

A existência de superfícies aquecidas em um ambiente com vazamento de gás pode deflagrar uma explosão no ambiente, mesmo sem a presença de chamas.

Portanto, é importante lembrar que o risco de uma fonte de calor não se resume à chama. A temperatura atingida por uma superfície aquecida é suficientemente capaz de iniciar um incêndio ou deflagrar uma explosão em muitos materiais combustíveis.

Da mesma forma, se um combustível líquido armazenado em tanque for aquecido, o calor distribuir-se-á por todo o volume de combustível. Quando estiver totalmente aquecido e houver a impossibilidade de dissipação do calor para o ambiente, ocorrerá um aumento de temperatura tal capaz de fazer com que o líquido entre em ebulição e atinja o ponto de auto-ignição.

A Tabela 1 apresenta as temperaturas estimadas das principais fontes de calor iniciadoras de incêndio.

Tabela 1 - Estimativa da temperatura de algumas fontes de calor

Fonte de calor	Temperatura °C
Vela	700 – 1400
A 15 cm da chama da vela	200
Arco elétrico	4000
Chama de álcool	1200 – 1700
Chama de fósforo	1500
Chama de gás	1000 – 1500
Cigarro	300 – 400
Fósforo	800
Lâmpada	170 – 200
Madeira queimando	1000 – 1400
Oxi-acetileno	2000 – 3000

Fonte: Tactical Firefighting, Paul Grimwood

Em outras palavras, pode-se dizer que, no tetraedro do fogo, o calor é responsável por:

- produzir os vapores combustíveis em materiais sólidos e líquidos (pirólise);
- causar a ignição do material combustível (sólido, líquido ou gasoso); e
- promover o crescimento e propagação das chamas, pela manutenção de um ciclo contínuo de produção de vapor de combustível e de energia para ignição desse material.

Uma fonte de calor pode ser obtida por uma fagulha, pelo contato direto da chama ou pelo aumento da temperatura ambiente.

No processo de combustão, os materiais combustíveis atingem pontos diferentes de temperatura à medida que se vão aquecendo, ou

seja, à medida que sofrem pirólise. Esses são conhecidos como **pontos de temperatura**.

O ***ponto de fulgor***, também chamado de *flashpoint,* é atingido quando os vapores liberados pelo material combustível sólido ou líquido entram em ignição em contato com uma fonte externa de calor, porém ao retirá-la, as chamas não se mantêm. Isso ocorre, porque a quantidade de vapores combustíveis liberada é muito pequena.

No ponto de fulgor, a chama acende e se apaga quando a fonte de calor se aproxima e se afasta, respectivamente.

O ***ponto de ignição***, também chamado de *firepoint,* é atingido quando os vapores liberados pelo material combustível entram em ignição em contato com uma fonte externa de calor, mantendo a chama mesmo com a retirada da fonte. Reações sustentáveis de combustão ocorrem quando calor suficiente, proveniente de uma reação exotérmica (reação que libera calor), é gerado nas imediações do combustível, produzindo vapores em concentração suficiente que permita o desenvolvimento auto-sustentável da combustão.

No ponto de ignição, a chama se mantém quando a fonte de calor inicial se afasta.

A ***auto-ignição*** de um determinado material combustível ocorre quando, em condições atmosféricas normais, este material inflama-se espontaneamente, sem a presença de uma fonte externa de calor, tais como, chama ou fagulha. Sua temperatura pode coincidir ou não com a temperatura do ponto de ignição do mesmo material.

No ponto de auto-ignição, o combustível sofre um aquecimento gradual até se inflamar sem a presença de uma fonte direta de calor.

Um material combustível é considerado inflamável quando seu ponto de fulgor é menor que 80 °C, sendo sólido, líquido ou gasoso.

A Tabela 2 apresenta a temperatura de ignição de materiais comumente presentes em incêndio como madeira, carpete, gesso e borracha.

Tabela 2 - Temperatura de ignição de alguns materiais

Material	Temp. de ignição (°C)	Fluxo de liberação de energia (kW/m²)
Madeirite (0,635cm)	390	16
Madeirite (1,27cm)	390	16
Madeirite resistente ao fogo (1,27cm)	620	44
Compensado (6,35mm)	298	10
Compensado (3,175mm)	365	14
Compensado envernizado (3,4mm)	400	17
Compensado laqueado	400	17
Placa de fibra isolante térmico	355	14
Espuma rígida (2,54cm)	435	20
Espuma flexível (2,54cm)	390	16
Poliestireno (5,08cm)	630	46
Policarbonato (1,52mm)	528	30
Polímero PMMA tipo C (1,27cm)	378	15
Polímero PMMA *polycast* (1,59mm)	278	9
Carpete n.° 1 de algodão padrão	465	23
Carpete n.° 2 de algodão não tratado	435	20
Carpete n.° 2 de algodão tratado	455	22
Carpete mistura de nylon/algodão	412	18
Carpete acrílico	300	10
Placa de gesso comum (1,27mm)	565	35
Placa de gesso resistente ao fogo (1,27cm)	510	28
Placa de gesso com papel prensado	412	18
Cobertura asfáltica	378	15
Cobertura de fibra de vidro	445	21
Vidro reforçado com poliéster (2,24mm)	390	16
Vidro reforçado com poliéster (1,14mm)	400	17

Fonte: J.G. Quintiere, Principles of Fire Behavior

O ***comburente*** é a substância que reage com os gases combustíveis liberados na pirólise, também conhecida como agente oxidante. Na maioria das vezes, o comburente será o oxigênio, elemento presente na atmosfera terrestre.

O oxigênio intensifica a combustão.

Na concentração normalmente presente no ar, em torno de 21%, o oxigênio permite que ocorra a livre queima das substâncias, com a presença de chamas. Se a concentração de oxigênio na reação diminuir, as chamas sofrerão diminuição ou total extinção.

Na medida em que a combustão se processa, a quantidade do comburente em um ambiente é determinante para a propagação ou para a extinção do fogo.

Se houver uma diminuição do oxigênio, ainda que por ação do incêndio, a combustão será mais lenta. Se, ao contrário, houver abundância de oxigênio, a reação química será acelerada, intensificando as chamas.

Na concentração de 15% de oxigênio no ambiente, ocorre a extinção das chamas. Entretanto, o ambiente continua bastante aquecido, bastando apenas a inserção de ar para que se inflamem novamente. Isso pode ocorrer com a entrada dos bombeiros no local para o combate.

Em um incêndio estrutural, a condição do ambiente pouco ventilado devido à delimitação das paredes e do teto exigirá maior cuidado e atenção por parte dos bombeiros, pois a quantidade de ar disponível para a queima é limitada.

Existem substâncias que também atuam como comburentes, tais como: o cloro (Cl_2), o cloreto de sódio (NaCl), o clorito de sódio ($NaClO_2$) e o clorato de sódio ($NaClO_3$), o que exige muito cuidado em ambientes onde eles se encontram.

Também pode haver ocorrência de fogo em atmosferas com ausência de oxigênio, quando os combustíveis comuns são misturados com oxidantes químicos, os quais conseguem liberar oxigênio com facilidade, como o fertilizante nitrato de amônio (NH_4NO_3), nitrato de potássio (KNO_3) e peróxido de hidrogênio (H_2O_2).

Atmosferas enriquecidas com oxigênio, como o caso de indústrias, hospitais e locais com utilização de oxi-acetileno (maçaricos) ou de aparelhos de oxigenoterapia podem apresentar, no caso de incêndio, velocidade e intensidade de queima superior ao que comumente ocorre, o que exigirá dos bombeiros também maior cuidado e atenção.

Os óleos, na presença de altos níveis de oxigênio, sofrem ignição espontânea, ou seja, entram em ignição sem a presença de uma fonte de calor. Por esse motivo, canos, dutos, instrumentos de medição e engates que transportam oxigênio devem possuir aviso de advertência de “não usar óleo”.

O Nomex$^{(R)}$, material utilizado nos equipamentos de proteção individual de roupas de aproximação, também se inflama em contato com altos níveis de concentração de oxigênio independente de uma fonte de calor. Por isso, os bombeiros devem ter mais cautela na abordagem de ocorrências com atmosferas enriquecidas de oxigênio, como o caso de indústrias ou de hospitais, independente da presença de fonte de calor.

O ***combustível*** é o elemento definido como o campo de propagação do fogo. É todo material capaz de queimar quando aquecido e mantém a combustão.

Os combustíveis podem ser classificados conforme o seu estado físico em sólido, líquido ou gasoso. São exemplos:

- sólido: madeira, papel, tecido, borracha, etc;

- líquido: diesel, gasolina, álcool, querosene, etc; e
- gasoso: G.L.P. (gás liquefeito de petróleo), acetileno, gás natural, etc.

A maior parte dos combustíveis sólidos passa para o estado gasoso antes de alcançar a ignição, mediante a liberação dos gases pela pirólise. Exemplos de exceção dessa regra são: o enxofre, os metais alcalinos – potássio, cálcio – a cânfora e a naftalina, que queimam diretamente em sua forma sólida.

Os combustíveis líquidos necessitam sofrer vaporização ou dissolução em pequenas gotas (atomização) para que se inflamem. É possível observar que, na queima de líquido, a chama ocorre a certa distância da superfície. Essa regra é válida para os líquidos combustíveis ou inflamáveis, quando aproximados de uma fonte de calor externa.

O estado gasoso é o estado ideal para as queimas, essencialmente necessário para a combustão. Portanto, a maioria dos combustíveis sólidos e líquidos passa para o estado gasoso antes de se inflamar.

Tal fenômeno pode ser observado ao atear fogo em um pedaço de madeira, que é um combustível sólido. É possível notar que as chamas se desenvolvem a partir de uma determinada altura, não tocando sua superfície, o que significa que estão sendo queimados os gases liberados por ele (ver Figura 8).

Na foto ao lado, é possível observar que a chama “envolve” a madeira, a certa distância, queimando os gases combustíveis liberados por esta e não diretamente sua superfície.

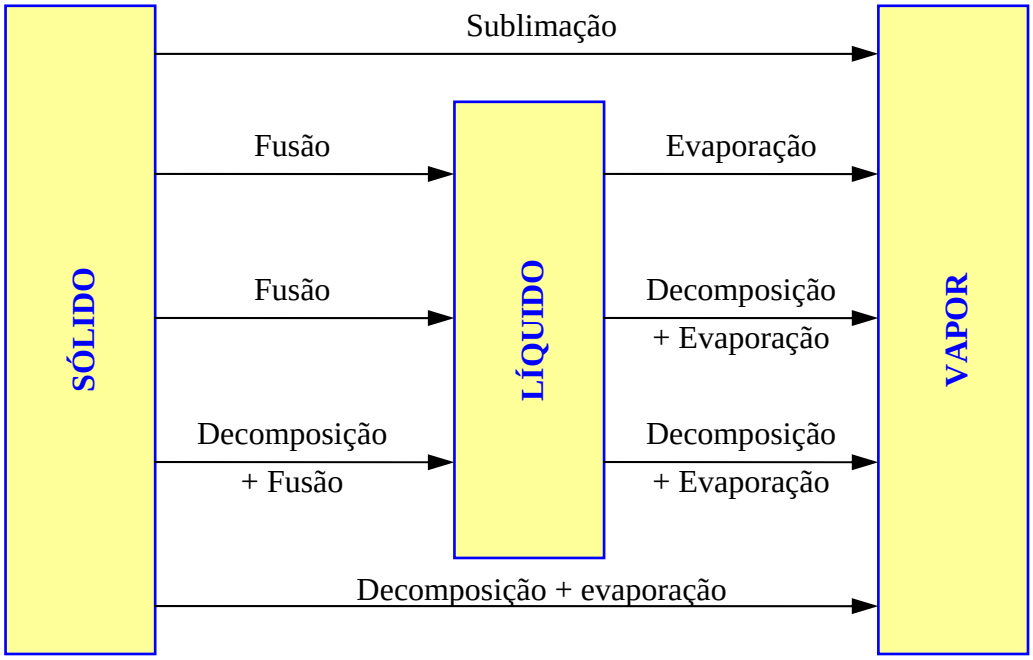
Figura 8 – Chama envolvendo um pedaço de madeira

Chama-se de estado normal dos combustíveis aquele no qual o material existe sob condições normais de temperatura e pressão, ou seja, 21 ^{o}C e 1 atmosfera.

Condições acima desses valores são comuns em incêndios e fazem com que os combustíveis entrem em pirólise e, continuando a reação, atinjam o seu ponto de ignição, propagando o incêndio.

A pressão e a temperatura também influem diretamente no estado físico do combustível, bem como no desenvolvimento da combustão. Exemplo prático para se evitar tal ocorrência consiste nos bombeiros manterem um líquido armazenado ou derramado resfriado o suficiente para evitar sua evaporação, prevenindo a pirólise e a combustão desse material.

A mudança do estado físico de um material combustível pode assumir uma das formas mostradas na Figura 9:



Fonte: An Introduction to Fire Dynamics, D. Drysdale

Figura 9 - Principais processos de mudança de estado físico

Quanto à sua composição, os combustíveis podem ser classificados como orgânicos ou inorgânicos.

São chamadas de ***combustíveis orgânicos*** todas as substâncias que são ou já foram organismos vivos, como a madeira e o papel. Vale ressaltar que esse conceito se aplica também aos organismos que não necessariamente tenham sido vivos, mas que sejam compostos de elementos que já foram vivos, como os derivados de petróleo.

Os combustíveis orgânicos compostos de carbono e hidrogênio são denominados hidrocarbonetos. Outros, como o plástico e a borracha, podem conter, além de carbono e hidrogênio, outros elementos como nitrogênio, cloro, flúor e enxofre.

Os ***combustíveis inorgânicos***, comumente denominados de minerais, não possuem carbono em sua estrutura molecular, sendo que geralmente não contribuem significativamente no processo de

combustão, por serem pouco combustíveis. São exemplos: o ferro, magnésio e sódio, bem como granito, quartzo e silício.

A velocidade da queima dependerá de dois fatores:

- da capacidade do combustível de combinar-se com o oxigênio sob a ação do calor, o que caracteriza sua combustibilidade; exemplo: a madeira é mais combustível que o aço; e
- da área disponível para a queima - quanto maior for a área superficial do combustível exposta ao calor, o que representa sua relação superfície versus massa, mais fácil será de se alcançar a ignição da substância e, conseqüentemente, menor será a energia de ativação necessária para fazê-la entrar em pirólise. Exemplo: se uma chama de fósforo for aproximada de um tronco de árvore, o fogo, muito provavelmente, não se sustentará; se, entretanto, for aproximado o mesmo fósforo da madeira, em igual quantidade, só que em forma de serragem, o resultado será bem diferente. Outro exemplo é o de alguns líquidos inflamáveis, como diesel, caracterizado pela dificuldade de alcançar a ignição quando se encontra em forma de poça, mas queima rapidamente se estiver na forma de spray (partículas suspensas), necessitando de uma energia bem menor para inflamar-se.

A combustibilidade de um material é a sua capacidade de reagir com o oxigênio ao ser aquecido, dependendo de sua forma e composição. Por isso alguns materiais são mais combustíveis que outros. Um mesmo material terá níveis diferentes de combustibilidade dependendo da forma em que se encontra.

A área de queima do material combustível é representada pelo coeficiente superfície-massa do objeto. A combustão da madeira pode ser tomada novamente como exemplo. Um tronco de madeira irá queimar mais lentamente que uma fogueira feita com a lenha do mesmo tronco em pedaços. A massa de madeira nas duas situações é rigorosamente a mesma, porém a superfície de madeira exposta às chamas é bem maior no caso da fogueira.

Portanto, a combustão se dá com maior facilidade nesse caso, ou seja, quanto maior for esse coeficiente, mais completa será a queima do material combustível, em razão da forma em que se apresenta no ambiente em que ocorre o incêndio.

A ***reação em cadeia***, parte integrante do tetraedro do fogo, é o processo que envolve os três elementos: combustível, comburente e fonte de calor. É a reação química ocorrida na combustão que se processa pela combinação do oxigênio com os átomos e moléculas, resultantes da quebra molecular do material combustível pela ação do calor. Cada material combustível possui uma estrutura molecular própria, o que faz com que sua combinação com o oxigênio seja também variável e resulte em diferentes produtos.

O calor inicial quebra as moléculas do combustível, as quais reagem com o oxigênio, gerando mais luz e calor que, por sua vez, vão decompor outras moléculas, continuando o processo de forma sustentável.

Na maioria das vezes, as reações químicas da combustão resultarão em átomos e moléculas capazes de continuar reagindo com o oxigênio, gerando assim um processo sustentável de queima, por isso o nome reação em cadeia.

Para uma maior compreensão, será demonstrada a reação química ocorrida durante a combustão do hidrogênio.

Em uma situação hipotética, um determinado ambiente está cheio de moléculas estáveis de hidrogênio (H_2), que será o combustível; e oxigênio (O_2), que é um comburente.

Para fins didáticos, serão consideradas somente quatro moléculas de H_2 e uma de O_2.

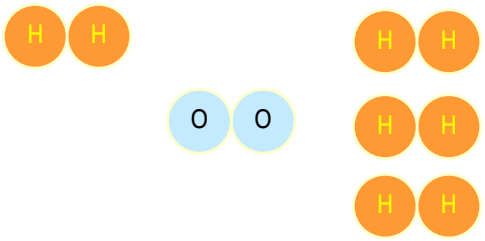


Figura 10 - Situação inicial com 4 moléculas de hidrogênio e uma de oxigênio

A formação acima é estável. Entretanto, ao sofrer aquecimento pela ação de uma fonte de calor, a molécula de hidrogênio à esquerda da figura se quebrará formando dois átomos instáveis de hidrogênio, como na figura abaixo.

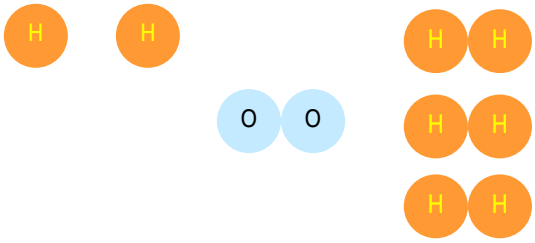


Figura 11 - Quebra do hidrogênio

Para alcançar o equilíbrio, os átomos de hidrogênio irão reagir com os átomos de oxigênio, fazendo a quebra dessa molécula. Novamente, por fins didáticos, só será considerada a reação com um átomo de hidrogênio. O outro átomo, o da esquerda na figura acima, sofrerá o mesmo processo que este, mas será desconsiderado no exemplo.

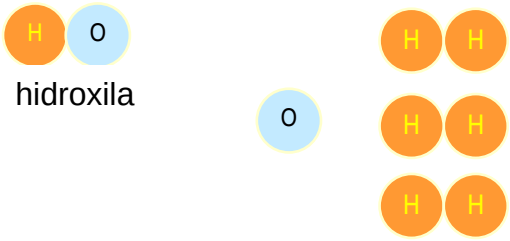


Figura 12 – Formação da hidroxila

Ao reagir com o oxigênio, o átomo de hidrogênio formou uma molécula (hidroxila) e deixou um átomo de oxigênio sozinho. Tanto a hidroxila quanto o átomo de oxigênio são instáveis e irão decompor outras moléculas de hidrogênio até alcançarem o equilíbrio.

A hidroxila irá reagir rapidamente com uma molécula de hidrogênio (H_2), produzindo uma molécula de água (H_2O) e deixando outro átomo de hidrogênio sozinho. O átomo de oxigênio liberado no passo anterior (ver Figura 12) reage com outra molécula de hidrogênio

(H_2), produzindo uma nova hidroxila (OH) e deixando sozinho outro átomo de hidrogênio.

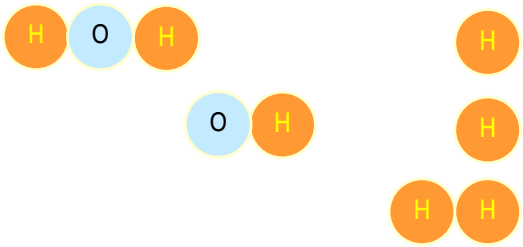


Figura 13 - Quebra de outras duas moléculas de hidrogênio

Na continuação do processo, foram deixados dois átomos de hidrogênio sozinhos, aumentando a instabilidade das moléculas da reação (ver Figura 13).

A nova hidroxila irá então quebrar outra molécula de hidrogênio para formar uma outra molécula de água, deixando sozinho outro átomo de hidrogênio, conforme a disposição abaixo (ver Figura 14).

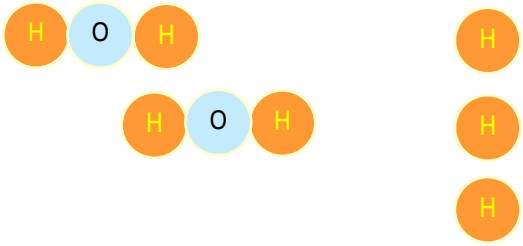


Figura 14 – Resultado da quebra: três outros átomos instáveis de hidrogênio

Como a molécula de água é estável, de sua parte não haverá mais quebras. Se os produtos dessa queima fossem somente a água, a reação seria estável. Entretanto, formaram-se também átomos instáveis de hidrogênio.

Desse modo, é possível observar que a reação inicial de um único átomo de hidrogênio resultou em outros três átomos. Estes, por serem instáveis, são capazes de continuar reagindo e quebrando outras

moléculas. Continuando a reação, esses 3 átomos resultarão em mais 9. Os 9 irão liberar mais 27, os quais formarão mais 81 e assim por diante. Isso é um exemplo de reação em cadeia.

Essas moléculas e átomos instáveis, também denominados íons, estão presentes no ambiente e tendem a se concentrar nas chamas e na fumaça. Durante todo esse processo de quebra, há liberação de energia em forma de calor, que faz com que a reação se sustente. Por isso, a combustão é considerada uma reação sustentável, mantendo as chamas e o calor até que haja alguma interferência no sentido de interromper esse processo.

A continuidade da reação em cadeia será diretamente influenciada pela capacidade de o material combustível absorver e reter o calor aplicado. Se ele dissipar mais calor do que absorve, a quebra molecular será interrompida e o processo de queima se extinguirá.

Diante de tudo o que foi exposto, é correto afirmar que o incêndio produzirá fumaça, contendo em seu interior átomos e moléculas em condições de continuar reagindo com o oxigênio e muito calor. Em um ambiente fechado (como um cômodo), a fumaça necessitará apenas de oxigênio para alcançar a ignição de forma rápida e violenta, o que pode ser obtido pela inserção de ar no ambiente por uma ação incorreta dos bombeiros.

2.2. Classificação da combustão

O fogo, ou combustão, geralmente envolve a liberação de luz e energia em quantidades suficientes para ser perceptível. Mas nem sempre existirá luz em uma chama. Um exemplo dessa exceção é a queima do hidrogênio, que produz apenas vapor d’água por meio da sua reação química com o oxigênio. Embora não exista chama visível, muita energia é produzida, o que faz com que seja nomeada como combustão.

A combustão pode ser classificada, quanto à sua velocidade de reação, em viva ou lenta. Quanto à formação de produtos da combustão, pode ser classificada como completa ou incompleta. Existe, ainda, a combustão espontânea, que será abordada em separado, em função de suas particularidades.

2.2.1 Quanto à liberação de produtos

Quanto aos produtos liberados, a combustão pode ser completa ou incompleta.

Combustão incompleta

Todos os produtos instáveis (íons) provenientes da reação em cadeia caracterizam uma combustão incompleta, que é a forma mais comum de combustão.

> A combustão incompleta é a combustão que libera resíduos que não foram totalmente consumidos durante o processo de queima, provenientes da reação em cadeia e capazes de continuar reagindo com o ar.

Esses átomos e moléculas instáveis resultantes da quebra molecular dos combustíveis continuarão reagindo com as moléculas de oxigênio, decompondo-as e formando outras substâncias. Durante todo esse processo, haverá produção de mais chamas e calor, o que exigirá uma interferência externa para que a reação pare e as chamas sejam extintas.

Em incêndios estruturais, devido às características construtivas do ambiente (delimitado por teto e paredes), normalmente, a quantidade de oxigênio disponível para o fogo é limitada e tende a decrescer. Essa

condição fará com que as chamas sofram uma diminuição e até se apaguem.

Entretanto, mesmo com a diminuição destas, a camada gasosa presente na fumaça permanece aquecida e carregada de íons capazes de reagir com o oxigênio, o que a torna uma massa combustível, necessitando apenas de ar para reiniciar a combustão.

Se a ação dos bombeiros não for cuidadosa e dentro das técnicas de combate a incêndio apropriadas, pode haver uma explosão da fumaça, conhecida como *backdraft*, que será abordada mais adiante, expondo os bombeiros e as vítimas à morte ou a danos graves.

Se qualquer um dos elementos do fogo for retirado, o fogo será extinto. Saber controlar esse processo é muito importante para o trabalho dos bombeiros na prevenção e no combate aos incêndios.

A combustão incompleta gera resíduos que compõem a fumaça.

Combustão completa

Em algumas reações químicas pode ocorrer uma ***combustão completa***, o que significa dizer que todas as moléculas do combustível reagiram completamente com as moléculas de oxigênio, tornando seus produtos estáveis. Também chamada de combustão ideal, seus produtos são apenas dióxido de carbono e água.

Como exemplo, analise-se a combustão do metano: uma molécula de metano (CH_4), ao reagir com duas moléculas de oxigênio (O_2), forma duas moléculas de água (H_2O) e uma de dióxido de carbono (CO_2) em uma combustão completa, conforme a equação:

$$CH_4 + 2\,O_2 \rightarrow 2\,H_2O + CO_2$$

O problema é que essa equação descreve uma situação ideal. Nos incêndios, geralmente, a mistura é muito rica em metano (ou qualquer outro combustível), havendo a formação de monóxido de carbono (CO) e não somente de dióxido (CO_2).

O monóxido, por sua vez, é instável e vai continuar reagindo com o oxigênio, quebrando outra molécula e formando outras substâncias instáveis. Isso gera uma reação em cadeia semelhante ao que ocorre com o gás hidrogênio e com a maioria dos combustíveis presentes na natureza.

Exemplos práticos de combustão completa, também conhecida como queima limpa, são as chamas obtidas pelo fogão e pelo maçarico.

> Combustão completa é aquela em que o combustível reage perfeitamente com o comburente, produzindo somente água e dióxido de carbono.

É importante lembrar que combustão completa não é o mesmo que queima total. A queima total de uma substância é a situação na qual todo o material combustível presente no ambiente já foi atingido pela combustão, enquanto que a combustão completa é a combinação estequiométrica entre o combustível e o oxigênio.

2.2.2 Quanto à velocidade da combustão

Quanto à sua velocidade de reação, a combustão pode ser viva ou lenta.

Combustão viva

A combustão viva é o fogo caracterizado pela presença de chama. Pela sua influência na intensidade do incêndio, é considerada como sendo o tipo mais importante de combustão e, por causa disso, costuma receber quase todas as atenções durante o combate.

Figura 15 - Exemplo de combustão viva

É importante lembrar que só pode existir uma combustão viva quando houver um gás ou vapor queimando, ainda que proveniente de combustíveis sólidos ou líquidos, uma vez que a combustão se processa em ambiente gasoso.

O tamanho da chama não é um fator relevante para classificar a reação como combustão viva. Para que isso ocorra é necessário que uma quantidade suficientemente perceptível de energia seja liberada, ou seja, é a relação entre a energia de ativação e a unidade de volume de uma reação química que determina se a reação é fogo ou não.

No começo da combustão, esse nível de energia inicial pode ser em torno de 1.000 (10^3) kW/m^3, que é suficiente para aquecer 1 grama de água em 1 ^oC por segundo. Reações sustentáveis de incêndio podem atingir densidades muito maiores – algo em torno de 10^{10} kW/m^3. A temperatura nessa zona de reação pode atingir 2000 ^oC em

combustíveis líquidos e 1000 ºC em combustíveis sólidos (incandescência).

A taxa de liberação de calor em uma combustão caracteriza a potência, ou seja, a quantidade de energia liberada em um determinado intervalo de tempo (normalmente dado em kJ/s ou kW) e é uma medida quantitativa do tamanho do incêndio. Ela descreve como será liberada a energia disponível dos materiais existentes no local. Alguns exemplos de pico de taxas de liberação de calor podem ser vistos na tabela Tabela 3.

Tabela 3 - Taxa de liberação de calor de alguns materiais

Material	Massa (kg)	Pico da taxa de liberação de calor (kW)
Cesta de lixo pequena	0,7 – 6,1	4 – 18
Saco de lixo com 5 kg de plástico e papel	1,1 – 3,4	140 – 350
Colchão de algodão	11,8 – 13,2	40 – 970
Móvel para TV (estante)	31,3 – 32,7	120 – 290
Cadeira de PVC com armação de metal	15,4	270
Poltrona de algodão	17,7 – 31,8	290 – 370
Gasolina (recipiente - diâmetro 0,61 m)	19	400
Árvore de natal natural seca	5,4 – 7,3	500 – 650
Colchão de poliuretano	3,2 – 14,1	810 – 2.630
Poltrona de poliuretano	12,2 – 27,2	1.350 – 1.990
Sofá de poliuretano	51,3	3.120

Fonte: National Fire Protection Association (NFPA) 921

Combustão lenta

A incandescência – *smoldering* – é um processo de combustão relativamente lento que ocorre entre o oxigênio e um sólido combustível, comumente chamado de brasa.

Incandescências podem ser o início ou o fim de uma chama, ou seja, de uma combustão viva. Em todos os casos há produção de luz, calor e fumaça.

Figura 16 - Incandescência em um incêndio

A reação se desenvolve na superfície do sólido e o oxigênio se difunde para a superfície deste, a qual começa a luzir e a queimar. A luminescência é indicativa de temperaturas acima de 1000 ºC.

Geralmente, há presença de incandescência na fase final dos incêndios. Ela pode tornar-se uma combustão viva se houver um aumento do fluxo de ar sobre o combustível, semelhantemente ao efeito que se deseja obter ao acender uma churrasqueira. Por isso, uma ação de ventilação mal realizada por parte dos bombeiros, durante o combate ao incêndio ou no rescaldo, poderá agravar as condições do sinistro, re-ignindo os materiais combustíveis.

Incandescências atingem altas temperaturas e estão presentes na tanto na fase inicial quanto na final de incêndios e nessa fase, oferecem risco de re-ignição dos materiais.

Um cigarro sobre uma poltrona ou colchão inicia uma combustão lenta que pode resultar em uma combustão viva e, conseqüentemente, em um incêndio.

A velocidade da reação da combustão lenta depende de muitos fatores, mas é geralmente da ordem de 10^{-2} a 10^{-3} cm/s ou aproximadamente 1 a 5 mm/minuto.

Altos níveis de monóxido de carbono (CO) estão associados a esses tipos de combustão. Mais de 10% da massa combustível é convertida em CO, o qual necessita de ar para continuar reagindo, embora a quantidade requerida seja pouca.

Em um incêndio, essa combustão, apesar de ser muito lenta, é potencialmente mortal devido à produção de monóxido de carbono.

A combustão lenta está presente no final dos incêndios e é potencialmente letal devido à produção de monóxido de carbono. Em todos os casos há produção de luz, calor e fumaça.

A incandescência geralmente ocorre em:

1. combustíveis sólidos porosos, como fumos, carvão, ou, ainda, a espuma ou algodão de colchões;
2. em combinação de combustíveis, como a mistura de tecidos com algodão ou polímeros – como o caso de sofás; e
3. em locais de descarga de combustíveis sólidos já queimados – como o caso de lixões ou carvoaria.

É importante não confundir combustão lenta com reação lenta. Em uma reação lenta, ocorrerá uma deterioração gradual e quase imperceptível do material, como o caso da oxidação, não havendo liberação significativa de calor. Um exemplo clássico de oxidação é o

ferro em processo de ferrugem (Figura 17). O oxigênio da atmosfera combina com as propriedades do ferro e gradualmente, retira as ligações que mantêm os átomos de ferro juntos. Entretanto, não há liberação de calor suficiente para classificá-lo como combustão.

Figura 17 - Material sob ação da ferrugem, que caracteriza uma reação lenta

2.2.3 Combustão espontânea

Em todas as formas de combustão apresentadas até agora, fez-se referência à presença de uma fonte externa de calor para dar início a um processo de queima. Entretanto, é importante abordar um tipo de combustão que foge a essa regra, de rara ocorrência, que não necessita de uma fonte externa de calor. É o caso da combustão espontânea.

A combustão espontânea é um processo de combustão que começa, geralmente, com uma lenta oxidação do combustível exposto ao ar. Pode ocorrer com materiais como o fósforo branco, amontoados de algodão ou em curtumes (tratamentos de peles de animais).

Nesses dois últimos, há uma decomposição orgânica do material e a reação química é relativamente lenta, o que torna difícil sua observação. Pode, em alguns casos, assemelhar-se à incandescência, o que faz com que uma combustão dessa natureza seja percebida apenas quando a situação já é grave.

A taxa de liberação de energia pela reação química compete com a habilidade do combustível de dissipar calor para o ar ambiente. Isso quer dizer que, se a reação não libera calor suficientemente para o ambiente, sua temperatura irá aumentar e, conseqüentemente, a velocidade da reação química também aumentará.

Esse processo tanto pode resultar em uma combustão viva (uma chama), quanto em uma combustão lenta (incandescência). Todo o processo pode levar horas ou dias e necessita de um conjunto crítico de condições ambientais ou de aquecimento para ser viável.

Até a atualidade não há estudos conclusivos sobre como se processa esse tipo de combustão.

2.3. O estudo da vela

No século XIX, o cientista Michael Faraday já sugeria o estudo da história química da vela, afirmando que não existia melhor exemplo para se compreender o fogo, senão pelo comportamento de uma simples vela e que praticamente todas as leis do universo passam por esse processo.

Figura 18 - A combustão de uma vela

Até hoje, o estudo da vela é um dos meios mais didáticos para a compreensão do comportamento do fogo.

Em uma vela, o calor inicial da chama no pavio faz com que a cera, em sua superfície, derreta, encharcando o pavio, o qual, por sua vez, conduz a cera derretida por ação capilar (semelhantemente ao que ocorre com as raízes de uma árvore ao puxar água do solo) à zona de reação, onde o calor da chama fará com que a cera derretida evapore e se misture ao ar, produzindo luz e mais calor.

É importante então que se compreenda que o principal elemento em queima na vela não é o pavio, mas os gases combustíveis provenientes da cera em reação com o ar, pois o pavio só queima quando atinge a zona de reação.

Se uma tela metálica (desde que não seja de alumínio, por causa da sua temperatura de fusão) atravessa a chama de uma vela, nota-se que a chama permanece em volta do pavio, provando que a chama se processa ao redor dele e que há uma zona de reação onde os gases combustíveis provenientes da cera estarão se misturando ao oxigênio.

A função da tela nesse exercício será de dissipar energia sem apagar a chama.

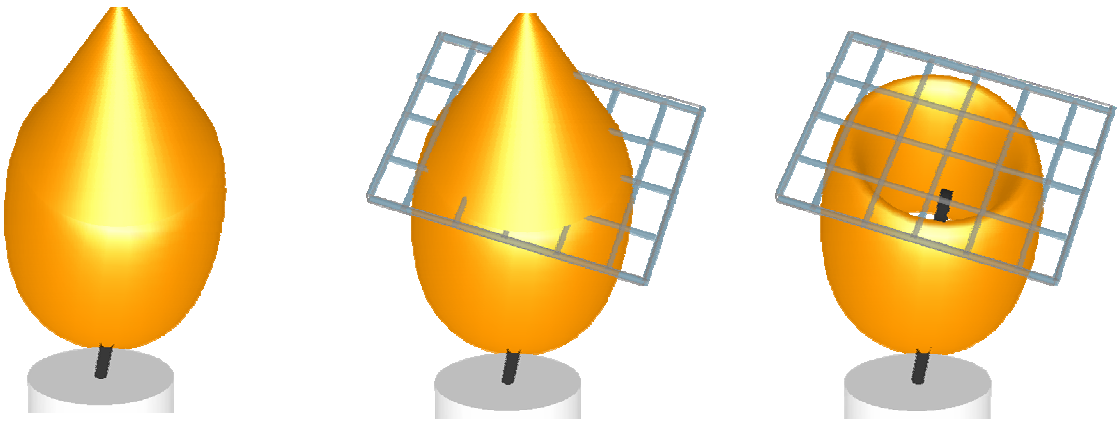


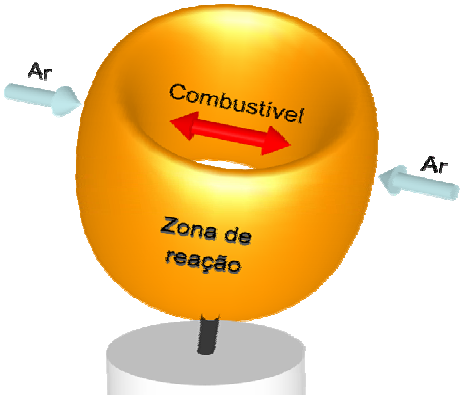
Figura 19 – Esquema da chama de uma vela quando atravessada por uma tela metálica.

A figura mostra a combustão ao redor do pavio, provando que a combustão é uma reação gasosa.

Figura 20 - Chama de uma vela sob uma tela metálica

A ***zona de reação*** é a área em que o combustível (na forma gasosa) irá se misturar – difundir – ao oxigênio.

A chama é uma reação totalmente gasosa.



A figura ao lado mostra a zona de reação, que é a área onde os gases – combustível e oxigênio – são misturados, produzindo a queima.

Figura 21 - Zona de reação da chama de uma vela

É possível observar que quando a ponta do pavio torna-se luminescente é sinal de que ele está sendo consumido, e que,

conseqüentemente, está servindo de combustível, como é possível observar na Figura 22.

A ponta do pavio, ao ser dobrada, entra na zona de reação, apresentando luminescência. Isso significa que está queimando.

Figura 22 - Chama de uma vela com pavio dobrado

Considerando que a cera derretida é conduzida pelo pavio, é correto também afirmar que o tamanho da chama será influenciado por seu tamanho e espessura. Quanto mais longo e espesso for o pavio, mais cera derretida e, portanto, mais combustível será capaz de conduzir à zona de reação.

Na parte mais alta da chama, nota-se uma área amarela, onde a luz é mais intensa. Nela encontra-se a ***chama difusa,*** que é o tipo de chama no qual o combustível e o oxigênio são transportados (difundidos) de lados opostos da zona de reação (ver Figura 21), em decorrência da diferença de concentração entre os gases (combustível e comburente).

Pela Lei de Fick, difusão é o processo de movimentação de componentes químicos e outras estruturas moleculares em uma mistura – normalmente de gases – que se dá de uma zona alta para uma de baixa concentração na mistura.

Um exemplo disso é o que ocorre com uma gota de tinta dissolvendo-se em um copo com água. A tinta irá se difundir com a água até que todo o volume do copo esteja colorido. O mesmo processo ocorre entre o oxigênio e os gases combustíveis na chama. O oxigênio no ar irá se mover até a zona de reação, a uma gravidade zero. O combustível é transportado para dentro da zona de reação, do lado oposto, pelo mesmo processo e ambos se misturam pela difusão.

Chama difusa é um processo de combustão, no qual o gás combustível e o oxigênio são transportados para uma zona de reação, devido a uma diferença de concentração.

Chamas difusas representam a categoria predominante de chamas, principalmente nos incêndios. É o caso das chamas de incêndio florestal, da chama em um palito de fósforo ou, ainda, da ignição da fumaça em um incêndio estrutural.

Figura 23 - Exemplos de chama difusa (incêndio florestal, chama de um fósforo e incêndio urbano)

Na base da chama, há uma parte de coloração azulada. Nesta área, os gases produzidos pela cera estão reagindo com o oxigênio em uma melhor mistura, o que produz uma queima sem resíduo, denominada de chama do tipo pré-misturada, na qual o combustível e o

comburente são misturados antes de atingirem a zona de reação, como é possível notar na Figura 18*.*

A cor emitida pela chama é determinada, em parte, pelos elementos contidos na reação. É a cor emitida pelos hidrocarbonetos. Exemplo: quando misturada com o ar, uma solda de oxi-acetileno bem ajustada gera uma chama de um tom azul claro.

A chama é mais visível quando carbonos e outros sólidos ou líquidos, resultantes da combustão incompleta, são levados às áreas de altas temperaturas e incandescem indo desde o tom vermelho, até o laranja, amarelo ou branco, dependendo de sua temperatura (ver Tabela 4).

Tabela 4 - Cor associada a algumas temperaturas em incêndios

Temperatura	Cor aparente
550ºC	primeira chama visível (vermelha)
700ºC	vermelho fosco
900ºC	vermelho vivo
1100ºC	laranja
1400ºC	branca

Fonte: An Introduction to Fire Dynamics, D. Drysdale

A ***chama pré-misturada*** é um tipo de chama no qual o gás combustível e o ar (oxigênio) são misturados antes que a ignição ocorra, facilitando a queima. Equipamentos como fogão ou aparelho de oxi-acetileno são projetados para trabalharem com chama pré-misturada, produzindo uma queima limpa.

Sua combustão é caracterizada por chamas de cor azul.

No caso dos fogões, há uma entrada de ar em seu gabinete que permite a mistura entre o gás liquefeito de petróleo (GLP) e o ar antes de queimar na boca. No caso do maçarico, há a mistura entre o oxigênio e o acetileno no punho do aparelho, fornecendo ao bico a

mistura já pronta e proporcionando uma queima de altíssima temperatura. Uma máquina de combustão interna à gasolina (com ignição por centelha) ou uma máquina a diesel (com ignição por compressão) também trabalham com chamas pré-misturadas.

A chama pré-misturada produz uma queima limpa, ou seja, sem resíduos.

Figura 24 - Chama de um fogão

Chama pré-misturada é o processo de queima do combustível já misturado ao ar antes de atingir a fonte de calor e alcançar a ignição. Geralmente, possui chama de cor azul.

A chama pré-misturada aparece na ignição de sólidos e líquidos, no princípio das chamas difusas, como é possível observar na Figura 25.

Na foto ao lado, é possível observar a coloração azulada na base da chama, caracterizando a parte que é pré-misturada.

Figura 25 – Presença da chama pré-misturada na queima da madeira

As chamas pré-misturadas têm maior poder calorífico que as chamas difusas (ver Tabela 1).

Voltando à experiência da tela metálica atravessando a chama, é possível notar que, se a tela aproximar-se da base da chama, há liberação de uma fumaça branca. Se for aproximada uma chama de fósforo dessa fumaça, é possível observar que ela entra em ignição por causa dos íons liberados durante a reação em cadeia. Por isso, a fumaça branca é combustível.

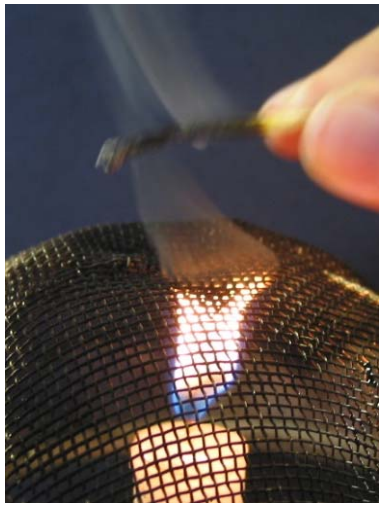
Com a tela próxima à base da chama, a fumaça branca entra em ignição quando se aproxima de um fósforo aceso.

Figura 26 - Queima da fumaça branca em uma vela

O mesmo fenômeno pode ser observado ao se extinguir a chama de uma vela. Ao aproximar a fumaça que ainda está sendo liberada de uma nova chama, ocorrerá o acendimento do pavio ainda que a chama não o tenha tocado, demonstrando que a fumaça é combustível.

À medida que se aproxima a tela da parte superior da chama, nota-se que a fumaça torna-se escura. O mesmo fósforo aceso aproximado dessa fumaça se apagará. Isso porque, nessa área, os gases já foram mais queimados que na área mais baixa (onde a fumaça é branca).

Sua coloração escura é decorrente da presença de mais resíduos – fuligem – e dióxido de carbono, que dificultam a queima do palito de fósforo, apagando-o por abafamento.



A chama do palito de fósforo é extinta ao se aproximar da fumaça escura.

Figura 27 - Fumaça escura em uma vela

Nos incêndios, ocorre liberação tanto de fumaça branca quanto de fumaça escura. É natural que ambas se misturem, formando uma fumaça de tom cinzento.

Cálculo da altura de chama

Um bom modo de se estimar a altura da chama pode ser obtido por meio da expressão (G. Heskestad, *Luminous Heights of Turbulent Diffusion Flames, Fire Safety Journal* 5 (1983), 103-108):

$$L_f = 0,23\ \dot{Q}^{2/5} - 1,02\ D$$

Na qual:

L_f é a estimativa de altura da chama, dada em metros

$\dot{Q}$ é a taxa de liberação de energia, dada em kW

D é o diâmetro do material combustível, dada em metros

De forma prática, é possível estimar a altura da chama para alguns materiais, quando da ocorrência de um incêndio, como mostrado na Tabela 5:

Tabela 5 - Estimativa da altura de chama a partir da fórmula de Heskestad

Material	Taxa de liberação de calor (kW)	Diâmetro (m)	Altura de chama (m)
Madeira	130	1	0,59
Heptano	2661	1	4,37
Gasolina	1887	1	3,68

Em casos reais, pode-se estimar a taxa de liberação da combustão avaliando-se a altura da chama, dados que podem ser obtidos tanto pela equação anterior, quanto pela Tabela 5.

2.4. Explosão

Existe combustão que ocorre em uma velocidade de queima muito alta, geralmente com a presença de chamas não sustentáveis (de efeito passageiro), porém muito perigosas.

Uma explosão é o resultado de uma expansão repentina e violenta de um combustível gasoso, em decorrência da ignição da mistura entre um gás (ou vapor de gás) e o oxigênio presente no ar. Essa ignição se dá em alta velocidade, gerando uma onda de choque que se desloca em todas as direções, de forma radial.

Fonte: http://fireforceone.com/rl/filelist.asp?parentid=611 - Explosion_fire Ball

Figura 28 – Exemplo de uma explosão

Uma explosão por combustão é uma explosão química. É o caso da maioria das explosões ocorridas em incêndios, como as decorrentes do vazamento de GLP ou da fumaça.

Como visto anteriormente, a fumaça possui, em seu interior, gases combustíveis (provenientes dos íons resultantes da reação em cadeia) que, ao se acumularem em um ambiente pouco ventilado, como no caso dos incêndios estruturais, podem sofrer uma ignição de forma súbita com a entrada de oxigênio. Essa explosão de fumaça é conhecida como *backdraft* ou *backdraught* e será abordada mais adiante.

Uma explosão pode ser classificada como uma detonação ou deflagração. Uma ***detonação*** ocorre quando o deslocamento do ar tem uma velocidade superior a 340 metros/segundo. Abaixo disso, há uma ***deflagração***. Explosões de fumaça ou do GLP no ambiente são deflagrações e não detonações, posto que a velocidade do ar é menor que 340 m/s, ao contrário do que ocorre com a maioria dos artefatos explosivos (bombas).

É importante lembrar que, mesmo estando abaixo de 340 m/s, explosões por deflagração possuem uma onda de choque capaz de afetar a estrutura da edificação, levando à morte quem estiver no ambiente.

Sempre que houver uma mistura de gás combustível com o ar haverá o perigo de uma explosão. Por meio de análises químicas e testes científicos, determinou-se que os gases só podem alcançar a ignição quando atingem determinadas concentrações, variáveis de substância para substância.

Se não houver quantidade suficiente de gás combustível, a mistura será pobre e não haverá queima. Da mesma forma, se a concentração do gás for muito alta a mistura é denominada “muito rica” e também não irá deflagrar. Quando a mistura gás-ar cai em uma faixa na qual pode alcançar a ignição, diz-se que está dentro dos limites de explosividade ou limites inflamáveis.

Conforme se nota na Tabela 6 e na Figura 29, os níveis de um gás em um ambiente são medidos em porcentagem do volume. Conseqüentemente, haverá explosão quando houver uma proporcionalidade na mistura entre os dois elementos. Quanto mais alta for a presença de um só deles, menor o perigo de explosão.

A ocorrência de uma explosão em um ambiente depende da **faixa de inflamabilidade** da mistura do ar com o gás, que varia de substância para substância.

Tabela 6 - Limites de inflamabilidade de algumas substâncias

	Limite inferior de inflamabilidade		Limite superior de inflamabilidade	
	%Vol	g/m³	%Vol	g/m³
Hidrogênio	4.0	3.6	75	67
Monóxido de carbon	12.5	157	74	932
Metano	5.0	36	15	126
Etano	3.0	41	12.4	190
Propano	2.1	42	9.5	210
n-Butano	1.8	48	8.4	240
n-Pentano	1.4	46	7.8	270
n-Hexano	1.2	47	7.4	310
n-Heptano	1.05	47	6.7	320
K-Octano	0.95	49		
n-Nonano	0.85	49		
n-Decano	0.75	48	5.6	380
Eteno	2.7	35	36	700
Propeno	2.4	46	11	210
Buteno-1	1.7	44	9.7	270
Acetileno	2.5	29	(100)	–
Metanol	6.7	103	36	810
Etanol	3.3	70	19	480
n-Propanol	2.2	60	14	420
Acetona	2.6	70	13	390
Benzeno	1.3	47	7.9	300

Fonte: An Introduction to Fire Dynamics, Douglas Drysdale

Os limites da faixa de inflamabilidade (ou explosividade) são geralmente registrados a uma pressão de 1 atmosfera ao nível do mar e a uma temperatura de 21 ºC.

Se houver aumento de temperatura e de pressão, ocorrerá a redução do limite inferior e aumento do limite superior em torno de 1%, aumentando a faixa de inflamabilidade e, conseqüentemente, o risco de explosão. Em algumas misturas, o limite superior pode atingir 100% em

altas temperaturas. A diminuição da temperatura e da pressão fará o efeito inverso.

Essa variação da faixa de inflamabilidade sob condições anormais denota a importância de os bombeiros adotarem cuidados adicionais ao se depararem com emergências envolvendo gases inflamáveis armazenados em cilindros, com ou sem vazamento. Uma medida emergencial é resfriar os recipientes, a fim de manter a sua temperatura baixa.

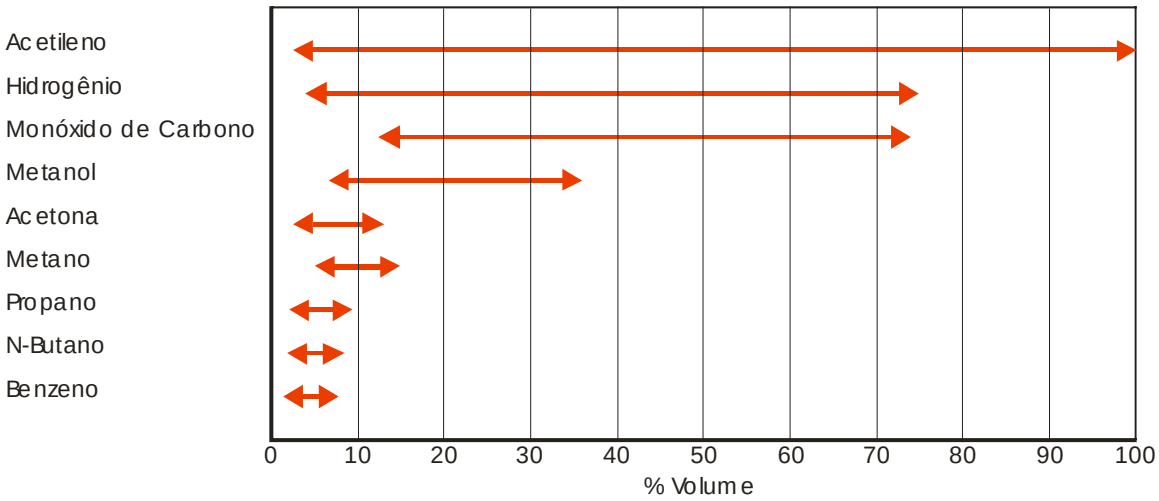


Figura 29 - Quadro comparativo da faixa de inflamabilidade de gases comuns

Como se pode notar na Figura 29, bastam somente 13% de monóxido de carbono no ambiente e calor para ocorrer uma explosão de fumaça. Isso mostra o quanto a fumaça, composta principalmente por CO, pode ser explosiva em um ambiente com uma faixa de inflamabilidade muito maior que a do GLP e quase tão alta quanto a do acetileno e do hidrogênio, considerados gases muito explosivos. Daí a importância do cuidado dos bombeiros na abordagem de incêndios estruturais, principalmente enclausurados.

A faixa de inflamabilidade do monóxido de carbono presente na fumaça é muito maior que a do GLP e quase tão grande quanto a do acetileno e do hidrogênio.

As condições do ambiente que comporta o material combustível influenciarão diretamente o risco de explosão. Um exemplo é o tanque subterrâneo de combustível de um posto de gasolina.

Se estiver cheio, não haverá risco de explosão, pois a quantidade de vapor do gás causará uma mistura muito rica. Entretanto, se o tanque estiver com pouco combustível (quase vazio), este irá secar gradualmente, liberando gás no ambiente e atingindo uma mistura ideal com o ar dentro do recipiente, atingindo sua faixa de inflamabilidade.

Basta que uma fonte de calor entre em contato com essa mistura para que ocorra uma explosão. Como o abastecimento dos tanques se dá quando estes estão vazios ou quase vazios, o perigo de uma explosão é maior quando o caminhão tanque está abastecendo os reservatórios do posto de gasolina. A energia liberada por um cigarro aceso, uma lanterna, uma campainha ou, ainda, a eletricidade estática é suficiente para deflagrar uma explosão em tais condições.

A eletricidade estática é obtida pela fricção (ainda que rápida) ou choque entre corpos de diferentes materiais, gerando uma diferença de potencial nas cargas elétricas devido à separação das superfícies em nível molecular. Elétrons de uma substância são tomados por outra e, quando quantidade suficiente é coletada, tentam eqüalizar o número de elétrons entre os corpos, pulando o espaço na forma de descarga elétrica.

Essa pequena, porém poderosa forma de energia pode atingir temperatura superior a 1000 ºC. Apesar da alta geração de calor, a

dissipação é muito rápida, não oferecendo à maioria dos combustíveis comuns (madeira, papel, tecido) condições de inflamação, ao contrário do que ocorre com os gases provenientes dos líquidos inflamáveis armazenados, como é o caso dos reservatórios de postos de gasolina e distribuidoras.

Por esse motivo, sistemas eficientes de aterramento e medidas rígidas de segurança devem ser adotados por ocasião dos abastecimentos de combustível nos tanques.

A ignição de uma mistura de gás-ar é explosiva por causa de sua grande área superficial exposta ao calor, ou seja, seu coeficiente superfície-massa é muito alto.

As medidas de ação específicas para o combate a incêndio em ocorrências dessa natureza, bem como em outras que apresentem riscos especiais, devem ser adotadas conforme os Procedimentos Operacionais Padrão (POP) do CBMDF, específicos para os diversos tipos de ocorrência, os quais devem ser de conhecimento das guarnições de bombeiros.

Existem deflagrações que não são produzidas por gases inflamáveis, mas, sim, por poeiras inflamáveis, que também podem causar explosões, como o que ocorre com o alumínio ou com componentes orgânicos, tais como açúcar, leite em pó, grãos, plásticos, pesticidas, produtos farmacêuticos, serragem, etc.

Uma explosão dessa natureza é o produto da combustão explosiva entre a mistura de poeira combustível com o ar, a qual, ao encontrar alguma fonte de calor, vem a inflamar-se de forma rápida,

atingindo todo o ambiente. A faixa de explosividade, nesse caso, é difícil de estabelecer e depende de diversos fatores, tais como:

- tamanho das partículas em suspensão – quanto menor o tamanho das partículas, maior a explosividade por causa da sua relação superfície versus massa;
- umidade – quanto menos úmida a mistura, maior o risco de explosão;
- misturas híbridas – diferentes materiais juntos tendem a aumentar a explosividade da mistura, requerendo menos energia para deflagrá-la;
- tempo em suspensão – quanto mais tempo a poeira permanecer em suspensão no ambiente, maior será o risco de explosão;
- concentração de oxigênio – quanto maior a concentração de oxigênio na mistura, mais facilmente se dará a reação de combustão.

Em um aspecto prático, uma boa medição do risco de um ambiente cheio de poeira inflamável em suspensão é estender o próprio braço. Se não for possível enxergar sua mão, é sinal de que a situação deve ser considerada como explosiva.

Deve-se checar também se há deposição de pó nas superfícies – até 1 mm de poeira sobre a superfície é tolerado. Acima disso, deve-se dispensar atenção e cuidados maiores.

Se em um ambiente com alta concentração de poeira combustível não for possível enxergar as mãos quando os braços estão estendidos, o risco de explosão é muito grande.

De forma geral, a temperatura para deflagrar explosão em mistura de ar e poeira gira em torno de 330 a 400 ºC, sendo bem maior que em mistura de ar e gás. Essa temperatura pode ser facilmente encontrada em superfícies quentes de maquinário industrial ou de fornos, que é o caso de silos.

Tabela 7 - Dados de explosividade de pós agrícolas

Produtos	Temperatura de ignição (ºC)	Energia mínima de ignição (J)	Concentração mínima explosiva (kg/m³)
Arroz	440	0,04	0,045
Milho	400	0,04	0,45
Trigo	480	0,06	0,055
Açúcar	350	0,03	0,035
Pó de grãos misturados	430	0,03	0,055
Farinha de soja	520	0,05	0,035
Farinha de trigo	380	0,05	0,050
Amido de milho	380	0,02	0,040
Carvão em pó	610	0,06	0,055

Fonte: Explosion Investigation and Analysis, Kennedy, Patrick M. e John Kennedy

Os cuidados dos bombeiros em ambientes com mistura de ar e gás, ou de ar e poeira combustível, são geralmente de prevenção à explosão. Uma vez ocorrida, pouco se pode fazer. Na situação em que a guarnição chega ao local depois da explosão, devem ser considerados os riscos de um colapso da estrutura.

As ações a serem adotadas pelos bombeiros devem seguir o POP específico para ocorrências em ambientes com poeiras combustíveis em suspensão. Em linhas gerais, a guarnição de socorro deve:

- evacuar e isolar a área;

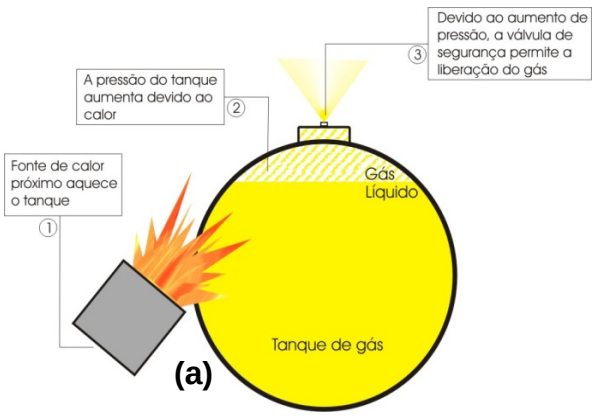
- umedecer o ambiente com pulsos curtos de jato atomizado, com cuidado para não mover a poeira; e
- desligar maquinários e equipamentos elétricos energizados.

BLEVE – *Boiling liquid expanding vapor explosion*

É o tipo de explosão que ocorre em recipientes que comportam líquidos, em decorrência da pressão exercida em seus lados, quando aquecido, e ferve, excedendo a capacidade do recipiente de suportar a pressão resultante.

Ainda não há um termo em português para descrever esse fenômeno, que, geralmente, ocorre quando o calor é aplicado ao recipiente, levando o líquido à fervura. A pressão do vapor irá aumentar até atingir um ponto em que o recipiente não suportará mais, causando uma fissura em sua estrutura, com a liberação do vapor de forma violenta.

A Figura 30 mostra o desenvolvimento típico de um BLEVE.



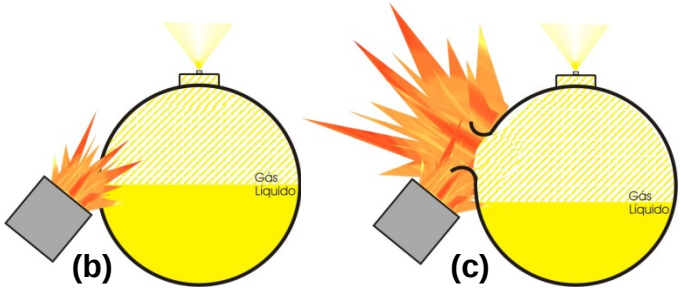


Figura 30 - Desenvolvimento de um BLEVE

As paredes do tanque são resfriadas inicialmente pelo líquido que está dentro dele (Figura 30a). Este efeito de resfriamento desaparece à medida que o líquido diminui em decorrência da sua evaporação (Figura 30b). Quando o nível do líquido está abaixo da fonte de calor (Figura 30c), a parede do recipiente torna-se enfraquecida pela ação do calor e do aumento da pressão interna, forçando a estrutura e levando à ruptura (Figura 30c).

O BLEVE pode ocorrer também quando existe um dano na estrutura do cilindro (ponto fraco), submetido a um aumento da pressão interna, ainda que o líquido não tenha ficado abaixo do ponto de contato com a fonte de calor.

O resultado de um BLEVE pode ser desde um escape mínimo do vapor pela ruptura (até a equalização da pressão interna do cilindro), até uma explosão (que libera um grande onde de impacto e calor).

Para se compreender melhor esse fenômeno, basta lembrar a pipoca: o líquido dentro da casca dura do milho é aquecido, ferve e exerce uma pressão contra esta até que se rompa, resultando em um núcleo cozido que escapou da sua casca enquanto a pressão interna se igualava à do ambiente.

Esse fenômeno pode ocorrer em recipientes que armazenam ou transportam líquidos ou gás, como os caminhões tanque (ver Figura 31) ou reservatórios quando são aquecidos.

As ações a serem adotadas pelos bombeiros devem seguir o Procedimento Operacional Padrão (POP) específico para ocorrências envolvendo tanque. Em linhas gerais, a guarnição de socorro deve:

- resfriar o tanque (à distância);
- isolar a área; e
- controlar o vazamento.

Figura 31 – Tipo de recipiente sujeito a *BLEVE*

Ocorrências envolvendo caminhões tanque ou tanques de armazenagem devem ser consideradas como risco de explosão, tanto em relação ao isolamento da área quanto à necessidade de resfriar o recipiente, por causa da possibilidade da ocorrência de um BLEVE.

Mesmo que o líquido no recipiente não seja inflamável, a sua ruptura pode ser violenta, resultando em uma força tal que lance fragmentos a grandes distâncias, acompanhado de uma forte onda de choque.

Se o líquido for inflamável, a fissura no recipiente irá exibir uma bola de fogo que piora as condições da ocorrência. Se o líquido for um tipo de produto perigoso, outras tantas variáveis adicionais devem ser observadas, como o cuidado com rede pluvial, contaminação pelo ar,

etc. Nesse caso, devem ser adotados os procedimentos relativos a produtos perigosos.

O BLEVE pode ocorrer tanto em recipientes que contenham líquidos inflamáveis, quanto com líquidos não inflamáveis.

3. Transferência de calor

Como a combustão é uma reação química que produz luz e calor, é importante que os bombeiros saibam o que é e como o calor se propaga em um ambiente, uma vez que ele possui um potencial de dano tão grande ou maior do que o da ação direta das chamas em um incêndio.

Termodinâmica é a ciência que define a relação entre energia, calor e propriedades físicas mensuráveis, como a temperatura, o que torna o seu estudo de relevante importância para se compreender o comportamento do fogo. Para uma melhor compreensão a respeito, é preciso observar os seguintes conceitos:

Energia é a expressão mais produtiva do equilíbrio termodinâmico de um sistema (ou material), apresentando-se sempre como trabalho (movimento da massa ao longo de uma distância) ou calor. Existem vários tipos de energia e suas aplicações mais comuns envolvem a transformação de um tipo para outra. Exemplos: em um veículo, energia química é convertida em trabalho para impulsionar as rodas (energia cinética) e o calor residual do bloco do motor é dissipado para o ar. Em uma reação em cadeia, energia térmica é convertida em energia química (novos produtos de combustão), que proporcionará a transferência de calor de um corpo para outro em um incêndio.

Calor é a transferência de energia devido a uma diferença de temperatura. É a energia térmica em movimento que se transporta de uma região mais quente para uma região mais fria, obedecendo à 1ª Lei da Termodinâmica (princípio da conservação da energia), na qual os materiais tendem a alcançar o equilíbrio térmico.

Pelo equilíbrio térmico, a transferência de calor de uma região mais quente para uma região mais fria ocorrerá até que ambas estejam com a mesma temperatura.

No equilíbrio, também conhecido como regime estacionário ou permanente, todo o corpo estará em uma mesma temperatura.

A transferência de calor pode ocorrer tanto entre corpos diferentes como em áreas distintas de um mesmo corpo.

O calor presente em um incêndio pode ser gerado pela transformação de outras formas de energia, como, por exemplo:

- da energia química - calor gerado pela combustão;
- da energia elétrica - calor gerado pela passagem de eletricidade por meio de um condutor, ou do próprio ar: arco voltaico, faísca, eletricidade estática e raio.
- da energia mecânica - calor gerado pelo atrito entre dois corpos; ocorre com freqüência com motores em suas peças internas: rolamentos, mancais, ventoinhas, ventiladores e afins.

Existe também a energia térmica decorrente da energia nuclear, que é o calor gerado pela fissão ou fusão dos átomos, porém de raríssima ocorrência no caso de incêndios urbanos.

O calor (energia térmica) está diretamente associado com a diferença de temperatura entre dois corpos. Já a temperatura é a expressão do grau de agitação das moléculas. As moléculas estão em constante movimento e, quando aquecidas, sua velocidade aumenta, elevando também a temperatura. Algo que é “quente” tem relativamente maior temperatura comparado a outro que é “frio”.

Temperatura é a medida direta da atividade molecular, ou seja, é a medida da energia térmica. Todas as escalas utilizadas para

definir temperatura são arbitrárias e foram estabelecidas levando-se em conta a conveniência.

A Tabela 8 apresenta a relação entre quatro escalas baseadas no ponto de ebulição e congelamento da água. Duas delas – Rankine e Kelvin – estabelecem zero grau como zero absoluto.

Zero absoluto é a temperatura na qual a atividade molecular cessa, ou seja, não há movimentação das moléculas.

Tabela 8 - Pontos principais em relação à água nas escalas de temperatura mais utilizadas

Escala	Símbolo	Ponto de ebulição	Ponto de congelamento	Zero absoluto
Farenheit	ºF	212	32	-460
Rankine	ºR	672	492	0
Celsius	**ºC**	**100**	**0**	**-273**
Kelvin	K	373	273	0

Fonte: Fundamentals of Physics, Halliday, Resnick e Walker

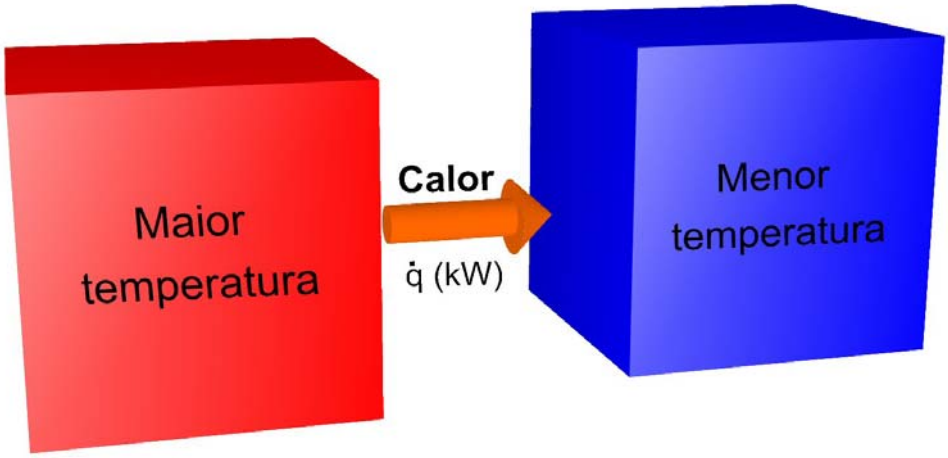


Figura 32 - Transferência de calor

A Figura 32 esquematiza o fluxo de calor do corpo mais quente para o mais frio, com a unidade representada em kilowatts. Da mesma

forma, em um incêndio, o material aquecido inicialmente (foco do incêndio) irá transferir calor para o ambiente e outros materiais próximos. Se essa ação for continuada, estes irão sofrer pirólise, podendo atingir seu ponto de ignição.

O calor é, então, o responsável pela mudança de temperatura nos campos e é proporcional ao calor específico do corpo (***c***), que é a quantidade de calor por unidade de massa necessária para elevar a sua temperatura em 1º C. O calor específico é uma característica própria de cada material, com valor constante na Tabela 9.

O calor (*q*) pode ser calculado pela equação:

$$q = m\, c\, \Delta T$$

Na qual:

m é a massa.

c é o calor específico do material.

ΔT é a diferença de temperatura entre os corpos (ou entre as partes).

Usualmente, o calor é expresso em joules (J). São necessários 4,182 J para elevar 1 (um) grama de água a 1º C. A taxa de fluxo de calor é representado por $\dot{q}$ e é mensurada por quilojoules por segundo (kJ/s) ou kilowatts (kW).

Tabela 9 - Propriedades térmicas de alguns materiais

Material	Condutividade Térmica (K) (W/m-K)	Calor Específico (c) (kJ/kg-K)	Densidade (ρ) (kg/m³)	Difusividade Térmica (α) (m²/s)
Cobre	387	0,380	8940	$1,14 \times 10^{-4}$
Aço doce	45,8	0,460	7850	$1,26 \times 10^{-5}$
Tijolo comum	0,69	0,840	1600	$5,2 \times 10^{-7}$
Concreto	0,8 – 1,4	0,880	1900 - 2300	$5,7 \times 10^{-7}$
Vidro	0,76	0,840	2700	$3,3 \times 10^{-7}$
Gesso	0,48	0,840	1440	$4,1 \times 10^{-7}$
Polímero (PMMA)	0,19	1,420	1190	$1,1 \times 10^{-7}$
Carvalho	0,17	2,380	800	$8,9 \times 10^{-8}$
Pinho amarelo	0,14	2,850	640	$8,3 \times 10^{-8}$
Asbesto	0,15	1,050	577	$2,5 \times 10^{-7}$
Papelão isolante	0,041	2,090	229	$8,6 \times 10^{-8}$
Espuma (poliuretano)	0,034	1,400	20	$1,2 \times 10^{-6}$
Ar	0,026	1,040	1,1	$2,2 \times 10^{-5}$

Fonte: Principles of Fire Behavior, D. Drysdale

Um corpo não possui calor, mas, sim, temperatura.

Em uma reação, o calor pode ser liberado ou absorvido.

Quando o calor é liberado, a reação é denominada ***exotérmica***. Exemplo: quando se aplica pressão em um gás, este libera calor para o ambiente e se transforma em líquido, como o caso do GLP envasado e do CO_2 em um aparelho extintor. Se for aplicada mais pressão, continuará havendo liberação de calor e ele solidificar-se-á, como o caso do CO_2 que se transforma em gelo seco.

Quando o calor é absorvido, a reação é denominada ***endotérmica***. Exemplo: a aplicação de calor em um corpo sólido, como o gelo, fará com que ele absorva o calor aplicado e se transforme em

água. Continuando o aquecimento, a água continuará absorvendo calor e se transformará em vapor, mudando seu estado para gasoso.

Formas de transferência de calor

Como o calor é a energia que pode causar, propagar e intensificar incêndios, conhecer como é transmitido de um corpo ou de uma área para outra é essencial para saber como controlar um incêndio. O controle é o primeiro passo para extingui-lo.

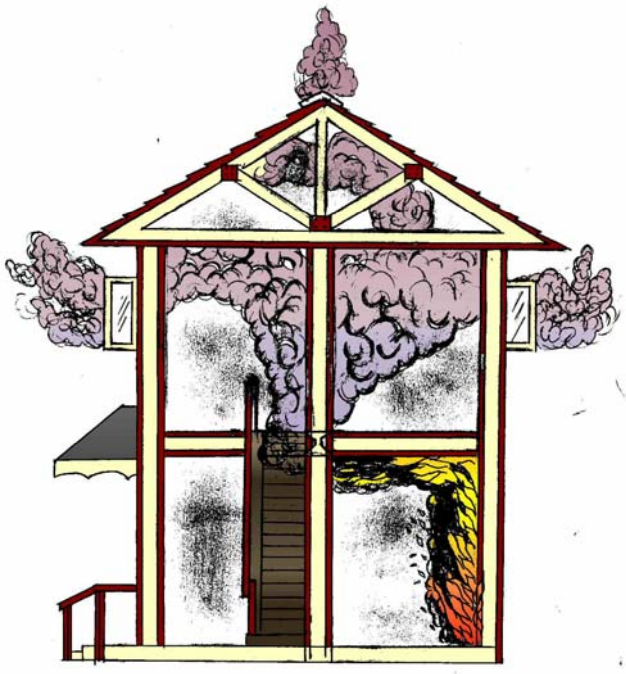
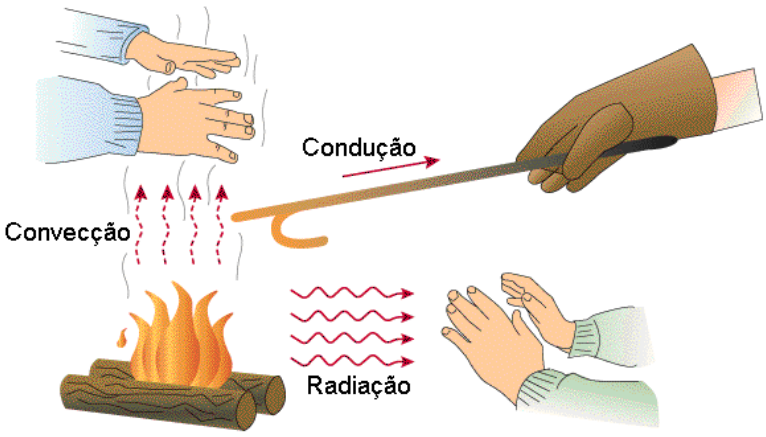


Figura 33 - Um incêndio se propaga e se intensifica pela transferência de calor

A transferência de calor de um corpo para outro ou entre áreas diferentes de um mesmo corpo será influenciada:

1. pelo tipo de material combustível que está sendo aquecido;
2. pela capacidade do material combustível de reter calor; e
3. pela distância da fonte de calor até o material combustível.

Existem três formas básicas de transferência de calor: condução, convecção e radiação.



Fonte: http://www.physics.brocku.ca/courses/1p93/Heat/
Figura 34 - Formas de transferência de calor

Apesar de, em um incêndio, ocorrerem muito frequentemente as três formas, geralmente, uma delas predomina sobre as outras em um determinado estágio ou região do incêndio.

3.1. Condução

É a transferência de calor por meio do contato direto entre as moléculas do material, em corpos sólidos. Nesse processo, o calor passa de molécula a molécula, mas nenhuma delas é transportada com o calor.

Neste exemplo, o calor absorvido pela face interna da parede irá fluir para a face externa, por condução.

Figura 35 – Transferência de calor por condução através da parede

Um corpo sólido (como uma barra de metal, por exemplo), sendo aquecido em uma de suas extremidades sofrerá condução. O calor será transportado da extremidade mais quente em direção à extremidade mais fria. Suas moléculas, ao serem aquecidas, agitam-se e chocam-se com as vizinhas, transmitindo calor como uma onda de energia. E assim o movimento continua sucessivamente, até que o corpo atinja o equilíbrio.

É importante frisar que as moléculas do corpo se agitam, porém não saem do lugar em que se encontram, ou seja, não se deslocam. Nesse processo, ocorre a transferência de calor, tanto pela agitação das moléculas quanto pelo movimento dos elétrons livres no metal.

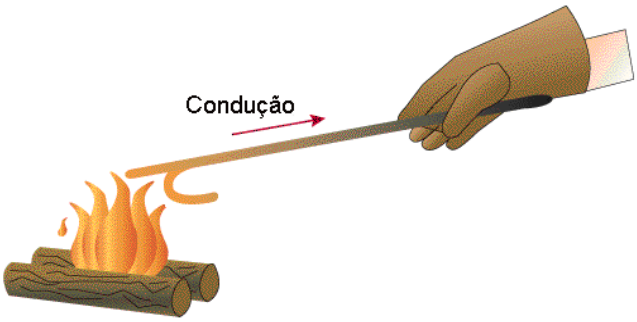


Figura 36 - Transferência de calor por condução

A quantidade de calor se movendo através da barra metálica será diretamente proporcional ao tempo de exposição ao calor, à sua seção transversal e à diferença de temperaturas entre as suas extremidades e inversamente proporcional ao seu comprimento, ou seja, quanto maior a diferença de temperatura entre as extremidades, maior será a transferência de calor.

Em um incêndio, quanto mais intensas forem as chamas, mais calor tende a ser dissipado para os materiais próximos, agravando o sinistro, o que implica afirmar que, quanto mais tempo exposto, mais calor fluirá pela barra. Dessa forma, o tempo resposta em um incêndio é fundamental para um socorro eficiente.

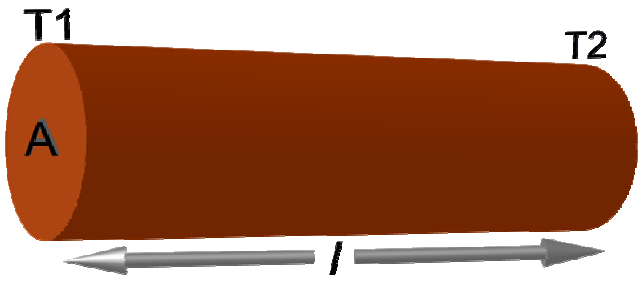


Figura 37 - Condução de calor em um sólido

No início de 1800, Joseph Fourier formulou a lei da condução de calor, que estabelece que o calor fluindo através da matéria pode ser calculado pela expressão:

$$\dot{q} = kA\frac{(T_2 - T_1)}{l}$$

Na qual:

k é a condutividade térmica (pode ser observada na Tabela 9).

A é a área através da qual o calor é transferido.

T_2 *e* T_1 são as temperaturas nas diferentes faces do corpo (zona quente e zona fria).

l é a espessura (ou o comprimento) do corpo.

> Quanto maior a diferença de temperatura entre os corpos (ou áreas) maior será a transferência de calor.

A equação acima estabelece que o fluxo de calor entre duas temperaturas em um sólido também é proporcional a uma característica do sólido, conhecida como condutividade térmica (*k*). Da mesma forma, quanto maior a área, maior será o calor passando por ela. Caso análogo acontece com o cálculo do fluxo de água passando por um cano.

Condutividade térmica é a característica do material que representa a sua resistência à condução de calor. Devido à sua composição, os materiais conduzem mais ou menos calor quando expostos a uma mesma fonte externa de aquecimento.

> Quanto maior o coeficiente de condutividade térmica de um material, mais facilmente este conduzirá calor.

Analisando a Tabela 9, conclui-se que os metais são bons condutores de calor, enquanto o concreto e o plástico são bons isolantes térmicos. Por esse motivo, é considerada de grande importância a

condutividade térmica do material pelo qual o calor será conduzido (transferido). Uma parede feita de tijolos conseguirá reter calor em um ambiente por muito mais tempo que uma parede de metal, comum em um *trailer* ou navio.

O tempo de exposição do material ao calor, como já foi dito, também é determinante para a quantidade de calor a ser transferida. Se este for maior que a capacidade do material de dissipar calor para o ambiente, haverá aquecimento e, conseqüentemente, o incêndio se propagará mais facilmente.

> Quanto maior o tempo de exposição dos materiais ao calor, maiores as chances do incêndio se propagar.

Se dois ou mais corpos estão em contato, o calor é conduzido por meio deles como se o conjunto fosse um só corpo, respeitando-se a condutividade de cada material componente.

Materiais que contêm espaços vazios (em forma de bolsas de ar) em sua estrutura, tal como a celulose e a lã mineral, são bons isolantes térmicos, pela dificuldade que o calor enfrenta para atravessar esses espaços, por causa da baixa condutividade térmica do ar.

Com a equação e os valores constantes na Tabela 9, e ainda lembrando que a taxa de fluxo de calor (*q''*) é a quantidade de calor fluindo sobre uma unidade de área, o cálculo para a taxa de fluxo de calor seguirá a seguinte equação:

$$\dot{q}'' = \dot{q} / A$$

$$\dot{q} = q'' \cdot A = kA\frac{(T_2 - T_1)}{l}$$

$$\dot{q}'' = k\frac{(T_2 - T_1)}{l}$$

Logo, é possível então estimar, em um incêndio em um cômodo, qual o fluxo de calor que está passando por uma parede de tijolos de 12 cm de espessura (medida comum em construções), na qual a temperatura em um dos lados da parede é de 22 ºC (temperatura ambiente) e do outro é de 330 ºC. Essa temperatura é facilmente atingida em um incêndio estrutural.

q'' = 0,69(330 – 22) / 0,12

q'' = 1771 W = **1,771 kW/m²**

Em um outro exemplo, se forem consideradas as mesmas temperaturas e espessura da parede, só que agora sendo esta feita em aço, obter-se-á o seguinte valor:

q'' = 45,8(330 – 22) / 0,12

q'' = 117553,3 W = **117,553 kW/m²**

Como se pode notar, a uma mesma diferença de temperatura e com mesma espessura de parede, a taxa de fluxo de calor por condução na parede de aço será 66 (sessenta e seis) vezes maior que a encontrada na parede de tijolos.

Em casos reais, a transferência de calor se dá em todas as direções, simultaneamente, enquanto nesses exemplos calculou-se o fluxo de calor em uma direção apenas. Camadas de diferentes materiais, suas diferentes formas e o tempo de exposição à fonte de calor são fatores que irão aumentar a complexidade desse processo. Em virtude disso, os cálculos do fluxo de calor em incêndios reais, normalmente, são obtidos pelo emprego de modelos próprios para processamento computacional.

Geralmente, a transferência de calor é instável (regime transiente) e leva algum tempo para o calor penetrar através da parede. Uma estimativa empírica de quanto tempo levará para a outra face do corpo sofrer aumento de temperatura pode ser dada pela expressão:

$$t = l^2/16\ \alpha$$

Na qual:

t é o tempo de penetração térmica (dado em segundos).

l é a espessura da parede (dada em metros).

α é o coeficiente de difusividade térmica.

Isso significa que a onda de calor levará o tempo calculado pela fórmula acima para penetrar e atravessar a parede.

Nas mesmas condições do exemplo anterior, com uma parede de 12 cm, é possível obter para os diferentes materiais:

Parede de tijolo:
Tempo = $(0,12)^2$ / 16 x 5,2 x 10^{-7}
Tempo = 1730 s ≅ **28 minutos**

Parede de aço:
Tempo = $(0,12)^2$ / 16 x 1,26 x 10^{-5}
Tempo = 71 s ≅ **1 minuto**

Note-se que o tempo que o fluxo de calor leva para atravessar uma parede de tijolos é 28 (vinte e oito) vezes maior que o tempo de atravessar uma parede de aço, igualando a sua temperatura.

Tomando-se, novamente, o exemplo da parede de tijolos. Se for calculado o tempo de penetração do calor em três espessuras diferentes, sendo uma com 10 cm, outra com 20 cm e a última com 30 cm de espessura, obtém-se os valores abaixo:

- Tempo da parede com 10 cm = 1.201 s = 20 minutos
- Tempo da parede com 20 cm = 4.800 s = 80 minutos
- Tempo da parede com 30 cm = 10.817 s = 180 minutos

Por esse motivo, os cálculos para dimensionamento de paredes e portas corta-fogo são importantes para os estudos dos sistemas de engenharia contra incêndio e pânico, quando o assunto é resistência ao calor proveniente do incêndio, como forma de se evitar sua propagação.

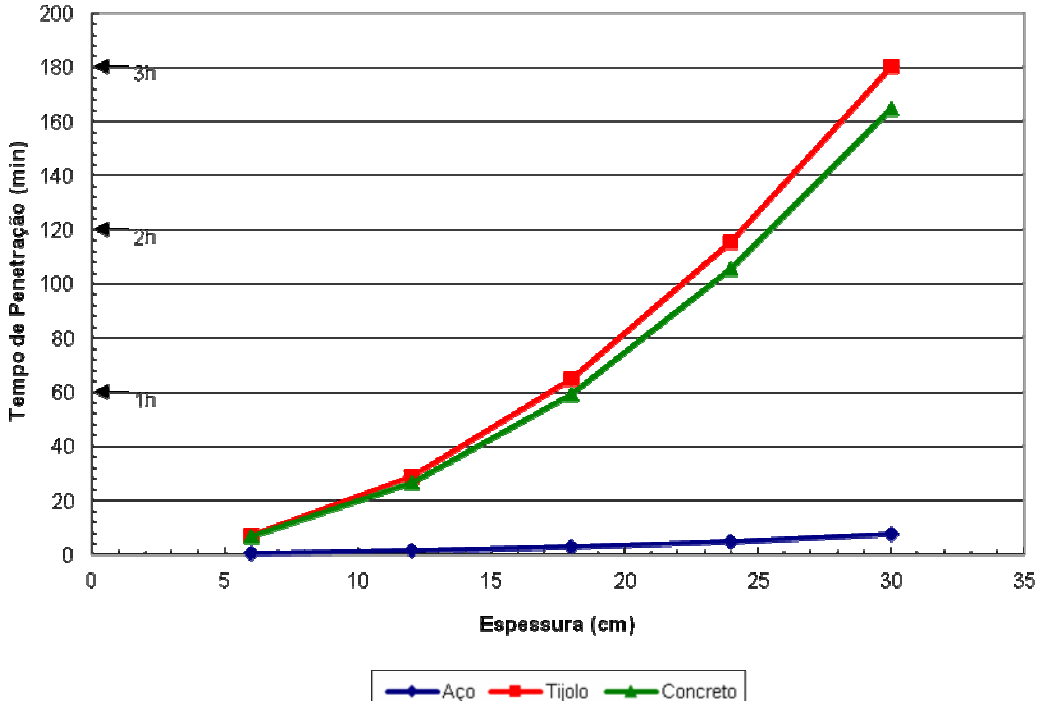


Figura 38 - Tempo de penetração do calor em função da espessura de paredes feitas de tijolo, concreto e aço

Observa-se, conforme o gráfico presente na Figura 38 que o concreto e o tijolo possuem comportamentos semelhantes no que diz respeito ao tempo de penetração do calor, ao contrário do aço, capaz de transferir a mesma quantidade de calor em questão de minutos.

3.2. Convecção

Em um fluido em movimento, a transferência de seu calor até uma superfície sólida ou para outro fluido é chamada de convecção. Um fluido é qualquer material que possa escoar. Trata-se sempre de um líquido ou de um gás (ar, fumaça, gás combustível, etc.).

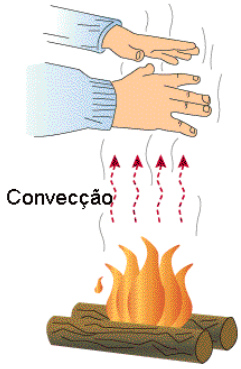


Figura 39 - Transferência de calor por convecção

A convecção é a forma de transferência de calor que ocorre em fluidos – meio líquido ou gasoso.

Nesse tipo de transferência, o calor fluirá pelo contato direto entre as moléculas do fluido. A convecção envolve três processos distintos: a condução de calor, a diferença de densidade e a mudança de fase (estado físico).

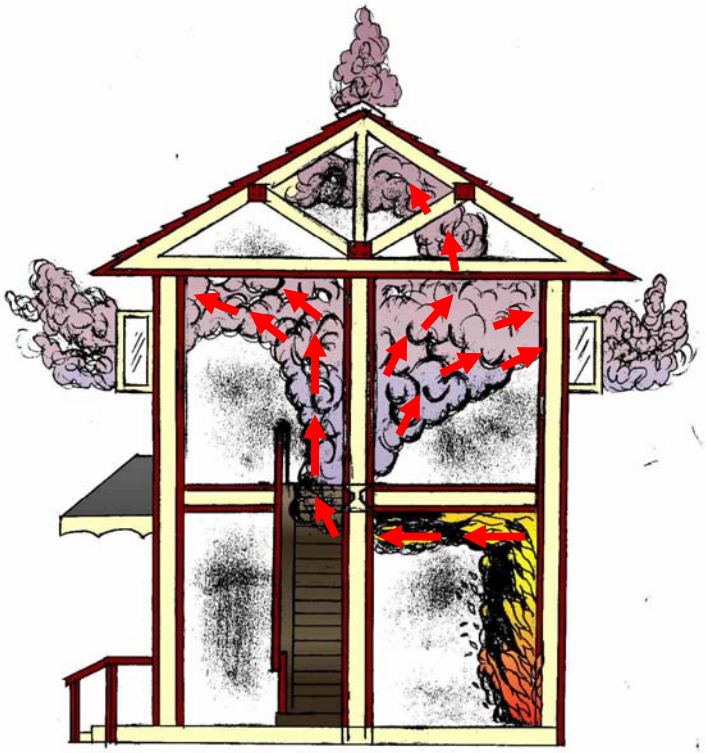


Figura 40 - Transferência de calor pela convecção da fumaça

Na Figura 40, é mostrado que a fumaça transfere calor da base do fogo para a parte mais alta da edificação (teto e pavimentos superiores) sem que tenha havido contato direto com as chamas.

Quando o fluido é aquecido, sua agitação molecular aumenta, elevando o número de colisões entre as moléculas. Com isso, as moléculas mais externas são empurradas para fora e alcançam o espaço ao redor, expandindo-se. Nesse processo de expansão, o fluido se torna menos denso e, portanto, mais leve que o ar, fazendo com que ele suba, atingindo as áreas mais altas.

Na convecção, as moléculas aquecidas se chocam umas com as outras, tornando o fluido menos denso (portanto, mais leve) e sobem, distribuindo o calor pelo ambiente. Esse é o movimento natural da fumaça, normalmente presente nos incêndios.

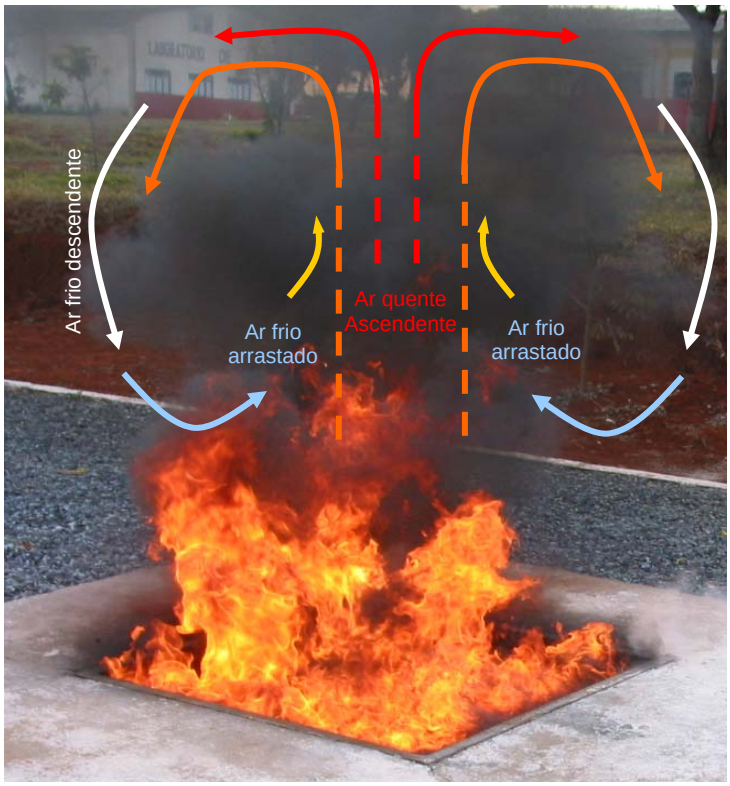


Figura 41 - Convecção da fumaça

Por isso o ar aquecido sobe, enquanto o ar frio desce. A separação entre os dois meios chama-se ***balanço térmico.*** Quanto mais aquecido o ar, mais rápida e violenta será a ascensão da fumaça e dos gases quentes. Em um ambiente aberto, o ar aquecido continuará subindo até atingir o equilíbrio com a atmosfera.

Fonte: 7/18/02 Thursday from Wild Basin. Photo by Bob McDonald – estes.on-line.com/cam/BigElkFire/default.asp

Figura 42 - Comportamento da fumaça em ambiente aberto

A tendência natural da fumaça de um incêndio é subir!

Em ambientes fechados, os gases aquecidos ficam dispostos em camadas de temperatura crescente do piso ao teto. Próximo ao piso, toda a área horizontal apresenta temperatura semelhante, que é muito inferior à temperatura próximo ao teto.

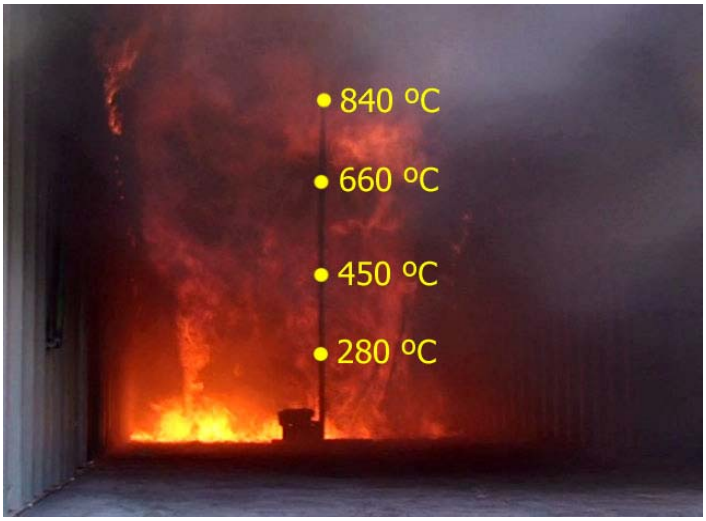


Figura 43 – Temperatura na camada de fumaça a 4 metros de distância do foco (0,5m, 1,0m, 1,5m e 2,0m de altura)

Quando se aplica água na proporção adequada ao incêndio, o calor é absorvido e forma-se vapor, o qual sobe por efeito da convecção, e a temperatura do ambiente cai, mantendo-se o balanço térmico. Essa situação propicia mais conforto para o bombeiro e um rescaldo mais fácil e rápido.

Quando se usa água além da necessária, forma-se vapor excessivo, que não consegue subir e acumula-se no ambiente. A visibilidade diminui, e a temperatura aumenta próximo ao piso, dificultando o trabalho dos bombeiros e o rescaldo. Se isso ocorrer (temperatura mais alta em baixo), a extinção dos focos restantes será dificultada, o que contraria o senso comum.

A aplicação de muita água atrasa a extinção do incêndio.

Nas situações em que o movimento do fluido é induzido por um ventilador ou outro dispositivo qualquer, se dá uma convecção forçada. Nesse caso, o percurso do fluido aquecido será afetado e poderá transmitir calor para materiais que se encontrem na rota de escape da fumaça. O uso de ventiladores e outros dispositivos de ventilação tática devem ser adotados com cuidado e são assuntos presentes no Módulo 3 deste manual.

O movimento ascendente do fluido aquecido (nos processos de convecção natural ou forçada) torna-se particularmente perigoso em incêndios em edificações que possuam mais de um pavimento, com a presença de corredores verticais contínuos (fossos de elevadores ou tubulações).

Perigo semelhante ocorre com as escadas, por permitirem que a fumaça suba de um pavimento para o outro. Uma forma simples de

lembrar do perigo das escadas para a convecção é: se uma pessoa consegue acessar o pavimento superior por uma escada, a fumaça também pode e, certamente, o fará.

Esse processo pode ocasionar a propagação de incêndio em pavimentos descontínuos, aparentemente sem relação com o foco de incêndio original, pela movimentação da fumaça dentro do ambiente.

Como a fumaça é um bom meio de propagação do calor por convecção e estará presente nos incêndios, é necessário que os bombeiros envidem esforços no sentido de não permitir que a massa aquecida atinja outras superfícies ou ambientes preservados durante a ação de combate a incêndio.

Logo eles não devem permitir que sua atenção esteja voltada somente para a ação das chamas, uma vez que, freqüentemente, os danos causados pela convecção – ação do calor e da fuligem – são muito maiores que os danos causados pela ação direta das chamas.

Em uma situação típica de convecção natural, há o exemplo da corrente de ar quente sobre uma superfície de água congelada. A transferência de calor por condução nessa superfície depende da diferença de temperatura, ΔT, próxima a ela. Pela lei da condução, a transferência de calor, proveniente do ar sobre a superfície gelada, é dada pela equação:

$$\dot{q} = kA\frac{(T_2 - T_1)}{l}$$

Na qual l é a distância entre as temperaturas correspondentes a $\Delta T = (T_2 - T_1)$.

O fluxo de calor, até um anteparo sobre a superfície congelada, é dado por:

$$q'' = \dot{q}/A = k\,\Delta T/l$$

Tendo em vista que a corrente de ar encontra-se em movimento e não possui dimensões definidas como os materiais sólidos, a expressão de Fourier não permite que seja calculada a quantidade de calor transferida em função do contato entre dois fluidos ou entre um fluido e um sólido.

Portanto, a avaliação de como se dá a transferência de calor entre esses dois meios depende de dois processos básicos que estão presentes: as características do movimento do ar em torno da superfície de água gelada e como o calor é transportado pelo fluxo de ar. A solução analítica para esse problema, ainda que considerada apenas uma direção, é de razoável complexidade.

De maneira sucinta, será apresentado neste manual somente o parâmetro que reúne esses efeitos, o coeficiente de transferência de calor convectivo, representado por *h.* Daqui por diante, a equação que determina o fluxo de calor por convecção em uma superfície é dada por:

$$q'' = h(T_2 - T_1)$$

Como no caso da condução, as soluções de problemas reais de convecção são obtidas com o emprego de processamento computacional de métodos numéricos específicos. Para os objetivos deste trabalho, são apresentadas soluções empíricas para situações típicas presentes nos incêndios. A tabela a seguir mostra o coeficiente de transferência de calor convectivo em algumas condições ambientais:

Tabela 10 - Coeficiente de transferência de calor convectivo em algumas condições ambientais

Condição do fluido	h (W/m² °C)
Fluxo normal de ar para cima	5-10
Chama de um fósforo	-30
Chama superficial turbulenta de líquido inflamável	-20
Chama afetando o teto	5-50
Vento com velocidade de 2 m/s	-10
Vento com velocidade de 35 m/s	-75

Fonte: Principles of Fire Behavior, J. G.Quintiere

Convecção é a transferência de calor nos fluidos, pelo movimento de massa de um meio líquido ou gasoso, causada pela diferença de densidade entre moléculas quentes e frias, fazendo com que as partículas aquecidas subam e as frias desçam.

É importante não confundir a convecção com a Lei de Fick, falada anteriormente na chama difusa. Enquanto esta trata da difusão dos gases (combustível e comburente), saindo de uma zona de alta para uma zona de baixa concentração; na convecção há apenas diferença de densidade, com a ocorrência de deslocamento ascendente de fluido aquecido, o que não ocorre com a difusão.

O fluxo de calor convectivo será maior em ambientes confinados (em compartimentos como cômodos ou interior de veículos), devido ao ***empuxo*** e à delimitação de espaço feita por teto e paredes laterais, que faz com que a fumaça se acumule.

Empuxo é a força que atua para cima, em qualquer corpo que esteja total ou parcialmente imerso em um fluido. Essa força será igual ao peso do fluido que foi deslocado pelo corpo (Princípio de Arquimedes).

Pelos dois aspectos acima citados, a parte mais alta do cômodo estará a uma temperatura bem mais alta do que próximo ao solo, influenciando, sobremaneira, o comportamento dos bombeiros durante o combate a incêndio quanto à:

- necessidade do uso completo e correto do equipamento de proteção individual;
- necessidade de escoamento da fumaça acumulada no ambiente;
- entrada e trabalho agachado ou ajoelhado;
- utilização do jato apropriado na fumaça a fim de que a temperatura do ambiente seja estabilizada dentro da técnica adequada antes de alcançar o foco do incêndio. Tal procedimento encontra-se presente no Módulo 3 deste manual.

Uma das características do fluido é a tendência a ocupar todo espaço disponível. Por isso, cuidado para onde a fumaça está indo em um incêndio!

3.3. Radiação térmica

É a transferência de calor por meio de ondas eletromagnéticas, que se deslocam em todas as direções, em linha reta e à velocidade da luz, a partir da chama. Essas ondas podem ser refletidas ou absorvidas por uma superfície, abrangendo desde os raios ultravioletas até os infravermelhos.

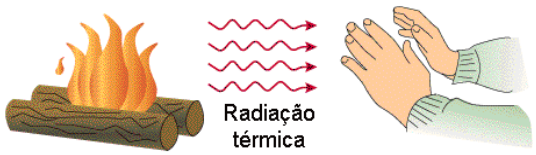


Figura 44 - Transferência de calor por radiação térmica

A radiação é a única forma de transferência de calor que não depende de meio material para se propagar e pode aquecer até mesmo os objetos mais distantes em um ambiente. Um exemplo clássico é o sol, que aquece a terra apesar da distância entre os dois.

> A radiação é a forma de transferência de calor por meio de ondas eletromagnéticas.

Todos os corpos que se encontram a uma temperatura superior ao zero absoluto emitem radiação, normalmente, em pequena quantidade. A expressão que determina a intensidade de calor por radiação emitida por um corpo, a equação de Stefan-Boltzmann, é dada por:

$$\dot{q} = \sigma\varepsilon(T)^4$$

Na qual o σ é a constante de Stefan-Boltzmann, de valor fixo ($6{,}7 \times 10^{-12}$ W/K^4) e ε a emissividade, característica de cada tipo de material, que varia de 0 a 1. Portanto, em virtude da baixa ordem de grandeza da constante, apenas em temperaturas elevadas, um objeto pode irradiar uma quantidade significativa de calor.

Em um incêndio, o calor será irradiado em todas as direções. O material que estiver em seu caminho irá absorver o calor fornecido pelas

ondas e terá sua temperatura elevada, o que poderá causar a pirólise, ou, até mesmo, fazer com que atinja seu ponto de ignição.

Para que se manifestem os efeitos da radiação térmica, é necessário que:

- a fonte de calor esteja com temperatura elevada o suficiente para produzir um fluxo de calor significativo;
- os materiais ainda não atingidos sejam capazes de absorver calor; e
- os materiais retenham o calor, sem dissipá-lo (nas mesmas proporções) para o ambiente.

A intensidade da propagação do calor por radiação irá aumentar ou diminuir à medida que os materiais estejam mais próximos ou mais distantes da fonte de calor, respectivamente. Portanto, a regra prática em um combate a incêndio é: quanto maior a distância entre a fonte de calor e os outros materiais, menor será a transferência de calor por radiação.

O afastamento ou retirada dos materiais combustíveis de um ambiente incendiado pode representar uma importante ação no combate a incêndios.

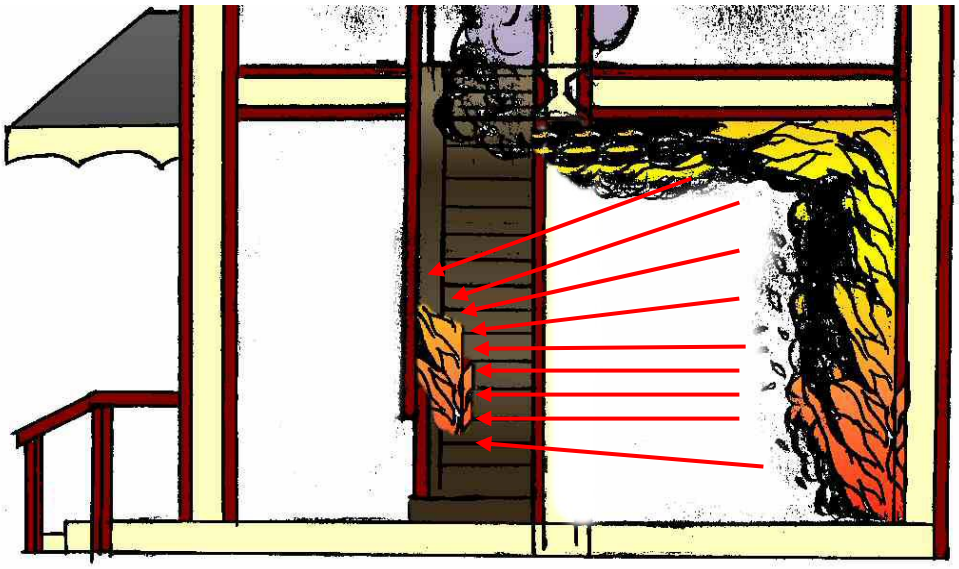


Figura 45 - Transferência de calor por radiação para um ponto distante do foco

A Figura 45 mostra a ação das ondas eletromagnéticas, a partir das chamas, em direção à escada.

Em um incêndio, a fumaça transfere calor por convecção e radiação. Se o incêndio ocorre em um cômodo, o calor da fumaça e dos gases acaba sendo limitado pela presença das paredes e do teto. A seguir, o calor do teto é irradiado para baixo, fazendo com que a mobília sofra pirólise e atinja seu ponto de ignição, inflamando os materiais de uma forma generalizada (*flashover*).

4. Processos de extinção do fogo

4.1. Processos de extinção do fogo

Como visto anteriormente, a combustão se processa por meio do triângulo ou tetraedro do fogo. Conseqüentemente, os métodos ou processos de extinção de incêndio são baseados na retirada de um ou mais elementos que o compõe. Se um dos lados da figura for quebrado, a combustão será interrompida e o incêndio poderá ser extinto.

> Retirando-se um ou mais elementos do fogo, o incêndio extinguir-se-á.

Baseado nesses princípios, processos ou métodos foram desenvolvidos, ao longo dos anos, para a extinção de incêndios, sendo eles:

- a retirada ou controle de material;
- o resfriamento;
- o abafamento; e
- a quebra da reação em cadeia.

4.1.1 Retirada de material

A retirada ou controle de material é o processo conhecido como isolamento das chamas ou como proteção dos bens (também conhecido como salvatagem).

O método consiste em promover ações de retirada ou de controle do material combustível ainda não atingido pela combustão.

Esse método pode envolver desde ações simples e rápidas por parte dos bombeiros, como a retirada de botijão de gás liquefeito de

petróleo (GLP) de dentro de um ambiente sinistrado, até medidas mais complexas, como a drenagem do líquido combustível de um reservatório em chamas, que necessita de equipamentos e cuidados especiais.

Em todos os casos, a retirada de material é um método que exige bastante cuidado, pois implica na atuação próxima ao combustível ainda preservado pelo incêndio, que pode vir a ignir se houver aproximação de uma fonte de calor apropriada. Se isso ocorrer enquanto o bombeiro estiver próximo ou em contato direto com o material combustível, ficará exposto a um risco considerável. Por isso, toda ação de retirada de material, por mais simples que pareça ser, deve ser feita com o equipamento de proteção individual (EPI) completo.

Exemplos de retirada de material:

- remover a mobília ainda não atingida do ambiente em chamas;
- afastar a mobília da parede aquecida para que não venha a ignir os materiais próximos – isso é válido, principalmente, em edificações geminadas (que compartilham uma mesma parede);
- fazer um aceiro (área de segurança feita para evitar a propagação de um incêndio) em redor da área atingida pelas chamas; e
- retirar o botijão de GLP de dentro do ambiente sinistrado.

Exemplos de controle de material:

- fechar portas de cômodos ainda não atingidos pelas chamas;
- deixar fechadas as janelas do pavimento superior ao incêndio – isso impedirá ou dificultará o contato entre o

material combustível destes pavimentos com a fonte de calor proveniente da fumaça; e

- fechar o registro da central de GLP da edificação.

Com o processo de retirada de material, o incêndio será controlado pela falta de combustível disponível para a queima.

Existem casos em que não é possível realizar a retirada de material, geralmente, em virtude do peso ou dimensões elevadas do bem, do risco de agravamento das condições do incêndio com a retirada do material ou da insuficiência de pessoal para cumprir a missão com rapidez e eficiência. Para se resolver tal problema, existe o método denominado salvatagem, assunto que será abordado no Módulo 3.

A guarnição de combate a incêndio deve atentar que é importantíssimo não confundir a retirada de material com o rescaldo. Enquanto a retirada de material é um processo de extinção do incêndio que preserva os combustíveis ainda não atingidos pelas chamas, o rescaldo é uma fase do combate ao incêndio (assunto a ser abordado no Módulo 4 deste manual) que ocorre quando as chamas já foram debeladas, a fim de assegurar que não haverá reignição dos materiais.

Nessa fase, deve ser dispensado um grande cuidado por parte de todas as guarnições de bombeiros com a preservação da cena do sinistro, movendo o mínimo possível de materiais, comburidos ou não, do ambiente incendiado para auxiliar nos trabalhos de perícia de incêndio.

4.1.2 Resfriamento

Consiste no combate ao incêndio por meio da retirada do calor envolvido no processo de combustão. É o método mais utilizado pelos bombeiros, que usam agentes extintores para reduzir a temperatura do incêndio a limites abaixo do ponto de ignição dos materiais combustíveis existentes.

Figura 46 - Resfriamento utilizando água

Apesar de ser feita, na maioria das vezes, com uso de água, uma ação de ventilação tática também constitui uma ação de resfriamento. Isso porque, ao escoar a fumaça do local sinistrado, se remove também calor do ambiente.

Figura 47 - Resfriamento utilizando ventilação

Em todos os casos, ao retirar calor do ambiente sinistrado, evita-se que os outros materiais combustíveis atinjam seu ponto de ignição, restringindo as chamas somente ao combustível já afetado.

O resfriamento extingue o fogo ao retirar calor do ambiente sinistrado, interrompendo a combustão.

4.1.3 Abafamento

É o método que atua na diminuição do oxigênio na reação até uma concentração que não permita mais combustão. Esse processo também inclui ações que isolam o combustível do comburente, evitando que o oxigênio presente no ar reaja com os gases produzidos pelo material combustível.

Em regra geral, quanto menor o tamanho do foco do incêndio, mais fácil será utilizar o abafamento.

Exemplo de ações de abafamento:

- tampar uma panela em chamas;
- lançar cobertor sobre um material incendiado;
- cobrir com espuma determinado líquido em chamas, formando uma espécie de manta;
- “bater” nas chamas com um abafador.

O abafamento diminui ou isola o oxigênio na reação.

4.1.4 Quebra da reação em cadeia

É o processo que se vale da introdução de substâncias inibidoras da capacidade reativa do comburente com o combustível, impedindo a formação de novos íons (radicais livres produzidos pela combustão).

Nesse método, substâncias químicas (como o *Halon*), especialmente projetadas para tal, irão reagir com os íons liberados pela reação em cadeia, impedindo-os de continuar a quebra das moléculas do combustível.

4.2. Principais agentes extintores

Os agentes extintores são substâncias encontradas na natureza ou criadas pelo homem, com a finalidade de extinguir um incêndio conforme o aproveitamento de propriedades físicas ou químicas, visando sempre a retirada de um dos elementos que compõem o fogo.

Os agentes extintores são produtos que, para serem comercializados no Brasil, precisam de aprovação do Sistema Brasileiro de Certificação, cujo órgão principal é o Instituto Nacional de Metrologia e Qualidade Industrial (INMETRO).

Os requisitos técnicos mínimos exigidos para os agentes extintores, bem como para os aparelhos extintores, encontram-se nas Normas Brasileiras (NBR) aprovadas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

Os agentes extintores certificados no Brasil e que serão abordados neste manual são:

- água - NBR 11.715;
- espuma mecânica - NBR 11.751;

- pós para extinção de incêndio - NBR 10.721; e
- gás carbônico - NBR 11.716.

As normas citadas acima referem-se apenas ao emprego desses agentes em aparelhos extintores de incêndio.

4.2.1 Água

A água, na sua forma líquida, é o agente extintor mais utilizado nos combates a incêndios e, durante muito tempo, foi o único recurso utilizado na extinção dos incêndios. Sua grande utilização se deve à sua disponibilidade na natureza e às suas propriedades físicas e químicas.

A grande eficiência da água no combate ao fogo é decorrente basicamente de duas propriedades:

- a mudança de estado físico de líquido para vapor a 100 °C – a passagem da água para estado de vapor reduz a concentração do comburente (oxigênio) no fogo; e

A passagem da água para o estado de vapor reduz a concentração de oxigênio no ambiente e remove o calor da combustão, atuando eficientemente por abafamento e resfriamento.

- o alto calor latente de vaporização – a constante física que define a mudança de estado (de líquido para vapor) é capaz de absorver o calor da combustão a uma taxa de aproximadamente 40 kJ/mol, cujo valor é bastante alto se comparado com os demais líquidos. Isso quer dizer que, para cada mol de molécula de água, consegue-se absorver 40 kJ de calor da combustão.

Apesar de a capacidade da água tornar insustentável a combustão pela retirada de calor da reação, é importante lembrar que, ao sofrer esse processo, ela se transforma em vapor, no qual cada litro de água se transforma em 1.700 (mil e setecentos) litros de vapor.

Cada litro de água, no estado líquido, transforma-se em 1.700 litros de vapor!

Se for adotado o método de ataque indireto (técnica de combate a ser abordada no Módulo 3 deste manual), o vapor d'água será essencial para a extinção do incêndio por abafamento. Se, entretanto, houver presença humana no ambiente, seja de bombeiros ou de vítimas, as condições de sobrevida serão agravadas, aumentando o risco de queimaduras e desconforto extremo. Exceto nesse método, é necessário que as ações de combate evitem uma grande produção de vapor no ambiente.

Tão importante quanto conhecer as propriedades da água é saber utilizá-la de forma racional no combate aos incêndios. O seu excesso causa tanta ou maior destruição que as chamas, a fumaça e o calor.

A água utilizada em um combate a incêndio que não se transforma em vapor é desperdiçada, acumulando-se no ambiente e causando mais danos que benefícios.

A água desperdiçada em um combate a incêndio costuma:

- danificar mobília, equipamentos e outros ambientes que não tinham sido afetados pelo calor ou pelas chamas, aumentando o dano patrimonial;

- necessitar de ações de esgotamento posteriores ou durante o combate a incêndio; e
- acumular-se em um ambiente de forma que possa causar uma sobrecarga estrutural da edificação (por causa da pressão da coluna d'água sobre o piso e as paredes) ou acidentes (encobrindo buracos e outros riscos para os bombeiros ao adentrarem no ambiente).

A água apresenta algumas desvantagens no combate a incêndio decorrentes de suas propriedades físicas. São elas:

- alta tensão superficial - dificulta o recobrimento da superfície em chamas e prejudica a penetração no material em combustão;
- baixa viscosidade – provoca o escoamento rápido (a água permanece pouco tempo sobre a superfície do material); e
- densidade relativamente alta - prejudica o combate em líquidos inflamáveis de densidade menor que a da água, fazendo com que ela não permaneça sobre a superfície do líquido em chamas.

A água utilizada em incêndios conduz eletricidade por possuir sais minerais em sua composição, o que a torna inadequada para incêndios envolvendo equipamentos energizados por causa do risco de choque elétrico. A água também não é indicada para debelar incêndios classe D, uma vez que o oxigênio presente em sua composição promove violenta reação exotérmica (liberação de calor) ao entrar em contato com metais pirofóricos.

Saber qual a quantidade de água necessária para realizar a extinção de um determinado incêndio é um dado de interesse de todo

comandante de socorro. Diante disso, vários estudos e ensaios são realizados com o objetivo de se obter um valor que possa ser aplicado às infinitas possibilidades de incêndio.

Primeiramente, os estudos tentam descobrir a quantidade de calor liberado de um incêndio em determinado experimento, seja em pequena ou grande escala, por meio de um equipamento chamado calorímetro. A Tabela 3 mostra o calor liberado por diferentes objetos e valores obtidos por meio de ensaios com essa metodologia.

Nessa estimativa, não está se tratando da capacidade extintora da água. O exemplo é baseado em uma estimativa teórica, ao relacionar a quantidade de calor que pode ser absorvida com a utilização de 1000 litros de água em um determinado ambiente. Isso porque a eficiência da utilização da água dependerá de diversos fatores, tais como: tipo de jato, tamanho da gota, compartimentação do ambiente, ventilação, dentre outros. A capacidade extintora dos agentes será abordada mais adiante.

Sabe-se que a massa molar de uma substância é a grandeza que relaciona a massa de uma molécula com a quantidade de matéria (dada em mols). No caso da água, cada mol vale 18 gramas. Como dito anteriormente, o calor latente de vaporização da água vale 40 kJ para cada mol, o que significa que são necessários 18 gramas de água para absorver 40 kJ de calor liberado na combustão (40 kJ/18 gramas), considerando que toda água utilizada no combate será convertida em vapor.

O cálculo será feito para cada 1.000 litros de água. Esse valor equivale a 1.000 kg, já que a densidade da água a 25 ^{o}C é praticamente 1,0 g/ml. Sabe-se que a quantidade de calor latente de vaporização da água (Q_L) é obtida pela seguinte fórmula:

$$Q_L = m.L$$

Sendo o calor latente de vaporização da água (L) de 40kJ/mol, ou seja, 40.000 J por 18 gramas de água, e que a referida massa de água (m) é 1000 kg, tem-se que:

$$Q_L = 1.000 \, . \, (40.000/0,018)$$
$$Q_L = 2\,222,2 \times 10^3 \text{ kJ ou } Q_L = 2\,222 \text{MJ}$$

Entretanto, é necessário considerar a quantidade de energia (ou calor) necessária para transformar essa água em vapor. Como a temperatura antes do incêndio era de 25°C, e como a água se transforma em vapor a uma temperatura de 100 °C:

$$q = m.c. (T_{final} - T_{inicial}),$$

Na qual q é a quantidade de calor, m a massa, c é o calor específico e T a temperatura.

Para o caso da água c vale 4,18 kJ/kg°C.

$$q = 1.000 \, . \, 4,218 \, . \, (100 - 25)$$
$$q = 316,3 \times 10^3 \text{ kJ ou } q = 316 \text{ MJ}$$

Portanto, a quantidade de calor absorvida (Q_T) nesse processo será:

$$Q_T = 2222 - 316 = 1906 \text{ MJ}$$

Assim, nas condições acima, 1.000 litros de água conseguem absorver 1906 MJ.

Para estabelecer uma relação desse valor com o calor liberado em um ambiente, será adotado como padrão o calor liberado por 1 kg de madeira, que é de 18,6 MJ. Logo, 1906 MJ correspondem ao calor liberado por 102 kg de madeira.

Enfim, se fosse possível utilizar 1.000 litros de água com 100% de sua eficiência (condição ideal), o combate seria capaz de absorver uma quantidade de calor liberada por uma queima total de aproximadamente 100 kg de madeira.

4.2.2 Pó para extinção de incêndio

Durante muito tempo, o pó utilizado no combate a incêndio era conhecido como pó químico seco, porém, desde o início da década de 90, passou a ser chamado de pó para extinção de incêndio.

De acordo com a NFPA, esse material é definido como um pó composto de partículas muito pequenas, normalmente de bicarbonato de sódio ou potássio, para aparelhos extintores destinados a combater incêndios em combustíveis sólidos e líquidos (ou gases) inflamáveis, e de fosfatomonoamônico para extintores ditos polivalentes, ou seja, para incêndios em sólidos, líquidos (ou gases) e equipamentos elétricos energizados.

Em todos os tipos, são utilizadas substâncias que evitam o “empedramento” e a absorção de umidade, proporcionando a fluidez adequada ao pó.

O pó, quando aplicado diretamente sobre a chama, promove a extinção quase de uma só vez pelas seguintes propriedades extintoras:

- abafamento – a decomposição térmica do pó no fogo promove a liberação do dióxido de carbono e de vapor d'água, que isolam o comburente da reação;
- resfriamento – o pó absorve calor liberado durante a combustão;
- proteção contra a radiação das chamas – o pó produz uma nuvem sobre as chamas, protegendo o combustível do calor irradiado;
- quebra da reação em cadeia – estudos sugerem que a quebra da reação em cadeia na chama é a principal propriedade extintora do pó, o qual interfere, por meio de suas partículas, na concentração de radicais livres (íons provenientes da reação em cadeia) presentes na combustão, diminuindo seu poder de reação com o comburente e, conseqüentemente, extinguindo as chamas.

4.2.3 Espuma

A espuma surgiu da necessidade de encontrar um agente extintor que suprisse as desvantagens encontradas quando da utilização da água na extinção dos incêndios, principalmente naqueles envolvendo líquidos derivados de petróleo.

A solução encontrada foi o emprego de agentes tensoativos na água, a fim de melhorar sua propriedade extintora. Os agentes tensoativos são aditivos empregados para diminuir a tensão superficial da água, melhorando a propriedade de espalhamento sobre a superfície em chamas e a penetração no material.

As espumas líquidas se assemelham a bolhas. São sistemas constituídos por uma fase contínua líquida (na superfície) e uma

dispersão gasosa (no interior), apresentando uma estrutura formada pelo agrupamento de várias células (bolhas) originadas a partir da introdução de agentes tensoativos e ar na água.

Entretanto, cabe ressaltar que uma bolha possui alta área superficial e conseqüentemente, alta energia de superfície, o que a torna termodinamicamente instável. Em outras palavras, quanto maior for uma bolha, menor será a sua estabilidade térmica e também mecânica.

As espumas apresentam densidade muito menor que da água. Assim as espumas espalham-se sobre a superfície do material em combustão, isolando-o do contato com o oxigênio atmosférico. Essa é uma das razões que a torna mais eficiente do que a água no combate a incêndios que envolvem líquidos inflamáveis.

As espumas mecânicas utilizadas em combate a incêndio são formadas a partir da dosagem do agente surfactante (tensoativo), ou líquido gerador de espuma na água, no qual, por um processo mecânico, o ar é introduzido na mistura.

A espuma mais eficiente para a extinção de incêndios em líquidos inflamáveis é à base de um concentrado conhecido como AFFF (*aqueous film-forming foam* – espuma formadora de filme aquoso), que forma uma película sobre a superfície em chamas. O processo de extinção da espuma gerada a partir de concentrados de AFFF consiste em isolar o combustível líquido em chamas do oxigênio do ar, evitando, assim, a liberação de vapores inflamáveis.

Figura 48 - Espuma AFFF

Cabe ressaltar, por fim, que o concentrado AFFF é eficiente no combate a incêndios de hidrocarbonetos derivados de petróleo, tais como gasolina e diesel. Porém, em combustíveis polares, como o álcool, o concentrado AFFF deve ter, em sua composição, a presença de uma substância denominada de polissacarídeo, a qual evitará o ataque do álcool à espuma.

Comercialmente, as espumas são geradas a partir de soluções aquosas de 1 a 6 por cento do concentrado (volume do concentrado em relação ao volume da solução desejada). O operador da viatura deverá seguir as orientações fornecidas pelo fabricante do líquido gerador de espuma.

Para exemplificar, ao preparar uma solução a partir de um concentrado 6% de AFFF, o operador deverá introduzir 60 ml do concentrado em um recipiente e acrescentar água até completar o volume de 1000 ml (1 litro).

Semelhantemente à água, a espuma também não é indicada para incêndios em equipamentos energizados e em metais combustíveis.

4.2.4 Gás carbônico

O dióxido de carbono (CO_2), também conhecido como anidrido carbônico ou gás carbônico, é um gás inerte, sendo um agente

extintor de grande utilização que atua principalmente por abafamento, por promover a retirada ou a diluição do oxigênio presente na combustão e por resfriamento.

É um gás sem cheiro, sem cor e não conduz eletricidade, sendo recomendado na extinção de incêndios em líquidos ou gases inflamáveis e equipamentos elétricos energizados. Apesar de agir eficientemente por abafamento, não é recomendado para incêndios em combustíveis sólidos, por causa da dificuldade de penetração no combustível e pelo baixo poder de resfriamento, comparando-se com o da água.

Possui a grande vantagem de não deixar resíduo, o que o torna adequado para ambientes com equipamentos ou maquinários sensíveis à umidade, como centros de processamento de dados e computadores.

Por outro lado, a partir de uma concentração de 9% por volume, o gás carbônico causa inconsciência e até a morte por asfixia, o que restringe o seu uso em ambientes fechados ou com a presença humana.

O gás carbônico é uma vez e meio mais pesado que o ar.

Um quilo de gás carbônico liquefeito produz 500 litros de gás.

Incêndios envolvendo agentes oxidantes, como o nitrato de celulose ou o permanganato de potássio, que contêm oxigênio em sua estrutura, não podem ser extintos por gás carbônico, tendo em vista possuírem seu próprio suprimento de comburente.

Metais de elementos químicos como sódio, potássio, magnésio, titânio, zircônio e os hidretos metálicos têm a característica de decompor o gás carbônico, sendo ineficaz a sua utilização nesses casos. Esses elementos são chamados de materiais combustíveis, tratados especificamente nos casos de incêndios classe D mais adiante.

O gás carbônico pode ser encontrado em aparelhos extintores portáteis ou em sistemas fixos (baterias).

4.3. Classes de incêndio

Apesar de ocorrerem as mesmas reações químicas (inclusive a reação em cadeia) na combustão dos diferentes materiais, os incêndios são classificados conforme o tipo de material combustível neles predominante. Conhecer as classes de incêndio auxilia tanto o trabalho dos bombeiros na adoção da melhor técnica de combate, combinada com o agente extintor mais adequado, quanto a primeira resposta por parte da população, quanto ao uso dos aparelhos extintores nos princípios de incêndio.

Os materiais combustíveis são classificados como:

- sólidos comuns;
- líquidos ou gases inflamáveis;
- equipamentos elétricos energizados; e
- metais combustíveis.

Saber o quê está queimando sempre será essencial para a escolha da melhor técnica e do agente extintor mais adequado ao combate ao incêndio.

4.3.1 Classe A

CLASSE A

Esta classe de incêndio representa a combustão de todos os combustíveis sólidos comuns, como madeira, papel, tecido, borracha, pneu, plástico, etc.

A queima desse tipo de combustível deixa resíduos de cinzas e carvão e se dá volumetricamente (em largura, comprimento e profundidade).

O método de extinção mais eficiente para essa classe é o resfriamento, com a utilização de água, apesar de alguns pós para extinção de incêndio de alta capacidade extintora e espumas também conseguirem o mesmo efeito.

Tabela 11 - Adequação dos agentes extintores para a classe A conforme o INMETRO

Agente extintor	Adequação conforme o INMETRO
Água	Sim
Espuma mecânica	Sim
Pó para extinção de incêndio	Sim, desde que do tipo ABC
Gás carbônico	Não

4.3.2 Classe B

CLASSE B

Esta classe de incêndio representa a queima de líquidos ou gases inflamáveis:

- combustíveis líquidos: gasolina, álcool, diesel, querosene;
- tintas e solventes;
- óleos e gorduras de cozinha, utilizadas para confecção de alimentos; e
- resinas e óleos vegetais (provenientes do armazenamento de algodão, por exemplo).

Sua queima não deixa resíduo e se dá superficialmente (em largura e comprimento).

Os métodos mais utilizados para extinguir incêndios em líquidos inflamáveis são o abafamento (pelo uso de espumas) e a quebra da reação em cadeia (com o uso de pós para extinção de incêndio).

Incêndios envolvendo a queima de gases inflamáveis geralmente são extintos com a retirada (ou controle) do material combustível – como, por exemplo, fechar o registro do botijão ou da canalização de GLP. Isso porque a combustão dos gases se dá de forma muito rápida, não havendo tempo hábil para a atuação do agente extintor sobre o combustível.

Tabela 12 - Adequação dos agentes extintores para a classe B conforme o INMETRO

Agente extintor	Adequação conforme o INMETRO
Água	Não
Espuma mecânica	Sim
Pó para extinção de incêndio	Sim
Gás carbônico	Sim

4.3.3 Classe C

CLASSE C

Representa a queima de equipamentos que se encontram energizados, constituindo os materiais elétricos energizados, oferecendo especial risco ao bombeiro pela condutividade elétrica.

Nesse tipo de incêndio, a sua principal característica – presença de energia elétrica – será, na maioria das vezes, a grande responsável por iniciar ou propagar o incêndio para outros materiais, geralmente combustíveis sólidos, líquidos ou gases inflamáveis.

A primeira ação em um incêndio desta classe deve ser cortar o fornecimento da energia elétrica.

A ação de cortar a energia elétrica fará com que o incêndio passe a ser classificado como A ou B. Com isso, o incêndio poderá ser extinto utilizando as técnicas e os agentes extintores mais adequados a essas classes.

Não sendo possível cortar a energia elétrica para o combate ao incêndio, os cuidados devem ser voltados para que o agente extintor não seja condutor elétrico preferencialmente. Se isso também não for possível, deve-se calcular as distâncias, os cuidados e os riscos do combate e escolher um agente extintor com baixa condutividade elétrica.

Tabela 13 - Adequação dos agentes extintores para a classe C, conforme o INMETRO

Agente extintor	Adequação conforme o INMETRO
Água	Não
Espuma	Não
Pó para extinção de incêndio	Sim
Gás carbônico	Sim

Apesar de a água não ser adequada para o combate a incêndios da Classe C, pode ser que seja o único agente extintor disponível na cena do incêndio, obrigando os bombeiros a utilizá-la. Devido à alta constante dielétrica, que oferece certa "resistência" à passagem da corrente elétrica conforme a distância e o potencial elétrico emitido, pode-se utilizar esse agente nesses tipos de incêndio, com as seguintes restrições:

- desde que respeitadas as distâncias estabelecidas conforme a Tabela 14; e
- desde que em fontes de baixa tensão – até 600 volts.

Tabela 14 - Relação do tipo de jato e a distância de segurança para utilização da água em incêndios classe C

Tipo de jato	Esguicho (polegada)	Distância de segurança
Neblinado	1½ ou 2½	3 metros
Sólido ou compacto	1½	6 metros
Sólido ou compacto	2½	10 metros

Como é possível observar na tabela, o jato neblinado oferece mais segurança nas ações envolvendo eletricidade que o jato sólido ou compacto. O seu uso deve ser feito por meio de esguichos que garantam as distâncias de segurança acima relacionadas, excluindo-se os aplicadores de neblina.

A certificação de agentes extintores para classe C é feita apenas para os aparelhos extintores de incêndio. O extintor é montado em um dispositivo (vide Figura 49) em estrutura metálica e todo o conjunto é submetido a uma tensão de 100 kV.

Estabelecida a tensão, o extintor é descarregado com o auxílio de dispositivo automático contra um anteparo feito em chapa metálica colocado à distância de 250 mm. Enquanto o agente extintor é projetado contra o anteparo, não pode haver descarga elétrica.

Caso ocorra a descarga elétrica, fica caracterizado que a condutividade elétrica do agente extintor em teste não oferece segurança ao operador que o manuseie no combate a princípios de incêndio em equipamentos elétricos energizados.

Na Figura 49, é apresentada o diagrama do dispositivo de teste classe C, no qual se mede a existência de corrente elétrica passando pelo agente extintor ao atingir a placa alvo, à direita da figura.

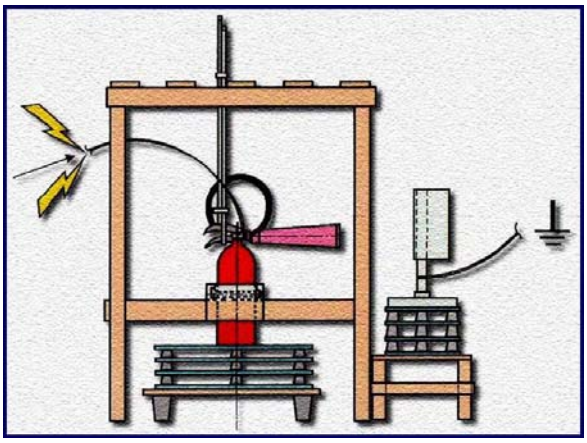


Figura 49 - Esquema do dispositivo de teste classe C para extintores de incêndio, segundo a NBR 12992

4.3.4 Classe D

CLASSE D

Esta classe de incêndio representa a queima de metais combustíveis, em sua maioria, alcalinos. A maior parte desses elementos queima de forma violenta, produzindo muito calor e luz brilhante.

Em geral, os materiais pirofóricos, aqueles que se inflamam espontaneamente, são associados aos incêndios classe D, uma vez que os agentes extintores dessa classe são adequados para ambos.

Sua queima atinge altas temperaturas e reage com agentes extintores que contenham água em seu interior, o que exige pós especiais para extinção de incêndio, que irão agir por abafamento e quebra da reação em cadeia.

Os elementos mais conhecidos são: magnésio, selênio, antimônio, lítio, potássio, alumínio fragmentado, zinco, titânio, sódio, urânio, zircônio, tório, plutônio e cálcio.

Em alguns casos, a utilização de água nesses metais irá agravar o quadro do incêndio, podendo causar reações violentas. Em outros, a mera presença do oxigênio no ar causará a reação. Cada metal deve ser avaliado em suas características antes de qualquer combate.

Esses metais não são encontrados em abundância nas edificações, mas podem fazer parte de processos industriais ou edificações que servem como depósitos ou galpões. A sua existência

deve ser do conhecimento dos bombeiros do quartel da área de atuação.

Tal processo é viável por meio dos serviços técnicos presentes nas organizações bombeiro militar, por ocasião das vistorias técnicas realizadas nas edificações. Ao ter ciência que determinada indústria manipula ou armazena esse tipo de material, a tropa deve ser alertada sobre os produtos e preparada, por meio de treinamentos e cuidados específicos, para uma ação emergencial.

Tabela 15 – Exemplos de alguns metais e suas principais utilizações

Elemento	Principal utilização
Antimônio	ligas de estanho; revestimentos de cabos, moldes, soldaduras, tubos; e fogos de artifício, fulminantes e balas tracejantes.
Lítio	lubrificantes (graxas) de alto desempenho; e baterias.
Magnésio	flashes fotográficos; artefatos pirotécnicos e bombas incendiárias; e construção de aviões, mísseis e foguetes.
Potássio	fertilizantes (sais de potássio); medicamentos e sabões (carbonato de potássio - K_2CO_3); fotografias (brometo de potássio – KBr); e explosivos (nitrato de potássio - KNO_3).
Selênio	fabricação de células fotoelétricas; câmeras de TV e máquinas xerográficas; baterias solares e retificadores; banhos fotográficos; vulcanização da borracha; fabricação de retificadores de selênio; e fabricação de hidrocarbonetos proveniente do petróleo.
Sódio	iluminação pública.
Titânio	componente de liga para alumínio, molibdênio, manganês; componente de liga para ferro e outros metais; fabricação de aviões, mísseis e naves espaciais; próteses ósseas e implantes dentários; e tintas.
Zinco	ligas de latão e para soldas; tipografia; baterias e soldas; produção de peças fundidas sob pressão; indústria automobilística, de equipamentos elétricos e outras; e revestimento (galvanização) de peças de aço.
Zircônio	reatores nucleares; indústrias químicas; confecção de ímãs supercondutores; indústrias de cerâmica e vidro; e laboratórios.

Outros metais que não são classificados como combustíveis podem queimar se estiverem em forma de limalha ou pó.

Ao se depararem com produtos químicos, os bombeiros devem considerar o que prescreve o manual da Associação Brasileira da Indústria Química (ABIQUIM) antes de aplicar água sobre o incêndio.

4.3.5 Observações

CLASSE K

A norma americana, NFPA, prevê incêndios Classe K, que representam a queima de óleos e gorduras de cozinha. Apesar de envolver líquidos inflamáveis, incorrendo naturalmente na Classe B, essa classificação ocorre com o objetivo de enfatizar os riscos e a necessidade da prevenção de incêndios por meio de campanhas educativas específicas e desenvolvimento de agentes extintores adequados, uma vez que é causa comum de incêndios nos Estados Unidos. O combate se faz da mesma forma que os de Classe B e essa classificação não é adotada oficialmente no Brasil.

5. Dinâmica do incêndio

É o comportamento do incêndio quanto à sua propagação em um ambiente, confinado ou não, dentro das suas fases. A dinâmica do incêndio é diretamente influenciada pelos diversos fatores, variáveis caso a caso, tais como: a temperatura atingida no ambiente, projeto arquitetônico da edificação, o comportamento da fumaça e a carga de incêndio.

5.1. Fases do incêndio

O processo de queima em um incêndio ocorre em estágios ou fases claramente definidos, seja de um incêndio estrutural, em veículo ou florestal.

Reconhecendo as diferentes fases, os bombeiros podem compreender melhor todo o desenvolvimento e combater o incêndio em diferentes níveis, com as táticas e ferramentas mais adequadas a cada etapa. Se o bombeiro conhece bem as fases e as técnicas adequadas para atuar em cada uma delas o incêndio será debelado com eficiência.

As fases do incêndio são descritas como: inicial, crescente, totalmente desenvolvida e final; serão abordadas enfatizando as características de ambiente delimitado por teto e paredes, típicas de um incêndio estrutural. Isso vale também para um ambiente interior de um automóvel.

I. Fase inicial

Inicia-se após a ignição de algum material combustível. É a fase em que o combustível e o oxigênio presentes no ambiente são abundantes. A temperatura permanece relativamente baixa em um espaço de tempo maior e abrange a eclosão do incêndio, o qual fica

restrito ao foco inicial. O desenvolvimento do incêndio está limitado ao objeto inicialmente ignido (foco do incêndio) e às suas proximidades.

II. Fase crescente

O início desta fase abrange a incubação do incêndio. Em incêndios confinados, à medida que a combustão progride, a parte mais alta do ambiente (nível do teto) é preenchida, por convecção, com fumaça e gases quentes gerados pela combustão. O volume das chamas aumenta e a concentração de oxigênio começa a baixar para 20%.

A propagação dependerá muito da quantidade e forma do material combustível no ambiente. No início dessa fase, a temperatura ainda não é muito alta, mas há um aumento exponencial na quantidade de liberação de calor em um curto período de tempo, fazendo com que todos os materiais presentes no ambiente venham a sofrer pirólise.

Nessa fase, a temperatura sobe de 50 ^{o}C para 800 ^{o}C, aproximadamente, em um espaço de tempo relativamente curto. O tamanho e forma do ambiente também influenciarão o comportamento do fogo: quanto menor o ambiente, mais facilmente se desenvolverá o incêndio. Da mesma forma, quanto mais fechado (com poucas aberturas naturais para ventilação, como janelas e portas, por exemplo), mais calor será irradiado para o material combustível ainda não atingido.

No final dessa fase, todos os materiais presentes no ambiente atingirão seu ponto de ignição, imergindo o ambiente inteiro em chamas, também conhecido como *flashover*. O calor se espalha para cima e para fora do combustível inicial por convecção e condução.

III. Fase totalmente desenvolvida

Também chamada de estágio de queima livre ou estável, é nela que o incêndio torna-se mais forte, usando mais e mais oxigênio e combustível. Nessa fase, sua temperatura continuará se elevando acima de 800 ^{o}C, o que já foi provado em testes reais de incêndio em ambientes fechados (Karlsson, B e Quintiere, J. G., Encolsure *Fire Dynamics*).

O acúmulo de fumaça e gases quentes é intensificado. A concentração de oxigênio baixa para 18%, com grandes diferenças entre os níveis do piso e do teto.

Enquanto no piso a concentração de oxigênio é quase normal e a temperatura ainda é confortável, no teto a camada de gás combustível e temperatura aumentam rapidamente. Daí a importância do combate ser feito de joelhos ou agachado. A transição entre a fase crescente e esta pode ocorrer quando o suprimento de combustível ou oxigênio começa a ser limitado.

Na literatura brasileira sobre combate a incêndio, a fase totalmente desenvolvida abrange basicamente a propagação do incêndio, destacando-se que:

- se o incêndio ocorrer em ambiente fechado, todo ele se inflama, ficando o incêndio dependente da quantidade de oxigênio; e
- se o incêndio ocorrer em ambiente aberto, a massa gasosa poderá se dispersar, ficando o incêndio dependente da quantidade de combustível.

Os incêndios são controlados pela disponibilidade de combustível ou de ar.

Inicialmente, todo incêndio se comporta com características de incêndio bem ventilado, porque o oxigênio está plenamente disponível, ainda que esteja ocorrendo em um ambiente fechado (ou compartimentado). Conseqüentemente, desenvolve-se controlado pela queima do combustível.

Em geral, esses incêndios possuem duas camadas distintas: uma de ar na parte inferior e outra de fumaça na parte superior (Figura 50). Nesse caso, os produtos da combustão serão praticamente os mesmos daqueles provenientes da queima do mesmo material em local aberto.

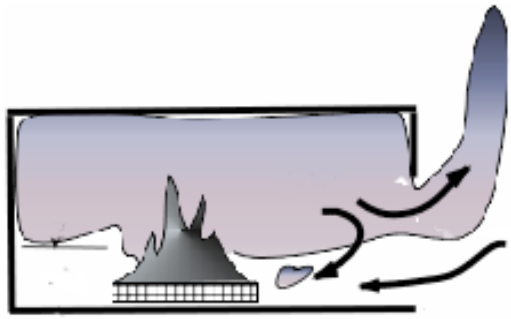


Figura 50 - Situação de incêndio limitado pelo combustível

Em ambientes limitados, o incêndio aos poucos diminuirá a quantidade de oxigênio e passará a ter velocidade, produção de calor e extinção controlados pelo oxigênio disponível, ou seja, ele será controlado pela ventilação. Em geral, esses incêndios apresentam apenas uma camada, a de fumaça, que preenche praticamente todo o ambiente. Nos incêndios controlados pela ventilação, a combustão dentro do compartimento será incompleta.

O incêndio subventilado é aquele cuja liberação de calor é controlada pela disponibilidade de ar.

Para um incêndio totalmente desenvolvido ser controlado pela disponibilidade de combustível, em um cômodo de 6m x 6m, por

exemplo, seria necessário abrir o equivalente a toda uma parede. Daí percebe-se que a maioria dos incêndios estruturais é controlada pela disponibilidade de ar, mesmo quando há janelas e portas abertas. Quando não há aberturas, o incêndio subventilado é chamado de confinado.

A maioria dos incêndios estruturais é controlada pela disponibilidade de ar, mesmo quando há janelas e portas abertas.

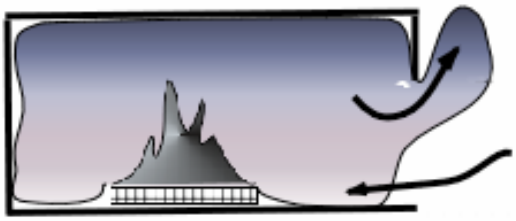


Figura 51 - Situação de incêndio limitado pela ventilação

A velocidade de queima estará limitada pela quantidade de ar que entra no compartimento. Essa circunstância resultará na saída do combustível não queimado e dos outros produtos da combustão incompleta do ambiente, propagando-se para os espaços adjacentes. Os incêndios controlados pela ventilação podem produzir quantidades maciças de monóxido de carbono, o que os tornam potencialmente letais.

Enquanto uma combustão viva pode ocorrer em concentrações tão baixas quanto 15% de oxigênio no ar em temperatura ambiente (21^{o} C), sob condições de temperatura após a generalização do incêndio (*flashover*), a combustão na camada de fumaça pode continuar a ocorrer até próximo de 0% de oxigênio. Quanto maior for a temperatura do ambiente, menor será a necessidade de oxigênio.

Uma combustão lenta (incandescência), uma vez iniciada, pode continuar com baixa concentração de oxigênio, mesmo quando o ambiente está com temperaturas relativamente baixas. Essa condição mostra que a madeira e outros materiais podem continuar sendo consumidos, mesmo quando o ambiente está com uma concentração baixa de oxigênio. Combustíveis aquecidos envolvidos sob uma camada de produtos da combustão, com baixa concentração de oxigênio na parte superior do ambiente, também podem ser consumidos.

IV. Fase final

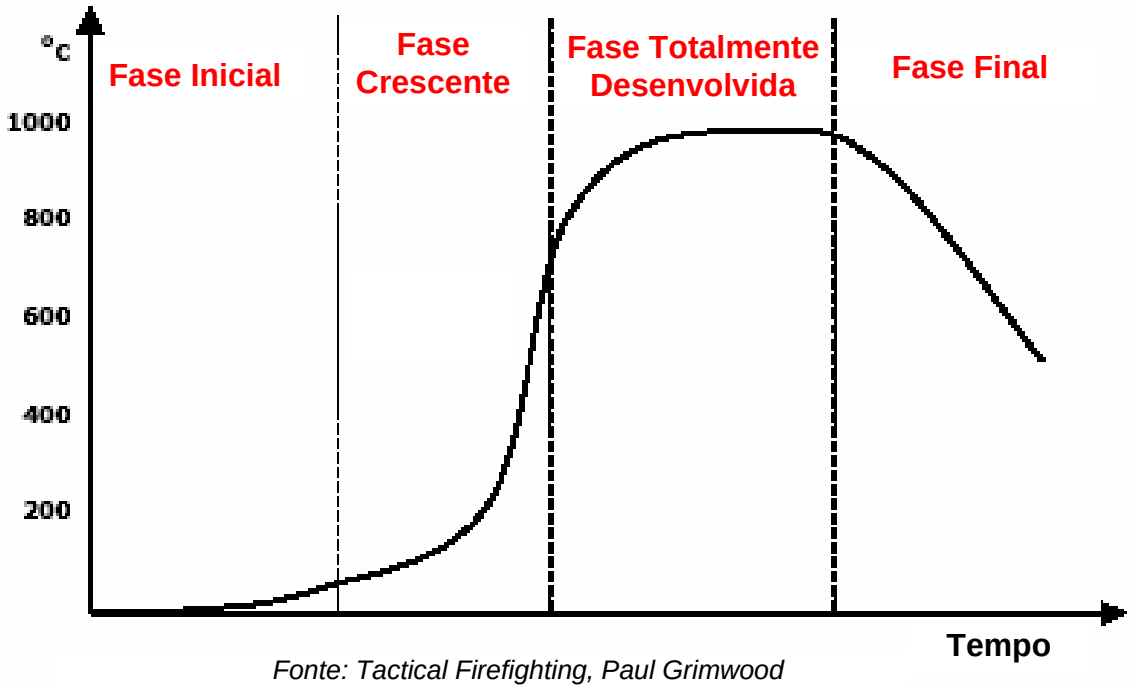
Também chamada de estágio de brasa ou decrescente, seu início ocorre quando o incêndio já consumiu a maior parte do oxigênio e combustível presente no ambiente. As chamas tendem a diminuir e buscar oxigênio disponível por qualquer abertura. A concentração de oxigênio baixa para 16%. Se a concentração baixar para 15% ou menos, as chamas extinguir-se-ão, permanecendo somente brasas.

A temperatura no teto ainda é muito elevada e o ambiente é rico em gases quentes e fumaça, podendo conter gases perigosos, como o metano. Há pouca ou nenhuma visibilidade no local. Ocorre uma diminuição linear da temperatura, o que significa que o ambiente estará resfriando, porém muito lentamente e com pouco oxigênio.

Se não houver ventilação, a temperatura do ambiente diminuirá gradualmente até que as chamas e incandescências se apaguem.

Se houver, porém, uma entrada de ar no ambiente causada, por exemplo, pelo arrombamento por parte dos bombeiros de forma precipitada, a massa gasosa presente na fumaça poderá ignir de forma rápida e violenta, produzindo muito calor e uma onda de choque, expondo a vida dos bombeiros ao risco de morte ou a danos graves. Essa fase abrange a extinção do incêndio.

Todo o combustível praticamente foi consumido e há chamas pequenas e separadas umas das outras. Há também o surgimento de incandescências. Nesta fase, o incêndio dependerá da quantidade de material combustível ainda não ignido.



Fonte: Tactical Firefighting, Paul Grimwood

Figura 52 - Gráfico da temperatura *versus* tempo das fases de um incêndio

Tabela 16 - Características das fases de um incêndio

Fases do Incêndio			
Fase Inicial	Fase Crescente	Fase Totalmente Desenvolvida	Fase Final
• chamas restritas ao foco inicial; • combustível "ilimitado"; • oxigênio em abundância; • temperatura ambiente; • duração de curto espaço de tempo.	• chamas se propagando para os materiais próximos; • combustível ainda em abundância; • diminuição da quantidade de oxigênio; • aumento exponencial da temperatura; • ascensão da massa gasosa por ação da convecção.	• generalização do incêndio, com a ignição de todos os materiais presentes no ambiente; • combustível limitado; • oxigênio restrito e diminuindo; • grandes diferenças de temperatura entre o teto e o piso; • calor irradiado do teto em direção ao piso.	• diminuição ou extinção das chamas; • combustível não disponível; • baixa concentração de oxigênio; • temperatura muito alta, diminuindo lentamente; • presença de muita fumaça e incandescência; • risco de ignição da fumaça se injetado ar no ambiente.

5.2. Carga de incêndio

É a quantidade total de material combustível existente em um prédio, espaço ou área passível de ser atingida pelo fogo, incluindo materiais de acabamento e decoração, expressos em unidades de calor ou em peso equivalente de madeira.

Na prática, é tudo aquilo que serve como combustível. Logo, uma sala de cinema tem muito mais carga de incêndio que a portaria de um edifício, ainda que de mesmas dimensões e área. A carga de incêndio de uma indústria de móveis é maior que um galpão utilizado para estocar ferragens.

Carga de incêndio típica de:

- Uma sala de estar — jogo de sofá, estante, TV, aparelho de som, mesa de centro e de canto, tapete, etc.

- Um quarto — cama, guarda-roupa, criado-mudo, TV, etc.
- Compartimento de passageiro de um veículo — bancos estofados, painel em plástico, forro de tecido no teto, carpete, etc.

A carga de incêndio também pode ser definida como a carga de incêndio por metro quadrado de área de um ambiente, ou seja, como carga de incêndio específica, expressa em MJ/m^2.

$$Q_t = \left(\sum_i^n M_i \left[\Delta H\right]_{ef,i}\right) / A_t$$

Onde M_i é a massa do objeto *i*, $\Delta H_{ef,i}$ o calor efetivo de combustão do objeto e A_t a área total da superfície no ambiente onde estão os objetos.

Tabela 17 – Carga de incêndio típica de diferentes ocupações

Tipo de ocupação	Carga de incêndio específica (MJ/m²)
Biblioteca	2.250
Escola	410
Hospital	440
Prisão	440
Residência	920
Quarto de hotel	460
Escritório	670
Loja de brinquedos	1.100
Loja de ferramenta	600

Fonte: Hadjisophocleous, G.V. e Richardson, J.K., Water Flow Demands for Firefighting

Tabela 18 – Classificação das edificações quanto à carga de incêndio

Risco	Carga de incêndio (MJ/m²)
Baixo	Até 300
Médio	Entre 300 e 1200
Alto	Acima de 1200

Fonte: Decreto Estadual n 46.076/01 do Estado de São Paulo

5.3. Fumaça

A fumaça é um fator de grande influência na dinâmica do incêndio, de acordo com as suas características e seu potencial de dano.

Antigamente, qualificava-se a fumaça basicamente como um produto da combustão, que dificultava muito os trabalhos dos bombeiros por ser opaca, atrapalhando a visibilidade, e por ser tóxica, o que a tornava perigosa quando inalada.

Com estudos mais recentes, foram valorizadas outras três características: quente, móvel e inflamável, além das duas já conhecidas: opaca e tóxica.

Caracterísitcas da fumaça:

1. Quente, porque a combustão libera calor, transmitindo-o a outras áreas que ainda não foram atingidas. Como já tratado na convecção, a fumaça será a grande responsável por propagar o incêndio ao atingir pavimentos superiores (por meio de dutos, fossos e escadas) e acumular-se no ambiente.

2. Opaca, uma vez que seus produtos - principalmente a fuligem – permanecem suspensos na massa gasosa, dificultando a visibilidade tanto para bombeiros, quanto para as vítimas, o que exige técnicas de entrada segura em ambientes que estejam inundados por fumaça.

3. Móvel, porque é um fluido que está sofrendo um empuxo constante, movimentando-se em qualquer espaço possível e podendo, como já dito, atingir diferentes ambientes por meio de fossos, dutos, aberturas ou qualquer outro espaço que possa ocupar. Daí o cuidado que os bombeiros devem ter com elevadores, sistemas de ventilação e escadas. Essa característica da fumaça também explica porque ocorrem

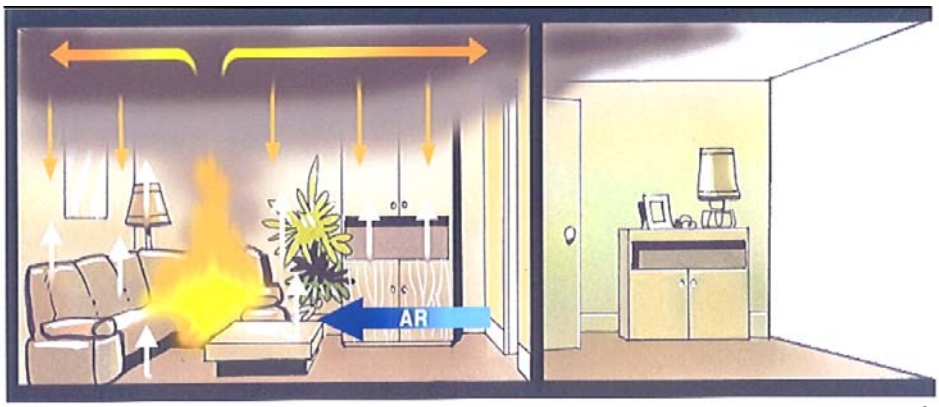
incêndios que atingem pavimentos não consecutivos em um incêndio estrutural.

4. Inflamável, por possuir íons provenientes da reação em cadeia da combustão em seu interior capazes de reagir com o oxigênio, o que a torna uma massa combustível gasosa.

5. Tóxica, pois seus produtos são asfixiantes e irritantes, prejudicando a respiração dos bombeiros e das vítimas, assunto que será aprofundado no Módulo 2 deste manual.

O conceito atual de fumaça não desabona o antigo, somente o complementa de maneira vital para a segurança e trabalho dos bombeiros no combate a incêndio.

Em ambiente fechado, como um compartimento, a fumaça tende a subir, atingir o teto e espalhar-se horizontalmente até ser limitada pelas paredes, acumulando-se nessa área.



Fonte: Le guide national de référence Explosion de Fumées – Embrasement Généralisé Éclair

Figura 53 – Movimento da fumaça em um ambiente fechado

A partir daí, a fumaça começará a descer para o piso. Em todo esse processo, qualquer rota de saída pode fazer com que se movimente através desta, podendo ser tanto por uma janela, quanto por

um duto de ar condicionado, uma escada, ou mesmo um fosso de elevador.

Se não houver uma rota de escape eficiente, o incêndio fará com que a fumaça desça para o piso, tomando todo o espaço e comprimindo o ar no interior do ambiente.

Cientes das características da fumaça e dos riscos que ela representa em um incêndio, os bombeiros podem adotar medidas simples e de suma importância durante as ações de combate, que garantam a segurança tanto para si próprios, quanto para as vítimas, tais como:

- resfriar a camada gasosa com o jato d'água apropriado e a técnica adequada;
- estabelecer meios que permitam o escoamento da fumaça (ventilação tática);
- monitorar os pavimentos da edificação, principalmente acima do foco do incêndio;
- ter cuidados com espaços vazios, como fossos, dutos, escadas, etc.; e
- utilizar o equipamento completo de proteção individual e respiratória.

Durante muito tempo, os bombeiros eram treinados e instruídos para atacar a base do fogo como primeira medida do combate ao incêndio. O fato de que a fumaça pode também pegar fogo ou explodir só foi considerado recentemente, com o estudo da reação em cadeia.

Consequentemente, há a necessidade de uma mudança no comportamento dos bombeiros quanto ao combate, direcionando sua atenção, primeiramente, aos gases inflamáveis presentes na fumaça.

Como utilizar as técnicas de forma eficiente é assunto do Módulo 3 deste manual.

5.4. A influência dos elementos construtivos na dinâmica dos incêndios.

Cada edificação possui características arquitetônicas e estruturais próprias e seus elementos influenciam diretamente a dinâmica de um incêndio, tanto separadamente quanto em conjunto.

Alguns fatores que afetam o comportamento de um incêndio e devem ser observados pelos bombeiros, a fim de se compreender as variações na dinâmica do incêndio e para efetuar um combate eficiente, são:

- o tamanho e o número de aberturas de ventilação (janelas e portas) do ambiente sinistrado – quanto menor o tamanho e o número de aberturas (ou ainda se estiverem fechadas), mais fumaça acumular-se-á no ambiente;
- o volume do ambiente (altura, largura e comprimento) – quanto maior o espaço disponível, maior a quantidade de fumaça acumulada em seu interior;
- o número de compartimentos em que o ambiente está dividido – quanto mais compartimentado o ambiente, menor quantidade de fumaça espalhar-se-á e mais fácil será o seu combate;
- as propriedades térmicas das paredes do compartimento – quanto melhor isolante térmico for o material das paredes e teto, menor quantidade de calor é irradiada para outros ambientes; e
- o tamanho, a composição e a localização dos materiais combustíveis existentes no ambiente (carga de incêndio)

– quanto maior a carga de incêndio de um ambiente, mais fumaça é produzida e maior o potencial de dano do incêndio.

Além desses fatores, alguns elementos construtivos são comuns em muitas edificações e ainda não despertam a atenção devida dos bombeiros, tais como piso falso e teto falso.

5.4.1 Piso falso

É a elevação do piso, com a finalidade de permitir a acomodação e passagem de cabeamento, principalmente de transmissão de dados, comunicação e de eletricidade, o que o torna muito comum em ambientes com vários computadores ou de centro de processamento de dados.

Sua altura varia de 15 a 120 centímetros e um incêndio atingindo essa área pode apresentar risco de queda dos bombeiros no momento do combate ou durante a busca de vítimas.

Geralmente, é feito em placas de madeira sobre estrutura metálica.

Figura 54 - Exemplo de piso falso

5.4.2 Teto falso

Teto falso ou forro é um rebaixamento do teto, como se pode ver na Figura 40. Com altura variável, ele forma um vão entre o teto e o forro.

Algumas edificações possuem esse espaço como sótão e costumam guardar materiais e mobílias, o que aumenta a carga de incêndio do ambiente, agravando as condições do incêndio.

Fonte: NISTIR 6923 - Simulation of the Dynamics of a Fire in a One-Story Restaurant

Figura 55 - Teto falso servindo como depósito de material

A Figura 55 mostra um forro sendo utilizado como depósito de materiais em um restaurante no Texas, EUA, em 2000, onde ocorreu um incêndio que vitimou fatalmente dois bombeiros. As condições do sinistro foram, sobremaneira, agravadas por essa situação.

Em outras edificações, o forro estará fixado junto à laje, não havendo espaço entre eles. Saber se existe ou não um vão entre esses dois elementos geralmente só será possível nas ações de reconhecimento do sinistro, antes do combate, por parte dos bombeiros.

Como a fumaça é móvel e quente, existe uma grande probabilidade desse espaço ser tomado por ela, agravando as condições do incêndio, pela livre propagação do calor para áreas não atingidas.

O risco que um teto falso (ou forro) oferece em um incêndio é devido, principalmente, à possibilidade de a fumaça acumular-se e movimentar-se em seu interior.

Existem vários tipos de forros. Alguns são de alto custo, portanto, não tão comuns, tais como: o de poliuretano, de metal perfurado e o de lã mineral. Geralmente, são utilizados em teatros, *shoppings*, aeroportos e locais que necessitam de cuidados quanto à propagação do som.

Todos eles apresentam característica incombustível, ou seja, que não ajudam a propagar o incêndio. Entretanto, o risco que eles oferecem para o acúmulo da fumaça em seu interior é o mesmo.

Figura 56 - Exemplo de forro de metal perfurado

Os tipos mais comuns de forro são de PVC, de madeira, de gesso e de fibra de madeira.

PVC – Cloreto de polivinila

Apesar de não ignir facilmente, o PVC deforma com um mínimo de calor, derretendo e fazendo cair gotas de polímero quente sobre os bombeiros, com risco grave de queimadura.

O uso completo do EPI é imprescindível em todas as ações de combate a incêndio!

Figura 57 - Exemplo de forro de PVC

Madeira

O forro de madeira, tipo paulista, é combustível e, normalmente, permite uma fácil e rápida propagação do incêndio, pois aumenta a carga de incêndio do ambiente, dificultando a extinção do sinistro.

Figura 58 - Exemplo de forro de madeira

Gesso

O gesso também é muito utilizado tanto em residências quanto em edificações comerciais. Ele é incombustível, porém trinca quando aquecido e produz pedaços cortantes ao ser quebrado, podendo

desprender-se do teto e ferir os bombeiros, mesmo na fase do rescaldo. Por ser muito parecido com o material de acabamento das paredes, quase não é percebido visualmente pelos bombeiros antes de se decompor.

Fibra de madeira

O forro de fibra de madeira prensada foi muito utilizado até a década de noventa, devido ao seu baixo custo em relação ao gesso, feito em forma de placas fixadas a estruturas metálicas ou de madeira.

É combustível, o que agrava, sobremaneira, a propagação do incêndio. O inglês Paul Grimwood, no seu livro *Tactical Firefighting*, cita, em destaque, a necessidade de os bombeiros conhecerem as edificações de sua área de atuação que possuem esse tipo de forro, a fim de se prepararem para um provável comportamento extremo do fogo na ocorrência de um incêndio.

Figura 59 - Exemplo de forro de fibra de madeira

Apesar de hoje quase não ser utilizado, esse tipo de forro ainda é comum em edificações antigas.

Edificações com grandes extensões com esse tipo de forro apresentam risco potencial de ocorrência de explosão da fumaça (*backdraft*) em caso de incêndio.

5.4.3 Fachadas de vidro

As edificações modernas estão sendo projetadas, cada vez mais, em grande número com **fachadas de vidro**, também chamadas de “pele de vidro”. Nessas edificações, há um suporte metálico preso à laje que sustenta grandes “placas” de vidro, substituindo as paredes de tijolos ou de concreto. Entre a laje e os vidros existe um espaço que forma um vão, o que faz com que se assemelhe a uma gaiola.

Figura 60 – Exemplo de prédios com fachada de vidro em Brasília - DF

Com a ação do calor, os vidros se deformam, deixando livre o espaço entre a laje de um pavimento e a estrutura dos vidros. Essa abertura favorece a propagação vertical do calor e agrava as condições do incêndio, como é possível notar na Figura 61, a menos que haja uma compartimentação vertical que ofereça resistência ao calor.

Figura 61 - Incêndio no Ministério do Desenvolvimento Urbano em 1988.

A **compartimentação horizontal** de um ambiente tem a finalidade de dividir o plano horizontal de um mesmo pavimento da edificação, por paredes ou outros elementos estruturais resistentes ao calor, com o objetivo de evitar a propagação do incêndio e da fumaça pela ação deste.

É o mesmo que transformar uma caixa grande em várias caixas menores de mesma altura. Como já foi dito, quanto mais compartimentado for o ambiente, mais restrito e, portanto, menor o potencial de dano devido a um incêndio.

Acontece que, nesse tipo de edificação, é comum que os cômodos sejam separados por divisória, geralmente de madeira sem tratamento retardante ao fogo, o que implica no agravamento do incêndio por dois grandes fatores:

- as divisórias aumentam a carga de incêndio da edificação; e
- ao se deformarem, pela ação do calor, aumentam o espaço disponível para a propagação do calor e da fumaça.

A **compartimentação vertical** de um ambiente consiste em evitar que o calor e a fumaça se propaguem verticalmente por meio de

lajes ou afins. É o mesmo que isolar uma caixa de outra que se encontra acima. Na maior parte desse tipo de edificação, não há uma compartimentação vertical que consiga reter o calor no pavimento. O mais comum é a utilização de peças metálicas, apenas com fins arquitetônicos, para separar um pavimento do outro, como mostra a Figura 62.

Figura 62 – Peça metálica entre o suporte dos vidros e a laje.

É importante ressaltar que esse dispositivo não impede a propagação do incêndio ao pavimento imediatamente superior, pelo fato de o metal se deformar facilmente quando exposto ao calor, permitindo a circulação da fumaça por esse espaço.

Os vidros são materiais pouco combustíveis, porém também se deformam com a ação do calor. Quando um vidro se rompe em determinado pavimento, permite a livre passagem da fumaça quente para o pavimento superior.

Os vidros mais encontrados em edificações são os laminados, temperados ou aramados. Todos possuem alto custo e a ação de quebrá-los em um combate deve ser, ao máximo, evitada.

Considerações gerais sobre os vidros:

- Os vidros laminados possuem esse nome por terem uma lâmina adesiva plástica entre as suas duas faces. São os mais utilizados em fachadas por serem, entre outras coisas, bastante resistentes ao vandalismo. Por outro lado, eles dificultam a ação dos bombeiros caso necessitem quebrá-los.

Figura 63 - Prédio com fachada em vidro laminado - Centro de Convenções Ulisses Guimarães

- Os vidros temperados são confeccionados submetendo-os a altas temperaturas e resfriando-os abruptamente. São quebráveis, contudo apresentam alta resistência ao calor e a choques mecânicos, sendo muito utilizados em portas e acessos.
- Os vidros aramados possuem, em seu interior, uma malha de arame que não permite a passagem de objetos em caso de quebra do vidro. Por esse motivo são considerados vidros de segurança, sendo utilizados principalmente em rotas de fuga e locais protegidos.

Combater um incêndio em uma edificação em que existe o predomínio de estruturas com vidros irá requerer dos bombeiros a

utilização de todos os sistemas de proteção contra incêndio e pânico existentes na própria edificação, assunto que será abordado no Módulo 5 do presente manual.

Quebrar os vidros para acessar o interior do prédio ou para fazer o combate é uma medida extrema, que deve ser evitada ao máximo.

5.4.4 Gesso acartonado

Hoje em dia está sendo muito utilizado na construção civil para substituir a alvenaria em paredes internas e divisórias. Conhecido também como *drywall*, o gesso acartonado possui a característica de ser de montagem rápida e fácil.

No Brasil, até 2008, não existia legislação que obrigasse os usuários deste material a adotarem medidas que o tornasse resistente ao fogo e ao calor. Portanto, a presença deste material pode favorecer a propagação das chamas, tanto pela combustibilidade do material utilizado em sua confecção, quanto pela deformação com a ação do calor, acarretando a descompartimentação do ambiente (aumentando seu volume) e permitindo a propagação do incêndio pela movimentação da fumaça.

Quando montado, o gesso acartonado assemelha-se demasiadamente a uma parede comum, o que dificulta a identificação visual pelos bombeiros em caso de sinistro.

5.4.5 Dutos

Os dutos são aberturas verticais em uma edificação que atravessam os pavimentos, servindo para diferentes finalidades, desde a

passagem de instalações elétricas e hidráulicas até uma escada ou fosso de elevador.

Estudos provenientes das análises de vários incêndios mostram que os dutos (escadas, fossos de elevadores, dutos de ventilação ou dutos técnicos - *shafts*) auxiliam na propagação do incêndio por convecção, semelhantemente ao que ocorre em chaminés.

Fonte: Fotos APE Elevadores e Erich Teister - internet

Figura 64 - Fosso de elevador e escada facilitam a movimentação da fumaça na edificação

Dada a sua característica móvel, a fumaça tende a ocupar todos esses espaços, levando massa combustível gasosa aquecida a áreas ou ambientes ainda não afetados.

Em razão dessa característica, os bombeiros devem estar sempre atentos à presença de espaços como esses na edificação e monitorar se há início de outros focos, inclusive em pavimentos não consecutivos.

Figura 65 – Exemplo de escada

Em uma edificação, as escadas de emergência, que normalmente são protegidas por paredes, são as melhores rotas de fuga para as vítimas, bem como de acesso para os bombeiros.

Um duto técnico, ou *shaft,* é uma abertura feita próxima à parede, semelhante a um armário, em todos os pavimentos, para a passagem de canalização hidráulica ou elétrica ou, ainda, servindo de ventilação. Os bombeiros podem ter dificuldades em visualizar um duto técnico nas edificações. Contudo, costumam estar próximos a banheiros, cozinhas e áreas de serviço.

6. Comportamentos extremos do fogo

Fonte: Le guide national de référence Explosion de Fumées – Embrasement Généralisé Éclair
Figura 66 – Incêndios estruturais podem apresentar um comportamento extremo do fogo

Em 1986, os bombeiros da Suécia começaram a observar que alguns incêndios em ambientes compartimentados, como residências, apartamentos e escritórios, apresentavam um comportamento muito agressivo quanto à sua propagação e intensidade.

Depois de estudos e testes, observou-se que a fumaça, por causa da reação em cadeia, é inflamável, sendo um importante fator nesse processo, fazendo com que haja comportamentos extremos do fogo, com danos consideráveis.

Ao longo dos anos, comportamentos extremos do fogo ceifaram a vida de muitas pessoas e machucaram outras, o que inclui tanto bombeiros quanto civis (ver Tabela 19).

Tabela 19 - Histórico de mortos em incêndios relacionados a comportamentos extremos do fogo

Ano	Local	Mortos
1981	Boate Stardust Disco – Dublin – Irlanda	48
1982	Suécia	2 (bombeiros)
1982	Dorothy May Apartments – Los Angeles – EUA	24
1987	Metrô de Londres	31
1991	Hotel – São Petersburgo – Rússia	8 (bombeiros)
1994	Apartamento – Nova Iorque – EUA	3 (bombeiros)
1996	Residência – Blaina – Reino Unido	2 (bombeiros)
1996	Supermercado – Bristol – Inglaterra	1 (bombeiro)
1996	Aeroporto – Dusseldorf – Alemanha	17
1997	Londres (durante o período de um ano)	3 (bombeiros)
2002	Paris (em dois eventos)	5 (bombeiros)

Fonte: Tactical Firefighting, Paul Grimwood

Para evitar que perdas semelhantes voltassem a ocorrer, iniciou-se o estudo e a mudança de comportamento dos bombeiros quanto aos incêndios que se propagam de uma forma rápida e violenta. Tal estudo visava à compreensão de suas características e potencialidades para desenvolver técnicas e táticas de prevenção e combate. Neste capítulo, serão abordados os conceitos e características desses eventos, enquanto que a prevenção e o combate serão abordados no Módulo 3 do presente manual.

Os comportamentos extremos do fogo são classificados em três grandes fenômenos, também denominados incêndios de propagação rápida (*rapid fire progress*), são eles: generalização do incêndio (*flashover*), explosão de fumaça (*backdraft*) e ignição da fumaça.

Todos esses fenômenos ocorrem principalmente como resultado do comportamento da fumaça no ambiente.

Os comportamentos extremos do fogo acontecem em ambientes com carga de incêndio típica de um ambiente comum – como uma sala, um quarto ou ainda um mercado – não necessitando de agentes aceleradores (como álcool, gasolina ou outros materiais combustíveis) para causar o fenômeno.

Características:

- ocorrem em espaço físico limitado (confinado ou compartimentado) – geralmente a delimitação é feita pelos lados e teto, que servirão para acumular a fumaça no ambiente em caso de incêndio, principalmente se portas e janelas estiverem fechadas. Tudo isso impede o escoamento da fumaça de dentro do ambiente para o exterior.
- surgem com pouco tempo de queima – não são necessários longos períodos de queima para que um incêndio de propagação rápida ocorra.
- acontecem em edificações com qualquer estrutura construtiva – concreto, alvenaria, madeira, metal, etc.

Isso significa que, ao se deslocarem para um incêndio estrutural, todos os bombeiros precisam estar cientes da possibilidade de ocorrência de um fenômeno dessa natureza, a fim de que suas ações sejam realizadas para evitar ou diminuir a gravidade de um comportamento extremo do fogo.

Os termos utilizados em inglês são difíceis de traduzir para a Língua Portuguesa com a fidelidade conceitual necessária, por isso a alusão a eles será feita sempre que for útil para facilitar a apresentação do texto.

6.1. Generalização do incêndio (*Flashover*)

É o momento em que todos os materiais presentes no ambiente, em virtude da ação da fumaça quente e inflamável, entram em ignição após sofrerem a pirólise.

Figura 67 - Incêndio generalizado no prédio do INSS, Brasília-DF, 2005

É a generalização do incêndio, no qual todos os materiais presentes se inflamam após terem atingido seus respectivos pontos de ignição. Não se pode confundi-lo com os processos mais elementares de transmissão de calor (condução, convecção e radiação).

O *flashover* ocorre entre o final da fase crescente e o início da fase totalmente desenvolvida de um incêndio.

Flashover é a generalização do incêndio em um ambiente, quando todos os materiais presentes entram em ignição quase simultaneamente.

No *flashover***,** as superfícies expostas ao calor atingem a temperatura de ignição mais ou menos simultaneamente; e o fogo se espalha rapidamente pelo ambiente.

O calor, que é irradiado do teto e das paredes altas dentro do compartimento em chamas, conduz os gases e a mobília presente no ambiente a uma temperatura de auto-ignição, a qual culmina no *flashover*.

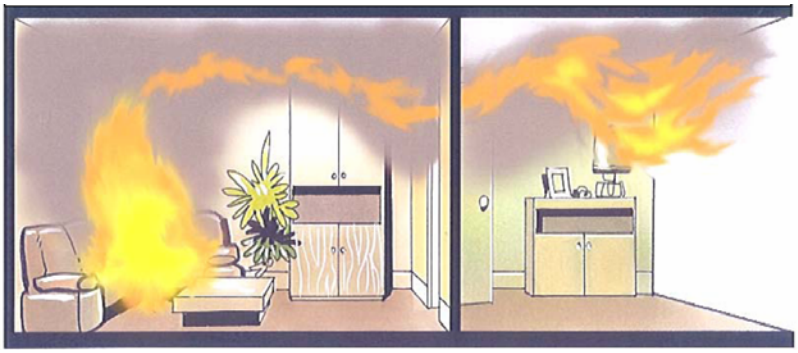
Pode representar o início do perigo de um colapso estrutural.

Normalmente, quando o incêndio encontra-se na iminência de generalizar-se (ocorrência do *flashover*), é possível observar um ou mais dos seguintes processos:

1. fumaça densa – com a delimitação de espaço, a fumaça tende a se acumular, tornando-se mais densa.

Figura 68 - Fumaça densa que antecede o *flashover*

2. línguas de fogo na camada de fumaça, direcionando-se para aberturas como portas e janelas – em condições de disponibilidade limitada do oxigênio no ambiente, as chamas na camada de fumaça irão se direcionar para qualquer abertura que permita seu contato com o comburente, como pode ser observado na Figura 69.



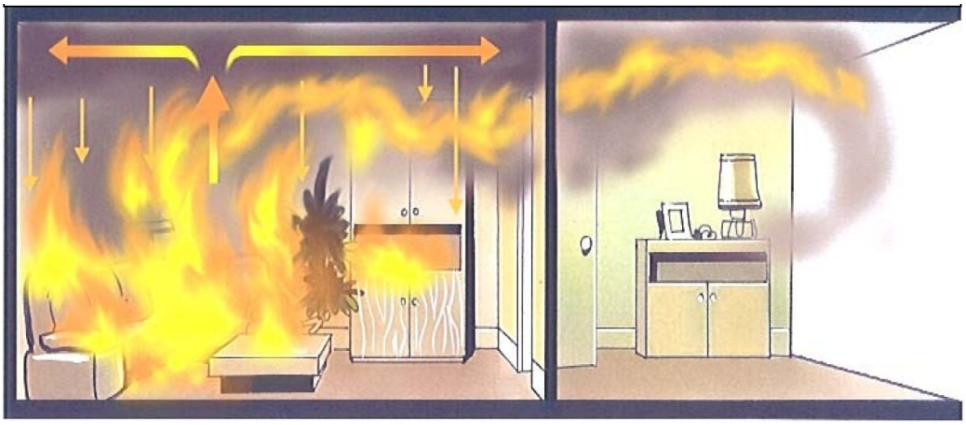
Fonte: Le guide national de référence Explosion de Fumées – Embrasement Généralisé Éclair
Figura 69 – Línguas de fogo buscando oxigênio no compartimento ao lado

Figura 70 - Exemplo de línguas de fogo - Ensaio na casa de fumaça/CTO - CBMDF

3. Camada de fumaça no nível do teto, “rolando” (*rollover*).

Fonte: Le guide national de référence Explosion de Fumées – Embrasement Généralisé Éclair
Figura 71 - Chamas rolando na camada de fumaça (*rollover*)

4. ocorrência de resíduos de fumaça depositados nas superfícies de móveis e pisos – como a combustão produz fuligem, que é um sólido, esta será depositada em qualquer superfície possível.



Fonte: Le guide national de référence Explosion de Fumées – Embrasement Généralisé Éclair
Figura 72 - Generalização do incêndio (*flashover)*

Na Figura 72, é possível observar, no ambiente à direita, que a fumaça está depositando resíduos sobre os móveis.

A Figura 67 mostra alguns pavimentos do edifício com incêndio generalizado.

Considerando que a temperatura na camada de fumaça pode atingir 1000 ºC, é importante que os bombeiros estejam o mais próximo do nível do solo, o que implica a necessidade de se **trabalhar agachado** ou **ajoelhado**.

Esse procedimento pode ser corroborado em teste prático, como na Figura 43, onde verifica-se que a diferença da temperatura entre o bombeiro estar agachado (1,0m) e o ombro do bombeiro quando em pé (1,5m) pode ser superior a 200 ºC.

Em um incêndio estrutural, as menores diferenças de altura implicam em grandes diferenças de temperatura.

Fotos constantes na Figura 73 mostram o incêndio ocorrido no prédio da Eletrobrás, no Rio de Janeiro, em 26 de fevereiro de 2004, com características de *flashover*.

Fotos: Wilian Cézar Aguiar e Jornal O Globo eletrônico (internet)

Figura 73 - Incêndio no prédio da Eletrobrás no Rio de Janeiro

6.2. Explosão da fumaça - *Backdraft ou backdraught*

É a deflagração rápida e violenta da fumaça aquecida e acumulada no ambiente pobre em oxigênio, em forma de explosão, no momento em que essa massa gasosa entra em contato com o oxigênio.

Fonte: www.local1259iaff.org/flashover.html

Figura 74 - Exemplo de situação de *backdraft*, com dois bombeiros na escada surpreendidos pela explosão da fumaça.

Essa inserção errada de ar no ambiente pode ocorrer tanto pela entrada dos bombeiros antes de providenciarem um escoamento eficiente da fumaça quanto pela quebra de uma janela decorrente da pressão exercida pela própria fumaça sobre os vidros.

A figura abaixo mostra alguns quadros de uma animação encontrada no sítio alemão www.atemschutz.org, que demonstra como ocorre um *backdraft* devido à abordagem errada dos bombeiros, por não estabelecerem uma rota de fuga para a fumaça antes de adentrarem no ambiente.

Fonte: http://www.atemshutz.org

Figura 75 - Evolução de um *backdraft*

Quando um *backdraft* ocorre, nada pode ser feito para se diminuir seus efeitos. Preveni-lo é, então, a palavra chave para a segurança dos bombeiros.

Um *backdraft* é, portanto, um tipo de explosão química que ocorre em incêndios estruturais, em forma de uma bola de fogo. E como já foi visto, uma explosão é o efeito de uma expansão violenta e repentina dos gases.

No *backdraft*, a fumaça é o gás combustível, pois contém monóxido de carbono, o qual, por sua vez, possui uma faixa de explosividade de 12 a 74% quando misturado ao ar, o que é considerável.

O *backdraft* é uma explosão da fumaça, com onda de choque capaz de derrubar um bombeiro, quebrar janelas ou até mesmo colapsar estruturas.

Para que ocorra um *backdraft* é necessário que, inicialmente, haja uma concentração decrescente de oxigênio em um ambiente fechado durante a ocorrência de um incêndio, o que caracteriza os incêndios estruturais.

Em um ambiente sem janelas, ou com janelas fechadas, a concentração de oxigênio irá diminuir ao longo do desenvolvimento da combustão e a temperatura irá aumentar. A fumaça continuará a se acumular. Considerando-se que para existir chamas é necessário que a concentração de oxigênio esteja em um nível mínimo aproximado de

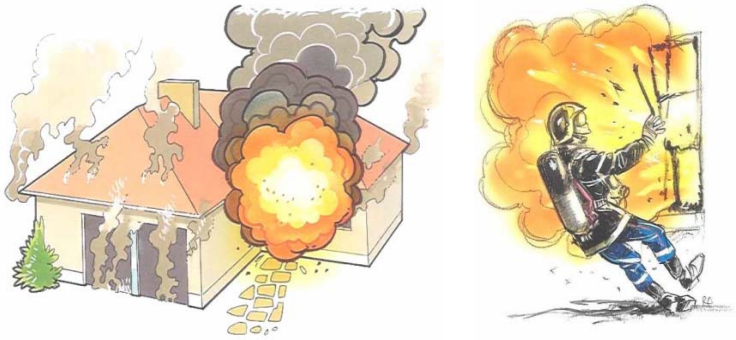
15%, as chamas começarão a diminuir até extinguirem-se completamente. Isso pode significar a extinção do incêndio.

Se, entretanto, entrar ar no ambiente sem antes escoar a fumaça, o oxigênio injetado provocará uma deflagração de forma muito rápida, gerando uma onda de choque em virtude de deslocamento do ar resultante da queima. A onda de choque de um *backdraft* pode causar até o colapso da estrutura. A Tabela 20 apresenta os efeitos causados por diversos valores de pressão.

Tabela 20 - Relação dos efeitos da pressão exercida por explosão

Efeitos da explosão	Pico de pressão necessária
Estilhaçamento de vidros	0 – 5 psi
Derrubar o bombeiro	1 psi
Colapso de divisórias	1 – 2 psi
Colapso de parede de tijolos	7 – 8 psi
Danos pulmonares nos bombeiros	15 psi
Primeiros óbitos	35 psi
50% de óbitos	50 psi
99% de óbitos	65 psi

Fonte: Tactical Firefighting, P. Grimwood



Fonte: Le guide national de référence Explosion de Fumées – Embrasement Généralisé Éclair
Figura 76 - Situação de explosão da fumaça causada pela abertura incorreta do ambiente

Pode ser que haja um espaço de tempo considerável entre a abertura de uma porta ou janela e a ocorrência de um *backdraft.* Em

incêndios reais, já foram verificados casos em que o *backdraft* aconteceu após alguns minutos depois de feita a abertura.

Na maioria dos casos, entre o momento em que o bombeiro abre uma janela e o momento da “explosão” decorrem alguns segundos. Por isso, a abordagem e o combate a um incêndio em ambiente fechado têm de ser cuidadosos, para evitar que um fenômeno desses venha surpreender os bombeiros mesmo depois de já estarem no ambiente há algum tempo.

Os indícios que antecedem um *backdraft* são:

1. fumaça densa e escura, rolando pelo ambiente, saindo em forma pulsante por meio de frestas ou qualquer outra abertura – como o incêndio está pouco ventilado, a fumaça tende a sair por qualquer abertura que lhe possibilite o fornecimento de ar. A forma pulsante ocorre pela expansão dos gases combustíveis, produzida pelas combustões rápidas e de pequeno porte que estão ocorrendo no interior do ambiente sinistrado, enquanto a concentração de oxigênio ainda permite tal processo.

2. poucas chamas visíveis que surgem quando encontram o ar – ao sair do ambiente, a fumaça tende a reagir com o oxigênio e entrar em combustão. Entretanto, não o suficiente para fazer com que toda ela entre em ignição. Conseqüentemente, pequenas chamas se acendem e apagam próximas das aberturas.

3. fumaça puxando corrente de ar para dentro do ambiente, intermitentemente – de forma pulsante, movimento causado pela alta pressão no ambiente sinistrado.

4. janelas enegrecidas – em decorrência da condensação da fumaça densa e escura que antecede o fenômeno, os vidros estarão escurecidos, com aspecto manchado.

5. portas e maçanetas quentes – em decorrência da alta temperatura no interior do ambiente. Isso pode ser avaliado por meio da aplicação de pulsos de jato neblinado na porta. Se a água evaporar rapidamente, deve-se considerar o risco de um comportamento extremo do fogo.

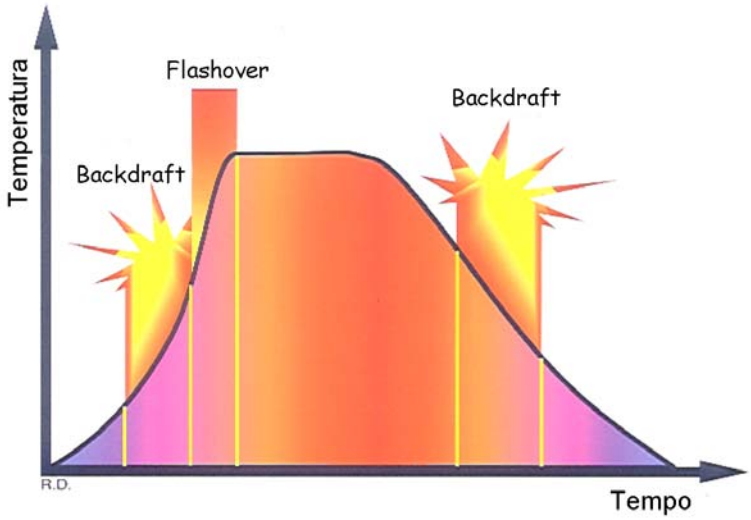
6. sons de assobio ou rugido – em decorrência da saída da fumaça por frestas, há ruídos próximos ao ambiente.

7. molduras de janelas com “depósitos de óleo” – tendo em vista que a combustão gera como produtos água e fuligem, a mistura desses elementos dará a impressão de que existe óleo no ambiente.

Nos incêndios, os bombeiros devem sempre estabelecer uma rota efetiva de saída dos gases (o mais alto possível), antes de fazerem qualquer abertura no nível do pavimento incendiado, o que permitirá a entrada segura dos bombeiros. Caso contrário, a fumaça poderá entrar em ignição e deflagrar o *backdraft*.

Observando a curva de evolução da temperatura de um incêndio (Figura 77), é possível verificar quando e qual fenômeno pode ocorrer.

Enquanto o *backdraft* é potencialmente perigoso no início e no fim do incêndio, pela baixa concentração de oxigênio em decorrência do ambiente ser limitado ou da combustão já ter sido processada, o *flashover* ocorrerá no desenvolvimento do incêndio, mais especificamente, entre as fases crescente e totalmente desenvolvida, em decorrência da temperatura atingida. Enquanto o *flashover* é um fenômeno induzido por calor, o *backdraft* é induzido pelo ar (oxigênio).



Fonte: Tactical Firefighting, P. Grimwood

Figura 77 - Curva de evolução da temperatura de um incêndio mostrando a possibilidade de ocorrência dos fenômenos extremos.

Exemplo de *backdraft*

A abertura de uma porta atrás da qual está um foco de incêndio pode deflagrar um *backdraft*.

Em 28 de março de 1994, em Nova York, EUA, um *backdraft* de violência extraordinária vitimou três bombeiros na casa 62 da *Watts Street*. O acidente foi investigado pelo Instituto Americano de Segurança e Saúde Ocupacional (NIOSH, sigla em inglês), que modelou o comportamento do incêndio em computador.

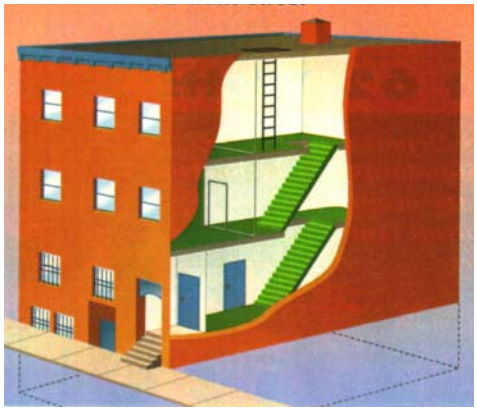
O incêndio ocorreu em um bloco de quatro pavimentos. Os apartamentos do primeiro, segundo e terceiro andares eram servidos por uma só escada, de onde havia uma porta para a calçada da rua. O incêndio iniciou-se no apartamento do primeiro pavimento, cujas portas eram vedadas para aumentar a eficiência do sistema de aquecimento.

O incêndio permaneceu confinado, com grande quantidade de monóxido de carbono e foi detectado pela saída de fagulhas por uma chaminé. Como de fora não era possível localizar o foco, duas equipes

foram procurá-lo: uma deveria abrir o apartamento do primeiro pavimento e a outra, o apartamento do segundo.

A porta do apartamento no primeiro andar sequer estava quente, pois o oxigênio diminuíra tanto que a temperatura começara a decrescer. No entanto, quando o apartamento foi aberto, formou-se uma entrada de ar pela parte mais baixa da porta, e saiu um pouco de fumaça pela parte mais alta.

Nesse momento, ocasionada pela mistura dos gases com o ar, toda a fumaça acumulada explodiu numa bola de fogo, saindo pela parte mais alta da porta, tomando a escada que levava ao segundo andar. Os bombeiros do primeiro pavimento conseguiram correr para a rua, sob as chamas. Porém os que estavam acima do fogo (haviam subido para abrir o apartamento do segundo andar) foram vitimados pelo acidente, vindo a falecer.



Fonte: NFPA *Journal*, Vol. 89, no 6, 85-89, Novembro/Dezembro 1995

Figura 78 - Desenho do prédio da 62 *Watts Street*

O acidente poderia ter sido minimizado de vários modos:

- Se houvesse uma porta fechada separando o primeiro e o segundo andar.

- Se os bombeiros entrassem no apartamento do primeiro andar e somente depois a outra equipe subisse.
- Se a abertura fosse feita mantendo-se controle da abertura. Ou seja, ao perceber o risco de *backdraft*, o ajudante de linha poderia fechar a porta.
- Se os bombeiros atingidos tivessem uma linha pressurizada e se colocassem em posição de proteção.

Em geral, a exposição a um *backdraft* está além da capacidade de proteção do EPI.

6.3. Ignição da fumaça

Como abordado anteriormente, o *flashover* é a generalização do incêndio e o *backdraft* é a deflagração (explosão) da fumaça em decorrência da entrada de ar.

Paul Grimwood agrupa vários fenômenos sob a designação genérica de ignição de fumaça, definida como a "*ignição de gases e produtos acumulados do incêndio, que possuem energia suficiente para inflamarem-se ou que se inflamam ao entrar em contato com fonte de calor."*

Essa ignição pode ser causada pela mistura de fumaça aquecida com o ar, mas diferencia-se do *backdraft,* pois o movimento é da fumaça em direção ao ar, e não o contrário. A mais comum, porém, é a ignição da fumaça ao entrar em contato com uma fonte de calor, a qual pode ter onda de choque ou não.

Ao se movimentar por um duto, um forro, ou ainda ser expulsa do ambiente pela ventilação, a fumaça pode ignir quando entra em contato com uma fonte de calor.

Isso irá requerer das guarnições de combate a incêndio e de salvamento toda a atenção possível quanto ao comportamento da fumaça no ambiente.

Mesmo com pouca fumaça visível no ambiente, é possível ocorrer sua ignição. Com pouco tempo de suspensão, parte da fuligem desce e a fumaça clareia, mas continua inflamável, bastando uma fonte de calor suficiente para deflagrá-la.

A ignição da fumaça ocorre principalmente em decorrência de:

- colapso de estruturas – a fumaça é empurrada com a queda de paredes e/ou do teto, entrando em contato com uma fonte de calor em outro ambiente;
- faiscamento – seja de motores ou de equipamentos elétricos no ambiente onde há fumaça;
- ação de rescaldo – se for feito sem cuidado, as brasas resultantes do incêndio serão expostas pelos bombeiros e poderão ignir a fumaça acumulada;
- uso incorreto da ventilação de pressão positiva – se não for utilizada da forma correta, a ventilação pode empurrar a fumaça para outro ambiente onde haja uma fonte de calor; o uso correto do ventilador de pressão positiva será abordado no Módulo 3 deste manual;
- uso do jato compacto contínuo – devido à sua força, o jato pode empurrar a fumaça para outro ambiente até uma fonte de calor capaz de deflagrá-la;
- saída de fumaça superaquecida durante a ventilação ou após a abertura de porta – por esse motivo, a fumaça deve ser resfriada por linha de mangueira na saída de ventilação; deve haver linhas de mangueira de apoio nas

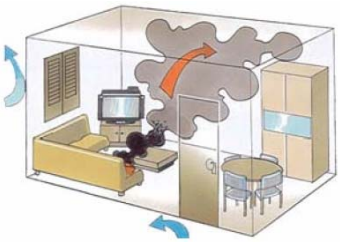
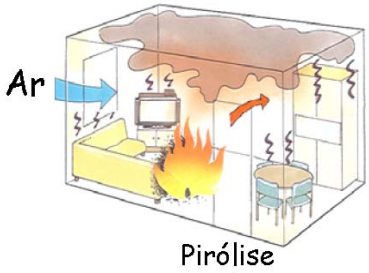
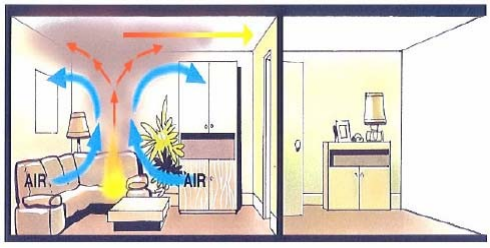
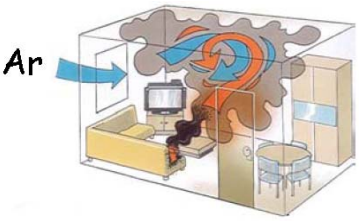
aberturas de portas e janelas. Esses assuntos serão tratados no módulo 3 deste manual.

Uma das medidas mais eficientes para evitar a ignição da fumaça é **não permitir o seu acúmulo no ambiente**, ainda que as chamas já tenham sido debeladas. Isso exigirá um cuidado constante por parte dos bombeiros, inclusive na fase do rescaldo.

6.4. Síntese dos fenômenos de explosão da fumaça e generalização do incêndio

A Tabela 21 apresenta como ocorre o desenvolvimento da explosão da fumaça (*backdraft*) e da generalização do incêndio (*flashover*).

Tabela 21 - Síntese dos fenômenos *backdraft* e *flashover*

Explosão da Fumaça (*backdraft*)	Generalização do incêndio (*flashover*)
 Chamas no foco inicial; muita produção de fumaça	 Ambiente aberto
Ambiente fechado	 Desenvolvimento da camada de fumaça no teto
 Abertura da janela, com entrada de ar no ambiente	Pré-generalização do incêndio; fumaça espalhando-se horizontalmente
Explosão da fumaça	Chamas rolando (*rollover*)
	Generalização do incêndio

Fonte: Le guide national de référence Explosion de Fumées – Embrasement Généralisé Éclair

6.5. Diferenças entre os comportamentos extremos do fogo

A tabela abaixo estabelece algumas das principais diferenças entre *flashover, backdraft* e ignição da fumaça.

Alguns autores citam que um bombeiro pode passar sua vida profissional inteira para presenciar uma só vez um *backdraft*, enquanto que o *flashover* provavelmente será presenciado com freqüência. Entretanto, é importante que se saiba como prevenir e combater um *backdraft*, uma vez que suas conseqüências são muito mais sérias que as do *flashover*.

Tabela 22 - Principais diferenças entre os comportamentos extremos do fogo

Flashover	*Backdraft*	*Ignição da Fumaça*
Ocorre com freqüência	Não ocorre com freqüência	Ocorre com freqüência
Não ocorre explosão	É uma explosão	Pode ou não ser uma explosão
Não possui ondas de choque	Possui ondas de choque	Possui ou não ondas de choque
É um efeito que se mantêm	É um efeito momentâneo	É um efeito momentâneo
Ocorre por causa do calor irradiado pela camada de fumaça	Ocorre por causa da entrada de ar (oxigênio) no ambiente	Ocorre pelo contato da fumaça com uma fonte de calor

Explosões acontecem de forma rápida, algumas vezes tão rápida que não permitem que os bombeiros consigam proteger a si mesmos. A única proteção real são os equipamentos de proteção

individual (capacetes, capuz, luvas, botas, calças e capas de aproximação e os equipamentos de proteção respiratória).

Eles podem aumentar a sensação de calor do usuário, serem incômodos e, até mesmo, atrasarem os movimentos de quem os utiliza, mas, na ocorrência de um fenômeno desses, determinam a sobrevivência dos bombeiros ou a gravidade dos danos.

Estando cientes do que pode ocorrer ao abordar um incêndio, os bombeiros têm condições de aprender as diferentes formas de combatê-lo. Para isso, os treinamentos e a capacitação, que devem ser constantes na vida profissional do combatente, seguirão o prescrito no Módulo 3 do presente manual, que trata das técnicas de combate a incêndio.

Bibliografia

BOWSER, Graeme, *Tactical Ventilation*, Inglaterra: Tyne & Wear Fire Brigade. Disponível em http://www.tempest-edge.com/img/download_docs/ppv_training/Tactical_ventilation.doc

DEEHAN, John D., *Kirk´s Fire Investigation*, 5ª edição, EUA: Prentice Hall, 2002.

DRYSDALE, Dougal, *An Introduction to Fire Dynamics*, 2ª edição, EUA: John Wiley & Sons, 1999.

DUNN, Vicent, *Command and Control of Fires and Emergencies*, EUA: Fire Engineering Books, 2000.

_____, *Safety and Survival on the Fireground*, EUA: Pennwell Books, 1992.

_____, *Safety Collapse of Burnings Buildings: A Guide to Fireground Safety*, EUA: Pennwell Books, 1988.

FREITAS, Oswaldo Nunes e SÁ, José Marques de, *Manual Técnico Profissional para Bombeiro*, Brasil: CBMDF, 2005.

GRIMWOOD, P. & DEMEST, K. *Tactical Firefighting*, versão 1.1, Inglaterra: CEMEC, 2003. Disponível em http://www.firetactics.com/CEMAC-KD-PG-2003-2.pdf

HADJISOPHOCLEOUS, G.V. E RICHARDSON, J.K., *Water Flow Demands for Firefighting, Fire Technology,* 41, 172-192, 2005, com base em estudo de 1983.

INGASON, Haukur, *Positive Pressure Ventilation in Single Medium-Sized Premises*, Fire *Technology* nº38, 213-230, Estados Unidos, 2002.

KARLSSON, Björn e QUINTIERE, James G., *Enclosure Fire Dynamics*, EUA: CRC, 1999.

OLIVEIRA, Marcos de, Manual de Estratégias, Táticas e Técnicas de Combate a Incêndio Estrutural – Comando e Controle em Operações de Incêndio. Brasil: Editora Editograph, 2005.

QUINTIERE, James G., *Principles of Fire Behavior*, EUA: Thomson Delmar Learning, 1997.

Sapeur Pompier, *La Fumée, c'est comix*, França.

Sous-direction des sapeurs-pompiers – BFASC, *Le guide national de référence Explosion de fumées – Embrasement généralisé éclair*. França, 2003. Disponível em http://www.interieur.gouv.fr/sections/a_l_interieur /defense_et_securite_civiles/sapeurs-pompiers/doctrines-techniques-prof/gnr-techniques-pro/GNR_explosion_de_fumees_-_embrasement _generalise_eclair.pdf/downloadFile/file/GNR_explosion_de_fumees_-_embrasement_generalise_eclair.pdf?nocache=1160651198.46

SVENSON, Stefan. *Experimental Study of Fire Ventilation During Fire Fighting Operations*, Fire *Technology* nº37, 69-85, EUA, 2001.

Thomson Delmar Learning, *Firefighter's Handbook*, *Essentials Of Firefighting and Emergency Response*, 2ª edição, EUA, 2004.

Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal

Manual básico de combate a incêndio

Módulo 2
- Efeitos nocivos do incêndio -

2° edição

2009

Manual básico de combate a incêndio do Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal

Aprovado pela portaria n° 30, de 10 de novembro de 2006 e publicado no Boletim Geral n° 216, de 16 de novembro de 2006.

Comissão de Elaboração
TEN-CEL QOBM/Comb. RICARDO V. TÁVORA G. DE CARVALHO, mat. 00188-0
CAP QOBM/Comb. LUCIANO MAXIMIANO DA ROSA, mat. 00322-0;
CAP QOBM/Comb. MARCELO GOMES DA SILVA, mat. 00341-7;
CAP QOBM/Compl. FÁBIO CAMPOS DE BARROS, mat. 00469-3;
CAP QOBM/Compl. GEORGE CAJATY BARBOSA BRAGA, mat. 00477-4;
CAP QOBM/Comb. ALAN ALEXANDRE ARAÚJO, mat. 00354-9;
CAP QOBM/Comb. HELEN RAMALHO DE O. LANDIM, mat. 00414-6;
CAP QOBM/Comb. DEUSDETE VIEIRA DE SOUZA JÚNIOR, mat. 00404-9;
1o TEN QOBM/Comb. VANESSA SIGNALE L. MALAQUIAS, mat. 09526-6;
1o TEN QOBM/Comb. ANDRÉ TELLES CAMPOS, mat. 00532-0;
1o TEN QOBM/Comb. SINFRÔNIO LOPES PEREIRA, mat. 00570-3;
1o TEN QOBM/Comb. MARCOS QUINCOSES SPOTORNO, mat. 00565-7;
2o TEN QOBM/Comb. KARLA MARINA GOMES PEREIRA, mat. 00583-5;
2o TEN QOBM/Comb. RISSEL F. C. CARDOCH VALDEZ, mat. 00589-4;
2o TEN QOBM/Comb. MARCELO DANTAS RAMALHO, mat. 00619-X;
2o TEN KARLA REGINA BARCELLOS ALVES, mat. 00673-4;
1o SGT BM GILVAN BARBOSA RIBEIRO, mat. 04103-3;
2o SGT BM EURÍPEDES JOSÉ SILVA, mat. 04098-3;
3o SGT BM JOAQUIM PEREIRA LISBOA NETO, mat. 06162-X;
3o SGT BM HELDER DE FARIAS SALAZAR, mat. 07265-6.

Comissão de Revisão
TEN-CEL QOBM/Comb. WATERLOO C. MEIRELES FILHO, mat.00186-4;
MAJ QOBM/Comb. MÁRCIO BORGES PEREIRA, mat. 00249-6;
CAP QOBM/Comb. ALEXANDRE PINHO DE ANDRADE, mat. 00383-2;
1o TEN QOBM/Compl. FÁTIMA VALÉRIA F. FERREIRA, mat. 00597-5;
2o TEN QOBM/Comb. LÚCIO KLEBER B. DE ANDRADE, mat. 00584-3.

Revisão Ortográfica
SBM QBMG-1 SOLANGE DE CARVALHO LUSTOSA, mat. 06509-9.

Brasília-DF, 10 de novembro de 2006.

SOSSÍGENES DE OLIVEIRA FILHO — Coronel QOBM/Comb.
Comandante-Geral do Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal

2009 – Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal

Qualquer parte desta publicação pode ser reproduzida, desde que citada a fonte.

Disponível também em CD-ROM.

Apresentação da 2ª edição.

Quando o Manual básico de combate a incêndio foi criado, em 2006, tinha por objetivo nortear a conduta do bombeiro do Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal nas ações de combate a incêndio urbano, atentando para os princípios basilares da segurança e da efetividade do socorro prestado.

Várias obras subsidiaram o processo de construção do conteúdo apresentado, com o intuito de fornecer o maior número possível de informações sobre as ações técnicas e táticas de combate a incêndio e sobre a experiência de outros corpos de bombeiros frente a um inimigo comum.

Nesta segunda edição, a comissão teve a oportunidade de rever os conceitos aplicados, por meio da consulta a novas literaturas, bem como aprimorar o conteúdo já existente, com base na experiência da instrução diária e nas adaptações que toda profissão requer para evoluir.

Neste contexto, não se poderia deixar de agradecer aos profissionais que, direta ou indiretamente, contribuíram para que a presente obra fosse atualizada.

Com a dedicação que lhes é peculiar, alguns militares contribuíram para esta revisão, tendo sido designados ou não para tal. Movidos pelo amor à profissão, estes militares engrandecem o nome da instituição e inspiram seus colegas.

A comissão agradece especialmente ao Coronel QOBM/Comb RRm Ivan Feregueti Góes que, mesmo em seu merecido descanso, não poupou esforços para contribuir, com sua experiência profissional e de ensino, a toda a obra aqui apresentada e de modo especial à parte tática do manual.

O presente manual será revisado sempre que necessário ao bom desempenho do bombeiro em sua missão “vidas alheias e riquezas salvar”.

Sumário

Introdução 1

1. Lesões por inalação de fumaça 3

1.1. Deficiência de oxigênio 4
1.2. Temperatura elevada 4
1.3. Partículas encontradas na fumaça 5
1.4. Gases tóxicos associados ao incêndio 5
1.5. Ingestão de leite em casos de intoxicação profissional 11

2. Estresse ou fadiga pelo calor 13

2.1. Cãimbras 14
2.2. Exaustão pelo calor 16
2.3. Golpe de calor 18

3. Queimaduras 21

3.1. Profundidade 23
3.2. Extensão 24
3.3. Localização 26

4. Choques elétricos 27

4.1. Principais efeitos do choque elétrico 27
4.2. Prevenção de choque elétrico durante o socorro 30
4.3. Principais condutas em caso de choque elétrico 31

5. Colapso estrutural decorrente de incêndio 33

5.1. Anomalias em edificações 33
5.2. Cuidados a serem adotados no cenário do incêndio 42

6. Pânico 45

6.1. Ações preventivas 46
6.2. Fatores estimulantes do pânico 47
6.3. Controle do pânico 48
6.4. Procedimentos básicos 49
6.5. Salvamento de pessoas 50

Bibliografia 53

Introdução

O objetivo deste módulo é alertar os bombeiros para os possíveis efeitos do incêndio tanto no organismo humano quanto na estrutura da edificação, enfatizando a necessidade do uso adequado dos equipamentos de proteção individual e da observação constante como forma de prevenção de danos.

Não é objetivo deste manual o aprofundamento na matéria de primeiros socorros, mas, sim, chamar a atenção dos bombeiros para as conseqüências da exposição ao fogo e ao calor durante o combate aos incêndios, bem como para as ações que devem ser tomadas durante e após o combate.

Vale ressaltar a importância da presença de viatura de emergência médica nas ocorrências, para atender às vítimas e aos bombeiros envolvidos no combate que, eventualmente, possam se lesionar.

Os incêndios, independentemente de onde ocorrem, tornam os ambientes em locais adversos, em virtude da presença de gases tóxicos e asfixiantes provenientes da combustão e do calor. Estes são produzidos em quantidade suficiente para causar danos graves ao organismo humano, dentre os quais estão incluídos os perigos respiratórios, os efeitos sistêmicos, as explosões e as queimaduras.

Da mesma forma, há necessidade de que os bombeiros saibam identificar os sinais de um possível colapso estrutural para agirem em prol da segurança individual e coletiva, bem como prevenir e agir nos casos de pânico.

Os combatentes devem cuidar de sua saúde e segurança com o mesmo empenho com que arriscam suas vidas por outras pessoas.

1. Lesões por inalação de fumaça

Os pulmões e as vias aéreas são mais vulneráveis a lesões decorrentes de incêndio que outras áreas do corpo, em virtude de os sinistros, sejam ao ar livre ou confinados, apresentarem atmosfera potencialmente tóxica. Por isso, somente bombeiros treinados e protegidos, adequadamente, devem efetuar o combate ao fogo.

Segundo o artigo "Lesão por inalação de fumaça", do Jornal de Pneumologia (Souza, R. e outros), a lesão inalatória é resultante do processo inflamatório das vias aéreas após a inalação de fumaça, sendo a principal responsável pela mortalidade de vítimas de queimaduras.

A presença de lesão inalatória por si só aumenta em 20% a mortalidade associada à extensão da queimadura.

Existem quatro mecanismos de lesão inalatória associada a incêndio:

- deficiência de oxigênio;
- temperatura elevada;
- partículas encontradas na fumaça; e
- gases tóxicos associados ao incêndio.

Em todos esses casos, a prevenção das lesões reside no uso do equipamento de proteção respiratória descrito no Módulo 3 deste manual. Sem esse tipo de equipamento, os bombeiros estarão se expondo à condição de muito perigo.

A utilização de oxímetro de pulso em vítimas de intoxicação por fumaça será inútil, pois esse tipo de equipamento não possui capacidade de diferir os comprimentos de onda gerados pela oxihemoglobina ou pela carboxihemoglobina, fornecendo valores errôneos, ou seja, altos valores da concentração de oxigênio na corrente sanguínea.

1.1. Deficiência de oxigênio

O processo de combustão consome oxigênio enquanto produz gases tóxicos que ocupam o espaço do oxigênio ou diminuem sua concentração. Quando a concentração de oxigênio é menor que 18% o corpo começa a reagir, aumentando a freqüência respiratória.

São sinais e sintomas da deficiência de oxigênio:

- diminuição da coordenação motora;
- tontura;
- desorientação;
- dor de cabeça;
- exaustão;
- inconsciência; e
- morte.

Além dos incêndios, a deficiência de oxigênio pode ocorrer em ambientes confinados, como silos ou cômodos protegidos por sistema de extinção de incêndio por gás carbônico (CO_2), após o seu acionamento.

1.2. Temperatura elevada

A ação decorrente da temperatura da fumaça inalada raramente provoca lesões abaixo da laringe. Apesar de possuir alta temperatura, a fumaça tende a ser seca, o que diminui muito o potencial de troca de calor.

As lesões em vias aéreas superiores (nariz e boca) são caracterizadas pela presença de vermelhidão, inchaço e feridas, podendo haver sangramento local ou mesmo obstrução da área atingida. Se a fumaça estiver misturada a vapor úmido, o dano é ainda maior.

A entrada repentina de ar quente nos pulmões pode causar queda de pressão e falha do sistema circulatório. Também pode ocorrer edema pulmonar, que é o inchaço por acúmulo de fluidos nos pulmões, levando à morte por asfixia.

O tratamento de vítimas de incêndio é sempre intra-hospitalar. Em todos os casos, haverá necessidade de transporte ao hospital com urgência.

O dano aos tecidos respiratórios causado pelo ar quente não é revertido, imediatamente, pela inalação de ar fresco.

1.3. Partículas encontradas na fumaça

A fumaça produzida pelo incêndio é uma suspensão de partículas de carbono, alcatrão e poeira, flutuando numa combinação de gases aquecidos. As partículas fornecem uma área para condensação de alguns dos gases da combustão, especialmente ácidos orgânicos e aldeídos.

Algumas dessas partículas suspensas na fumaça são apenas irritantes, mas outras podem ser letais. O tamanho das partículas determina o quanto elas irão penetrar no sistema respiratório desprotegido.

1.4. Gases tóxicos associados ao incêndio

Como dito anteriormente, o incêndio propicia a exposição do organismo a combinações de gases irritantes e tóxicos.

A inalação de gases tóxicos pode ocasionar vários efeitos danosos ao organismo humano. Alguns dos gases causam danos diretos aos tecidos dos pulmões e às suas funções. Outros gases não provocam

efeitos danosos diretamente nos pulmões, mas entram na corrente sanguínea e chegam a outras partes do corpo, diminuindo a capacidade das hemácias de transportar oxigênio.

Os gases tóxicos liberados pelo incêndio variam conforme quatro fatores:

- natureza do combustível;
- calor produzido;
- temperatura dos gases liberados; e
- concentração de oxigênio.

Os principais gases produzidos são o monóxido de carbono (CO), dióxido de nitrogênio (NO_2), dióxido de carbono (CO_2), acroleína, dióxido de enxofre (SO_2), ácido cianídrico (HCN), ácido clorídrico (HCl), metano (CH_4) e amônia (NH_3).

1.4.1 Monóxido de Carbono (CO)

O monóxido de carbono (CO) é o produto da combustão que causa mais mortes em incêndios. É um gás incolor e inodoro presente em todo incêndio, mas principalmente naqueles pouco ventilados.

Nos incêndios, em geral, quanto mais escura a fumaça, mais monóxido de carbono está sendo produzido por causa da combustão incompleta.

A fumaça escura é rica em partículas de carbono e monóxido de carbono, devido à combustão incompleta do material.

O perigo do monóxido de carbono reside na sua forte combinação com a hemoglobina, cuja função é levar oxigênio às células

do corpo. O ferro da hemoglobina do sangue junta-se com o oxigênio numa combinação química fraca, chamada de oxihemoglobina.

A principal característica do monóxido de carbono é de combinar-se com o ferro da hemoglobina tão rapidamente que o oxigênio disponível não consegue ser transportado. Essa combinação molecular é denominada carboxihemoglobina (COHb). A afinidade do monóxido de carbono com a hemoglobina é aproximadamente na ordem de 200 a 300 vezes maior que a do oxigênio com ela.

O monóxido de carbono não age sobre o corpo, mas impede que o oxigênio seja transportado pelo sangue ao cérebro e tecidos. Por isso, a exposição ao gás deve ser imediatamente interrompida.

A concentração de monóxido de carbono no ar acima de 0,05% (500 partes por milhão) pode ser perigosa. Quando a porcentagem passa de 1% (10.000 partes por milhão) pode acontecer perda de consciência, sem que ocorram sintomas anteriores perceptíveis, podendo provocar convulsões e a morte.

Mesmo em baixas concentrações, o bombeiro não deve utilizar sinais e sintomas como indicadores de segurança. Dor de cabeça, tontura, náusea, vômito e pele avermelhada podem ocorrer em concentrações variadas, de acordo com fatores individuais.

1.4.2 Dióxido de Carbono (CO_2)

É um gás incolor e inodoro. Não é tão tóxico como o CO, mas também é muito produzido em incêndios e a sua inalação, associada ao esforço físico, provoca um aumento da frequência e da intensidade da respiração.

Concentrações de até 2% do gás aumentam em 50% o ritmo respiratório do indivíduo. Se a concentração do gás na corrente sanguínea chegar a 10%, pode provocar a morte.

O gás carbônico também forma com a hemoglobina a carboxihemoglobina, contudo, com uma combinação mais fraca que a produzida pelo monóxido de carbono. Os efeitos danosos ao organismo, predominantemente, decorrem da concentração de carboxihemoglobina no sangue.

A alta concentração de carboxihemoglobina produz privação de oxigênio, a qual afeta, principalmente, o coração e o cérebro.

1.4.3 Ácido Cianídrico (HCN)

É produzido a partir da queima de combustíveis que contenham nitrogênio, como os materiais sintéticos (lã, seda, *nylon*, poliuretanos, plásticos e resinas).

É aproximadamente vinte vezes mais tóxico que o monóxido de carbono. Assim como o CO, também age sobre o ferro da hemoglobina do sangue, além de impedir a produção de enzimas que atuam no processo da respiração, sendo, portanto, definido como o produto mais tóxico presente na fumaça.

Da mesma forma que o CO, pode produzir intoxicações graves, caracterizadas por distúrbios neurológicos e depressão respiratória, até intoxicações fulminantes, que provocam inconsciência, convulsões e óbitos em poucos segundos de exposição.

O ácido cianídrico é o produto mais tóxico presente na fumaça.

1.4.4 Ácido Clorídrico (HCl)

Forma-se a partir de materiais que contenham cloro em sua composição, como o PVC. É um gás que causa irritação nos olhos e nas vias aéreas superiores, podendo produzir distúrbios de comportamento, disfunções respiratórias e infecções.

1.4.5 Acroleína

É um irritante pulmonar que se forma a partir da combustão de polietilenos encontrados em tecidos. Pode causar a morte por complicações pulmonares horas depois da exposição.

1.4.6 Amônia

É um gás irritante e corrosivo, podendo produzir queimaduras graves e necrose na pele. Os sintomas à exposição incluem desde náusea e vômitos até danos aos lábios, boca e esôfago.

Bombeiros contaminados por amônia devem receber tratamento intensivo, ser transportados com urgência para um hospital, sem utilizar água nem oxigênio no pré-atendimento.

A tabela a seguir apresenta os efeitos de outros gases, que também podem estar presentes na fumaça.

Tabela 1 - Efeitos de alguns gases sobre o organismo

Gás	Origem	Efeitos toxicológicos
Dióxido de carbono (CO_2)	Produto comum em combustão	Não é tóxico, diminui o oxigênio respirável
Monóxido de carbono (CO)	Produto comum em combustão	Veneno asfixiante
Óxidos de nitrogênio (NO_2 e NO)	Combustão de materiais à base de nitrato, celulose e têxtil	Irritante respiratório
Ácido cianídrico (HCN)	*Nylon* (poliamida), poliuretano, poliacrilonitrila, borracha, seda	Veneno asfixiante
Ácido sulfídrico (H_2S)	Compostos contendo enxofre, óleo cru, lã	Tóxico, com cheiro repugnante
Ácido clorídrico (HCl)	Cloreto de polivinil, alguns materiais retardantes ao fogo	Irritante respiratório
Ácido bromídrico (HBr)	Alguns materiais retardantes ao fogo	Irritante respiratório
Ácido fluorídrico (HF)	Polímeros que contenham flúor	Tóxico e irritante
Dióxido de enxofre (SO_2)	Materiais que contenham enxofre	Irritante muito forte
Isocianatos	Polímeros de poliuretanos	Irritante respiratório
Acroleína e outros aldeídos	Produto comum em combustão	Irritante respiratório
Amônia (NH_3)	Borracha, seda, nylon, normalmente em baixa concentração em incêndios em edifícios	Irritante
Hidrocarbonetos aromáticos (benzeno e seus derivados)	Produtos comuns na combustão	Cancerígeno

Fonte: Tactical Firefighting, 2003.

1.5. Ingestão de leite em casos de intoxicação profissional

Entre pessoas que trabalham com tintas, vernizes, solventes, poeiras e fumaças é comum a crença de que o consumo de leite protege o organismo de elementos nocivos.

Como alimento, o leite possui muitas qualidades necessárias ao organismo humano. Entretanto, em condição de incêndio, pode provocar dores abdominais, diarréia, vômitos e coceiras pelo corpo.

Não há, até o momento, nenhum estudo científico que comprove o poder antitóxico do leite. Portanto, sua utilização pelos bombeiros afetados por incêndio não deve ser admitida, a menos que sob prescrição médica, após atendimento intra-hospitalar.

2. Estresse ou fadiga pelo calor

O grau de conforto humano em um ambiente depende da umidade, temperatura e velocidade do ar.

Em condições de temperatura alta, como o caso de incêndios, o bombeiro tende a diminuir os seus movimentos, mesmo que inconscientemente. A capacidade muscular se reduz, o rendimento diminui e a atividade mental se altera, podendo haver perturbação da sua coordenação sensório-motora.

A freqüência de erros e acidentes tende a aumentar, pois o nível de vigilância diminui, principalmente, a partir de uma temperatura ambiente de 30 ^{o}C. Incêndios urbanos podem atingir 1000 ^{o}C no nível do teto.

Se for associada alta temperatura ambiente com esforço intenso, condições comuns em incêndios estruturais, o tempo será fator determinante para a eficiência dos bombeiros no combate.

A exposição prolongada força o organismo e, ainda que não se sofra queimadura ou intoxicação por fumaça, é possível que o bombeiro apresente um quadro de estresse ou fadiga intensa.

O próprio equipamento de proteção individual e respiratória (EPI/EPR) é pesado, incômodo, quente e limita os movimentos. Porém é a única forma de proteção contra os efeitos danosos dos componentes do incêndio. Acostumar-se a usá-lo diminui o estresse causado por seu porte.

Cada bombeiro deve saber identificar, em si mesmo e nos demais componentes da guarnição, os sintomas de estresse ou fadiga pelo calor. Os comandantes de socorro e chefes de guarnição devem ter o controle do tempo e das condições sob as quais os bombeiros, sob sua responsabilidade, estão atuando, para revezamento do pessoal no combate, de forma eficiente.

Tabela 2 - Efeitos do organismo de acordo com o tempo de esforço

Tempo	Efeitos
Em menos de uma hora	Tolerância muscular reduzida Capacidade mental afetada Baixa compreensão Baixa retenção de informação
Após duas horas	Cãimbras Fadiga Perda de força Coordenação motora reduzida Dor de cabeça Náusea Atordoamento
Em um estágio avançado	Colapso Inconsciência Morte

Fonte: Tactical Firefighting, 2003.

Constituem tipos de estresse ou fadigas pelo calor:

- câimbras;
- exaustão pelo calor;
- golpe de calor.

2.1. Cãimbras

São espasmos musculares doloridos, geralmente nos músculos da coxa, que ocorrem depois de um exercício vigoroso, no qual esses músculos tenham sofrido uma intensa demanda física.

As cãimbras não ocorrem somente em ambientes quentes, nem atingem somente indivíduos sedentários, mas aparecem, com freqüência, no combate a incêndio.

A ciência médica não tem certeza da causa das câimbras, mas há indícios de que sejam causadas pela perda de água e sais minerais do organismo, por meio do suor produzido durante exercícios,

particularmente, com o aquecimento do ambiente. A perda do suor causa mudança do balanço eletrolítico no corpo.

A desidratação também pode ter uma função no desenvolvimento das cãimbras.

Uma ingestão excessiva de água, com a finalidade de repor o líquido perdido pelo corpo, pode ocasionar uma transpiração excessiva.

Uma das maneiras mais recomendadas para evitar a fadiga dos músculos e minimizar as cãimbras ainda é o treinamento físico, constante (regular) e adequado do bombeiro.

Um quadro de cãimbra no bombeiro pode ser tratado com as seguintes medidas:

- remover o indivíduo do ambiente quente e colocá-lo em repouso em um local arejado;
- afrouxar e remover roupas em excesso;
- descansar os músculos com cãimbras, mantendo o bombeiro sentado, caso esteja consciente, ou deitado sobre o lado esquerdo, monitorando os sinais vitais e a respiração, se estiver inconsciente. Colocar o membro afetado mais alto que o corpo;
- aplicar compressas úmidas sobre os músculos em espasmos ajuda a aliviar a sensação da câimbra;
- alongar a área afetada, quando este tratamento não causar mais dores do que a ação da câimbra;
- se estiver consciente, pode-se lhe dar água ou uma solução diluída e balanceada de eletrólitos (existem soluções desse tipo comercializadas em supermercados, também chamadas

de isotônicos) ou soro de reidratação oral (repondo o sódio, potássio e líquido perdido);

- não ministrar tabletes de sal ou líquidos com alta concentração de sal – vítimas com cãimbras têm uma reserva de eletrólitos em seu organismo que não estão distribuídos corretamente. Repousando, os eletrólitos poderão atingir o equilíbrio adequado, resolvendo o problema.

2.2. Exaustão pelo calor

A exaustão pelo calor também é chamada de prostração ou colapso pelo calor e ocorre quando o corpo perde muita água e eletrólitos pela transpiração, podendo evoluir para um quadro de choque hipovolêmico, o qual será mostrado posteriormente.

A transpiração é um efetivo mecanismo de refrigeração corporal, devido à evaporação do suor pelo corpo. Pessoas cobertas por roupas espessas, como as de combate a incêndio, transpiram abundantemente.

Indivíduos que desenvolvem a exaustão pelo calor podem ser acometidos por choque hipovolêmico moderado.

O choque hipovolêmico ocorre quando há uma falha do sistema circulatório em fornecer sangue suficiente para todas as partes vitais do corpo.

Com o calor, o organismo perde água pelo mecanismo da sudorese. Há a dilatação dos vasos sangüíneos mais próximos da superfície da pele, para dissipar o calor adicional.

A freqüência dos batimentos cardíacos é aumentada para suprir essa necessidade ocasionando a contração de alguns músculos e do sistema digestivo. Essa reação de contração muscular é para manter o

fluxo sangüíneo para o cérebro, coração e pulmão que são extremamente sensíveis à falta de oxigênio.

Daí ocorre o aumento da freqüência respiratória, para tentar aumentar a captação de oxigênio da atmosfera e acelerar a eliminação do gás carbônico.

A contração dos vasos sanguíneos da pele produz palidez, por falta da compensação de fluxo sangüíneo para os órgãos vitais e para dissipar o calor, diminuindo a temperatura e o enchimento capilar.

Quando esses mecanismos começam a falhar, a vítima desenvolve queda na pressão arterial e começa a apresentar alterações da função do cérebro e de outros órgãos por falta de oxigênio. Se o estado de choque não for tratado, será fatal.

Os sinais e sintomas da exaustão pelo calor incluem severas cãimbras, usualmente no abdômen e nas pernas. Os demais sintomas são semelhantes aos da hipovolemia:

- pele fria e pegajosa;
- face acinzentada;
- sensação de fraqueza, tontura e languidez;
- náuseas ou dores de cabeça;
- sinais vitais que podem estar normais, mas com pulso rápido;
- temperatura usualmente normal ou ligeiramente alta, mas raramente passando de 40 ^{o}C.

As vítimas devem ser removidas prontamente para um ambiente fresco.

Toda roupa apertada terá de ser afrouxada e o excesso de roupas retirado.

A vítima deve deitar-se, urgentemente, e inalar oxigênio. Além disso, ela precisará ser transportada com urgência ao hospital, podendo ser administrado líquido com eletrólitos por via oral, se estiver consciente, ou endovenosa, se o quadro for de inconsciência.

2.3. Golpe de calor

É a enfermidade mais rara, porém a mais séria decorrente da exposição ao calor seco do incêndio e tem sintomas similares à insolação.

O golpe de calor ocorre quando o corpo é submetido a mais calor do que pode suportar, fazendo com que o organismo perca a capacidade de regular a temperatura.

Como o mecanismo normal para liberar o excesso de calor é a transpiração, o calor corporal é então liberado rapidamente, destruindo os tecidos e resultando em morte.

Sem o devido tratamento, o golpe de calor pode ser fatal.

O golpe de calor pode ocorrer também durante uma atividade física rigorosa, particularmente em ambientes fechados, pobres em ventilação e umidade.

Os sintomas são:

- pele vermelha, quente e seca;
- temperatura corporal muito elevada, acima de 40 ^{o}C;
- vômitos;
- convulsões;
- contrações musculares;
- respiração profunda, seguida de superficial;
- pulso rápido e forte, seguido de pulso fraco;

- fraqueza;
- escassez ou ausência de transpiração;
- pupilas dilatadas;
- perda da consciência, podendo levar ao coma.

Percebe-se então que os sintomas são contrastantes com os de exaustão pelo calor. Porém, pode evoluir da exaustão pelo calor para o golpe de calor, havendo retenção da umidade na pele, quando o indivíduo não mais transpira e a pele permanece úmida.

O calor corporal é liberado rapidamente no paciente com golpe de calor. A vítima tem uma queda do nível de consciência, e conseqüentemente, diminui a reação a estímulos, pois entra em coma.

Como o pulso é rápido e forte, o indivíduo passa a ficar inconsciente, evoluindo para uma pulsação fraca e diminuindo a pressão sanguínea.

O golpe de calor é uma emergência que ameaça a vida. Por isso, deve ser tratada no hospital, sem demora no atendimento.

A recuperação do paciente dependerá da velocidade e do vigor com que o tratamento é administrado. O corpo deve ser resfriado, por qualquer meio que esteja disponível.

Na cena do incêndio, a vítima deve ser removida do ambiente quente, deslocada para a viatura de atendimento pré-hospitalar e colocada sob o máximo de refrigeração.

As roupas do paciente devem ser removidas, colocando-lhe toalhas ou lençóis molhados. Para isso, pode-se envolvê-lo, sem pressão, com um pano e molhá-lo com a própria mangueira da viatura, transportando-o, imediatamente, ao hospital.

A ambulância deve dar uma notícia prévia ao hospital sobre o problema, para que se prepare um banho com água gelada logo na

chegada do paciente. Se houver a possibilidade de aplicar bolsas de gelo, deve-se aplicá-las nas axilas, punhos, tornozelos, virilha e pescoço, além de ministrar oxigênio.

3. Queimaduras

Entende-se por queimadura a ação direta ou indireta do calor sobre a pele do organismo humano.

As queimaduras configuram importante causa de mortalidade, pois tornam o organismo mais vulnerável a infecções que podem ocasionar maiores danos, como febre, complicações neurológicas e oftalmológicas.

As queimaduras podem ocorrer:

- pela ação direta das chamas;
- pelo contato com fumaça e gases quentes – decorrentes das características (móvel e quente) da fumaça e dos gases provenientes do ambiente incendiado;
- pelo contato com líquidos ou vapores quentes;
- pelo contato com superfícies aquecidas;
- em decorrência de choques elétricos – quando a corrente elétrica é transformada em calor pelo efeito Joule (esse tipo ocorre com menos freqüência).

Além disso, as queimaduras resultam em um considerável aumento da parcela da população com deficiência física, devido às seqüelas. Dentre as mais graves, estão a incapacidade funcional (especialmente quando atinge as mãos), as deformidades estéticas (sobretudo da face), além dos danos de ordem psicossocial.

A principal causa de queimaduras em bombeiros ainda é o uso do EPI incompleto ou mal colocado, deixando partes da pele expostas, ou ainda EPI inadequado para combate a incêndio, como o caso das luvas de raspa de couro.

As manifestações locais mais importantes nas queimaduras são:

- não eliminação de toxinas - não há produção de suor;
- formação de substâncias tóxicas;
- dor intensa que pode levar ao choque;
- perda de líquidos corporais; e
- destruição de tecidos e infecção, comprometendo assim a integridade funcional da pele.

Fonte: Grimwood, 2003

Figura 1 – Perda de membro por queimadura causada por EPI inadequado

As queimaduras por ação das chamas costumam ser mais profundas e, usualmente, acompanhadas de danos causados pela inalação de fumaça.

A ferida da queimadura é inicialmente estéril, porém o tecido queimado rapidamente é colonizado por bactérias, logo existe a necessidade de que os bombeiros mantenham as suas vacinas em dia, principalmente, a antitetânica.

A partir daí, o organismo reage ocasionando uma cicatrização com uma pele enrijecida, e conseqüentemente, com um dano à circulação.

Em queimaduras superiores a 40% da extensão corpórea, a imunidade cai, levando a uma infecção generalizada, podendo provocar a morte.

Acima de 70%, as chances de sobrevivência da vítima são mínimas.

Outros fatores complicadores para a saúde do queimado são:

- idade - quanto mais velho, mais dificuldade de resposta e adaptação do organismo a alguma complicação, ou seja, menos condições de responder ao tratamento;
- existência de doenças prévias;
- simultaneidade de condições agravantes;
- inalação de fumaça.

A magnitude do comprometimento das funções da pele em conseqüência de uma queimadura depende do agente causador, da extensão e profundidade (ou grau) da lesão, da localização da queimadura no corpo do indivíduo e do tempo decorrido após a lesão.

3.1. Profundidade

A profundidade da queimadura depende da intensidade do agente térmico – se é gerador ou transmissor de calor – e do tempo de contato com a pele. A profundidade é um fator determinante do resultado estético e funcional da queimadura e pode ser avaliada em graus.

Tabela 3 - Classificação das queimaduras segundo a profundidade

Severidade da queimadura	Efeitos
Primeiro grau	Compromete apenas a epiderme
	Apresenta vermelhidão, calor e dor
	Não há formação de bolhas
	Evolui com descamação em poucos dias
	Regride sem deixar cicatrizes
	Repercussão sistêmica desprezível
Segundo grau	Compromete totalmente a epiderme e parcialmente a derme
	Apresenta dor, vermelhidão, inchaço, bolhas, erosão ou ulceração
	Ocorre regeneração espontânea da pele
	Cicatrização mais lenta (2 a 4 semanas)
	Pode deixar seqüelas: diferença na cor da pele (na queimadura mais superficial) e cicatriz (na queimadura mais profunda)
Terceiro grau	Destrói todas as camadas da pele, atingindo até a região subcutânea, podendo atingir tendões, ligamentos, músculos e ossos
	Causa lesão branca ou marrom, seca, dura, inelástica
	É indolor
	Não há regeneração espontânea, necessitando de enxertia
	Eventualmente, pode cicatrizar, porém com retração das bordas

Fonte: Primeiro atendimento em queimaduras e abordagem do dermatologista

3.2. Extensão

Nas primeiras horas após a lesão, os maiores riscos para a vítima de queimadura dependerão, fundamentalmente, da extensão, ou seja, da área do corpo afetada. Quanto maior a região afetada, maior a repercussão sistêmica, devido à perda da pele.

3.2.1 Queimaduras maiores e menores

Para avaliação da extensão, as queimaduras são classificadas em maiores e menores, ou pode-se calcular a porcentagem atingida da área de superfície corporal total, pela ***regra dos nove***.

Queimaduras menores são as superficiais ou pouco profundas, ou seja, de primeiro e segundo grau, envolvendo pequenas partes do corpo, sem danos respiratórios, de face, mãos, pés, virilha, coxas, nádegas ou articulações.

Queimaduras maiores são:

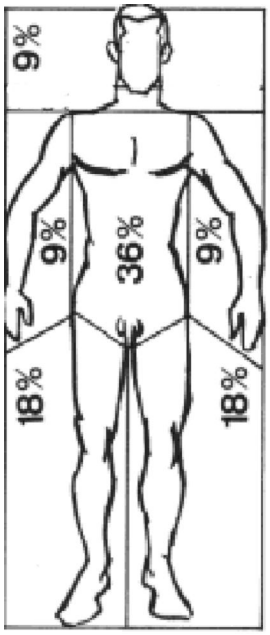
- de terceiro grau;
- de segundo grau envolvendo uma área total ou crítica do corpo;
- de primeiro grau que cubram uma área extensa;
- qualquer queimadura que envolva face ou sistema respiratório.

3.2.2 Regra dos nove

A regra dos nove atribui a cada área do corpo uma porcentagem aproximada, sobre a área total da pele. Dessa forma, é possível calcular a porcentagem do corpo atingida pela queimadura e, a partir disso, direcionar o tratamento do paciente.

Tabela 4 - Regra dos nove

De frente	De costas
9% - rosto	9% - parte superior das costas
9% - tórax	
9% - abdômen	9% - parte inferior das costas
9% - perna direita	
9% - perna esquerda	9% - perna direita
9% - os dois braços	9% - perna esquerda
1% - órgãos genitais	9% - os dois braços
55% - subtotal	45% - subtotal
55% (frente) + 45% (costas) = 100% da área do corpo.	



3.3. Localização

Em razão dos riscos estéticos e funcionais, são mais desfavoráveis as queimaduras que comprometem face, pescoço e mãos. Além disso, as localizadas em face e pescoço costumam estar, mais freqüentemente, associadas à inalação de fumaça. As queimaduras próximas aos orifícios naturais, como boca e ouvido, apresentam maior risco de contaminação.

4. Choques elétricos

Em quase toda edificação haverá a presença de energia elétrica.

Este tão importante elemento na vida do ser humano expõe o bombeiro e as vítimas ao risco de choque elétrico, podendo até levá-los a óbito, seja pelo contato direto com materiais energizados (fios, equipamentos eletro-eletrônicos, etc.), seja pela condução elétrica, quando se está combatendo o incêndio com água ou espuma, uma vez que ambas conduzem eletricidade.

Para ressaltar a importância da proteção do bombeiro contra choques elétricos é preciso expor, brevemente, os perigos da eletricidade.

Todas as atividades biológicas do corpo são estimuladas ou controladas por impulsos de corrente elétrica. Se essa corrente fisiológica interna somar-se a uma outra corrente de origem externa, devido a um contato elétrico, ocorrerá no organismo uma alteração das funções vitais normais que pode levar o indivíduo à morte.

4.1. Principais efeitos do choque elétrico

Os principais efeitos que uma corrente elétrica externa produz no corpo humano são: tetanização, queimadura e complicações cárdio-respiratórias.

4.1.1 Tetanização

Tetanização é a paralisia muscular provocada pela circulação de corrente através dos nervos que controlam os músculos. As freqüências usuais de 50 e 60 Hz são suficientes para causar uma tetanização completa.

A corrente supera os impulsos elétricos que são enviados pela mente e os anula, podendo bloquear um membro ou o corpo inteiro. De

nada vale, nesses casos, a consciência do indivíduo e a sua vontade de interromper o contato.

Com uma intensidade de corrente de 20 a 500 mA ocorre a paralisia estendida entre os músculos do tórax, com sensação de falta de ar e tontura, com possibilidades de fibrilação ventricular.

Uma pessoa em contato com uma peça sob tensão pode ficar "grudada" a ela no período em que durar a diferença de potencial, a qual, dependendo da duração, pode levar à inconsciência e até à morte.

O limite de largar é o valor máximo de corrente que uma pessoa, tendo à mão um objeto energizado, pode ainda largá-lo.

Estudos mostram que para essa grandeza, em corrente alternada de 50 a 60 Hz, os valores se situam entre 6 e 14 mA em mulheres (média de 10 mA) e entre 9 e 23 mA em homens (média de 16 mA). Em corrente contínua, foram encontrados os valores médios de 51 mA em mulheres e 76 mA em homens.

Correntes inferiores ao limite de largar, mesmo as mais baixas, muito embora não produzam alterações graves no organismo, podem dar origem a contrações musculares violentas e, indiretamente, causar acidentes como quedas, ferimentos causados por partes móveis de máquinas ou movimentos bruscos, que levam a outros riscos.

Correntes superiores ao limite de largar, mas com pouca intensidade, podem causar uma parada respiratória se a corrente for de longa duração. Essas correntes produzem sinais de asfixia, graças à contração de músculos ligados à respiração e/ou à paralisia dos centros nervosos que comandam a função respiratória. Se a corrente permanece, a pessoa perde a consciência e morre por asfixia.

A tabela abaixo apresenta uma relação entre a quantidade de corrente recebida e a reação, quando uma corrente flui da mão ao pé por apenas um segundo.

Tabela 5 - Efeitos da corrente elétrica no corpo humano

Corrente	Reação
Abaixo de 1 mA	Geralmente não é perceptível.
1 mA	Leve formigamento.
5 mA	Um pequeno choque é sentido, não dolorido, mas incômodo. A maioria das pessoas consegue largar. Forte reação involuntária pode levar a ferimentos.
6 a 25 mA (mulher)	Choque doloroso. Perda de controle muscular
9 a 30 mA (homem)	Limite de largar. O indivíduo não consegue se soltar, mas pode ser jogado para longe do circuito, se o músculo extensor for estimulado.
50 a 150 mA	Dor extrema, parada respiratória contração muscular grave. Morte possível.
1.000 a 4.300 mA	Cessa o batimento ritmado do coração. Ocorre contração muscular e dano ao nervo. Morte provável.
10.000 mA	Parada cardíaca. Queimaduras graves. Morte presumível.

Fonte: OSHA 3075 – Controlling Electrical Hazards - 2002

4.1.2 Queimaduras

A passagem da corrente elétrica pelo corpo humano é acompanhada do desenvolvimento de calor, por efeito Joule, podendo produzir queimaduras.

Quanto maior a intensidade de corrente e mais longo o tempo pelo qual a corrente permanece, mais graves são as queimaduras produzidas. Além disso, as queimaduras são mais intensas nos pontos de entrada e saída da corrente elétrica pelo corpo.

Nas altas tensões, o calor produz a destruição de tecidos superficiais e profundos, bem como o rompimento de artérias com conseqüente hemorragia e destruição dos centros nervosos.

As queimaduras produzidas por correntes elétricas são internas, profundas e de difícil cura. Cabe destacar que, apesar da pele aparentemente normal, os músculos podem apresentar necrose profunda.

4.1.3 Complicações cárdio-respiratórias

O coração é controlado por impulsos elétricos. No entanto, se à atividade elétrica fisiológica normal acrescenta-se uma corrente elétrica de origem externa e, muitas vezes, maior que a corrente biológica, é fácil imaginar o que sucede com o equilíbrio elétrico do corpo.

As fibras do coração passam a receber sinais elétricos excessivos e irregulares e as fibras ventriculares ficam superestimuladas de maneira caótica e passam a contrair-se desordenadamente (uma independente da outra), de modo que o coração não possa mais exercer sua função de bombeamento do sangue.

É a fibrilação ventricular a responsável por muitas mortes decorrentes de acidentes elétricos, na qual as fibras musculares do ventrículo vibram desordenadamente, estagnando o sangue dentro do coração. Dessa maneira, não há irrigação sanguínea pelo corpo, a pressão arterial cai a zero e a pessoa desmaia, em estado de morte aparente.

A fibrilação ventricular é acompanhada de parada respiratória da vítima. O período vulnerável corresponde a uma parte relativamente pequena do ciclo cardíaco (10 a 20%).

4.2. Prevenção de choque elétrico durante o socorro

É comum que incêndios danifiquem a fiação, deixando fios elétricos expostos que podem causar acidentes ou servir de fonte de ignição para novos focos. Sempre que possível, a eletricidade da edificação deve ser desligada. E deve-se evitar, sempre, tocar ou encostar na fiação.

O desligamento da energia elétrica deve levar em conta as demais circunstâncias do evento, como a necessidade de se retirar as vítimas pelos elevadores ou o caso de incêndios em edificações hospitalares, com equipamentos que não podem ser desligados.

Quando tomada a decisão de manter a energia elétrica ligada, é imprescindível que todos os bombeiros estejam cientes disso e os benefícios superem os riscos. Um croqui e a designação de chefes por área ajudam a organizar os esforços de combate.

Normalmente, quando o incêndio se relaciona com fenômenos termoelétricos, os disjuntores desarmam-se automaticamente. Porém, isso não é garantia de que a energia esteja desligada.

Sempre que for necessário lidar com eletricidade, deve-se utilizar luvas de proteção específicas e outros materiais isolantes.

4.3. Principais condutas em caso de choque elétrico

- Interromper, imediatamente, o contato da vítima com a corrente elétrica, desligando a eletricidade na chave específica da área ou na chave geral do local.
- Não encostar na vítima, se não conseguir desligar a corrente elétrica.
- Afastar a vítima do contato com a eletricidade, utilizando material isolante, seco, como borracha, madeira ou plásticos.
- Realizar reanimação cardiopulmonar se necessário e remover a vítima para um hospital, mantendo a observação de seus sinais vitais (respiração e batimentos cardíacos).

5. Colapso estrutural decorrente de incêndio

5.1. Anomalias em edificações

Todos os materiais que compõem as construções são susceptíveis a alterações por diversos motivos, sejam eles fatores naturais, humanos ou construtivos.

Diante dessas situações, as edificações podem sofrer algumas deformações ou patologias, que a partir daqui serão denominadas *anomalias*, dentre as quais os bombeiros podem identificar:

- rachaduras (também conhecidas como trincas ou fissuras);
- vazamentos e infiltrações;
- corrosão de ferragens;
- recalques;
- desplacamento de revestimentos; e
- problemas em marquises.

5.1.1 Rachaduras, trincas ou fissuras

São aberturas de maior ou menor extensão nas superfícies das construções (paredes, tetos e lajes), as quais são classificadas quanto:

Tabela 6 - Tipos de rachadura

Quanto ao sentido	Quanto à profundidade	Quanto ao movimento
Vertical	Superficial	Vivas ou ativas
Horizontal	Profunda	Mortas ou inativas
Diagonal	Transpassante	
Aleatória ou mapeada		

Quanto ao sentido:

As rachaduras de sentido vertical, horizontal ou aleatória são, geralmente, decorrentes do:

- próprio peso da estrutura;
- alterações climáticas;
- retração dos produtos à base de cimento; e
- deformações excessivas.

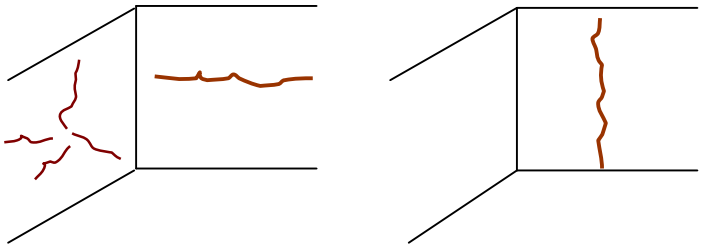


Figura 2 - Exemplo de rachadura aleatória, horizontal e vertical em paredes

Quando essas anomalias aparecem entre a alvenaria e a peça estrutural – vigas ou pilares – provavelmente são motivadas pela deficiência da amarração, que é a junção das paredes com as vigas.

Em geral, as fissuras diagonais, com angulação de aproximadamente 45º, aparecem devido a alterações no solo de fundação, em que a edificação ou parte de sua estrutura diretamente envolvida tende a se acomodar (recalques), tratando-se de um problema estrutural mais grave.

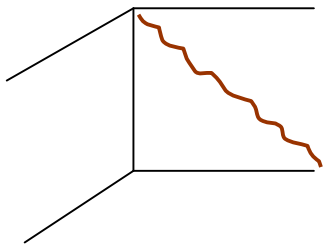


Figura 3 - Exemplo de rachadura diagonal

Rachaduras em diagonal em grande número, de rápido desenvolvimento ou em peças estruturais (vigas e pilares) indicam que algo grave está acontecendo, sendo de extrema necessidade uma vistoria emergencial por equipe especializada e de todo o cuidado por parte de todos os bombeiros presentes.

Quanto à profundidade

As rachaduras superficiais ocorrem apenas sobre os revestimentos dos tetos, das paredes ou das peças estruturais, tais como rebocos e pinturas, não afetando a estrutura.

As anomalias profundas chegam a atingir a alvenaria das construções (tijolos) e em caso de estruturas com armações de aço (concretos armados), atingem as ferragens que estão em seu interior.

As rachaduras transpassantes, quando em situações avançadas, atravessam a estrutura afetada de um lado ao outro das paredes ou lajes.

Quanto ao movimento

As vivas ou ativas são assim denominadas porque se movimentam, seja por movimentos cíclicos (expansão e contração), seja por crescimento em extensão.

As anomalias mortas ou inativas são aquelas que não se movimentam.

Para realizar a identificação desses tipos de anomalias deve-se acompanhar seu desenvolvimento por meio de métodos de controle de aberturas.

Vazamentos e infiltrações

Vazamentos são locais por onde escoam líquidos, gases e demais produtos que passam por tubulações ou envasados.

Infiltração é o processo de passagem ou acúmulo de um líquido por um meio sólido, como uma laje ou parede.

Nos incêndios podem ocorrer ambos os processos, porém serão visualizados mais facilmente os vazamentos, já que as infiltrações são processos mais longos e geralmente perceptíveis após um dano.

Os motivos mais comuns para a ocorrência dessas anomalias são os rompimentos de tubulações, estado precário ou ausência da impermeabilização, baixa qualidade de rejuntes de revestimentos cerâmicos (pisos e fachadas), manutenção inadequada de reservatórios ou tubulações.

Com a ocorrência de uma ou mais situações anteriormente mencionadas, pode-se iniciar uma gradativa deterioração dos materiais construtivos, situações que podem ser agravadas durante o combate ao incêndio, exigindo dos bombeiros atenção e cuidados.

Durante a fase de reconhecimento, a identificação de infiltrações pré-existentes indica um fator de risco às guarnições, uma vez que essas anomalias podem enfraquecer seriamente a capacidade resistiva do elemento estrutural.

5.1.2 Corrosão de ferragens

Conforme exposto no Módulo 1 deste manual, a corrosão é uma reação química lenta, na qual acontece uma deteriorização gradual e quase imperceptível do material, exatamente como ocorre com a ferrugem.

As ferragens que compõem as estruturas serão atingidas pelo processo de corrosão, principalmente quando ocorrem infiltrações ou exposição às intempéries.

Suas principais conseqüências são:

- perigosa expansão da malha de ferragens, causando trincas e desagregação, em placas ou "farelos", do concreto que a recobre;
- perda da segurança das peças estruturais (vigas, lajes, pilares, marquises);
- perda da aderência entre o concreto e as ferragens;
- diminuição da resistência da estrutura; e
- ruptura da armação e/ou do concreto, causando o colapso de estruturas.

No caso de incêndio, o descolamento de pedaços de concreto sugere risco iminente para as guarnições. Os locais devem ser interditados e isolados, pois tais características sugerem ações de escoramento emergencial, as quais devem ser realizadas por equipes especializadas e treinadas.

5.1.3 Recalques

São rebaixamentos de terra no que se refere às fundações, às paredes ou às peças estruturais.

Possuem como principais características:

- rachaduras inclinadas, verticais e horizontais,
- afundamentos de pisos,
- desnivelamentos e desaprumos,
- esquadrias emperradas; e

- guias de elevadores desalinhadas.

Suas causas são:

- aberturas de escavações próximas àquele local (como em construções de novas obras);
- erosão no subsolo (vazamentos);
- vibrações;
- tremores de terra;
- alteração química do solo;
- rebaixamento do nível d'água;
- carregamento mal dimensionado (todo material se deforma quando carregado); e
- fundações inadequadas.

As principais conseqüências dos recalques são:

- problemas nas fundações;
- segurança estrutural da edificação comprometida; e
- prováveis riscos de colapsos estruturais.

Recomenda-se que seja feito:

- o acionamento da Defesa Civil, por meio da CIADE;
- o escoramento emergencial das estruturas avariadas, realizado por equipes especializadas e treinadas;
- o acompanhamento da evolução das rachaduras (controle); e
- a interdição e o isolamento do local.

5.1.4 Desplacamento de revestimentos externos

São os casos em que ocorrem o descolamento de placas de concreto, cerâmicas, rebocos e outros revestimentos de fachadas, causando, dessa forma, um risco de queda desses materiais sobre os transeuntes e usuários dessas edificações.

Suas principais causas são:

- assentamento mal executado ou com materiais inadequados;
- inadequada aplicação das juntas de dilatação;
- desrespeito às normas vigentes;
- infiltrações deteriorando a base de revestimento;
- inexistência de manutenção periódica.

Nesses casos, deve-se retirar o material em risco de queda, quando em fachadas e executar o isolamento das áreas afetadas.

5.1.5 Problemas em marquises

Marquises são coberturas em balanço na parte externa de uma edificação, destinadas à proteção da fachada ou a abrigos de pedestres.

Anomalias nesse tipo de estrutura geralmente são originárias de suas construções, porém existem também outras causas como, por exemplo, o acréscimo de cargas.

Como conseqüência, apresentam algumas características:

- rachaduras, trincas ou fissuras;
- infiltrações;
- destacamento de revestimentos;
- corrosão da armadura; e
- bordas cedendo.

Nos casos dessas anomalias, recomenda-se o acionamento imediato da Defesa Civil, além do isolamento e sinalização do local.

Na marquise, a ferragem que a sustenta se localiza próxima à superfície superior da laje e é ancorada dentro da parede adjacente a esta. Com o escoramento, aplica-se uma força contrária (de baixo para cima), fazendo com que o peso próprio da laje a deforme no centro e cause a queda. O escoramento só deve ser feito por equipe especializada.

Como a armadura (ferragem) da marquise se concentra na parte superior, o concreto em deformação no meio do vão se romperá com facilidade com a ação do escoramento, causando o colapso estrutural.

5.1.6 Relação entre as anomalias com a ocorrência de incêndios estruturais

Após a compreensão do que são as anomalias, com suas causas e conseqüências, é possível abordar o comportamento das edificações durante e após ocorrências de incêndios estruturais.

Os materiais construtivos de uma edificação, expostos ao fogo e às altas temperaturas, sofrem alterações em suas constituições químicas e físicas, podendo perder as características de funcionalidade e apresentarem riscos, pelo enfraquecimento de sua estrutura.

Anomalias causadas por incêndios

Em decorrência do comportamento dos incêndios, os materiais componentes das estruturas das edificações podem sofrer algumas alterações, em seu aspecto e forma devido à exposição ao calor, tais como:

- calcinação (aquecimento em altíssimo grau) e esfoliação (esfarelamento) do concreto;
- deformações acentuadas das estruturas;
- concreto desagregado;
- perda da aderência entre o aço e o concreto; e
- diminuição da capacidade de resistência.

Para melhor entender as características das anomalias que podem ser encontradas em decorrência dos incêndios, segue a Tabela 7, que relaciona a evolução do comportamento do concreto em função da elevação da temperatura ambiente.

Tabela 7 - Características das anomalias

Temperatura em °C	Cor do concreto	Condição do concreto	Perda de resistência
0 a 200	Cinza	Não afetado	0%
300 a 600	Rosa	Razoavelmente bom	≤ 40%
600 a 900	Rosa a vermelho	Friável (de fácil desagregação), com alta sucção de água	70%
900 a 1200	Cinza avermelhado	Friável	100%
> 1200	Amarelo	Decomposto	100%

Fonte: Cánovas (1988)

Após a apresentação da tabela, pode-se afirmar que quanto maior o tempo de exposição do concreto às altas temperaturas, maiores serão os danos às suas estruturas física e química.

Como consta da tabela, a partir dos 600 °C, temperatura facilmente alcançada nos incêndios em compartimentos (residências, apartamentos, galpões, etc.), o concreto perde 70% de sua resistência.

Dessa forma, deve-se monitorar, desde o início do combate ao incêndio, as estruturas dos locais e ambientes sinistrados.

Diante de condições similares, os bombeiros envolvidos nas operações deverão adotar as seguintes medidas de segurança:

- evitar jogar água com jatos compactos e diretamente nas peças estruturais (lajes, vigas, pilares);
- observar a existência de pontos com bolhas, fissuras, rachaduras ou com colorações distintas nas paredes e tetos de cimento ou concreto - tais sinais indicam alterações da resistência naquela parte da estrutura;
- informar às guarnições presentes no local para, em caso de estalos, soltura ou quedas de pedaços das construções, retirarem-se o quanto antes do interior do ambiente;
- interditar e isolar o local e suas proximidades; e
- acionar, imediatamente, a Defesa Civil, por meio da CIADE.

5.2. Cuidados a serem adotados no cenário do incêndio

Todos os bombeiros, independente de posto, graduação ou função, devem ter um comportamento pró-ativo no cenário do incêndio.

No que diz respeito ao colapso estrutural, os bombeiros devem observar se há:

- fissuras, rachaduras ou trincas nas paredes;
- estalos nas estruturas;
- deformações nas estruturas metálicas;
- desabamentos anteriores e possibilidade de novos desabamentos; e
- buracos no piso.

Qualquer sinal destes deve ser imediatamente reportado ao comandante do socorro. E deve-se providenciar a retirada das vítimas e dos bombeiros o mais rápido possível.

Pedaços soltos do forro do teto podem causar cortes e outras lesões. Para preveni-los, deve-se derrubá-los com um croque ou com jato compacto.

Todo incêndio é um ambiente que oferece riscos ao bombeiro. Antecipar-se ao risco é fundamental para sua sobrevivência e integridade.

6. Pânico

A origem da palavra pânico é relativa ao deus da mitologia grega, Pan; que assusta sem motivo; relacionado a susto ou pavor repentino, às vezes, sem fundamento; que provoca uma reação desordenada individual ou coletiva de propagação rápida.

O pânico é uma sensação psicológica de temor, a qual se manifesta de forma dinâmica ou estática. É causada por uma informação ou fato que extrapola a faixa de normalidade de um indivíduo, tornando-se adverso em razão do seu não processamento, podendo ser intensificado por fatores emocionais.

É importante considerar que as pessoas envolvidas em um incêndio podem ser tomadas pelo pânico, e isso inclui os bombeiros. Essa situação pode levá-los a uma condição irracional, dando vazão a vários instintos primitivos básicos (fuga, luta, medo). Cada pessoa apresenta reações próprias, podendo ir desde o choro convulsivo e histérico até permanecerem estáticas, aparentemente sem reação.

Existem vários exemplos de incêndios nos quais as pessoas, na busca frenética e desordenada por uma saída do local sinistrado, acabaram, infelizmente, em locais de difícil acesso para o salvamento, como banheiros, atrás de armários, debaixo de mesas ou em locais inundados pela fumaça, tornando-se vítimas fatais:

ASTÓRIA – em julho de 1963, Rio de Janeiro – 4 (quatro) mortos e 30 (trinta) feridos;

ANDRAUS – fevereiro de 1972, São Paulo – 16 (dezesseis) vítimas fatais; e

JOELMA – fevereiro de 1974, São Paulo – 188 (cento e oitenta e oito) vítimas fatais.

A tentativa desordenada de evasão, impulsionada pelo desejo único de permanecer vivo, estabelece a "lei do mais forte" em toda sua dimensão, e, invariavelmente, ocorrem pisoteamentos, esmagamentos e saltos para morte, que são gestos desesperados e traduzem não uma tentativa de escapar, mas o último esforço para reduzir o martírio e os sofrimentos da morte pelo fogo. Por esses motivos, nem sempre a vítima facilita a ação do bombeiro, que deve conseguir realizar uma ação correta de convencimento, persuasão ou domínio das vítimas.

6.1. Ações preventivas

As ações preventivas devem se desenvolver sob dois aspectos:

- na capacitação dos bombeiros, no exercício de suas atividades específicas; e
- na elaboração de planos de evacuação para os principais estabelecimentos, conforme a área de cada unidade operacional, considerando as características e o público a ser atingido, proporcionando condutas educativas com o objetivo de minimizar os efeitos do pânico, em caso de ocorrência do incêndio.

As unidades operacionais do CBMDF, dentro da sua área de atuação, juntamente com os órgãos setoriais da Diretoria de Serviços Técnicos, devem implantar simulados e simulacros em edificações como hospitais, creches, asilos, locais de difícil acesso para as viaturas de combate, locais de concentração de público, e outros julgados relevantes. Tudo para desenvolver a cultura e o controle do pânico, visando ações preventivas, avaliando o desempenho profissional dos bombeiros de forma criteriosa e a utilização dos equipamentos de acordo com observações mais completas e próximas da realidade.

Os bombeiros devem ser continuamente capacitados com treinamentos e palestras, com o objetivo de identificar as situações de pânico que poderão ser encontradas nas atividades de combate a incêndios e salvamentos, buscando prepará-los para que não se deixem contagiar pelo medo e para que consigam desenvolver ações controladoras, capazes de transmitir e inspirar confiança nas vítimas.

Os dados obtidos por meio da execução desses exercícios ou treinamentos devem formar um banco de dados nas unidades, possibilitando a otimização do desempenho nos simulados e simulacros futuros, visando à real ocorrência de sinistros.

6.2. Fatores estimulantes do pânico

- falta de conhecimento sobre o fato gerador do estímulo – a pessoa em pânico não sabe o que está realmente acontecendo;
- grande densidade populacional no ambiente – congestionamento nas saídas de emergências;
- riscos envolvidos nas atividades desenvolvidas no local – a evacuação de um hospital ou asilo será mais complicada para os bombeiros do que em edifícios residenciais;
- surgimento de atividades agressivas ou competitivas (entre guarnições ou entre órgãos externos ao Corpo de Bombeiros);
- altura em que a pessoa se encontra – o que implica dizer que quanto mais elevada estiver, mais propensa ao pânico ela se encontrará;
- aumento da temperatura ambiental – tornando a cena do incêndio insuportável aos presentes; e
- ocorrência de mudanças orgânicas nos níveis sensoriais e fisiológicos – cada indivíduo reage de uma maneira.

6.3. Controle do pânico

Em primeiro lugar, é necessário que o bombeiro tenha controle de suas próprias emoções, desenvolvendo também sua capacidade de liderança, para então auxiliar no controle do pânico das pessoas presentes na cena do incêndio.

Deve-se ter em mente que não existe um perfil único para todas as vítimas, podendo ser adultos, idosos, crianças, enfermos, deficientes físicos, deficientes mentais ou grávidas. Logo, o bombeiro terá de analisar esse aspecto no que se refere às características do público encontrado, para só então efetivar uma escolha rápida e bem direcionada da maneira de lidar com ele.

Após obter essas informações, terá como base o horário e a atividade (se residencial ou comercial) do local onde está ocorrendo o sinistro. A guarnição deve observar quais as vítimas que se apresentam menos traumatizadas, pois elas serão mais facilmente convencidas de que a presença da equipe dos bombeiros é um fator favorável, uma vez que são os indivíduos que os ajudarão a manterem-se vivos.

Para convencer as vítimas envolvidas em um sinistro, o bombeiro deverá ser persuasivo, ao conversar com elas. De acordo com a circunstância, pode ser necessário o uso de meios estimulantes, os quais variam desde a clássica batida nas faces (com moderação), até a ameaça de emprego da força, com o intuito de dominar a(s) vítima(s), sendo recomendado o uso da força apenas em último caso.

É necessário que a guarnição de salvamento tenha conhecimento do seguinte:

- altura e número de pavimentos da edificação;
- pontos de acesso e escape do prédio;
- perigos existentes e áreas de risco;
- sistemas de preventivos existentes e/ou disponíveis; e

- população fixa e/ou flutuante.

6.4. Procedimentos básicos

Constituem procedimentos básicos em uma situação potencial de pânico:

- buscar a retirada das vítimas por meio da ação de uma equipe treinada e altamente disciplinada;
- manter curiosos afastados para evitar confusão e para que o bombeiro possa atuar melhor;
- colocar as vítimas sob o comando de socorrista. Esse bombeiro demonstrará a elas que controla a situação, preferencialmente mediante uma postura tranqüila, mas com a firmeza necessária, transmitindo, sempre que possível, mensagens curtas, porém expressivas, realizando, de acordo com a necessidade, determinadas ações de efeito psicológico;
- se estiver próximo às vítimas e desejar conduzi-las para um local de escape, retire todo o grupo de uma forma organizada e não permita conversas durante a condução, a fim de evitar o risco de perda do controle sobre os elementos do grupo;
- se, durante a condução das vítimas, estiver escuro, determine que se dêem as mãos e não elevem os pés para dar a passada, buscando, dessa forma, evitar a separação do grupo e/ou a ocorrência de acidentes durante o seu deslocamento (queda de uma ou mais pessoas em poços, degraus, buracos que possam existir, mas que, se tornam imperceptíveis com a escuridão).

6.5. Salvamento de pessoas

É um trabalho difícil, pois o bombeiro terá de ir até um ponto, geralmente, confinado pelo incêndio, do qual a vítima por si só não teve condições de sair. Portanto, também ele passa a correr risco de morte. As pessoas constituem a mais urgente prioridade para as guarnições de bombeiros que atuam nos incêndios.

Além do risco da própria vida, poderá, ainda, o bombeiro deparar-se com dois fatores adversos:

a) aglomeração – na tentativa de fuga, as pessoas vão se ajuntando até formarem um grupo numeroso, que acaba retido em algum compartimento do prédio. Nesse caso, o trabalho do bombeiro é dificultado, pois todos querem salvar-se e cada um quer ser o primeiro; e

b) pânico – estado de extrema ansiedade que, por vezes, torna as pessoas desordenadas e irracionais.

O salvamento, principalmente o de pessoas, consiste na promoção da fuga do local sinistrado, colocando-as em local seguro e isento de riscos.

O principal meio de fuga são as **escadas enclausuradas** (vide seção Sistemas de Proteção contra Incêndio, no módulo 5 deste manual). As quais, só existem em edifícios mais altos e novos. Ao bombeiro, cabe localizá-las e conhecer o sistema das suas portas corta-fogo. Então, seu trabalho limitar-se-á a conduzir as vítimas até a porta do pavimento sinistrado, daí terão acesso à rua, através da escada enclausurada. Na sua falta, utiliza-se a escada comum.

Dependendo da necessidade, poderão ser usadas outras técnicas de salvamento, como cabos aéreos, escadas ou plataformas mecânicas, entre outros. Porém, só devem ser utilizadas quando necessário e as escadas, por algum motivo, não atenderem ao propósito.

Como a segurança humana é uma das principais finalidades do escape nos incêndios, a evacuação deve estar baseada nos princípios da objetividade, precisão, disciplina e segurança.

As vítimas devem ser conduzidas para as escadas de incêndio, deixando um bombeiro ou mais encarregados de dar as seguintes orientações necessárias:

- as vítimas não devem ir para os andares superiores;
- devem manter uma distância segura entre uma vítima e outra;
- as vítimas descem apenas de um lado da escada, destinando o outro para o trânsito das equipes de bombeiros;
- evitam-se correrias e aglomerações desnecessárias; e
- concentram-se as vítimas em um mesmo local a fim de se efetuar uma chamada rápida e para que se verifique se há falta de alguma pessoa.

Bibliografia

American Academy of orthopaedic surgeons. *The committee on the allied health,* Socorros Médicos de Emergência. [Tradução de Lís Araújo Zin]. 2° edição, Brasil: Guanabara Koogan, 1979.

_____. *Emergency care and transportation of the sick and injured*. 4th edition, EUA, 1987.

BERGERON, J. David e BIZJAK, Glória. Primeiros socorros. [Tradução Maria Alice Fortes Gatto, Kazuko Uchikawa Graziano, Arlete Silva]. São Paulo: Atheneu Editora, 1999.

BERKOW, Robert (org). Biologia dos Pulmões e das Vias Aéreas. In: *Manual Merck*. Disponível em http://www.msd-brazil.com/msd43/m_manual/mm_sec4_31.htm, acessado em 25/08/2005.

CÁNOVAS, Manuel Fernandez. Patologia e terapia do concreto. São Paulo, Pini, 1988.

COSTA, Carla Neves e outros. Aspectos tecnológicos dos materiais de concreto em altas temperaturas. Brasil: NUTAU, 2002.

DEFESA CIVIL. Manual do Participante do Curso Básico para Agente de Defesa Civil (CBADEC). Julho/2002.

GRIMWOOD, Paul & DESMET, K., *Tactical Firefighting*. Versão 1.1, Inglaterra: CEMAC, 2003.

LEE, J.D. Química inorgânica não tão concisa. [Tradução Henrique E. Toma; Koiti Araki; Reginaldo C. Rocha] 5º edição. São Paulo: Edgard Blücher, 1999.

OIT. *Factores ambientales em el lugar de trabajo*. Ginebra, 2001. Disponível em http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/cops/spanish/download/s000009.pdf, acessado em 01/08/2005.

OLIVEIRA, Marcos de. Manual de Estratégias, Táticas e Técnicas de Combate a Incêndio Estrutural: Comando e Controle em Operações de Incêndio, 1a ed. Florianópolis, SC: Editora Editograf, 2005.

OSHA. *Controlling Electrical Hazards*, 2002. Disponível em http://www.osha.gov/Publications/osha3075.pdf.

SANTOS, Raimundo Rodrigues et al. Manual de socorros de emergência. São Paulo: Atheneu, 2000.

SECO, Orlando. Manual de Prevenção e Combate de Incêndio. 3ª edição, Vol 1 e 2. São Paulo, Apba, 1970.

SOUZA, Rogério. et al. Lesão por inalação de fumaça. Jornal Brasileiro de Pneumologia, pp 557-567, dez. 2004, vol. 30, nº 6. Disponível em http://www.scielo.br/pdf/jbpneu/v30n6/a11v30n6.pdf, acessado em 1º/11/2006.

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Queimaduras. Disponível em http://www.ufrrj.br/institutos/it/de/acidentes/queima.htm, acessado em 29/08/2005.

Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal

Manual básico de combate a incêndio

Módulo 3
- Técnicas de combate a incêndio -

2° edição

2009

Manual básico de combate a incêndio do

Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal

Aprovado pela portaria n° 30, de 10 de novembro de 2006 e publicado no Boletim Geral n° 216, de 16 de novembro de 2006.

Comissão de Elaboração
TEN-CEL QOBM/Comb. RICARDO V. TÁVORA G. DE CARVALHO, mat. 00188-0
CAP QOBM/Comb. LUCIANO MAXIMIANO DA ROSA, mat. 00322-0;
CAP QOBM/Comb. MARCELO GOMES DA SILVA, mat. 00341-7;
CAP QOBM/Compl. FÁBIO CAMPOS DE BARROS, mat. 00469-3;
CAP QOBM/Compl. GEORGE CAJATY BARBOSA BRAGA, mat. 00477-4;
CAP QOBM/Comb. ALAN ALEXANDRE ARAÚJO, mat. 00354-9;
CAP QOBM/Comb. HELEN RAMALHO DE O. LANDIM, mat. 00414-6;
CAP QOBM/Comb. DEUSDETE VIEIRA DE SOUZA JÚNIOR, mat. 00404-9;
1o TEN QOBM/Comb. VANESSA SIGNALE L. MALAQUIAS, mat. 09526-6;
1o TEN QOBM/Comb. ANDRÉ TELLES CAMPOS, mat. 00532-0;
1o TEN QOBM/Comb. SINFRÔNIO LOPES PEREIRA, mat. 00570-3;
1o TEN QOBM/Comb. MARCOS QUINCOSES SPOTORNO, mat. 00565-7;
2o TEN QOBM/Comb. KARLA MARINA GOMES PEREIRA, mat. 00583-5;
2o TEN QOBM/Comb. RISSEL F. C. CARDOCH VALDEZ, mat. 00589-4;
2o TEN QOBM/Comb. MARCELO DANTAS RAMALHO, mat. 00619-X;
2o TEN KARLA REGINA BARCELLOS ALVES, mat. 00673-4;
1o SGT BM GILVAN BARBOSA RIBEIRO, mat. 04103-3;
2o SGT BM EURÍPEDES JOSÉ SILVA, mat. 04098-3;
3o SGT BM JOAQUIM PEREIRA LISBOA NETO, mat. 06162-X;
3o SGT BM HELDER DE FARIAS SALAZAR, mat. 07265-6.

Comissão de Revisão
TEN-CEL QOBM/Comb. WATERLOO C. MEIRELES FILHO, mat.00186-4;
MAJ QOBM/Comb. MÁRCIO BORGES PEREIRA, mat. 00249-6;
CAP QOBM/Comb. ALEXANDRE PINHO DE ANDRADE, mat. 00383-2;
1o TEN QOBM/Compl. FÁTIMA VALÉRIA F. FERREIRA, mat. 00597-5;
2o TEN QOBM/Comb. LÚCIO KLEBER B. DE ANDRADE, mat. 00584-3.

Revisão Ortográfica
SBM QBMG-1 SOLANGE DE CARVALHO LUSTOSA, mat. 06509-9.

Brasília-DF, 10 de novembro de 2006.

SOSSÍGENES DE OLIVEIRA FILHO — Coronel QOBM/Comb.
Comandante-Geral do Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal

2009 – Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal

Qualquer parte desta publicação pode ser reproduzida, desde que citada a fonte.

Disponível também em CD-ROM.

Apresentação da 2ª edição.

Quando o Manual básico de combate a incêndio foi criado, em 2006, tinha por objetivo nortear a conduta do bombeiro do Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal nas ações de combate a incêndio urbano, atentando para os princípios basilares da segurança e da efetividade do socorro prestado.

Várias obras subsidiaram o processo de construção do conteúdo apresentado, com o intuito de fornecer o maior número possível de informações sobre as ações técnicas e táticas de combate a incêndio e sobre a experiência de outros corpos de bombeiros frente a um inimigo comum.

Nesta segunda edição, a comissão teve a oportunidade de rever os conceitos aplicados, por meio da consulta a novas literaturas, bem como aprimorar o conteúdo já existente, com base na experiência da instrução diária e nas adaptações que toda profissão requer para evoluir.

Neste contexto, não se poderia deixar de agradecer aos profissionais que, direta ou indiretamente, contribuíram para que a presente obra fosse atualizada.

Com a dedicação que lhes é peculiar, alguns militares contribuíram para esta revisão, tendo sido designados ou não para tal. Movidos pelo amor à profissão, estes militares engrandecem o nome da instituição e inspiram seus colegas.

A comissão agradece especialmente ao Coronel QOBM/Comb RRm Ivan Feregueti Góes que, mesmo em seu merecido descanso, não poupou esforços para contribuir, com sua experiência profissional e de ensino, a toda a obra aqui apresentada e de modo especial à parte tática do manual.

O presente manual será revisado sempre que necessário ao npenho do bombeiro em sua missão “vidas alheias e riquezas salvar”.

Sumário

Introdução 1

1. Equipamentos de proteção individual para combate a incêndio 3

1.1. Descrição dos equipamentos de proteção individual 5
1.1.1 Capacete de combate a incêndio 6
1.1.2 Balaclava 7
1.1.3 Roupa de aproximação 8
1.1.4 Luvas 9
1.1.5 Botas 10
1.1.6 Equipamento de proteção respiratória (EPR) 10
1.2. Preparação para utilização do EPI 17
1.3. Equipagem 18
1.4. Desequipagem 28

2. Equipamentos de combate a incêndio 333

2.1. Mangueiras 333
2.2. Mangotes 366
2.3. Mangotinho 377
2.4. Esguichos 377
2.4.1 Esguicho regulável 388
2.4.2 Esguicho canhão 40
2.4.3 Esguicho proporcionador de espuma 41
2.4.4 Esguicho agulheta 42
2.4.5 Esguicho pistola 43
2.5. Ferramentas 44
2.5.1 Chave de hidrante 44
2.5.2 Chave de mangote 45
2.5.3 Chave de biela 45
2.5.4 Chave sobreposta 46
2.5.5 Chave de mangueira 46
2.5.6 Chave tipo T 47
2.5.7 Volante de hidrante 47
2.6. Acessórios hidráulicos 48
2.6.1 Junta de união storz 48
2.6.2 Suplemento de união 48
2.6.3 Adaptador 49
2.6.4 Redução 50

2.6.5 Tampão 50
2.6.6 Divisor 51
2.6.7 Coletor 52
2.6.8 Misturador entre linhas 52
2.6.9 Ralo com válvula de retenção 53
2.6.10 Luva de hidrante 54

3. Acondicionamento e manuseio de mangueiras 55

3.1. Aduchamento pela ponta 57
3.2. Aduchamento pelo seio 60
3.2.1 Para enrolar com um bombeiro - Técnica 1: 61
3.2.2 Para enrolar com um bombeiro - Técnica 2: 63
3.2.3 Para enrolar com dois bombeiros – Técnica 3: 64
3.2.4 Para desenrolar mangueira de 1 ½ polegada 67
3.2.5 Para desenrolar mangueira de 2 ½ polegadas: 69
3.3. Aduchamento com alças 72
3.4. Ziguezague ou sanfonada 75

4. Armação de mangueiras para o combate a incêndio 78

4.1. Terminologia utilizada 78
4.2. Formas de comando 81
4.3. Termos abreviados 87
4.4. Formas de montagem das linhas de combate 87
4.5. Técnica base para armação de ligação 88
4.5.1 Armação de ligação com uma mangueira 89
4.5.2 Armação de ligação com duas mangueiras 90
4.5.3 Armação de ligação com três mangueiras 91
4.5.4 Armação de ligação com quatro mangueiras 92
4.6. Técnicas base para armação de linhas 93
4.6.1 Armação de linha com uma mangueira 93
4.6.2 Armação de linha com duas mangueiras 94
4.6.3 Armação de linha com três mangueiras 95
4.7. Armação de linha direta 95
4.7.1 Armação de linha direta com uma mangueira 96
4.7.2 Armação de linha direta com duas mangueiras 97
4.7.3 Armação de linha direta com três mangueiras 98
4.7.4 Armação de linha direta com quatro mangueiras 99
4.8. Exercícios de armação de linha simples, dupla e tripla, de acordo com a técnica base 100
4.8.1 Prescrições gerais 100
4.8.2 Bomba armar 1 x 1 102
4.8.3 Armação 1 x 2 105

4.8.4 Armação 2 x 1.....106
4.8.5 Armação 2 x 2.....106
4.8.6 Armação 3 x 1.....106
4.8.7 Armação 3 x 2.....106
4.8.8 Armação 4 x 1.....107
4.8.9 Armação 4 x 2.....107
4.9. Armação de mangueiras no plano vertical.....107
4.9.1 Utilização de escada prolongável de fibra com dois bombeiros.....108
4.9.2 Técnica da mochila.....112
4.9.3 Içamento de linha.....113
4.9.4 Operação de içar ligação.....116
4.9.5 Armação de linhas de combate em prédios altos utilizando a plataforma mecânica.....119

5. Combate a incêndio com o uso de espuma.....126

6. Técnica de abastecimento.....132

6.1. Fontes de abastecimento.....132
6.2. Abastecimento por meio de hidrante urbano.....133
*6.2.1 Abastecimento de hidrante urbano utilizando o mangote*134
*6.2.2 Abastecimento de hidrante urbano utilizando mangueira*135
6.3. Abastecimento em mananciais e reservatórios.....137
6.4. Abastecimento realizado por outra viatura.....138

7. Tipos de jatos.....142

7.1. Jato compacto.....142
7.2. Jato neblinado.....143
7.3. Jato atomizado.....144

8. Abertura e entrada de incêndio.....147

8.1. Avaliação do incêndio e da edificação.....148
8.2. Escolhendo a entrada.....149
8.3. Fazendo a abertura de porta.....150
8.4. Entrada.....157
8.5. Proteção da rota de fuga.....159

9. Progressão.....161

9.1. Técnica de dois pontos.....162
9.2. Técnica de três pontos.....163
9.3. Técnica de quatro pontos.....164

9.4. Técnica de proteção 168

10. Combate a incêndio utilizando água 170

10.1. Posicionamento 170
10.2. Ataque direto 170
10.3. Ataque indireto 172
10.4. Ataque tridimensional 172
10.5. Utilizando os diferentes tipos de ataque ao fogo 173
10.5.1 Ambiente sem ventilação adequada 173
10.5.2 Ambiente com ventilação adequada 174

11. Evacuação e busca em local de incêndio. 179

12. Ventilação tática 195

12.1. Efeitos da ventilação sobre o incêndio 196
12.2. Ventilação natural e seus fatores de movimento 198
12.3. Ventilação forçada 206
12.3.1 Ventilação de pressão negativa 207
12.3.2 Ventilação hidráulica por arrastamento 208
12.3.3 Ventilação de pressão positiva 209
12.3.4 Arranjos de ventiladores 217
12.3.5 Problemas com o uso de ventiladores. 218
12.3.6 Incorporando o uso de ventiladores ao combate a incêndio.... 220
12.4. Resumo das ações e efeitos da ventilação 222
12.5. Integrando técnicas de abertura, ventilação e ataques ao fogo..... 223

13. Incêndios em subsolos 225

14. Salvatagem.....231

Bibliografia.....233

Introdução

Neste módulo são apresentadas técnicas e equipamentos de combate a incêndio, em ordem crescente de complexidade, seguindo o objetivo de uma atuação segura e eficaz, desde a utilização correta do equipamento de proteção respiratória (EPI/EPR) até as técnicas de salvatagem.

Os assuntos aqui presentes são o que há de mais moderno atualmente no combate a incêndio estrutural, tanto no que diz respeito à segurança do bombeiro quanto à efetividade do socorro.

Apesar de não ser uma obra completa, o módulo visa apresentar o maior número de informações sobre as técnicas necessárias ao combate a incêndio urbano. A prática destes assuntos, por meio de treinamentos constantes e atualizados, possibilita um socorro rápido, seguro e adequado e deve ser adotada por todos os bombeiros da corporação.

1. Equipamentos de proteção individual para combate a incêndio

Figura 1 - Equipamento de proteção individual

Em toda a abordagem deste manual, enfatiza-se a necessidade de utilização do equipamento de proteção individual (EPI) por todos os bombeiros envolvidos nas ações de salvamento e combate a incêndio.

Os equipamentos de proteção individual são projetados para oferecer segurança aos bombeiros durante as operações contra:

- O calor convectivo e chamas.
- Choques mecânicos (no caso do capacete).
- Cortes e perfurações.
- Gases, vapores ou ambientes com atmosfera pobre em oxigênio.

É necessário garantir, principalmente, a viabilidade da respiração do bombeiro por meio do equipamento de proteção respiratória (EPR).

Nesse caso, o EPI deve proteger o bombeiro de forma que nenhuma parte do seu corpo fique exposta às condições do incêndio.

> Os equipamentos de proteção individual são projetados para preservar o bombeiro em suas atividades profissionais.

Entretanto, é importante salientar que, por mais bem desenvolvido que um equipamento seja, ele não consegue oferecer proteção integral e irrestrita ao combatente, cabendo a este respeitar e adotar as ações de segurança previstas, conhecendo os limites de cada equipamento, a fim de que não se exponha desnecessariamente ou além da capacidade do EPI.

De outra forma, é importante que o bombeiro saiba que, ao estar completamente equipado, seus sentidos de tato, visão e audição serão, significativamente, reduzidos pelo EPI, o que exige dele mais atenção e cuidado nas ações. A maioria dos equipamentos usados em conjunto acaba por restringir os movimentos, os quais podem ficar lentos ou mesmo limitados, exigindo maior esforço físico e atenção, além de aumentar o desgaste físico do bombeiro.

Mesmo com todos os fatores acima relacionados, o emprego desses equipamentos não deve, sob nenhum pretexto, ser negligenciado ou dispensado pelos bombeiros, mesmo que a situação do incêndio não aparente ser grave ou ainda quando se acredita que não haverá maiores problemas para a guarnição.

Ainda que seja possível realizar o combate sem o uso do EPI, ressalta-se que alguns tipos de lesão, como a respiratória por inalação da fumaça, podem manifestar-se horas ou dias depois do evento e causar danos irreversíveis ao bombeiro. Esse assunto e os efeitos do

incêndio no bombeiro foram abordados no Módulo 2 do presente manual.

> Os bombeiros nunca devem subestimar um princípio de incêndio.

Para que os bombeiros utilizem destes importantes dispositivos de maneira correta e completa, é necessário que a equipagem e desequipagem dos materiais sejam realizadas de forma metódica, sem danificar o equipamento, bem como com eficiência e qualidade, no menor tempo possível.

Tais metas, somadas à boa adaptabilidade do bombeiro ao equipamento, só são obtidas por meio de treinamentos diários sobre seu uso, bem como com o emprego de maneira rotineira e adequada.

Os equipamentos aqui relacionados são específicos para as ações de combate a incêndio.

> A boa adaptabilidade do bombeiro ao EPI sempre dependerá de treinamentos diários.

1.1. Descrição dos equipamentos de proteção individual

Os equipamentos de proteção individual para combate a incêndio compreendem os seguintes itens básicos:

- Roupa de aproximação (capa e calça).
- Botas de combate a incêndio.
- Equipamento de proteção respiratória (EPR).
- Balaclava.
- Capacete de combate a incêndio.

- Luvas de combate a incêndio.
- Alerta de homem morto – PASS (*Personal Alert Safety System*)[1] – sistema de segurança de alerta pessoal que emite um sinal sonoro em caso de falta de movimento do bombeiro. Deve ser acionado antes de entrar no local sinistrado.

Constituem outros equipamentos de uso individual:

- Cabo da vida e mosquetão.
- Lanterna.
- Rádio comunicador[1].

A equipe deve carregar material de arrombamento (pé de cabra, alavanca, machado, corta-frio) ao entrar no local do incêndio, para não perder tempo em buscá-lo na viatura. O arrombamento pode ser necessário tanto para a busca, quanto em caso de os bombeiros terem de escapar rapidamente devido ao avanço do incêndio.

1.1.1 Capacete de combate a incêndio

O capacete de combate a incêndio tem a finalidade de oferecer proteção para a cabeça contra choques mecânicos, evitando ou minimizando os danos de traumas no bombeiro como, por exemplo, ser atingido por algum objeto em queda (telhas, caibros, forros, etc) e protegendo a cabeça e o pescoço contra o calor.

No CBMDF, os capacetes de cor branca são destinados aos oficiais e os de cor amarela são destinados aos praças.

Os capacetes devem ser identificados conforme o padrão existente na corporação.

[1] Se a corporaç ão ou instituição possuir tal equipamento.

Figura 2 – Capacete de combate a incêndio

Os capacetes atualmente utilizados pelo CBMDF possuem regulagem na parte posterior, para ajuste na cabeça. Esse ajuste deve ser feito ao se assumir o serviço, a fim de que não fique apertado nem frouxo demais, o que pode comprometer a segurança oferecida pelo equipamento. Os capacetes possuem também um protetor de calor para a nuca, feito em tecido antichama.

1.1.2 Balaclava

Peça em tecido especial, resistente às chamas, utilizada para o isolamento térmico da região da cabeça e do pescoço. Seu formato abrange, inclusive, o couro cabeludo e as orelhas, as quais devem estar bem protegidas por serem muito sensíveis e constituídas de cartilagem, o que faz com que não ocorra sua regeneração em caso de lesão.

Figura 3 - Balaclava

1.1.3 Roupa de aproximação

Feita de material resistente às chamas e retardante, a roupa de aproximação é composta de capa e calça. Sua função principal é proteger o bombeiro contra queimaduras e efeitos do calor no organismo, contudo a sua proteção se estende também contra os riscos relacionados a cortes e ferimentos.

Em geral, a roupa de aproximação protege pela combinação de camadas de tecido e de ar. Por isso, deve-se evitar comprimir a roupa de aproximação quando aquecida.

É desejável que a roupa de aproximação evite que o suor produzido pelo bombeiro evapore em demasia.

As roupas possuem faixas refletivas para facilitar a localização do bombeiro no interior do ambiente sinistrado.

Figura 4 – Roupa de aproximação

Mesmo sabendo da qualidade de proteção de seu equipamento, há um costume quase mundial entre os combatentes de se molharem para entrar no incêndio. A água aplicada no EPI dá uma sensação de frescor e segurança quando o bombeiro entra em um local que está enfrentando altas temperaturas.

Entretanto, durante a exposição ao calor ambiente, a temperatura do EPI se elevará mais rapidamente do que se estivesse seco podendo causar sérias queimaduras por contato. A absorção de calor pela água é 25 vezes maior que a absorção de calor pelo ar.

Além disso, existe a possibilidade de que o calor presente seja suficiente para evaporar toda a água, causando queimaduras.

Portanto, mesmo protegido com a roupa de aproximação o bombeiro não deve se molhar antes de entrar no ambiente sinistrado.

Entrar molhado para combater um incêndio pode causar queimadura.

1.1.4 Luvas

As luvas são peças destinadas a proteger as mãos e os pulsos do bombeiro contra queimaduras (por ação direta das chamas ou pelo calor), bem como contra cortes e ferimentos que possam ser produzidos durante ações de combate a incêndio.

As qualidades mais buscadas nestas peças são: boa flexibilidade, a fim de não limitar demais os movimentos tácteis do bombeiro, além de boa resistência à abrasão, ao fogo e à água.

Durante o seu acondicionamento, deve-se evitar contato ou exposição a óleos e graxas.

Não se deve usá-las nem guardá-las molhadas ou úmidas. Também, não devem ser usadas para operações de salvamento, devido o desgaste.

Figura 5 – Luva de combate a incêndio

1.1.5 Botas

As botas se destinam a proteger os pés, tornozelos e pernas do bombeiro, evitando que o calor irradiado cause queimaduras, além de proteger contra possíveis cortes, pancadas e perfurações durante as ações de combate a incêndio.

Figura 6 – Bota de combate a incêndio

1.1.6 Equipamento de proteção respiratória (EPR)

Equipamento de proteção respiratória é todo o conjunto pelo qual se é possível respirar protegido de partículas (gases, poeiras, etc.) nocivas ao organismo humano.

Existem vários tipos de equipamentos de proteção respiratória:

- Por filtro.
- Por linha de ar.
- Autônomo.

- De circuito aberto (o ar circula na máscara e escapa para o exterior).
- De circuito fechado (o ar circula na máscara e é reciclado sem escapar para o exterior).

Neste manual será abordado o equipamento autônomo de circuito aberto, por ser o mais comum utilizado pelos corpos de bombeiros no mundo inteiro. Por isso mesmo, toda referência a este equipamento no manual será equipamento de proteção respiratória (EPR).

O EPR tem por finalidade proteger as vias respiratórias em todas as situações em que houver o risco da atmosfera estar contaminada ou possuir uma taxa de oxigênio insuficiente para a manutenção da vida. O usuário respira o ar do cilindro, totalmente independente do ar atmosférico.

O uso do EPR deve ser rotineiro nas ações de combate, independentemente do tipo de incêndio. Utilizado em local aberto ou fechado, no início, no meio ou no fim do incêndio, uma vez que esses ambientes são sempre nocivos ao organismo humano.

Deve possuir sistema de pressão positiva, na qual é criada uma ligeira sobrepressão no interior da máscara, evitando a entrada do ar exterior.

Figura 7 – EPR completo

O EPR é composto de:

- **Cilindro com ar comprimido** (Figura 8) - confeccionado em aço, composite ou outra liga leve, encontrado com volume de 4 a 12 litros.

Figura 8 - Cilindro com ar comprimido

- **Válvula redutora de pressão** (Figura 9) - a redução de pressão é realizada em dois estágios, de alta pressão para média pressão.

Figura 9 - Válvula redutora de pressão

- **Máscara panorâmica** (Figura 10) – possui uma trava denominada trava da válvula de demanda que serve para prender e liberar a válvula de demanda da máscara (seta amarela Figura 12); possui duplos lábios, adaptável a qualquer rosto, ângulo de visão de 180º na horizontal e 100º na vertical, com válvula de exalação, alça de

transporte, tirantes de regulagem (aranha) e mascarilha interna; evita danos pela inalação de fumaça, também oferece proteção contra queimaduras na face e nas vias aéreas superiores, além de proporcionar melhor visibilidade durante o incêndio pela proteção dos olhos.

Figura 10 - Máscara panorâmica

- **Válvula de demanda** (Figura 11) – possui **botão de bloqueio de fluxo de ar** que serve para interromper o fluxo de ar quando for necessário (seta vermelha Figura 12); possui também **botão de liberação do fluxo de ar**, o qual serve para garantir o fluxo normal de ar (seta verde Figura 12 – pressão positiva);

Figura 11 – Válvula de demanda

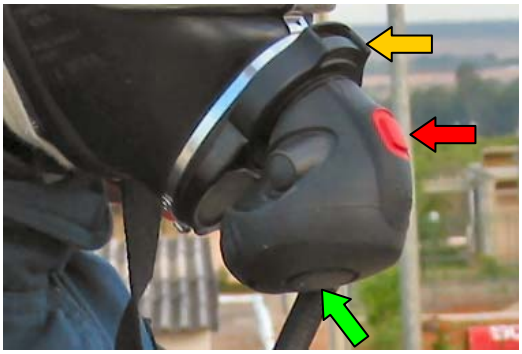


Figura 12 - Trava do bocal da válvula de demanda (seta amarela)

- **Manômetro** (Figura 13) – possui efeito florescente que possibilita a leitura no escuro; é ligado à mangueira de alta pressão juntamente com o alarme sonoro com potência de 90 decibéis; possui marcação de pressão em BAR, sendo que em grande parte dos equipamentos vai de 0 a 350 BAR de pressão, variando um pouco de acordo com o modelo.

Figura 13 - Manômetro

- **Suporte dorsal** (Figura 14) - é anatômico e possui tirantes reguláveis de ombro e cinto resistente ao fogo; possui duas alças apropriadas para o transporte do equipamento.

Figura 14 - Suporte dorsal

Orientações quanto à montagem do equipamento:

- Inspecione visualmente o equipamento: tirantes, fivelas, cintos e braçadeiras.
- Verifique se a pressão está acima de 80% (oitenta por cento) da pressão total do cilindro de ar.
- Verifique se os anéis de vedação (*o-ring)* das válvulas redutora de pressão e de demanda não estão danificados.

Orientações quanto à montagem e desmontagem do equipamento:

- Posicione o suporte na horizontal, folgue a fita e, deslizando o cilindro, posicione a válvula do cilindro junto ao volante do redutor.
- Coloque o equipamento na posição vertical, rosqueie o volante na válvula do cilindro. Não utilize ferramentas para apertar. Use apenas a força das mãos e coloque a tira antivibração no volante.
- Coloque novamente o equipamento na posição horizontal, aperte bem a fita para fixar o cilindro e acomode a parte que sobrar, introduzindo no passador ou pressionando-a contra o velcro.

- Para a desmontagem, realize operação inversa, começando pela liberação da fita que prende o cilindro.
- Não esqueça que o sistema deve estar despressurizado para desmontagem do EPR. Para isso basta conferir se a válvula do cilindro está fechada e pressionar o botão de liberação de fluxo de ar da VD (seta verde - Figura 12).

Para maior segurança, deve-se realizar os seguintes testes no EPR antes de utilizá-lo:

- **Teste de vedação de média e alta pressão:**

1) Verifique se o botão de bloqueio do fluxo de ar está acionado.
2) Abra o registro do cilindro, vagarosamente, para pressurizar o sistema e feche-o novamente.
3) Verifique, no manômetro, se não houve perda de mais de 10 BAR em um minuto.

- **Teste do alarme sonoro:**

1) Segure a válvula de demanda e observe, com a mão, a saída de ar.
2) Pressione o botão de liberação do fluxo de ar.
3) Alivie suavemente a mão, liberando o ar do sistema.
4) Observe se vai apitar na pressão ideal de 55 BAR, podendo ter um erro de ± 5 BAR.

- **Teste de conexão e vedação da máscara:**

1) Encaixe a válvula de demanda na máscara e depois puxe, suavemente, para testar a sua trava; a seguir, pressione a trava e retire a válvula.
2) Coloque a alça de transporte da máscara no pescoço e a máscara no rosto, ajustando a aranha de regulagem.
3) Inspire, profundamente, segure a respiração e conecte a válvula de demanda na máscara.
4) No momento da inspiração, se houver uma selagem satisfatória, a máscara virá de encontro ao rosto.
5) Pressione a trava de liberação da válvula de demanda e retire-a. Caso não localize a trava rapidamente, para retirar a válvula de demanda, introduza o dedo indicador entre os lábios da máscara e a face e respire com tranquilidade, depois localize, pressione a trava e retire a válvula.

1.2. Preparação para utilização do EPI

Ao assumir o serviço, todo bombeiro deve separar seu conjunto completo de EPI, realizar uma rigorosa inspeção visual, que inclua ações voltadas a testá-los e ajustá-los ao seu tamanho.

Se essas ações forem negligenciadas, pode haver uma redução do nível de segurança oferecido pelos equipamentos, expondo o bombeiro a riscos desnecessários. Exemplo: se o capacete estiver muito frouxo, a proteção contra algum choque mecânico estará comprometida, podendo resultar em uma lesão mais grave.

Dada a urgência das ações de socorro, não haverá tempo ou condições, para realizar esses ajustes na cena do incêndio de forma eficiente.

Ao sair de sua unidade operacional para atender um chamado de incêndio, o ideal é que, ao entrar na viatura, o bombeiro já esteja, no mínimo, equipado com as botas e a calça da roupa de aproximação.

Ao chegar ao local, verificando a necessidade de EPI completo, o bombeiro deverá fazer com agilidade.

1.3. Equipagem

A sequência a seguir foi organizada para proporcionar uma equipagem rápida e eficiente:

1. Coloque as botas à sua frente, uma ao lado da outra (Figura 15a); introduza uma das mãos pela perna da calça de aproximação, como se estivesse colocando a perna e segure, com essa mesma mão, as alças da bota (Figura 15b); abaixe bem a perna da calça, até que o cano da bota fique exposto; repita o procedimento com a outra perna; essa disposição pode permanecer pronta na viatura, a fim de diminuir o tempo de equipagem e saída do quartel (Figura 15c).

Figura 15 – Preparação da calça e da bota para equipagem

2. Calce as botas (Figura 16a); puxe a calça para cima, vestindo o suspensório (Figura 16b); prenda os grampos e o velcro da calça (Figura 16c).

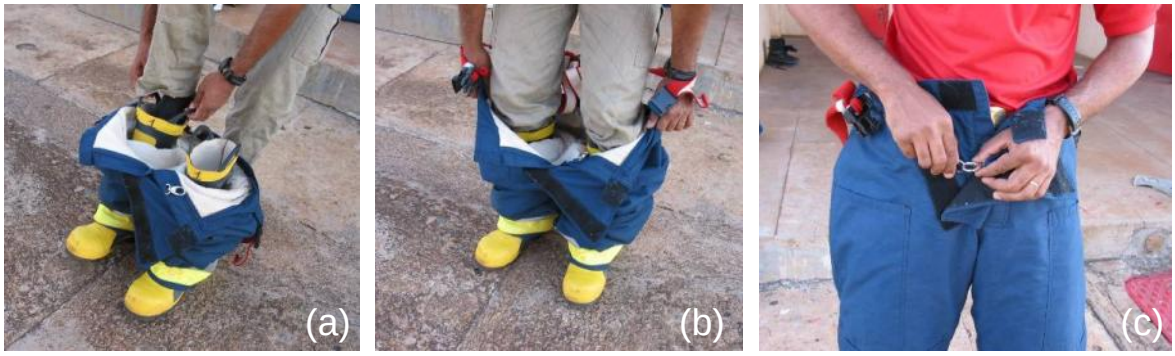


Figura 16 - Equipagem da calça

3. Pegue a capa de aproximação e posicione-a à sua frente, com a gola para cima e com mangas voltadas para as pernas (Figura 17a); introduza as mãos nas mangas e gire a capa, lateralmente e para trás do corpo (ou por cima da cabeça, realizando um movimento de 180^{o}), até introduzir completamente os braços (Figura 17b); prenda os grampos (ou feche o zíper, conforme o modelo), começando de baixo para cima, e feche o velcro (Figura 17c); por fim, puxe a gola para cima, ainda sem prender o velcro da gola (Figura 17d).

Figura 17 - Equipagem da capa de aproximação

É necessária a utilização da alça da capa de aproximação no dedo polegar (Figura 18). Isso garantirá que a manga da capa não subirá pelo antebraço, expondo-o à ação do calor e das chamas em um incêndio.

Figura 18 - Vista ampliada da alça da capa

Deve-se sempre utilizar a alça da capa de aproximação no dedo polegar!

4. Prepare o suporte do EPR com a base do cilindro voltada para si (Figura 19a); os tirantes de ombro e o da cintura (cinto) devem estar folgados e abertos; posicione-se, corretamente, para vestir o suporte com o cilindro, ou seja, com pelo menos um dos joelhos apoiado no chão (Figura 19b).
5. Vista o equipamento passando-o por sobre a cabeça; o redutor de pressão e o registro do cilindro devem ficar voltados para frente (Figura 19b); introduza os cotovelos nos tirantes do ombro, tendo o cuidado para que eles não fiquem torcidos; segure, ao mesmo tempo, as alças do suporte, lançando o equipamento para suas costas (Figura 19c).

Figura 19 - Equipagem do EPR

6. Ajuste os tirantes dos ombros, puxando as pontas destes para trás (Figura 20a); não se deve puxar os tirantes para baixo nem para os lados, a fim de não danificá-los; ajuste o cinto e as sobras dos tirantes de ombro (Figura 20b); aproveite para liberar a gola da capa de aproximação e esconder as pontas dos tirantes, evitando que venham a se enganchar durante as atividades (Figura 20c).

Figura 20 - Ajuste dos tirantes do EPR

7. Coloque a alça da máscara no pescoço (Figura 21a); ajuste a máscara no rosto, de maneira que fique bem encaixada, com o queixo apoiado dentro dela (Figura 21b); ajuste os tirantes de fixação da máscara, puxando-os para trás da cabeça com o cuidado e seguindo a seqüência: primeiro os tirantes inferiores (do pescoço), depois os medianos, das

têmporas (Figura 21c), e terminando com o superior, da cabeça.

Figura 21 - Colocação da máscara

A alça da máscara deve estar totalmente por dentro da roupa de aproximação (Figura 22).

Figura 22 - Alças por dentro da roupa de aproximação

Se a máscara não estiver bem encaixada no rosto, a vedação será comprometida e a segurança do bombeiro estará em risco.

A seguir alguns cuidados que devem ser adotados ao utilizar a máscara do equipamento de proteção respiratória:

Figura 23 – Forma correta de puxar os tirantes da máscara

Os tirantes devem ser puxados para trás e não para os lados.

Além de danificar o equipamento, o procedimento errado faz com que a vedação não seja perfeita.

Figura 24 – Forma correta de colocar a máscara sobre uma superfície

Ao colocar a máscara sobre uma superfície, o visor deve estar voltado para cima. Dessa forma, evitam-se arranhões na lente que podem dificultar a visibilidade do bombeiro e diminuir a vida útil do equipamento.

8. Passe a abertura frontal da balaclava (do rosto) sobre o encaixe da válvula de demanda da máscara (Figura 25a); puxe a balaclava para trás, cobrindo a cabeça; ajuste-a de modo que o tecido não fique sobre o visor da máscara; esconda as extremidades da balaclava e a alça da máscara

dentro da capa da roupa de aproximação (Figura 25b); feche a gola por cima destes e prenda o velcro (Figura 25c).

Figura 25 - Colocação da balaclava

É importante que esse procedimento seja observado pelo companheiro, com o objetivo de assegurar que a extremidade da balaclava e a alça da máscara estejam bem escondidas dentro da roupa. Da mesma forma, o fechamento com o velcro deve ser inspecionado, a fim de que o calor irradiado pelo incêndio ou material aquecido não adentre na roupa de aproximação por aberturas, ainda que mínimas, deixadas pelo bombeiro durante a equipagem. Por esse motivo e pelos riscos que as missões-fins oferecem, é imprescindível que os bombeiros trabalhem em dupla.

O bombeiro deve trabalhar sempre em dupla! Isso também vale para a equipagem do EPI.

9. Coloque o capacete de forma que a proteção da nuca fique voltada para fora (Figura 26a); ajuste-o na cabeça, puxando o tecido para baixo, de forma que cubra a nuca (Figura 26b); prenda-o pelo encaixe (Figura 26c); a alça deve permanecer

sob o queixo do bombeiro, entre o seu pescoço e a válvula de demanda do EPR.

Figura 26 - Colocação do capacete

10. Com o cilindro ainda fechado, trave a válvula de demanda do EPR apertando o botão de bloqueio do fluxo de ar com o dedo polegar (Figura 27a); esse procedimento impedirá que o ar seja liberado antes que o bombeiro o esteja utilizando; abra o registro do cilindro (Figura 27b); certifique-se da quantidade de ar no cilindro pela indicação no manômetro (Figura 27c).

Figura 27 – Bloqueio do fluxo de ar

Observe se a quantidade de ar disponível no cilindro é suficiente para realizar as ações de combate a incêndio com segurança e por quanto tempo.

11. Calce as luvas, ajustando o velcro e se certificando de que nenhuma parte da pele está exposta (Figura 28).

Figura 28 - Colocação das luvas

12.Conecte a válvula de demanda na máscara.

Por fim, conecte a válvula de demanda na máscara. É importante que o bombeiro faça esse procedimento em si mesmo e que seu companheiro faça a conferência, para assegurar que a conexão foi feita da forma correta.

Figura 29 - Colocação da válvula de demanda em si próprio

A desconexão acidental desse dispositivo durante um combate a incêndio fará com que o bombeiro aspire fumaça e gases quentes e tóxicos, podendo até mesmo provocar pânico na tentativa de encaixá-la novamente na cena do sinistro. Conseqüentemente, essa possibilidade deve ser evitada ao máximo.

Caso isso aconteça, o bombeiro deverá, imediatamente, colocar o rosto junto ao solo e, calmamente, recolocar a válvula de demanda.

Em caso de pane que impossibilite a utilização do ar, o bombeiro deve desconectar a válvula de demanda e cobrir o local com a balaclava enquanto sai rapidamente do ambiente sinistrado.

A acoplagem da válvula deve ser feita próximo ao ambiente sinistrado. Em ambientes respiráveis, não há necessidade de se utilizar o ar do EPR.

Como os bombeiros devem sempre trabalhar em dupla, é função de um monitorar o outro:

1. Durante a equipagem:
   - Se há tirantes ou pontas do EPR soltos.
   - Se a balaclava está vestida corretamente.
   - Se a gola da roupa de aproximação está posicionada corretamente e devidamente fechada com o velcro.
   - Se a válvula de demanda do EPR está conectada corretamente.

2. Durante toda a atividade:
   - Se a reserva de ar do companheiro está em níveis aceitáveis para as ações de combate a incêndio e salvamento.

- Se o companheiro apresenta algum sinal de mal-estar.

Figura 30 – Conferência da quantidade de ar

Não se esqueça de monitorar sempre a quantidade de ar do seu EPR e do seu companheiro antes e enquanto estiverem combatendo um incêndio.

1.4. Desequipagem

Ao retirar o equipamento de proteção individual de combate a incêndio, basta seguir a ordem inversa à equipagem, desde que sejam observados alguns cuidados:

1. Para desconectar a válvula de demanda:
   - Localize a trava da válvula de demanda com uma das mãos e o botão de bloqueio do fluxo de ar com a outra (Figura 12).
   - Nessa posição, pressione ambos, simultaneamente, ao mesmo tempo em que puxa a válvula de demanda, desconectando-a da máscara. Esse procedimento evita o desperdício de ar e previne acidentes pela desconexão da válvula de demanda (se esta for desconectada da máscara com o fluxo de ar aberto, a pressão do ar é suficiente para causar uma lesão no bombeiro por choque mecânico).

Figura 31 - Retirada da válvula de demanda

2. Retire o capacete.
3. Para retirar a balaclava: puxe-a de trás para frente, nunca o inverso.

Figura 32 - Retirada da balaclava

4. Para retirada do suporte com cilindro:
   - Desconecte o cinto.
   - Folgue os tirantes dos ombros.
   - Libere um dos braços do tirante de ombro; enquanto um braço (ainda com o tirante) suporta o equipamento, o outro puxa o equipamento, segurando-o pela alça de transporte (Figura 33).

Figura 33 - Retirada do suporte do cilindro

- Posicione o conjunto de suporte do cilindro voltado para o solo.
- Retire a alça da máscara panorâmica do pescoço e coloque-a ao solo, com o visor voltado para cima.
- Não retire de imediato a capa de aproximação, faça a sua abertura e aguarde algum tempo para que seja realizado um balanceamento entre a temperatura ambiente e a interna na roupa.
- Após retirar a capa, coloque-a aberta, expondo seu interior, para que ainda no local do evento possa receber uma ventilação.
- Tenha cuidado ao retirar a calça, observe para não danificar os fechos de plástico do suspensório.
- Descalce as botas e coloque-as para receber ventilação.
- Somente acondicione os materiais de proteção, após serem revisados, manutenidos e estarem secos.

Esses cuidados farão com que os equipamentos de proteção estejam sempre em condições de uso.

A roupa de aproximação não deve ser colocada ao sol para secagem, pois pode fazer com que suas propriedades de proteção sejam diminuídas.

A Tabela 1 aponta as possíveis conseqüências aos bombeiros quando eles negligenciam o uso dos equipamentos de proteção individual.

Tabela 1 - Conseqüência ao organismo ocasionada pela falta de EPI

A falta do equipamento	**Pode ocasionar**
Capacete	traumatismo de cabeça, face e pescoço – por ação de instrumento cortante ou contundente (por exemplo, pela queda de algum objeto sobre o bombeiro)
Balaclava	queimadura na cabeça, face, orelhas e pescoço.
Luvas	queimaduras nas mãos; ferimentos por cortes, arranhões ou perfurações
Botas	queimaduras nos pés ferimentos por perfurações nos pés e pernas
Roupa de aproximação	queimaduras graves na pele; exaustão pelo calor; golpe de calor e ferimentos por ação de instrumentos cortantes ou perfurantes.
Equipamento de Proteção Respiratória	intoxicação por fumaça; asfixia; queimaduras de face e das vias aéreas e dificuldade de visão.

2. Equipamentos de combate a incêndio

Os equipamentos utilizados em operações de extinção de incêndio são as ferramentas de bombeiros, necessárias para viabilizar a utilização do agente extintor (água, espuma, pós para extinção de incêndio, CO_2) no combate.

Figura 34 – Ações de combate a incêndio necessitam de equipamentos específicos

Eles compreendem basicamente:

- Mangueiras de 1½ e 2½ polegadas.
- Esguichos: regulável, canhão, proporcionador de espuma, agulheta, e pistola.
- Ferramentas: chaves de mangueira; chaves de mangote, chave tipo T.
- Acessórios hidráulicos: divisor, coletor, reduções, adaptadores, e tampões.
- Aparelhos extintores portáteis.

2.1. Mangueiras

As mangueiras são peças que servem para transportar água ou espuma. Podem ligar tanto o corpo de bombas da viatura (ou o hidrante de parede) à cena do incêndio quanto ligar o manancial até a viatura.

Figura 35 - Corpo de bombas da viatura e hidrante de parede

São formadas por um duto flexível de lona de fibras naturais ou sintéticas na parte externa, revestidas por borracha na parte interna, para evitar que a água extravase durante o transporte.

As revestidas por fibras sintéticas apresentam maiores vantagens sobre as de fibra natural, tendo em vista que:

- São mais leves.
- Suportam melhor a alta pressão.
- Tem manutenção mais barata.
- Absorvem menos água.

Por esses motivos, as mangueiras de fibra sintética são mais adequadas às difíceis condições de trabalho dos bombeiros e, conseqüentemente, mais utilizadas por eles.

Quanto à sua constituição, as mangueiras se classificam em:

- De lona simples: quando envolvidas por uma única camada têxtil.
- De lona dupla: quando envolvidas por duas camadas sobrepostas.

- De lona revestida por material sintético: além de serem envolvidas por uma ou duas camadas têxteis, são também revestidas, externamente, por um material sintético de maior resistência a produtos ácidos, abrasivos e outros degradantes.

Nas extremidades de cada lance de mangueira são fixadas (ou empatadas), sob pressão, peças metálicas denominadas **juntas de união**, as quais servem tanto para conectar lances de mangueiras, quanto para ligá-las às viaturas ou aos outros equipamentos hidráulicos.

O CBMDF utiliza mangueiras com lance padrão de 15 (quinze) metros de comprimento, com juntas de união do tipo *storz* nas extremidades para conexão rápida, visando ao seu fácil acondicionamento, manuseio e transporte.

O diâmetro das mangueiras utilizadas atualmente é de 2½ polegadas (63 mm) ou de 1½ polegadas (38 mm).

Figura 36 – Mangueira de 15 metros com junta storz nas extremidades

Antes de serem disponibilizadas para o serviço de bombeiros, as mangueiras devem ser submetidas a testes de:

- Juntas de união (conexão rápida e segura).
- Estanqueidade (verificação da inexistência de vazamentos).

- Pressão – de acordo com a NBR nº 11.861, devem apresentar resistência às seguintes pressões mínimas:
  - pressão trabalho – 13,7 bar (14 Kgf/cm2);
  - pressão mínima de prova – 27,5 bar (28 Kgf/cm2); e
  - pressão mínima de ruptura – 41,2 bar (42 Kgf/cm2).

Para a realização dos testes de pressão, a norma prevê a utilização de uma gaiola, na qual é montado um segmento da mangueira que será pressurizado, com a finalidade de absorver o impacto do seu rompimento, evitando acidentes.

2.2. Mangotes

São tubos de borracha reforçados com arame de aço helicoidal, totalmente integrados e recobertos por uma camada composta por borracha ou poliuretano (plástico com alta resistência à abrasão), a fim de serem usados com pressão negativa.

São usados, normalmente, para o abastecimento das viaturas, momento em que o corpo de bombas aspira água do manancial ou hidrante.

Figura 37 - Mangote

2.3. Mangotinho

Mangotinhos são tubos flexíveis feitos de borracha. Em geral, trabalham com alta pressão e baixa vazão e oferecem grande mobilidade e rapidez de utilização.

Sua principal função é atuar em princípios de incêndio.

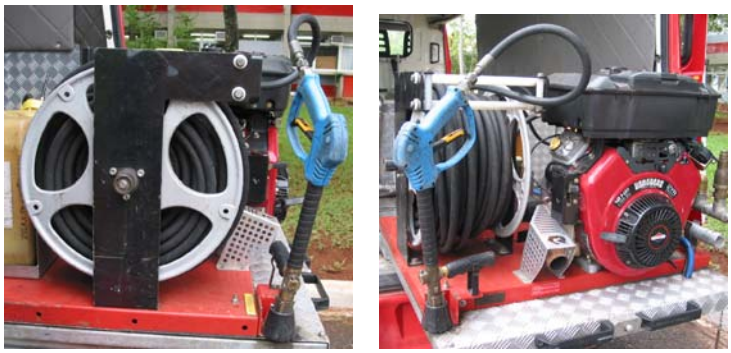


Figura 38 - Mangotinho da viatura ASE

2.4. Esguichos

Os esguichos são equipamentos conectáveis nas mangueiras, responsáveis por regular e direcionar o fluxo de água nas ações de combate a incêndio. Por isso mesmo, são indispensáveis para a utilização do agente extintor.

Devem possuir características de resistência a choques mecânicos e, no mínimo, às mesmas pressões estáticas e dinâmicas que suportam as mangueiras.

Os tipos mais comuns de esguicho são:

- Regulável.
- Canhão.
- Proporcionador de espuma.
- Agulheta.
- Pistola.

2.4.1 Esguicho regulável

Figura 39 - Esguicho regulável

Pode ser encontrado de 2½ polegadas (63 mm) ou de 1½ polegadas (38 mm), sendo o mais utilizado, nas ações de combate a incêndio, o de menor diâmetro.

O modelo atualmente utilizado no CBMDF possui grande eficiência nos combates a incêndios, por:

- Proporcionar os três tipos de jato: compacto, neblinado e atomizado. Esses assuntos serão abordados ainda no presente módulo.
- Proporcionar aplicação de forma contínua ou intermitente (pulsos), por causa da manopla para fechamento e abertura rápida da passagem de água.
- Possuir regulagem da abertura do jato que permite variar, rapidamente, de quase 180^{o} a um ângulo mínimo possível, o que permite obter tanto um jato neblinado de grande abrangência, quanto um jato sólido eficiente quando desejado.

Sua regulagem de vazão de água é medida na forma de:

Tabela 2 – Equivalência de vazão

Galões por minuto	Litros por minuto*
30	113
60	227
90	340
125	475

*Valores aproximados

Possui ainda a função "*flush*", que significa enxaguar, destinada à limpeza do esguicho depois do uso de espuma, a fim de evitar danos no equipamento por resíduos deixados pelo extrato.

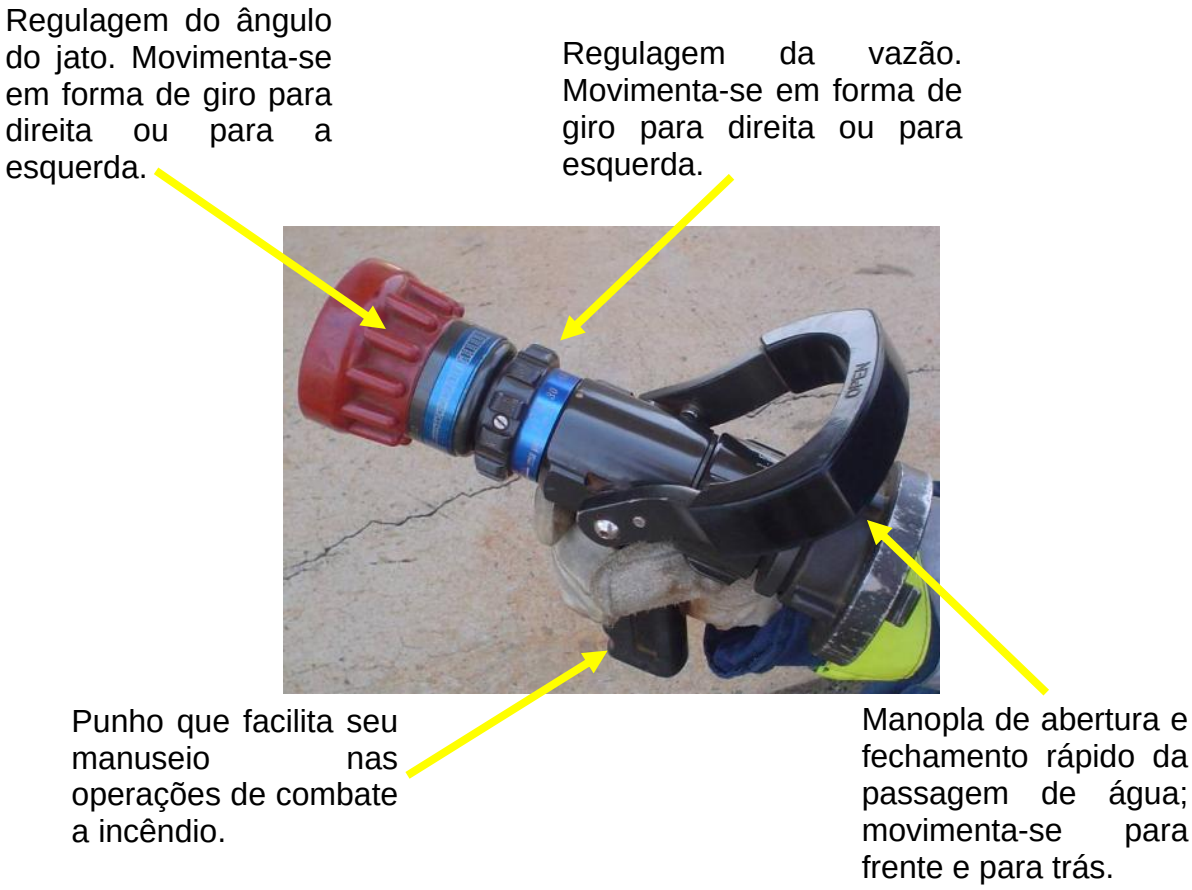


Figura 40 - Partes do esguicho regulável

1. Acoplamento do tipo storz.
2. Punho – é por ele que se segura o esguicho, não pela mangueira; deve ser seguro com o braço estendido, para poder varrer o espaço no alto, em baixo, à direita e à esquerda e resistir ao recuo do esguicho; quando se segura o esguicho com a mão direita, a mangueira passa sob o braço direito.
3. Alavanca – serve para abrir ou fechar o esguicho.
4. Controle rotativo de vazão.
5. Cabeça defletora (ou difusora) com disco dentado fixo ou rotativo.

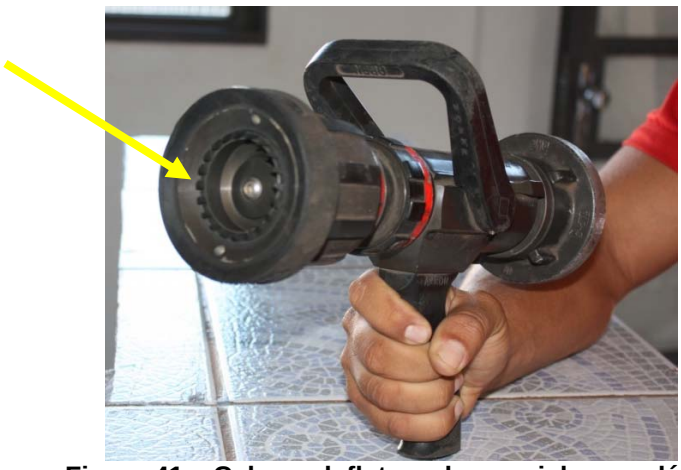


Figura 41 – Cabeça defletora do esguicho regulável

2.4.2 Esguicho canhão

O esguicho do tipo canhão é muito eficiente em locais onde se deseja realizar ataques com alta vazão e alta pressão, pois é capaz de alcançar grandes distâncias e liberar, em poucos minutos, um grande volume de água.

Esguichos canhão operam lançando água no incêndio com vazão igual ou superior a 300 galões por minuto (1136 litros por minuto).

Figura 42 - Esguicho canhão

Pode ser móvel ou fixo, o que permite sua utilização na armação de torre d'água com Auto Escada Mecânica ou Auto Plataforma Mecânica ou ainda no solo, fixo em uma base.

Dependendo do caso, pode ser o único meio de resfriamento de recipientes que estejam sob o risco de uma explosão como o BLEVE, uma explosão do líquido armazenado em recipiente (assunto abordado no Módulo 1 deste manual).

O alto alcance do jato permite uma distância de segurança para os bombeiros. Exemplo: em uma ocorrência envolvendo um caminhão tanque, os bombeiros podem se valer da utilização do esguicho canhão, resfriando-o à distância de segurança estabelecida para o isolamento.

Ao estabelecer o esguicho canhão, uma das primeiras preocupações deve ser com o abastecimento por causa do grande volume de água utilizada por esse tipo de esguicho.

2.4.3 Esguicho proporcionador de espuma

O esguicho proporcionador de espuma é um dispositivo específico para fornecer, ao combate a incêndio, a espuma em

condições de atuar como agente extintor, a qual permanece, em forma de extrato, armazenada em galões, sendo preparada somente no momento do combate.

Esse tipo de esguicho possui aberturas para entrada de ar e pode, ou não, necessitar de um misturador entre linhas (ver Figura 63), o qual é um aparelho utilizado na ligação, posicionado antes do divisor, para proporcionar espuma em todas as linhas.

Disponibiliza espuma de baixa expansão, com baixa aeração, ou seja, pouco ar no interior de suas bolhas.

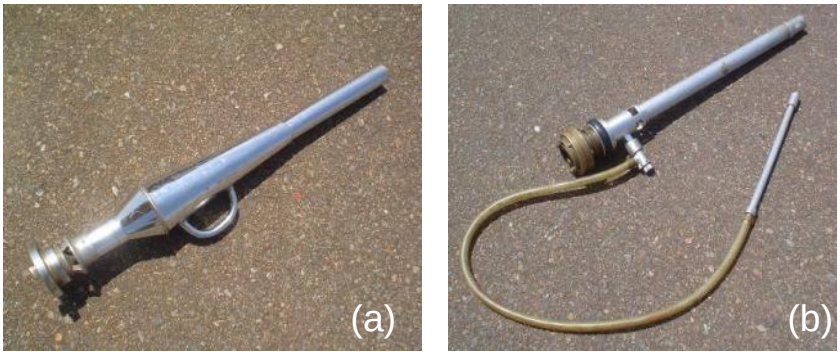


Figura 43 - Esguichos proporcionadores de espuma

Ao utilizar o esguicho da Figura 43a, é necessário o misturador entre linhas, enquanto o esguicho da Figura 43b não o necessita por já possuir um duto de sucção do extrato de espuma.

2.4.4 Esguicho agulheta

Os esguichos agulheta são encontrados, geralmente, em hidrantes de parede (ver Figura 35), conforme o tipo de risco da edificação e adotados pelo seu baixo custo em relação aos esguichos reguláveis. São destinados à população do prédio.

Figura 44 - Esguicho agulheta

O esguicho agulheta permite somente a utilização por jato compacto e de forma contínua, o que não possibilita o controle direto da quantidade de água lançada. Por isso mesmo, não deve ser utilizado pelos bombeiros em um combate a incêndio, exceto em situações extremadas.

A probabilidade de se inundar o ambiente ao combater um incêndio com esse tipo de esguicho (destruindo, com água, o que as chamas ou o calor não atingiram) é grande e deve ser minimizada.

Os bombeiros devem trabalhar com o esguicho regulável, o qual permite um controle do volume de água e do jato a ser utilizado em cada combate, com o esguicho canhão ou com os proporcionadores de espuma, conforme o caso, sempre controlando a quantidade de água lançada.

Mesmo existindo esguicho agulheta no prédio em chamas, os bombeiros devem transportar e utilizar seus esguichos reguláveis nas ações de combate a incêndio.

2.4.5 Esguicho pistola

O esguicho do tipo pistola é muito comum em mangotinhos e produz ataques com alta pressão e baixa vazão.

Em testes realizados pelo CBMDF em simulações de incêndio generalizado (*flashover*) não apresentou efetividade no combate. Recomenda-se seu uso em princípios de incêndio.

Figura 45 - Esguicho pistola

2.5. Ferramentas

As ferramentas aqui descritas são os acessórios indispensáveis ao manuseio e à utilização dos hidrantes, mangueiras, registros e esguichos e compreendem:

Figura 46 - Hidrante urbano ou de coluna

2.5.1 Chave de hidrante

Peça metálica que se destina, exclusivamente, a abrir e fechar tampões de hidrantes urbanos. Elas são de dois tipos J (Figura 47a) e S (Figura 47b).

Figura 47 - Chaves de hidrante

2.5.2 Chave de mangote

Peça metálica que se destina, exclusivamente, a conectar e desconectar juntas de mangote.

Figura 48 - Chaves de mangote

2.5.3 Chave de biela

Peça metálica para acoplamento e desacoplamento de mangotes, junções, ralos e suplementos.

Figura 49 - Chave de biela

2.5.4 Chave sobreposta

Peça metálica para acoplamento e desacoplamento de junções, ralos e suplementos.

Figura 50 - Chave sobreposta

2.5.5 Chave de mangueira

Peça metálica utilizada para conectar e desconectar juntas de união tipo storz de 2½ polegadas (63 mm) ou de 1½ polegadas (38 mm). Pode ser simples (Figura 51a), dupla (Figura 51b) ou tripla (Figura 51c).

Figura 51 - Chaves de mangueira

2.5.6 Chave tipo T

Chave que permite a abertura e fechamento do registro da válvula do hidrante. Esse tipo de chave facilita a operação devido ao braço de alavanca ser maior que o do volante de hidrante. Seu emprego é mais indicado quando o registro se encontra no plano horizontal.

Figura 52 - Chave tipo T

Figura 53 – Exemplo de registro da válvula do hidrante

2.5.7 Volante de hidrante

Tem a mesma finalidade da chave tipo T, porém a força necessária para a sua utilização é maior. O seu emprego é mais indicado quando o registro da válvula do hidrante encontra-se no plano vertical.

Figura 54 - Volante de hidrante

2.6. Acessórios hidráulicos

2.6.1 Junta de união storz

Peça metálica que serve para unir as extremidades de conexão rápida, sejam as das mangueiras ou as dos diversos acessórios de 2½ polegadas (63mm) ou de 1½ polegadas (38mm).

Figura 55 - Junta de união storz

2.6.2 Suplemento de união

Peça usada para permitir ligações de duas juntas de união com rosca macho (Figura 56a), ou de duas juntas de união com roscas fêmeas (Figura 56b).

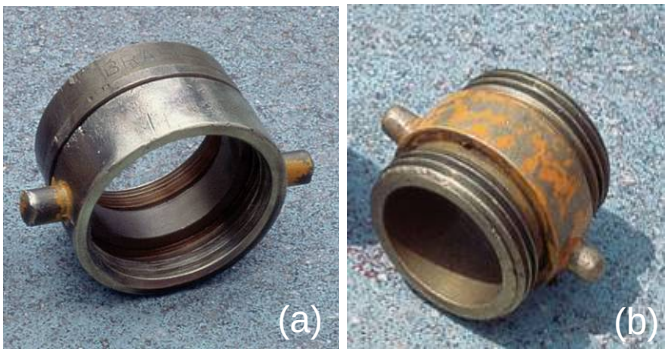


Figura 56 - Suplemento de união

2.6.3 Adaptador

É uma peça metálica que serve para modificar expedições em fios de rosca (típico de registros de hidrantes de parede) em união *storz* (típica de mangueiras de combate a incêndio) ou o inverso. Pode ser do tipo fêmea ou macho.

- Adaptador fêmea – possui de um lado um fio de rosca fêmea (interno) e do outro uma junta de união storz. Pode ser de 1½ polegadas (38 mm), no caso dos hidrantes de parede ou de 2½ polegadas (63 mm), no caso dos hidrantes urbanos (de coluna).

Figura 57 - Adaptador junta *storz* para rosca fêmea

- Adaptador macho – possui de um lado um fio de rosca macho (externo) e do outro uma junta de união storz. Pode ser encontrado de ambos os diâmetros.

Figura 58 - Adaptador junta storz para rosca macho

2.6.4 Redução

Peça formada por juntas *storz* em ambos os lados, porém com diâmetro de 2½ polegadas de um lado e 1½ polegadas do outro. Serve para unir peças (mangueiras, expedições, registros, etc.) de diâmetros diferentes.

Figura 59 - Redução

2.6.5 Tampão

Peça que serve para vedar ou proteger hidrantes ou bocas (de expulsão ou admissão) de viaturas quando não estão sendo utilizados.

Figura 60 - Tampão

2.6.6 Divisor

Peça metálica destinada a canalizar a água que vem da viatura ou do hidrante até as linhas de ataque (mangueiras estabelecidas para o combate). Possui uma entrada, denominada boca de admissão e duas ou três saídas denominadas de bocas de expulsão.

Enquanto a boca de admissão recebe a mangueira de 2½ polegadas (63 mm) da ligação, as bocas de expulsão se conectam às mangueiras de 1½ polegadas (38 mm) das linhas, as quais são identificadas como 1ª, 2ª e 3ª linhas, contadas da direita para a esquerda, com o observador posicionado de frente para as bocas de expulsão.

Possui registro (ou alavanca) para fechamento e abertura do fluxo de água em cada linha, o que permite sua utilização de forma independente.

Com o divisor de duas saídas são identificadas, obviamente, a 1ª e 2ª linhas contadas da mesma forma.

Figura 61 - Divisor

2.6.7 Coletor

Peça metálica que recebe água de duas fontes e a canaliza para uma, semelhante ao aparelho divisor, porém com função inversa.

Figura 62 - Coletor

2.6.8 Misturador entre linhas

Peça utilizada para armação de linhas de espuma, com uma regulagem para controle da porcentagem de espuma, que pode variar de 3 a 6 % (três a seis por cento).

Para se obter espuma em todas as linhas, deve-se colocar o misturador entre linhas antes do divisor e utilizar esguichos proporcionadores de espuma. Para isso, é necessário o uso de uma manga de mangueira para conectar o misturador entre linhas ao aparelho divisor (ver seta vermelha na Figura 64).

Para se obter espuma em uma única linha, deve-se colocar o misturador entre linhas após o divisor, na linha desejada e utilizar o esguicho adequado.

Antes de colocar a mangueira de sucção do líquido gerador de espuma (LGE) dentro do galão, deve-se observar se ela está aspirando ar. Para que isso aconteça, deve-se primeiro liberar a passagem de água no divisor e no esguicho. Caso contrário, o LGE não será aspirado.

Figura 63 - Misturador entre linhas conectado às mangueiras e ao LGE

Figura 64 - Manga de mangueira

2.6.9 Ralo com válvula de retenção

Acessório hidráulico destinado à operação de sucção da água em reservatórios. Possui dispositivo na base que impede a entrada de objetos imersos ou em suspensão na água, daí o seu nome. A válvula de retenção permite a passagem da água em uma única direção, do reservatório para a bomba de água da viatura.

Figura 65 - Ralo com válvula de retenção

2.6.10 Luva de hidrante

Acessório de ferro fundido, destinado a permitir o encaixe mais preciso da chave tipo T ao registro da válvula do hidrante (Figura 53). Eventualmente, esse encaixe pode ser prejudicado por causa do desgaste das peças metálicas do registro do hidrante.

Figura 66 - Luvas de hidrante

3. Acondicionamento e manuseio de mangueiras

Alguns cuidados permanentes devem ser adotados com as mangueiras, a fim de se prolongar sua vida útil:

- Retirá-las da embalagem e armazená-las em local arejado, longe de umidade, de roedores e protegidas da exposição direta ao sol.
- Guardá-las em seções ou depósitos com prateleiras adequadas e acondicionadas em espiral.
- Evitar que permaneçam muito tempo guardadas sem manuseio e sem um novo acondicionamento, mesmo nas viaturas, em virtude dos vincos formados pelas dobras as enfraquecerem, tornando-as menos resistentes à pressão da água quando utilizadas.

Durante as operações de combate a incêndio, deve-se evitar:

- Arrastá-las, estando ou não pressurizadas, sobre superfícies ásperas ou aquecidas, quinas vivas e outros materiais que podem cortá-las ou causar o seu estrangulamento.
- Arrastá-las sobre produtos ácidos, derivados de petróleo e outros que possam enfraquecer as suas fibras.
- Que as juntas de união batam no solo ou que caiam objetos sobre elas.
- Que veículos passem sobre as mangueiras (utilizar passagem de nível para protegê-las).

- Que as mangueiras formem dobras ou quinas, mas somente de modo que fiquem curvas (formando o seio da mangueira) ou retas.

Figura 67 - Deve-se formar seios nas mangueiras e não quinas vivas.

Após cada operação de combate a incêndio, deve-se:

- Fazer a limpeza da mangueira com água, tendo o cuidado de remover barro, lama, poeira ou outra substância que a tenha atingido.
- Fazer uma inspeção visual detalhada nas mangueiras, com a finalidade de detectar avarias na sua camada externa e em suas juntas. Aquelas reprovadas na inspeção deverão ser retiradas da viatura e levadas ao serviço de manutenção, para passarem por uma nova empatação das juntas de união, ou para limpeza, no caso de terem sido atingidas por graxas, óleos, ácidos ou outros produtos mais difíceis de serem removidos. As que não apresentarem condições de recuperação serão retiradas do serviço, definitivamente descartadas ou ainda aproveitadas nas instruções, como proteções de quinas.
- Escoar toda água da mangueira e colocá-la para secar à sombra, em local arejado e, preferencialmente, pendurada com as juntas de união para baixo.

- Lembrar de substituir as mangueiras que foram para manutenção ou secagem, a fim de que, no atendimento a outra ocorrência, os equipamentos estejam dentro da viatura e em condições de uso.
- Acondicionar as mangueiras, após a secagem, com os cuidados anteriormente descritos.

As mangueiras devem secar sempre à sombra.

As técnicas de acondicionamento e manuseio das mangueiras visam proporcionar a utilização de forma otimizada, objetivando o menor tempo possível para armação e maior segurança e conforto durante o deslocamento até o local específico do combate.

As mais utilizadas são o aduchamento pela ponta, pelo seio, com alça e ziguezague ou sanfonada.

3.1. Aduchamento pela ponta

Aduchar é enrolar em espiral. Esse acondicionamento consiste na sobreposição das superfícies da mangueira sobre a junta, formando uma aducha pela ponta e é indicado somente para armazenagem da mangueira.

Figura 68 - Aduchamento pela ponta

Com a vantagem de produzir uma dobra suave, o que preserva a mangueira.

Entretanto possui como principal desvantagem o fato de dificultar o desenrolamento da mangueira:

- Se for desenrolada por lançamento, a outra junta irá bater no chão.
- Se for desenrolada puxando-se a junta no interior da aducha, a mangueira irá sofrer torção e ficará totalmente enroscada, dificultando o fluxo de água.

Para enrolar:

1. Coloque a mangueira totalmente estendida sobre uma superfície plana.
2. Comece o acondicionamento por uma das extremidades, envolvendo a junta de união com o lance de mangueira, enrolando-a até chegar à outra extremidade.

Figura 69 - Início do aduchamento da mangueira pela ponta

3. Ajuste, se necessário, pressionando a espiral contra o solo e puxando a extremidade externa para fora.

Figura 70 - Fim do aduchamento da mangueira pela ponta

Para desenrolar:

1. Deixe a extremidade externa apoiada no solo.
2. Segure a espiral entre as palmas das mãos e avance (de pé ou agachado) no sentido desejado, desenrolando a mangueira com cuidado. Esta técnica é válida para mangueiras de 1½ polegadas (Figura 71a).

Figura 71 - Formas de desenrolar mangueira aduchada pela ponta

Pode-se desenrolar também empurrando a mangueira na direção desejada, sobre o solo. Essa técnica é válida para mangueira de 1½ polegadas ou de 2½ polegadas (Figura 71b).

3.2. Aduchamento pelo seio

Esse tipo de acondicionamento, feito pelo meio da mangueira, é muito eficiente para utilização em combate a incêndios, por permitir a manobra com agilidade e rapidez.

Diferente do aduchamento pela ponta, a mangueira pode ser facilmente desenrolada pelo lançamento da espiral, uma vez que as juntas permanecem na parte externa do rolo. Ainda assim, é necessário que o bombeiro tenha o cuidado de segurar as juntas da mangueira durante o arremesso.

Figura 72 - Aduchamento pelo seio

3.2.1 Para enrolar com um bombeiro - Técnica 1:

1. Estenda a mangueira dobrada ao meio, formando dois lances paralelos. Um lance não deve estar sobreposto e sim ao lado do outro.

Figura 73 - Posicionamento inicial da mangueira para o aduchamento pelo seio

2. Estabeleça, na parte superior da dobra, uma distância equivalente ao comprimento da perna (entre o pé e o joelho).

Figura 74 - Estabelecimento da distância para a dobra do aduchamento pelo seio

3. Inicie o enrolamento da mangueira a partir deste ponto, fazendo uma dobra.

Figura 75 - Início do aduchamento pelo seio

4. Enrole a mangueira em direção às juntas.

Figura 76 - Processo do aduchamento pelo seio

5. Deite a espiral sobre o solo, ajustando-a com a ajuda das mãos e do joelho.

Figura 77 - Ajuste da mangueira no término do aduchamento pelo seio

6. Puxe as juntas para fora, tensionando a mangueira.

Respeitada a distância correta de início do enrolamento, a distância entre as juntas, ao final, será de 5 (cinco) a 10 (dez) centímetros.

Figura 78 - Tensionamento da espiral no aduchamento pelo seio

3.2.2 Para enrolar com um bombeiro - Técnica 2:

1. Estenda a mangueira dobrada ao meio, formando dois lances paralelos. Um lance não deve estar sobreposto e sim ao lado do outro (ver Figura 73).

2. Em pé, comece a enrolar a mangueira em direção às juntas, a partir do seio. Para facilitar o enrolamento, pode-se fazer uma pequena dobra e iniciar sobre ela o procedimento.

Figura 79 - Início do aduchamento pelo seio com um bombeiro em pé

3. Enquanto uma das mãos faz o movimento de enrolamento da mangueira, a outra sustenta o peso, de forma que a espiral já feita se mantenha ajustada e não possa se desenrolar.

Figura 80 - Processo de aduchamento pelo seio com um bombeiro em pé

4. Deite a mangueira no chão e, pressionando a espiral com o joelho, puxe as juntas para tensionar a mangueira (ver Figura 78).

Respeitada a distância correta de início do enrolamento, a distância entre as juntas, ao final, será de 5 (cinco) a 10 (dez) centímetros.

3.2.3 Para enrolar com dois bombeiros – Técnica 3:

1. Cada bombeiro segura uma junta de mangueira e, afastando-se um do outro, a estende no solo de forma que fique sem torções.

Figura 81 - Extensão da mangueira para o início do aduchamento pelo seio com dois bombeiros

2. Enquanto um dos bombeiros permanece segurando uma das juntas, o outro traz a extremidade oposta e a posiciona sobre o outro lance, estabelecendo uma distância de 40 (quarenta) a 50 (cinqüenta) centímetros entre as juntas.

Figura 82 - Posicionamento das juntas no aduchamento pelo seio com dois bombeiros

3. O bombeiro que recebeu a junta prende com os pés os lances da mangueira, enquanto o outro termina de estendê-la, alinhando-os e sobrepondo-os.

Figura 83 - Posicionamento dos bombeiros no aduchamento pelo seio

4. Após realizar o alinhamento dos lances, o bombeiro posicionado próximo ao seio da mangueira inicia o enrolamento, realizando uma dobra nesse ponto.

Figura 84 - Início do aduchamento pelo seio da mangueira

5. O bombeiro, que antes prendia as juntas, se desloca para próximo do ponto em que está sendo feito o enrolamento da mangueira e, de pé ou agachado, auxilia o procedimento, alinhando o lance superior sobre o inferior. Com o cuidado de não puxar o lance superior da mangueira durante o enrolamento, a fim de que a atividade não seja prejudicada; o segundo bombeiro continua o enrolamento da espiral em direção às juntas.

Figura 85 - Processo de aduchamento pelo seio com dois bombeiros

Os bombeiros devem ter o cuidado de manter os lances ajustados durante todo o enrolamento da mangueira.

6. Ao terminar o enrolamento, deita-se a espiral sobre o solo, alinhando-a com a ajuda das mãos e do joelho e puxando as juntas para fora, tensionando a mangueira para facilitar seu transporte (ver Figura 78).

3.2.4 Para desenrolar mangueira de 1 ½ polegada

Essa técnica permite desenrolar uma ou duas mangueiras simultaneamente:

1. Segure a(s) mangueira(s) de modo que as juntas de união estejam voltadas para a direção que se deseja estendê-la(s).

Figura 86 - Posição para o desenrolamento de mangueira aduchada pelo seio

2. Prenda os lances (próximo às extremidades) com os dedos indicador, médio e polegar. Ao lançar a(s) mangueira(s), as juntas devem permanecer na(s) mão(s) do bombeiro. Se as juntas de união não estiverem bem seguras, cairão sobre o solo, sofrendo avarias.

Figura 87 - Detalhe da posição dos dedos na mangueira

3. Lance a(s) mangueira(s) na direção onde se deseja estendê-la(s) em um movimento de arremesso, semelhante ao usado no jogo de boliche.

Figura 88 - Movimento de lançamento da mangueira aduchada pelo seio

No caso de se desenrolar apenas uma mangueira por vez, a mão livre pode ajudar no procedimento, apoiando a espiral antes do arremesso.

3.2.5 Para desenrolar mangueira de 2 ½ polegadas:

1. Posicione a espiral em pé sobre o solo.
2. Posicione a junta de união externa da espiral para trás, sobre o respectivo lance de mangueira.

Figura 89 - Posição inicial de desenrolamento da mangueira de 2½ polegadas

3. Prenda este lance de mangueira com o pé e puxe o outro para cima, forçando o movimento para frente em um impulso rápido, a fim de que seja desenrolada de uma só vez.

Figura 90 - Movimento de lançamento da mangueira 2½ polegadas

Para transportar com as mãos

Essa técnica permite transportar uma ou duas mangueiras simultaneamente, sendo de 1½ ou de 2½ polegadas, estando aduchadas pelo seio ou pela ponta.

Técnica de transporte com as mãos:

1. Prenda os lances próximo às extremidades, com os dedos indicador, médio e polegar.

Figura 91 - Modo de segurar a mangueira para o transporte

2. Levante a(s) mangueira(s) com as juntas voltadas para frente.

Figura 92 - Forma de se levantar duas mangueiras ao mesmo tempo para o transporte

3. Transporte a(s) mangueira(s) próxima(s) ao corpo.

Figura 93 – Forma de transporte da (s) mangueira(s) com as mãos

Para transportar sob os braços

Essa técnica permite transportar uma ou duas mangueiras simultaneamente e é indicada para diâmetro de 1½ polegadas.

Técnica de transporte sob os braços:

1. Coloque uma mangueira sob cada braço com as juntas de união voltadas para frente.
2. Apóie a espiral com a mão do respectivo braço.

Figura 94 - Forma de transporte da(s) mangueira(s) sob os braços

Para transportar no ombro

Essa técnica é indicada para mangueiras de 2½ polegadas:

1. Posicione a mangueira sobre o ombro, próximo à cabeça.
2. Com a mão do respectivo ombro, segure a espiral da mangueira.

Figura 95 - Forma de transporte da mangueira no ombro

3.3. Aduchamento com alças

Esse tipo de acondicionamento permite o transporte da mangueira por meio de uma alça sobre o ombro do bombeiro, semelhante a uma bolsa, deixando suas mãos livres enquanto se desloca.

Figura 96 - Aduchamento de mangueira com alças

É indicada para situações nas qual o deslocamento do bombeiro requer mais cuidado e o transporte da mangueira pelas técnicas anteriores não for seguro. Exemplos: transposição de obstáculos, subida de escadas, etc.

Para enrolar:

1. Coloque as juntas de união no solo, uma ao lado da outra, de forma que a mangueira fique sem torções e formando linhas paralelas.
2. Do outro lado, no seio da mangueira, faça uma alça em forma de X, transpondo uma parte sobre a outra a 1,5 metros da dobra original (Figura 97a).
3. Coloque o ponto médio da alça à frente do local onde as partes se cruzam (Figura 97b e Figura 97c).
4. Inicie o aduchamento sobre a alça na direção das juntas de união, fazendo dois rolos lado a lado. O procedimento permitirá a confecção de uma alça de cada lado da espiral (Figura 97d e Figura 97e).
5. Ao terminar o aduchamento, coloque as juntas próximas aos rolos e puxe uma das alças, de maneira que uma fique menor que a outra (Figura 97f).

6. Passe a alça maior pela menor, por cima das juntas, a fim de que permaneçam juntas (Figura 97g).
7. Ajuste a alça (Figura 97h).
8. Passe a alça pelo braço, posicionando-a como uma bolsa (Figura 97i).

Figura 97 - Aduchamento pela alça

Para desenrolar:

1. Libere as alças que estavam prendendo a mangueira (Figura 98a).

2. Posicione as juntas para baixo e para trás, sobre os respectivos lances da mangueira (Figura 98a).
3. Empurre as espirais para frente, desenrolando a mangueira (Figura 98a).

Figura 98 - Desenrolar mangueira aduchada pelas alças

3.4. Ziguezague ou sanfonada

O transporte é feito com a mangueira disposta em ziguezague sobre o ombro do bombeiro, próxima ao corpo, segura pelo braço e com a junta mais externa voltada para frente.

Figura 99 - Condicionamento em ziguezague

Esse tipo de acondicionamento pode ser utilizado para:

- Facilitar o transporte para locais mais distantes ou de difícil acesso.

- Situações que necessitam de um rápido recolhimento de mangueira.

Inclui também as chamadas linhas prontas – as mangueiras permanecem dispostas sobre a viatura, já conectadas entre si, facilitando sua utilização no combate a incêndio.

Para enrolar:

1. Estenda totalmente a mangueira no solo de maneira que fique sem torções.
2. Posicione uma extremidade próxima da outra, lado a lado, formando um L com a parte maior (Figura 100a).
3. Segure a dobra da mangueira com uma das mãos e, com a outra estendida à frente, puxe a mangueira para perto da junta, formando um seio (Figura 100a e Figura 100c).
4. A mão que antes havia puxado a mangueira permanece agora segurando o seio formado, enquanto a outra mão vai à frente realizando o mesmo procedimento, trazendo a mangueira mais próxima e formando um seio do outro lado (Figura 100d).
5. Continue estes movimentos sucessivamente.
6. Ao final, posicione a junta com cuidado para perto da formação (Figura 100e).
7. Coloque a mangueira dobrada sobre o ombro, com a junta externa voltada para frente.

Este processo facilitará o desenrolamento da mangueira no local do combate (Figura 100f).

Nessa técnica, arrasta-se o seio da mangueira no solo e não as juntas.

Figura 100 - Enrolando mangueira em ziguezague

Para desenrolar:

O companheiro puxa a junta de união mais externa, com a mangueira ainda posicionada sobre o ombro do outro bombeiro.

Figura 101 - Desenrolando mangueira em ziguezague

4. Armação de mangueiras para o combate a incêndio

Figura 102 - Armação de mangueiras

As armações de mangueira são as formações empregadas para o fornecimento de água ou espuma para realizar as atividades de combate a incêndio.

4.1. Terminologia utilizada

- Ligação – é a mangueira ou série de mangueiras de 2½ polegadas que canaliza a água da boca de expulsão da viatura, hidrante ou outro manancial até o divisor. Conta-se essas mangueiras a partir do manancial em direção ao divisor.

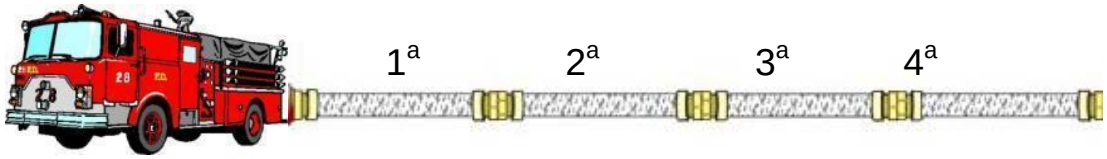


Figura 103 - Ligação

- Linha – é a mangueira ou série de mangueiras de 1½ polegadas que canaliza a água do divisor ao esguicho.

Contam-se essas mangueiras a partir do divisor em direção ao esguicho

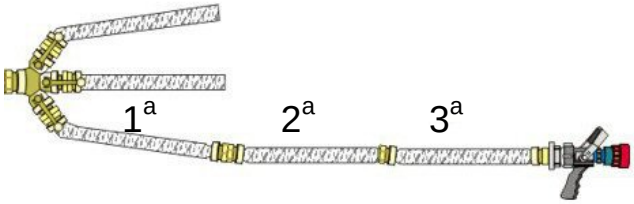


Figura 104 - Linha

- Linha direta – é a mangueira ou série de mangueiras de 2½ ou 1½ polegadas que canaliza a água da boca de expulsão da viatura ou hidrante ao esguicho, sem passar pelo divisor. As mangueiras são contadas a partir do manancial em direção ao esguicho.

Figura 105 - Linha direta

- Linha simples – é a armação de uma única linha de mangueira, acoplada à boca de expulsão direita do divisor, ou conforme determinação do chefe da guarnição.
- Linha dupla – é a armação de duas linhas de mangueira, acopladas, preferencialmente, na primeira e segunda boca de expulsão do divisor.
- Linha tripla – é a armação das três linhas de mangueira, ocupando todas as bocas de expulsão do aparelho divisor.

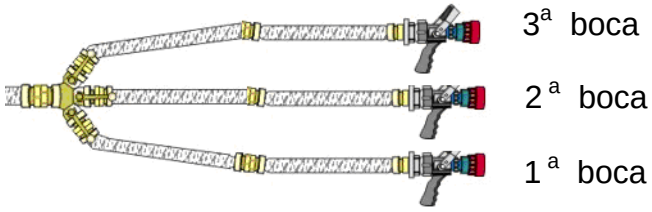


Figura 106 - Linha tripla

- Bomba armar – é o conjunto de operações que se processa no estabelecimento dos equipamentos, para a montagem das ligações e linhas de mangueira.

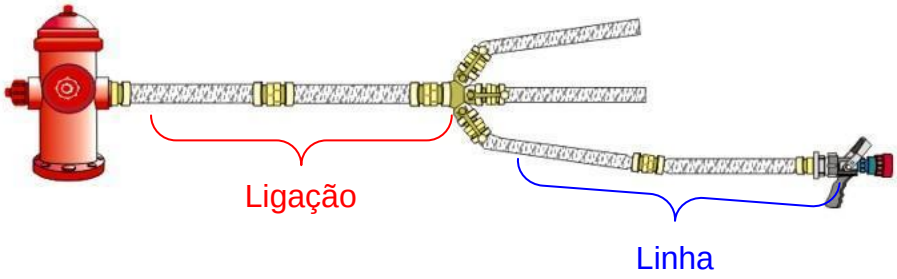


Figura 107 - Combinação de mangueira em ligação e linhas em um bomba armar

- Bomba desarmar – é o conjunto de operações que se processa de modo inverso ao estabelecimento, visando o recolhimento do material empregado no combate.
- Posições de combate – são posturas que o chefe e o ajudante de linha devem realizar durante as ações de combate.

    - Chefe de linha: se posiciona de pé segurando o punho do esguicho com uma das mãos, enquanto a mangueira passa por baixo da axila do mesmo lado. A mão oposta, por sua vez, vai se posicionar na alavanca de abertura e fechamento do esguicho.
    - Ajudante de linha: se posiciona logo atrás, do lado contrário ao chefe e segura a mangueira com as

duas mãos, tendo o cuidado, durante a progressão para não empurrar e nem travar a mangueira, mas apenas movimentá-la de acordo com a necessidade.

Quando o ambiente não possibilitar a permanência dos bombeiros em pé, devido ao calor ou fumaça, e para fazer abertura de porta, estes se posicionarão com os dois joelhos ao solo.

- Guarnecer mangueira – é a técnica de segurar a mangueira no solo com um dos pés ou com um dos joelhos, realizada obrigatoriamente durante as conexões de mangueiras no divisor e na boca de admissão da viatura ou do hidrante.

Figura 108 - Guarnecer mangueira

4.2. Formas de comando

Toda ação de combate a incêndio deve ser organizada mediante vozes e/ou gestos de comando, que são comunicações feitas de forma clara, para dar ordens ou para informar sobre a execução de uma ação.

É importante salientar que a utilização do equipamento de proteção respiratória provavelmente atrapalhará a comunicação por voz, sendo necessário chegar perto do interlocutor, tocar o seu capacete ou cilindro para chamar a atenção e falar pausadamente, solicitando sempre a confirmação de compreensão da mensagem.

São comandos por voz:

- Pronta a linha – Emitida pelo ajudante de linha ao auxiliar de guarnição, informando que todas as conexões foram feitas e a linha está pronta para ser pressurizada, ou seja, para receber água do divisor.
- Pronta a ligação – Emitida pelo auxiliar da guarnição ao operador da bomba, informando que todas as conexões foram feitas e que a ligação está pronta para ser pressurizada.
- Alto a linha – Emitida pelo ajudante de linha, ao auxiliar da guarnição, após determinação do seu chefe. Sempre é necessário identificar a linha.
- Alto a ligação – Emitida pelo auxiliar da guarnição, ao operador e condutor da viatura, após determinação do chefe da guarnição.
- Bomba armar – Emitida pelo chefe da guarnição, determina o início da operação de montagem da ligação e das linhas de mangueira.
- Bomba desarmar – Emitida pelo chefe da guarnição para determinar o término da operação e o recolhimento do material.
- Avançar – É a voz emitida pelo chefe da guarnição a uma linha ou mais para que ela(s) execute(m) a progressão no ambiente. Para avançar em uma edificação sinistrada, é

necessário que, próximo à porta de acesso, tenha sido formado um seio de mangueira, que seja suficiente para chegar ao foco de incêndio. Na dúvida, é melhor que haja mangueira de sobra.

  - Linhas com uma mangueira: o chefe e seu ajudante ficam na posição de combate e aguardam a voz de avançar.
  - Linhas com duas mangueiras: o ajudante transporta as juntas.
  - Linhas com três mangueiras: o chefe da guarnição ou outro bombeiro transporta as juntas de união da 1ª e 2ª mangueiras.

- Recuar – É a voz emitida pelo chefe da guarnição a uma linha ou mais para que ela(s) retroceda(m) do ambiente.
  - Linhas com uma mangueira: o ajudante se desloca para a saída e puxa a mangueira devagar, para a parte externa.
  - Linha com duas ou três mangueiras: um terceiro bombeiro auxilia puxando a mangueira, ou transportando as juntas, pela porta de acesso/saída, enquanto o ajudante transporta as juntas.
- Perigo iminente – Voz de comando que faz com que a guarnição abandone imediatamente o local.
- Posição de combate – Voz emitida pelo chefe da guarnição para que o chefe e o ajudante de linha se posicionem para o combate, conforme a técnica já descrita.

- Linhas a postos – Voz emitida pelo chefe da guarnição para o retorno das linhas à posição de combate após a voz de perigo eminente.
- Pulse – Voz emitida pelo chefe da guarnição para aplicar o jato atomizado na fumaça.
- Ataque – Voz emitida pelo chefe da guarnição para atacar o foco, conforme o tipo de jato definido.

Pode haver também comunicação por gestos, desde que previamente acordados entre o operador e os bombeiros envolvidos no estabelecimento.

Todo comando por gesto tem de ser feito pelo chefe da guarnição ou pelo chefe da linha e o receptor do comando tem de repetir o gesto para que haja certeza de que a mensagem foi compreendida de forma correta.

Comandos por gestos

Mandar água

Indica que deve ser pressurizada a linha ou ligação. Com a braço na altura do ombro, antebraço na posição vertical e palma da mão voltada para o rosto, faz-se um movimento retilíneo uniforme para frente e para trás (Figura 109).

Figura 109 – Comando para mandar água

Aumentar pressão

Indica que a pressão da água deve ser aumentada. Com a palma da mão, bater sobre o próprio capacete repetidamente (Figura 110).

Figura 110 – Comando para aumentar a pressão

Diminuir pressão

Indica que a pressão da água deve ser diminuída. Com o braço estendido ao longo do corpo, bater, com a palma da mão, na coxa, repetidamente (Figura 111).

Figura 111 – Comando para diminuir a pressão

Alto

Indica que o suprimento de água deve ser interrompido imediatamente. Com os dois braços cruzados na altura do rosto, faz-se o movimento de um X para cima, repetidamente (Figura 112).

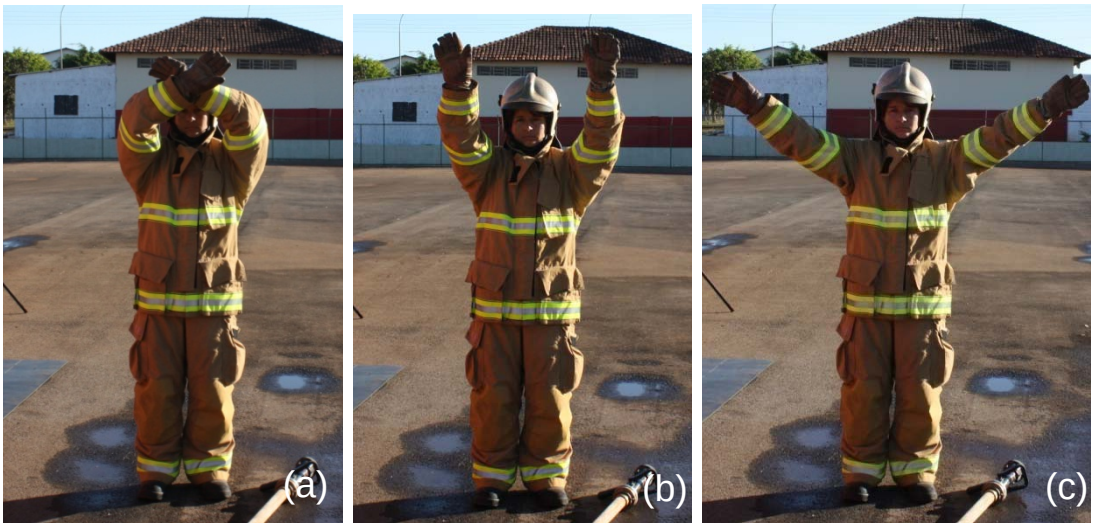


Figura 112 – Comando de alto

4.3. Termos abreviados

- CG – Chefe de guarnição
- AG – Auxiliar de guarnição
- CL – Chefe de linha
- C1, C2, C3 – Chefe da primeira, segunda e terceira linha, respectivamente
- AL – Ajudante de linha
- A1, A2, A3 – Ajudante da primeira, segunda e terceira linha

4.4. Formas de montagem das linhas de combate

A montagem de ligação e linhas deve ser treinada com a guarnição como em um socorro real, ou seja, com os bombeiros utilizando todos os itens de proteção individual e respeitando a fase de reconhecimento (levantamento de dados sobre o incêndio).

De posse das informações, deve-se elaborar a tática de ação (quem vai fazer o quê e onde), para então se estabelecer os materiais e a guarnição dentro do que foi planejado.

As armações de mangueiras para combate a incêndio podem ser desenvolvidas em três planos:

- Plano horizontal – quando o combate ao fogo for no mesmo pavimento onde se encontram as viaturas de combate a incêndio.
- Plano vertical – quando for necessário subir ou descer as linhas, ou a ligação, até a localização das chamas.
- Plano misto – quando o combate for feito das duas formas anteriormente citadas de maneira simultânea.

Os treinamentos são iniciados com técnicas de estabelecimento no plano horizontal, para somente depois, realizar estabelecimentos no plano vertical e misto, ou seja, deve-se começar pelas técnicas mais simples para depois passar as mais complexas, a fim de que a tropa adquira, de forma progressiva, agilidade, segurança e experiência no manuseio dos materiais.

Ao assumir o serviço, o chefe da guarnição deverá definir as funções de auxiliar da guarnição, chefe e ajudante da 1ª linha, chefe e ajudante da 2ª linha e chefe e ajudante da 3ª linha.

Durante o deslocamento para socorro, o chefe de guarnição deverá certificar-se de que a guarnição está completa. Caso tenha sofrido alguma alteração, as funções devem ser especificadas novamente, conforme a quantidade de militares disponíveis.

Foram elaboradas três técnicas de treinamento com a finalidade de facilitar a armação de linhas de combate: técnicas base para armação de ligação, de linhas e de linha direta.

Conhecendo-as, os bombeiros poderão realizar variados tipos de exercícios ou simulacros, de acordo com sua necessidade de atuação e realidade operacional de pessoal e material.

4.5. Técnica base para armação de ligação

A técnica base para armação de ligação é fundamentada nas atribuições gerais de cada função, conforme o número de mangueiras envolvidas na operação.

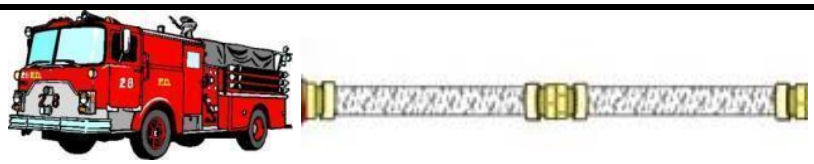
Em toda armação de ligação é responsabilidade do AG a correção das mangueiras que estejam dobradas ou torcidas. Essa correção também é chamada de “fazer o seio” da mangueira.

As ligações utilizam mangueiras de 2½ polegadas.

4.5.1 Armação de ligação com uma mangueira

FUNÇÃO	AÇÃO
CG	Transporta o divisor ao local tecnicamente recomendado. Vai ao encontro do AG e recebe dele a extremidade da mangueira. Conecta a extremidade dessa mangueira na boca de admissão do divisor. Manda o AG dar a voz de “pronta a ligação”.
AG	Transporta uma mangueira e a desenrola próxima à boca de expulsão da viatura. Retira o tampão da boca de expulsão da viatura. Conecta, nessa boca, uma das extremidades da mangueira desenrolada. Apanha a outra extremidade e entrega nas mãos do CG. Dá a voz de “pronta a ligação”, após a determinação do CG. Assume o divisor.

4.5.2 Armação de ligação com duas mangueiras

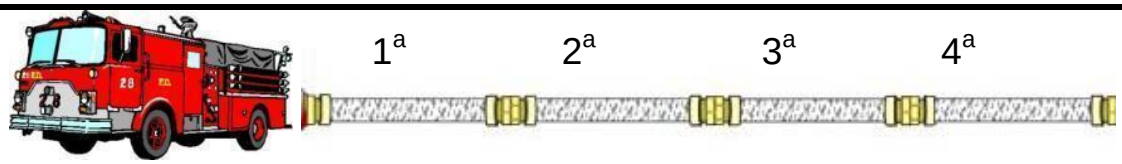


FUNÇÃO	AÇÃO
CG	Transporta o divisor ao local tecnicamente recomendado. Desloca-se até o local onde o AG desenrolou a mangueira e recebe dele a extremidade da mangueira. Estende e conecta a mangueira na boca de admissão do divisor. Manda o AG dar a voz de “pronta a ligação”.
AG	Transporta duas mangueiras de 2½" e as desenrola próximas à boca de expulsão da viatura. Retira o tampão da boca de expulsão da viatura e conecta uma .mangueira. Faz a junção entre as mangueiras e entrega a extremidade livre ao CG. Estende as mangueiras segurando-as pelas extremidades unidas. Dá a voz de “pronta a ligação” após a determinação do CG. Assume o divisor.

4.5.3 Armação de ligação com três mangueiras

FUNÇÃO	AÇÃO
CG	Transporta o divisor ao local tecnicamente recomendado. Desloca-se até o local onde o AG desenrolou a mangueira e recebe dele a extremidade da mangueira. Estende a mangueira pela extremidade em direção ao C1. Faz a junção dessa extremidade com a outra trazida pelo C1. Manda o AG dar a voz de “pronta a ligação”.
AG	Transporta duas mangueiras de 2½" e as desenrola próximas à boca de expulsão da viatura. Retira o tampão da boca de expulsão da viatura e conecta uma mangueira. Faz a junção entre as mangueiras e entrega a extremidade livre ao CG. Estende as mangueiras segurando-as pelas extremidades unidas. Dá a voz de “pronta a ligação” após a determinação do CG. Assume o divisor.
C1	Transporta uma mangueira de 2½". Desenrola-a junto à boca de admissão do divisor na direção da viatura. Conecta uma das extremidades na admissão do divisor. Estende a extremidade dessa mangueira em direção à outra que será trazida pelo CG. Cuida da armação da sua linha.

4.5.4 Armação de ligação com quatro mangueiras



FUNÇÃO	AÇÃO
CG	Transporta o divisor ao local tecnicamente recomendado. Desloca-se até o local onde o AG desenrolou a mangueira e recebe dele a extremidade da mangueira. Estende a mangueira pela extremidade em direção ao C1. Faz a junção dessa extremidade com a outra, trazida pelo C2. Manda o AG dar a voz de “pronta a ligação”.
AG	Transporta duas mangueiras de 2½" e as desenrola próximo à boca de expulsão da viatura. Retira o tampão da boca de expulsão da viatura e conecta uma mangueira. Faz a junção entre as mangueiras e entrega a extremidade livre ao CG. Estende as mangueiras segurando-as pelas extremidades unidas. Dá a voz de “pronta a ligação” após a determinação do CG. Assume o divisor.
C1	Transporta uma mangueira de 2½". Desenrola-a junto à boca de admissão do divisor na direção da viatura. Conecta uma das extremidades na admissão do divisor. Apanha as extremidades unidas pelo C2 e estende em direção ao CG. Cuida da armação da sua linha.

C2	Transporta uma mangueira de 2½". Desenrola essa mangueira junto à boca de admissão do divisor na direção da viatura. Faz a junção entre a mangueira que desenrolou e a outra desenrolada pelo C1. Estende essas mangueiras pela extremidade em direção à outra que será trazida pelo CG. Cuida da armação da sua linha.

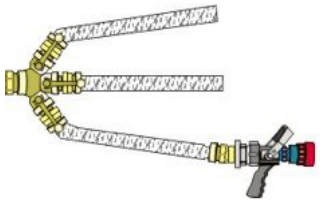
4.6. Técnicas base para armação de linhas

Linhas são as mangueiras que transportam água a partir do divisor até o esguicho, por onde é feita a aplicação ao incêndio.

A técnica base para armação de linhas mostra as atribuições gerais de cada função, conforme o número de mangueiras utilizadas.

Em toda armação de linhas é responsabilidade do AL a correção e a proteção das mangueiras que estejam dobradas, torcidas ou em atrito com quinas. Essa correção também é chamada de “fazer o seio” da mangueira.

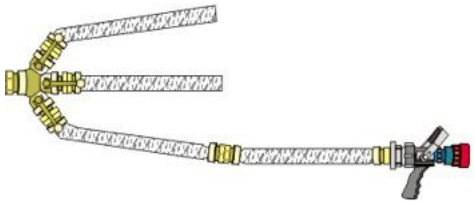
4.6.1 Armação de linha com uma mangueira



FUNÇÃO	AÇÃO
CL	Transporta um esguicho. Conecta o esguicho na extremidade da mangueira desenrolada pelo seu ajudante. Estende a linha. Manda o AL dar a voz de “pronta a linha”. Executa a posição de combate.

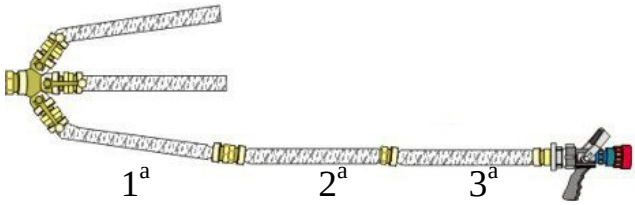
AL	Transporta uma mangueira de 1½" e a desenrola junto à saída do divisor. Conecta a extremidade dessa mangueira na saída do divisor referente à sua linha. Dá a voz de “pronta a linha”, após determinação do CL. Executa a posição de combate ao lado do CL.

4.6.2 Armação de linha com duas mangueiras



FUNÇÕES	AÇÃO
CL	Transporta um esguicho e uma mangueira de 1½". Desenrola essa mangueira junto à saída do divisor. Conecta o esguicho em uma das extremidades dessa mangueira. Estende a linha pela extremidade onde está conectado o esguicho. Manda o AL dar a voz de “pronta a linha”. Executa a posição de combate.
AL	Transporta uma mangueira de 1½" e a desenrola junto à saída do divisor. Conecta a extremidade dessa mangueira na saída do divisor referente à sua linha. Faz a junção entre as duas mangueiras. Estende a linha mediante as extremidades unidas. Dá a voz de “pronta a linha”, após determinação do chefe. Executa a posição de combate.

4.6.3 Armação de linha com três mangueiras



FUNÇÃO	AÇÃO
CL	Transporta um esguicho e a 3ª mangueira. Desenrola essa mangueira junto à saída do divisor. Faz a junção entre a 2ª e 3ª mangueiras. Conecta o esguicho na extremidade livre da 3ª mangueira. Estende a linha pela extremidade onde está conectado o esguicho. Manda o AL dar a voz de “pronta a linha”. Executa a posição de combate.
AL	Transporta a 1ª e 2ª mangueiras e as desenrola junto à saída do divisor. Conecta a extremidade da 1ª na saída do divisor referente à sua linha. Faz a junção entre a 1ª e 2ª mangueiras. Apanha, ao mesmo tempo, as extremidades unidas das 1ª e 2ª e das 2ª e 3ª mangueiras. Estende a linha, auxiliado pelo CL. Dá a voz de “pronta a linha”, após determinação do CL. Executa a posição de combate ao lado do CL.

4.7. Armação de linha direta

A linha direta é um conjunto de mangueiras que canaliza a água da boca de expulsão da viatura (ou saída do hidrante de parede) ao esguicho, sem passar por divisor. Pode ser feita com mangueiras de 1½" ou de 2½". No caso das mangueiras de 2½", em posição de combate, o bombeiro estará deitado sobre a linha.

4.7.1 Armação de linha direta com uma mangueira

FUNÇÕES	AÇÃO
CL	Transporta um esguicho. Conecta o esguicho na extremidade da mangueira desenrolada pelo seu ajudante. Estende a linha. Manda o AL dar a voz de “pronta a linha”. Executa a posição de combate.
AL	Transporta uma mangueira e desenrola-a junto à viatura. Conecta a extremidade dessa mangueira na boca de expulsão usando redução, se necessário. Dá a voz de “pronta a linha”, após determinação do CL. Toma posição de combate ao lado do CL. Executa a posição de combate ao lado do chefe.

4.7.2 Armação de linha direta com duas mangueiras

FUNÇÃO	AÇÃO
CL	Transporta um esguicho e uma mangueira. Desenrola essa mangueira junto à viatura. Conecta o esguicho em uma das extremidades dessa mangueira. Estende a linha pela extremidade onde está conectado o esguicho. Manda o AL dar a voz de “pronta à linha”. Executa a posição de combate.
AL	Transporta uma mangueira e a desenrola junto à viatura Conecta a extremidade desta mangueira na boca de expulsão, usando redução se necessário. Faz a junção entre as duas mangueiras. Estende a linha mediante as extremidades unidas. Dá a voz de “pronta a linha”, após determinação do chefe. Toma posição de combate ao lado do CL. Executa a posição de combate ao lado do chefe.

4.7.3 Armação de linha direta com três mangueiras

FUNÇÃO	AÇÃO
CL	Transporta um esguicho e uma mangueira. Desenrola essa mangueira junto à viatura. Faz a junção entre a 2ª e 3ª mangueiras. Conecta o esguicho na extremidade livre da 3ª mangueira. Estende a linha pela extremidade onde está conectado o esguicho. Manda o AL dar a voz de “pronta a linha”. Executa a posição de combate.
AL	Transporta duas mangueiras e as desenrola junto à viatura. Conecta a extremidade de uma das mangueiras na boca de expulsão da viatura usando uma redução, se necessário. Faz a união entre a 1ª e 2ª mangueiras. Apanha, ao mesmo tempo, as juntas das mangueiras que foram unidas. Estende a linha auxiliado pelo CL. Dá a voz de “pronta a linha”, após determinação do CL. Executa a posição de combate ao lado do chefe.

4.7.4 Armação de linha direta com quatro mangueiras

FUNÇÃO	AÇÃO
CL	Transporta um esguicho e duas mangueiras. Desenrola essas mangueiras junto à viatura. Faz a junção entre as mangueiras que desenrolou. Conecta o esguicho na extremidade de uma das mangueiras. Apanha, ao mesmo tempo, as extremidades unidas e o esguicho conectado, estendendo a linha. Coloca as juntas no solo, quando a 1ª, 2ª e 3ª mangueiras estiverem estendidas. Manda o AL dar a voz de “pronta a linha”. Executa a posição de combate.
AL	Transporta duas mangueiras e as desenrola junto à viatura. Conecta a extremidade de uma das mangueiras na boca de expulsão da viatura, usando redução se necessário. Faz a junção entre a 1ª e a 2ª mangueiras e entre a 2ª e a 3ª mangueiras. Une a extremidade livre das mangueiras que desenrolou à extremidade livre das mangueiras desenroladas pelo CL. Estende a linha auxiliado pelo CL transportando, ao mesmo tempo, as junções que realizou. Coloca as extremidades unidas no solo, quando as mangueiras estiverem estendidas. Dá a voz de “pronta a linha”, após determinação CL. Executa a posição de combate ao lado do chefe.

4.8. Exercícios de armação de linha simples, dupla e tripla, de acordo com a técnica base

Utilizando-se a técnica base podem ser realizados diversos tipos, chamados de bomba armar, os quais são referidos por dois números (1x1, 1x2, 2x1, 2x2, 3x1, 3x2, 4x1 ou 4x2). O primeiro número refere-se à ligação e o segundo à linha.

Pode-se ainda realizar exercícios com até três mangueiras nas linhas quando a ligação possuir até duas mangueiras (1x3, 2x3).

Para a correta realização dos exercícios deve-se, primeiramente, verificar as prescrições gerais do presente item.

4.8.1 Prescrições gerais

1) As linhas devem ser armadas a favor do vento, ou seja, tendo o vento batendo as costas dos combatentes.
2) O pronto da linha deve ser dado pelo ajudante da linha, após determinação do seu chefe, de forma verbal ou através de gesto, antes ou após a linha ser totalmente estendida. Sempre deverá ser emitida resposta de confirmação.
3) Nos exercícios com mais de duas mangueiras na ligação, o chefe ou chefes de linha (conforme o exercício) deixam o esguicho próximo ao divisor, auxiliam na ligação e depois executam a atividade referente à sua linha.
4) Nos exercícios em que os chefes de linha trabalham na ligação, os ajudantes deverão, se necessário, transportar duas mangueiras.
5) Deve-se utilizar, preferencialmente, um maior número de mangueiras na ligação e menor número nas linhas, fazendo com que a perda de pressão seja menor.

6) Nos exercícios com 3 ou 4 mangueiras na ligação as linhas devem ter, no máximo, 2 mangueiras.
7) Após o reconhecimento, o CG deve reunir a guarnição e informá-la sobre o tipo de armação de linhas a ser desenvolvida: se direta, simples, dupla ou tripla. Deve informar também a quantidade de mangueiras que serão utilizadas nas linhas e na ligação e o posicionamento de cada linha. Exemplos: “Atenção guarnição, vamos armar uma linha dupla com três mangueiras na ligação e uma em cada linha” ou, simplesmente, “Atenção, vamos armar uma linha dupla 3X1 (três por uma)”. “A primeira linha vai entrar pela porta dianteira para atacar o fogo. A segunda fica ao lado da entrada para apoio”.
8) Ao determinar que o AG dê a voz de “pronta a ligação”, o CG deverá posicionar-se no aparelho divisor até o seu retorno.
9) Ao dar a voz de “pronta a linha” o ajudante deverá identificá-la: “pronta a 1ª, 2ª ou 3ª linha.”
10) Durante as conexões na boca de expulsão da viatura e no divisor, as mangueiras deverão ser guarnecidas. Essa técnica evita que a mangueira seja arrastada por quem a está estendendo.
11) O AG e os AL poderão entregar a extremidade das mangueiras diretamente nas mãos do receptor, ou poderão deixá-las no solo para que eles a peguem, se isto agilizar a atividade.
12) Na armação de linha direta com quatro mangueiras, pode-se conectar o esguicho ainda na mangueira enrolada e

realizar o transporte das mangueiras com o esguicho já conectado na extremidade.

13) Conforme a situação, para ganhar tempo, o CG poderá fazer a junção entre a 1ª e 2ª mangueiras da ligação, enquanto que os CL poderão fazer a junção entre a 1ª e 2ª mangueiras da linha.
14) O aumento ou a diminuição do número de mangueiras na linha poderá ser realizado sempre que houver necessidade. Para isto, é necessário:
    a. Dar a voz de “alto a linha”.
    b. Retirar o esguicho.
    c. Trazer a outra mangueira.
    d. Realizar as devidas conexões ou retirar a mangueira e conectar novamente o esguicho.

4.8.2 Bomba armar 1 x 1

Descrição**:** uma mangueira na ligação e uma mangueira em cada linha

O Bomba Armar 1 x 1 pode ser visto da seguinte forma:

Armação da ligação

CG – Transporta o aparelho divisor ao local tecnicamente recomendado (Figura 113a) e volta até a boca de expulsão da viatura ou hidrante, onde irá encontrar uma das extremidades da mangueira de 2½" deixada pelo AG (Figura 113b). Estende a mangueira e a conecta

na boca de admissão do aparelho divisor, ao mesmo tempo em que manda o AG dar a voz de “pronta a ligação” (Figura 113c e Figura 113d).

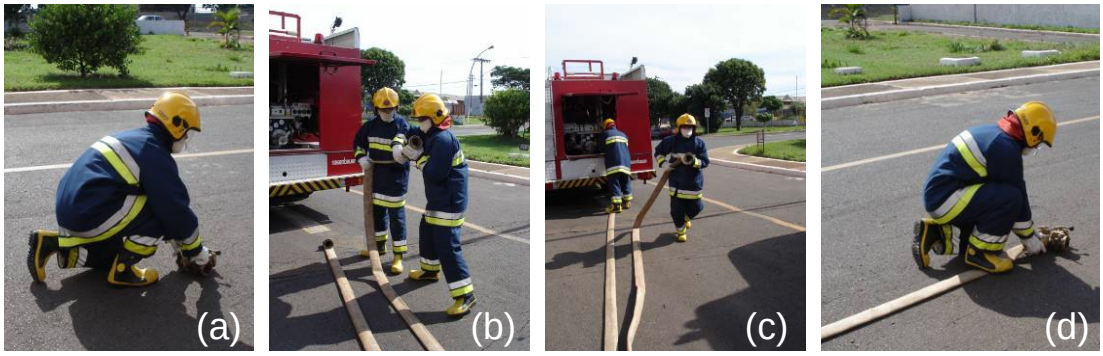


Figura 113 - Chefe de guarnição na armação de ligação

AG – Transporta uma mangueira de 2½" para as proximidades da boca de expulsão da viatura ou hidrante (Figura 114a e Figura 114b). Desenrola-a (Figura 114c), faz adaptações, se necessário, e efetua a conexão (Figura 114d), guarnecendo a mangueira, para que o CG possa estendê-la. Faz o seio na mangueira (Figura 114e), dá a voz de “pronta a ligação”, após determinação do CG, e desloca-se até o divisor (Figura 114f).

Figura 114 – Auxiliar de guarnição na armação de ligação

Armação das linhas

CL – Estende a mangueira recebida do AL (Figura 115a) e conecta, de forma imediata, o esguicho (Figura 115b); ordena ao AL que dê a voz de “pronta a linha”, identificando-a. Toma posição de combate (Figura 115c).

Figura 115 - Chefe de linha na armação de linha

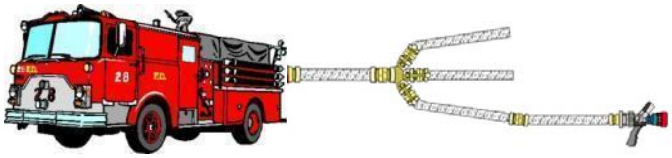
AL – Transporta uma mangueira de 1½" até a boca de expulsão do aparelho divisor (Figura 116a), desenrola-a (Figura 116b) e entrega uma das extremidades ao CL (Figura 116c). Guarnece a

mangueira e conecta a outra extremidade no aparelho divisor (Figura 116d). Faz o seio na mangueira, se necessário (Figura 116e). Após ordem do CL, dá a voz de “pronta a linha” e, em seguida, executa a posição de combate ao lado do chefe (Figura 116f).

Figura 116 - Ajudante de linha na armação de linha

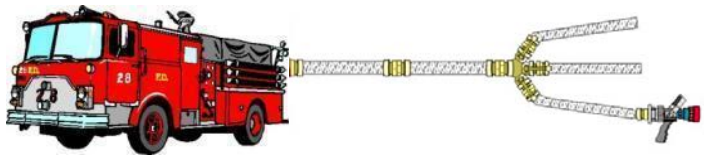
4.8.3 Armação 1 x 2

Descrição**:** uma mangueira na ligação e duas mangueiras em cada linha



4.8.4 Armação 2 x 1

Descrição**:** duas mangueiras na ligação e uma mangueira em cada linha



4.8.5 Armação 2 x 2

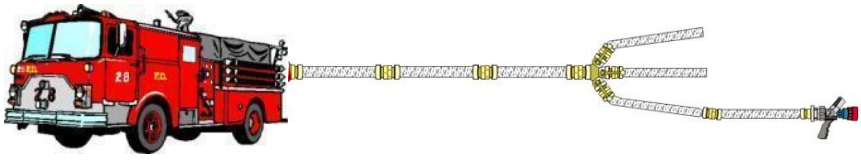
Descrição**:** duas mangueiras na ligação e duas mangueiras em cada linha

4.8.6 Armação 3 x 1

Descrição**:** três mangueiras na ligação e uma mangueira em cada linha

4.8.7 Armação 3 x 2

Descrição**:** três mangueiras na ligação e duas mangueiras em cada linha

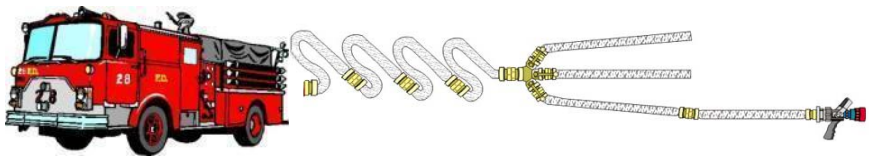


4.8.8 Armação 4 x 1

Descrição: quatro mangueiras na ligação e uma em cada linha

4.8.9 Armação 4 x 2

Descrição: quatro mangueiras na ligação e duas mangueiras em cada linha



4.9. Armação de mangueiras no plano vertical

O Distrito Federal possui edificações que, em sua maioria, são dotadas de sistemas próprios de proteção por hidrantes de parede. Para o combate em edifícios altos, deve-se preferir utilizar esses hidrantes, a fim de que o combate seja rápido e eficiente.

Somente se houver algum problema com esses dispositivos, faz-se a armação de mangueiras no plano vertical ou realiza-se a armação das linhas pela escada de emergência da edificação, até o limite de três pavimentos.

4.9.1 Utilização de escada prolongável de fibra com dois bombeiros

Figura 117 - Escada prolongável

A escada prolongável permite o acesso das guarnições de salvamento e de combate a incêndio a planos elevados, podendo conduzir linhas de ataque ao local do incêndio.

A técnica descrita abaixo visa organizar a utilização das escadas prolongáveis de fibra, utilizando uma dupla de bombeiros, organizada como chefe e ajudante.

Desenvolvimento da técnica:

1) Sob a ordem de retirar a escada, o ajudante sobe na viatura e libera a escada, a qual deverá estar com as sapatas voltadas para a parte traseira da viatura, e a empurra para o chefe. Este a sustenta, até que o ajudante desça e apóie o outro lado.
2) Com a escada sobre o ombro direito de ambos, caminham em direção ao local onde será armada, com o chefe à frente.

Figura 118 - Transporte da escada

3) Chegando ao local estabelecido, o chefe coloca as sapatas no solo, a uma distância aproximada de um metro da parede, apoiando-as com os pés (ver Figura 119).
4) O chefe posiciona-se ao lado das sapatas da escada, a fim de determinar o ponto exato onde será estabelecida, enquanto o ajudante permanece ao lado contrário.

Figura 119 - Posicionamento da escada

5) Sob a ordem de “elevar escada”, dado pelo chefe, enquanto apóia as sapatas com os pés, o ajudante a eleva até que fique na posição vertical, sem deixar que toque na parede.

Figura 120 - Elevação da escada

6) Antes de dar a ordem para desenvolver a escada, o chefe troca de lugar com o ajudante, passando para a frente da escada (Figura 121a). Enquanto o chefe a segura, o ajudante desfaz o nó que prende o lance da escada (Figura 121b).

Figura 121 – Preparação para o desenvolvimento da escada

7) Sob a ordem de “desenvolver escada”, o ajudante puxa a corda da escada para baixo, fazendo com que seja arvorada, até o ponto em que o chefe, que estará observando a altura e o local alcançado, dê a ordem de “desenvolvimento alto”, momento em que o ajudante pára de puxar a corda e se certifica de que a escada se encontra travada.

Figura 122 - Desenvolvimento da escada

8) O ajudante fixa a corda da escada no degrau, com um nó volta do fiel, prendendo o lance móvel da escada (Figura 123a). Enquanto isso, o chefe encosta a escada na parede, corrigindo sua posição se necessário (Figura 123b).

Figura 123 - Fixação da corda

9) A partir daí, a segurança da escada deve ser feita pelo ajudante, puxando-a para si e observando os movimentos de quem a está utilizando (Figura 124). Esta ação requer do bombeiro atenção constante.

Figura 124 - Segurança da escada

O primeiro bombeiro a subir na escada deve amarrá-la na edificação, se possível.

4.9.2 Técnica da mochila

É utilizada para permitir que o bombeiro acesse um andar superior munido com uma linha de mangueira para o combate, dentro do pavimento ou a partir da própria escada.

Desenvolvimento da técnica:

1. Posicione-se o esguicho voltado para baixo, ao lado do cilindro de ar; a alça da mangueira passa por cima do ombro do bombeiro (Figura 125).

Figura 125 - Posicionamento do esguicho na técnica da mochila

2. Passe a alça da mangueira por baixo do braço, cobrindo o cilindro; a seguir, passe a mangueira por baixo do segundo braço, de baixo para cima (Figura 126).

Figura 126 - Alça da mangueira para técnica da mochila

3. Com a mangueira seguindo por cima do ombro, deve-se terminar o procedimento passando a alça por cima do cilindro (Figura 127). Para o bombeiro desfazer a amarração, basta puxar a alça com a mão esquerda por cima do ombro.

Figura 127 - Finalização da alça para a técnica da mochila

4.9.3 Içamento de linha

Nessa técnica, a linha é montada, primeiramente, no plano horizontal, para depois ser içada conforme determinação do comandante de socorro.

O içamento é feito com as mangueiras sem água.

O chefe da guarnição:

- Determina qual linha ou quais linhas irão tomar posição no andar desejado.
- Coordena toda a operação.

O auxiliar de guarnição:

- Apanha a extremidade do cabo lançado.
- Faz a amarração (fiel ou laçada) na extremidade da mangueira.
- Completa com um cote na extremidade do esguicho.

Figura 128 – Amarração na extremidade da mangueira e cote na extremidade do esguicho

- Manda içar a linha e a guarnece para evitar choque com a parede ou vidraças da edificação.
- Reassume o divisor.

O chefe da linha que irá tomar posição no andar superior:

- Determina ao seu ajudante que dê alto a linha, apanhe um cabo e, se necessário, mais uma mangueira. Para içar

uma linha até o terceiro andar (ou 10 metros de altura), ela deve ser composta de duas mangueiras de 15 metros cada.

- Desconecta o esguicho, transporta a extremidade da mangueira para as proximidades do prédio em que será içada e aguarda a chegada da outra mangueira, para efetuar novamente a conexão do esguicho.
- Sobe para o andar determinado transportando o cabo recebido do seu ajudante.
- Localiza um ponto seguro, fixando nele uma das extremidades do cabo e entrega a outra para o ajudante.
- Após a fixação da mangueira pelo ajudante, o CL ordena que o ajudante dê “pronta a linha” por meio da sacada ou janela.

O ajudante da linha que irá tomar posição no andar superior:

- Dá a voz de “alto a linha” ao AG.
- Apanha uma mangueira, dois cabos da vida e um cabo solteiro, conforme determinação do chefe.

CABO DA VIDA: cabo com, no máximo 4,5 metros, que serve para a segurança individual do bombeiro.
CABO SOLTEIRO: cabo destinado às diversas atividades de bombeiro.

- Desenrola a mangueira, próxima de onde será içada, entrega uma extremidade ao seu chefe e une a outra à que já estava no solo.

- Sobe para o andar determinado, recebe do seu chefe a extremidade do cabo e o lança para baixo, avisando que “lá vai cabo”.
- Iça a mangueira após determinação do AG, fixando-a com o cabo utilizado para o içamento.
- Vai até a sacada ou janela e dá a voz de “pronta a linha”, identificando-a.

As limitações dessa técnica são:

- Exige a disponibilidade de uma escada interna, prolongável ou plataforma, para que os bombeiros cheguem ao andar onde será feito o combate, e de lá façam o içamento.
- A escada prolongável atinge apenas o segundo pavimento da edificação.
- A perda de pressão pela altura é aumentada pelo uso de mangueiras de pequeno diâmetro como as de 1½". Por isso, acima de 10 metros de altura, será melhor içar a ligação.

4.9.4 Operação de içar ligação

A técnica somente será utilizada em situações que não permitam a utilização dos hidrantes de parede e em edificações muito antigas que não tenham esse tipo de sistema preventivo.

Permite utilizar duas ou três linhas controladas no próprio pavimento. Içar o divisor facilita dar “alto às linhas”, diminui a perda de carga, reduz o número de mangueiras de 1½" a serem utilizadas, o número de cabos solteiros, amarrações em juntas e, principalmente, o desgaste da guarnição e o tempo de armação das linhas.

Não existe limitação da altura para essa técnica. Exemplo disso é que já foram içadas ligações em prédios de até doze andares.

Desenvolvimento da técnica

O CG:

- Determina, de acordo com a altura do pavimento em que está ocorrendo o incêndio, o número de mangueiras na ligação e nas linhas. Para a parte horizontal, usa-se uma mangueira, e mais um lance para cada andar. Assim, para içar a ligação até o sexto andar usam-se três mangueiras.
- Transporta o divisor até o pavimento imediatamente inferior ao incêndio ou no mesmo andar, caso esteja seguro o suficiente para seu estabelecimento.
- Comanda e controla toda a operação observando se as mangueiras estão sem dobras, se as amarrações nas juntas estão sustentando as mangueiras da ligação ou se estão sendo sustentadas apenas por meio das juntas.
- Manda dar a voz de “pronta a ligação”.

O AG:

- Transporta e desenrola as mangueiras, conforme determinação do CG e faz as devidas conexões.
- Usando dois cabos solteiros, faz as amarrações nas juntas das mangueiras e na extremidade da última mangueira.
- Manda içar primeiro a extremidade e depois as juntas.
- Sobe para junto do divisor, sinaliza “pronta a ligação”.
- Assume o divisor.

Os CLs:

- Transportam o material que será utilizado na armação das linhas. Cada chefe prepara a sua linha fazendo as devidas conexões.
- Mandam os ALs darem a voz de “pronta a linha”. Se a linha for dupla, o C3 auxilia os outros chefes no transporte das mangueiras e esguichos.

O A1:

- Sobe transportando um cabo para um andar intermediário.
- Vai até a janela ou sacada e lança o cabo, avisando “lá vai cabo”.
- Após determinação do AG, iça a conexão das duas primeiras mangueiras e as fixa, juntas em um ponto seguro.
- Sobe para assumir a sua linha.
- Dá a voz de “pronta a linha” e a assume.

O A2:

- Sobe transportando um cabo até o andar que se encontra o divisor; lança o cabo para baixo, avisando “lá vai cabo”.
- Iça a extremidade da última mangueira após determinação do AG.
- Conecta a extremidade na boca de admissão do divisor.
- Fixa o divisor em um ponto seguro, utilizando o mesmo cabo do içamento da mangueira.
- Dá a voz de “pronta a linha” e a assume.

O A3:

- Se a edificação for mais alta e precisar de mais uma mangueira na ligação, o A3 é o responsável pelo içamento e fixação das juntas da primeira mangueira, que será içada por último.
- Realiza as atividades da linha conforme a primeira e a segunda linhas.

4.9.5 Armação de linhas de combate em prédios altos utilizando a plataforma mecânica

Esta técnica somente será utilizada em situações que não permitam a utilização dos hidrantes de parede e em edificações muito antigas que não tenham esse tipo de sistema preventivo.

É utilizada também quando não for possível fazer a técnica de içamento de ligação. A técnica possui facilidades de utilização, mas existe limitação em relação à altura em que o cesto da plataforma pode atingir.

Também não deve ser utilizada quando existir suspeitas de vítimas e não houver a possibilidade de retirá-las pelas vias normais de evacuação e ainda não houver a possibilidade de utilizar-se de duas plataformas, ao mesmo tempo. Por isso, o Comandante de Operações deve avaliar bem a situação durante o reconhecimento, deve planejar as suas ações verificando as prioridades, principalmente em relação a vítimas, e definir os seus objetivos, para evitar surpresas durante a execução do plano.

Para realizar esta técnica, primeiramente, acondicionam-se a mangueira e divisor no cesto da plataforma mecânica. A mangueira estará enrolada de forma sanfonada e presa com tira de borracha para

que não desfaça o acondicionamento (Figura 129a). A extremidade da mangueira será conectada na boca de expulsão do cesto (Figura 129b).

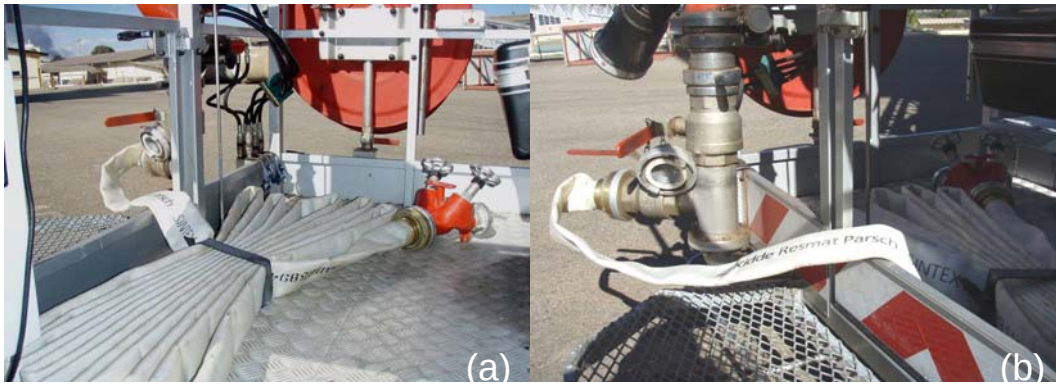


Figura 129 – Acondicionamento da mangueira no cesto da plataforma

O aparelho divisor será conectado na outra extremidade da mangueira, ambos ficarão dentro do cesto.

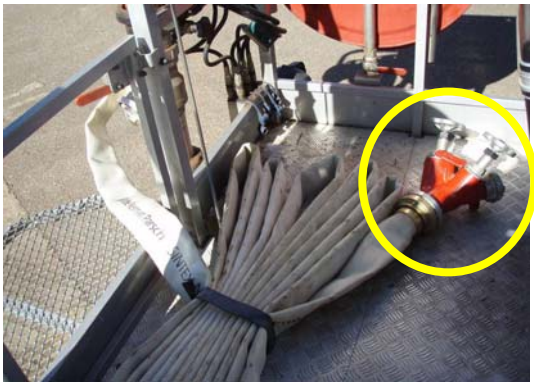


Figura 130 – Conexão do divisor na mangueira

É importante que este procedimento fique de forma permanente, podendo ser utilizado em qualquer tipo de incêndio que necessite deste recurso.

Mais mangueiras poderão ser enroladas da mesma forma e colocadas dentro do cesto, podendo quando necessário aumentar o números de mangueiras na ligação.

Inicialmente o CG e os bombeiros subirão no prédio pela escada de emergência, para combater o incêndio utilizando o preventivo fixos, levando mangueiras de 1½", esguichos e chaves de mangueiras. Caso os preventivos não funcionem, pode-se utilizar a plataforma mecânica da forma indicada a seguir.

Desenvolvimento da técnica

O CG:

- •Determina, caso haja a necessidade de se utilizar a plataforma mecânica, o pavimento em que o cesto irá se estabelecer.
- Recebe do AG que está no cesto da plataforma a mangueira que esta acondicionada de forma sanfonada e conectada no aparelho divisor e coloca no ombro (Figura 131).

Figura 131 – Transferência da mangueira do AG para o CG

- Na medida em que se transporta o divisor até o pavimento onde será estabelecida, a mangueira irá se desenrolar.

- Caso seja necessário acrescentar mangueiras à ligação, é determinado ao AG para pegar a mangueira no cesto da plataforma e desenrolá-la próximo ao divisor. O CG deve desconectar a mangueira da ligação no divisor, pegar uma extremidade da mangueira que foi desenrolada e conectá-la no aparelho divisor, levando-o para o local do combate.
- Comanda e controla toda a operação observando se as mangueiras estão sem dobras.
- Manda dar a voz de “pronta a ligação”.

O AG:

- •Se posiciona dentro do cesto e coloca mais mangueiras de 2½", dentro do cesto da plataforma.

Figura 132 – Posicionamento do AG no cesto

- Entrega para o CG a mangueira e divisor que estão no cesto.
- Passa para o prédio e auxilia o CG fazendo o seio e tirando a mangueira de quinas.

- Caso seja necessário acrescentar mangueiras à ligação, pega a mangueira no cesto da plataforma e a desenrola próxima ao divisor; pega a outra extremidade da mangueira que foi desenrolada e une as mangueiras.
- Sinalizar “pronta a ligação” de um local que possa ser visto pelo operador da plataforma mecânica.

Figura 133 – Sinalização de "pronta a ligação" pelo AG

- Assume o divisor.

Figura 134 – Posicionamento do AG no divisor

Os CLs e ALs fazem a armação de linhas conforme técnica base.

Prescrições gerais:

- Colocar o aparelho divisor próximo a escada de emergência, que dará acesso ao andar do sinistro.

Figura 135 – Posicionamento do divisor próximo à escada

- Fazer o seio na mangueira tirando das quinas presentes na edificação.

Figura 136 – Seio na mangueira

- Colocar a segurança individual ao se expor à altura (cabo da vida).

Figura 137 – Segurança individual

- O AG é o único que sobe através do cesto da plataforma.
- No término da operação todo material utilizado é colocado no cesto.

5. Combate a incêndio com o uso de espuma

O objetivo de estabelecer uma ou mais linhas de combate com espuma é formar uma camada (película) sobre a superfície em chamas, seja ela líquida ou sólida.

Não se deve utilizar espuma para o combate a incêndios das classe C e D.

As características da espuma estão presentes no Módulo 1 deste manual, em agentes extintores.

A espuma do tipo AFFF/ARC é utilizada:

- A 1% nos sólidos combustíveis, como a madeira.
- A 3% nos hidrocarbonetos (derivados de petróleo) – gasolina, diesel.
- A 6% nos solventes polares - combustíveis líquidos solúveis em água, como o álcool.

Tal dosagem significa que a mistura terá 3% de LGE e 97% de água.

Pode-se utilizar espuma, simultaneamente ao uso de pó, para extinção de incêndio.

5.1. Armação de linha direta com espuma

Figura 138 - Misturador entre linhas

Material necessário:

- Mangueira de 2½".
- Líquido Gerador de Espuma (LGE), em galão.
- Misturador entre linhas.
- Mangueira(s) de 1½".
- Esguicho regulável.

Vozes de comando:

- Para a montagem: “Atenção guarnição, linha direta com espuma, bomba armar”.
- Para a desmontagem: “Atenção guarnição, bomba desarmar”.

FUNÇÃO	AÇÃO
CG	Transporta o misturador entre linhas ao local tecnicamente recomendado. Vai ao encontro do AG e recebe dele a extremidade da mangueira de 2½". Estende e conecta a extremidade desta mangueira na boca de admissão do misturador entre linhas. Manda dar a voz de “pronta a linha”.
AG	Transporta uma mangueira de 2½" e a desenrola próxima à boca de expulsão da viatura. Retira o tampão da boca de expulsão da viatura. Conecta uma das extremidades da mangueira. Entrega a outra extremidade nas mãos do CG. Dá a voz de “pronta a linha” após determinação do chefe. Com a linha pressurizada e o esguicho aberto, testa se o aspirador está succionando. Regula a porcentagem de LGE. Coloca o aspirador do misturador dentro do galão de LGE.
CL	Transporta um esguicho e o galão de LGE até próximos ao misturador entre linhas. Cuida da armação da linha. Após a armação da linha, abre o esguicho ainda com água.
AL	Procede conforme o Bomba Armar 1x1. Porém, conecta a mangueira na saída do misturador entre linhas.

5.2. Bomba armar utilizando espuma nas três linhas

Figura 139 - Bomba armar utilizando espuma nas linhas

Material necessário:

- Mangueira de 2½".
- LGE (galão).
- Misturador entre linhas.
- Manga de mangueira.
- Divisor.
- Mangueira(s) de 1½", conforme o número de linhas que se deseja estabelecer.
- Número de esguichos reguláveis conforme o número de linhas estabelecidas.

Vozes de comando:

- Para a montagem: “Atenção guarnição, com uma mangueira na ligação e uma em cada linha. Espuma nas três linhas, bomba armar”.
- Para a desmontagem: “Atenção guarnição, bomba desarmar”.

FUNÇÃO	AÇÃO
CG	Procede conforme o bomba armar 1x1. Conecta a mangueira na boca de admissão do misturador entre linhas.
AG	Procede conforme o bomba armar 1x1. Introduz o aspirador do misturador entre linhas no galão de LGE. Regula a porcentagem de LGE.
C1	Transporta um esguicho e uma manga de mangueira até o divisor. Conecta a manga de mangueira no divisor. Cuida da armação da primeira linha.
A1	Procede conforme o bomba armar 1x1.
C2	Transporta um esguicho e o misturador entre linhas Conecta a manga de mangueira no misturador entre linhas. Cuida da armação da segunda linha.
A2	Procede conforme o bomba armar 1x1.
C3	Transporta um esguicho e o galão de LGE até próximo ao misturador entre linhas. Cuida da armação da terceira linha.
A3	Procede conforme o bomba armar 1x1.

Observações:

- Ao direcionar o jato de espuma sobre um líquido em chamas, deve-se atingir primeiramente um anteparo, se possível. Isso para não espalhar o combustível a áreas não atingidas.

- Evitar movimentar a espuma, após formada a película sobre o combustível.

6. Técnica de abastecimento

Abastecimento é o processo que visa suprir as viaturas de combate a incêndio com o agente extintor (água) conduzindo-o da fonte disponível até o local do sinistro.

O abastecimento de água antes e durante a extinção do incêndio é fundamental para o sucesso das operações de combate. Se a quantidade de água no local do evento for insuficiente ou acabar durante as atividades, a extinção torna-se inviável.

As características da água estão presentes no Módulo 1 deste manual, em agentes extintores.

O abastecimento pode ocorrer por três formas:

- Diferença de pressão – Quando o hidrante urbano possui pressão suficiente para impelir a água para o interior do tanque da viatura.
- Desnível ou gravidade – Ocorre quando a fonte de abastecimento está situada em nível acima do nível do tanque da viatura.
- Sucção – Ocorre quando a fonte de abastecimento (manancial ou reservatório) está situada em um nível abaixo do nível da viatura. Para que ocorra sucção, o desnível não poderá ultrapassar 7 (sete) metros de altura.

6.1. Fontes de abastecimento

O abastecimento pode ser feito utilizando as fontes de abastecimento:

- Hidrante urbano (ou de coluna) – É o método mais utilizado pelo CBMDF para captação de água. Apresenta como vantagem o fato de a viatura não ter que parar

muito próximo a ele. Geralmente possui pressão suficiente para impelir a água para o interior do tanque da viatura. A rede de distribuição de água aos hidrantes é a mesma que abastece os domicílios da cidade.

- Viaturas do tipo Auto Bomba Tanque (ABT), Auto Tanque (AT) ou carro-pipa – São utilizadas em casos de deficiência de hidrantes ou de ausência de mananciais próximos ao sinistro. Também otimizam a utilização das viaturas de combate, quando há várias disponíveis para o abastecimento.
- Mananciais – Rio, poço, lago, represa, córrego, etc;
- Reservatórios – Caixa da água, espelho d'água e piscina.

O abastecimento em mananciais e em reservatórios é realizado por meio de sucção, com o emprego do corpo de bombas da viatura.

6.2. Abastecimento por meio de hidrante urbano

Figura 140 - Hidrante urbano (ou de coluna)

6.2.1 Abastecimento de hidrante urbano utilizando o mangote

Figura 141 - Abastecimento de hidrante urbano utilizando o mangote

O abastecimento com mangote é sempre recomendado, pois possibilita ligar-se diretamente o hidrante ao corpo de bomba, utilizando toda a pressão e vazão do hidrante.

O controle da bomba mantendo a sucção dentro dos limites de capacidade do hidrante depende do motorista. Caso esse limite seja excedido, pode haver entrada de ar na bomba, danificando-a.

Caso a pressão do hidrante seja muito alta, deve-se ter cuidado quando da interrupção do fluxo de água pois poderá ocorrer ruptura do mangote.

Os problemas para o abastecimento com mangote são a falta de adaptações e mangotes no socorro e a pouca flexibilidade dos mangotes, que exigem que a viatura estacione à distância e em posição específicas em relação ao hidrante.

Material utilizado:

- Mangotes - 1½", 2½", 4”ou 6”.
- Conectores - Adaptadores, reduções de mangotes.
- Chaves - De biela, de mangote, sobreposta, de hidrante (tipo S ou J), do tipo T.

- Outros materiais - Volante de hidrante, luvas de registro de hidrante.

Procedimentos a serem adotados:

- Retire o tampão do hidrante.
- Abra o registro do hidrante – Para realizar uma limpeza, deixe a água fluir por alguns instantes (situação conhecida como descarga).
- Feche o registro.
- Conecte uma extremidade do mangote no hidrante.
- Conecte a outra extremidade do mangote na boca de admissão da viatura.

6.2.2 Abastecimento de hidrante urbano utilizando mangueira

Figura 142 - Abastecimento de hidrante utilizando mangueira

Nesse caso, a água recebida do hidrante vai para o tanque, de onde a bomba a pressuriza para utilização no combate. É mais utilizado por ser mais rápido e fácil.

A flexibilidade e o comprimento da mangueira permitem posicionar a viatura de diferentes modos. Não se faz sucção, pois se a bomba solicitasse mais água que a capacidade do hidrante a mangueira se fecharia.

O abastecimento com mangueiras produz maior perda de carga (de pressão e de vazão) por terem comprimento maior que os mangotes. Em geral, as mangueiras possuem diâmetro menor que os mangotes, e, portanto, fornecem menor vazão.

Deve-se utilizar apenas uma mangueira para ligar o hidrante à viatura, aproveitando melhor a carga do hidrante.

Se o hidrante estiver distante do incêndio é aconselhável fazer o abastecimento por outra viatura. Se não houver outra, pode-se ligar o hidrante à boca de admissão da viatura com uma mangueira, e estender várias mangueiras da boca de expulsão até o divisor.

Desse modo, a bomba da viatura pressuriza a água e compensa a perda de carga nas mangueiras da ligação até o divisor. No entanto, o tempo necessário para fazer a ligação da viatura ao divisor atrasa o início do ataque ao fogo.

Deve-se abastecer a viatura pela boca de admissão, pois ao utilizar o tampão do tanque a dobra da mangueira aumenta a perda de carga.

Material necessário:

- Mangueiras de 1½" ou de 2½".
- Conectores (adaptadores, reduções de mangueiras).
- Chaves - De mangueira (simples ou conjugada), de hidrante (tipo S ou J), do tipo T.
- Outros materiais - Volante de hidrante e luvas de registro de hidrante.

Procedimentos a serem adotados:

- Retire o tampão do hidrante.
- Abra o registro do hidrante – para realizar uma limpeza - e deixe a água fluir por alguns instantes (situação conhecida como descarga).
- Feche o registro.
- Conecte a mangueira ao hidrante.
- Conecte a mangueira na boca de admissão da viatura (ver Figura 143a) ou na parte superior do tanque (ver Figura 143b).

Figura 143 - Abastecimento de hidrante urbano utilizando a mangueira

6.3. Abastecimento em mananciais e reservatórios

Figura 144 - Abastecimento em mananciais e reservatórios

O abastecimento em mananciais e em reservatórios é realizado por meio de sucção, com o emprego do corpo de bombas da viatura.

Para que ocorra sucção, a profundidade não pode ser superior a 7 metros, ao nível do mar. No Distrito Federal, essa profundidade não pode ser superior a 4 metros.

Material utilizado:

- Mangotes de 1½", 2½", 4”ou 6”.
- Conectores (adaptadores, reduções de mangotes).
- Ralo com válvula de retenção.
- Chaves de biela, de mangote, sobreposta.

Procedimentos a serem adotados:

- Conecte uma extremidade do mangote na boca de admissão da viatura.
- Se houver, pode-se conectar a outra extremidade do mangote no ralo, que evita a entrada de sujeira no mangote. Alguns ralos possuem válvula de retenção, que mantém a coluna d’água quando se desliga a bomba.
- Mergulhe o ralo no meio líquido.

O condutor da viatura faz a escorva, que é a retirada do ar da bomba. Em algumas viaturas esse mecanismo é automático.

6.4. Abastecimento realizado por outra viatura

As viaturas do tipo Auto Bomba Tanque (ABT), Auto Tanque (AT) e carro-pipa servem como intermediárias quando o hidrante ou manancial não está perto do incêndio.

A viatura permanece ligada ao manancial ou ao hidrante, e com a pressão de sua bomba, abastece a viatura de combate, por meio de mangueiras.

Se o hidrante for muito longe, uma ou mais viaturas podem ser utilizadas para transportar água. As viaturas abastecem-se, deslocam-se até o local do incêndio e transferem a água para a viatura que está combatendo.

Material necessário, conforme o caso:

- Mangueiras - 1½" ou 2½".
- Conectores (adaptadores e reduções de mangueiras).
- Chaves de mangueira (simples ou conjugada).

Figura 145 - Abastecimento realizado por outra viatura utilizando mangueira

Procedimentos a serem adotados:

- Conecte uma extremidade na boca de expulsão de uma viatura.
- Conecte a outra extremidade na boca de admissão ou na parte superior do tanque da viatura que será abastecida.

Observações:

O comandante de socorro e os chefes de guarnições das viaturas de combate a incêndio devem conhecer as fontes disponíveis

em suas respectivas áreas de atuação, por meio dos seguintes procedimentos:

- Visitas de reconhecimento do terreno (verificação das condições de acesso, da necessidade de bombeamento por sucção ou gravidade e a quantidade de água disponível).
- Treinamentos constantes de abastecimento, envolvendo as viaturas existentes na área, verificando as melhores formas de utilização dos materiais existentes na viatura.
- Contato com órgãos públicos que possuam carros-pipa, de forma que os telefones de contato estejam acessíveis nas unidades operacionais.
- Visitas de inspeção de hidrantes urbanos, bem com a verificação da vazão e pressão e eventual necessidade de reparos, que podem ser feitos pela Seção de Hidrante do CBMDF.

7. Tipos de jatos

A água pode ser utilizada sob três tipos de jatos:

- Compacto (ou sólido).
- Neblinado.
- Atomizado – também chamado de pulsado, neblinado a baixa vazão, pulverizado, nebulizado ou *spray*.

7.1. Jato compacto

É um jato fechado, produzido pelo esguicho regulado em ângulo de abertura pequeno.

Figura 146 - Jato compacto com esguicho regulável

A pequena abertura produz uma descarga de água na qual, praticamente, não há divisão de partículas, e toda a água segue em uma só direção.

Figura 147 - Jato compacto quebrado pelo atrito com o ar

Tem pequena área de abrangência em relação ao volume de água, o que diminui a absorção de calor no contato com o combustível e outras superfícies aquecidas. Isso porque apenas uma proporção mínima da água aplicada em jato compacto chega a vaporizar-se.

7.2. Jato neblinado

O jato neblinado é produzido pela regulagem do esguicho em ângulos semelhantes aos utilizados no jato compacto até à proximidade de 180^{o} de abertura.

Figura 148 - Jato neblinado

O ângulo de abertura produz partículas bem separadas.

Comparado ao jato compacto, atinge uma área maior, alcança menor distância, produz menor impacto no combustível e empurra mais ar.

O mesmo volume de água aplicado em jato neblinado consegue absorver mais calor que em jato compacto, pois atinge uma área maior do ambiente.

7.3. Jato atomizado

O jato atomizado consegue diminuir a temperatura e extinguir as chamas na camada de fumaça sem formar vapor excessivo.

Figura 149 - Jato atomizado

O jato atomizado é uma variação do jato neblinado em que o tamanho das partículas é crucial.

As partículas (gotas) que o compõem devem medir entre 200 e 600 microns. Considerando que, na prática, não é viável medir gota a gota, para se obter o jato atomizado utiliza-se vazão de 30 GPM (galões por minuto).

A pressão no corpo de bombas da viatura, para armação de linhas no plano horizontal, deve ser de 9 bar para as linhas simples, duplas ou triplas, ou seja, sempre que for utilizado o divisor. Entretanto, um chefe de linha experiente, conhecedor das características do jato atomizado, no caso de armações de linhas mais extensas, como 4X1 ou

4X2, perceberá a perda de pressão e consequentemente, a perda das características do jato atomizado.

Neste caso, para compensar a perda de pressão e adequar as características do jato, o chefe de linha poderá solicitar ao chefe da guarnição um aumento da pressão de até 2 bar. Este aumento da pressão será determinado pelo chefe da guarnição ao condutor e operador da viatura, sendo que será de 1 bar a cada solicitação. Portanto, o limite de pressão no corpo de bomba da viatura, para o plano horizontal, será de 11 bar.

Deve alcançar a maior superfície e profundidade possível da fumaça e tornar-se vapor totalmente dentro dela. Não deve vaporizar antes de atingir a fumaça, nem “sobrar” para atingir parede ou teto.

Os jatos compacto e neblinado não são indicados para o combate às chamas na fumaça. Por serem compostos de gotas grandes, esses jatos facilmente atravessam a fumaça e param nos anteparos existentes (teto e paredes).

O operador da viatura deve monitorar uma pressão mínima constante de 8 a 9 bar, e compensar se houver perdas devido à altura, para formar o jato atomizado.

O jato atomizado é aplicado em pulsos, ou seja, aberturas de até 2 segundos de duração, em intervalos curtos que dependem do resfriamento da camada de fumaça. Geralmente, esses intervalos são de até 2 segundos entre cada pulso, diminuindo-os se a temperatura estiver muito alta. Durante cada pulso, o equivalente a dois ou três copos de água será colocado dentro da camada de fumaça.

O esguicho para o jato atomizado precisa de regulagens de vazão e ângulo de abertura e uma manopla de abertura e fechamento.

Figura 150 - Esguicho de jato atomizado

A abertura deve ser bem rápida e o fechamento deve ser mais lento para diminuir o golpe de aríete[2].

O bombeiro deve movimentar o esguicho a cada novo pulso, cobrindo assim um volume de ar que ainda não fora resfriado.

Se as gotículas estiverem no tamanho adequado, é possível observar a suspensão da maioria delas por uns poucos segundos no ar antes de caírem.

[2] Com o fechamento rápido do esguicho, a água que está sendo empurrada pela bomba é bloqueada de forma brusca, fazendo com que ocorra uma mudança na direção do fluxo, retornando em direção à bomba com a mesma força que está sendo expelida e chocando-se com o fluxo que está vindo da bomba. Este processo se repete de forma contínua e com aumento progressivo da força dos choques. Pode causar danos à bomba e só acaba quando se libera o fluxo da água, abrindo-se o esguicho novamente, por exemplo.

Fonte: www.firetactics.com

Figura 151 – O jato atomizado provoca uma suspensão das gotículas de água no ar

Figura 152 - Ângulo de abertura do jato atomizado para compartimentos grandes e para frente de porta.

8. Abertura e entrada em incêndio

> "A abertura mais importante de um incêndio é aquela por onde devem entrar os bombeiros".
> Paul Grimwood, em *Tactical Firefighting*, 2003.

Abrir uma porta para a entrada é um momento crítico no qual os bombeiros se expõem às condições internas do cômodo incendiado. Por isso, toda e qualquer abertura (interna ou externa) demanda cuidados para evitar risco à vida dos bombeiros e de eventuais vítimas.

Além de cessar a proteção oferecida pelo isolamento dos ambientes, a abertura do cômodo do foco aumenta a velocidade da combustão por injetar ar no ambiente.

Para entrar na edificação sinistrada, é necessário:

• avaliar o incêndio e a edificação;
• escolher a(s) abertura(s) a ser (em) feita(s);
• fazer a abertura dentro da técnica adotada; e
• entrar na edificação pela abertura escolhida.

8.1. Avaliação do incêndio e da edificação

Antes de iniciar qualquer ação em um ambiente sinistrado, deve-se, primeiramente, fazer o reconhecimento e a avaliação das condições do local. Incêndios em edificações tendem a acumular fumaça em seu interior. Se a abordagem for feita de forma errada, o risco de os bombeiros serem surpreendidos por um comportamento extremo do fogo é grande e deve ser evitado.

Figura 153 - Incêndio no prédio do INSS, em Brasilia-DF — 2005

A avaliação para abertura e entrada deve levar em consideração: a existência de vítimas e sua possível localização; as condições de segurança do local; as características da edificação (tipo de material construtivo, o número de pavimentos, tipo de teto e tipo de piso, etc.); a localização das saídas alternativas (janelas, etc.), dos obstáculos existentes (grades, cadeados, etc.) e as características do incêndio (sinais indicativos de fenômenos extremos do fogo, a provável

localização do foco, etc.). Estas informações são importantes para facilitar as ações de resgate, de progressão e combate ao fogo, a orientação no interior da edificação e a localização de rota de fuga alternativa, se necessário.

O fenômeno do flashover não ocorre enquanto o cômodo atingido pelo incêndio estiver fechado e sem qualquer abertura que permita a entrada de ar.

Como regra geral, na avaliação do sinistro, os bombeiros a deparar-se com portas deverão fechá-las, quando se tratar de ambientes preservados, com ou sem vítimas. Entretanto nos ambientes incendiados, o procedimento varia: se houver vítimas, a porta deverá permanecer aberta.

Se não houver vítimas e a porta estiver inicialmente aberta, não deverá ser fechada; e com a porta inicialmente fechada, a dupla de bombeiros deverá fechá-la, após entrar com os procedimentos corretos de abertura de porta. Evita-se fechar totalmente a porta para não travá-la.

A porta deve permanecer aberta se houver ocupantes saindo da edificação.

8.2. Escolhendo a entrada

Sempre que possível, a porta para entrada de bombeiros deve ser escolhida na área não atingida pelas chamas e entre o foco do incêndio e as vítimas. Essa entrada proporcionará aos bombeiros uma posição adequada para a proteção de vítimas, da área ainda não atingida e para o ataque ao fogo de dentro para fora da edificação.

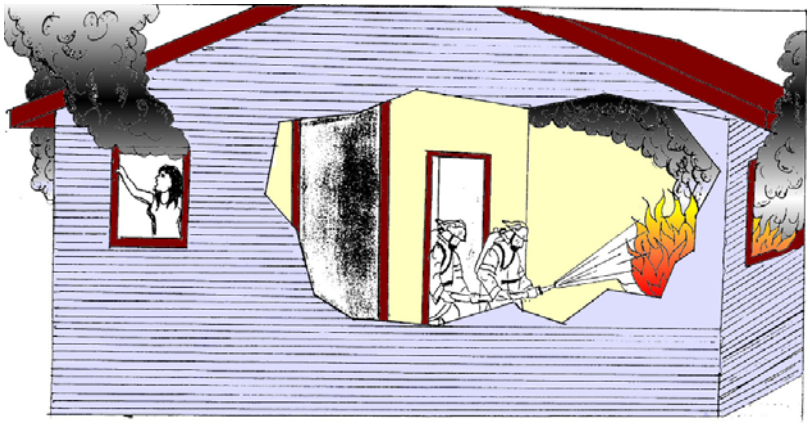


Figura 154 - A melhor entrada para os bombeiros é entre as vítimas e o foco

Se estiver sendo utilizada ventilação forçada por ventiladores, a entrada dos bombeiros dar-se-á, obrigatoriamente, pela entrada de ar feita para o ventilador, o que garantirá uma temperatura mais amena e maior visibilidade no ambiente.

Figura 155 - Entrada com uso de ventilação forçada

8.3. Fazendo a abertura de porta

A zona próxima da porta a ser aberta é uma área de risco, por isso, deve ser evitada a presença de pessoas que não estejam

envolvidas diretamente nesta ação, por ser esta a saída natural da fumaça liberada. Outras áreas de risco, que devem ser evitadas durante o procedimento de abertura, são as escadas não protegidas e os pavimentos superiores, devido ao risco de ignição de fumaça nestes ambientes.

8.3.1 Posicionar as linhas de ataque e de segurança

- Preparar linhas de mangueiras – Realizar a armação de linhas deixando um seio de mangueira suficiente para chegar ao foco do incêndio. As mangueiras devem estar devidamente pressurizadas para o ataque e para a segurança ou apoio.
- Posicionar a guarnição – O chefe e o ajudante, totalmente equipados, se posicionam de joelhos, cada um de um lado da porta. Se a porta abrir para dentro o chefe se posicionará do lado da dobradiça. Se abrir para fora, ele se posicionará do lado da maçaneta. A linha de apoio se posicionará, também de joelhos, sempre atrás do ajudante da linha de ataque, enquanto o chefe da guarnição, também protegido pela parede e de joelhos, se posicionará próximo ao chefe da linha de ataque.
- Regular o esguicho – O chefe porta o esguicho, já regulado para vazão de 30 GPM e jato compacto e o ajudante inicia a identificação dos sinais que indiquem risco de backdraft.

8.3.2 Identificar na porta sinais que indiquem risco de backdraft

- Fumaça saindo sob pressão pelas frestas e ruídos de aspiração de ar – Deve-se observar em torno da porta para identificar se está saindo fumaça sob pressão e tentar ouvir ruídos de aspiração de ar para dentro do local. O risco é maior se a fumaça estiver saindo

por baixo da porta, pois indica que todo o ambiente está tomado por ela. Neste caso o ideal é realizar uma ventilação vertical antes da abertura.

Em algumas situações, a chuva, a existência de laje, redes elétricas ou outros fatores podem tornar a abertura no telhado muito difícil, perigosa ou demorada. Dessa forma, a abertura deve ser feita no ponto mais alto possível do ambiente (fig. 156). Entretanto, se não houver uma abertura alta o suficiente para evitar um backdraft, será necessário realizar a técnica de abertura e entrada pela porta.

Figura 156 – Exemplos de procedimentos de abertura

- Alterações na pintura da porta – A pintura da porta danifica-se facilmente pela ação do calor, pois ela muda a coloração e começa a se deformar. Outra forma de identificar esta alteração na porta é tateá-la com a mão, usando luvas adequadas, para detectar outras deformidades como tinta amolecida, grudando e esfacelando com ao toque da mão.
- Aquecimento da porta – O aquecimento da porta é outro fator que pode ser diagnosticado pelo toque da mão. Normalmente a parte inferior da porta estará menos aquecida que a parte superior, por isso, deve-se realizar esta verificação iniciando da extremidade

inferior da porta. Recomenda-se utilizar luvas de combate a incêndio e realizar o toque pouco a pouco, primeiro com as extremidades dos dedos e somente depois com os dedos e a palma da mão para diminuir, ao máximo, o risco de queimadura.

- Ausência dos sinais de fenômenos extremos na porta – É importante ressaltar que deve-se observar outros sinais de fenômenos extremos, pois pode ocorrer a ausência destes na porta se a mesma for confeccionada com materiais resistentes e retardantes contra fogo, ou seja, ausência de sinais na porta não significa ausência de fenômenos extremos[3].

  OBSERVAÇÃO: Na verificação dos sinais e nos procedimentos a seguir, é importante uma boa comunicação entre toda a equipe (linha de ataque, linha de apoio e chefe de guarnição). Cada sinal observado deve ser comunicado ao outro e a abertura deve ser divulgada e coordenada.

Figura 157 - Observando sinais de saída de fumaça e ruídos de aspiração de ar

[3] Cf. texto traduzido e adaptado da versão francesa 2.50 de 17/03/2008 de autoria do Sr. Pierre-Louis Lamballais – Comentários e Justificação, Aula Jatos e Ataques Nível I, – Passagem de porta, p. 19/22.

Figura 158 - Verificando aquecimento da porta e alterações na pintura

8.3.3 Preparar para abertura e entrada

- Molhar a porta de baixo para cima – Utilizando o jato mole, molha-se a porta, a estrutura em torno dela e a maçaneta para resfriá-los, para verificar o ponto onde está mais aquecida e identificar a altura da fumaça no interior do ambiente (por isso deve-se molhar de baixo para cima);

Figura 159 - Molhando a porta de baixo para cima

- Verificar se a porta não está trancada - Se estiver, fazer o arrombamento utilizando o material adequado. Não é aconselhável arrombar a porta abruptamente, por dois motivos: alguma vítima pode encontrar-se desmaiada atrás desta; e pode ocorrer a entrada indesejada de ar no ambiente, devido à abertura sem controle.

- Controlar a abertura - Para arrombar a porta e controlar a sua abertura abrupta, pode-se amarrá-la pelo trinco com uma corda ou cordelete. Isso é particularmente importante nas portas que abrem para dentro, que são as mais comuns. Desse modo a porta fica destrancada e pronta para ser aberta. Durante o procedimento de arrombamento a porta deve ser mantida resfriada.
- Modificar a regulagem do jato – Regular o jato para 35° de amplitude, permanecendo com a mesma vazão de 30 GPM.
- Aplicar jatos atomizados acima da porta – Ainda com a porta fechada, o chefe da linha de ataque deve aplicar dois jatos, de menos de um segundo cada, acima da porta, o primeiro do seu lado, praticamente acima de sua cabeça, e o segundo do lado do ajudante. Esse procedimento é capaz de resfriar a fumaça acumulada, que irá sair com a abertura da porta. A fumaça quente será liberada num local úmido, dentro de uma “nuvem”, dificultando a ocorrência de backdraft ou ignição de fumaça.

Figura 160 - Aplicando pulso acima da porta

8.3.4 Abrir a porta, aplicar jatos no interior e fechar a porta

Imediatamente após o segundo jato acima da porta, o ajudante faz uma pequena abertura na porta, o suficiente para a passagem do jato de água, enquanto o chefe da linha aplica um pulso, de 2 segundos,

dentro do ambiente. Quando o chefe finalizar o jato, o ajudante fecha a porta imediatamente.

Figura 161 - Aplicando jato no interior e fechando a porta

8.3.5 Definir por continuar a estabilização ou pelo inicio da progressão

- Observar as condições do incêndio – Nesta primeira abertura deve-se observar se existem chamas visíveis, acúmulo de fumaça, se há sinais visuais ou audíveis de que possa haver vítimas, sinais de colapso de estruturas ou quedas de forros. As condições observadas devem ser comunicadas ao comandante de socorro.
- Repetir a técnica se o ambiente ainda não oferecer segurança – Se a água lançada no ambiente evaporar, se durante a abertura e a aplicação do jato for observada saída de fumaça quente ou chamas na parte superior ou ainda aspiração violenta em baixo, o ambiente estará a uma temperatura muito alta.

  Neste caso, é necessário repetir a técnica de abertura por mais duas vezes ou até a estabilização do ambiente, possibilitando a entrada e a progressão dos bombeiros. Ou seja, aplicar jatos acima da porta, abri-la, aplicar 1 pulso de jato atomizado no

interior e fechar a porta, aguardando, entre uma abertura e outra, um tempo de 5 e 8 segundos.[4]

- Realizar a entrada se o ambiente oferecer segurança – Se a água lançada cai ou atinge o teto, então a temperatura é moderada. Portanto, não será necessário estabilizar a fumaça, e a aplicação da água será restrita ao foco. Neste caso, procede-se a entrada no ambiente.

8.4. Entrada

- A dupla de ataque realiza a entrada – O ajudante se posiciona na mangueira do lado oposto ao chefe e fecha a porta, enquanto o chefe aplica, se necessário, dois pulsos de um segundo cada e depois regula o esguicho para 60° de amplitude do jato. A dupla realiza a progressão adequada, até o local do foco.

Figura 162 – Momento da entrada no ambiente

- Portas e janelas devem permanecer fechadas – Enquanto não for estabelecida uma forma eficiente para o escoamento da fumaça, as portas e janelas devem permanecer fechadas, inclusive quando os bombeiros estiverem no interior efetuando a progressão em

[4] Cf. texto traduzido e adaptado da versão francesa 2.50 de 17/03/2008 de autoria do Sr. Pierre-Louis Lamballais – Comentários e Justificação, Aula Jatos e Ataques Nível I, – Passagem de porta, p. 19/22.

direção ao foco de incêndio, assim evita-se uma possível ignição da fumaça provocada pela entrada de ar vinda por trás deles.

- Entrar somente o pessoal necessário – Apenas o pessoal necessário para o combate deve entrar no ambiente, totalmente protegido por EPI/EPR (exceto quando da utilização da técnica de proteção de rota de fuga). A entrada de várias pessoas dificulta a saída em caso de perigo e expõe a guarnição desnecessariamente. Outro bombeiro, o qual pode ser o próprio chefe da guarnição de combate a incêndio, permanece à porta, controlando o avanço ou recuo da mangueira. Esse combatente também estará protegido por EPI/EPR.
- Teste de teto – Já dentro do ambiente é útil fazer o teste do teto, que consiste em lançar para o alto um pulso de jato atomizado, observando se a água cai ou evapora. Se as partículas de água caem é sinal de que o local não está superaquecido e pode-se continuar a progressão. A evaporação da água indica que o local está com gases superaquecidos e a situação é de risco. Deve-se então aplicar pulsos de jato atomizado até a estabilização do ambiente, para que possam avançar e chegar com segurança até o foco principal do incêndio.

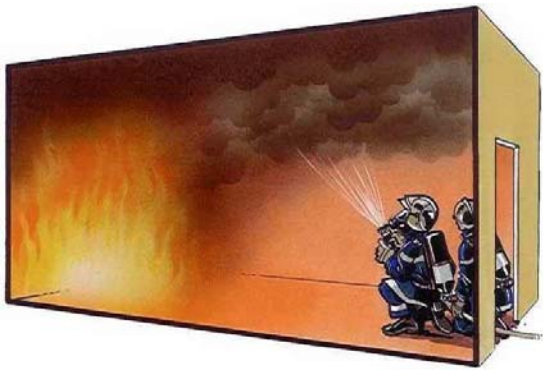


Figura 163 – Teste de teto[5]

[5] Cf. Fonte: Le guide national de référence Explosion de Fumées - Embrasement Généralisé Éclair, p. 51.

O teste pode ser repetido a cada dois metros, em média, se houver dúvida quanto à segurança para a progressão.

- Não aplicar água em excesso – Deve-se evitar a aplicação de jatos em excesso, quando a temperatura estiver baixa e não ocorrer a vaporização dentro da fumaça.
- Avaliação dentro do ambiente – Se houver forro no ambiente, este é o momento de verificar as condições acima dele. Se houver fumaça ou fogo acima do forro o combate deve ser realizado de fora do ambiente.

  Os bombeiros também devem estar atentos para sinais de desabamento no ambiente, tais como: trincas; rachaduras; quedas de materiais, paredes, teto e piso falso; desabamentos anteriores, etc.
- Abertura de portas internas ou janelas – A abertura de uma porta interna ou janela deve ser bem avaliada. Esta ação poderá causar uma ventilação indesejada no local, levando a um aquecimento rápido e até mesmo a um flashover. Também poderá ocasionar propagação do incêndio para áreas até então não atingidas e expor vítimas que ainda podem estar em segurança nestes locais.
- Combate ao foco – Localizado o foco, faz-se o combate ou o seu confinamento, conforme a tática adotada.

8.5 Proteção da Rota de Fuga

Quando o combate exigir uma entrada demorada (se o fogo está longe da entrada, por exemplo), pode ser necessário proteger uma rota dentro da edificação para a saída emergencial. Isso se faz com equipes

de apoio que, igualmente equipadas com EPI e linhas de mangueira, adotam os procedimentos possíveis, dentre os seguintes:

8.5.1 Monitoração da rota de fuga

Posicionar linhas de mangueira na entrada e, se necessário, ao longo da rota adotada pela linha de ataque para chegar ao objetivo. Essas linhas fazem testes do teto, verificando a temperatura e, se necessário, aplicando pulsos de jato atomizado nas paredes e na fumaça, para evitar a inflamação.

As linhas de apoio deverão se posicionar de acordo com a determinação do chefe da guarnição, mantendo contato via rádio ou visual com a linha de ataque, comunicando-lhe qualquer mudança nas condições do incêndio que possa colocá-la em risco.

8.5.2 Isolar áreas não atingidas e posicionar escadas

As linhas de apoio, se possível, auxiliam no confinamento do incêndio, fechando portas e janelas de áreas não atingidas pelo fogo.

Também orientam quanto ao posicionamento de escadas nas janelas (se o incêndio for em edificação alta), e permanecem a postos para eventual necessidade de resgate de uma vítima encontrada ou de bombeiro acidentado.

8.5.3 Aplicação de jato neblinado contínuo

Durante o resgate de uma vítima ou bombeiro, se o ambiente começa a degradar rapidamente, havendo risco imediato à vida, as linhas de apoio devem formar uma barreira de água, aplicando sobre a linha vulnerável um jato neblinado contínuo, protegendo-a durante a retirada.

O jato neblinado protege apenas enquanto dura a sua aplicação e precisa ser mantido até a saída dos bombeiros da edificação, por isso, é vital o fornecimento ininterrupto de água nas linhas de ataque e apoio.

Este recurso só deve ser utilizado para as situações em que a necessidade de salvar uma vida, seja do bombeiro ou da vítima, deixa em segundo plano a preservação da propriedade e mesmo a estabilização do incêndio.

Após a utilização desta técnica o bombeiro não deve retornar ado à área do incêndio.

9. Progressão do bombeiro no incêndio

O deslocamento dos bombeiros em um incêndio acontece desde o local onde foi armada a linha de mangueira de ataque, passando pela entrada da estrutura até o local de onde podem atacar o fogo.

A progressão deve ser iniciada quando se acessa o ambiente sinistrado. No caso de uma edificação térrea ou com subsolo, o deslocamento deve começar no térreo ou no acesso ao logradouro público. No caso de uma edificação com pavimentos, o ponto de partida deve ficar no andar abaixo do incêndio, ou conforme a determinação do chefe de guarnição.

Estes deslocamentos podem ser realizados de 03 formas:

1- Técnica de dois pontos;

2- Técnica de três pontos;

3- Técnica de quatro pontos;

9.1 Técnica de dois pontos (de pé):

Quando o incêndio ocorrer em local aberto, que não ofereça risco ocasionado pela fumaça, a dupla de bombeiros deverá executar a progressão de pé.

Figura 164 - Progressão em dois pontos

9.1.1 Avançar:

Após a armação da linha de mangueira a dupla de bombeiros toma posição de combate como citado no capitulo 4, item 4.1 deste módulo e avançam caminhando normalmente, podendo o ajudante se direcionar para o seio da mangueira para retirar dobras ou desvencilhar a mangueira de algum obstáculo. O chefe, ao sentir que a mangueira está livre, poderá avançar sozinho ou aguardar a presença do seu ajudante para que possam avançar e realizar o combate juntos.

9.1.2 Recuar:

Figura 165 – Recuar em dois pontos

Enquanto o chefe de linha toma posição junto ao esguicho, o ajudante pega o seio da mangueira, puxando-a na direção oposta ao foco de incêndio. Depois toma posição de combate junto ao chefe de linha.

9.2 Técnica de três pontos (um joelho no chão):

Quando o incêndio ocorrer em um local com escadas ou escombros, com terreno desnivelado ou com confinamento de fumaça, a dupla de bombeiros deverá realizar o deslocamento em três pontos.

Figura 166 - Progressão em três pontos

9.2.1 Avançar:

Após se deparar com um ambiente como o descrito anteriormente, a dupla de bombeiros toma posição de combate com um dos joelhos no chão, com o chefe de linha e o ajudante em lados opostos da mangueira, e avança tateando o chão com o pé e apoiando o seu peso na perna que estiver com o joelho no chão. O ajudante poderá se direcionar para o seio da mangueira para retirar dobras ou desvencilhá-la de algum obstáculo. O chefe aguarda a presença do seu ajudante, para deslocarem-se juntos.

9.2.2 Recuar:

O recuo acontece de forma inversa, o joelho que está apoiado no chão vai para trás e o pé que está à frente do corpo vem em seguida. Enquanto o chefe de linha segura o esguicho, o ajudante se dirige para o seio da mangueira, não se afastando muito do seu companheiro, puxando-a na direção da saída. Depois toma posição de combate junto ao chefe de linha.

Figura 167 - Recuar em três pontos

9.3 Técnica de quatro pontos (dois joelhos no chão);

Quando o incêndio ocorrer em um local com terreno nivelado, com risco de comportamento extremo da combustão; ou quando precisar realizar a passagem por uma porta, ou entrar em qualquer ambiente de risco desconhecido, a dupla de bombeiros progride com os dois joelhos no chão.

O chefe e o ajudante de linha ficam em lados opostos da mangueira. Como na técnica de três pontos, este posicionamento permite uma maior estabilidade da mangueira, deixa espaço para que o ajudante assuma o esguicho, se necessário, aumenta o campo de visão da dupla no local do incêndio e dá maior segurança, já que, próximo ao solo, a temperatura é mais baixa e a visibilidade geralmente é melhor.

Figura 168 - Progressão em quatro pontos

9.3.1 Avançar:

O deslocamento é realizado com os dois joelhos no chão, alternando os joelhos ao deslocar. Quando parar para aplicar jatos d'água, o bombeiro deve se sentar sobre os próprios calcanhares (esta posição proporciona maior estabilidade para a observação do ambiente). O ajudante poderá se direcionar para o seio da mangueira para retirar dobras ou desvencilhar a mangueira de algum obstáculo. O chefe aguarda a presença do seu ajudante, para deslocarem-se juntos.

9.3.2 Recuar:

O recuo acontece de forma inversa. Enquanto o chefe de linha segura o esguicho, o ajudante se dirige para o seio da mangueira, não se afastando muito do seu companheiro, puxando-a na direção da saída. Depois toma posição de combate junto ao chefe de linha.

Figura 169 - Recuo em quatro pontos

Durante a progressão em um ambiente sinistrado, a dupla de bombeiros deverá observar as seguintes prescrições:

- Estar atento para quaisquer sinais de comportamento extremo do fogo, objetos pirolisando, presença de possíveis vítimas, aberturas que podem afetar o comportamento do fogo, aumento repentino de temperatura, chamas vindas por trás da dupla de bombeiros, sinais de desabamentos, etc.
- Se for necessário chamar a atenção do outro bombeiro deve-se fazê-lo batendo no cilindro ou capacete, sem tocar nas roupas de aproximação, pois a compressão dos tecidos da roupa interrompe as camadas de ar e pode produzir queimadura na pele do bombeiro[6].

[6] - Cf. Pierre-Louis Lamballais, Comentários e Jusitficação, versão 2.50 de 17/03/2008 – página 7/22. Aula Jatos e Ataques Nível I, Parte C – Progressão e Proteção

Figura 170 – Ajudante chamando a atenção do chefe sem tocar a roupa

- Se encontrar uma vítima, o ajudante realiza o resgate, enquanto o chefe, do lado oposto, vai fazendo a proteção com a linha pressurizada. Neste caso a dupla de bombeiros recua até a entrada do ambiente, onde entregarão a vítima para outros componentes da guarnição. Neste recuo, ao passar próximo ao seio da mangueira o ajudante deverá puxá-lo com uma das mãos, repetindo este procedimento quando achar necessário.
- Fechar as portas dos ambientes para manter a integridade dos mesmos e evitar a propagação do incêndio.
- Se encontrar objetos ou portas pirolisando deve-se aplicar o jato mole, com a finalidade de evitar a propagação do incêndio em pontos isolados do ambiente e manter a integridade dos mesmos.
- Realizar o teste de teto durante a progressão para checar a temperatura do ambiente, quando não houver chamas na fumaça.

O teste pode ser repetido a cada dois metros, em média, se houver dúvida quanto à segurança para a progressão. Se não for seguro

progredir, a dupla deve realizar o ataque com o uso do jato atomizado até a estabilização do ambiente, para que possam avançar e chegar com segurança até o foco principal do incêndio.

Havendo chamas na camada de fumaça, a dupla de bombeiros deve realizar o ataque com jato atomizado. Para fazer este procedimento o chefe de linha para, ataca as chamas e observa o efeito do jato. Aplica mais um ou dois pulsos, nunca no mesmo local, e se houver o resfriamento desejado, continua-se a progressão.

Se os bombeiros verificarem que não foi possível diminuir a temperatura, permanecem lançando água até que o ambiente esteja seguro para continuar o deslocamento.

A dupla de bombeiros não deve utilizar água em excesso para não fazer muito vapor e causar um desequilíbrio térmico.

O chefe de linha deve permanecer com a mão sobre a alavanca, para estar sempre pronto em caso de reaparecimento das chamas, não esquecendo de refazer o teste de teto e, se necessário, o ataque à fumaça, até chegar ao local que consiga atacar a base do fogo.

Se os bombeiros perceberem risco iminente de fenômeno extremo, a dupla de ataque deve recuar rapidamente, sempre de joelhos e aplicando pulsos de jato atomizado. Se não houver tempo para sair do ambiente com segurança realizar a posição ou técnica de proteção.

9.4 Técnica de proteção[7]

Durante a progressão, a dupla de ataque deve estar atenta a imprevistos relacionados com quebra de vidraças de janelas e portas ou a aberturas destas, ocasionadas pela ação do calor ou mesmo por uma ação mal planejada da equipe de socorro.

---

[7] Cf. Le guide national de référence EXPLOSION DE FUMÉES – EMBRASEMENT GÉNÉRALISÉ ÉCLAIR, 2001, p. 50.

Esta abertura indesejada ocasionará entrada de ar no ambiente e, como consequencia, poderá ocorrer um súbito aumento de temperatura. Nesta situação, os bombeiros iniciam o recuo em direção a saída aplicando pulsos de jato atomizado para resfriar a fumaça. Caso a situação piore e a radiação de calor torne impossível a fuga, os bombeiros devem colocar-se na posição de proteção até que a situação melhore.

Na posição de proteção, os bombeiros, sem abandonar a linha de mangueira e sem fechar o esguicho, se lançam ao chão paralelamente, ou seja, um ao lado do outro e de frente, mantendo a linha de mangueira entre a dupla.

Figura 171 - Posição de proteção (sem água para melhor visualização)

O chefe de linha, auxiliado pelo ajudante, segura o esguicho na altura do peito e direciona o jato para o teto. Em primeiro lugar aumenta o máximo a amplitude do jato e depois aumenta a vazão, também para o máximo.

A dupla permanece deitada lateralmente, um corpo próximo ao outro e de frente, mas com o rosto voltado para o solo, até que a situação esteja controlada e seja possível a saída segura do local.

Figura 172 - posição de proteção

10. Combate a incêndio utilizando água

A aplicação de agente extintor para extinguir o fogo é chamada de ataque. Serão abordados aqui, especificamente, os ataques usando jatos de água, e também do rescaldo e da salvatagem.

São tipos de ataque:

- Ataque direto.
- Ataque indireto.
- Ataque tridimensional.

10.1. Posicionamento

O ataque deve ser feito, preferencialmente, da área não atingida em direção à área atingida e em direção ao exterior da edificação.

É preciso evitar trabalharem duas linhas opostas entre si, pois podem lançar vapor e fumaça em direção uma da outra.

10.2. Ataque direto

É a aplicação de água diretamente sobre o foco onde se desenvolve o fogo, resfriando o material abaixo de sua temperatura de ignição.

Aplicando-se vazão suficiente, a extinção das chamas é imediata. Aplicar água por mais de 3 segundos na mesma área não aumenta a possibilidade de extinguir o fogo e produz vapor excessivo. O vapor produzido pode queimar os bombeiros e também empurra a fumaça e os gases combustíveis, podendo alastrar o fogo.

A extinção por ataque direto funciona como apagar uma lâmpada acionando o interruptor ou ainda como apagar uma vela: basta soprar fortemente para apagá-la. Soprá-la fracamente durante horas não apaga.

Se a extinção não acontece de imediato, duas razões são possíveis: ou a vazão é insuficiente para a área visada ou algum anteparo está protegendo a área visada do foco.

O ataque direto é a única opção para incêndios ao ar livre.

Nos incêndios estruturais, o ataque direto pode ser usado isoladamente logo no início ou quando há aberturas perto do foco por onde o vapor formado possa sair. Porém, quando não há saída para fumaça e vapor adiante dos bombeiros, o ataque direto deve ser combinado com uso do jato atomizado para controlar a inflamabilidade da fumaça.

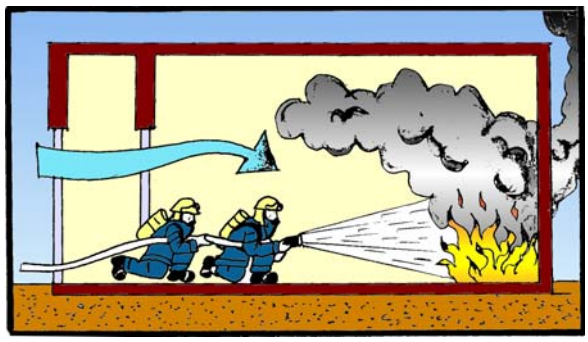


Figura 153 - Ataque direto em um princípio de incêndio

10.3. Ataque indireto

A água é aplicada nas paredes e no teto aquecidos pelo incêndio, para formar uma grande quantidade de vapor quente e úmido que reduz as chamas e, em alguns casos, chega a extinguir a base do fogo.

Pela grande quantidade de vapor produzida, oferece risco de queimar os bombeiros. O vapor formado também pode sair por pequenas aberturas com pressão, bem como "empurrar" a fumaça para os demais ambientes da edificação.

Como não visa o foco, objetos não atingidos pelo fogo podem ser danificados pela água utilizada neste tipo de ataque.

10.4. Ataque tridimensional

É o uso do jato atomizado.

Controla as chamas e resfria a fumaça e os gases do incêndio. Diminui a temperatura do ambiente, aumentando o conforto e diminuindo o risco de ocorrência de comportamento extremo do fogo.

É usado durante a progressão da entrada até o local onde é possível atacar o fogo, durante o ataque direto ao foco e após a extinção.

A área máxima envolvida pelo fogo, em cada cômodo, não deve ultrapassar 70 m^2. Acima disso, o ataque tridimensional não proporciona estabilização suficiente para a presença dos bombeiros com segurança.

A área de controle pelo ataque tridimensional é limitada pelo alcance do jato e pelo tempo durante o qual a fumaça pode ser mantida resfriada, que depende da intensidade do incêndio.

10.5. Utilizando os diferentes tipos de ataque ao fogo

Um primeiro ataque deve ser feito considerando a ventilação do ambiente. Apos a extinção superficial do fogo, faz-se o rescaldo.

10.5.1 Ambiente sem ventilação adequada

Sem ventilação adequada para o ataque, ou seja, saída adiante da linha de mangueira, é preciso evitar a formação de vapor. Evitar formação de vapor para manter a visibilidade próxima ao foco e também para evitar queimar os bombeiros.

Faz-se ataque direto com jato compacto em baixa vazão (30GPM) – técnica de ataque utilizando ‘pacote d’água’ – alternado com ataque tridimensional.

Este ataque é próprio para focos de até 40 m^2, aproximadamente.

Pode ser usado também quando há ventilação adequada, desde que seja possível aproximar-se o suficiente do foco.

Abre-se e fecha-se o esguicho de forma intermitente. Desta forma a água cai como um “pacote de água” sobre uma área pequena. Começa-se da borda do foco, apagam-se pequenas áreas de cada vez, gradativamente, revirando, com cuidado, os materiais incandescentes, a fim de completar a extinção com o mínimo de danos, mantendo a visibilidade e evitando a formação de vapor úmido.

Figura 174: ataque tridimensional

figura 175: “pacote de água”

10.5.2 Ambiente com ventilação adequada

Havendo ventilação adequada, ou seja, abertura adiante da linha de mangueira, a fumaça e o vapor formado durante o ataque saem e assim evitam-se queimaduras por vapor e mantém-se a visibilidade.

Neste caso, há, no mínimo, três opções:

a) Varredura

Faz-se o ataque direto aplicando o jato como uma varredura, lentamente, por 1 a 3 segundos sobre cada área, começando da periferia do foco.

Um grande foco pode ser atacado desde modo. Trabalha-se com a maior vazão disponível começando de uma área periférica. Ataca-se a área que pode ser coberta pelo jato, em seguida a próxima, até controlar todo o foco. Como se fosse uma fila.

Um ataque utilizando alta vazão deve ser seguido imediatamente por outro de menor vazão, que irá extinguir os focos menores restantes, antes que o material seja reaquecido e volte a queimar.

Se o foco estiver oculto e for necessário atingir um obstáculo para que a água ricocheteie e atinja-o, a aplicação deve durar somente

de 1 a 3 segundos sobre cada local, variando-se a posição do jato para conseguir atingir o foco.

A grandes distâncias, usa-se o jato compacto, que quebra-se pelo atrito com o ar e torna-se neblinado até chegar ao objetivo. A pequenas distâncias, usa-se o jato neblinado aberto até 30 graus, aproximadamente.

b) Ataque ZOTI ou ataque combinado

É um tipo de ataque indireto, pois atua pela grande formação de vapor.

Aplica-se o jato na vazão de 125 LPM aberto cerca de 30 graus, formando uma letra conforme o tamanho do ambiente.

Para um ambiente de aproximadamente 30 m^2, faz-se um grande Z, começando do alto e indo até próximo do piso.

Para um ambiente de aproximadamente 20 m^2, faz-se um O.

E para, aproximadamente, 10 m^2, um T.

Em corredores, faz-se um I.

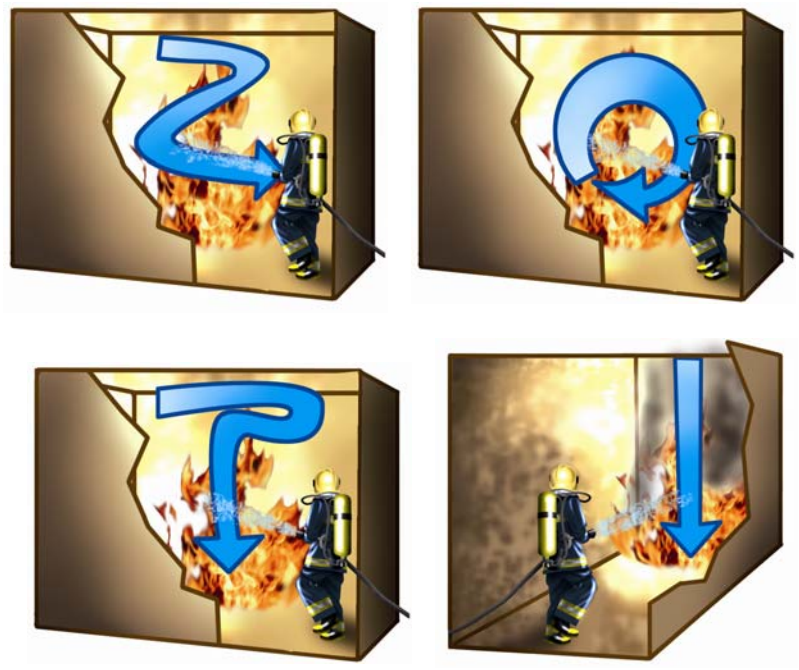


Figura 154 - Ataque indireto em cômodo grande

Forma-se a letra adequada ao tamanho do ambiente e fecha-se o jato. Observa-se e repete-se, mais **uma** vez, se necessário.

Formar uma letra é um artifício para cobrir todas as superfícies do ambiente e ao mesmo tempo limitar a quantidade de água aplicada. Cada letra dura no máximo 2 segundos: começa no alto, molha o teto do ambiente, continua atingindo as paredes e termina pouco antes de alcançar o chão.

Em caso de formação excessiva de vapor, como medida de emergência, os bombeiros podem lançar-se ao solo para evitarem sofrer queimaduras. Em seguida, deve ser reavaliada a ventilação do ambiente.

c) Dispersão

Separando-se o elemento combustível, os elementos que continuam a queimar distantes uns dos outros com menor eficiência. O princípio é fácil de entender: 2 m^2 de combustível queimando junto não são a mesma coisa que 2 x 1 m^2 separados vários metros um do outro.

Especialmente para controlar grandes focos de incêndio, é importante dividir o foco em duas partes, para em seguida atacá-las separadamente.

Ataca-se com a maior vazão disponível, por um tempo muito curto, na área de maior potência do foco, onde as chamas são mais altas, que representa o maior perigo de propagação. Podem-se posicionar vários esguichos canhões no mesmo ponto, por exemplo.

Não esquecer que é a vazão instantânea que apaga o fogo, não a aplicação de baixa vazão por muito tempo.

Um ataque eficiente dará resultado em poucos segundos. Se em 15 ou 20 segundos não se constata nenhum resultado, não adianta continuar. É preciso parar, refletir e mudar de método.

Foco em cômodo fechado

Quando o cômodo do foco está fechado, ou pode ser fechado, é possível fazer um ataque indireto por meio de uma pequena abertura da porta ou uma abertura na parede suficiente apenas para passar o esguicho. Isto é especialmente indicado em caso de risco de *backdraft*, pois elimina a necessidade de os bombeiros entrarem no ambiente.

A abertura deve ser a menor possível, para evitar a entrada de ar fresco para alimentar o fogo.

Em um cômodo pequeno, pode-se utilizar um único movimento rápido e circular com o esguicho, posicionado mais ou menos ao comprimento de um braço para dentro da abertura.

Ou pode-se fazer os mesmos movimentos do ataque ZOTI, considerando a área do cômodo.

Após a aplicação de água nas superfícies quentes, o compartimento deve ser fechado por alguns instantes para reter o vapor. Atenção, pois o vapor formado pode sair sob pressão pela abertura.

Pode-se repetir este procedimento até três vezes, observando-se o resfriamento.

Em seguida, abre-se o ambiente e faz-se o rescaldo.

Lembre-se que a extinção é imediata! Não se deve permanecer muito tempo lançando água no mesmo lugar.

Rescaldo

Após a extinção superficial do foco, faz-se o rescaldo. O foco deve ser revirado enquanto se faz a extinção dos pontos quentes restantes. Usa-se o jato compacto e a vazão mínima (30 GPM) e a alavanca aberta apenas parcialmente, produzindo um fluxo de água sem pressão, que escorre. Isto aumenta um pouco o tempo de contato e, portanto, a absorção de calor do jato compacto. Neste caso, o esguicho pode ser segurado pela mangueira. Esta técnica é chamada em inglês de *painting.*

Deve-se jogar água somente nos pontos quentes, ou seja, que ainda estão acesos. E fechar o esguicho enquanto se revira o material procurando outros pontos quentes.

A técnica *penciling*, descrita para ambiente sem ventilação, também serve para fazer o rescaldo.

11. Evacuação e busca em local de incêndio.

A segurança dos ocupantes de uma edificação sinistrada sempre será uma prioridade no atendimento, gerenciada diferentemente conforme a etapa da ocorrência.

Pessoal

Até a extinção do foco, não há equipe específica de busca. A segunda linha faz este papel. Após a extinção do fogo, as equipes de busca são subordinadas a um chefe de guarnição, e cada equipe tem um chefe e um ajudante.

Material

Usa-se o mesmo EPI e EPR de combate a incêndio sempre que se estiver trabalhando no andar do incêndio ou acima deste.

Após a extinção do fogo, é tarefa da segunda linha a entrar na edificação iniciar a busca, então ela deve trazer desde o início da ocorrência o material necessário (de arrombamento, de busca sob móveis e de marcação dos cômodos), como será detalhado adiante. O mesmo material deve ser utilizado pelas demais equipes de busca designadas.

Reconhecimento, evacuação e salvamento

Ao chegar ao local da ocorrência, o reconhecimento pode indicar uma vitima evidente, visível em uma janela alta ou gradeada, por exemplo. Ou impedida de sair por conta de uma deficiência física. Neste caso, a localização da vitima é conhecida, e faz-se de imediato o salvamento da vítima, mesmo antes da extinção do fogo. Para este salvamento, pode ser necessário cortar grades com um corta-frio ou

subir escada prolongável com EPI e EPR. Havendo outra guarnição disponível, o combate ao fogo pode ser feito ao mesmo tempo.

Busca rápida

Havendo informação de vítima no interior da edificação com localização específica (em tal quarto, por exemplo), a critério do Comandante de socorro, faz-se a busca rápida. É uma busca dirigida a um local determinado. Não é sistemática, é pontual. Se a vítima não for encontrada imediatamente, o bombeiro retorna ao exterior**.**

Considere-se a situação hipotética em que um edifício tenha o pavimento térreo tomado pelo incêndio, impedindo o acesso ao primeiro andar pelas escadas da edificação. Havendo informação de que existem vítimas em determinado cômodo no primeiro pavimento, faz-se a busca rápida da seguinte forma:

- A guarnição de combate a incêndio posiciona no solo uma linha de mangueira para apoio e uma escada prolongável na janela do cômodo.
- O chefe da guarnição de busca e salvamento permanece no solo, enquanto uma equipe (dupla) sobe com EPI e EPR e faz a busca.
- O bombeiro no alto da escada força a entrada, com um pé de cabra, aparelho hidráulico ou corta-frio.

Figura 155 - Entrada para realizar busca rápida

- Passa as ferramentas para o ajudante, entra pela janela e fecha a porta do cômodo, isolando-o do restante da estrutura.
- Antes de entrar no ambiente, o bombeiro precisa avaliar as condições internas do cômodo. Se houver muita fumaça pode haver risco de *backdraft* ou *flashover*. Nesse caso, o bombeiro, antes de entrar, passa uma ferramenta junto à janela, em forma de varredura, para verificar eventual presença de vítima desfalecida.
- Busca **exclusivamente no cômodo onde entrou**.
- Encontrando a vítima, o bombeiro que entrou retira-a com a ajuda do outro que está na escada.
- Qualquer busca desse tipo deve ser coordenada com o comandante de socorro, pois pode afetar o ataque ao fogo, a ventilação e outras buscas.
- Se a janela puder ser fechada, um bombeiro entra e o outro a segura aberta apenas alguns centímetros até que seja fechada a porta do cômodo para o restante da

estrutura. A busca assim é mais segura, pois há menos risco de atrair o fogo, em busca de oxigênio.

- Ao final deste capítulo são detalhadas técnicas de retirada de vitimas.

Mesmo não havendo vitimas evidentes, colocam-se escadas prolongáveis ou mecânicas nas janelas do nível do incêndio. Em caso de necessidade, isto agiliza o salvamento, seja de bombeiro, seja dos ocupantes do prédio.

O reconhecimento pode também indicar vitima no exterior da edificação (queimada ao tentar combater o fogo, desfalecida, caída sobre a janela, etc.). É preciso providenciar atendimento pré-hospitalar.

Havendo evacuação em curso (pessoas saindo sem ajuda) ou pessoas com dificuldade de locomoção a serem retiradas, se possível o cômodo onde está o foco deve ser fechado, diminuindo a propagação do fogo e o espalhamento da fumaça.

Os bombeiros auxiliam a evacuação orientando os ocupantes para as saídas.

Geralmente, os ocupantes retirados de uma edificação fornecem as indicações mais precisas sobre a localização de vítimas que necessitam ser resgatados.

Deve-se considerar a necessidade de designar guarnições para bloquear o acesso à estrutura (por todos os lados) de pessoas estranhas ao serviço. É comum que a tarefa de evacuar uma estrutura seja complicada por pessoas que insistem em retornar, usando entradas laterais ou de garagem, mesmo após o isolamento da frente.

As vítimas devem ser encaminhadas pelos bombeiros para o local de triagem.

Vítimas devem receber atendimento e ocupantes ilesos devem, se possível, ser listados para informação daqueles que procuram conhecidos. As pessoas atraídas pelo tumulto serão mantidas à distância por um bom isolamento.

Durante a progressão e ataque ao fogo

Durante a progressão para atacar o fogo, qualquer pessoa encontrada deve ser retirada rapidamente.

A primeira linha progride para atacar o foco. Mas, se encontra uma vitima, regressa com ela para o exterior, entrega-a para o atendimento pré-hospitalar e retorna para fazer o ataque ao fogo.

Havendo duas linhas, uma continua a progressão e a outra retira a vítima.

A segunda linha de mangueira deve trazer lanterna e material de arrombamento (pé-de-cabra, alavanca, machado, corta-frio) e ferramenta que permita tatear sob móveis (croque, bastão ou alavanca). E rádio comunicador e câmera térmica (se houver). Assim, pode ajudar efetivamente a primeira linha, seja no ataque ao fogo, seja no salvamento de vitimas.

Não há equipe específica de salvamento durante a progressão. O salvamento é feito pelas linhas de mangueira. Somente se houver várias vitimas no mesmo cômodo, uma ou mais duplas de bombeiros podem retirar as vítimas, rapidamente, protegidos por no mínimo uma linha de mangueira, enquanto outra linha progride para atacar o foco.

O ataque não pode ser interrompido ou adiado para fazer buscas, pois a propagação do fogo tende a vitimar bombeiros e outras pessoas.

Busca após a extinção do fogo

Após a extinção do fogo, torna-se possível explorar sistematicamente o ambiente para encontrar vítimas no menor tempo possível. Isso porque o risco de propagação está controlado, e ainda mais porque, quando for feita a ventilação, haverá melhora da visibilidade.

Uma linha continua junto ao foco, fazendo o rescaldo, e a segunda linha começa a busca. Havendo pessoal disponível, outras linhas podem ser empenhadas também.

Mesmo quando não houver fumaça visível, linhas de mangueira devem estar a postos em cada cômodo onde se faz a busca de vítimas, pois um acúmulo de fumaça pode deflagrar um comportamento extremo do fogo. Havendo fumaça, a linha de mangueira realiza a busca.

Em cada cômodo, a busca deve ser realizada duas vezes, por equipes diferentes. A primeira vez é chamada de busca primária, a segunda vez é chamada de busca secundaria. Sendo realizadas por equipes diferentes, uma busca pode encontrar o que a outra não encontrou e vice-versa.

Devem ser marcados os locais já buscados e, para áreas extensas, usam-se mapas e/ou croquis. Isso evita perder tempo ou deixar de buscar alguma área.

Para identificar o cômodo onde a busca é feita usa-se um marcador feito de borracha de câmara de ar: em uma tira de, aproximadamente, 20 centímetros de comprimento e 7 centímetros de largura, faz-se dois furos distantes dois centímetros de cada extremidade da tira.

Ao entrar num cômodo, a equipe encaixa um dos furos no trinco de fora e outro no de dentro da porta. Além de sinalizar a presença da equipe, isso também impede o trancamento acidental da

porta. Ao sair, a equipe tira o marcador do trinco interno e deixa-o pendurado no trinco externo, sinalizando que aquele cômodo já foi buscado. Esse marcador também pode ser utilizado para evitar o travamento de portas de emergência. Para portas sem trinco usa-se giz ou fita adesiva formando um “x” (um traço sinaliza que a busca está em curso; dois, que foi completada).

Até a busca mais simples, em residência térrea pequena, não deve ser subestimada. Ao contrário do senso comum, incêndios em residências térreas costumam fazer, relativamente, mais vítimas do que aqueles em edifícios altos.

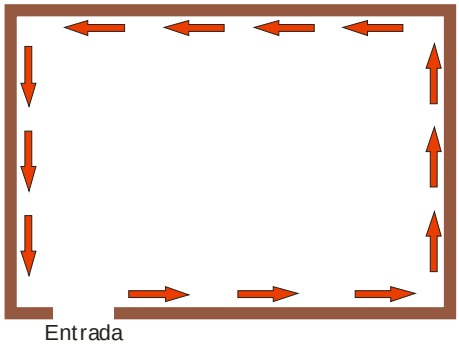


Figura 156 – Sentido da busca em um cômodo

Em ambientes maiores, haverá necessidade de mais de uma equipe para a busca. Nesse caso, a primeira a entrar vai para a direita e outra para a esquerda, até encontrarem-se, viram e retornam ao ponto de entrada.

A equipe deve seguir sistematicamente de um cômodo para outro, buscando em cada um cuidadosamente. No caso de corredores, faz-se da mesma forma, ou seja, segue-se de um lado até o final, depois se volta pelo outro lado, cobrindo assim todos os cômodos.

Em corredores, o chefe pode ficar à porta enquanto o ajudante entra no cômodo para fazer a busca. Os dois se comunicam, e com este procedimento se evita a desorientação.

Pode-se colocar um cabo para servir de corrimão, amarrado no exterior e próximo ao foco, para facilitar a localização das equipes de busca.

Cômodos trancados por fora também devem ser buscados, já que algumas pessoas deixam crianças e animais presos em casa.

As portas do cômodo explorado devem ser fechadas para evitar mais entrada de fumaça e propagação do fogo, identificando-o por marcação da porta, evitando o atraso decorrente da realização da segunda busca no mesmo local.

As janelas do cômodo explorado devem ser abertas para o exterior para dissipar a fumaça acumulada, sempre que possível.

Ao subir ou descer escadas, havendo pouca visibilidade, deve-se apoiar o corpo sobre as mãos e os joelhos, mantendo sempre a cabeça em nível mais elevado do que o corpo. Isso diminuirá a possibilidade de perder o equilíbrio, principalmente quando descer.

Toda porta deve ser fechada durante e depois da busca no cômodo, para não interferir com a ventilação do incêndio. Deve-se buscar em qualquer lugar onde alguém possa estar, inclusive *box* de banheiros, armários, atrás e dentro de móveis, debaixo de camas, perto de janelas e portas.

Dentro de cada cômodo, deve-se parar alguns segundos e tentar ouvir algum som emitido por vítima.

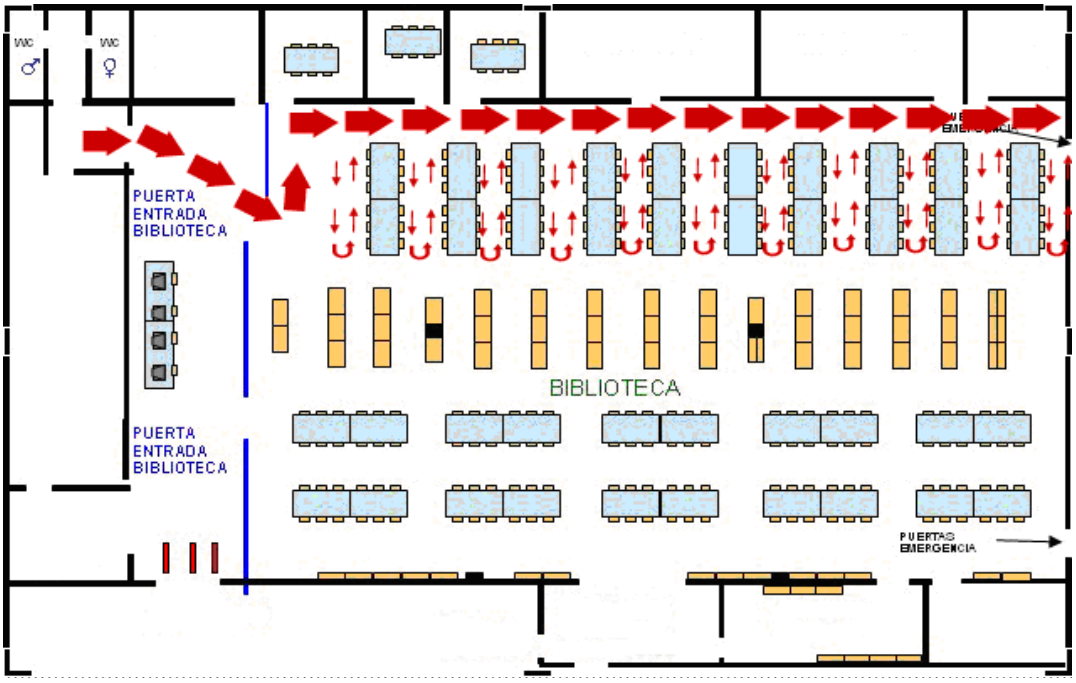
Uma ferramenta pode ser usada para buscar sob e dentro de móveis.

Fonte: www.cartagenarealty.com

Figura 179– A busca é feita orientando-se pelo contorno do ambiente

Para buscar vítimas em áreas grandes e congestionadas, como depósitos e bibliotecas, o chefe de equipe permanece em contato com uma parede, enquanto o ajudante busca numa ala, volta à parede e busca na ala seguinte e assim por diante.

As setas largas na Figura 157 indicam a trajetória do chefe da equipe e as setas estreitas indicam a trajetória do ajudante.



Fonte: www.upv.es

Figura 157 - Busca em seção de uma biblioteca.

Organização de grandes buscas

Em todas as áreas da edificação deve ser feita a busca, visto que a fumaça pode acumular-se em pontos distantes do foco. Conforme o tipo de edificação, essa operação será organizada de maneiras distintas.

Busca em edifícios altos

Assim como o combate, a busca em edifícios altos deve ser feita na seguinte ordem de prioridade:

- No pavimento do incêndio.
- No pavimento imediatamente acima do incêndio.
- No pavimento mais alto do prédio.

Depois, ela será feita nos demais pavimentos, pois é possível que a fumaça se estratifique, acumulando antes do pavimento mais alto.

O mesmo vale para residências de múltiplos pavimentos.

Em geral, pelo menos duas duplas de busca são necessárias para averiguação em cada andar.

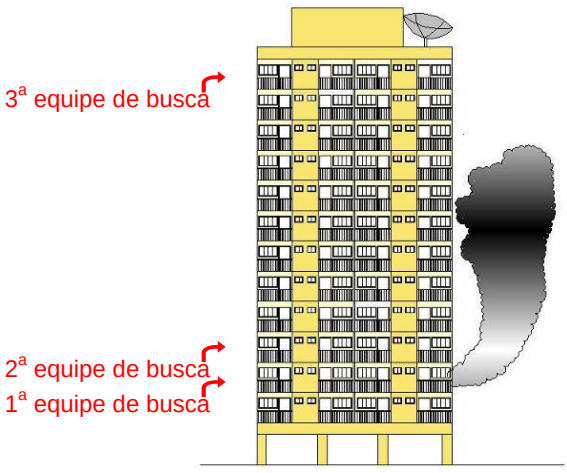


Figura 181 - Ordem de realização da busca em edifício alto

Busca em grandes superfícies

Em edificações de grande superfície, como *shoppings*, feiras, depósitos e fábricas, geralmente, a busca precisa ser feita por mais de uma entrada. Isso exige mais do controle de pessoal e da coordenação da busca. É preciso utilizar croquis e mapas e designar responsáveis por diferentes áreas.

Salvamento de bombeiro

Cada bombeiro deve cuidar para não tornar-se vítima. Quando um bombeiro torna-se vítima, o socorro tende a ser desviado de suas funções para atendê-lo. O profissionalismo tende a ficar em segundo plano. Outros bombeiros tendem a colocar-se em risco absurdo para buscá-lo.

Para evitar tornar-se vítima, cada bombeiro deve trabalhar sob comando de seu chefe imediato, ou seja:

- Cumprir as suas ordens, no local determinado.
- Dar retorno, ou seja, comunicar-lhe quando terminar uma missão ou quando não puder realizá-la.
- Sugerir providências quando for o caso.

Enquanto aguarda ordem para entrar, a dupla de bombeiros deve estar pronta para conectar o ar de sua máscara rapidamente. Com isso, se for designada para salvar outro bombeiro ou outra vítima, evita o impulso de empreender um salvamento sem o equipamento de proteção.

Se passar mal ou ficar desorientado, o bombeiro deve pedir ajuda, de imediato. Vergonha de pedir ajuda só piora a situação.

Se um bombeiro passar mal ou estiver desorientado no ambiente, seu ajudante ou chefe de linha ou quem encontrá-lo deve de

imediato pedir ajuda e auxiliar sua saída. Se estiver inconsciente, pode-se arrastá-lo de costas para o solo, pelo colarinho da capa de aproximação e transportando a mangueira com a outra mão. Em casos graves de desorientação, o bombeiro pode ter que ser retirado pela força.

Se passar mal e estiver sozinho, o bombeiro deve buscar a parede mais próxima para orientar-se, e buscar a saída.

11.1. Técnicas de retirada de vítimas

As vítimas do incêndio devem ser retiradas rapidamente. Para isso, há várias técnicas que podem ser utilizadas.

Ao localizar a vítima, o bombeiro deve fazer uma avaliação rápida sobre o seu estado geral e dar início à sua retirada, utilizando a técnica mais adequada.

Se a vítima for encontrada inconsciente, especialmente se estiver caída perto de escada, deve-se supor que sofreu queda, e transportá-la com os cuidados de estabilizar a coluna. Deve ser retirada, preferencialmente, com utilização de prancha rígida, lona, cobertor ou maca. No entanto, se as condições do incêndio não permitirem, então se faz a retirada como for possível.

É preferível fazer a retirada pelas escadas ou corredores da própria edificação. É a maneira mais fácil, que permite evacuação de mais pessoas com segurança em menos tempo.

A retirada de vítimas por escada prolongável apoiada nas janelas é mais lenta e pode ser dificultada pelo peso da vítima, pela sua fragilidade ou pela resistência quando está desorientada ou assustada.

A escada deve ser apoiada no peitoril da janela ou poucos centímetros abaixo, facilitando a saída.

A retirada utilizando plataforma ou escada mecânica é lenta e com limitações quanto ao peso. A guarnição precisa estar familiarizada com o seu uso para realizar uma boa operação. Ao colocar-se plataforma ou escada mecânica junto a alguma janela, deve-se arvorar o equipamento acima da altura da vítima, e só então aproximar a extremidade da escada ou o cesto da plataforma.

Tragicamente, há relatos de acidentes em que a vítima, desorientada, pula para alcançar o equipamento enquanto este ainda encontra-se alguns andares abaixo da sua posição.

Ao aproximar-se da vítima com uma plataforma mecânica ou escada mecânica, deve-se arvorá-la acima do pavimento em que a vítima se encontra e só então descê-la.

Constituem técnicas de retirada de vítimas:

- **Caminhando**, se a vítima conseguir andar, procure fazer com que ela se desloque o mais abaixada possível. Se não for possível, apóie a vítima no ombro (ver Figura 158).

Figura 158 - Bombeiros apóiam a vítima

- **Nos braços**, para percurso curto e vítima leve.

- **Por arrastamento**, quando a vítima não tem condições de caminhar e o seu peso é elevado (ver Figura).

Figura 183 - Bombeiros arrastam a vítima com a ajuda de uma lona

- **Pelas extremidades** – um procedimento simples e de fácil execução, as pernas da vítima são apoiadas nos ombros do bombeiro que está à frente enquanto os ombros são segurados pelo bombeiro que está atrás (Figura 159).

Figura 159 - Transporte pelas extremidades

- **Com o emprego de uma cadeira ou prancha rígida** – procedimento ideal para retirada de vítimas gravemente feridas, pessoas idosas e obesas. O transporte é feito por dois bombeiros, diminuindo o esforço e desgaste físico, bem como o agravamento de lesões da vítima.

- **Descendo vítima pela escada prolongável –** posiciona-se a escada alinhada com a moldura inferior da janela. Um bombeiro auxilia a passagem da vítima para o outro, que fará a descida conforme a Figura 160.

Figura 160 – Descida de vítima consciente ou inconsciente

- **Apoiando vítima consciente na escada prolongável** – O bombeiro inicia a descida antes da vítima, posicionando-se atrás dela para prevenir queda. A vítima desce normalmente pela escada.
- **Salvamento de vítimas onde há fogo –** Em ambientes em que haja presença de chamas ou de fumaça intensa, os bombeiros devem realizar o salvamento da vítima protegidos por uma linha de mangueira. Se algo acontecer durante este percurso, tanto os bombeiros quanto a vítima serão protegidos pela ação da água.

Figura 161 – Salvamento de vítima com um bombeiro

Figura 162 – Salvamento de vítima com um bombeiro e utilizando o cabo da vida

Figura 163 – Salvamento de vítima com uma dupla de bombeiros (situação ideal)

12. Ventilação tática

A ventilação de incêndios não é uma preocupação recente, conforme mostra este extrato de um texto publicado ainda no século XIX. Depois desse início promissor, a ventilação passou muito tempo esquecida, ressurgindo apenas recentemente estudos sobre suas vantagens e seu uso.

> "Caldeiras a carvão possuem uma porta embaixo. A porta da rua de uma casa incendiada tem o mesmo efeito. Abertas, ambas fornecem o ar vital para as chamas."
>
> James Braidwood, Chefe do Corpo de Bombeiros de Londres, em *Fire Prevention e Fire Extinction*, 1866

Ventilação tática são ações de controle da circulação de fumaça e de ar, de forma planejada, para obter vantagens operacionais no combate a incêndio.

A visão sobre ventilação varia de continente para continente. A Europa, tradicionalmente, volta seu combate a incêndios para as condições encontradas em estruturas de compartimentos pequenos, trabalhando com baixa vazão e alta pressão nas mangueiras, confinando o fogo (também chamado de antiventilação) e estabilizando os gases aquecidos no ambiente antes de abri-lo.

Os americanos voltam o seu combate para as condições de incêndios de propagação rápida, em grandes espaços. Utilizam ventilação de forma agressiva e ataque rápido ao foco, com uma alta vazão nas mangueiras.

Atualmente, com a disseminação do uso da ventilação forçada com ventiladores e a preocupação causada por acidentes fatais

envolvendo comportamentos extremos do fogo, ambas as visões têm-se modificado, absorvendo procedimentos de uma e de outra.

Toda ventilação deve ser feita conscientemente, conforme a conveniência do combate. Qualquer entrada em local incendiado implica em ventilar o ambiente, ou seja, é impossível abrir uma porta ou uma janela, sem permitir a entrada de ar. O entendimento de como a ventilação ocorre possibilita usá-la a favor do combate a incêndio mais eficiente e eficaz.

A ventilação é interdependente das demais ações do combate ao incêndio. Perceba que nas demais técnicas tratadas neste manual, enfatiza-se que portas e janelas não devem ser abertas indiscriminadamente, pois afetaria a ventilação de forma não planejada.

Utilizar ventilação exige coordenação entre o exterior e o interior da edificação.

A ventilação também precisa ser planejada antes da execução, pois corrigi-la em andamento é difícil, já que algumas aberturas serão permanentes.

12.1. Efeitos da ventilação sobre o incêndio

A ventilação aumenta a velocidade da combustão, mas dilui e dispersa a fumaça, tornando-a menos inflamável, e assim facilitando o acesso ao foco.

Pelo contrário, a falta de oxigênio diminui a velocidade da combustão, mas aumenta o acúmulo de fumaça altamente inflamável. Isso é o que acontece ao se confinar o fogo.

A fumaça propaga o fogo pela rota em que se desloca, portanto, a saída da fumaça deve ser na direção em que a propagação do fogo será menos danosa. Se estiverem no caminho materiais ainda não incendiados ou vítimas, a situação será agravada.

Figura 164 - A fumaça propaga o fogo até o seu ponto de saída

A ventilação possui como principais funções:

- A redução do risco de comportamentos extremos do fogo, pela diluição da fumaça.
- A melhoria da visibilidade no interior da edificação sinistrada.
- A diminuição da temperatura e aumento da disponibilidade de ar respirável para as vítimas distantes do foco.
- A redução da velocidade de propagação, pelo confinamento do fogo.

Figura 165 - Diferença de um incêndio não ventilado e de um ventilado

Ventilar acelera a combustão, mas dirige a fumaça para cima, para longe de vítimas e áreas não atingidas.

12.2. Ventilação natural e seus fatores de movimento

A ventilação natural é o aproveitamento racional dos deslocamentos dos gases em prol da operação de combate a incêndio, podendo ser HORIZONTAL ou VERTICAL.

Os principais fatores de movimento da ventilação natural são:

- O empuxo.
- A sobrepressão no compartimento incendiado.
- A pressão negativa em corredores e escadas.
- A direção do vento.

Os gases aquecidos da fumaça têm densidade menor que o ar ambiente, e, portanto, sofrem empuxo e sobem. A sobrepressão é proveniente do aumento do volume dos gases aquecidos. Devido à sobrepressão, a fumaça acumulada sai do compartimento por qualquer abertura, mesmo que seja baixa.

E a pressão negativa ocorre pelo Princípio de Venturi, fazendo com que os locais de menor seção por onde passam os fluidos tenham menor pressão e uma maior velocidade. Por causa da pressão negativa, escadas e corredores sugam a fumaça proveniente do foco do incêndio.

A ventilação horizontal, que pode ser a abertura de uma janela ou porta, por exemplo, serve-se da sobrepressão e da direção do vento para dispersar a fumaça. Deve ser feita com muito critério, pois envolve as áreas baixas do ambiente, portanto, qualquer problema poderá afetar o local de trabalho dos bombeiros.

Figura 166 - Ventilação horizontal: saída de fumaça perto do fogo

Já a ventilação vertical serve-se do empuxo e da sobrepressão, e pode também aproveitar a direção do vento e, eventualmente, a pressão negativa para, mesmo sem ventiladores, fazer a fumaça sair por abertura na parte mais alta do cômodo. O empuxo é o principal fator de movimento da ventilação vertical.

A ventilação, tanto horizontal quanto vertical, pode ser feita junto ao foco ou para longe do foco. No primeiro caso, a abertura serve para dispersar a fumaça a partir do foco, preferencialmente, por uma abertura acima do fogo, aproveitando ao máximo o empuxo. Essa ventilação limita a propagação vertical do fogo, pois evita o acúmulo de fumaça dentro da edificação.

No segundo caso, fazem-se aberturas nas áreas não atingidas pelo fogo, enquanto se mantém o foco em **confinamento**, ou seja, fechado ou após a sua extinção.

Lançar água de fora para dentro da edificação, pela saída de fumaça, piora as condições no interior. A fumaça que deveria sair retorna à edificação, ameaçando bombeiros e vítimas. Além disso, a saída de fumaça é uma área de alta temperatura, sujeita à ocorrência de ignição de fumaça, portanto, contra-indicada ao posicionamento de bombeiros.

Pode-se aplicar jato neblinado, perpendicular à fumaça que sai da edificação, diminuindo sua inflamabilidade e a possibilidade de propagação do fogo para edificações vizinhas (Figura 167). Tal procedimento acelera o fluxo de saída da fumaça.

Figura 167 - Resfriamento perpendicular da fumaça reduz sua inflamabilidade e acelera sua saída

A ventilação, tanto horizontal quanto vertical, também pode ser feita de forma **cruzada**, ou seja, com uma abertura para entrada de ar e outra para saída de fumaça, aproveitando a direção do vento para aumentar o deslocamento.

Cuidados a serem adotados na ventilação natural:

- No estabelecimento de viaturas, é melhor aproximar-se a favor do vento. Em alguns casos, o estabelecimento em local aparentemente mais difícil pode ser o melhor, se evitada a direção em que o vento lançaria a fumaça sobre o socorro.
- Na abertura de portas e janelas, manter-se a favor do vento evita ser atingido pela fumaça liberada (Figura 168).

Figura 168 - Aproximação deve ser feita a favor do vento

- A ventilação vertical é também muito útil para melhorar as condições para as vítimas, facilitando o escape em ambientes grandes: a abertura do teto propicia o escoamento da fumaça, melhorando a visibilidade, diminuindo a toxidade da atmosfera e a temperatura (Figura 169).

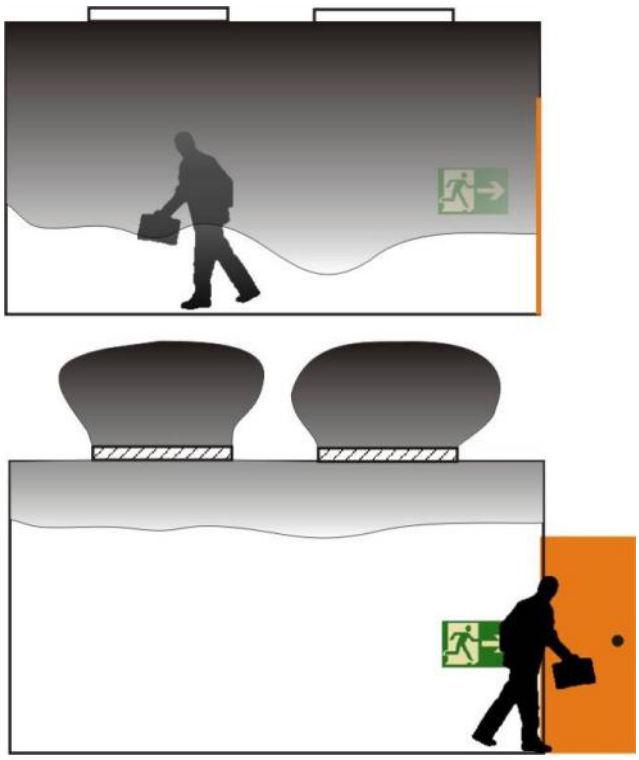


Figura 169 – Comportamento da fumaça em situações distintas: a primeira sem ventilação e a segunda com ventilação vertical

Na Figura 169, é possível observar duas situações bem distintas em uma mesma cena de incêndio. Na primeira, a fumaça acumulada no ambiente dificulta a orientação da vítima para a saída, além de submetê-la a um ambiente altamente tóxico. Na segunda cena, a abertura vertical permite o escoamento seguro da fumaça, aerando o ambiente para a vítima.

Como já foi dito no Módulo 1 deste manual, a fumaça é combustível. Portanto, qualquer saída deve direcioná-la para local onde a propagação do fogo seja menos danosa, tendo em vista a proteção dos bombeiros, das vítimas e das áreas não atingidas.

Existindo apenas uma abertura, o fogo busca liberar fumaça e obter oxigênio por meio dela. Se essa única entrada estiver atrás dos bombeiros, será um problema. Por isso, na técnica de passagem de porta, após abri-la, deve-se voltar a fechá-la (Figura).

Figura 195 - Manter a porta semi-fechada, evitando a propagação do fogo em direção à entrada dos bombeiros.

A ventilação cruzada pode ser usada após o confinamento do fogo: fecha-se o compartimento em que está o foco e ventila-se o restante da estrutura. Procedendo o confinamento, ganha-se algum tempo para a retirada de vítimas, pois o desenvolvimento do fogo é retardado pela diminuição do oxigênio. Nesse caso, as duas aberturas são feitas longe do fogo. Não se pode fazer o isolamento do cômodo

em que está o foco antes de avaliar a possibilidade de presença de vítima viável (ou seja, que pode ser salva).

Após a extinção de incêndio em edifício, fazer uma abertura no alto de uma escadaria libera a fumaça (Figura 170b), que de outro modo permaneceria nos andares intermediários (Figura 170a).

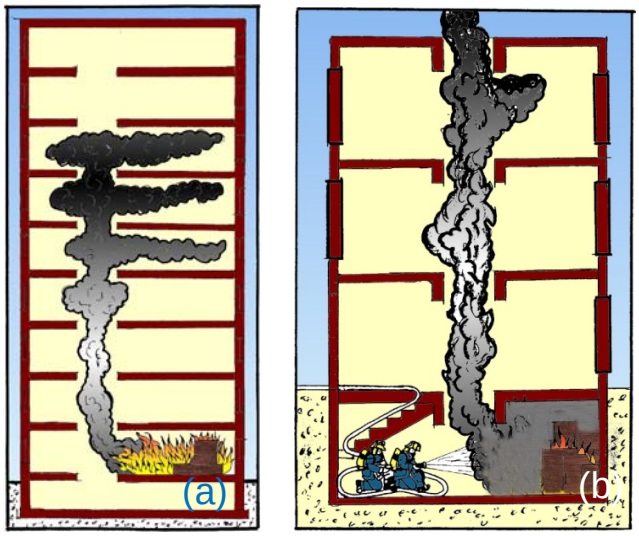


Figura 170 - A abertura no teto libera a fumaça após a extinção do fogo.

A ventilação cruzada pode ser feita com uma saída de fumaça próxima ao foco. O ar entra pelo mesmo local que os bombeiros, e a fumaça sai por outra abertura. Essa ventilação facilita muito o trabalho dos bombeiros e evita danos à propriedade, pois dirige a fumaça para adiante do jato, o qual é aplicado na direção do foco, para fora da edificação. Para que funcione melhor, a entrada dos bombeiros deve ser feita a favor do vento, e a saída de fumaça acima do foco.

Figura 171 - Ventilação vertical cruzada: o ar entra por baixo e a fumaça sai adiante do jato

Fazendo abertura para ventilação

A ventilação horizontal possui a desvantagem de escoar a fumaça pelas áreas mais baixas do ambiente, onde ficam bombeiros e vítimas. A abertura de janelas é o modo mais comum de fazer essa ventilação.

Figura 172 - Abertura para ventilação horizontal

Para a abertura vertical de saída da fumaça, a escada prolongável deve ser colocada de maneira segura; se possível deve ser amarrada. Não deve ficar sobre janelas, onde poderia ser atingida pela fumaça.

Também é preciso observar se não há fios ou outros obstáculos, estendendo a escada alguns palmos acima do telhado ou janela, para ter boa visibilidade.

No telhado, somente se deve caminhar apoiado em partes seguras, como platibandas. É útil também colocar sobre o telhado uma outra escada, evitando quedas. Na impossibilidade de abrir o telhado, pode-se abrir uma janela alta ou, em último caso, a parede.

Fonte: Foto *Roof_Fire*_33992 - www.timsnopek.com

Figura 173 - Abertura para a ventilação vertical

Antes de fazer a abertura, deve-se ter pelo menos duas rotas de fuga, pois a fumaça pode sair de maneira violenta.

As aberturas fáceis são preferíveis.

A abertura deve ter tamanho adequado à estrutura. Para uma residência média, isso significa aproximadamente 1,2m x 1,2m; para edificações maiores, uma abertura de 3m x 3m.

É sempre melhor fazer uma abertura grande do que várias pequenas, pois o arraste da fumaça é maior.

Evita-se cortar estruturas de suporte do telhado.

Abre-se a partir da área sobre o fogo em direção à rota de fuga. Completa-se a abertura com cuidado, e o pessoal se retira rapidamente, pois a fumaça pode sair de forma violenta.

A abertura vertical feita a partir de uma plataforma mecânica oferece mais segurança, pois não é necessário se apoiar nem na parede nem no teto da edificação sinistrada.

Figura 200 - Ventilação vertical com auxílio da plataforma mecânica

12.3. Ventilação forçada

A ventilação forçada é sempre do tipo cruzada, e pode ser horizontal ou vertical, ou seja, exige duas aberturas, uma de entrada de ar e outra de saída de fumaça. O uso de aparelhos permite escolher a direção preferencial para dirigir a fumaça, mesmo que seja para baixo ou contra o vento. No entanto, sempre que possível, é melhor aproveitar

a direção natural de deslocamento dos gases, para tornar a ventilação mais eficiente.

A ventilação forçada pode ser de pressão negativa, ventilação hidráulica ou ainda por pressão positiva.

A ventilação forçada por pressão negativa é feita por meio de exaustores. A ventilação forçada por arrastamento ou hidráulica é feita por meio de um jato neblinado para fora do ambiente. A ventilação por pressão positiva utiliza ventiladores.

12.3.1 Ventilação de pressão negativa

O exaustor trabalha retirando a fumaça do ambiente, conduzindo-a para fora por meio de um tubo chamado de “manga”. É colocado dentro do cômodo inundado de fumaça.

Suas desvantagens são:

- Necessidade de estar conectado à alguma fonte de energia (geralmente elétrica).
- Necessidade de limpeza após o uso – pois a fumaça passa por dentro dele.
- Dificuldade em se criar uma pressão negativa em um cômodo incendiado, devido ao aumento do volume do ar, quando aquecido. Além disso, para retirar a fumaça, o exaustor deveria ser colocado na parte mais alta do ambiente, o que representa maior dificuldade.

Exaustores podem ser utilizados para retirar a fumaça fazendo-a passar por um ambiente que não pode ser desocupado, como uma Unidade de Tratamento Intensivo de um hospital, por exemplo. No entanto, por suas várias desvantagens, os exaustores têm caído em desuso no combate a incêndio.

Figura 201 - Exaustor elétrico

12.3.2 Ventilação hidráulica por arrastamento

O jato neblinado, para fora do ambiente inundado de fumaça, funciona pelo Princípio de Venturi, criando um arraste da fumaça. Se bem utilizado, pode ser até quatro vezes mais eficiente que os exaustores. Sua desvantagem é a grande quantidade de água utilizada.

A principal vantagem é estar disponível facilmente. Deve ser usado, preferencialmente, após a extinção, ou ao menos, depois de confinado o fogo, tendo-se o cuidado de resfriar a fumaça, pois o bombeiro precisa ficar no seu caminho de saída.

Figura 202 - Ventilação por meio de jato neblinado

Para se obter uma ventilação forçada mais eficiente, por meio do jato neblinado, recomenda-se que:

- O ângulo de abertura do jato seja de 60 graus.
- O jato ocupe quase toda a área da abertura sem atingir a parede ao redor.
- O esguicho fique à distância de 0,5 metros da saída, no caso de janela, e de 1,5 a 2 metros, se for porta.

12.3.3 Ventilação de pressão positiva

A ventilação de pressão positiva é feita com ventiladores.

O princípio de funcionamento é a formação de um cone de ar, dirigido ao interior do ambiente, aumentando a pressão interna e produzindo uma vazão de saída. Como o próprio incêndio já aumenta o volume dos gases e, portanto a pressão interna, o ventilador aumenta-a um pouco mais, e assim produz o escoamento da fumaça.

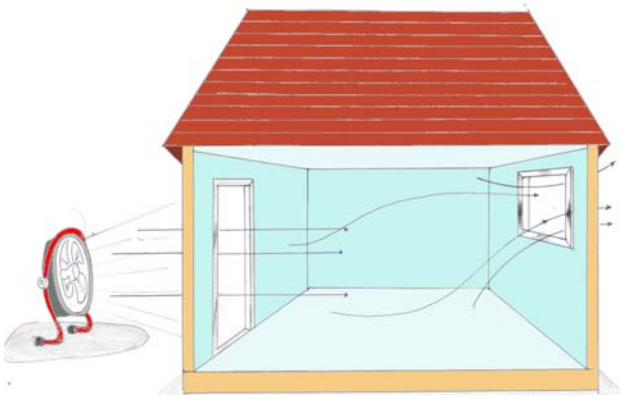


Figura 203 - Ventilação forçada de pressão positiva utilizando ventilador

A fumaça escoa pela saída mais fácil. Portanto, deve-se escolher a saída mais próxima da base do fogo. Se for necessário, conduzi-la por dentro da edificação, deve-se considerar que ela pode propagar o fogo ou, simplesmente, sujar áreas não atingidas.

O uso do ventilador de pressão positiva em prédios com ar condicionado central pode espalhar a fumaça pelo sistema. Se for possível, o sistema de ar condicionado deve ser controlado e utilizado para os objetivos táticos do combate a incêndio (exaustão da fumaça, pressurização dos ambientes não atingidos).

Se não for possível controlá-lo de forma satisfatória, deve-se desligá-lo. Outros sistemas do prédio podem ser utilizados também. Em um certo incêndio em prédio alto, a fumaça estava espalhada por vários andares. Enquanto se fazia a busca do foco da forma convencional, ou seja, começando do andar mais baixo envolvido e subindo para os mais altos, um bombeiro foi encarregado de assistir a filmagem do sistema de segurança, o que permitiu localizar mais rapidamente o foco.

Nem todo o ar lançado pelo ventilador é aproveitado para ventilação. Só 25% do volume introduzido num apartamento sai pelo local designado. O restante escapa por frestas e portas mal vedadas ou perde-se logo no cone.

Em um teste realizado num apartamento duplex de 840 m^3 (dois pavimentos de 20 x 7 m e pé direito de 3 m), utilizando um ventilador capaz de proporcionar 500 m^3 de ar/min, a ventilação efetiva foi de 125m^3/min. No entanto, a ventilação se dá por diluição e não por substituição. Portanto, a estimativa de tempo para que um prédio de 840m^3 chegue a ter 30% da fumaça que tinha originalmente, é de uns 10 minutos.

A ventilação pode ser otimizada isolando-se as áreas não envolvidas. Numa residência em que se deseja ventilar a cozinha e a sala, a ventilação fica mais eficiente se forem fechados os quartos não atingidos.

Existem ventiladores elétricos, de motor a combustão e movidos a água. Esses últimos operam, geralmente, com pressão mínima entre 9 e 17 bar, conforme o modelo.

Figura 204 - Ventiladores de motor a explosão

Figura 205 - Ventilador de pressão positiva do CBMDF

A escolha de um ventilador deve privilegiar aquele que ofereça maior fluxo, mais resistência, seja portátil e que caiba nas viaturas em uso.

As características do ventilador atualmente utilizado pelo CBMDF são:

- É movido à água, por meio de duas mangueiras, uma que envia água do corpo de bombas ao ventilador e outra que a retorna para o tanque.
- Em decorrência da dependência de mangueiras para o funcionamento, a distância será limitada conforme a disponibilidade destas no socorro.

- Requer uma pressão na bomba entre 9 e 15 bar. Abaixo disso, a ventilação será ineficiente.
- Algumas viaturas apresentaram problemas quanto à entrada de ar no retorno da água para a bomba. Para resolver esse problema é preciso criar uma coluna d'água em ambas as mangueiras antes de acionar o ventilador, ou fazer com que o retorno da água se faça por cima do tanque. A técnica explicada adiante mostra como fazer a coluna d'água.
- Apresenta a opção de uso de jato neblinado, que pode sair junto com o ar. Este jato pode ou não ser utilizado no ambiente, conforme a tática adotada. É imprescindível que se tenha sempre em mente o cuidado de não lançar para dentro do ambiente água em demasia ou que venha a agravar o quadro de destruição do local, principalmente, quanto a móveis e equipamentos. Paul Grimnwood, no livro 3D *Firefighting*, relata que usou, certa vez, esse tipo de jato em partículas bem finas para extinguir um incêndio sem acesso pelo exterior. No entanto, o próprio autor confirma que faltam pesquisas sistemáticas que permitam recomendar esse uso. Basta abrir o registro que fica na parte posterior do ventilador para utilizar o jato neblinado.

A seqüência de estabelecimento do ventilador será:

1. Conecte uma mangueira de 2½" na boca de expulsão da viatura.

Figura 206 - Conexão da mangueira na viatura

2. Conecte a outra extremidade na boca de admissão do ventilador.

Figura 207 - Conexão da mangueira no ventilador

3. Conecte outra mangueira na boca de expulsão do ventilador e levar a outra extremidade até a viatura.

Figura 208 - Conexão da mangueira de retorno da água no ventilador

4. Libere um pouco de água pela expulsão da viatura, até que saia pela extremidade livre (ou seja, até que a água saia da

viatura, passe pelo ventilador e volte). Esse procedimento evita a introdução de ar na bomba de água.

5. Conecte a mangueira na boca de admissão da viatura ou no respiro

Figura 209 - Conexão da mangueira de retorno da água na viatura

Depois do estabelecimento, a seqüência do uso do ventilador será:

1. Posicione-o a uma distância equivalente à altura da porta, de mais ou menos dois metros. Retire cortinas para aumentar a eficiência da ventilação. Incline o ventilador ligeiramente para cima, para formar um cone ao redor da porta.

Figura 210 - Posicionamento do ventilador a 2 m da porta, ligeiramente inclinado para cima

2. Faça a abertura da saída da fumaça. Essa abertura pode ter até duas vezes o tamanho da entrada de ar, de preferência,

em um ponto mais alto da edificação, observando-se os mesmos cuidados recomendados para a ventilação natural (direção do vento, direção em que se pretende encaminhar a fumaça). Deve estar o mais próximo possível do fogo para evitar que as chamas ou a fumaça quente atinjam materiais ainda não ignificados ou às vítimas. Se não houver uma rota de fuga para a fumaça, os bombeiros poderão sofrer sérias queimaduras pelo retorno da fumaça.

A saída de fumaça pode ter até duas vezes o tamanho da entrada de ar.

3. Abra a porta.
4. Acione o ventilador, observando na porta se toda ela está envolta no cone de ar enviado pelo ventilador. Utiliza-se para isso algum artifício, como um pedaço de plástico preso a um croque, por exemplo. Ajuste a posição do ventilador se necessário, pois o cone de ar deve cobrir toda a abertura da porta. Se parte da porta não for coberta pelo cone de ar, a fumaça sairá por esse espaço.

Figura 211 - Abrir o registro para utilizar o ventilador

5. Entre pela abertura coberta pelo cone de ar, a qual será a entrada para os bombeiros.
6. Na Figura e na Figura , é possível observar a saída de fumaça pela porta oposta à entrada dos bombeiros (seta vermelha).

Figura 212 - Entrada pelo cone formado pelo ventilador

Figura 213 - Posicionamento do bombeiro ao lado da porta para não alterar o fluxo de ar do ventilador.

Em testes realizados num apartamento de 3 quartos, relatados por Stefan Svensson e Sodra Sandby, da Faculdade de Serviços de Resgate da Suécia, observou-se que:

- Houve um aumento de 40% na velocidade da combustão, por isso a necessidade de que as ações com o ventilador sejam bem coordenadas com as demais atividades envolvidas no combate a incêndio. Depois de ventilar-se

um incêndio, o foco deve ser extinto o mais rápido possível, para evitar o agravamento da situação.

- Como esperado, houve um aumento de temperatura na abertura de saída da fumaça e um resfriamento na abertura de entrada.
- Houve uma melhora significativa das condições de trabalho e de segurança para os bombeiros.
- Haveria um possível risco à vida das vítimas, se elas estivessem na rota de fuga da fumaça (ou seja, na direção da abertura feita para a saída da fumaça).

12.3.4 Arranjos de ventiladores

Colocar ventiladores em paralelo é útil, quando a abertura for grande demais para ser totalmente coberta pelo cone de ar de um só ventilador. Os ventiladores podem ser estabelecidos um ao lado do outro, para portas largas, ou um em cima do outro, para portas altas. Todos os cuidados anteriormente relatados devem ser tomados. Esse arranjo praticamente dobra a vazão que seria obtida com um só ventilador.

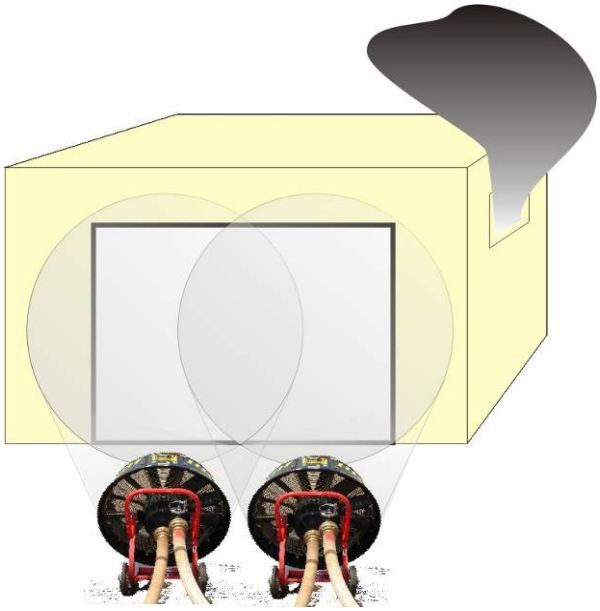


Figura 214 - Ventiladores em paralelo permitem cobrir porta larga

12.3.5 Problemas com o uso de ventiladores.

Para se evitar problemas com o uso do ventilador é necessário:

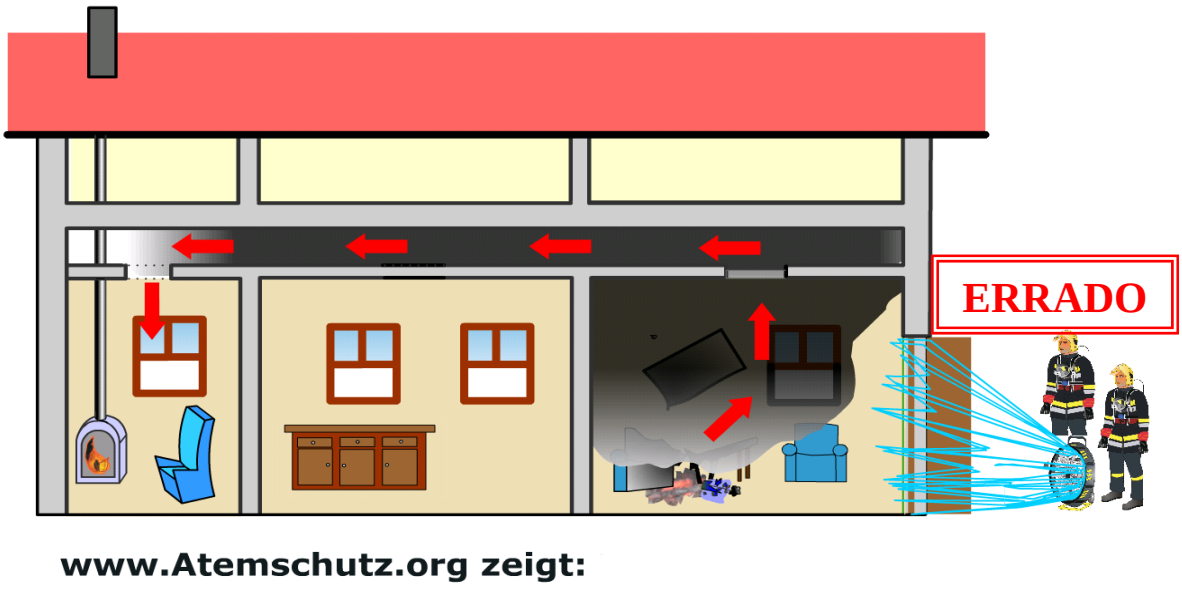
- Informar a todos os bombeiros que o sistema está sendo utilizado ou modificado (mudado de posição, desligado, etc.), a fim de que eles fiquem atentos o tempo todo, evitando a abertura de portas para ambientes que não foram ainda explorados.

Abertura de portas onde houver um foco oculto pode produzir um *backdraft*.

- Utilizar ventiladores de capacidade adequada ao tamanho da edificação. Se o sistema não estiver funcionando adequadamente, as condições no interior do ambiente serão agravadas, pois o oxigênio extra alimentará o fogo; se a vazão for insuficiente, a fumaça não será expulsa. Salvo indicação do fabricante, os ventiladores são

adequados para uso em edificações de pequeno a médio porte.

- No caso de edificações com vários cômodos ou andares, ventilar um ambiente por vez, começando pelo mais baixo. Se possível, a saída da fumaça deve ser feita de cada ambiente para fora, evitando empurrar a fumaça por outros ambientes. Cada ambiente de onde a fumaça já tiver sido escoada deve ser fechado, para que a fumaça não torne a inundá-lo.
- O revolvimento de material com brasas ocultas, durante a operação do ventilador, deve ser feito apenas depois de dissipada a fumaça e tendo mangueira pressurizada a postos, pois pode acontecer um aumento súbito da combustão.



Fonte: www.atemschutz.org

Figura 215 - Propagação da fumaça por um teto falso

A Figura mostra a ação incorreta dos bombeiros ao estabelecerem uma ventilação forçada para escoar a fumaça do

ambiente, empurrando-a pelo forro até atingir outro cômodo, levando material combustível aquecido (fumaça) para um ambiente originalmente não atingido pelo incêndio.

12.3.6 Incorporando o uso de ventiladores ao combate a incêndio

Como se vê, o uso de ventiladores é bastante útil, mas requer cuidado. Um modo que tem funcionado em diversos Corpos de Bombeiros do mundo, para implementação segura, é a implantação em três fases:

1. Usa-se o ventilador, inicialmente, em incêndios extintos, para retirar a fumaça. Esse é o primeiro passo para que todos se conscientizem do modo de funcionamento do ventilador, da necessidade de fazer a abertura de saída da fumaça, do tempo para colocá-lo no local, do modo correto de colocar as mangueiras no aparelho, da pressão necessária para uma boa vazão, da velocidade de saída da fumaça, etc.
2. Quando os bombeiros já dominarem a técnica anterior, o passo seguinte é usá-lo no rescaldo de incêndios já controlados, mas antes da extinção completa, complementando o combate a incêndio já iniciado.
3. Por fim, somente após muita experiência, utilizá-lo no incêndio ativo, como instrumento de combate.

Ter o ventilador em todo socorro de incêndio facilita a implantação, pois permite utilizá-lo em situações cotidianas, para alcançar-se a prática necessária para usá-lo em incêndios ativos, ou seja, antes e durante o ataque.

Para utilizar ventilador durante incêndio ativo, é preciso que:

- A guarnição tenha experiência em ventilação de incêndios controlados.
- Os bombeiros posicionem-se ao lado da porta, prontos para o ataque, antes da abertura.
- Somente 20 segundos depois de iniciada a ventilação pela porta, é que entra a guarnição de combate a incêndio e a de busca (se necessário).

Não utilizar ventilador com o incêndio ativo:

- Se houver sinais de risco de *backdraft*.
- Se houver muita poeira ou materiais passíveis de ficarem em suspensão por causa da ventilação, diminuindo a visibilidade.
- Se a localização do fogo ainda não foi descoberta.
- Se os locais que podem ser incendiados pela fumaça liberada ainda não estão protegidos por linha de mangueira.
- Quando se perceber que o fogo está propagando-se além do compartimento de origem.
- Quando a compartimentação do imóvel não é própria para a criação de um caminho livre, da entrada até a saída de ar.

Fazer ventilação forçada, sem o preparo adequado, pode resultar em fatalidades.

É necessário, após o incêndio, fazer a avaliação do sistema com todas as guarnições envolvidas, a fim de observar se em algum

momento houve risco maior aos bombeiros ou às vítimas, as vantagens e desvantagens do ventilador, para que a experiência seja bem aproveitada, servindo ao aprimoramento dos profissionais.

12.4. Resumo das ações e efeitos da ventilação

A ventilação é utilizada de maneiras totalmente distintas, de acordo com o objetivo do ataque definido pela tática. Resumem-se em 10 itens as ações e os efeitos esperados.

Tabela 3 - Resumo das ações e efeitos da ventilação

	AÇÃO	EFEITO
1	Confinar o fogo.	Desacelera a combustão enquanto os equipamentos são dispostos para o ataque.
2	Confinar o fogo e abrir área não atingida.	Dissipa a fumaça, facilitando as buscas.
3	Isolar áreas não atingidas.	Evita a propagação do fogo.
4	Evitar ficar entre o foco e a única abertura.	Evita ser apanhado pelo fogo que busca oxigênio.
5	Abrir perto do fogo para liberar a fumaça.	Diminui propagação lateral.
6	Fazer a abertura para saída de ventilação para longe das vítimas.	Facilita a evacuação.
7	Ventilar e combater o fogo da área atingida em direção ao exterior da edificação.	Diminui os danos às áreas não atingidas pelo fogo.
8	Ao abrir vários pavimentos atingidos por incêndio, a começar pelo mais baixo.	Evita que a área livre de fumaça seja inundada novamente.
9	Sempre utilizar pressão positiva fazendo a abertura para saída de fumaça.	Evita acidentes pelo retorno da fumaça para a entrada de ar.
10	Implementar o uso de ventiladores em etapas: incêndio extinto, incêndio controlado e ataque ao fogo.	Mantém a segurança de bombeiros e de vítimas. Evita acidentes.

12.5. Integrando técnicas de abertura, ventilação e ataques ao fogo

Depois de aprendidas, as técnicas podem ser combinadas para o combate mais eficiente. Abaixo estão algumas combinações possíveis, que não esgotam as possibilidades dos incêndios reais, mas são apresentadas a título de exemplo:

Incêndio em residência com vítimas presas e o imóvel já fora arrombado. Por exemplo:

1. Confinamento do foco.
2. Ventilação longe do foco e busca primária.
3. Ventilação vertical e abertura da porta do cômodo do foco.
4. Ataque tridimensional na fumaça e ataque direto no foco.
5. Ventilação forçada por ventilador.

Incêndio em residência desocupada, em fase inicial:

1. Abertura da residência.
2. Fechamento das portas para as áreas não envolvidas.
3. Ataque tridimensional na fumaça e ataque direto no foco.

Incêndio em comércio fechado e desocupado:

1. Abertura.
2. Ataque indireto; após a aplicação, fecham-se as portas para aguardar o efeito.
3. Ventilação sobre o foco.
4. Ataque direto no foco, de dentro ou de fora da edificação, conforme as condições.

Incêndio estrutural generalizado

1. Ataque direto, dirigido à estrutura atingida e proteção das edificações expostas.
2. Ventilação sobre os focos.
3. Rescaldo com ataque direto sobre o(s) foco(s).

13. Incêndios em subsolos

Os subsolos encontrados no Distrito Federal costumam abrigar porões, depósitos de materiais (novos ou sucatas), cozinhas, galerias comerciais, garagens, entre outros.

É comum a presença de materiais perigosos, materiais empilhados, desordenadamente, e botijões de gás de cozinha (GLP).

Fonte:www.beringsea.com

Figura 216 - Exemplo de materiais guardados em subsolo

É preciso descer para combater o incêndio em subsolo.

Por esses motivos, incêndios em subsolos são difíceis de controlar e perigosos para os bombeiros porque:

- O foco pode demorar a ser localizado, pois a fumaça toma os pavimentos superiores.
- O incêndio rapidamente se propaga aos pavimentos superiores pela convecção da fumaça.
- Ao abrir um acesso ao subsolo, o ar introduzido alimenta o fogo, aumentando sua intensidade.
- Muitos subsolos só possuem uma entrada. Alguns têm janelas pequenas, abaixo ou pouco acima do solo, tornando sua ventilação difícil.

- É necessário descer até o foco para combatê-lo, expondo os bombeiros à fumaça quente.
- Desorientado no ambiente, o bombeiro não tem a opção de buscar janelas.

Fonte: www.everettfirefighters.org
Figura 217 - Exemplo de incêndio em subsolo

Além disso, os materiais empilhados dificultam a orientação e a fuga em caso de agravamento das condições do incêndio.

13.1. Organização

O combate a esse tipo de incêndio precisa ser muito bem organizado.

1. É preciso registrar a entrada e o tempo de permanência de cada bombeiro com EPI completo e rádio transmissor no interior do subsolo, considerando o tempo de autonomia da máscara de ar respirável em uso. Uma simples prancheta pode ser usada para isso. Sem registro, o extravio de um bombeiro pode passar despercebido até que seja tarde demais.
2. Conforme o tamanho e o tipo de ocupação do subsolo, deve ser colocado cabo guia, fixo, para servir de corrimão, auxiliando a orientação dos bombeiros.

3. Se o incêndio estiver restrito, com localização conhecida e houver pouca fumaça, pode-se fazer o ataque imediatamente. Uma dupla de bombeiros entra com uma linha de mangueira e faz o ataque direto ao foco rapidamente. Outra dupla permanece à entrada, equipada com outra linha já pressurizada, para atuar se necessário.
4. Se o incêndio estiver além desse estágio inicial, a primeira providência será evitar a propagação:
    - Mantendo a porta de acesso ao subsolo fechada, se possível, até que seja feita evacuação e busca nos andares superiores.
    - Fechando portas e janelas para áreas não atingidas nos andares mais altos.
    - Colocando linhas de mangueira, protegendo as áreas que não possam ser fechadas, e a área próxima à entrada do subsolo.
5. Fazer a busca e evacuação dos andares superiores. A busca deve ser feita em todos os pavimentos, pois pode haver acúmulo de fumaça.
6. Se for possível, abrir uma saída de fumaça sobre ou adiante do foco, sem levar a fumaça para locais em que o fogo possa se propagar.

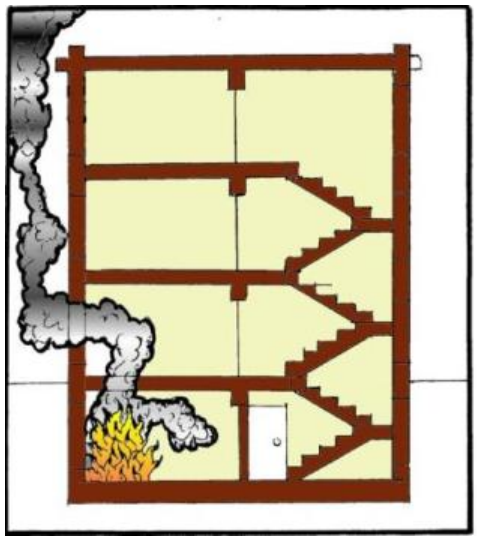


Figura 218 - Exemplo de saída de fumaça para combate a incêndio em subsolo

7. A linha de mangueira deve ter comprimento suficiente para chegar ao foco. A pressão e a vazão da bomba devem ser mantidas constantes durante todo o combate.
8. Após a disposição de todas as linhas de mangueira e demais recursos a serem utilizados, faz-se a abertura, forçando a porta se estiver trancada. Essa abertura é especialmente perigosa pelo fato de estar acima do fogo.
9. A descida deve ser ágil. Devem ser colocadas duplas de bombeiros para auxiliar a descida da mangueira rapidamente e sem dobras. A mangueira pressurizada desce apoiada no lado externo da escada.

Figura 219 - Descida rápida da guarnição

10. Chegando ao foco, o combate deve ser rápido, evitando-se perturbar o balanço térmico (assunto abordado no Módulo 1 do presente manual) pela aplicação excessiva de água.
11. Em caso de emergência, havendo necessidade de a linha de combate retroceder, a linha de apoio da entrada do subsolo cobre a abertura com um jato neblinado aberto.

Fonte: *images.google.com.br*

Figura 220 – Edificação com subsolo aparente

Edificações construídas em terreno inclinado costumam apresentar subsolo aparente. A abordagem de um incêndio nesse tipo de edificação deve ser feita sempre pelo pavimento aparente mais baixo, evitando as dificuldades peculiares do combate a incêndio em subsolos.

14. Salvatagem

Salvatagem é o nome que se dá à proteção da propriedade contra danos decorrentes do próprio combate ao incêndio. É o procedimento similar ao salvamento de vítimas, porém aplicado aos bens.

As prioridades do combate ao incêndio são a proteção da vida, a estabilização do incidente e a proteção da propriedade. Portanto, a preocupação com a propriedade surge quando já estão asseguradas as demais prioridades, sempre que houver tempo e pessoal disponível.

Possui como objetivo preservar bens durante uma atividade de extinção de incêndio, tanto da ação direta do fogo, fumaça e calor quanto da água aplicada durante o combate.

A salvatagem pode ser realizada como uma prioridade do evento, quando um bem de extremo valor ou uma obra de arte deva ser preservado a qualquer custo.

Pode ser feito na preservação de bens quando não se possui condições de realizar a extinção, mas há acesso segura a áreas não atingidas pelo fogo ou quando existe pessoal disponível para a realização da retirada e proteção de bens sem que haja prejuízo às demais prioridades do socorro.

A salvatagem deve ser realizada priorizando bens de valor, que pode ser emocional, cultural, financeiro ou de informações.

Meios de se realizar a salvatagem:

- Remover o material da área de risco.
- Proteger os bens no local onde se encontram, cobrindo-os com lonas (técnica mais empregada).

- Afastar a atmosfera prejudicial da área onde estão os bens, por meio de ventilador ou exaustor.
- Interromper o fluxo de água dos chuveiros automáticos (*sprinklers*) acionados em área não atingidas pelo incêndio ou onde já houve a extinção.
- Acumular itens para cobrir todos juntos (cobri-los em forma de “pilha” ao invés de cobrir material por material).
- Direcionar a água da extinção para os ralos da edificação.

Problemas durante o combate que podem exigir o emprego de salvatagem:

- Água que cai sobre objetos no pavimento abaixo da operação.
- Risco de queda de forro por acúmulo de água proveniente das ações de combate a incêndio no andar superior.

As guarnições de combate a incêndio devem ser informadas sobre a presença da equipe de salvatagem. Deve-se também mover o material apenas o necessário, evitando logos deslocamentos, bem como verificar se é mais rápido ou mais viável cobrir do que retirar, uma vez que esta ação demanda mais tempo e mais esforço.

Bibliografia

AMARAL, Benedito Alberto R. do, Cabo da Vida / Técnicas de segurança e emprego operacional nos serviços de busca de salvamento, Brasil.

BOWSER, Graeme, *Tactical Ventilation*, Inglaterra : Tyne & Wear Fire Brigade. Disponível em www.tempest-edge.com/img/download_docs/ ppv_training/Tactical_ventilation.doc

Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado de São Paulo, Busca, exploração e salvamento em local de incêndio. Brasil.

FREITAS, Oswaldo Nunes e SÁ, José Marques de, *Manual Técnico Profissional para Bombeiro*, Brasil: CBMDF, 2005.

GRIMWOOD, P. & DEMEST, K. *Tactical Firefighting*, versão 1.1, Inglaterra: CEMEC, 2003. Disponível em http://www.firetactics.com/ CEMAC-KD-PG-2003-2.pdf

GRIMWOOD, Paul, e outros. *3D Fire Fighting*, 1ª Edição, EUA: Fire Protection Publications, 2005.

INGASON, Haukur, *Positive Pressure Ventilation in Single Medium-Sized Premises*, Fire *Technology* nº38, 213-230, EUA, 2002.

International Fire Service Training Association Association, *Fire Service Rescue & Search*. 7ª Edição. EUA, 2005

International Fire Service Training Association*, Prácticas y Teoria para Bombeiros*, 3a Edição, EUA.

LAMBALLAIS, Pierre-Louis. *Progression rapides du feu - Lances niveau 1 - commentaires justification*. França, 2007. Version 2.61 de 08/03/2009.

_____. *Progression rapides du feu - Theorie niveau 1 - commentaire justification.* França 2007. Version 2.61 de 08/03/2009.

National Wildfire Coordination Group, *Incident Response Pocket Guide*. PMS nº 461, NFES nº 1077, EUA, 2002.

NORMAN, John. *Fire Officer's Hand Book of Tactics*, EUA: Fire Engineering Books & Videos, 1991.

SEITO, Alexandre Itiu e BERTO, Antônio Fernando. *"Fumaça no incêndio - escadas de segurança"* - do livro Tecnologia de Edificações Brasil: IPT.

SVENSON, Stefan. *Experimental Study of Fire Ventilation During Fire Fighting Operations*, Fire *Technology* nº37, 69-85, Estados Unidos, 2001.

Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal

Manual básico de combate a incêndio

Módulo 4
- Tática de combate a incêndio -

2 ˚ edição

2009

Manual básico de combate a incêndio do Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal

Aprovado pela portaria n ° 30, de 10 de novembro de 2006 e publicado no Boletim Geral n ° 216, de 16 de novembro de 2006.

Comissão de Elaboração
TEN-CEL QOBM/Comb. RICARDO V. TÁVORA G. DE CARVALHO, mat. 00188-0
CAP QOBM/Comb. LUCIANO MAXIMIANO DA ROSA, mat. 00322-0;
CAP QOBM/Comb. MARCELO GOMES DA SILVA, mat. 00341-7;
CAP QOBM/Compl. FÁBIO CAMPOS DE BARROS, mat. 00469-3;
CAP QOBM/Compl. GEORGE CAJATY BARBOSA BRAGA, mat. 00477-4;
CAP QOBM/Comb. ALAN ALEXANDRE ARAÚJO, mat. 00354-9;
CAP QOBM/Comb. HELEN RAMALHO DE O. LANDIM, mat. 00414-6;
CAP QOBM/Comb. DEUSDETE VIEIRA DE SOUZA JÚNIOR, mat. 00404-9;
1o TEN QOBM/Comb. VANESSA SIGNALE L. MALAQUIAS, mat. 09526-6;
1o TEN QOBM/Comb. ANDRÉ TELLES CAMPOS, mat. 00532-0;
1o TEN QOBM/Comb. SINFRÔNIO LOPES PEREIRA, mat. 00570-3;
1o TEN QOBM/Comb. MARCOS QUINCOSES SPOTORNO, mat. 00565-7;
2o TEN QOBM/Comb. KARLA MARINA GOMES PEREIRA, mat. 00583-5;
2o TEN QOBM/Comb. RISSEL F. C. CARDOCH VALDEZ, mat. 00589-4;
2o TEN QOBM/Comb. MARCELO DANTAS RAMALHO, mat. 00619-X;
2o TEN KARLA REGINA BARCELLOS ALVES, mat. 00673-4;
1o SGT BM GILVAN BARBOSA RIBEIRO, mat. 04103-3;
2o SGT BM EURÍPEDES JOSÉ SILVA, mat. 04098-3;
3o SGT BM JOAQUIM PEREIRA LISBOA NETO, mat. 06162-X;
3o SGT BM HELDER DE FARIAS SALAZAR, mat. 07265-6.

Comissão de Revisão
TEN-CEL QOBM/Comb. WATERLOO C. MEIRELES FILHO, mat.00186-4;
MAJ QOBM/Comb. MÁRCIO BORGES PEREIRA, mat. 00249-6;
CAP QOBM/Comb. ALEXANDRE PINHO DE ANDRADE, mat. 00383-2;
1o TEN QOBM/Compl. FÁTIMA VALÉRIA F. FERREIRA, mat. 00597-5;
2o TEN QOBM/Comb. LÚCIO KLEBER B. DE ANDRADE, mat. 00584-3.

Revisão Ortográfica
SBM QBMG-1 SOLANGE DE CARVALHO LUSTOSA, mat. 06509-9.

Brasília-DF, 10 de novembro de 2006.

SOSSÍGENES DE OLIVEIRA FILHO — Coronel QOBM/Comb.
Comandante-Geral do Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal

2009 – Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal

Qualquer parte desta publicação pode ser reproduzida, desde que citada a fonte.

Disponível também em CD-ROM.

Apresentação da 2ª edição.

Quando o Manual básico de combate a incêndio foi criado, em 2006, tinha por objetivo nortear a conduta do bombeiro do Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal nas ações de combate a incêndio urbano, atentando para os princípios basilares da segurança e da efetividade do socorro prestado.

Várias obras subsidiaram o processo de construção do conteúdo apresentado, com o intuito de fornecer o maior número possível de informações sobre as ações técnicas e táticas de combate a incêndio e sobre a experiência de outros corpos de bombeiros frente a um inimigo comum.

Nesta segunda edição, a comissão teve a oportunidade de rever os conceitos aplicados, por meio da consulta a novas literaturas, bem como aprimorar o conteúdo já existente, com base na experiência da instrução diária e nas adaptações que toda profissão requer para evoluir.

Neste contexto, não se poderia deixar de agradecer aos profissionais que, direta ou indiretamente, contribuíram para que a presente obra fosse atualizada.

Com a dedicação que lhes é peculiar, alguns militares contribuíram para esta revisão, tendo sido designados ou não para tal. Movidos pelo amor à profissão, estes militares engrandecem o nome da instituição e inspiram seus colegas.

A comissão agradece especialmente ao Coronel QOBM/Comb RRm Ivan Feregueti Góes que, mesmo em seu merecido descanso, não poupou esforços para contribuir, com sua experiência profissional e de ensino, a toda a obra aqui apresentada e de modo especial à parte tática do manual.

O presente manual será revisado sempre que necessário ao bom desempenho do bombeiro em sua missão “vidas alheias e riquezas salvar”.

Sumário

Introdução 1

1. Fundamentos 3

2. Objetivos gerais do combate a incêndio 7

2.1. Segurança 7

2.2. Acesso adequado 14

2.3. Salvamento 15

2.4. Proteção contra exposição 16

2.5. Confinamento 16

2.6. Extinção 17

3. Preparação do socorro 19

4. Fases do combate a incêndio 25

4.1. Aviso 26

4.2. Deslocamento 27

4.3. Reconhecimento 29

4.4. Planejamento 32

4.5. Estabelecimento 43

4.6. Salvamento 44

4.7. Combate 46

4.8. Controle 47

4.9. Inspeção final 48

4.10. Rescaldo 49

4.11. Desmobilização 51

5. Operações com esguicho canhão 57

6. Organização das operações de combate a incêndio 65

6.1. Características do SCI 65

6.2. Instalações do SCI 66

6.3. Recursos 69

6.4. Estrutura do SCI 71

6.5. Funções e atribuições do SCI 72

6.6. Implantando o SCI nas operações de combate a incêndio..... 73

Bibliografia 93

Introdução

Uma extinção de incêndio, por menor que seja, sempre será um conjunto formado por sistemas complexos e, por esse motivo, possui inúmeros fatores de influência, variáveis de situação para situação. São fatores importantes nesse processo: existência de vítimas, tipo de estrutura sinistrada, quantidade e localização do material combustível, direção do vento, acúmulo e movimentação da fumaça, riscos de colapso estrutural, entre outros.

Este módulo do manual visa informar os bombeiros que desempenham função de chefia sobre o comando e controle das operações que devem ser executadas no local do incêndio.

Para que as operações de salvamento e combate a incêndio sejam realizadas eficientemente, é necessário que o comandante de socorro saiba utilizar as táticas conforme as técnicas adotadas oficialmente pelo CBMDF e, principalmente, conheça as informações sobre o evento.

Entretanto, é importante lembrar que não somente os chefes devem conhecer o assunto, mas todos os componentes da guarnição, uma vez que, no combate a incêndio, as tarefas de comando e controle não são realizadas somente pelo comandante de socorro. Todos os bombeiros presentes no local do evento devem, dentro de sua esfera de atribuições, cumprir e assegurar-se de que as ações foram adotadas eficazmente, o que deve ocorrer em qualquer nível de atuação, sejam eles estratégicos, táticos ou operativos.

1. Fundamentos

O comando das operações de combate a incêndio visa estabelecer o emprego coordenado e adequado de recursos (pessoal, veículos e materiais) e técnicas a fim de solucionar, de forma adequada, uma determinada ocorrência.

Combate a incêndio é toda e qualquer ação com objetivo de extinguir o incêndio.

Figura 1 - O comando exige o emprego coordenado de recursos e técnicas

A atividade de comando de operações de combate a incêndio é semelhante à administração de uma empresa e implica em:

- Planejamento
- Organização
- Direção
- Controle

Planejar significa definir antecipadamente as ações a serem realizadas para atingir um ou mais objetivos. Em todo planejamento, a informação é o item mais importante.

Organizar significa por em uma sequência o estabelecimento dos meios.

Para que a organização seja uma atividade eficiente, deve haver uma padronização na organização da resposta em nível de corporação. Não é admissível que cada comandante de socorro organize a resposta dentro de seus próprios critérios.

O Sistema de Comando de Incidentes (SCI) é uma ferramenta largamente utilizada para organização das atividades de resposta de diversas instituições e, inclusive, nas ocorrências onde há mais de uma instituição envolvida.

Apesar de ter sido criada para solucionar ocorrências de grande vulto, pode ser utilizada para o gerenciamento de ocorrências cotidianas, independente de sua complexidade.

O SCI deve ser implantado desde a chegada da primeira equipe de emergência no local. Com o aumento da complexidade do evento a estrutura pode ser adaptada (expandida ou contraída) a fim de possibilitar a melhor resposta. Como fazê-lo será assunto abordado mais à frente deste módulo.

A ação de **dirigir** engloba um conjunto de ordens e instruções para que o planejamento seja implementado. A direção implica em:

- formular e passar as ordens de forma adequada;
- verificar se as informações foram recebidas adequadamente;
- passar a ordem para quem tem condições de cumpri-la.

Controlar é uma das atividades mais importantes do comando. O uso do termo "comando e controle" é bastante comum, dada a sua importância na operação, pois é onde há o acompanhamento das atividades planejadas considerando as condições do evento. Controle implica em:

- acompanhar o desenvolvimento do incêndio;
- verificar se o que foi planejamento está sendo executado fielmente;
- avaliar a necessidade de adaptação do planejamento;
- determinar mudanças de planejamento.

O controle deve ser realizado durante toda a atividade, com um acompanhamento constante do que está sendo feito, porém tem maior importância logo após o início das operações, quando o planejamento é implementado.

O combate a incêndio compreende os múltiplos e complexos trabalhos destinados a dominar um sinistro, com o objetivo de controlar o fogo em tempo oportuno e o mais breve possível, extinguindo-o completamente com os cuidados necessários, para que os prejuízos sejam mínimos, quer pelo incêndio, quer pelo agente extintor utilizado.

2. Objetivos gerais do combate a incêndio

Os objetivos gerais do combate a incêndio são uma relação de objetivos pré-estabelecidos comuns às ocorrências de combate a incêndio e que devem ser verificados de acordo com as características do socorro.

Tabela 1 - Objetivos gerais do combate a incêndio

Objetivos Primários	Objetivos Secundários
Segurança	
Acesso adequado	
Salvamento	Busca
Proteção contra exposição	Inspeção final
Confinamento	Salvatagem
Extinção	
Ventilação	
Suprimento de água	

Neste item serão abordados os assuntos referentes à segurança e ao acesso adequado. Os demais objetivos serão melhor tratados nas fases de combate a incêndio.

2.1. Segurança

A segurança na operação deve ser o primeiro objetivo do comandante do socorro. Para isso devem-se evitar acidentes ou minimizar o risco de acidentes durante a operação.

As atividades de segurança visam atender não somente aos bombeiros, mas também a outras pessoas que estejam trabalhando na área da ocorrência (policiais, pessoal de saúde, etc.) bem como os espectadores (curiosos ou transeuntes).

Uma operação segura de combate a incêndio leva em conta o comportamento do fogo, uma estrutura adequada de comando e controle e os principais riscos.

A profissão de bombeiro é cercada de muitos riscos, capazes de provocar ferimentos graves e até a morte. Independente da visão de herói que os bombeiros possuem é inadmissível que se assuma riscos desnecessários.

Principais causas de acidentes com bombeiros

Infelizmente, ainda não existe no Brasil um estudo adequado referente aos acidentes com bombeiros em serviço. Porém, é possível utilizar informações de outros países para nortear as ações preventivas, onde há indicações claras de causas de acidentes que ocorrem com freqüência em operações, tais como:

- desconhecimento quanto ao comportamento do fogo;
- avaliação inadequada dos riscos;
- comunicação inadequada;
- procedimentos inadequados;
- quebra de procedimentos;
- falta de treinamento prático;
- falta de planejamento das ações;
- pessoal insuficiente;
- falta de condição de saúde ou preparo físico inadequado;
- falha de comando (visão em túnel);
- falta ou interrupção no fornecimento de água.

Como toda atividade de risco, é importante a implementação de métodos de avaliação de riscos, onde se verifica a relação entre o risco e o benefício alcançado.

Filosofia do risco versus benefício

Um dos princípios utilizados nas operações de combate a incêndio para delimitar as ações de socorro em relações ao risco é simplificado nos três tópicos a seguir:

- arriscar muito para salvar muito;
- arriscar pouco para salvar pouco;
- não arriscar nada para salvar nada.

Um exemplo relativo à filosofia de risco *versus* benefício é o de se arriscar uma busca na edificação em chamas com risco elevado aos bombeiros, para salvar vítimas confirmadas no interior. Porém, não enviar bombeiros se não houver indicação correta da existência de vítimas.

2.1.1 Medidas de redução do risco e de prevenção de acidentes

Constituem medidas de redução do risco e de prevenção de acidentes:

- uso correto do EPI adequado;
- avaliação adequada dos riscos;
- uso adequado das comunicações;
- técnicas de socorro adequadas;
- treinamento adequado das equipes;
- planejamento, com a implementação de POPs adequados;

- preparo físico, psicológico e técnico adequado dos bombeiros;
- isolamento e sinalização adequados da área;
- controle dos acessos à área de risco;
- obrigatoriedade do trabalho em dupla;
- controle das atividades;
- avaliação adequada do comportamento do fogo;
- emissão de alertas de segurança quando necessário;
- designação do oficial de segurança, sempre que necessário.

A segurança é responsabilidade de todos os bombeiros envolvidos no socorro. Todos os bombeiros devem ser treinados para identificar e informar imediatamente os riscos durante a operação para que as informações possam ser repassadas a todos os envolvidos.

2.1.2 Oficial de segurança

O oficial de segurança é um militar designado para minimizar os riscos e aumentar a segurança para os bombeiros e para as pessoas presentes no local.

Esta função está prevista no SCI.

Geralmente o Oficial de Segurança é designado apenas em operações de longa duração ou que possua potencial de risco elevado.

Deve ter experiência e treinamento para tomar as decisões adequadas, bem como autoridade para interferir na operação, caso verifique que há risco iminente para os bombeiros.

Pode permanecer no posto de comando ou ser designado para uma área específica, dependendo do evento.

São responsabilidades do oficial de segurança:

- avaliar o risco e a possibilidade de acidente;
- fazer seu próprio reconhecimento do evento para se informar dos riscos;
- ter acesso ao planejamento das operações;
- interromper uma atividade por questão de segurança;
- verificar o controle de pessoal;
- verificar se o EPR e seu uso estão adequados;
- estabelecer a zona de colapso;
- verificar a necessidade de material de iluminação;
- determinar a necessidade de instalação da unidade de médica e do local de reabilitação;
- emitir alertas de segurança (informações de risco) para os envolvidos no evento.

2.1.3 Controle de pessoal

O controle de pessoal é fundamental para a segurança e é responsabilidade de todos os bombeiros, não somente dos chefes de guarnição ou comandante do socorro.

Cada chefe de guarnição ou equipe deve ter controle sobre seus comandados. Na prática significa saber quantos são, quem são, onde estão e o que estão fazendo.

O controle de pessoal deve abranger não somente os bombeiros, mas também todo pessoal de apoio e especialistas presentes na área do evento.

Deve prever:

- quem está na área (cadastro de todos os profissionais na área do evento);

- localização na operação (qual a função que está exercendo e onde; se está designado ou não);
- porque está no local;
- especialidade.

2.1.4 Controle de acesso

O controle de acesso tem por objetivo registrar o acesso de bombeiros a áreas de maior risco durante as operações de combate a incêndio.

Deve ser realizado, primeiramente, pelos chefes de guarnição. Com o aumento do número de bombeiros designados para atividades no interior da edificação, caberá ao Comandante do Socorro designar um militar para manter este controle.

O controle de acesso deverá ser implementado em todos os acessos às áreas de risco, porem é fundamental unificar as informações para que se saiba, a qualquer momento, quais são os bombeiros dentro da área e sua localização.

O registro deverá ser tanto da entrada quanto da saída dos bombeiros. Caberá também ao controle de acesso registrar as vítimas que saem da edificação e orientá-las para o ponto de concentração das vítimas.

2.1.5 Equipe de intervenção rápida

Dependendo do tipo e quanto maior o risco da operação, pode ser necessária uma equipe de intervenção rápida (EIR), composta por bombeiros designados, exclusivamente, para atuar no salvamento dos bombeiros em caso de acidentes durante a operação.

Ocorrências em grandes áreas podem demandar mais de uma EIR, uma em cada face onde houver operação em uma grande edificação ou uma para cada pavimento que houver atividade de risco.

2.1.6 Área de recuperação e hidratação

É importante que os bombeiros que saem da área de operação tenham um local adequado para se recuperarem do desgaste do combate.

O local deve ter condições adequadas de abrigo (contra o sol nas operações diurnas ou contra o frio em operações noturnas) e possibilitar que os militares retirem o EPI e descansem adequadamente.

Este local também poderá ser utilizado para atendimento de saúde.

2.1.7 Atendimento de saúde no local

Em operações de combate a incêndio é importante a presença de uma UTE, à disposição da ocorrência, para atender aos bombeiros que, porventura, se acidentem durante a operação.

Pode ser estabelecida no local do evento uma unidade médica para atendimento em caso de grandes eventos ou ocorrências de risco. Esta unidade tem por finalidade atender apenas aos bombeiros.

É importante que todos os atendimentos nessa área sejam registrados. Nesta área são realizadas também atividades como avaliação das condições de saúde do bombeiro após o combate.

2.1.8 Área de segurança

Deve ser delimitada uma área de segurança para prevenção contra risco de queda de materiais ou até mesmo o colapso da estrutura. Ela deve ser de, no mínimo, uma vez e meia a altura da edificação,

considerando que objetos que caem da edificação podem, ao chocar-se com o solo, lançar detritos a distâncias superiores à altura da edificação.

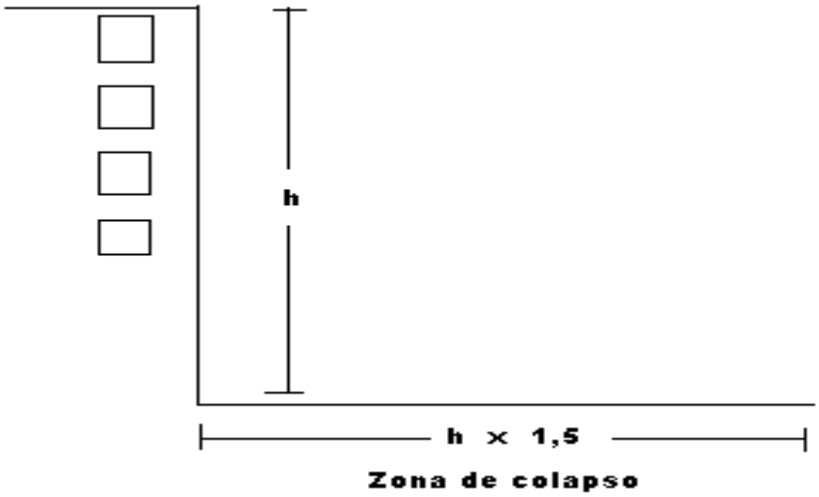


Figura 2 – Área de segurança para risco de queda de materiais e colapso

2.2. Acesso adequado

"A abertura mais importante de um incêndio é aquela por onde devem entrar os bombeiros". Paul Grimwood, em *Tactical Firefighting*, 2003.

Constituem ações para garantir um acesso adequado ao interior da edificação: definir quais as vias de acesso ao local do incêndio e identificar as melhores; aplicar adequadamente as técnicas de arrombamento; estabelecer as viaturas adequadamente à operação.

Sempre que possível, a porta para entrada de bombeiros deve ser escolhida na área não atingida pelas chamas, o mais próximo possível do foco, entre o foco do incêndio e as vítimas ou a área de propagação. Essa entrada proporcionará aos bombeiros uma posição adequada para a proteção de vítimas e para o ataque ao fogo de dentro para fora da edificação.

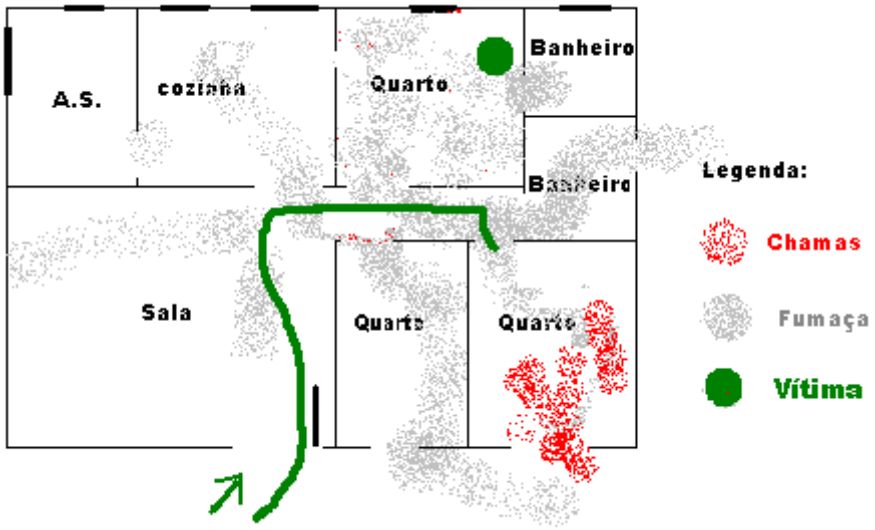


Figura 3 – Estabelecendo qual melhor acesso ao interior da edificação

Na figura, é possível observar que o acesso à área de incêndio é realizado, geralmente, pelo interior da edificação utilizando as vias normais.

2.3. Salvamento

O objetivo do salvamento é colocar as pessoas atingidas pelo incêndio em segurança, por meio de ações de:

- evacuação - retirada de pessoas que podem sair da área de risco por si próprias;
- controle de pânico;
- salvamento de vítimas visíveis – retirada de pessoas claramente identificadas na área de risco (ex: aquelas que se pode ver em janelas, sacadas, parapeitos, etc.).

Em ambientes em pavimentos superiores e com risco de comportamento extremo do fogo, as escadas (prolongáveis ou mecânicas) e plataformas mecânicas disponíveis devem ser posicionadas nas janelas, devendo estar permanentemente a postos para uma eventual necessidade de evacuação dos bombeiros ou para facilitar a saída das vitimas.

A **busca** é considerada um objetivo secundário no combate a incêndio devido à necessidade de estabelecimento de linhas de proteção, além do tempo necessário à localização. Isso porque a busca é a procura minuciosa por vítimas e oferece grande risco aos bombeiros se o incêndio primeiramente não for confinado ou extinto.

2.4. Proteção contra exposição

O objetivo de proteção contra exposição é de preservar áreas adjacentes ao incêndio da ação do calor, das chamas e da fumaça, por meio da aplicação de jatos de água para resfriamento, evitando danos e prevenindo a propagação para outras estruturas.

A atividade de proteção contra exposição, apesar de parecer um objetivo secundário, é fundamental para evitar que ocorram mais focos de incêndio. Caso a exposição ao fogo provoque um novo foco de incêndio, o comandante de socorro terá que dispor de mais recursos a fim de controlar o novo foco.

A proteção contra exposição dispõe de menos recursos.

2.5. Confinamento

Confinar significa restringir a ação do incêndio à menor área possível. O confinamento evita a propagação normal do incêndio para as adjacências enquanto a proteção contra exposição evita a propagação para outras edificações.

Antes de se realizar a extinção o incêndio deverá ser colocado sob controle, sendo esta a finalidade do confinamento. O incêndio ainda não está extinto, porem deverá ficar restrito a uma determinada área.

2.6. Extinção

A extinção ocorre nos materiais já atingidos pelas chamas, onde a perda do material queimado já é total.

É importante salientar que a extinção em si ocorre depois das ações de proteção contra exposição e do confinamento.

Os assuntos relacionados à ventilação, suprimento de água e salvatagem são abordados no Módulo 3 do presente manual.

O assunto relacionado à inspeção final será abordado mais adiante.

Dez regras de sobrevivência

1. Use sempre o cinto de segurança, enquanto a viatura estiver em movimento.
2. Obedeça às leis de trânsito vigentes.
3. Use adequadamente o EPI. Lembre-se que a parte mais fraca do EPR é o visor da máscara.
4. Reconheça o local abrangendo 360 graus e reporte à CIADE todas as condições observadas.
5. Garanta um suprimento contínuo de água em todo o combate e antes de adentrar no incêndio.
6. Permaneça abaixado (na entrada, durante o combate e na saída).
7. Garanta a ventilação adequada do ambiente (liberação da fumaça e gases quentes).
8. Prepare uma equipe de intervenção rápida em toda ocorrência.
9. Mantenha a integridade da guarnição. Se for necessário, peça socorro rapidamente.

10. Mantenha uma comunicação eficiente durante todo o combate, reportando todo progresso interior e exterior.

3. Preparação do socorro

Quando se fala em preparação do socorro, é fácil lembrar as ações a ser adotadas no cenário do incêndio ou ainda em deslocamento para esta. No entanto, existem medidas a serem adotadas pelas guarnições de serviço que precedem o recebimento do aviso do socorro.

Conhecer a real capacidade do socorro (pessoal, viaturas e materiais) é fundamental para definir a resposta adequada a cada evento.

São atribuições do comandante de socorro ao assumir o serviço:

- verificar as condições dos materiais, viaturas e equipamentos, quanto ao seu funcionamento e manutenção;
- verificar o número de bombeiros disponíveis e suas principais características (especialidades, problemas de saúde, experiência profissional);
- montar as guarnições;
- orientar as guarnições quanto aos procedimentos de intervenção;
- realizar treinamentos práticos (teste de prontidão), sempre que possível.

Na ocorrência, constituem atribuições do comandante de socorro:

- assumir o comando e estabelecer o posto de comando (PC);
- zelar pela segurança (do pessoal de combate, das vítimas e do público em geral);
- avaliar as prioridades;

- determinar os objetivos;
- estabelecer o plano de comunicações do evento;
- desenvolver e executar o plano de ação;
- viabilizar o acesso e a circulação das viaturas na área do evento;
- desenvolver uma estrutura organizacional adequada;
- manter o alcance de controle;
- administrar e controlar os recursos;
- controlar as informações repassadas aos meios de comunicações e à CIADE (toda e qualquer informação deve ser repassada pelo comandante de socorro, seguindo a cadeia de comando);
- avaliar o desenvolvimento do evento (adaptando o planejamento e solicitando ou desmobilizando recursos);
- providenciar a segurança do local, mesmo depois da extinção;
- providenciar a documentação a respeito do evento.

Entretanto, existem também as atividades de **pré-planejamento**, que visam coletar informações antecipadas sobre áreas e edificações de risco de incêndio, além de auxiliar no estabelecimento das ações básicas de socorro.

O pré-planejamento é realizado com o objetivo de, entre outras informações:

- levantar os pontos de risco da área de atuação do quartel ou da edificação;
- informar os pontos de abastecimento (hidrantes);
- confeccionar mapas e croquis;

- verificar fatores favoráveis e adversos à ação de socorro;
- verificar os sistemas preventivos existentes;
- levantar dados sobre a característica da edificação;
- delimitar a população;
- levantar dados de contato de emergência (de pessoal da edificação).

Este planejamento deve dar origem a um plano de operações ou a uma ficha de informações, que poderão ser consultadas pelo comandante de socorro durante o evento ou em instruções ainda na unidade.

Os levantamentos de área devem atingir aos pontos de interesse da Corporação sejam pelo risco ou pela importância, tais como: hospitais e clínicas, locais de grande concentração de público (centros comerciais, cinemas, teatros, etc.), locais que utilizam ou armazenam produtos perigosos, edifícios governamentais, etc.

Outro ponto fundamental é o treinamento constante dos bombeiros.

A tática de combate a incêndio só é empregada com êxito quando os bombeiros dominam suficientemente as técnicas de extinção, o emprego do agente extintor adequado e o conhecimento de todo o material e equipamento de bombeiro, usando-os sempre de maneira correta e eficiente.

Figura 4 - O treinamento dos bombeiros é essencial para o sucesso do combate a incêndio

As ações de preparação das guarnições devem ser iniciadas antes dos incêndios, de forma preventiva, ainda no quartel, tais como:

- treinamento constante de todas as guarnições dentro de suas respectivas funções -- equipes bem treinadas devem praticar suas ações de forma constante e gradual, elevando o nível de conhecimento técnico e tático. A eficiência na cena do incêndio está diretamente ligada à eficiência nos treinamentos. Por melhor que tenham sido formadas, as guarnições necessitam de treinamento constante, com a correção dos procedimentos que tenham sido executados erroneamente ou modificados tecnicamente ao longo do tempo. Em treinamentos e instruções, os meios de combate devem ser oferecidos aos bombeiros de forma mais próxima possível da realidade encontrada nas operações de combate a incêndios;

Bombeiros devem estar permanentemente treinados dentro de todas as técnicas existentes. O comandante de socorro e os chefes de guarnição determinam quais técnicas são utilizadas e quando.

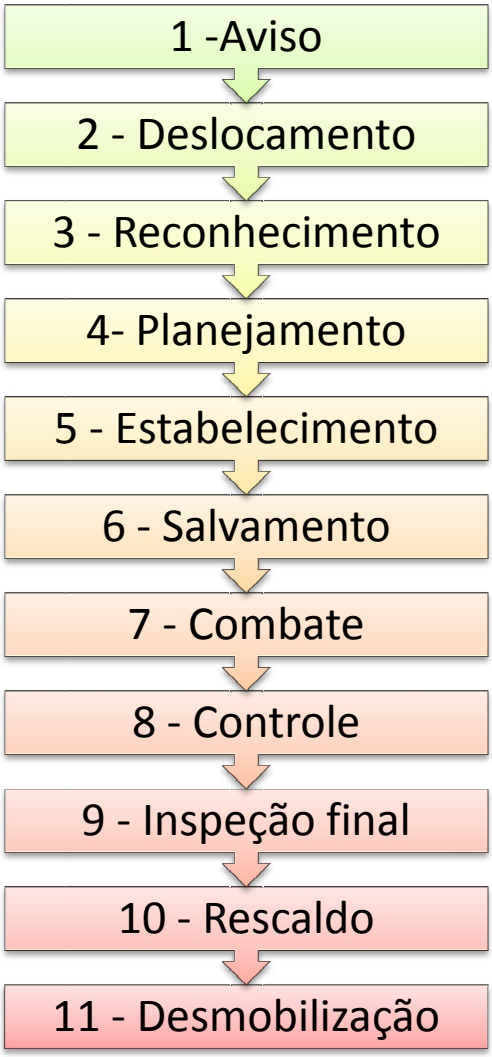
- estudo dos incêndios anteriores, envolvendo todos os bombeiros que estiveram na cena do incêndio – pode ser feito por meio de um *debriefing*, ou seja, uma comparação entre o que foi planejado (*briefing*) e a execução. Essa ação deve ser realizada logo após o combate. Um princípio de incêndio, por menor que seja, possui condições de oferecer dados importantes sobre os aspectos positivos e negativos da atuação dos bombeiros. A evolução da preparação dos bombeiros depende da correção dos problemas e superação das dificuldades encontradas em cada avaliação;
- conhecimento, por parte dos bombeiros, das características prediais da sua respectiva área de atuação – os bombeiros devem conhecer, no mínimo, as edificações de maior risco existentes em sua área de atuação, realizar treinamentos nelas com simulados e simulacros e acompanhar, desde o planejamento até a execução, os planos de retirada de vítimas específicos para cada edificação.

4. Fases do combate a incêndio

A divisão da atividade de combate a incêndio em fases é didática e visa identificar uma sequência de procedimentos a serem adotados pelo comandante do socorro desde que assume o serviço, quando prepara as guarnições para receber as chamadas, até que a ocorrência esteja totalmente solucionada com o preenchimento de relatórios.

Foi desenvolvida para ajudar a entender a diversidade de decisões e procedimentos que cabem ao comandante do socorro. As fases possuem características próprias e geralmente estão presentes em todos os atendimentos de socorro a incêndio.

São elas:



4.1. Aviso

Nesta fase, a solicitação de socorro é recebida via telefone ou diretamente na unidade.

Quem recebe o aviso deve obter do solicitante o maior número de informações possíveis, tais como:

- local exato do evento (endereço completo e pontos de referência);
- tipo de evento (princípio de incêndio, vazamento de gás, explosão, incêndio em veículo, etc.);
- as principais características do evento (existência de vítimas, tipo de edificação, proporção do incêndio, etc.);

Com os dados obtidos do solicitante é acionado o socorro mais adequado ao tipo de ocorrência, inclusive quanto à sua localização, considerando principalmente o local do incêndio, as condições de trânsito ou a proximidade de equipes no local.

Para o comandante de socorro é o momento de iniciar o planejamento das ações, considerando os dados referentes ao evento, suas experiências, o conhecimento do local, as condições do tempo e o horário.

De acordo com o tipo e as características do evento podem ser deslocadas várias unidades para um mesmo atendimento.

As informações coletadas devem ser analisadas e repassadas à(s) unidades(s) designada(s) de forma padronizada, a fim de evitar coleta de dados desnecessários ou a perda de informação.

Esta fase requer precisão, porém também agilidade. Exigir do solicitante dados que não ajudarão no socorro retarda o envio das guarnições e pode agravar as condições do incêndio.

4.2. Deslocamento

É a fase que vai da saída do socorro da unidade até a chegada ao local do evento.

Durante o deslocamento o socorro poderá receber informações complementares ou solicitá-las para complementar as informações necessárias ao desenvolvimento das atividades.

Deve ser considerado, para definir o trajeto:

- o melhor itinerário;
- a segurança do trem de socorro (a condução das viaturas do CBMDF é regulamentada e divulgada pelo Centro de Manutenção);

- a necessidade de uma possível mudança no itinerário de veículos de grande porte;
- a complementação das informações sobre o evento e local;
- o posicionamento do socorro na chegada ao local.

São problemas nesta fase:

- a possibilidade de acidente com as viaturas durante o trajeto;
- a impossibilidade das viaturas se aproximarem do local do evento (condições de trânsito ruim, veículos estacionados nas vagas destinadas ao corpo de bombeiros, impossibilidade de trânsito das viaturas de grande porte por espelhos d'água, garagens subterrâneas, jardins, etc.).

Ao posicionar as viaturas na chegada, deve-se adotar o cuidado de parar os veículos antes do local do incêndio. Esta medida visa primeiramente determinar o local de estabelecimento do socorro, reduzindo a necessidade de manobrar as viaturas.

Na chegada ao local, o comandante de socorro deve obter informações quanto:

- ao local exato do incêndio;
- às características do evento;
- à localização das saídas de emergência do edifício;
- às informações sobre a edificação e seus possíveis ocupantes (vítimas);

Baseado nestas informações, deve, rapidamente:

- estabelecer a localização do posto de comando;

- identificar o comandante do socorro à CIADE;
- solicitar apoio de outras instituições (PMDF, CEB, CAESB, CNEN, etc.) ou de reforço, se necessário.

Tão logo seja possível é necessário que a CIADE seja informada quanto:

1. ao endereço correto;
2. às principais informações do evento;
3. à localização do foco do incêndio na edificação;
4. à edificação e número provável de vítimas;
5. ao pedido de apoio de outras instituições ou de reforço;
6. à informação da localização do posto de comando (exemplo: posto de comando estabelecido na viatura AR 05, na lateral do condomínio);
7. à identificação do comandante do socorro.

Ao estabelecer o posto de comando, o comandante do socorro deve assegurar-se que este tenha condições de:

- segurança;
- visibilidade;
- facilidade de acesso e circulação;
- disponibilidade de comunicação;
- afastamento da cena e do ruído; e
- caso necessário, capacidade de expansão física.

4.3. Reconhecimento

O reconhecimento é a fase onde se faz a coleta de informações úteis e necessárias ao planejamento da resposta.

Figura 5- Incêndio em capotaria no Distrito Federal

Cabe ressaltar que reconhecer o local e o evento não é obter todas as informações e sim selecionar as informações necessárias ao planejamento das ações.

Um planejamento adequado das ações de combate a incêndio só pode ser realizado após um reconhecimento correto onde é possível levantar dados sobre as características do evento e do local.

O reconhecimento inicial necessita apenas de alguns minutos (geralmente, de um a dois). Em edificações grandes ou incêndios em prédios elevados, o comandante do socorro poderá designar um chefe de guarnição para verificação das condições internas do incêndio, enquanto reconhece a área externa. É importante que o chefe de guarnição encarregado do reconhecimento interno possua um meio adequado de comunicação com o comandante do socorro.

Realizar o reconhecimento adequado não é "perda de tempo". As decisões tomadas sem as informações necessárias podem expor as guarnições a risco desnecessário, retardar o controle e a extinção do incêndio e aumentar a intensidade das chamas (como, por exemplo, em uma ventilação inadequada).

O reconhecimento é fundamental para o planejamento pois observa o presente e possibilita estimar o futuro e acompanhar o

desenvolvimento do incêndio, reduzindo a ocorrência de "problemas inesperados".

O reconhecimento deve ser realizado por pessoal experiente e treinado, a fim de garantir o máximo de informação possível.

Quanto maior for a edificação maior será a dificuldade de se realizar o reconhecimento adequado.

Em ocorrências de pequeno vulto ou em pequenas áreas, não é necessário grande número de informações e pode ser feito diretamente pelo comandante do socorro.

Objetivos do reconhecimento: instruir o planejamento e verificar a necessidade de reforço.

O reconhecimento deve ser rápido e eficaz. A perda de tempo pode prejudicar a intervenção no incêndio. Porém, feito de forma incompleta, pode trazer grandes prejuízos na perda de bens e de vidas, principalmente por causar mudanças bruscas no planejamento, com movimentação de recursos material e pessoal para atingir objetivos prioritários não verificados adequadamente.

Tabela 2 - Itens a serem verificados durante o reconhecimento

Item	Objetivo
Localização exata do foco	Determinar a real localização das chamas, uma vez que a fumaça no interior da edificação prejudica a identificação correta do foco e, comumente, compromete a eficiência do combate ao incêndio.
Evolução do incêndio	Determinar onde o incêndio está e para onde pode se propagar, para estabelecer os meios adequados de combate.
Vítimas	Saber o número e localização provável das vítimas para designar as equipes de salvamento e busca.
A carga de incêndio	Avaliar o risco e a carga de incêndio para determinar o tipo e a quantidade de agente extintor adequado.
Riscos	Identificar os riscos que podem influenciar no estabelecimento e ataque ao incêndio, para adotar os devidos procedimentos de segurança.
Suprimento de água	Verificar a necessidade e a disponibilidade do suprimento de água atual, bem como possível reforço, se necessário.
Sistemas preventivos	Determinar se os sistemas preventivos da edificação podem auxiliar na extinção do incêndio e quais ações a serem adotadas caso estes falhem.
Características do local	Escolher as melhores vias de acesso, os pontos para ventilação e para a o estabelecimento, etc.

Prever a evolução do incêndio é necessário para dispor adequadamente as linhas para confinar o incêndio, além de ser importante para prevenir acidentes.

Não existe uma ordem para a coleta das informações. Esta dependerá da observação realizada e da disponibilidade de informações, tanto na chegada ao evento quanto durante o seu desenvolvimento.

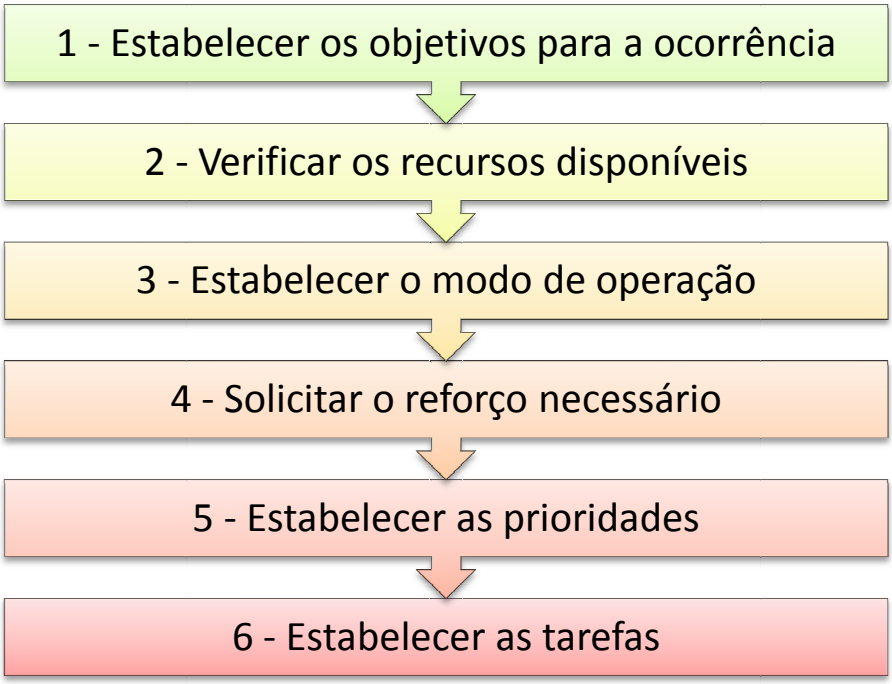
4.4. Planejamento

É a fase onde o comandante do socorro define quais ações serão desenvolvidas para a solução do evento.

Conhecendo a capacidade do recurso à sua disposição (definida na fase de preparação) e as características do local e do evento (sua situação e possível evolução), o comandante do socorro estabelece um planejamento para o combate ao incêndio. No SCI, este planejamento tem o nome de plano de ação para o incidente (PAI).

Cabe ressaltar que as ações definidas nesta fase do planejamento estão relacionadas somente aos recursos disponíveis. Os recursos necessários e não disponíveis devem ser então definidos, tendo o comandante do socorro a responsabilidade de solicitar o reforço necessário o mais rápido possível para planejar novas ações que serão adotadas na chegada destes.

Após a coleta de dados, há uma sequência que deve ser seguida para auxiliar na confecção do planejamento:



O princípio utilizado para o combate ao incêndio é o de se estabelecer objetivos.

O comandante do socorro deve se antecipar às necessidades do socorro (ser proativo), tanto para a prevenção de problemas ou imprevistos quanto para que estes sejam solucionados rapidamente, caso ocorram. A solicitação de reforço ou pessoal especializado também deve ser prevista com antecedência para evitar retardo nas ações.

4.4.1 Estabelecer os objetivos específicos para a ocorrência

Logo após o reconhecimento, o comandante do socorro estabelece quais são os objetivos para solução da ocorrência em questão, tendo como base os **objetivos gerais primários**, assunto abordado anteriormente.

> Para se priorizar objetivos é necessário que o comandante de socorro tenha conhecimento de todos eles.

É possível observar que os objetivos gerais do combate a incêndio devem ser sempre os mesmos para todas as ocorrências. O que pode variar é a ausência de um ou mais deles dada a peculiaridade do evento, como por exemplo, a ausência de vítimas em um determinado incêndio, que dispensa ações de salvamento. Ou um princípio de incêndio, que pode dispensar ações de ventilação.

4.4.2 Verificar os recursos disponíveis

O comandante do socorro deve ser capaz de saber se os recursos disponíveis são ou não suficientes para cumprir todos os objetivos e, a partir daí, iniciar o planejamento do combate.

Não havendo condições de cumprir, por ora, os objetivos, o comandante do socorro estima e solicita o reforço necessário.

Entretanto, mesmo não possuindo os recursos para atingi-los, é importante estabelecer previamente os objetivos da ocorrência. Isso fará com que, na chegada de reforço, este seja designado rapidamente, além de possibilitar maior agilidade em uma eventual passagem de comando.

4.4.3 Estabelecer o modo de ataque

Considerando a situação do evento e a sua provável evolução e ainda os recursos disponíveis para a operação, caberá ao comandante do socorro estabelecer se é possível ou não controlar e extinguir as chamas.

Os métodos de ataque são ofensivo ou defensivo.

Ataque ofensivo é quando os bombeiros se posicionam próximo ao foco do incêndio para extinguir as chamas. Os bombeiros estão em contato próximo com o fogo, expostos aos riscos de queimaduras, queda de material, colapso da estrutura e gases tóxicos.

O ataque ofensivo:

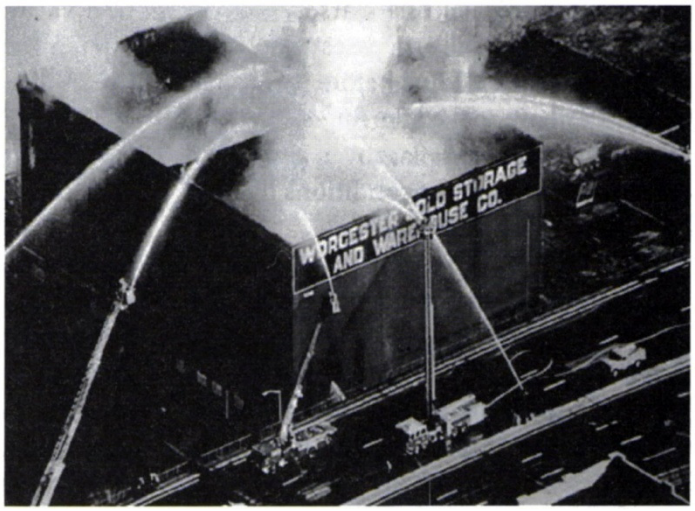
- confina o incêndio;
- controla;
- resfria; e
- extingue as chamas.

Figura 6 – Aproximação dos bombeiros no ataque ofensivo

O **ataque defensivo** é o modo de ataque onde os bombeiros se posicionam fora da área de risco. Geralmente, este tipo de ataque emprega linhas de mangueira de maior diâmetro, para aumentar o alcance do jato e volume de água empregado.

Ocorre quando:

- o volume do fogo não possibilita um ataque ofensivo;
- os recursos disponíveis não são suficientes;
- quando há risco na realização do ataque ofensivo (colapso da estrutura, risco químico, risco de explosão, etc).



Fonte: Dunn, 2007, pg 196

Figura 7 – Exemplo de ataque defensivo

O ataque defensivo pode indicar a perda da capacidade de controle do incêndio, sendo suas ações direcionadas para restringir os danos à edificação ou à determinada área (ou pavimento).

É importante salientar, que mesmo os bombeiros se posicionando fora da área de risco, estes devem utilizar o EPI adequado.

A área a ser preservada depende da propagação do fogo e capacidade de realizar a linha de controle.

Definindo o modo de ataque

A principal dificuldade para se estabelecer o modo de ataque em um combate a incêndio está em definir se é possível ou não controlar e extinguir as chamas.

Geralmente verifica-se em grandes incêndios a vontade de se extinguir o fogo mesmo quando este já não pode ser controlado devido às suas proporções, riscos e recursos disponíveis.

Deve se ter em mente também a noção de custo versus benefício. O modo defensivo, quando adotado no momento oportuno, pode diminuir o tempo necessário para controlar das chamas, já que os recursos não estarão sendo divididos em tentativas ineficazes de extinção.

Transição do modo de ataque

O modo de ataque poderá mudar de ofensivo para defensivo e vice versa durante a operação dependendo das características do evento e dos recursos disponíveis.

Ao passar do modo defensivo (com ações de combate externas) para o ofensivo (com ações internas e maior exposição dos bombeiros a risco) caberá ao comandante do socorro estabelecer toda a estrutura de segurança, comando e controle das atividades de combate a incêndio dentro da edificação, tais como:

- controle de acesso dos bombeiros;
- suspender o uso de canhões de água na área de atuação dos bombeiros;
- definir vias de escape;
- verificar se há suprimento de água necessário;
- estabelecer o sistema de comunicação, entre outros.

Na mudança do modo ofensivo para o defensivo será controlada a retirada de todos os bombeiros da edificação e delimitar o acesso a áreas onde o modo defensivo será implantado. Os principais problemas nesta mudança são:

- bombeiros entrarem na área de operação esguichos canhão;
- acesso indevido de bombeiros na área já evacuada (onde o incêndio passara a ser apenas controlado) sem conhecimento e o devido controle.

Cabe ao comandante do socorro manter a supervisão e o controle adequado, a fim de realizar a mudança de modo de ataque de forma eficiente e segura.

Não intervenção

Em casos extremos poderá haver a necessidade do comandante do socorro tomar a decisão de isolar totalmente a área, colocando todas as pessoas, inclusive os bombeiros, em uma distância segura do incêndio, sem realizar qualquer tipo de manobra para confinar ou extinguir o incêndio.

A decisão de não intervenção é adotada geralmente quando há risco iminente de explosão de grande volume material combustível ou explosivo que poderá atingir e literalmente devastar uma grande área.

4.4.4 Solicitar o reforço necessário

Solicitar o reforço quando ele já é necessário caracteriza falha no planejamento. Grandes incêndios necessitam de grande número de pessoal, viaturas e equipamentos, além de uma organização logística mais

complexa e substituição das equipes. Isso exigirá do comandante de socorro um comportamento completamente pró-ativo.

É importante também lembrar que nem todos os recursos solicitados para o reforço estarão disponíveis em tempo oportuno. Cabe ao comandante de socorro cercar-se de informações que o possibilitem saber se o reforço estará em condições de utilização em tempo hábil ou se será necessário planejar uma alternativa para alcançar o objetivo traçado.

4.4.5 Estabelecer as prioridades

Nesta fase do planejamento, o comandante do socorro relaciona, dentro dos objetivos gerais do combate a incêndio, quais destes podem ser alcançados com os recursos disponíveis no momento.

A partir daí são estabelecidas as prioridades no socorro. Em termos mais simples, significa dispor as ações possíveis de serem feitas em uma ordem de realização, conforme sua importância para o socorro.

Pode haver mais de uma ação para cada objetivo geral do combate a incêndio.

Só são admitidas nesta fase as prioridades alcançáveis.

As prioridades alcançáveis devem ser:

- realistas - só devem ser desenvolvidos objetivos que podem ser alcançados considerando a situação e os recursos disponíveis;
- precisas – devem atingir exatamente aquilo que se espera, sem dúvida;

- mensuráveis - devem ser avaliadas pelo comandante do socorro quanto à sua evolução no alcance do objetivo, permitindo adaptações, se necessário; e
- de conhecimento dos bombeiros – somente assim é possível que as informações referentes aos resultados das ações sejam passadas ao comando da operação.

No planejamento das ações, o comandante de socorro deve levar em consideração:

- a segurança - nenhuma ação deve ser desenvolvida sem que haja condição mínima de segurança para os envolvidos;
- o salvamento - colocar vidas em segurança é a prioridade das ações do socorro; e
- o controle do incêndio – ter em mente que as ações desenvolvidas conduzem para a extinção do incêndio, ou seja, a operação caminha para a solução estabelecida e esperada.

Exemplos de prioridades em um incêndio em edificação alta:

1. Acessar o apartamento sinistrado pela porta da cozinha.
2. Estabelecer linhas de combate no hidrante de parede dois pavimentos abaixo.
3. Confinar o incêndio ao quarto onde está pegando fogo.
4. Estabelecer a ventilação no apartamento.
5. Localizar o hidrante de passeio para abastecimento da viatura.

4.4.6 Estabelecer as tarefas

As tarefas são as ações necessárias para alcançar cada objetivo estabelecido anteriormente. Obrigatoriamente definem o que deve ser feito e quem deve fazê-lo.

Considerando que todas as prioridades são estabelecidas com base nos recursos disponíveis, a definição das tarefas implica diretamente no emprego dos recursos em ações específicas.

O comandante determina quem vai fazer o quê e onde, podendo estabelecer também quando a ação deverá ser desenvolvida.

Tabela 3 - Exemplo de tarefas do combate a incêndio

Objetivo geral	**Prioridade**	**Tarefa (quem, onde e quando)**
Segurança	Estabelecer o controle de acesso dos bombeiros na edificação	O auxiliar da guarnição de salvamento faz o registro de nome, matrícula, guarnição e horário em que cada bombeiro adentrou ou saiu da edificação, na entrada principal, desde o início do combate.
Confinamento	Conter as chamas no escritório sinistrado.	A 1ª linha da guarnição de combate a incêndio mantém fechada a porta do escritório durante o combate.
Ventilação	Escoar a fumaça do pavimento.	A 2ª linha da guarnição de combate a incêndio abre as janelas do 2º pavimento, assim que estiver no local.
	Estabelecer uma ventilação segura no escritório sinistrado.	Logo após, a mesma linha quebra os basculantes das janelas do escritório sinistrado para escoamento da fumaça.

Devem ser formuladas alternativas para as ações propostas. O comandante do socorro deve definir a melhor forma de se alcançar o

objetivo, porém deve procurar outras formas possíveis. Isso é muito importante, uma vez que o desenvolvimento do incêndio é dinâmico e até mesmo as ações de combate alteram as características do socorro.

As ações realizadas no socorro são basicamente o emprego das técnicas existentes, padronizadas e treinadas. Não se pode esperar que um comandante de socorro defina especificamente como deve ser realizada a tarefa. A guarnição ou a dupla que recebe a atribuição de estabelecer uma linha em determinado local deve executar a atividade utilizando as técnicas e os equipamentos da melhor forma possível, não necessitando de maiores informações.

A complexidade da ocorrência determina a abrangência do plano de ação. Em ocorrências de pequeno vulto, pode ser feito mentalmente. Para ocorrências mais complexas é importante que o comandante do socorro escreva as ações de socorro, mesmo que iniciando de forma simplificada (como uma prancheta ou bloco de anotações), a fim de controlar os recursos e as atividades.

O desenvolvimento de um plano de ação deve ocorrer em qualquer incidente.

Seja por meio do PAI, seja por meio de um plano mental, o planejamento é desenvolvido após o reconhecimento, onde são identificados os objetivos da operação e visa organizá-la para solucionar o evento.

O planejamento deve considerar o procedimento operacional padrão (POP) para cada ocorrência e deve ser completamente informado a todo o efetivo empregado no socorro. O comandante do socorro passa

as informações aos chefes de guarnições (setor ou grupo) e estes divulgam a informação para seus subordinados.

Em eventos menores, os objetivos e as estratégias são formulados apenas pelo comandante do socorro e levam apenas alguns minutos.

4.5. Estabelecimento

É a fase diretamente ligada à direção.

De posse do plano de ação, o comandante do socorro chama os chefes de guarnição e define as atividades a serem realizadas e o posicionamento das viaturas e equipes.

Nesta fase há distribuição de tarefas e montagem do sistema de resposta.

A definição do posicionamento das viaturas e equipes é importante para que questões como segurança, acesso adequado, comunicação e suprimento de água sejam bem administradas.

No estabelecimento, deve ser observado:

- transmissão das ordens e informações às equipes;
- montagem e implementação do plano de comunicação do evento;
- posicionamento das viaturas considerando:
    - as condições de segurança para operação:
        - risco de queda de materiais;
        - risco de explosão;
        - exposição à fumaça e ao calor.
    - se o piso onde será estabelecida a viatura suporta seu peso;

- características da edificação e sistemas de combate a incêndio existentes (antes de definir a técnica verificar se é possível utilizar os preventivos);
- as características do incêndio;
- as fontes de suprimento de água disponíveis;
- a necessidade de circulação de veículos na área do incêndio (reabastecimento e estabelecimento de novas viaturas).

4.6. Salvamento

As ações de salvamento das vítimas e extinção do incêndio são realizadas tão logo seja estabelecido o socorro e devem ser realizadas de uma forma paralela.

Entretanto é importante salientar que o termo busca difere do termo salvamento neste manual.

Salvamento

Nas ocorrências de combate a incêndio, o salvamento é realizado imediatamente após de se ter conhecimento que há vítimas em risco.

A primeira etapa do salvamento é direcionada à retirada de vítimas que podem se locomover (evacuação) e às vítimas visíveis (as que possam ser visualizadas durante o reconhecimento). Deste modo serão realizadas as atividades com objetivo de, primeiramente:

- controle de pânico;
- evacuação;
- salvamento das vítimas mais expostas;
- atendimento pré-hospitalar;
- salvamento de vítimas em risco de vida iminente.

O salvamento poderá ser complementado durante ou depois do combate a incêndio, quando as condições de segurança e de combate forem maiores.

Busca

A busca é o ato de percorrer um determinado local à procura de possíveis vítimas. Enquanto no salvamento há vítima(s) presumida(s), situação em que os bombeiros adentrarão e saberão onde ir para retirá-la(s), na busca as atividades são para rastrear um ou mais ambiente para certificar-se da existência ou não dela(s).

Enquanto o salvamento é uma das primeiras ações após o estabelecimento, demandando pouco tempo para tal, a busca é feita somente depois da extinção ou controle das chamas, quando o ambiente está seguro para os bombeiros. Há os casos em que é possível realizar a atividade de extinção e de busca ao mesmo tempo, entretanto será necessário maior número de recursos materiais (linhas de combate e proteção) e de pessoal.

A atividade de busca no interior da área atingida pelo incêndio deve ser realizada apenas após o estabelecimento das linhas de mangueira, quando haverá maior segurança às equipes, além de já terem sido tomadas medidas complementares como a ventilação, que facilita a busca e melhora a condições de sobrevivência das vítimas.

A busca na área onde o incêndio está se desenvolvendo (onde há ação de chamas e fumaça) é a atividade mais arriscada no incêndio e, portanto, só deve ser iniciada após o estabelecimento de linhas de combate no local. Em muitas situações, esta ação só será possível após a extinção das chamas.

4.7. Combate

É a utilização dos equipamentos e técnicas necessárias à proteção, ao confinamento e à extinção do incêndio.

A proteção contra exposição (evitar que o fogo se alastre para outras estruturas) e o confinamento (restringir a ação do fogo apenas à área já queimada) devem ter prioridade no combate. Tentar combater o incêndio sem proteger áreas ainda não atingidas pode acarretar no aumento da área queimada ou perda de controle do incêndio.

Incêndios se propagam rapidamente, podendo atingir áreas ainda preservadas da própria edificação ou ainda atingir edificações próximas, aumentando os danos causados, além de exigir a necessidade de mais recursos e outros planejamentos. A preocupação maior do comandante do socorro deve ser a de evitar que o fogo se alastre ou atinja outras áreas.

Um princípio simples a ser lembrado pelos bombeiros é o de que o que está em chamas já foi destruído e, portanto, deve receber prioridade menor do que aquilo que ainda não está em chamas.

As linhas utilizadas no combate devem estar sempre posicionadas entre o incêndio e a área que ainda não está em chamas. No módulo 3 foi demonstrada a capacidade dos jatos de água em deslocar a fumaça podendo ser utilizado para a ventilação do local. Este mesmo princípio pode fazer com que a aplicação de água realizada a partir do foco em direção às áreas não atingidas alimente o incêndio com oxigênio e alastre as chamas.

As técnicas de combate a incêndio (estabelecimento de linhas, ventilação e outras) estão descritas no módulo 3 deste manual.

4.8. Controle

Nesta fase o comandante do socorro acompanha o desenvolvimento das ações e o comportamento do incêndio, realizando as mudanças necessárias ao plano de ação a fim de aperfeiçoar as ações de socorro.

O controle é uma das funções essenciais do comandante do socorro em todas as fases, porém após iniciado o combate e o salvamento sua importância é fundamental para que o comandante de socorro assegure-se de quem o plano de ação foi implementado eficientemente.

São características desta fase:

- verificar as condições de segurança;
- observar o desenvolvimento do incêndio;
- observar o desenvolvimento das ações de socorro;
- gerenciar os recursos (pessoal, viaturas e materiais);
- realizar a adaptação do PAI ao desenvolvimento da atividade;
- verificar a necessidade de reforço.

Visão em túnel

Um dos principais problemas durante o comando da operação é a "visão em túnel". Acontece quando o comandante do socorro mantém sua atenção em apenas uma parte do evento, geralmente no problema de maior gravidade, sem verificar o todo. Quando isso ocorre, mantém-se o foco em um problema particular sem perceber os fatores de risco próximos.

O comandante do socorro deve observar toda a operação. Havendo um problema mais grave ou um ponto que necessite de atenção

constante, ele deve estruturar a resposta de forma a manter um responsável pela área.

4.9. Inspeção final

É o procedimento adotado logo após a extinção.

São características desta fase:

- estabelecer a necessidade e os pontos de rescaldo;
- verificar a existência de vítimas fatais;
    - havendo vítimas (fatais ou não), deve ser solicitada a equipe da Polícia Civil para realização da perícia criminalística, que será realizada em conjunto com a perícia de incêndio do CBMDF;
    - não havendo vítimas, acionar a perícia de incêndio do CBMDF.
- em todos os casos, adotar medidas de preservação dos vestígios para a perícia;
- verificar as condições de segurança do local;
- localizar objetos de valor que devam ser preservados;
- verificar a necessidade de remoção de materiais perigosos.

É importante ressaltar que o comandante de socorro deve repetir o procedimento de inspeção quantas vezes forem necessárias para garantir que o rescaldo foi realizado eficientemente e que não há risco de reignição. Não raras as vezes em que o incêndio volta a ignir após a saída do corpo de bombeiros.

Preservação de indícios

É de responsabilidade do comandante do socorro a preservação dos vestígios do incêndio, principalmente quando houver suspeita de crime,

com ou sem a presença de vítimas. Esta função pode ser delegada a uma autoridade policial quando não for possível aguardar a equipe de perícia.

São ações para preservar os indícios de um incêndio:

- coletar e registrar informações a cerca da área do foco inicial do incêndio;
- informar a condição de funcionamento dos preventivos (sistemas de chuveiros automáticos, escadas de incêndio, preventivos de parede, etc.);
- informar a existência de fatos estranhos observados durante o acesso e combate (portas arrombadas, propagação extremamente rápida ou irregular do incêndio, comportamento atípico de pessoas relacionadas ao incêndio, etc.);
- evitar a descaracterização do local de incêndio – a movimentação dos materiais durante o rescaldo deve ser somente na medida necessária ao resfriamento dos pontos quentes;
- evitar a retirada de bens do local antes da perícia.

4.10. Rescaldo

O rescaldo é a fase que visa eliminar possíveis fontes de re-ignição, onde restos de material queimado são revirados e aplicada água para eliminação de todas as brasas e resfriamento dos pontos quentes.

Rescaldo e retirada de material são ações completamente diferentes. Enquanto o rescaldo é uma fase do combate ao incêndio onde os pontos quentes são resfriados, a retirada de material é um dos processos de extinção do fogo utilizado para diminuir a carga de incêndio passível de ser queimada.

Não raras vezes os bombeiros utilizam água em demasia durante o rescaldo ou a movimentação desnecessária e sem critério dos pontos quentes. Em ambos os casos, os vestígios do incêndio são seriamente comprometidos. Para evitar que isso ocorra, adotar as seguintes medidas:

- revolver os pontos quentes e onde há fumaça somente o necessário para seu resfriamento;
- em caso de dúvida, acionar a equipe de peritos para orientação e coleta de material e informações para análise ainda durante o rescaldo;
- evitar a remoção de escombros que não estejam quentes;
- lembrar que, em grandes incêndios ou locais em que haja grande quantidade de material combustível Classe A, pode haver a necessidade de manter no local uma equipe ou viatura em condições de controlar possíveis re-ignições;
- verificar a necessidade de substituição das equipes que realizaram a extinção por bombeiros menos desgastados para realizar o rescaldo – há uma maior chance de falhas de segurança quando os bombeiros em situação de cansaço extremo ou com a sensação de pouco risco.

Após o rescaldo, é necessário aguardar no local e observar se haverá reignição dos pontos quentes.

É comum que, durante o rescaldo e devido ao cansaço, as guarnições passem a trabalhar com foco no término do evento e não na segurança. Deve-se ter em mente que o rescaldo também é uma operação que envolve risco (queda de material, queimadura, risco de queda do bombeiro, exposição à fumaça e ao calor, etc.).

4.11. Desmobilização

É a fase em que os recursos não mais necessários começam a ser liberados da área do incêndio para retorno à unidade.

À medida que o comandante do socorro identifica recursos na área do evento sem aplicação, deve determinar seu retorno à unidade.

O planejamento da desmobilização é necessário para evitar que os recursos permanecem na área de evento sem estarem designados ou sem necessidade, por tempo demasiado, deixando outras áreas sem a proteção adequada. Por outro lado, sem um planejamento adequado, pode haver a liberação do recurso muito cedo, quando ainda pode ser necessária sua presença para a substituição de equipes ou outras atividades.

A desmobilização deve ser planejada. A necessidade de planejamento será maior quanto maior for o evento e o número de guarnições no local.

Deve-se verificar a necessidade de recursos para o rescaldo e para se colocar a área em segurança.

As guarnições que primeiro chegaram ao evento devem ser as primeiras a serem liberadas. Estas, geralmente, trabalham na fase mais crítica do evento, onde o esforço é maior e também costumam permanecer na área do evento por mais tempo.

O cansaço diminui a percepção de risco, elevando a possibilidade de acidente.

Não é difícil encontrar bombeiros que perdem a noção de tempo e cansaço por terem a noção de que "o incêndio é deles": eles atenderam primeiro e devem resolver toda a situação. Cabe ao comandante do socorro verificar a condição física dos bombeiros determinando a necessidade de substituição e, até mesmo, a liberação para retorno a unidade (em ocorrências de longa duração).

O comandante do socorro deve levantar questões como: sob quais condições foi realizado o trabalho? Os bombeiros estão molhados, com frio ou com muito calor? Passaram por situações de estresse elevado? Necessitam ser encaminhados para avaliação médica? A preocupação com a saúde e o bem-estar dos bombeiros é fundamental.

Desmobilização de viaturas e equipamentos

Durante ocorrências de vulto existe a necessidade de substituição de equipes de trabalho, porém os equipamentos e as viaturas utilizados permanecem os mesmos (mangueiras, escadas, cilindros), principalmente aqueles que não podem ser substituídos durante a operação sem que haja prejuízo ao socorro.

É importante haver um sistema adequado de identificação dos materiais, a fim de evitar trocas e perdas, que são comuns em grandes ocorrências.

Antes da liberação das guarnições, é necessário que estas estejam com seu equipamento em ordem.

Durante o processo de desmobilização, a estrutura de comando do socorro também vai sendo reduzida.

Antes da retirada total do socorro do local deve ser observado(a):

- verificação dos equipamentos e pessoal;
- finalização da coleta de dados para o relatório da ocorrência;
- designação do responsável pela área;
- solicitação da perícia de incêndio;
- realização do abastecimento das viaturas de combate a incêndio antes da saída do local;
- informação do deslocamento à CIADE.

Preservação do local após a saída do socorro

Preservar o local de incêndio significa restringir o acesso à área ou edificação até a realização da perícia e devolução da área ao responsável, lembrando que:

- a área do incêndio é considerada local de crime;
- há sempre o risco de acidentes;
- há possibilidade de retirada indevida de materiais.

Alguns cuidados devem ser adotados na passagem da responsabilidade do local:

- confeccionar recibo do local e dos bens ainda existentes a ser assinado pelo responsável pela guarda do local;
- anotar o nome e identificação do responsável e o prefixo da viatura (se for o caso) e repassá-los à CIADE;
- solicitar levantamento fotográfico do local pela equipe de perícia antes do socorro deixar o local, principalmente em

estabelecimentos comerciais parcialmente atingidos pelo incêndio;

Pós-evento

Após a chegada na unidade o comandante do socorro inicia as ações necessárias para tornar o socorro novamente em condições de atendimento.

São procedimentos nesta fase:

- realizar uma reunião com as guarnições sobre as ações realizadas no socorro (*debriefing*) – esta reunião é importante para verificar erros e acertos na operação, falta de materiais, deficiências de técnicas e possíveis melhorias nas operações futuras. Pode ser ainda no local do acidente, durante o recolhimento de material, ou após chegar à unidade;
- realizar a limpeza e manutenção ou substituir os materiais do socorro (mangueiras furadas ou muito sujas, limpeza e recarga dos EPR, recarregar rádios, etc.);
- informar à CIADE que o socorro está novamente em condições de atendimento;
- confeccionar o relatório do incêndio – as informações relevantes deverão fazer parte do relatório de ocorrência e poderão servir como assunto a ser abordado em instruções posteriores aos bombeiros.

É fundamental que o comandante do socorro realize uma avaliação das condições físicas e psicológicas do pessoal de serviço após atividades estressantes ou muito cansativas. Devem ser verificados: sinais de cansaço extremo, estresse ou apatia, ferimentos ou acidentes ocorridos na operação, contato com produtos perigosos (combustível, óleo, ácido de

baterias e outros contaminantes e contato com sangue ou outros fluidos corpóreos. Caso seja necessário, o bombeiro deve ser encaminhado ao serviço médico.

A CIADE deverá ser informada quanto ao retorno ou não da viatura ao serviço operacional, bem como suas limitações.

5. Operações com esguicho canhão

Esguichos canhão são esguichos que operam lançando água no incêndio com vazão igual ou superior a 300 galões por minuto (1136 litros por minuto). São projetados para lançar grande quantidade de água no incêndio.

Podem vencer grandes distâncias, por isso mesmo, permitem ao bombeiro trabalhar com uma condição maior de segurança. Isto pode ser útil para atacar grande volume de fogo ou quando existe risco de colapso da estrutura ou de explosão. Entretanto, se for mal utilizado, pode trazer grandes danos ao combate a incêndio, inclusive quanto à segurança dos bombeiros.

Não raras as vezes em que esguichos canhão são utilizados de forma incorreta em operações de combate a incêndio urbano, por meio de viaturas do tipo auto plataforma mecânica (APM), principalmente em edificações altas.

Muitos bombeiros têm a idéia de que lançar um jato de fora pra dentro em um incêndio generalizado (*flashover*) é suficiente para debelar as chamas por causa do grande volume de água. Entretanto, se houver presença de bombeiros tentando combater o incêndio no interior da edificação, estes sofrerão com o calor e as chamas empurradas pelo jato do esguicho canhão, podendo machucar-se ou até mesmo vir a óbito.

Esguichos canhão devem ser empregados em ataques defensivos. Em situações específicas podem ser empregados no início do combate, antes do combate interno.

No combate a incêndio, esguichos canhão devem ser utilizados em ataques defensivos.

Tipos de esguicho canhão:

- de solo – montado no topo de viaturas ou em tripé, este tipo de canhão tem limitação de direcionamento do jato dentro da edificação em alturas elevadas;

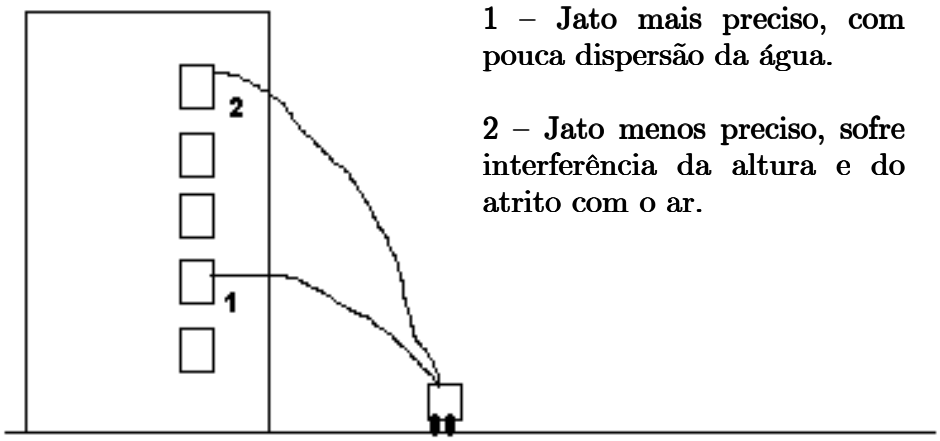


Figura 8 – Operação com canhão de solo

- aéreo – montado no topo de plataformas ou escadas. A distância entre o esguicho e a janela é menor, o que o torna mais preciso;

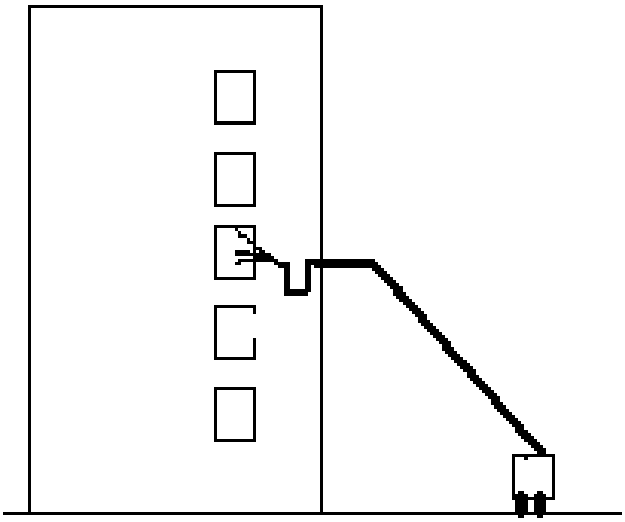


Figura 9 – Operação com canhão áereo

Posicionamento das viaturas

A posição das viaturas dependerá obrigatoriamente da segurança da operação, devendo ser considerado o risco de queda de material, a possibilidade de colapso da estrutura e o risco de explosões.

Em grandes incêndios ou onde haja risco de colapso, deve-se posicionar as viaturas do tipo APM nos cantos da edificação.

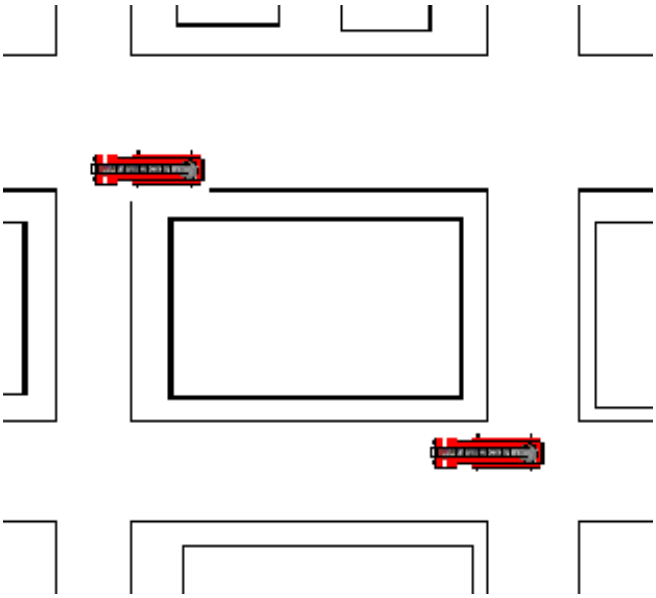


Figura 10 – Posicionamento da APM próximo à edificação

Tipos de posicionamento do canhão aéreo

Em qualquer tipo de posicionamento do canhão aéreo, os bombeiros devem priorizar sua própria segurança. Atendidas às condições de segurança, envidam-se esforços para controle e extinção do incêndio. São tipos de posicionamento do canhão aéreo em relação às chamas:

- na lateral – posição menos eficiente, porém mais segura; não atinge o fogo diretamente;

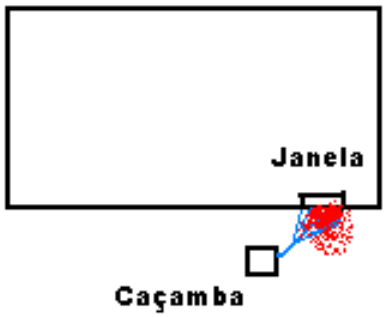


Figura 11 – Vista superior do posicionamento lateral

- acima – evita o risco de queda de material. É mais segura, porém é menos eficiente;

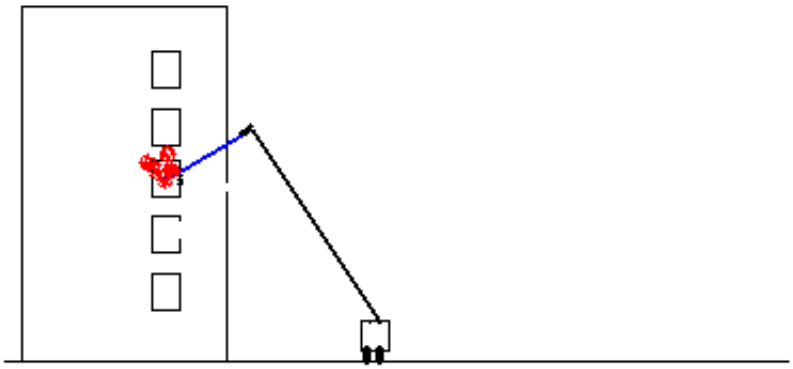


Figura 12 – Posicionamento acima do foco

- frontal – próximo à janela; é mais eficiente (possibilita maior penetração), porém só deve ser utilizada quando oferecer total segurança aos bombeiros;

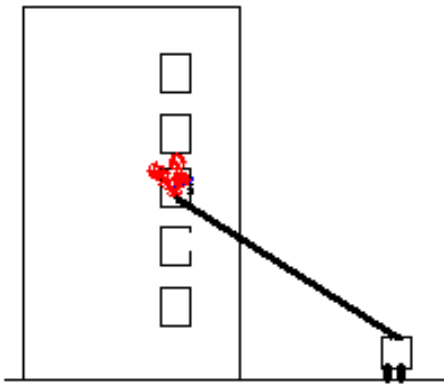


Figura 13 – Posicionamento frontal

Estratégias de emprego

Seja para uma diminuição temporária do grande volume de chamas (*temporary knockdown*) ou para a extinção completa do incêndio, é necessária a retirada do pessoal de combate interno até a finalização de aplicação do jato. Esta retirada poderá ser feita para dois pavimentos abaixo do incêndio ou para o exterior da edificação. O início da operação com os canhões só poderá ser realizada com a confirmação do abandono de todas as equipes de combate interior.

Suprimento de água

O comandante de socorro deve assegurar-se de que haverá um suprimento adequado de água na utilização do esguicho canhão. Um único canhão consome 13.650 litros de água em 10 minutos quando operando a uma vazão de 300 galões por minuto (ou 1.365 litros por minuto).

Segurança na operação com esguichos canhões

A aplicação de jatos com grande pressão e volume no interior da edificação pode:

- produzir grande quantidade de vapor, podendo causar queimaduras;
- piorar a visibilidade por forçar a fumaça e o vapor para o interior da estrutura;
- derrubar o bombeiro ou lançá-lo do teto da edificação, de uma escada ou até mesmo para fora da edificação, em caso de vãos livres;
- lançar objetos nos bombeiros.

Quando o jato é aplicado à estrutura pode arrancar matérias da estrutura. O material poderá simplesmente cair ou ser lançado à distância. É importante manter a atenção e, se necessário, realizar alertas de segurança para o pessoal de solo.

O comandante de socorro deve lembrar também que o emprego de grande volume de água pode afetar a estrutura ou causar dano a áreas não atingidas pelo incêndio (inclusive nos pavimentos inferiores).

Exemplo:

500 galões/minuto = 2.275 Kg de água/minuto

10 minutos= 22.750 Kg de peso é acrescido à área de incêndio.

Parte desta água vai evaporar, parte baterá na parede ou será defletida pelo vento e parte escorrerá e chegará à rua. Uma quantidade indeterminada permanecerá na edificação.

Edificações de madeira absorvem mais água que estruturas de alvenaria. Por isso mesmo, em estruturas mais frágeis, há de se considerar o risco de colapso.

Operadores de esguichos canhão e das bombas de suprimento de água devem ser treinados adequadamente e devem utilizar os canhões apenas sob comando. A estrutura de comando e controle da operação deve ser montada, uma vez que sua utilização deve ser monitorada permanentemente.

Se não houver resultado para o combate a incêndio (acrescendo apenas peso à estrutura) a aplicação de água pelos canhões deve ser interrompida.

Sempre que o fogo for controlado em uma janela o jato deve ser redirecionado a outra janela. Não aplicar água apenas na fumaça.

A utilização de esguichos canhões em plataformas e escadas posiciona os bombeiros em posição privilegiada para observação do incêndio. Estes devem ser treinados para passar informações importantes ao comando da operação, principalmente quanto a riscos (queda de material, danos a estrutura do prédio, desenvolvimento do incêndio nos andares, etc.).

6. Organização das operações de combate a incêndio

Uma das formas mais eficientes para se organizar as operações de combate a incêndio é o Sistema de Comando de Incidentes (SCI). Esta ferramenta vem sendo utilizada por várias instituições de pronta resposta a emergências em diversos países e é essencial em incidentes que demandam a participação de vários órgãos de emergência, tais como corpo de bombeiros, polícia, departamento de trânsito, companhia de distribuição de energia elétrica, dentre outros.

6.1. Características do SCI

As principais características do SCI são:

Unidade de comando

Existe apenas um comandante no incidente.

Manejo integral de recursos

Todos os recursos (pessoal, viaturas, equipamentos, etc) designados ou disponíveis para a resposta são cadastrados e acompanhados. Isso garante a utilização adequada e o controle dos recursos.

Cadeia de comando

Cada pessoa responde e se reporta funcionalmente a apenas uma pessoa designada como seu chefe. O fluxo de informação segue o mesmo caminho, tanto do comando para execução quanto no sentido contrário.

Alcance de controle

Restringe o número de subordinados a um chefe, facilitando o controle. Deve-se manter o número de pessoas subordinadas em um

máximo de 7, **sendo 5 o número ideal**. Isto também funciona para agrupamento de viaturas ou equipes.

Organização modular

O SCI possui uma estrutura básica que pode ser ampliada ou reduzida conforme a complexidade do evento.

Instalações padronizadas

Existe uma padronização das instalações que podem ser implementadas para dar suporte às atividades na resposta ao incidente.

6.2. Instalações do SCI

As principais instalações do SCI são:

Posto de Comando (PC)

É o local a partir do qual se exercem as funções de comando. O PC será instalado de acordo com as proporções e duração do evento. Seu estabelecimento é obrigatório em **todas** as ocorrências.

Geralmente é caracterizado por uma viatura, mesmo que esta esteja sendo empregada nas ações de socorro.

A viatura que serve como PC é a referência para o comando da operação, tanto para as comunicações externas como para as viaturas que cheguem ao local do evento, ainda que o comandante do socorro esteja afastado da viatura (por estar realizando o reconhecimento ou até mesmo envolvido mais diretamente nas ações socorro). Portanto o comandante deverá manter o condutor da viatura informado sobre sua localização.

Cabe ao comandante do socorro informar, via rádio, sobre sua chegada ao local e o prefixo da viatura de comando que servirá como PC.

O PC deverá ser instalado em local seguro e que possibilite a melhor visão possível da área. Nas operações de combate a incêndio é recomendado que o PC seja instalado em uma esquina que possibilite a visualização das duas principais fachadas da edificação, principalmente a fachada de acesso e estabelecimento principal dos recursos.

No início da operação ou em ocorrências de pequena gravidade o primeiro comandante do socorro poderá ser também comandante de uma das guarnições, portanto pode se envolver mais com o evento. A utilização de rádio portátil pode facilitar o comando da operação mesmo com o envolvimento direto do comandante. Entretanto, caso o evento tome maior vulto o comandante assumir suas atribuições no PC.

Estabelecido o PC, a designação para comunicação tanto externa quanto interna passa a ser "Posto de Comando", seguido da identificação da ocorrência.

Área de Espera (E)

Nas operações de combate a incêndio, a área de espera é a instalação mais importante a ser implantada, depois do posto de comando.

Mesmo um número reduzido de viaturas estacionadas na área do evento pode comprometer as atividades de socorro.

A área de espera é um local próximo ao incêndio onde os veículos permanecem até serem designados. Tem de ser anunciada.

Deve ser designado um encarregado para a coordenação da área de espera, que deve cadastrar as viaturas e demais recursos que cheguem ao evento e manter o comandante do socorro informado. Este encarregado também é responsável por despachar os recursos necessários às ações estabelecidas pelo comandante de socorro.

O estabelecimento da área de espera visa:

- designar uma área para o estabelecimento das viaturas;
- organizar as viaturas para que possam ser designadas de forma eficiente;
- impedir que viaturas desnecessárias dificultem ou retardem o acesso das viaturas necessárias às ações de socorro;
- facilitar a circulação de viaturas de atendimento pré-hospitalar e de reabastecimento.

Em operações de combate a incêndio a área de espera é instalada, geralmente, em uma via de acesso ao evento onde as viaturas estacionam em linha, uma atrás da outra, por ordem de chegada, ocupando apenas um lado da via, para que o outro seja utilizado para passagem das viaturas necessárias ao socorro.

São vantagens do posicionamento das viaturas em fila:

- ocupa menos espaço na via;
- ao chegar ao local, o veículo estaciona atrás da última viatura, o que garante uma ordem de utilização;
- não necessita de manobras para estacionar;
- quando uma viatura é designada, a formação pode ser adiantada para mais próximo do encarregado da área de espera, facilitando a coordenação.

Em outros posicionamentos, pode ser designado um estacionamento ou outra área livre para a área de espera. Neste local caberá ao encarregado estabelecer a melhor forma de organizar as viaturas de forma a possibilitar a movimentação no caso de necessidade de emprego.

Depois de chegar ao local do evento a utilização da viatura se dará:

- por ordem de chegada (mais próxima na área de espera); ou

- por finalidade da viatura (viatura especializada na ação a ser desenvolvida).

Base (B)

Normalmente, a base é utilizada em operações de longa duração. Nas operações de combate a incêndio será montada para:

- substituição de cilindros de EPR;
- suprimento de água para o combate;
- estrutura de recuperação e hidratação dos bombeiros;
- instalação de sanitários ou orientação quanto à localização (em outras edificações);
- disponibilização de materiais (EPR, mangueiras, cabos, etc.).

6.3. Recursos

Como já foi dito anteriormente, recurso é tudo aquilo que se emprega para a solução do evento. Os recursos podem ser humanos e materiais.

As categorias de recursos referem-se ao conjunto de recursos materiais e humanos prontos para serem utilizados no socorro (ex: uma viatura de combate a incêndio guarnecida, uma guarnição de produtos perigosos equipada).

Todos os recursos devem possuir comunicação e ser comandados por um chefe. Deve-se manter o número máximo de 7 subordinados para cada chefe estabelecido.

Categorias de recursos

São três as categorias de recursos previstas no SCI. A correspondência entre a nomenclatura utilizada pelo SCI e a empregada a em operações de combate a incêndio são definidas como:

Tabela 4 – Categoria de recursos

Categoria	Definição	Termo empregado no combate a incêndio
Recurso único	É um equipamento ou veículo com sua guarnição, ou um grupo com seus equipamentos.	Viatura ou guarnição
Equipe de intervenção	É um conjunto de recursos de mesmas características, destinado ao salvamento de bombeiros que se acidentem durante a operação. O recurso é muito pouco utilizado.	Guarnição de equipe de intervenção rápida (EIR) e viaturas tipo UTE a postos.
Força Tarefa	É o conjunto de recursos com características diferentes (guarnição e viatura de salvamento, de combate a incêndio, de atendimento pré-hospitalar, de auto-plataforma mecânica)	Trem de socorro

Estado dos recursos

Todo recurso que chega ao local do incêndio será catalogado e controlado. O estado do recurso define a relação com o emprego no socorro ou a sua disponibilidade, sendo:

- designado – quando está sendo utilizado no socorro;
- disponível – quando está pronto para designação imediata (aguardando na área de espera);
- indisponível – quando não é mais possível utilizá-lo.

6.4. Estrutura do SCI

Uma das principais características do SCI é a padronização.

A estrutura aqui apresentada é o padrão empregado no SCI. Ela possui a característica que permite sua redução até se chegar a apenas uma viatura atendendo a uma ocorrência ou sua ampliação a ponto de possibilitar o comando e controle de grande número de viaturas e guarnições, inclusive com a coordenação de recursos provenientes de outras organizações.

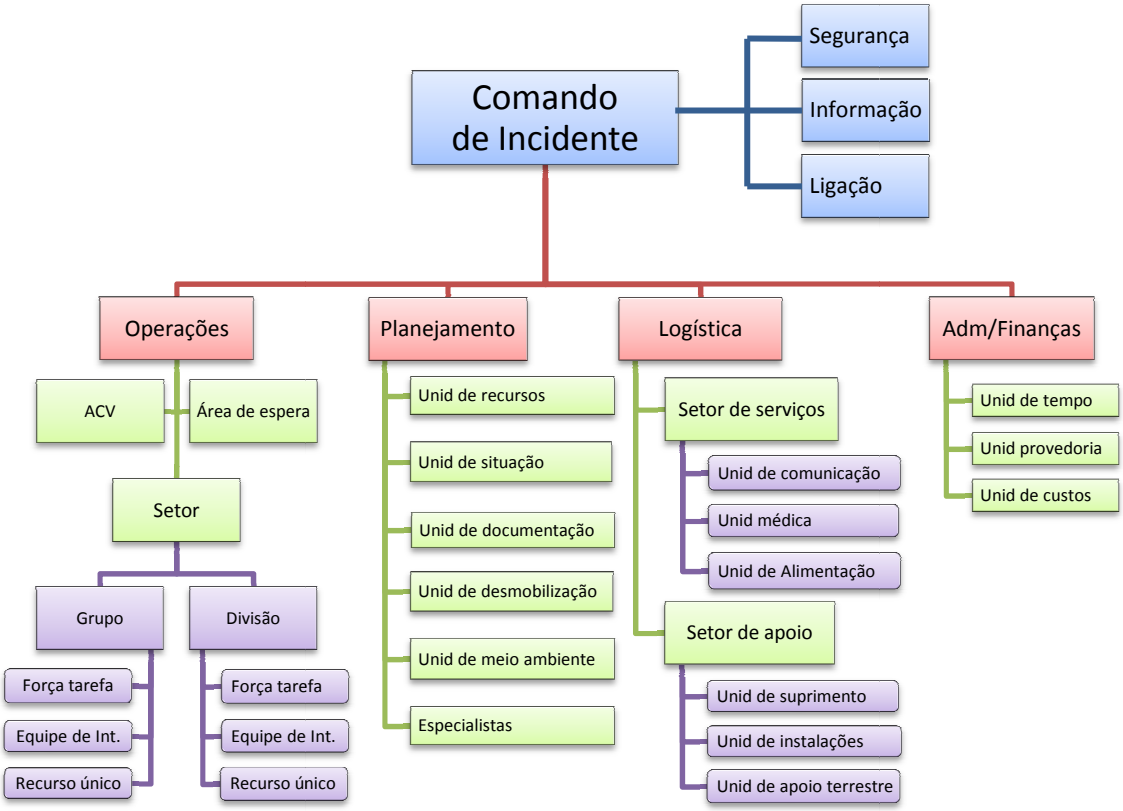


Figura 14 - Estrutura do SCI

Apesar de parecer complexa, a estrutura prevê funções pré-estabelecidas que devem ser montadas apenas em caso de necessidade. Cabe lembrar que a estrutura depende da necessidade de organização dos recursos.

6.5. Funções e atribuições do SCI

Tabela 5 – Funções e atribuições do SCI

Função	Atribuição
Comando	Planejamento, organização, direção e controle da operação. É a autoridade máxima do socorro e está presente em todas as operações.
Seção de Operações	Execução das ações de resposta. A seção de operações poderá ser subdividida em grupos, divisões e setores.
Seção de Planejamento	Solicitação, controle e desmobilização dos recursos, acompanhamento da situação do evento, confecção do PAI e demais documentações.
Seção de Logística	Comunicações, alimentação, suprimentos, instalações, transporte.
Seção de Administração e Finanças	Controle de materiais e serviços alugados ou adquiridos especificamente para o evento.
Segurança	Vigilância, avaliação e desenvolvimento de medidas de segurança.
Informação Pública	Divulgação das informações do socorro para órgãos de imprensa.
Ligação	Comunicação entre os órgãos que respondem ao socorro (Polícia Militar, Secretaria de Saúde, DETRAN e outros).

Organização da Seção de Operações

As operações podem ser organizadas por:

- DIVISÃO - Designação das atividades por área de atuação (exemplo: divisão sul ou leste, divisão direita ou esquerda).
- GRUPO - Designação de atividades por função (exemplo: grupo de ventilação, grupo de salvamento).
- SETOR – Designação por responsabilidade funcional ou geográfica. É implementada quando a quantidade de divisões ou grupos extrapola o alcance de controle (máximo de 7, ideal de 5 por chefe).

6.6. Implantando o SCI nas operações de combate a incêndio

As operações de combate a incêndio geralmente necessitam de estruturas mais simples de organização. Na grande maioria dos casos a organização é muito simples e mesmo em grandes operações a estrutura completa não necessita ser totalmente estabelecida.

Entretanto, o socorro pode e deve ser organizado seguindo os princípios do SCI desde a primeira guarnição presente no local.

A implantação do SCI dependerá da gravidade do evento, do tempo necessário para resposta e do número de recursos disponíveis e designados.

A atividade de socorro em que se utiliza a ferramenta do SCI é dividida em duas fases:

- primeira resposta - compreende um período de operação de, geralmente, até 4 (quatro) horas;
- ciclo de planejamento - para eventos de resposta superior a 4 (quatro) horas.

Este manual descreverá as atividades de comando necessárias à primeira resposta, já que o período de 4 (quatro) horas é suficiente para a realização das atividades de combate a incêndio na maioria dos eventos desta natureza, mesmo os de grande porte. Como utilizar o SCI em eventos com duração superior está presente na literatura específica de SCI e não é objeto deste manual.

As operações de combate a incêndio possuem características comuns que possibilitam a formatação prévia de estruturas de comando para o socorro.

6.6.1 Definindo a estrutura do SCI em uma operação

Para definir as necessidades e estabelecer o modelo básico de organização a ser utilizado no combate a incêndio, deve-se partir da estrutura básica.

Um método eficaz é definir a estrutura a partir do organograma básico e preencher apenas as funções necessárias. Com isso se evita:

- esquecer as funções;
- definir atribuições a áreas de responsabilidade distinta;
- perder o alcance de controle.

Partindo da estrutura básica do SCI, o comandante de socorro monta um organograma básico para as ações de combate a incêndio a serem desenvolvidas tendo com referência as necessidades de comando e controle citadas anteriormente.

O modelo apresentado pode ser adaptado, ampliado ou reduzido de acordo com as características do evento, porém deve ter sempre como base a estrutura do SCI.

Na seção de operações, é importante acrescentar a atividade de controle de acesso, fundamental para a segurança dos bombeiros que trabalham dentro da área de maior risco.

Quanto ao alcance de controle

Algumas atividades já devem estar planejadas e organizadas desde a saída do quartel para atender a ocorrência. É importante lembrar que o limite máximo estabelecido é de 7 funções diretamente ligadas ao comandante de socorro.

Constituem ações que devem estar planejadas e constantemente treinadas, a fim de liberar a atenção do comandante de socorro para outras atividades:

- comunicações – o plano de comunicações para emergência em grandes operações, bem como o material necessário e seu controle e distribuição já devem estar definidos e treinados;
- suprimento emergencial – suprimento de água para o combate, recarga de cilindros, água para hidratação, iluminação entre outros também já devem estar definidos;
- controle de recursos – que será estabelecido de acordo com o risco da atividade ou a quantidade de recursos.

Definindo grupo ou divisão em edificações comuns

A designação de grupos ou divisões tem por objetivo atender à necessidade do combate ao incêndio urbano.

1. Designação das divisões

1.1. Por letras

Quando se define como áreas de atuação as faces da edificação usam-se letras para identificar as divisões, sendo A (alfa) a face principal da edificação ou a face onde estão sendo desenvolvidas as principais atividades de socorro. As demais faces da edificação recebem, na sequência, as letras subsequentes.

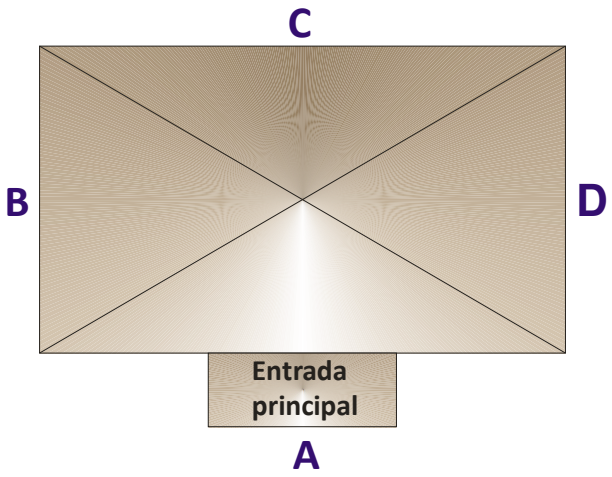


Figura 15 – Designação das divisões por letra

1.2. Pela localização

No exemplo abaixo, como todas as atividades são realizadas pela face principal da edificação e existem atividades desenvolvidas no interior do prédio e no teto deu-se o nome de divisão de teto e divisão interna.

Figura 16 – Designação das divisões pela localização

1.3. Por pavimento

Se as atividades internas forem realizadas em diferentes pavimentos, deve ser dada como designação a divisão com o número do andar ou sua função.

A atividade de combate a incêndio em edifícios altos requer uma organização distinta que será demonstrada posteriormente.

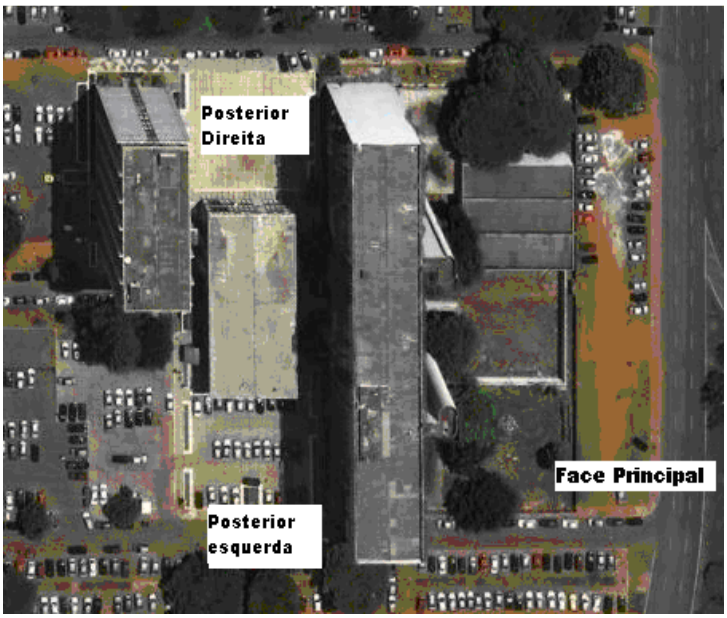
Figura 17 – Designação das divisões por pavimento

1.4. Utilizando outras formas em um só evento

Em grandes eventos pode ser necessário definir atividades em várias faces da edificação e em vários pontos no interior. Portanto será necessário definir as divisões utilizando todas as formas demonstradas anteriormente ao mesmo

tempo ou outras formas consideradas convenientes pelo comandante de socorro.

No incêndio do prédio do INSS, no ano de 2006, por exemplo, por ser um prédio de grandes proporções e ainda possuir uma pequena edificação na lateral que divide a edificação, havia atividades distintas de combate sendo realizadas na mesma face da edificação (além das atividades internas). Poderia então esta face receber duas designações.



Fonte: Google Maps
Figura 18 – Designação por outras formas

2. Designação dos grupos

A designação dos grupos será simples e deverá ser feita baseada nas atividades que serão desenvolvidas (salvamento, combate, etc).

3. Designação de grupos e divisões

O exemplo abaixo demonstra a divisão 3 (localizada no terceiro andar), uma divisão no teto e um grupo de

salvamento. A forma de designar as atividades foi feita pela localização na edificação (por pavimento e no teto).

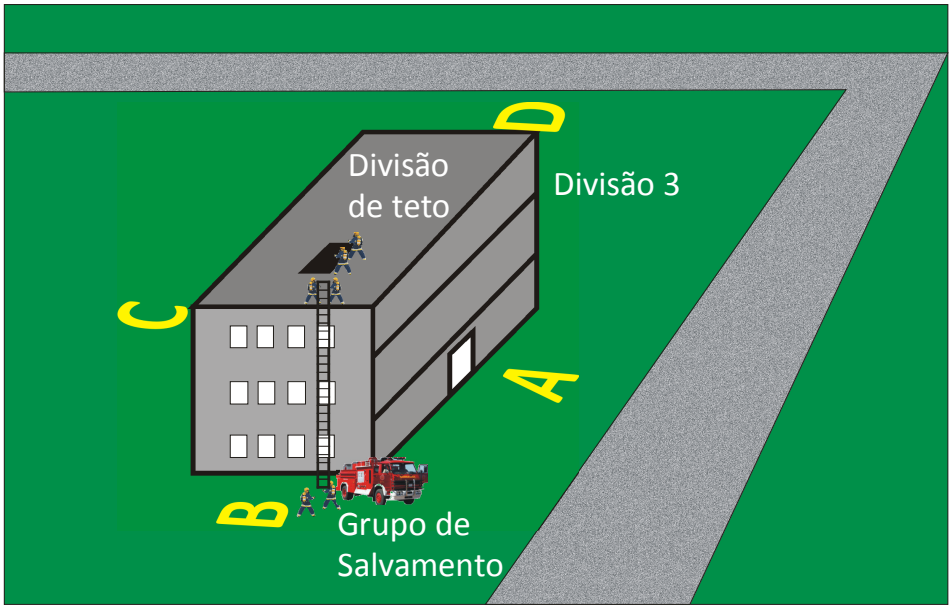


Figura 19 – Designação de grupos e divisões

6.6.2 Combatendo incêndios em edificações elevadas ou em grandes estruturas

Em grandes estruturas, o incêndio apresentará duas ou mais áreas de atenção, geralmente na:

- área externa, onde:
  - se vê fogo ou fumaça sair da edificação (muitas vezes a fumaça não identifica a localização do incêndio, nem mesmo o pavimento onde este ocorre);
  - são localizadas as viaturas e as principais instalações do socorro.
- área interna, onde:
  - está localizado o foco;
  - podem estar localizadas as vítimas;
  - os riscos são maiores.

Em grandes eventos é importante se estabelecer um controle para cada área (interna ou externa), a fim de que as informações sejam coletadas e trabalhadas de forma conjunta. Quem está dentro da edificação complementa a informação de quem está fora e vice-versa.

Estabelecendo uma divisão interna

A importância da definição de uma divisão interna pode ser claramente verificada quando se trata de edifícios elevados.

Em alguns países é prevista a instalação de um posto de comando avançado em um ou dois pavimentos abaixo do pavimento sinistrado, que é responsável por desenvolver todas as atividades de socorro e apoio (equipamentos, reabilitação, controle de recursos, etc.) no interior do prédio.

No SCI, como não há previsão para posto de comando avançado, é estabelecida uma divisão interna, que tem as mesmas responsabilidades. É uma atividade típica e quase única da atividade de bombeiro e precisa ser definida de forma correta e adequada à necessidade do socorro. Neste tipo de evento existe a necessidade de se estabelecer diversas ações dentro da edificação, tais como:

- reconhecimento e acompanhamento da ocorrência dentro da edificação (complementa o reconhecimento externo);
- comando das operações internas;
- confinamento e ataque ao incêndio;
- busca e evacuação;
- administração dos recursos (não se pode descer a toda instante para trocar cilindros ou trazer mais mangueiras, por exemplo);
- atividade de reabilitação (água, cuidados de saúde e área de descanso logo após o bombeiro ter saído do combate);

- comunicações.

O supervisor da divisão interna assume todas as atividades internas e designa as equipes de intervenção e recursos para cada atividade. Neste caso específico, a divisão interna coordena atividades que não seriam específicas de operações (como comunicações, suprimento e reabilitação), contudo trata de atividade específica.

No exemplo abaixo estão demonstradas algumas atividades e funções a serem coordenadas pela divisão interna. Toda a estrutura é levada para dentro da edificação e posicionada nos pavimentos logo abaixo do incêndio para tornar o combate mais eficiente.

Figura 20 – Estrutura da divisão interna

Devem ser definidas:

- área de comando das atividades – onde ficará posicionado o supervisor da divisão interna e sistema de controle e comunicações interna;
- área de recurso – para suprir as necessidades básicas da operação (cilindros de substituição, mangueiras para substituição e aumento de linhas, material de salvamento, material de primeiros socorros, material de iluminação);
- área de reabilitação – o estabelecimento de um local de reabilitação (recuperação, hidratação e atenção médica) também é necessário para que o bombeiro não tenha que descer da edificação (atividade que necessita de esforço) para se recuperar ou receber atendimento se necessário. É importante salientar que em alguns eventos não será possível estabelecer esta área dentro da edificação, dada a ação da fumaça;
- força tarefa de evacuação e busca nos andares acima do evento, quando a operação for segura;
- força tarefa de combate a incêndio – para desenvolver as ações de confinamento e extinção.

Necessidade de controle e comando

Existem necessidades básicas em todas as atividades de combate a incêndio. É claro que muitas outras podem existir, dependendo das características do evento e vulto. Para cada uma delas, há um responsável direto, que deve comandar e controlar a operação sob sua atribuição.

Tabela 6 – Responsáveis por cada necessidade da operação

Necessidade da operação	Responsável na estrutura do SCI
Comando	Comandante do socorro
Suprimento de água	Logística
Comunicações	Logística
Controle de recursos	Planejamento
Controle de acesso à área de risco	Operações
Situação	Planejamento
Área de espera	Operações
Hidratação, recuperação e atenção à saúde	Logística
Recarga ou fornecimento de cilindros do EPR	Logística
Segurança	*Staff* de comando
Informação pública	Staff de comando
Produtos perigosos	Operações

Ampliando a estrutura do SCI

Ampliar a estrutura significa delegar. Entretanto, é importante lembrar que delega-se apenas a atribuição e não a responsabilidade. Para isso ocorrer é preciso que haja a necessidade de delegar, ou seja repassar atribuições para dar mais atenção a atividades de maior importância. Outra condição indispensável é poder delegar a quem tem capacidade.

Para ampliar a estrutura do combate, é importante que se tenha pessoal capacitado para realizar as atividades. Por exemplo, o chefe de seção de logística deve ter conhecimento e capacidade para desenvolver

as atividades de comunicação, ter conhecimento dos recursos disponíveis e sua localização, quem pode autorizar a utilização, entre outras.

O primeiro fator que determinará a ampliação da estrutura de comando será a chegada de reforços, ou seja, de mais recursos.

Neste caso, a primeira medida a ser tomada é a de se estabelecer a área de espera, para evitar acúmulo de recursos na área do socorro e para se implantar o controle dos recursos presentes.

Com o aumento de recursos e a necessidade de se designar um maior número de equipes para o socorro, o segundo passo é estabelecer uma unidade de comunicação para controlar os meios de comunicação no local e estabelecer o plano de comunicação adequado.

O aumento do tempo da operação fará com que seja necessário material de apoio à operação, tais como cilindros para substituição e fornecimento de água potável para os bombeiros. Neste caso será estabelecida uma base.

Observações importantes:

- a estrutura do SCI no início da operação de combate a incêndio é centralizada no comandante do socorro;
- a descentralização ocorre de acordo com a necessidade da operação;
- da mesma forma que, no início da operação, todas as funções do SCI são centralizadas no comandante do incidente, algumas atividades podem ser centralizadas em apenas um indivíduo. Em eventos de médio ou de grande porte, com a organização adequada, atividades de recursos e situação, por exemplo, podem ser realizadas em conjunto, já que são complementares;
- a estrutura do incidente (organograma) deve ser preenchida de forma que as atividades sejam colocadas, desde o início,

nas devidas seções (planejamento, logística, operações, e administração e finanças) ou *staff* de comando (segurança, informação pública e ligação) de forma adequada. As comunicações serão subordinadas ao comandante do socorro até que se tenha um responsável pela logística e atividades de recursos e situação também estarão ligadas ao comandante até que um responsável pelo planejamento seja designado.

Possível estrutura intermediária

Tal como o comandante do socorro acumula todas as funções no início da atividade, pode haver a fusão de algumas funções, considerando a complexidade do evento. É importante ressaltar que não se deve unir funções que necessitarão ser subdivididas e passar a ser subordinadas a diferentes chefes (exemplo: as posições relativas à logística poderão ser agrupadas desde que permaneçam na logística).

Zonas de trabalho

As zonas de trabalho são definidas para organização do socorro, segurança das equipes de trabalho e segurança da população e devem ser estabelecidas considerando:

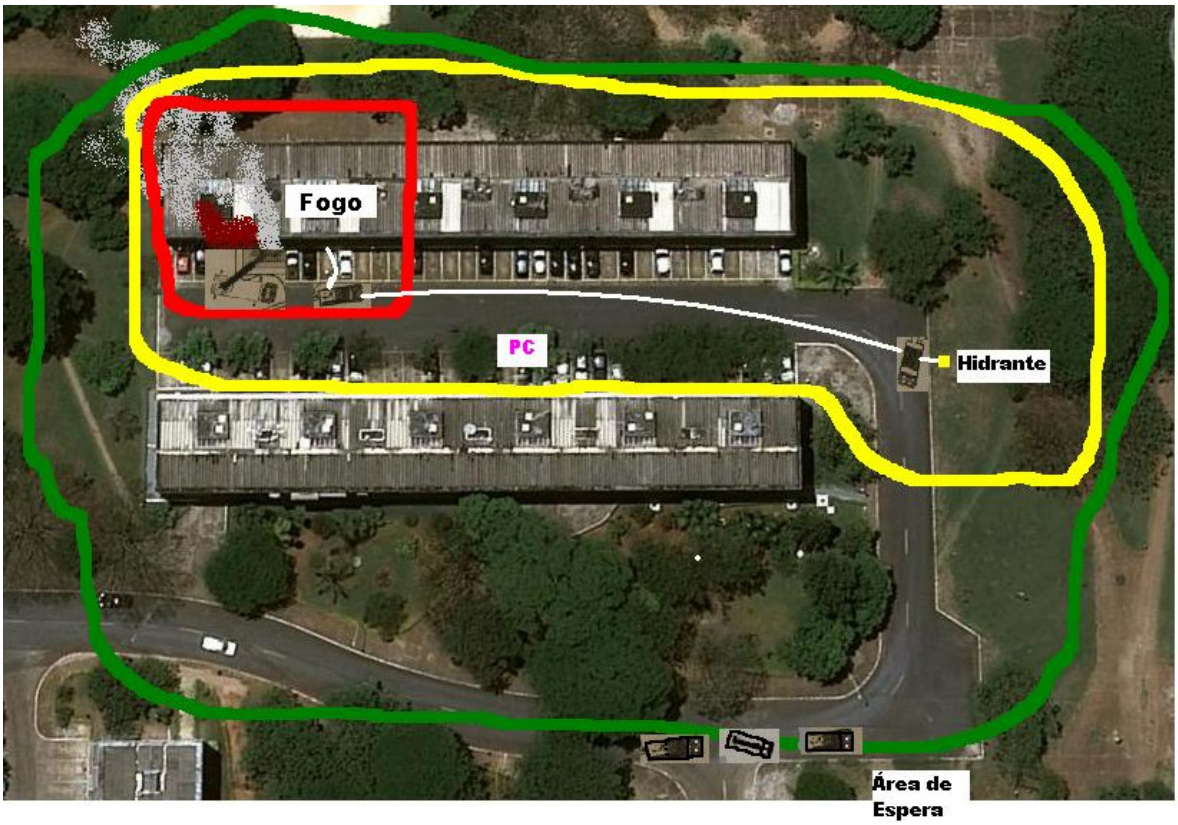
- risco de queda de material;
- ação das chamas fumaça e calor;
- risco de explosão;
- área necessária à realização dos trabalhos;
- tamanho da equipe de resposta e instalações montadas para resposta ao evento (PC, base, etc.).

Zona Quente ou zona de exclusão – Área de risco elevado, possui acesso direto à área de execução das atividades de

salvamento e combate a incêndio. Nela é permitida somente a presença de bombeiros e de pessoal especializado, este desde que acompanhado por bombeiros. A entrada nesta área só é permitida com uso de EPI completo e deve ser controlada pelo gupo de controle de acesso.

Zona Morna – Área de estabelecimento do socorro. Espaço necessário à movimentação e ao estabelecimento dos recursos (estabelecimento da base e das viaturas de combate e salvamento). Esta área é necessária à movimentação das viaturas, ao abastecimento de água e ao transporte de feridos.

Zona Fria – Zona de suporte. Área sem risco, onde é estabelecida a estrutura para comando, viaturas não empregadas diretamente nas atividades de socorro (veículos de comando, policiais, etc.) e apoio às operações de combate a incêndio. Deve ser isolada e também ter acesso restrito e controlado.



Fonte: Google Maps

Figura 21 – Exemplo de definição das zonas de trabalho: zona fria (verde), zona morna (amarela) e zona quente (vermelho)

6.6.3 Preparando para passar o comando

A transferência do comando do socorro é um processo normal que ocorre de acordo com a evolução do evento. Nas ocorrências de menor risco e proporção, o incêndio é controlado pela equipe que primeiro chega ao local.

Caso o evento se torne mais complexo (seja pela proporção, pelo risco ou pela repercussão) poderá haver a necessidade de se realizar a passagem do comando. O comandante do socorro deverá passar as atribuições e o comando pela chegada de um militar de maior patente ou a um bombeiro escalado especificamente para as funções de comando e coordenação de socorro.

Entretanto, é importante ressaltar que a simples chegada de um outro profissional de graduação ou qualificação superior não significa, por

si só, que o comando foi transferido. O comando de uma operação só pode ser transmitido após os cuidados a serem adotados.

> Regra de ouro: "Se você não puder melhorar a qualidade do comando no local do incidente, não solicite que lhe transfiram o comando da operação".

Na passagem do comando cabe ao comandante substituído passar a seu sucessor todas as informações básicas relativas ao incêndio. Considerando que a função de comando implica em manter e atualizar as informações sobre o desenvolvimento do incêndio e do socorro, a transferência passa a ser um ato com pouca dificuldade.

Portanto a passagem de comando consiste em preparar a informação para que não haja interrupção ou prejuízo ao serviço.

Transferindo o comando

A transferência de comando deve ser rápida. O comandante substituído já deve ter um resumo detalhado das informações do socorro. As principais informações a serem transmitidas durante a passagem de comando do socorro são:

- situação do socorro;
- situação de segurança;
- organização atual;
- designação de recursos;
- recursos solicitados e a caminho;
- instalações estabelecidas e necessárias;
- plano de comunicação;
- provável evolução do incêndio.

Assumindo o comando

Ao ser informado das condições do socorro cabe ao comandante que assume o socorro complementar as informações que julgar necessárias, questionando o comandante substituído no que for necessário.

A primeira ação do comandante substituto é informar à CIADE a assunção do comando. Também cabe ao comandante substituído informar que passou o comando.

Cabe ao comandante que assume o socorro:

- confirmar as informações recebidas e atualizá-las por meio de um reconhecimento externo rápido e do relato das equipes internas;
- confirmar a solicitação e o envio de reforços;
- confirmar a localização e extensão do incêndio bem como sua provável evolução;
- verificar se as equipes no interior da edificação estão atualizadas com as informações recentes e relevantes que possam alterar seus objetivos e atividades;
- verificar o suprimento de água e assegurar-se de que existe meio de informação necessário para evacuação das equipes de socorro, no caso de interrupção de fornecimento;
- verificar as condições de segurança das equipes.

Deve-se evitar, ao máximo, uma mudança radical nas decisões táticas assumidas pelo comandante de socorro substituído, a menos que as decisões anteriores estejam comprometendo a qualidade do socorro prestado. Toda mudança de tática ensejará tempo e esforço para ser repassado à tropa.

Outro cuidado a ser adotado é o de que unidades e autoridades que não estão ligadas diretamente com a atividade desenvolvida na operação não devem interferir nas ações, em virtude da falta de informações sobre o que está acontecendo. Atitudes ou sugestões inerentes ao combate devem ser feitas somente ao comandante de socorro, independente do seu posto ou graduação.

Bibliografia

ANGLE, James et al. *Firefighting Strategies and Tactics*. USA: Delmar Publishers, 2001.

Committee. 2ª edição. USA: Fire Protection Publications Oklahoma State University, 2003

Curso de Sistema de Comando de Incidentes – SCI - Secretaria Nacional de Segurança Pública: SENASP, 2007.

DEAL, Tim et al . *Beyond Initial Response- Using the National Manegement System's Incident Command System - ICS*. USA: Author House, 2006

DUNN, Vincent. *Strategy of Firefighting*. USA: Peen Well Publishing Company, 2007.

FERRANDO, Joan Asín... . *Mando y Control em Servicios de Emergencia*. Espanha: Estudios Gráficos ZURE, 2003.

GOMES, Artur. Manual de Comando Operacional. Portugal: Gráfica Europam, 2002.

GRIMWOOD, Paul. *Model SOP Standard Operating Procedure*, version 2/2009

National Fire Service Incidente Manegement System Consortium Model Procedures, *Model Procedure Guide for High-Rise Firefighting* –

NORMAN, John. *Fire Officer's Handbook of Tactics*. 3ª edição. USA: Peen Well Publishing Company, 2005.

RICS – Rapid Incident Command System. USA: Peen Well Publishing Company, 1998.

Serviço de Guardacostas de Los Estados Unidos, *Manual de Gerenciamiento de Incidente Del Servicio de Guardacostas de Los Estados Unidos*. USA: 2001.

The 10 Rules of Survival. Disponível em http:// www.firerescue1.com.

The Firefighter's Handbook – Essentials of firefighting and emergency Response. USA: Delmar Publishers, 2000.

Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal

Manual básico de combate a incêndio

Módulo 5
- Segurança contra incêndio -

2 ° edição

2009

Manual básico de combate a incêndio do Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal

Aprovado pela portaria n ° 30, de 10 de novembro de 2006 e publicado no Boletim Geral n ° 216, de 16 de novembro de 2006.

Comissão de Elaboração
TEN-CEL QOBM/Comb. RICARDO V. TÁVORA G. DE CARVALHO, mat. 00188-0
CAP QOBM/Comb. LUCIANO MAXIMIANO DA ROSA, mat. 00322-0;
CAP QOBM/Comb. MARCELO GOMES DA SILVA, mat. 00341-7;
CAP QOBM/Compl. FÁBIO CAMPOS DE BARROS, mat. 00469-3;
CAP QOBM/Compl. GEORGE CAJATY BARBOSA BRAGA, mat. 00477-4;
CAP QOBM/Comb. ALAN ALEXANDRE ARAÚJO, mat. 00354-9;
CAP QOBM/Comb. HELEN RAMALHO DE O. LANDIM, mat. 00414-6;
CAP QOBM/Comb. DEUSDETE VIEIRA DE SOUZA JÚNIOR, mat. 00404-9;
1o TEN QOBM/Comb. VANESSA SIGNALE L. MALAQUIAS, mat. 09526-6;
1o TEN QOBM/Comb. ANDRÉ TELLES CAMPOS, mat. 00532-0;
1o TEN QOBM/Comb. SINFRÔNIO LOPES PEREIRA, mat. 00570-3;
1o TEN QOBM/Comb. MARCOS QUINCOSES SPOTORNO, mat. 00565-7;
2o TEN QOBM/Comb. KARLA MARINA GOMES PEREIRA, mat. 00583-5;
2o TEN QOBM/Comb. RISSEL F. C. CARDOCH VALDEZ, mat. 00589-4;
2o TEN QOBM/Comb. MARCELO DANTAS RAMALHO, mat. 00619-X;
2o TEN KARLA REGINA BARCELLOS ALVES, mat. 00673-4;
1o SGT BM GILVAN BARBOSA RIBEIRO, mat. 04103-3;
2o SGT BM EURÍPEDES JOSÉ SILVA, mat. 04098-3;
3o SGT BM JOAQUIM PEREIRA LISBOA NETO, mat. 06162-X;
3o SGT BM HELDER DE FARIAS SALAZAR, mat. 07265-6.

Comissão de Revisão
TEN-CEL QOBM/Comb. WATERLOO C. MEIRELES FILHO, mat.00186-4;
MAJ QOBM/Comb. MÁRCIO BORGES PEREIRA, mat. 00249-6;
CAP QOBM/Comb. ALEXANDRE PINHO DE ANDRADE, mat. 00383-2;
1o TEN QOBM/Compl. FÁTIMA VALÉRIA F. FERREIRA, mat. 00597-5;
2o TEN QOBM/Comb. LÚCIO KLEBER B. DE ANDRADE, mat. 00584-3.

Revisão Ortográfica
SBM QBMG-1 SOLANGE DE CARVALHO LUSTOSA, mat. 06509-9.

Brasília-DF, 10 de novembro de 2006.

SOSSÍGENES DE OLIVEIRA FILHO — Coronel QOBM/Comb.
Comandante-Geral do Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal

2009 – Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal

Qualquer parte desta publicação pode ser reproduzida, desde que citada a fonte.

Disponível também em CD-ROM.

Apresentação da 2ª edição.

Quando o Manual básico de combate a incêndio foi criado, em 2006, tinha por objetivo nortear a conduta do bombeiro do Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal nas ações de combate a incêndio urbano, atentando para os princípios basilares da segurança e da efetividade do socorro prestado.

Várias obras subsidiaram o processo de construção do conteúdo apresentado, com o intuito de fornecer o maior número possível de informações sobre as ações técnicas e táticas de combate a incêndio e sobre a experiência de outros corpos de bombeiros frente a um inimigo comum.

Nesta segunda edição, a comissão teve a oportunidade de rever os conceitos aplicados, por meio da consulta a novas literaturas, bem como aprimorar o conteúdo já existente, com base na experiência da instrução diária e nas adaptações que toda profissão requer para evoluir.

Neste contexto, não se poderia deixar de agradecer aos profissionais que, direta ou indiretamente, contribuíram para que a presente obra fosse atualizada.

Com a dedicação que lhes é peculiar, alguns militares contribuíram para esta revisão, tendo sido designados ou não para tal. Movidos pelo amor à profissão, estes militares engrandecem o nome da instituição e inspiram seus colegas.

A comissão agradece especialmente ao Coronel QOBM/Comb RRm Ivan Feregueti Góes que, mesmo em seu merecido descanso, não poupou esforços para contribuir, com sua experiência profissional e de ensino, a toda a obra aqui apresentada e de modo especial à parte tática do manual.

O presente manual será revisado sempre que necessário ao bom desempenho do bombeiro em sua missão “vidas alheias e riquezas salvar”.

Sumário

Introdução 1

1. Aspectos gerais 3

2. Sistema de Segurança contra Incêndio e Pânico 9

3. Classificação das medidas de proteção 17

4. Sistemas de proteção contra incêndio e pânico 23

4.1. Saídas de emergência 25

4.1.1 Escada não enclausurada 31
4.1.2 Escada enclausurada protegida 32
4.1.3 Escada enclausurada à prova de fumaça 33
4.1.4 Escada enclausurada à prova de fumaça pressurizada .. 36
4.1.5 Dimensionamento das saídas de emergência 38

4.2. Iluminação de emergência *39*

4.3. Sinalização de emergência *43*

4.4. Detecção automática e alarme manual de incêndio *47*

4.4.1 Central de alarme e painel repetidor 48
4.4.2 Detectores 49
4.4.2.1. Detector de fumaça 51
4.4.2.2. Detector de temperatura 53
4.4.2.3. Detector de chama 55
4.4.2.4. Detector linear 56
4.4.2.5. Detector de fumaça por amostragem 56
4.4.3 Avisadores audiovisuais 59
4.4.4 Acionadores Manuais 60

4.5. Instalações prediais de gás liquefeito de petróleo (GLP) 61

4.5.1 Limites de inflamabilidade do GLP 64
4.5.2 Forma de armazenamento do GLP 64
4.5.3 Recipientes transportáveis 65
4.5.4 Recipientes estacionários 72
4.5.5 Sistema canalizado de gás 72

4.6. Extintores de incêndio 80

4.6.1 Aspectos gerais 81
4.6.2 Dimensionamento para as classes de incêndio 87

4.7. Hidrantes de parede 91

4.8. Mangotinhos 104

4.9. Chuveiros automáticos (sprinklers).....105
4.9.1 Classificação dos sistemas 107
4.9.2 Classificação dos riscos das ocupações..... 111
4.9.3 Componentes do sistema..... 114
4.9.4 Tipos de chuveiros (bicos)..... 124

4.10. Sistemas de supressão especiais 126
4.10.1 Sistemas de supressão por inundação por CO_2..... 126
4.10.2 Sistemas fixos de combate por agentes limpos..... 129
4.10.3 Sistemas de supressão por inundação por HFC-227.. 132
4.10.4 Sistemas de supressão por inundação por gás argonite (INERGEN) e argônio..... 134
4.10.5 Sistema de água nebulizada e tecnologia Water Mist 136
4.10.6 Sistema de combate a incêndio com espuma..... 141

4.11. Instalações elétricas e sistema de proteção contra descargas atmosféricas.....143

4.12. Brigadas de incêndio e planos de emergência 146

Bibliografia 149

Introdução

Este módulo do manual tem o objetivo de apresentar aos bombeiros, de forma básica, o funcionamento dos sistemas de proteção contra incêndio e pânico existentes nas edificações, conforme suas características construtivas, a fim de que essas informações sejam utilizadas pelas guarnições para melhorar a eficiência nas ações de salvamento e combate a incêndio.

Embora, em um primeiro momento, possa parecer que as informações sobre os sistemas de segurança contra incêndio e pânico sejam muito técnicas ou desnecessárias, uma vez que elas devem ser implementadas bem antes da existência de qualquer sinistro, cabe ressaltar que o seu conhecimento é de extrema importância para a atuação do bombeiro em um incêndio predial. Saber, por exemplo, quais as áreas elaboradas para se tornarem seguras em um incêndio pode ser a diferença entre a morte e a vida.

O conteúdo ora abordado não esgota o assunto e não é direcionado aos profissionais de fiscalização dos sistemas de segurança contra incêndio e pânico, mas visa fornecer ao combatente um panorama completo sobre a sua área de atuação, fazendo com que ele aja com segurança tanto no que se refere às vítimas como a si mesmo.

1. Aspectos gerais

Ao serem chamadas para atender a ocorrência de incêndio em edificação, normalmente, as guarnições encontram sistemas de proteção do próprio prédio, tais como: saídas de emergência, extintores, hidrantes e chuveiros automáticos (*sprinklers*).

Tais sistemas de proteção são projetados e executados por profissionais da área de engenharia, após aprovação do CBMDF e, portanto, não foram instalados aleatoriamente em uma edificação.

Os sistemas se destinam, principalmente, a facilitar as ações de combate a incêndio e salvamento desenvolvidas pelas equipes de socorro. Por esses motivos, saber utilizá-los torna-se fundamental.

Os bombeiros podem e devem usar, prioritariamente, os meios que a edificação dispõe no combate e no salvamento de vítimas. A utilização desses recursos na tática de combate a incêndios facilita as ações, diminuindo os riscos associados ao uso de outras técnicas.

Portanto, conhecer os sistemas de proteção contra incêndio e pânico das edificações é fator preponderante para o bom desempenho nas ações de bombeiros, uma vez que o socorro será mais eficiente na medida em que a guarnição souber tirar proveito dos recursos instalados no prédio.

O combate a incêndio se realiza por meio de um ciclo operacional composto por três fases: prevenção, extinção (ou combate propriamente dito) e perícia. A perícia refere-se à investigação das causas de incêndio. A extinção refere-se às técnicas e táticas de combate propriamente ditas, tratadas nos módulos 3 e 4 deste manual.

A prevenção antecede a ocorrência do incêndio. Normalmente, é desenvolvida por meio de palestras, instruções, e, principalmente, adoção de medidas de proteção contra incêndio e pânico. Tais medidas são o

tema deste módulo e englobam os sistemas de proteção contra incêndio e pânico. Porém, antes de dar início ao tema, faz-se necessário conhecer um pouco mais sobre a engenharia de segurança contra incêndio e pânico.

No passado, os profissionais de segurança exerciam suas funções empiricamente, utilizando apenas treinamentos básicos adquiridos em suas ocupações. Pouco a pouco, a segurança tem se convertido em uma ciência completa e multidisciplinar. Atualmente, os diversos ramos da segurança (pessoal, patrimonial, do trabalho ou contra incêndio) lançam mão, em larga escala, de recursos altamente tecnológicos.

A engenharia de proteção contra incêndios é o campo da engenharia que trabalha para a salvaguarda da vida e do patrimônio, minimizando eventuais perdas devidas ao fogo e às explosões, bem como por outros danos decorrentes do sinistro.

O engenheiro de proteção contra incêndios se preocupa tanto com a proteção de instalações, quanto com a segurança das vidas humanas. É por isso que muitos se referem à profissão como a segurança contra incêndio e pânico, unindo assim a segurança da vida humana com a proteção das instalações.

A segurança contra incêndio e pânico é uma área bastante dinâmica, uma vez que está intimamente relacionada à evolução dos conhecimentos técnico-científicos, mas seu dinamismo não está (nem pode estar) restrito somente ao conhecimento tecnológico.

Ela deve levar em consideração a forte inter-relação com os demais ramos do conhecimento. A segurança contra incêndio e pânico, portanto, resulta da interação positiva entre os diversos ramos da engenharia (civil, elétrica, mecânica etc.), com a área físico-química e com áreas econômico-administrativas e comportamentais. Dessa forma, a consecução da segurança contra incêndio e pânico deve ponderar tanto os

aspectos técnico-materiais como os aspectos sócio-econômicos presentes na dualidade homem-meio.

A atividade de segurança contra incêndio e pânico relaciona diversos atores sociais: usuários das edificações, órgãos públicos de fiscalização, seguradoras, empresas prestadoras de serviço de segurança contra incêndio e pânico, profissionais de projeto e construtoras, além de entidades e laboratórios de pesquisa.

Cada um desses setores da sociedade possui interesses específicos, que, por vezes, entram em conflito. Esses interesses conflitantes, muitas vezes, são totalmente legítimos. Logo, é preciso que os interesses de cada setor sejam equilibrados e respeitados.

O sistema global de segurança contra incêndio e pânico é um conjunto de ações que se originam do perfeito entendimento dos objetivos da segurança contra incêndio e dos requisitos funcionais a serem atendidos pelos edifícios.

Edifício seguro contra incêndio é aquele que possui uma baixa probabilidade de início de incêndio e, caso ocorra, há alta probabilidade de que todos os seus ocupantes sobrevivam sem sofrer qualquer injúria e, no qual os danos às propriedades serão confinados às vizinhanças imediatas do local em que se iniciou, sendo reduzidas as perdas provocadas pelo incêndio.

Para tal, as edificações deverão possuir os seguintes requisitos funcionais:

- dificultar a ocorrência do incêndio, bem como a sua generalização no ambiente onde se originou;
- facilitar a extinção do incêndio antes da ocorrência da generalização no ambiente onde eclodiu;

- dificultar a propagação do incêndio para outros ambientes do edifício, caso o incêndio tenha se generalizado no seu ambiente de origem;
- facilitar a fuga dos usuários da edificação;
- dificultar a propagação do incêndio para outros edifícios;
- não sofrer ruína parcial ou total;
- facilitar as operações de combate ao incêndio e de resgate de vítimas.

Com base nos requisitos funcionais que os edifícios devem possuir, são adotadas as medidas de prevenção e de proteção contra incêndio.

As medidas de prevenção visam controlar o risco do início do incêndio e as medidas de proteção visam proteger a vida humana e os bens materiais dos efeitos nocivos do incêndio, sendo divididas em duas categorias: uma relativa ao processo produtivo e a outra relacionada ao uso do edifício, podendo ser ativas ou passivas.

O CBMDF, por meio da Diretoria de Serviços Técnicos, adota medidas que atuam nas duas categorias acima referenciadas, na análise do projeto e na vistoria, consecutivamente, como será abordado mais adiante.

Na análise de projetos, são verificadas as medidas relacionadas com o processo de produção do edifício, como: o correto dimensionamento das instalações de serviço, a provisão da sinalização de emergência, o controle da quantidade de materiais combustíveis incorporados aos elementos construtivos, a provisão de equipamentos de combate, a compartimentação, a provisão de detectores de incêndio etc.

Na vistoria, são observadas as medidas relacionadas com o uso da edificação, como: a manutenção das instalações, a conscientização do usuário, a quantidade de materiais combustíveis incorporados e

estocados, a elaboração de planos de abandono, a formação e treinamento de brigadas etc.

Portanto, os conceitos de edifício seguro e de segurança global norteiam as ações de prevenção do Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal e ditam a filosofia de trabalho na área da segurança contra incêndio e pânico.

2. Sistema de segurança contra incêndio e pânico

2.1. Base legal

O Corpo de Bombeiros Militar é órgão integrante da segurança pública. De acordo com a Carta Magna, em seu artigo 144, a segurança pública é dever do Estado e direito e responsabilidade de todos, sendo exercida por meio de alguns órgãos para a preservação da ordem pública e da incolumidade, tanto das pessoas como do patrimônio.

Aos corpos de bombeiros militares cabem ainda as funções de defesa civil e outras especificadas em lei.

As competências do Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal (CBMDF) são definidas pela Lei nº 8.255 (LOB – Lei de Organização Básica), de 20 de novembro de 1991, regulamentada pelo Decreto nº 16.036 (RLOB – Regulamento da Lei de Organização Básica), de 4 de novembro de 1994.

No contexto deste módulo, interessam as competências que dizem respeito à segurança contra incêndio e pânico. Dentre elas destacam-se:

- realizar serviços de prevenção e extinção de incêndios;
- realizar perícias de incêndios;
- realizar pesquisas técnico-científicas com vistas à obtenção de produtos e processos que permitam o desenvolvimento de sistemas de segurança contra incêndio e pânico;
- realizar atividades de segurança contra incêndio e pânico com vistas à proteção das pessoas e dos bens públicos e privados;
- fiscalizar o cumprimento da legislação referente à prevenção[1] contra incêndio e pânico;

[1] O texto legal cita "prevenção", mas acredita-se ser mais apropriado o uso do termo "segurança".

- desenvolver, na comunidade, a consciência para os problemas relacionados com a segurança contra incêndio e pânico.

A segurança contra incêndio e pânico envolve a prevenção, o combate (extinção) e a perícia de incêndios. No entanto, cabe impor restrições ao âmbito do presente módulo, pois são tratados apenas dos incêndios urbanos, mais especificamente dos incêndios em edificações. Por esse motivo, deixam de ser abordados outros tipos de incêndio bem como o serviço de perícia.

Para dar cumprimento às competências relacionadas anteriormente, o CBMDF dispõe de um sistema de engenharia de segurança contra incêndio e pânico composto pela Diretoria de Serviços Técnicos, pela 7ª Seção do Estado-Maior Geral (EMG) e pelos Grupos e Seções de Serviços Técnicos das Unidades Militares.

O Estado-Maior Geral é o órgão de direção geral responsável pelo estudo, planejamento, coordenação, fiscalização e controle de todas as atividades da Corporação. É encarregado da elaboração de diretrizes e ordens do comando, acionando os demais órgãos (de direção setorial, de apoio e de execução) no cumprimento de suas atividades.

Sua ligação com o sistema de engenharia de segurança contra incêndio e pânico se dá por meio de vários órgãos dos quais se destaca a 7ª Seção, que é a responsável pelo assessoramento em questões relativas à legislação técnica, pesquisa tecnológica, perícias e prevenções.

Outro órgão é a Diretoria de Serviços Técnicos (DST), sendo este o organismo de direção setorial do sistema. Incumbe-se de estudar, analisar, planejar, controlar e fiscalizar as atividades atinentes à segurança contra incêndio e pânico no Distrito Federal. Entre suas competências orgânicas estão:

- realizar contatos com órgãos externos à Corporação;

- elaborar normas de segurança contra incêndio e pânico e propor programas relativos à sua área de atribuição;
- propor o aperfeiçoamento da política, da administração, da legislação e das normas vigentes;
- promover estudos, análises e pesquisas, tendo em vista o aprimoramento e a racionalização das atividades relacionadas com segurança contra incêndio e pânico;
- planejar, orientar, coordenar, controlar e fiscalizar as atividades do serviço de hidrantes da Corporação;
- expedir pareceres técnicos sobre segurança contra incêndio e pânico.

As unidades militares (operacionais) são órgãos setoriais de execução, responsáveis pelo planejamento estratégico, coordenação, controle, fiscalização e execução de atividades operacionais e administrativas dentro de sua área de atuação. Dentre suas atribuições estão:

- manter registro estatístico das ocorrências verificadas em sua área de atuação;
- planejar, coordenar e fiscalizar a atuação e o cumprimento da legislação referente à segurança contra incêndio e pânico;
- apoiar a DST em suas competências, com pessoal treinado para a realização de vistorias;
- manter banco de dados sobre os sistemas de segurança contra incêndio e pânico existentes em suas áreas de atuação, mediante o processamento das informações coletadas nos serviços de vistorias técnicas.

O sistema de engenharia de segurança contra incêndio e pânico do CBMDF cumpre uma importante função, que é a de fazer a conexão entre os diversos segmentos de combate a incêndios[2] da Corporação. Uma atuação eficiente, integrada e de qualidade nos diversos ramos da segurança contra incêndio e pânico do Corpo de Bombeiros é obtida no trabalho articulado dos setores de prevenção, extinção e perícia de incêndios.

A importância prática dessa integração para as unidades operacionais é indiscutível, visto que lhes pode ser disponibilizado, por exemplo, o mapeamento das edificações de sua área de atuação com riquezas de detalhes. E, desse modo, aumentar sua eficiência, na medida em que dispõem de melhores recursos técnicos e táticos de combate a incêndios.

Figura 1 - Ciclo operacional: integração da prevenção, da extinção e da perícia de incêndio

A legislação técnica que dava suporte a essa estrutura de segurança contra incêndio e pânico do CBMDF até o ano de 2000 era o

[2] Fala-se em área de combate a incêndios em sentido amplo, envolvendo a prevenção, o combate propriamente dito (ou extinção) e a perícia de incêndios, e formando, em conjunto, um sistema completo.

Decreto nº 11.258, de 16 de setembro de 1988, o qual foi substituído pelo Decreto nº 21.361, de 20 de julho de 2000.

A grande vantagem do atual Regulamento de segurança contra incêndio e pânico (RSIP) é tratar apenas de aspectos gerais, deixando a regulamentação específica de sistemas de proteção contra incêndio e pânico para as normas técnicas (NTs).

As NTs são editadas mediante portaria do Comandante-Geral da Corporação, o que permite que acompanhem passo a passo as evoluções tecnológicas dos sistemas de proteção.

Na falta de NT do CBMDF sobre algum sistema, são adotadas as normas dos órgãos oficiais (Ministério do Trabalho e Emprego, Agência Nacional de Petróleo) ou da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), por exemplo. E no caso de inexistência de normas nacionais atinentes a determinado assunto, poderão ser utilizadas normas internacionais (como a *National Fire Protection Association* – NFPA ou a *British Standard* - BS).

Cabe ressaltar que o RSIP aplica-se a edificações novas, além de servir como exemplo de situação ideal, que deve ser buscada em adaptações de edificações existentes, consideradas as limitações e possibilidades de adequação.

Nos casos em que a adoção dos meios de proteção contra incêndio e pânico prejudique, comprovadamente, as condições estruturais do edifício, as exigências constantes em Normas Técnicas poderão ser dispensadas ou substituídas, desde que sejam garantidos os recursos básicos de segurança das pessoas, a critério do Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal.

2.2. Aspectos funcionais

A segurança contra incêndio e pânico inicia-se no planejamento de uma cidade, bairro ou quadra, isto é, no planejamento urbanístico. Nessa fase, deve ser pensada a localização dos hidrantes urbanos e do quartel de atendimento a emergências, conjuntamente com a definição dos critérios de parcelamento territorial (taxa de ocupação dos lotes, afastamentos, vias de acesso), de destinação dos imóveis (comerciais, residenciais, industriais) e de porte das edificações (altas, baixas, etc.).

No entanto, a participação de profissionais especializados em segurança contra incêndio e pânico na fase de urbanismo ainda é muito incipiente no país. Uma atuação um pouco mais representativa (porém, ainda tímida) ocorre na fase do planejamento arquitetônico e estrutural.

O projeto arquitetônico do prédio deve ser submetido à Consulta Prévia do CBMDF antes de ser aprovado pela Administração Regional.

Isso porque a dinâmica do incêndio afeta e é afetada por critérios de distribuição de espaços, de circulações horizontais (corredores) e verticais (escadas, rampas, elevadores) e por aspectos de ventilação e de resistência estrutural, entre outros. Portanto, efetivamente, a proteção contra incêndio é pensada na fase do projeto de instalações.

O projeto de instalações contra incêndio e pânico (ou simplesmente projeto de incêndio) é o planejamento de como os sistemas de proteção contra incêndio e pânico cumprirão sua função no prédio. Determina critérios de aquisição, instalação, funcionamento e manutenção dos sistemas.

A análise do projeto de incêndio tem por função fiscalizar os critérios mínimos de segurança impostos pela legislação. Na análise, são

verificadas as adequações dos sistemas projetados quanto à legislação em vigor.

O ideal é que o projeto anteceda a obra, mas nem sempre isso acontece. A inversão da ordem projeto → obra causa transtornos e aumento de custos.

Finalizada a obra, para que a edificação possa ser ocupada, deve ser obtido o documento de ***habite-se***. A emissão da carta de habite-se leva em conta o parecer da vistoria técnica do CBMDF. A vistoria para habite-se confere a adequação dos sistemas de proteção contra incêndio e pânico executados em relação ao projeto de incêndio aprovado anteriormente.

Após a vistoria para habite-se, as edificações, em geral, necessitam ser aprovadas em vistoria técnica do CBMDF para receberem o ***alvará de funcionamento***[3] e desenvolverem determinada atividade comercial ou industrial. Na vistoria para alvará de funcionamento, é verificada a adequação dos sistemas instalados, de acordo com a atividade a ser desempenhada no local, podendo ser emitido um alvará permanente (ou definitivo), ou um precário (ou temporário) ou, ainda, um eventual.

[3] A emissão do alvará de funcionamento é regida por legislação própria, que não se vincula, necessariamente, à emissão prévia do habite-se. Atualmente está em vigor a Lei n.º 4.201, de 2 de setembro de 2008, regulamentada pelo Decreto n.º 29.566, de 30 de setembro de 2008. A referida legislação estabelece que a vistoria do CBMDF ocorrerá previamente à emissão do Alvará de Funcionamento somente para as atividades classificadas como de risco pelo Anexo I do Decreto, que não atendam à legislação urbanística e não funcionem em edificações que possuam Carta de Habite-se, expedida nos últimos 5 (cinco) anos, contados da publicação da Lei.

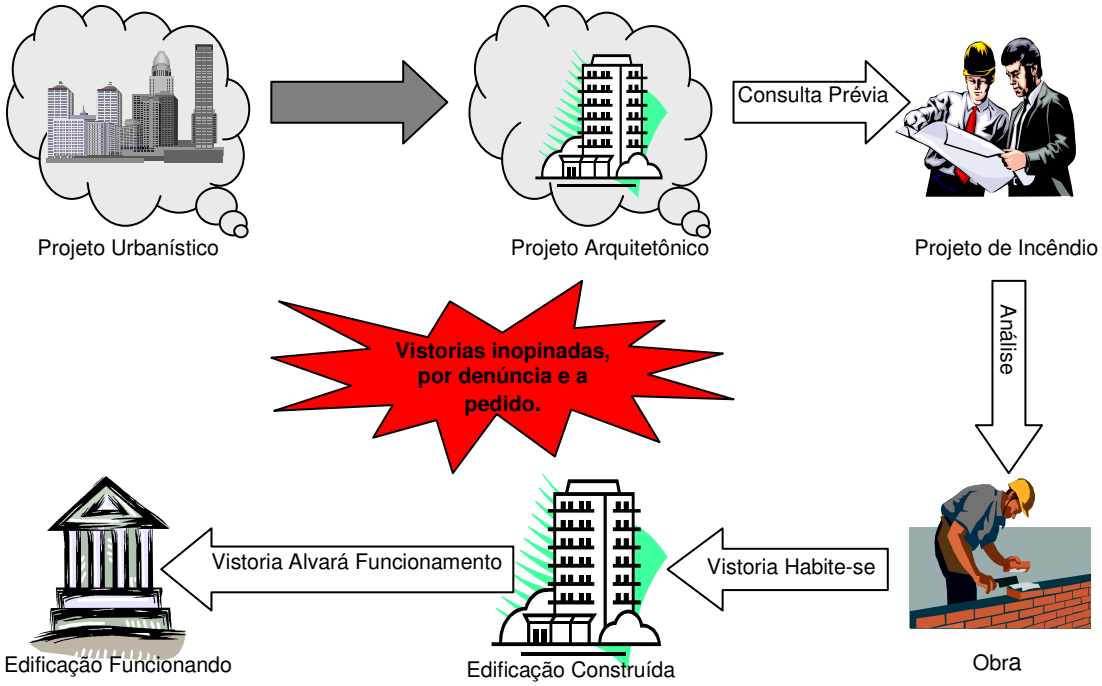


Figura 2 - Fluxograma de uma obra de engenharia

No caso do alvará de funcionamento para atividades eventuais, ou seja, para *shows*, festas, encontros, feiras, etc. que ocorram fortuitamente em edificações ou outras áreas, a vistoria técnica realizada pelo CBMDF busca verificar a adequação dos sistemas instalados (inclusive afastamentos) com a atividade a ser desenvolvida.

Porém, por se tratarem de atividades que estimulam a concentração de público, é dado um enfoque especial aos sistemas que auxiliam a fuga das pessoas em caso de sinistro.

Vale ressaltar que a fiscalização do CBMDF não se limita a essas etapas, pois a Corporação realiza ainda vistorias técnicas ocasionais, que podem ser motivadas por denúncias ou por pedidos, ou, ainda, por demanda própria.

As primeiras visam dar resposta a relatos sobre a existência de obras, edificações ou outras áreas em desacordo com as normas de segurança; enquanto que a vistoria a pedido é realizada quando há uma solicitação de verificação das condições de segurança contra incêndio e

pânico de determinado local, a qual pode se restringir a um determinado sistema de proteção.

Já a vistoria inopinada só é realizada quando há demanda interna. Ela pode ocorrer quando, por exemplo, houver a necessidade de se fazer um levantamento estatístico, no caso de ocorrências graves em locais similares, devido a uma determinação do comando, etc.

3. Classificação das medidas de proteção

As medidas de proteção contra incêndio e pânico podem ser englobadas em duas categorias: medidas de proteção passiva e medidas de proteção ativa.

A proteção passiva[4] pode ser entendida como o conjunto de medidas de prevenção e controle do surgimento, do crescimento e da propagação do incêndio. Destaca-se que ela cumpre a sua função independentemente da ocorrência de sinistros.

Tais medidas garantem a resistência ao fogo dos elementos construtivos e dificultam a propagação da fumaça nos ambientes, além de facilitar a fuga dos usuários, permitindo a aproximação e o ingresso de bombeiros na edificação para o desenvolvimento das ações de combate a incêndios.

A proteção ativa, por sua vez, está intimamente relacionada à ocorrência do sinistro, respondendo, manual ou automaticamente, aos estímulos provocados pelo fogo. Logo, são medidas de combate a incêndio compostas basicamente pelas instalações prediais de proteção contra incêndio.

De acordo com o RSIP, as medidas de proteção mais conhecidas são:

I – Passivas

a) Meios de prevenção contra incêndio e pânico:

- correto dimensionamento das instalações elétricas;
- sistema de proteção contra descargas atmosféricas (SPDA) e de iluminação de emergência;
- sinalização de segurança; e

[4] A NBR 14432:2000 da ABNT define a proteção passiva como sendo: "Conjunto de medidas incorporadas ao sistema construtivo do edifício, sendo funcional durante o uso normal da edificação e que reage passivamente ao desenvolvimento do incêndio, não estabelecendo condições propícias ao seu crescimento e propagação, garantindo a resistência ao fogo, facilitando a fuga dos usuários e a aproximação e o ingresso no edifício para o desenvolvimento das ações de combate".

- uso adequado de fontes de ignição e de produtos perigosos.

b) Meios de controle do crescimento e da propagação do incêndio e do pânico:

- controle de quantidade de materiais combustíveis incorporados aos elementos construtivos, decorativos e de acabamentos;
- controle das características de reação ao fogo dos materiais incorporados aos elementos construtivos;
- controle da fumaça e dos produtos da combustão;
- compartimentação horizontal e vertical; e
- afastamentos entre edificações.

c) Meios de detecção e alarme[5]:

- sistema de: alarme, detecção de incêndio, comunicação de emergência, observação e vigilância (circuito fechado de TV).

d) Meios de escape:

- saídas de emergência; e
- aparelhos especiais para escape (tobogã, oriró, etc.).

e) Meios de acesso e facilidade para operação de socorro:

- vias de acesso (avenidas, ruas);

[5] Apesar da classificação apresentada definir os meios de detecção e alarme como medidas de proteção passiva, existem outras que os colocam como medidas de proteção ativa, uma vez que respondem aos estímulos (calor, fumaça, radiação) provocados pelo fogo.

- acesso à edificação (entradas principais, de serviço, elevadores);
- dispositivos de fixação de cabos para resgate e salvamento;
- hidrantes urbanos; e
- mananciais (reserva técnica de incêndio, caixa d'água).

f) Meios de proteção contra colapso estrutural:

- correto dimensionamento das estruturas (de concreto, madeira, metálica) à ação do fogo.

g) Meios de administração da proteção contra incêndio e pânico:

- brigada de bombeiros particulares (brigada de incêndio)[6].

II – Ativas

Nas medidas de proteção ativas, destacam-se os seguintes meios de extinção de incêndio:

- sistema de proteção por: extintores de incêndio e hidrantes;
- sistema de chuveiros automáticos (comumente conhecidos como sprinklers); e
- sistema fixo de: espuma, gás carbônico (CO2), pó para extinção de incêndio, água nebulizada, gases especiais (comumente encontrados nos modelos FM-200, Inergen, Halon).

[6] A classificação da brigada de bombeiros particulares como medida de proteção passiva está relacionada à sua atuação enquanto meio de detecção (ação humana) das ocorrências e para o acionamento dos bombeiros profissionais e, apesar de a classificação de meios de detecção e alarme como proteção passiva poder ser questionada, não há dúvidas de que a atuação de combate a princípio de incêndio está englobada nas medidas de proteção ativas.

Todos esses sistemas servem para facilitar os trabalhos dos bombeiros. Por isso, é muito importante saber utilizá-los nas ações de combate a incêndio!

4. Sistemas de proteção contra incêndio e pânico

Como visto anteriormente, um sistema de proteção contra incêndio e pânico consiste em um conjunto de medidas ativas e passivas. Esses sistemas, atuando em conjunto, têm como principais objetivos:

- dificultar o surgimento e a propagação do incêndio,
- facilitar a fuga das pessoas da edificação, no caso de ocorrência de sinistro, garantindo-lhes a integridade física; e
- simultaneamente, facilitar as ações de salvamento e combate a incêndio das corporações de bombeiros, tornando-as rápidas, eficientes e seguras.

A seleção dos sistemas de proteção adequados para cada tipo de edificação deve ser feita tendo por base a análise dos riscos de início de um incêndio e de sua propagação, bem como de suas conseqüências. É necessário também identificar a extensão do dano que pode ser considerado tolerável.

A principal tarefa para garantir a segurança do imóvel é diminuir o risco da ocorrência da generalização do incêndio (*flashover*). O uso de dispositivos de segurança, tais como chuveiros automáticos e detectores de incêndio, além de limitar a propagação da queima, agilizam a comunicação do incêndio ao Corpo de Bombeiros e são importantes medidas a serem utilizadas em edificações de médio à grande porte.

Também devem ser levadas em consideração a distância entre o edifício e a unidade do Corpo de Bombeiros mais próxima e a qualidade de seus equipamentos. Um bom projeto deverá equilibrar o uso de dispositivos de segurança com a proteção estrutural (medidas que evitam o colapso da estrutura em caso de incêndio).

Cabe ressaltar que ainda existem medidas que reduzem o risco de generalização do incêndio e a propagação do incêndio, das quais se destacam as seguintes:

- controle do tipo, quantidade e distribuição da carga de incêndio[7];
- características da ventilação do compartimento;
- compartimentação horizontal e vertical;
- resistência das estruturas ao fogo;
- sistemas de proteção contra incêndio (medidas de proteção ativas e passivas); e
- um bom projeto de segurança contra incêndio e pânico.

O dimensionamento adequado de um ou mais sistemas não é garantia de proteção satisfatória. Os sistemas devem trabalhar em conjunto e ser dimensionados de acordo com algumas características da própria edificação, tais como:

- tipo de público que a frequenta;
- características construtivas (concreto, alvenaria, madeira, aço);
- dimensões (altura, número de pavimentos, área construída);
- tipo de atividade desenvolvida no local (residência, teatro, comércio, escola);
- características arquitetônicas peculiares (fachadas de vidro, recuo de fachadas);

[7] Definição de carga de incêndio (Módulo 1): quantidade total de material combustível existente em prédio, espaço ou área passível de ser atingida pelo fogo, incluindo materiais de acabamento e decoração, expressa em unidades de calor ou em peso equivalente de madeira.

- facilidade de acesso ao corpo de bombeiros em caso de sinistro;
- importância do conteúdo (bens, informações) da edificação; e
- riscos decorrentes da interrupção de suas atividades (centrais de fornecimento de energia, centrais telefônicas, hospitais, museus, bibliotecas).

Conhecendo bem os sistemas de proteção contra incêndio e pânico das edificações (aspectos práticos), os bombeiros terão condições de usá-los a favor da tática e das técnicas de combate a incêndios.

4.1. Saídas de emergência

Na ocorrência de sinistro, normalmente, a primeira reação das pessoas é procurar resguardar a própria vida, abandonando o local de perigo e refugiando-se em local seguro[8]. Em função disso, o provimento de saídas de emergência deve ser a primeira preocupação.

As saídas de emergência devem propiciar um caminho contínuo, devidamente protegido, a ser percorrido pelos ocupantes da edificação em caso de incêndio ou outra emergência, que vai da área interna até a área externa segura ou para outro local em conexão com esta.

Saída de emergência é o caminho contínuo, devidamente protegido, proporcionado por portas, corredores, *halls*, passagens externas, balcões (sacadas), vestíbulos (átrios), escadas, rampas ou outros dispositivos de saída, podendo ainda ser formada pela combinação destes. Será percorrido pelo usuário, em caso de um incêndio, de qualquer ponto da edificação até atingir a via pública ou espaço aberto, em comunicação com a rua.

[8] Existem também aquelas pessoas que permanecem estáticas, paralisadas diante da situação.

Com base nessa definição e tendo em vista as características de uma edificação verticalizada, podem ser identificados três componentes das saídas de emergência:

- acessos ou rotas de saídas horizontais, isto é, acessos às escadas, quando houver, e respectivas portas ou ao espaço livre exterior, nas edificações térreas;
- rotas de saída verticais: escadas, rampas ou elevadores de emergência;
- descarga.

As saídas de emergência devem seguir as prescrições da NBR 9.077 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

As rotas de saída verticais mais comuns são as escadas, portanto será dado maior destaque ao estudo delas. Porém, existem ainda as rampas e os elevadores de emergência com suas peculiaridades e devida importância.

As rampas são utilizadas principalmente em hospitais para permitir a passagem de macas e cadeiras de rodas. Os elevadores de emergência são adotados em prédios altos, acima de vinte pavimentos.

As saídas de emergência visam garantir que as pessoas sujeitas a uma situação de incêndio sobrevivam com os menores danos possíveis. Tendo em vista essa característica, alcançar as saídas de emergência deve ser uma meta constante das pessoas envolvidas em um incêndio.

As saídas de emergências constituem uma das medidas de proteção mais eficazes por atenderem duas finalidades básicas, que são:

- permitir a retirada dos ocupantes da edificação com segurança; e
- promover o acesso seguro das equipes de bombeiros.

As guarnições de bombeiros devem sempre priorizar a utilização das saídas de emergência como rota para efetuar suas ações de combate e salvamento nas edificações.

As saídas de emergência devem prover uma rota livre de calor e fumaça para se chegar ao local sinistrado, com exceção das escadas não enclausuradas. Além disso, servem de caminho seguro para evacuação e resgate de pessoas, bem como transporte de materiais (mangueiras, esguichos, chaves e outras ferramentas).

As saídas são projetadas pensando-se em duas filas de pessoas, no mínimo, passando ao mesmo tempo por elas. Portanto, as guarnições podem orientar, durante a operação, que as pessoas que estão descendo andem sempre pela direita. Dessa forma, é possível que os usuários desçam por um lado, enquanto as guarnições de socorro adentram pelo outro, sem maiores complicações.

As guarnições podem orientar que as pessoas andem sempre pela direita da escada, de forma que saiam por um lado e os bombeiros adentrem pelo outro.

As larguras mínimas das saídas, em qualquer caso (corredores, escadas, rampas), devem ser as seguintes:

- 1,10 metros, correspondendo a duas unidades de passagem (ou duas filas de pessoas); e
- 2,20 metros, para permitir a passagem de macas, camas e outros, comumente encontradas em hospitais e assemelhados.

Unidade de passagem é a largura mínima para a passagem de uma fila de pessoas, fixada em 0,55 metro.

É importante distinguir escadas de emergência das demais escadas de uma edificação. Escada de emergência é a escada integrante de uma rota de saída, podendo ser constituída por:

- escada não enclausurada;
- escada enclausurada protegida;
- escada enclausurada à prova de fumaça;
- escada enclausurada à prova de fumaça pressurizada;

Com base nesta definição de escada de emergência, fica evidenciado que, embora a maioria das pessoas possa acreditar no contrário, uma escada não precisa, necessariamente, ser enclausurada (fechada) para ser considerada de emergência.

Levando em consideração esse fato, apesar da distinção apresentada, qualquer escada pode, eventualmente, funcionar como uma rota de fuga. Portanto, mesmo as escadas que, em princípio, não são destinadas a saídas de emergência são alvo de fiscalização e devem atender a certos parâmetros normativos.

As escadas devem apresentar algumas características gerais de construção, tais como:

1. ser constituídas com material incombustível e oferecer, nos elementos estruturais, resistência ao fogo de, no mínimo, 2h;
2. ter os pisos dos degraus e patamares revestidos com materiais resistentes à propagação superficial de chama;
3. ter os pisos com condições antiderrapantes e que permaneçam antiderrapantes com o uso; e
4. os acessos devem permanecer livres de quaisquer obstáculos, tais como móveis, divisórias móveis, locais para exposição de

> mercadorias e outros, de forma permanente, mesmo quando o prédio estiver supostamente fora de uso[9].

Dentro desses parâmetros, destacam-se que: toda saída de emergência deve ser protegida de ambos os lados por paredes ou guardas (guarda-corpos) contínuas, sempre que houver qualquer desnível de altura maior do que 19 centímetros, para evitar quedas. A altura das guardas deve ser, no mínimo, de 1,10 metro.

Guarda-corpo ou guarda é uma barreira protetora vertical, delimitando as faces laterais abertas de escadas, rampas, patamares, terraços, galerias e assemelhados, servindo como proteção contra eventuais quedas de um nível para outro.

Outro elemento de importância nas saídas de emergência é o corrimão. Ele é constituído por uma barra, cano ou peça similar, que possua uma superfície lisa, arredondada e contínua, devendo estar localizado junto às paredes ou às guardas de escadas (ou guarda-corpo – apoio do corrimão que fica à meia altura, servindo como proteção para a lateral da escada), rampas ou passagens. Serve para as pessoas nele se apoiarem ao subir, descer ou se deslocar.

[9] Este é um item importante, mas nem sempre respeitado pelos usuários dos prédios. Sempre que for identificado o desrespeito a tal obrigatoriedade, os órgãos de fiscalização do CBMDF devem ser acionados.

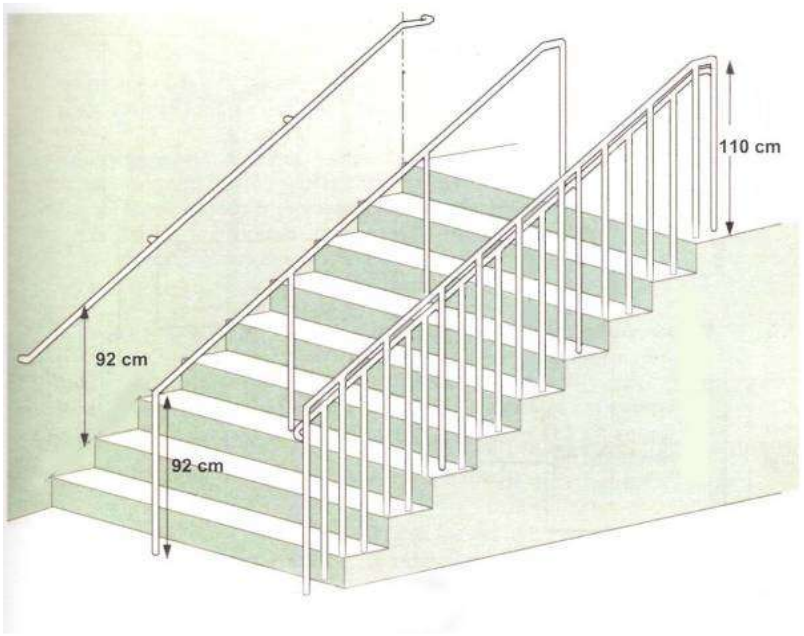


Figura 3 - Alturas de guarda-corpo e corrimão em escadas

As saídas de emergência podem, conforme o caso, ser dotadas de portas corta-fogo ou resistentes ao fogo.

De acordo com a definição contida na NBR nº 11.742 da ABNT, a **porta corta-fogo** (PCF) usada para saída de emergência é uma porta do tipo de abrir com eixo vertical, que consegue impedir ou retardar a propagação do fogo, calor e gases, de um ambiente para o outro.

As PCF devem ter resistência ao fogo, que é a propriedade de suportar o fogo e proteger ambientes contíguos durante sua ação, ou seja, capacidade de confinar o fogo (estanqueidade, limitação dos gases quentes e isolamento térmico) e de manter a estabilidade ou resistência mecânica, por determinado período. Essa propriedade é determinada mediante ensaio realizado conforme a NBR nº 6.479.

Dentro das normatizações relativas a escadas de emergência, cabe destacar que a NBR nº 9.077 define que a escada enclausurada protegida deve possuir **porta resistente ao fogo** (PRF), por 30 minutos, referindo-se, portanto, à propriedade de isolamento térmico que esse tipo de porta deve possuir.

Em virtude de vários problemas relacionados à saída de um grande volume de pessoas, comumente encontrado em locais de concentração de público, como cinemas, teatros, auditórios, etc., verificou-se a necessidade de instalação de dispositivo que possibilitasse a abertura fácil das portas: a **barra antipânico**.

Esse dispositivo permite o destravamento da folha de uma porta, no momento em que é acionado, mediante a simples pressão exercida sobre a barra, no sentido de abertura. Seu emprego é feito por meio de uma barra horizontal fixada na face da folha.

Figura 4 - Porta corta-fogo com barra antipânico

Para se abrir a porta, basta empurrá-la para frente pela barra antipânico.

4.1.1Escada não enclausurada

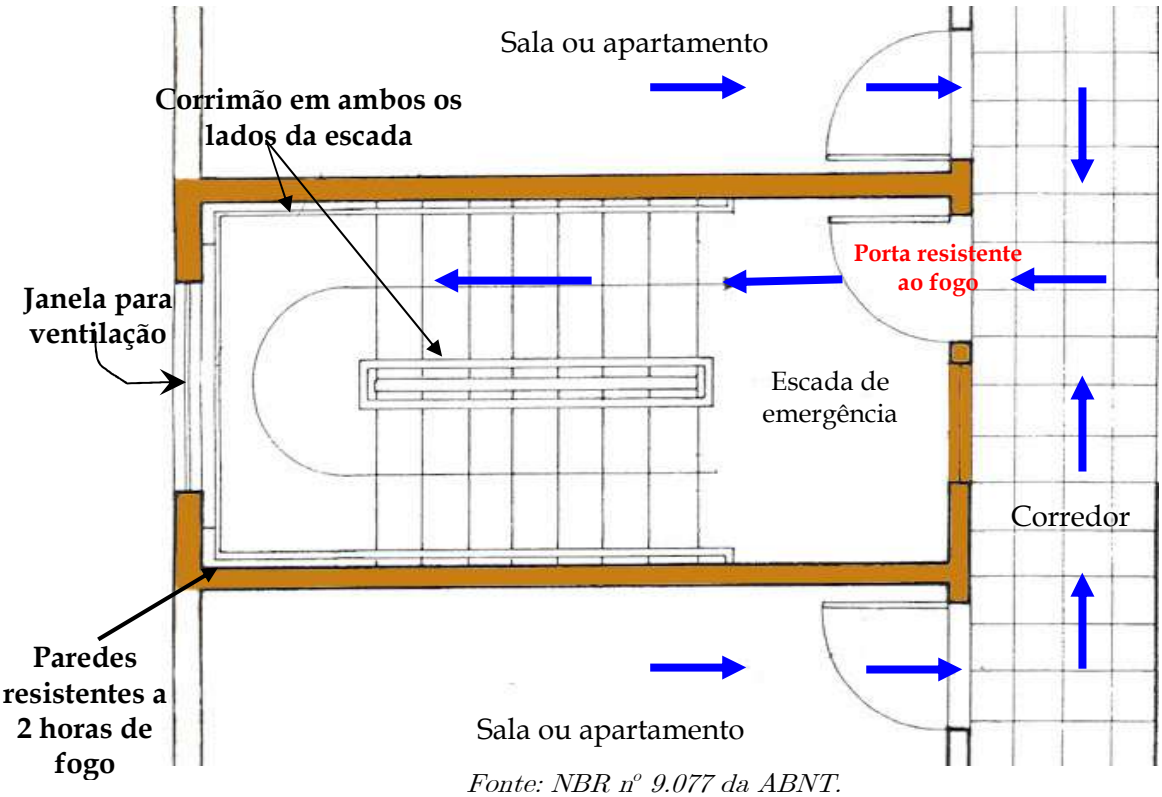
Escada não enclausurada (NE) é uma escada sem a proteção lateral de paredes corta-fogo e sem portas corta-fogo. Isso significa que, havendo fumaça no ambiente, conseqüentemente, haverá também nas

escadas, o que exigirá dos bombeiros uma ação mais cautelosa nos procedimentos de retirada das vítimas.

4.1.2Escada enclausurada protegida

A escada enclausurada protegida, ou mais comumente conhecida como escada protegida (EP), é definida como uma escada devidamente ventilada, situada em ambiente envolvido por paredes corta-fogo[10] e dotada de portas resistentes ao fogo.

Essa escada caracteriza-se não só pela existência de porta na entrada da caixa de escada, mas também por ser ventilada. A ventilação é constituída por entrada de ar no térreo, janelas nos pavimentos (ou ventilação alternativa) e alçapão de alívio de fumaça no limite superior.



Fonte: NBR nº 9.077 da ABNT.

Figura 5 - Vista superior da escada protegida

[10] Parede corta-fogo: parede com capacidade para resistir ao fogo e à fumaça por um determinado período de tempo, mantendo suas funções e isolando o ambiente.

Na Figura 5, as setas azuis no desenho indicam a rota dos ocupantes para abandonar a edificação.

A escada protegida oferece uma relativa proteção contra os gases quentes provenientes de um incêndio, pois a ventilação nesse tipo de escada não impede que a fumaça adentre na caixa da estrutura.

Isso ocorre porque a porta não é estanque à fumaça (trata-se de uma porta resistente ao fogo e não de uma porta corta-fogo) e, quando as pessoas abrem-na para adentrar a escada, arrastam consigo fumaça para seu interior, não existindo meio (antecâmara ou pressão positiva) que a impeça de entrar.

Escadas enclausuradas são cercadas por paredes, com ventilação e devem:

- proteger a rota do calor convectivo;
- proteger a rota da fumaça;
- apresentar nível mínimo de iluminação;
- ser sinalizadas, indicando o caminho a ser seguido.

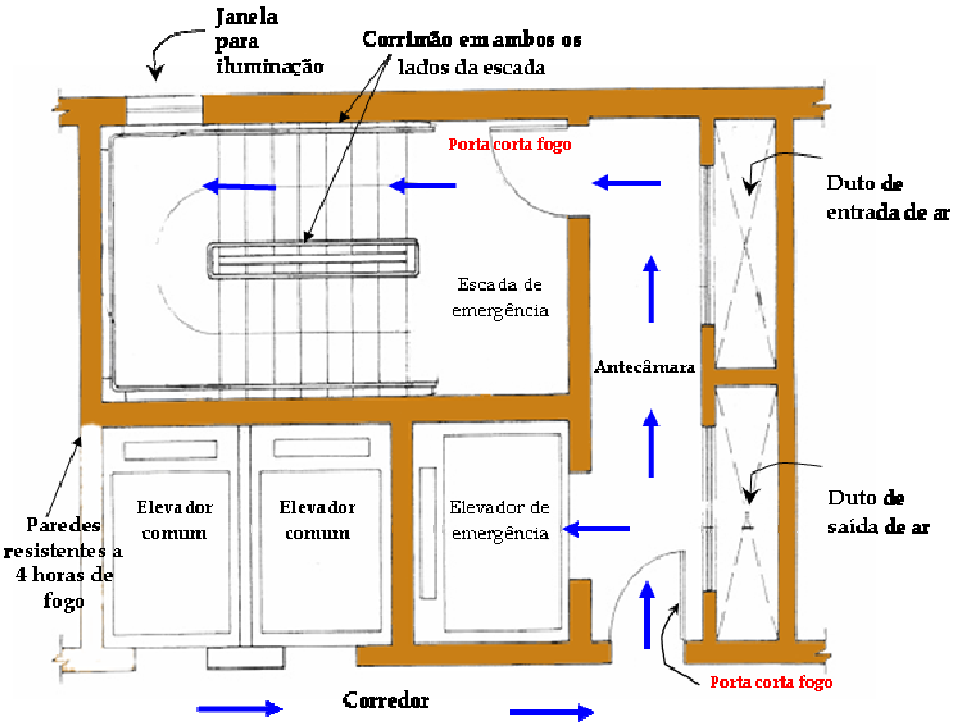
4.1.3Escada enclausurada à prova de fumaça

Escada enclausurada à prova de fumaça (PF) é aquela cuja caixa é envolvida por paredes corta-fogo e dotada de porta corta-fogo, cujo acesso é feito por antecâmara igualmente enclausurada ou local aberto, de modo a evitar fogo e fumaça no interior da escada em caso de incêndio na edificação.

A antecâmara da escada PF é ventilada por meio de dutos de ventilação natural. Os dutos constituem um sistema integrado para a entrada de ar puro e saída de fumaça e gases quentes do ambiente da antecâmara.

Diferentemente da escada EP, quando uma pessoa abre a porta da escada PF, a fumaça que é arrastada consigo não entra diretamente

na caixa de escada, sendo encaminhada para o duto de saída na antecâmara.



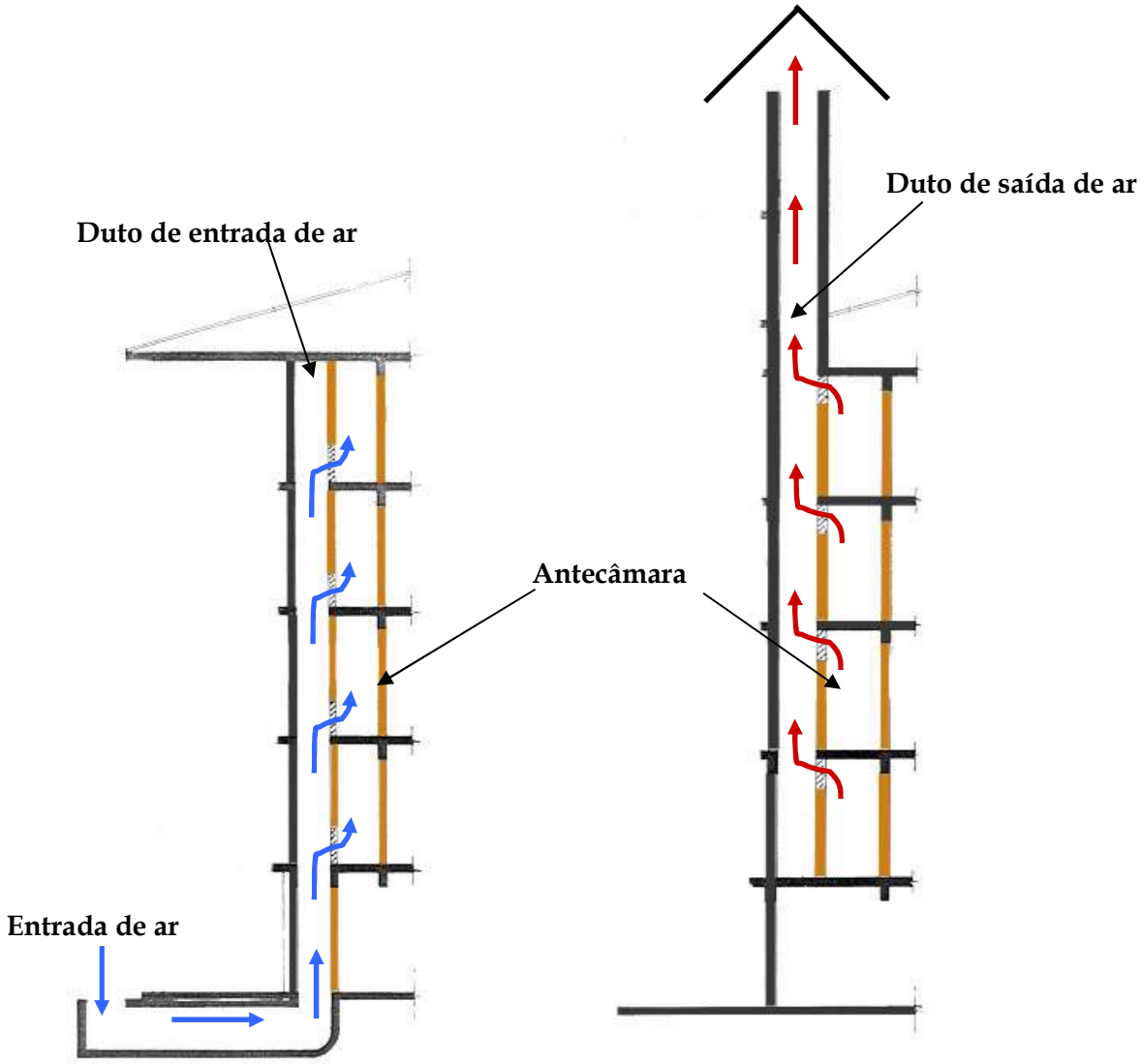
Fonte: NBR nº 9.077 da ABNT.

Figura 6 - Vista superior de uma escada enclausurada à prova de fumaça

O princípio de ventilação da escada PF é o efeito chaminé: um diferencial de pressão provocado pelo ar dentro da edificação, que está em uma temperatura diferente daquela do ar na parte externa.

Pelas aberturas na parte superior (duto de saída) e inferior (duto de entrada), promove um fluxo de ar natural (através do edifício) para cima, quando o ar dentro do prédio for mais quente (que é precisamente o caso da fumaça de incêndio) e para baixo, quando for mais frio.

Na Figura 6, as setas azuis indicam a rota dos ocupantes para abandonar a edificação. O elevador de emergência também é protegido pelas paredes resistentes ao fogo e tem acesso pela antecâmara. Os dutos servem para garantir o escoamento da fumaça e a entrada de ar puro.



Fonte: NBR nº 9077 da ABNT.

Figura 7 - Vista lateral dos dutos de entrada e saída de ar da escada PF

A Figura 7 apresenta um corte esquemático lateral dos dutos de entrada e saída de ar da escada PF. As setas azuis indicam a rota de entrada do ar, enquanto as setas vermelhas indicam a rota de saída da fumaça.

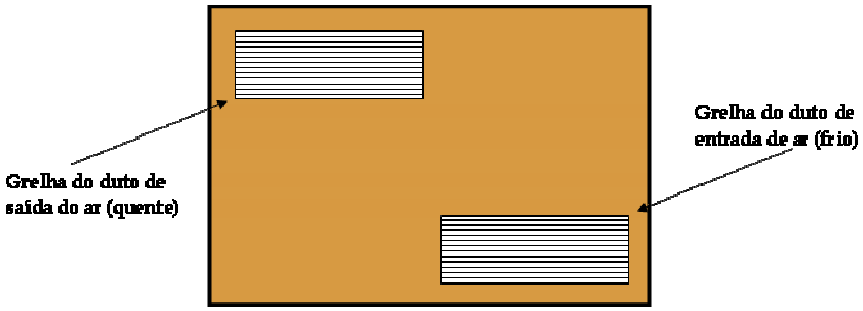


Figura 8 - Vista da parede da antecâmara com os dutos de entrada e saída de ar

A escada PF auxilia bastante nas ações de retirada de vítimas do edifício, por garantir um ambiente de ar respirável para elas enquanto saem da edificação.

4.1.4Escada enclausurada à prova de fumaça pressurizada

Escada à prova de fumaça pressurizada (PFP) é a escada cuja condição de estanqueidade à fumaça é obtida por método de pressurização mecânica. O método de pressurização consiste em fornecer um suprimento de ar para um ambiente (escada, antecâmara, etc.), mantendo-o a uma pressão mais alta do que a verificada nos espaços adjacentes, preservando um fluxo de ar para o exterior da edificação, por meio das vias de escape de ar.

O objetivo é criar um gradiente de pressão (e, consequentemente, um fluxo de ar), com pressão mais alta nas saídas de emergência (escadas, antecâmaras, saguões ou corredores) e uma pressão progressivamente decrescente nas áreas fora da rota de fuga, a fim de impedir que a fumaça e os gases tóxicos do incêndio adentrem e dificultem o abandono da edificação.

Constituem alguns componentes básicos das escadas PFP:

- sistema de detecção e acionamento (deve haver um sistema de detecção de incêndio que acione as máquinas de pressurização);
- suprimento mecânico de ar externo (captação de ar puro para insuflar na caixa de escada);
- trajetória (ou via) de escape de ar (aberturas ou frestas por onde o ar da escada escapa para o exterior da edificação); e
- fonte de energia garantida (pode ser um motogerador que garanta o funcionamento do sistema mesmo na ausência de energia da concessionária).

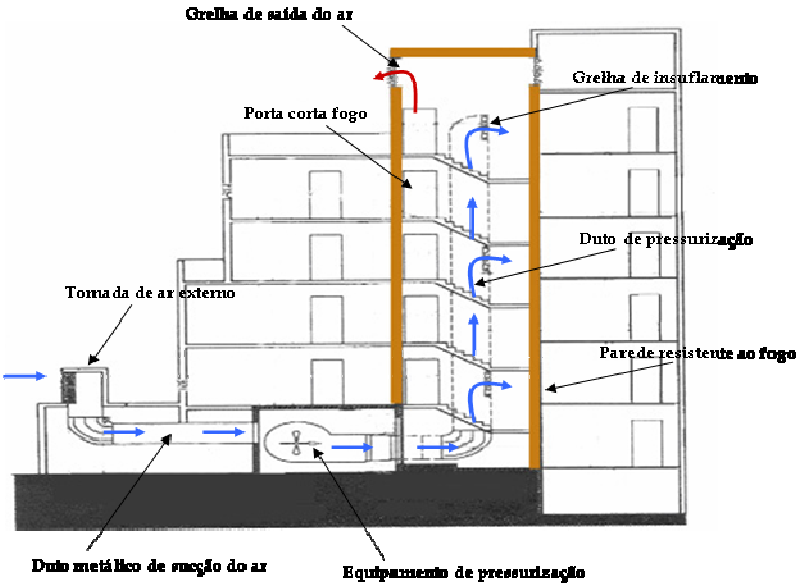
Torna-se necessário determinar não apenas onde será introduzido o suprimento de ar fresco, mas também por onde sairá e quais rotas serão utilizadas no processo.

Além disso, é preciso ter em mente que o sistema depende de uma fonte de energia autônoma que lhe confira confiabilidade, bem como um sistema de detecção e alarme de incêndio que faça o acionamento do sistema de pressurização.

O sistema de pressurização pode ser projetado para operar somente em caso de emergência ou, alternativamente, manter um nível baixo de pressurização para funcionamento contínuo, com previsão para um nível maior de pressurização apenas em situação de emergência. Essa última possibilidade é chamada de sistema de pressurização em dois estágios, enquanto que a primeira é conhecida como sistema de pressurização em um estágio ou estágio único.

De maneira geral, o sistema em dois estágios é considerado preferível, pois alguma medida de proteção estará permanentemente em

operação e, portanto, qualquer propagação de fumaça nas etapas iniciais de um incêndio será prevenida, além de promover a renovação do ar no interior da escada.



Fonte: Instrução Técnica nº 13/2004 CBPMESP
Figura 9 - Vista lateral de uma escada PFP

As grelhas de insuflação são dispostas a cada dois pavimentos.

4.1.5Dimensionamento das saídas de emergência

As saídas de emergência são dimensionadas, basicamente, em função da população do edifício, conforme a NBR nº 9.077, onde o tipo, a quantidade e a largura das escadas de emergência dos prédios são baseados nesse critério.

O tipo da escada – NE, EP, PF ou PFP – é definido de acordo com a ocupação (residencial, comercial, industrial, etc.) e da altura da edificação.

O número mínimo de saídas exigido para os diversos tipos de ocupação é determinado em função da altura, dimensões da estrutura e características construtivas. A largura das saídas deve ser dimensionada

em relação ao número de pessoas que por elas devam transitar, para cada tipo de ocupação.

A seguir são dados alguns exemplos práticos existentes no Distrito Federal:

- edifício residencial de três ou quatro pavimentos de até 12 metros de altura11, típico no Cruzeiro, Guará, Sudoeste, Taguatinga (QNL): 1 escada NE;
- edifício residencial de seis pavimentos, comum nas Asas Norte e Sul12: 1 escada EP;
- edifício residencial de doze, quinze ou mais pavimentos, com altura superior a 30 metros, existente em Águas Claras e alguns em Taguatinga Centro: 1 escada PF ou PFP;
- edifício comercial de escritórios de dez ou mais pavimentos, com altura superior a 30 metros, típico dos setores centrais de Brasília (Setor Bancário, Hoteleiro, de Autarquias, etc.): pelo menos 1 escada PF ou PFP.

4.2. Iluminação de emergência

O pânico nas pessoas pode ser gerado ou agravado pela simples ausência de iluminação no ambiente. Para evitar que ocorra esse tipo de problema e, ainda, auxiliar na retirada segura de pessoas do local, facilitando as ações de salvamento e combate a incêndio dos bombeiros, a edificação deve dispor de um sistema automático de iluminação de emergência.

---

[11] Altura de acordo com o RSIP: "Distância compreendida entre o ponto que caracteriza a saída situada no nível de descarga do prédio (soleira) e o ponto mais alto do piso do último pavimento superior".

[12] É preciso ter o cuidado de verificar o prédio especificamente, pois construções mais antigas, como as da Asa Sul, não possuem escada do tipo EP, mas, sim, do tipo NE.

Os parâmetros normativos do sistema são estabelecidos pela NBR nº 10.898 da ABNT.

A iluminação de emergência é o tipo de iluminação que deve clarear ambientes e rotas pré-determinadas, na falta de iluminação normal, por um período de tempo mínimo.

O sistema de iluminação de emergência deve:

- permitir o controle visual das áreas abandonadas para localizar pessoas impedidas de se locomover;
- manter a segurança patrimonial para facilitar a localização de estranhos nas áreas de segurança pelo pessoal da intervenção;
- sinalizar, inconfundivelmente, as rotas de fuga utilizáveis no momento do abandono do local; sinalizar o topo do prédio para a aviação comercial.

Em casos especiais, a iluminação de emergência deve garantir, sem interrupção, os serviços de primeiros socorros em hospitais, de controles aéreos, marítimos, ferroviários e outros serviços essenciais instalados.

No caso do abandono total do edifício, o tempo da iluminação deve incluir, além do tempo previsto para a evacuação, o tempo que o pessoal da intervenção e de segurança necessita para localizar pessoas perdidas ou para terminar o resgate em caso de incêndio.

Na prática, a autonomia do sistema, que é o tempo mínimo em que se asseguram os níveis de iluminância exigidos, é de uma hora.

No local do incêndio, mesmo desligando a energia elétrica, o sistema de iluminação de emergência garante a luminosidade mínima nas rotas de fuga por uma hora.

É importante que os bombeiros lembrem que a iluminação de emergência estará presente nas rotas de fuga. Conseqüentemente, deverão utilizar lanternas nas ações de combate a incêndio e salvamento no interior da edificação.

Existem dois tipos de iluminação: permanente e não-permanente.

A permanente é aquela em que as lâmpadas de iluminação comum são alimentadas pela rede elétrica da concessionária, sendo comutadas, automaticamente, para a fonte de alimentação de energia alternativa, em caso de falta e/ou falha da fonte normal.

Já a iluminação não permanente é aquela em que as lâmpadas acendem somente em caso de interrupção do fornecimento de energia da concessionária, sendo alimentadas, automaticamente, por fonte de energia alternativa (por exemplo: motogerador, baterias).

Os principais tipos de sistema são:

a) Conjunto de blocos autônomos (instalação fixa).

Utiliza baterias específicas para cada tipo de equipamento, a qual garante a autonomia individual de cada aparelho.

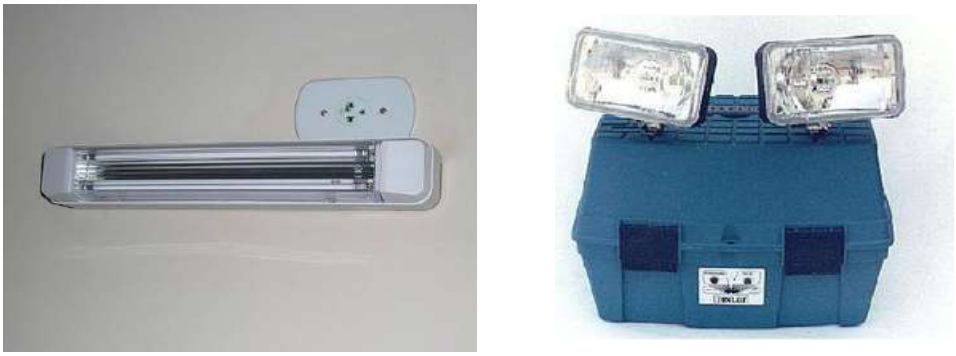


Figura 10 – Exemplo de bloco autônomo e farol de iluminação de emergência

b) Sistema centralizado com baterias.

Consiste no uso de baterias comuns, típicas de veículos automotores, para garantir a autonomia do sistema (circuito de alimentação da iluminação).

c) Sistema centralizado com grupo motogerador.

Um motor à explosão, comumente usado em veículos automotores, garante a autonomia elétrica do sistema.

O grupo motogerador automático deve assegurar energia estável em até 12 segundos depois de seu acionamento.

Figura 11 - Grupo motogerador

Em caso de incêndio em locais que possuam equipamentos elétricos alimentados por gerador de emergência, deve-se ter o cuidado de

verificar a tensão fornecida pelo gerador aos circuitos de alimentação desses equipamentos.

A iluminação de emergência deve funcionar com, no máximo, 30 Volts em corrente contínua, para evitar o risco de choque elétrico. Se não for possível usar uma tensão baixa (30 V) em instalações já existentes, o sistema poderá utilizar uma proteção aceitável ao seu emprego, a qual pode ser atingida por meio de disjuntores diferenciais para proteção humana.

Os tanques de armazenamento de combustível do motogerador com volume igual ou superior a 200 litros devem ser montados dentro de bacias de contenção com dreno e filtro de cascalho, além de corresponder às exigências da legislação local em respeito à segurança, a fim de evitar que o combustível se espalhe para outros ambientes.

4.3. Sinalização de emergência

Um problema bastante comum nas edificações é a falta de informações visuais que orientem os usuários quanto ao caminho a ser percorrido, em caso de emergência, para sair do edifício. Há também a deficiência de orientações referentes às ações adequadas, proibições, alertas e localização de equipamentos de segurança. Em caso de incêndio, isso pode acarretar grandes perdas de vidas.

A orientação da população de uma edificação é fornecida, basicamente, pela sinalização de segurança contra incêndio e pânico, regulamentada pela NBR nº 13.434 da ABNT.

A sinalização fornece uma mensagem geral de segurança, obtida por uma combinação de cor e forma, à qual é acrescida uma mensagem específica de segurança, pela adição de um símbolo gráfico gravado com cores em contraste com o fundo da sinalização.

A sinalização básica é constituída por quatro categorias de acordo com a sua função. A sinalização básica pode ser auxiliada por uma sinalização complementar, a qual tem a função de ajudar na indicação de possíveis obstáculos encontrados na rota de fuga, sendo feita por meio de uma faixa zebrada nas cores amarela e preta.

São tipos de sinalização:

a) **sinalização de proibição** – cuja função é evitar ações capazes de conduzir as pessoas ao início do incêndio. A sinalização de proibição deve ter forma circular, com uma cor de fundo branca ou amarela, coroada por uma borda circular e uma barrada vermelha, cobrindo o símbolo grafado na cor preta, podendo a sinalização ser margeada por um ambiente na cor branca ou amarela.

Figura 12 - Placas de proibição: proibido fumar e proibido produzir chama

b) **sinalização de alerta** – tem a função de chamar a atenção das pessoas para áreas e materiais potencialmente causadores de danos, ou seja, de risco. Suas características são: forma triangular tendo o fundo na cor amarela, com moldura na cor preta; sendo que o seu símbolo também é feito na cor preta, podendo ser margeado por elemento na cor branca ou amarela.

Fonte: NBR nº 13.434-2.

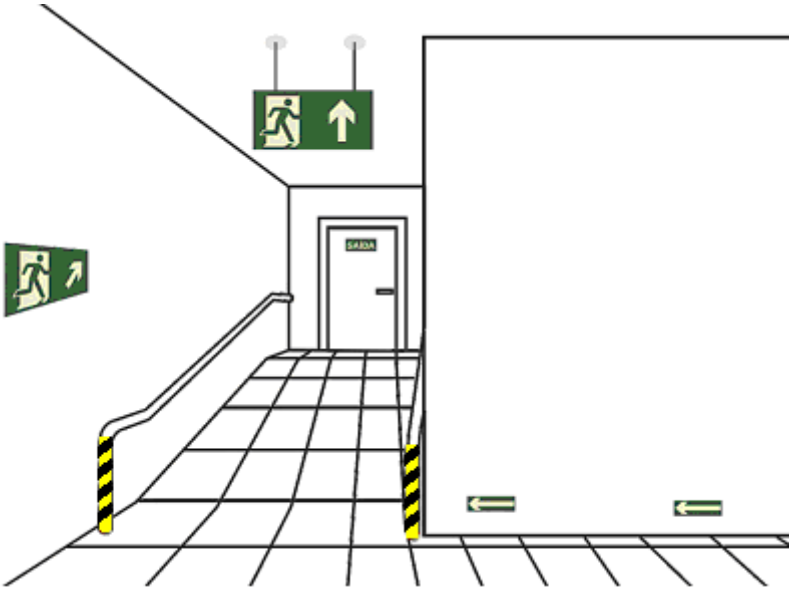
Figura 13 - Placa de alerta: risco de incêndio, de explosão e de choque elétrico, respectivamente

c) **sinalização de orientação e salvamento** – possui a função de indicar as rotas de saída do ambiente e as ações necessárias para acessá-las. Apresenta-se de forma quadrada ou retangular; tem o fundo na cor verde, com o símbolo destacado na cor branca ou amarela, podendo ser margeada na cor branca ou amarela.

Fonte: NBR nº 13.434-2.

Figura 14 - Placas de sinalização de orientação e salvamento

A Figura 14 contém placas de sinalização de orientação e salvamento, indicando, respectivamente, o sentido de fuga no interior das escadas e o sentido de acesso de uma saída que não está aparente.



Fonte: NBR nº 13.434-2.

Figura 15 - Exemplo de instalação da sinalização de orientação e salvamento

d) **sinalização de equipamentos de combate e alarme** – tem a função de indicar a localização e os tipos de equipamentos de combate a incêndio disponíveis. Deve ter a forma quadrada ou retangular e cor de fundo vermelha; a gravação do símbolo pode ser na cor branca ou amarela, podendo ser margeada por elementos na cor branca ou amarela.

Fonte: NBR nº 13.434-2.

Figura 16 - Sinalização de equipamentos de combate e alarme

A Figura 16 contém os símbolos que indicam, respectivamente, hidrante de incêndio, extintor de incêndio e válvula de controle do sistema de chuveiros automáticos.

4.4. Detecção automática e alarme manual de incêndio

O sistema de detecção e alarme de incêndio é um conjunto de componentes, estrategicamente dispostos e adequadamente interligados, que fornece informações de princípios de incêndio por meio de indicações sonoras e visuais.

É, portanto, uma das formas de proteção da vida e da propriedade.

O sistema exerce um papel fundamental em um combate a incêndio, pois possibilita a localização remota do ponto onde está ocorrendo, para que possam ser tomadas as devidas providências, antes que venha a causar maiores problemas. Além disso, e mais importante, dá o aviso (alarme) a todos os ocupantes da edificação, permitindo a saída de forma rápida e eficiente, além de acionar os meios automáticos de combate a incêndio.

O comandante de socorro, ao adentrar na edificação, deve identificar, imediatamente, a central de alarme, que se localiza, geralmente, na portaria das edificações ou na sala de controles.

O sistema de detecção e alarme tem como base de normatização as NBR nº 9.441, 11.836 e 13.848 da ABNT, enquanto sua exigência de instalação é definida pela Norma Técnica nº 001 do CBMDF. O sistema de detecção automática e alarme manual é comumente encontrado em grandes edifícios comerciais, *shoppings*, hipermercados, grandes depósitos e etc.

A detecção de um incêndio faz-se por meio da percepção dos fenômenos físicos primários e secundários resultantes da queima.

Exemplos de fenômenos físicos primários: a variação ampla da temperatura do ar e a radiação visível e invisível da energia da chama.

Exemplos de fenômenos físicos secundários: presença de fumaça e de fuligem.

O grande desafio da detecção de efeitos primários, isto é, do calor e da chama, é o ajuste do sistema a níveis relativamente insensíveis, para não coincidir com variações normais do ambiente e assim provocar alarmes falsos.

Por exemplo: detectores de temperatura instalados próximos a tetos metálicos podem ser acionados em decorrência da alta temperatura ambiente atingida em algumas épocas do ano (geralmente no verão), levando a um entendimento errôneo por parte do sistema.

Já na detecção dos efeitos secundários, como a presença de fumaça, o dimensionamento é mais fácil, pois o incêndio produz uma informação de alerta não existente nas condições normais do ambiente.

O sistema de detecção e alarme é composto de central, painel repetidor, detectores, acionadores manuais, avisadores acústicos e visuais e circuitos (condutos e fiação). Não será especificado cada um dos componentes do sistema, por não ser o objetivo deste manual.

4.4.1 Central de alarme e painel repetidor

A central de alarme é o equipamento destinado a processar os sinais provenientes dos circuitos de detecção, a convertê-los em indicações adequadas e a comandar e controlar os demais componentes do sistema.

A central também pode controlar outros dispositivos, como *dumpers* de sistemas de ar condicionado, abertura e fechamento de portas corta-fogo e sistema de alimentação de energia.

Já o painel repetidor é o equipamento destinado a sinalizar, de forma visual e/ou sonora, no local de sua instalação, ocorrências

detectadas pelo sistema. Pode ser do tipo paralelo, com os indicadores alinhados e texto escrito, ou do tipo sinótico, no qual a planta é reproduzida em desenho e a indicação do lugar na área supervisionada.

Figura 17 - Exemplo de central de alarme

A central do sistema de detecção e alarme é de extrema importância para os bombeiros. Ela gerencia todo o sistema e tem a valiosa informação de onde está o foco de incêndio e sua extensão.

A central, geralmente, localiza-se na portaria das edificações ou na sala de controle e deve estar devidamente identificada. Em edificações de grande porte, a central está localizada na sala de controle, onde, muitas vezes, os bombeiros precisarão da ajuda da brigada contra incêndio do estabelecimento para localizá-la e colher informações. Em geral, faz-se necessário um conhecimento prévio (levantamento de risco) da edificação, para que a central do sistema seja localizada o mais rápido possível.

4.4.2Detectores

Os detectores podem ser classificados em:

- pontuais;
- lineares; e

- por amostragem de ar (aspiração).

A detecção pontual é aquela em que o dispositivo (detector) é sensibilizado por determinados fenômenos físicos ou químicos que precedem ou acompanham um princípio de incêndio, no lugar de sua instalação, ou seja, o detector deve estar no local sinistrado.

O detector deve se localizar em ponto estratégico, com abrangência de uma área pré-determinada. Os fenômenos associados à combustão (fumaça, chama, elevação de temperatura) produzidos no ambiente deverão, necessariamente, chegar ao detector para sensibilizá-lo.

Caso exista uma corrente de ar no local que obrigue a fumaça ou as massas de ar quente a deslocarem-se em sentido diverso do detector ou caso exista alguma barreira diminuindo o ângulo de visualização do detector, ele não será acionado.

São exemplos de detectores pontuais: detectores de fumaça, detectores de temperatura fixa (termostático) com elemento bimetal, líquidos expansíveis, fusíveis ou pneumáticos, detectores termoelétricos, detectores combinados térmicos e velocimétricos, detectores com coeficiente de compensação, detectores fotoelétricos, detectores iônicos, detectores de fumaça por amostragem, detectores de chamas por oscilação das chamas, raios infravermelhos, fotoelétricos, raios ultravioletas, detectores de gases, detector de gás tipo semi-condutor, detector de gás tipo elemento catalítico.

Serão abordados os principais tipos de detectores, onde a detecção é feita pela percepção de fumaça, temperatura (calor) e chama (luz).

4.4.2.1. Detector de fumaça

Os detectores de fumaça podem ser de dois tipos: os iônicos e os ópticos.

O **sensor iônico** de fumaça possui no interior de seu encapsulamento, duas câmaras, sendo uma de referência e outra de amostragem. Em uma das câmaras há uma lâmina do elemento radioativo *amerício 241*, que ioniza as partículas de oxigênio e nitrogênio presentes no ar, permitindo um fluxo de corrente entre as câmaras em condições normais.

Quando a fumaça ou outros gases entram em contato com o ar do interior da câmara, as partículas ionizadas são neutralizadas, alterando a diferença de potencial entre as câmaras. A diferença de potencial é então amplificada no interior do detector e transmitida à central de detecção e alarme de incêndio.

O princípio de funcionamento do **detector óptico** de fumaça baseia-se na reflexão e dispersão de luz infravermelha. No seu interior é fixado um emissor de luz (*led*) que projeta um feixe de luz infravermelha pulsante por um labirinto interno, em cuja extremidade existe um fotodiodo. Em estado normal, o fotodiodo não recebe nenhuma luz do emissor.

Em caso de incêndio, a fumaça penetra no detector e a luz é refletida nas partículas de fumaça, atingindo o fotodiodo, no qual é transformada em sinal eletrônico. Quando dois desses sinais são detectados num período estabelecido, um circuito comparador opera o detector de fumaça, enviando um sinal eletrônico ao painel de detecção e alarme de incêndio.

Em alguns modelos, é possível ajustar o disparo somente quando o fotodiodo detectar um certo número de pulsos, permitindo um

ajuste de sensibilidade e maior eficiência para o não acionamento, em caso de pequena quantidade de fumaça, como a de um fósforo ou cigarro.

A instalação dos detectores de fumaça, sejam eles iônicos ou ópticos, obedece a certos parâmetros normativos.

A área máxima de proteção dos detectores pontuais de fumaça é de 81 m^2, para instalação em tetos, ambientes sem ventilação forçada e com altura de instalação até 8 metros.

A escolha do detector de fumaça deve ser feita de acordo com as características de combustão dos materiais contidos na área supervisionada, bem como dos locais nos quais serão instalados.

Os detectores de fumaça são localizados no teto, a não menos de 0,15 metro da parede lateral ou, em casos específicos, na parede lateral, à distância entre 0,15 metro a 0,30 metro do teto.

Dois fatores que podem inibir ou dificultar a detecção da fumaça são a estratificação e a movimentação excessiva do ar. A área de ação dos detectores de fumaça diminui à medida que aumenta o volume de ar trocado no ambiente.

O fenômeno de estratificação é a divisão do ar de um ambiente em camadas, o que ocorre devido a diferenças de temperatura e densidade, podendo impedir que partículas de fumaça ou gases gerados por uma combustão alcancem um detector instalado no teto.

Normalmente, o ar mais aquecido sobe devido ao empuxo. No entanto, se a temperatura do ar próximo ao teto estiver mais alta que a temperatura ambiente, o que é normal em épocas quentes do ano, impedirá a ascensão de outras massas de ar aquecido (ver Figura 18).

Figura 18 - Efeito da estratificação da fumaça

Em ambientes com pouca movimentação do ar, aquele que foi aquecido por causa da combustão de algum material, com ou sem chama, pode não ter força de ascensão suficiente para vencer o efeito da estratificação e atingir o detector.

Em locais onde pode ocorrer o fenômeno da estratificação ou ser necessária a detecção de combustão sem chama, deve-se prever a instalação de detectores de fumaça, alternadamente, no teto e em níveis mais baixos.

4.4.2.2. Detector de temperatura

Os detectores de temperatura podem ser termostáticos (temperatura fixa) ou termovelocimétricos.

Com o efeito físico da subida do ar quente (empuxo), os detectores de temperatura, que são, normalmente, fixados no teto, são sensibilizados pelo calor.

O detector de temperatura fixa é instalado em ambiente onde a ultrapassagem de determinada temperatura indique, seguramente, um princípio de incêndio.

O **detector termovelocimétrico** monitora a temperatura ambiente. Quando ela varia bruscamente ou ultrapassa um limite pré-estabelecido, o sensor informa à central de alarme. O princípio de

funcionamento desse detector é baseado em resistores sensíveis à variação de temperatura (termistores).

São utilizados dois termistores: um exposto à temperatura ambiente e outro fechado em um compartimento interno. Os dois termistores entrarão em equilíbrio térmico em situação de normalidade. Em caso de incêndio, o termistor que está exposto sofrerá um aumento de temperatura muito mais rápido do que aquele que se encontra selado. O sensor é ativado quando detectar uma diferença pré-determinada entre o valor dos termistores. Outra forma de disparo desses sensores ocorre quando a temperatura atinge um limite máximo. Assim, mesmo que a temperatura aumente lentamente, o sensor será ativado.

A aplicação dos detectores termovelocimétricos está indicada para incêndio que se inicia com uma elevação brusca de temperatura (de 7 a 8 ^{o}C por minuto). Seu uso é bastante limitado, devido ao fato de ser acionado somente quando o fogo já está se alastrando. Possui aplicação em locais onde exista fumaça e gases, sem haver fogo, como próximo a motores ou em áreas industriais.

A máxima área de proteção a ser empregada para detectores de temperatura é de 36 m^2, para uma altura máxima de instalação de 7 metros e tetos planos.

Fonte http://www.ascani.com/foto/5251REM.jpg e http://todoextintor.com/fotos/1210.jpg

Figura 19 - Exemplo de detector termovelocimétrico e térmico

4.4.2.3. Detector de chama

Dispositivo que é sensibilizado por uma determinada intensidade de radiação emitida por uma chama. São encontrados em ambientes onde o surgimento da chama precede a emissão de fumaça. É instalado de forma que seu campo de visão não seja impedido por obstáculos para assegurar a detecção do foco de incêndio na área por ele protegida.

Os detectores de chama são classificados pelo tipo de radiação em três tipos:

- detector de chama tremulante – utilizado para detecção de chama de luz visível, quando é modulada (tremulada) numa determinada freqüência entre 400 nm e 700 nm;
- detector de chama ultravioleta – utilizado para detecção de energia radiante fora da faixa de visão humana, abaixo de 400 nm;
- detector de chama infravermelho – utilizado para detecção de energia radiante fora da faixa de visão humana, acima de 700 nm.

Os detectores de chama são recomendados em:

- áreas abertas ou semi-abertas onde ventos podem dissipar a fumaça, impedindo a ação dos detectores de temperatura ou de fumaça;
- áreas onde uma chama possa ocorrer rapidamente, tais como hangares, áreas de produção petroquímica, áreas de armazenagem e transferência, instalações de gás natural, cabines de pintura ou áreas de solventes;
- áreas ou instalações de alto risco de incêndio, freqüentemente, conjugados com um sistema de extinção

automático.

4.4.2.4. Detector linear

É um dispositivo composto por um transmissor, o qual projeta um feixe de luz infravermelho cônico, modulado através de uma área livre até um receptor, que manda um sinal a uma unidade de controle para análise.

Seu princípio de funcionamento lembra o sistema automático de abertura de portas de um *shopping*, no qual uma pessoa, ao interromper um feixe invisível, faz a porta abrir-se.

No caso do sistema de detecção linear, o acionamento ocorrerá quando a fumaça interromper o feixe, baixando o sinal recebido aquém do limiar de resposta. Isso faz disparar um alarme de incêndio. O limiar de ativação pode ser ajustado às condições ambientais.

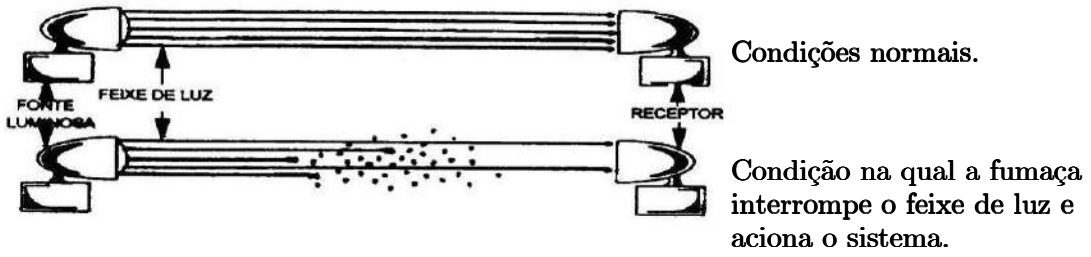
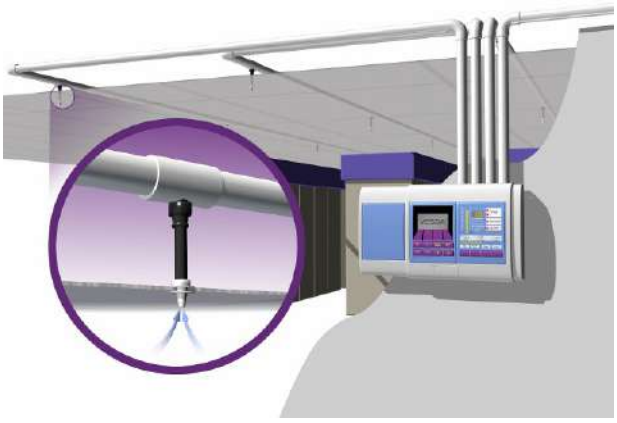


Figura 20 - Figura de detector linear

4.4.2.5. Detector de fumaça por amostragem

Sistema que detecta a fumaça presente em amostras de ar aspirado do ambiente protegido. O ar do ambiente protegido (CPD, central de medidores de energia, salas, galpões, etc.) é coletado por uma rede de tubos perfurados em pontos específicos. As amostras de ar são conduzidas a um dispositivo de detecção. Nesse sistema, a fumaça é detectada num estágio muito mais incipiente que nos demais.



Fonte: Manual Vision Systems VESDA

Figura 21 - Figura de detecção por amostragem

O ar é continuamente aspirado por meio de orifícios existentes nos tubos e atravessa um detector, sensível ao menor indício de partículas de fumaça. Uma amostra do ar passa por um filtro de dois estágios. No primeiro estágio, partículas de poeira e sujeira são removidas da amostra de ar, antes que entre na câmara de detecção a *laser* para a análise da fumaça.

O segundo estágio (filtragem ultrafina) tem a função exclusiva de fornecer ar limpo para proteger as superfícies ópticas, no interior do detector, contra contaminação e para garantir a calibragem estável e sua longa vida. Depois do filtro, a amostra de ar passa para a câmara calibrada de detecção, onde é exposta a uma fonte estável e controlada de luz *laser*.

Se a fumaça estiver presente, a luz dispersar-se-á no interior da câmara de detecção e será, instantaneamente, identificada pelos sensores ópticos de alta sensibilidade. O sinal será então processado e representado por meio de um gráfico de barras verticais de indicadores de nível de alarme e/ou *display* gráfico.

Os detectores são capazes de comunicar essa informação para o painel de controle e alarme de incêndio ou para o sistema de gerenciamento de edifícios, por meio de relés ou de uma interface de alto nível, como os programas gráficos de computador.

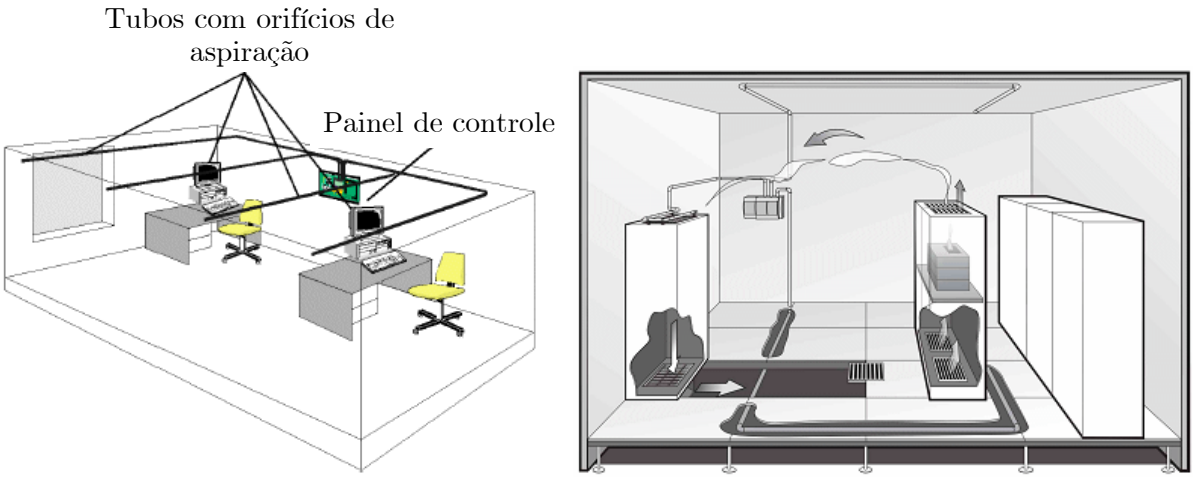
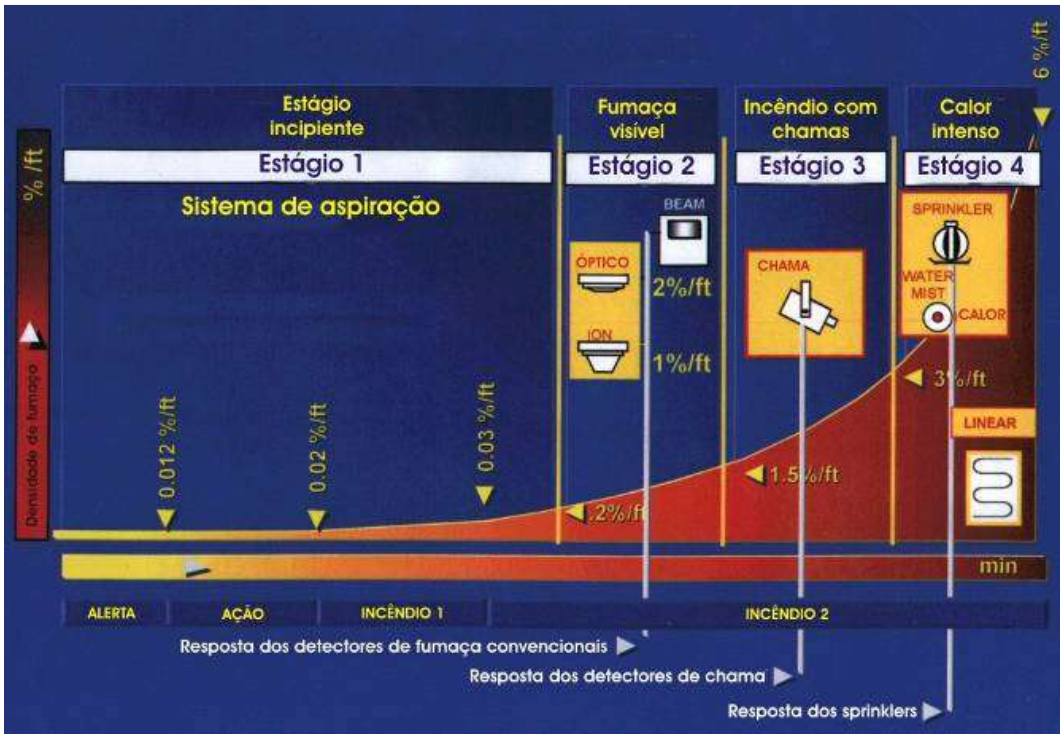


Figura 22 - Instalação do sistema de detecção por amostragem

O sistema de detecção por aspiração garante que a ignição seja identificada em níveis de sensibilidade imperceptíveis por sistemas de detecção pontual. O sistema possibilita, inclusive, que o pessoal de manutenção seja avisado sobre aquecimento de cabos (que gera fumaça invisível) e, por conseguinte, reduzir, em níveis muito baixos, o risco de combustão.



Fonte: www.aidantfire.com

Figura 23 - Progressão de um incêndio ao longo do tempo

4.4.3 Avisadores audiovisuais

Agora que o incêndio já foi detectado por um ou mais detectores e a informação chegou à central, é preciso informar também aos usuários da edificação sinistrada para que possam sair do ambiente o mais rápido possível. Essa é a função dos avisadores audiovisuais.

Figura 24 - Exemplos de avisadores

Em algumas edificações, tais como *shopping centers* e outros locais de concentração de público, o alarme só é transmitido aos usuários depois que as equipes de serviço (brigadas) confirmam o evento.

Isso é importante para evitar o pânico decorrente de falsos alarmes ou até mesmo de ações de vândalos. O retardo no aviso aos ocupantes do edifício não deve e não pode comprometer as ações de retirada das vítimas.

O volume acústico do som dos avisadores não pode ser tal que iniba a comunicação verbal. No caso de falta de intensidade de som em um ponto distante, deve ser aumentada a quantidade de equipamentos.

Os avisadores sonoros devem ser instalados, preferencialmente, na parede e a uma altura entre 2,20 e 3,50 metros, de forma embutida ou sobreposta.

O alarme pode ser do tipo gongo, sirene eletrônica, audiovisual ou visual cintilante (*flash*).

4.4.4 Acionadores Manuais

O acionador manual, também chamado de botoeira, é um dispositivo destinado a transmitir a informação de emergência, quando acionado manualmente. Deve ser instalado em local de maior probabilidade de trânsito de pessoas em caso de emergência, tais como nas saídas de áreas de trabalho, áreas de lazer, em corredores, etc.

Figura 25 - Exemplos de acionadores manuais

Ainda que o ambiente seja monitorado por detectores automáticos de incêndio, a percepção humana de um foco pode ser mais rápida em alguns casos. Portanto, faz-se necessária a instalação de acionadores manuais, além dos detectores automáticos.

O uso do acionador manual não se limita somente aos usuários da edificação, uma vez que também pode ser usado pelo bombeiro para emitir um alerta para determinado setor da edificação da central de alarme.

Durante o combate a incêndio o acionador manual também pode ser usado pelo bombeiro para emitir um alerta para determinado setor da edificação da central de alarme.

A distância máxima a ser percorrida pela pessoa até a botoeira é de 16 metros e a distância entre elas não deve ultrapassar 30 metros.

Cada pavimento da edificação deve possuir, pelo menos, um acionador manual, mesmo que a distância a ser percorrida seja inferior a 16 metros.

O acionador manual possui indicação visual de funcionamento, sirene interna com oscilador tipo fá-dó e acompanha martelo para quebra de vidro ou botão de acionamento.

4.5. Instalações prediais de gás liquefeito de petróleo (GLP)

As instalações prediais de gás liquefeito de petróleo, também conhecidas como centrais de GLP, são áreas devidamente delimitadas que contêm os recipientes e acessórios, tubulações e equipamentos destinados ao armazenamento e condução do gás para consumo da própria edificação.

O GLP é uma fonte de energia muito segura, com índices de incidentes mais baixos que quaisquer outras fontes, contudo, seu manuseio e utilização requerem cuidados especiais para o devido aproveitamento de forma eficiente e segura.

O Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal, por meio da NT-01/2000 e NT-05/2000, determinou que as edificações residenciais (prédios), comerciais, industriais e outras, dependendo da sua área construída e altura, possuam sistema canalizado de gás.

O petróleo é uma mistura de hidrocarbonetos compostos de diversos tipos de moléculas formadas por átomos de hidrogênio e carbono e em menor parte, de oxigênio, nitrogênio e enxofre, combinados de forma variável. O processo de refinação do petróleo consiste em separar essas misturas em faixas delimitadas, no qual certas características podem ser associadas aos produtos obtidos.

O refino do petróleo resulta em uma seqüência de produtos derivados. Entre eles estão, em ordem, os óleos combustíveis, a gasolina, o querosene, o diesel, a nafta e, finalmente, o gás liquefeito de petróleo. O GLP é o último da cadeia de extração, por ser o mais leve deles.

O gás de cozinha é um combustível formado pela mistura de hidrocarbonetos com três ou quatro átomos de carbono, geralmente 50% de propano e 50% de butano, podendo apresentar outras proporções de mistura e incluir pequenas frações de outros hidrocarbonetos.

Figura 26 - Figura de moléculas de butano e propano

Nas condições normais de temperatura e pressão (CNTP), o GLP, também conhecido como gás de cozinha, se apresenta em estado gasoso, mas, quando submetido a pressões relativamente altas, como é o caso do engarrafamento, ou quando resfriado, torna-se líquido. Por isso, é chamado de gás liquefeito de petróleo.

Os gases propano e butano são inodoros, porém é acrescentada uma substância orgânica (mercaptantes) para que produza odor, de fácil percepção em caso de vazamento. O GLP não é corrosivo, poluente e nem tóxico, mas se inalado em grande quantidade produz efeito anestésico.

O GLP é de fácil combustão. Transforma-se em gás simplesmente ao ser liberado na pressão atmosférica e queima ao entrar em contato com uma fonte de calor. Apresenta, também, elevado poder calorífico, ou seja, produz uma grande quantidade de calor em relação à massa (kg) por volume (m^3).

Figura 27 - Equivalência do poder calorífico do GLP

No estado gasoso, o GLP é mais pesado que o ar: 1 m^3 de GLP pesa 2,23 kgf. Com isso, em eventuais vazamentos, ele se acumula a partir do chão, expulsando o oxigênio e preenchendo o ambiente. Em nenhuma hipótese, os recipientes de GLP devem ser colocados próximos a subsolos, garagens e ralos, evitando assim o seu acúmulo nesses rebaixos.

Recipientes de GLP não devem ser colocados próximos a subsolos, garagens, ralos e outras aberturas inferiores, pois, em caso de vazamento, o acúmulo de gás nessas aberturas pode ocasionar risco de explosão.

4.5.1 Limites de inflamabilidade do GLP

Conforme visto no Módulo 1 deste manual, o limite de inflamabilidade de um combustível gasoso é a faixa de valores de concentração mínima e máxima do gás no ar para que a combustão possa ocorrer. Abaixo do limite mínimo, a mistura não queimará sem a presença contínua de uma fonte de calor externa. Acima do limite máximo, o gás age como diluente, não ocorrendo combustão.

Os limites de inflamabilidade inferior e superior do GLP são 2,1% e 9 %, respectivamente, expressos em porcentagem de volume de um vapor ou gás na atmosfera ambiente.

4.5.2Forma de armazenamento do GLP

O GLP é comercializado em diversos tipos de recipiente. A escolha do tipo de recipiente e da estrutura das instalações depende do uso que se pretende dar ao gás. Os diferentes modelos são definidos por normas técnicas e de segurança, as quais orientam tanto a fabricação de seus componentes, como sua instalação.

Os botijões são fabricados com chapas de aço, capazes de suportar altas pressões, segundo as normas técnicas de segurança da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

A instalação da central de gás é normalizada pela NBR nº 13.523; e as instalações internas de gás liquefeito pela NBR nº 13.932. No Distrito Federal, o Corpo de Bombeiros aborda o tema por meio da NT - 05/2000, ratificando pontos importantes das normas da ABNT.

O GLP pode ser armazenado em dois tipos de recipientes: transportáveis ou estacionários.

Recipientes estacionários são recipientes fixos, com capacidade superior a 0,25 metros cúbicos cada.

Recipientes transportáveis são os recipientes com capacidade até 0,25 metros cúbicos, construídos de acordo com a NBR nº 8.460, que podem ser transportados manualmente ou por qualquer outro meio. Não estão inclusos nessa classificação os recipientes utilizados como tanque de combustível de veículos automotores.

O GLP deve ser sempre armazenado em recipiente(s) identificado(s) mediante o uso de placa metálica, afixada em local visível, contendo:

- identificação da norma de construção;
- marca do fabricante e data de fabricação;
- capacidade volumétrica;
- pressão de projeto e de ensaio; e
- área total da superfície externa.

4.5.3Recipientes transportáveis

P-2

Características gerais:

- Peso: 2 kg.
- Volume: 4,8 litros.
- Comprimento: 24 cm.
- Diâmetro: 21 cm.

Os botijões de 2 kg, também conhecidos como P-2, foram concebidos para operar sem regulador de pressão, ou seja, sua utilização dispensa dispositivo que reduza a pressão, pois o gás sai do recipiente para o aparelho consumidor já na pressão de trabalho.

São indicados para fogareiros de acampamentos, lampiões a gás e maçaricos para pequenas soldagens. A válvula de saída de gás é acionada por uma mola, que retorna automaticamente quando da desconexão. É o único dos recipientes que não possui dispositivo de segurança destinado a aliviar a pressão interna do recipiente ou tubulação por liberação total ou parcial do produto para a atmosfera. Isso significa que o recipiente pode explodir quando submetido ao calor.

P-5

Características Gerais:

- Peso: 05 kg.
- Volume: 12 litros.
- Comprimento: 35 cm.
- Diâmetro: 33 cm.

P-13

Características gerais:

- Peso: 13 kg.
- Volume: 31 litros.
- Comprimento: 46 cm.
- Diâmetro: 36 cm.

Os botijões de 13 kg (P-13) são os recipientes de gás mais populares do país. São usados, basicamente, para cozinhar, tanto nas residências, como em bares e lanchonetes de pequeno porte. A válvula de saída de gás é acionada por uma mola, que retorna, automaticamente, quando da desconexão.

Possui uma **válvula de segurança**, o parafuso fusível (ou *plug*-fusível), fabricado com uma liga metálica de bismuto que derrete quando a temperatura ambiente atinge 78 ˚ C.

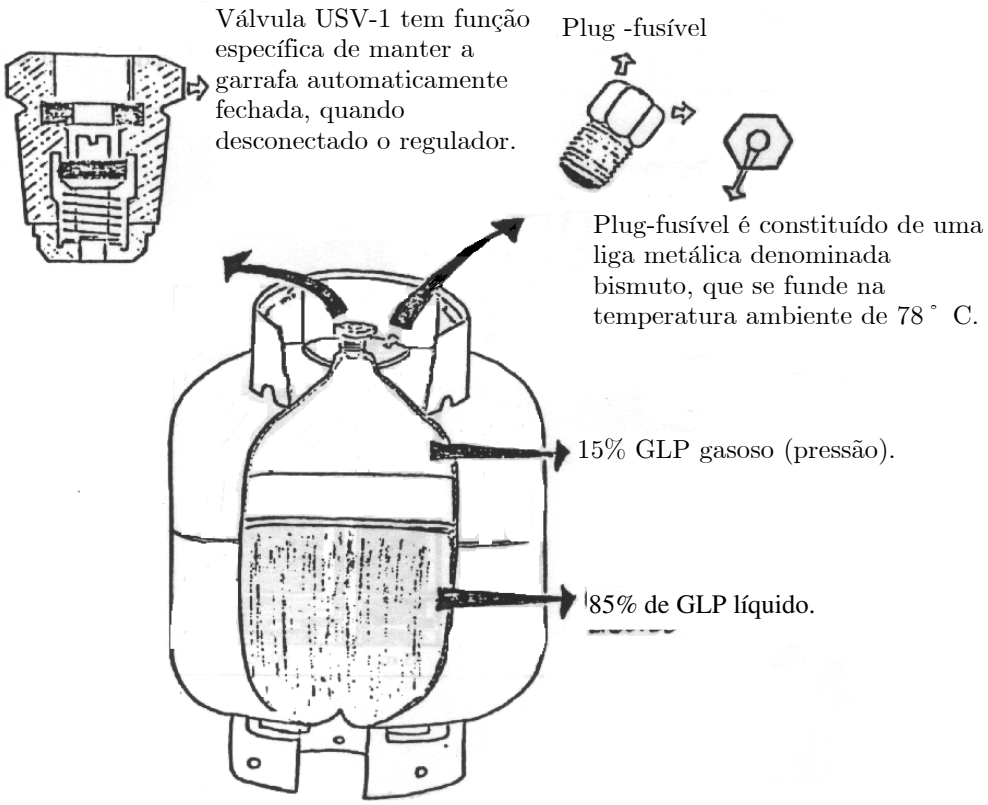


Figura 28 - Estrutura do Botijão P-13

Apesar de o botijão P-13 não explodir graças à válvula de segurança, o gás liberado em um vazamento pode causar explosão em ambientes confinados.

Tanto no P-5 quanto no P13, a válvula destes botijões (NBR 8614) também é do tipo automática e é própria para que seja encaixado um regulador de pressão doméstico.

O GLP distribuído em botijões deve ter sua pressão diminuída para que seja utilizado na maioria dos aparelhos (fogões, aquecedores), porém no caso do P-2, P-5 e P-13 é admitida sua utilização em alta pressão (sem regulador) em alguns aparelhos fabricados para uso em alta pressão como maçaricos, fogareiros, lampiões e alguns fogões industriais.

A tabela a seguir mostra a capacidade de vaporização natural de alguns tipos de botijão a uma temperatura ambiente de 20 ˚ C.

Tabela 1 - Características dos diversos tipos de botijão

Código	Volume líquido (litros)	Peso líquido (kg)	Capacidade de vaporização a 20°C
P-2	5,5	2	0,2 kg de gás/hora
P-5	12,0	5	0,4 kg de gás/hora
P-13	31,5	13	0,6 kg de gás/hora
P-20	48,0	20	0,8 kg de gás/hora
P-45	108,0	45	1,0 kg de gás/hora
P-90	216,0	90	2,0 kg de gás/hora
P-180	432,0	180	3,5 kg de gás por hora
P-190	456,0	190	3,7 kg de gás/hora

Fonte: Wikipédia.

Os botijões P-13 podem ser adotados em edificações residenciais até 15 metros de altura, conforme NT-01 CBMDF. Já o uso comercial de GLP de botijões P-13 só é autorizado pela NT-05 em estabelecimentos térreos, que constituam risco isolado (vide NT-02), em número máximo de três botijões não interligados, utilizando-se mangueiras revestidas de aço e válvula redutora de pressão e desde que seja assegurada boa ventilação no local de instalação. Além disso, deve-se dispor de detector de vazamento de gás no ponto de consumo.

Botijões P-13 não podem ser ligados em série. Cada ponto de consumo deve ser ligado diretamente a um único botijão.

Os botijões P-13 também podem ser utilizados em edificações de escritórios, desde que seu uso seja limitado em três unidades em pontos distintos, a fim de atender pequenas copas.

P-20

Características gerais:

- Peso: 20 kg.
- Volume: 48 litros.
- Comprimento: 89 cm.
- Diâmetro: 31 cm.

O GLP também pode ser utilizado como combustível para motores de veículos (empilhadeiras), as quais utilizam um recipiente especial de 20 kg (P-20). É o único vasilhame de GLP que deve ser utilizado na horizontal, pois todo o seu sistema é planejado para funcionar nessa posição.

P-45 e P-90

Características gerais:

- Peso: 45 kg e 90 kg.
- Volume: 108 litros e 216 litros.
- Comprimento: 130 cm e 121 cm.
- Diâmetro: 37 cm e 56 cm.

Os botijões de 45 e 90 kg, conhecidos respectivamente como P-45 e P-90, são indicados para as instalações centralizadas de gás, pois permitem maior versatilidade no uso do GLP. Servem tanto para abastecer forno e fogão, como para o aquecimento de água e ambiente, refrigeração e iluminação.

Tanto o P-45 quanto o P-90 são utilizados em residências, condomínios, restaurantes, lavanderias e indústrias ou por consumidores institucionais, como hospitais e escolas, sendo sua escolha dependente, principalmente, da demanda de consumo da edificação.

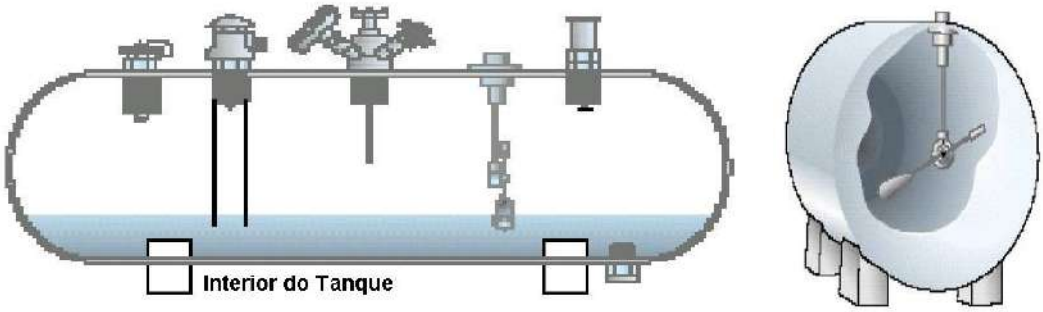
A válvula de passagem de gás nesses dois tipos de vasilhames é a de fechamento manual. Eles também são equipados com uma válvula de segurança, que libera a passagem do gás sempre que houver um grande aumento de pressão no interior do recipiente devido ao aquecimento do ambiente (aproximadamente 78 ˚ C).

Existem também os recipientes P-180 e P-190[13] que compõem centrais de GLP. Apesar de serem classificados como estacionários por definição, são tratados como transportáveis e podem ser abastecidos no local.

4.5.4Recipientes estacionários

Esses tipos de recipientes necessitam do abastecimento por meio de caminhão tanque no local onde estão instalados.

Os recipientes estacionários têm capacidade de armazenamento muito maior que os transportáveis. Os tanques variam de 500 kg a 4.000 kg ou mais de GLP. Muitas vezes a capacidade de armazenamento é medida em metros cúbicos.



Fonte: Manual instalaciones GLP CEPSA, ELF GAS S.A

Figura 29 - Recipiente estacionário

4.5.5Sistema canalizado de gás

Como dito anteriormente, o uso do GLP pode ser feito por meio de botijões pequenos, a fim de atender aparelhos de uso doméstico ou de baixo consumo (fogareiros, fogões de cozinha). Entretanto, para equipamentos de uso em larga escala, tais como: fogões industriais e semi-industriais, aquecedores ou ainda edificações de grande porte, faz-se

[13] As fotografias de recipientes existentes nesse item têm como fonte o site http://www.ultragaz.com.br/conexao/produtos/produtos.htm

necessário o dimensionamento de centrais de GLP, com distribuição canalizada.

O sistema canalizado de gás é um conjunto formado por tubulações, acessórios e equipamentos que conduzem o GLP da central (onde ficam os recipientes) até os diferentes pontos de consumo no interior de uma edificação.

As instalações de gás são projetadas e executadas por profissional devidamente habilitado, sendo seu projeto aprovado e vistoriado pelo Corpo de Bombeiros, seguindo os parâmetros das NBRs nº 13.523 , 13.932 e NT-05 do CBMDF.

O uso de centrais de GLP objetiva concentrar, em ambiente externo, toda a quantidade de gás que estaria distribuída por diversos botijões no interior da edificação. Isso facilita, sobremaneira, as ações de bombeiros, no que tange ao corte de fornecimento de GLP.

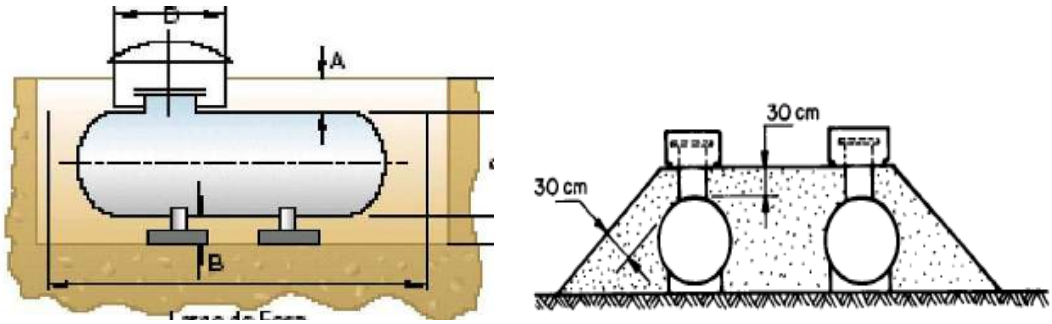
Como dito anteriormente, a central de gás é uma área devidamente delimitada que contém os recipientes transportáveis ou estacionários e acessórios destinados ao armazenamento de GLP para consumo da própria instalação.

Os cilindros transportáveis devem ser acondicionados em abrigos, construídos com material não inflamável, com tempo de resistência ao fogo de, no mínimo, 2h (duas horas) e conter aberturas de 10% de sua área para possibilitar a ventilação natural.

Figura 30 - Central de GLP

Os recipientes e os dispositivos de regulagem inicial da pressão do GLP (reguladores) não devem ficar em contato direto com a terra, nem estar localizados em locais sujeitos a temperaturas excessivas ou acúmulo de água de qualquer origem.

Os cilindros estacionários ficam acomodados em centrais aéreas, aterradas ou enterradas (subterrâneas), enquanto os cilindros transportáveis são acondicionados em abrigos especialmente construídos para tal (ver Figura 30).



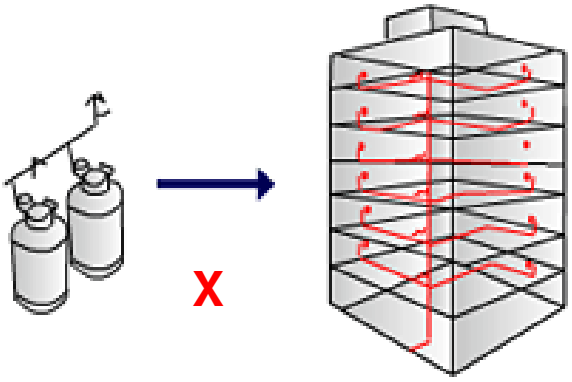
Fonte: Manual instalaciones GLP CEPSA, ELF GAS S.A e NBR 13.523

Figura 31 – Exemplo de central enterrada e central aterrada

A central de gás, independente do tipo de recipiente, deve estar sinalizada, protegida por extintores e fora da projeção da edificação.

A central de gás com recipientes estacionários deve ser delimitada por meio de cerca de tela, gradil ou elemento vazado com 1,80 metros de altura, contendo, no mínimo, dois portões em lados opostos ou locados no mesmo lado nas extremidades, assegurando a ventilação da área. Excetua-se a central subterrânea, a qual poderá ser delimitada por estacas e correntes.

A central de GLP deve ser localizada fora da projeção (limites) da edificação. A distância da central à edificação dependerá da quantidade de gás que a central contiver, conforme tabela abaixo:



X = Distância de segurança (depende da capacidade de armazenamento de GLP).

Tabela 2 - Tabelas 1 e 2 da NBR nº 13.523

Recipientes transportáveis		**Recipientes estacionários**	
Quantidade de GLP (kg)	Afastamento (m)	Capacidade do reservatório (m^3)	Afastamento (m)
Até 540	0	Até 1,0	0
De 540 a 1.080	1,5	de 1,1 a 2,0	1,5
De 1.080 a 2.520	3,0	de 2,1 a 5,5	3,0
De 2.520 a 4.000	7,5	de 5,6 a 8,0	7,5

A NT-05 abre exceção para edificações já existentes nas quais ficarem devidamente comprovado, por meio de documentos oficiais, que não dispõem de espaço fora da sua projeção para a instalação da central de GLP. Nesse caso, a central poderá ser instalada dentro da projeção, desde que o local apresente as condições de segurança exigidas pelo Corpo de Bombeiros.

Além dos afastamentos de projeções, existem também os afastamentos de segurança, que distanciam a central de possíveis fontes de riscos, tais como outros reservatórios de inflamáveis, locais que propiciem acúmulo de gás (grelha, acesso de subsolo, ralo, etc.), fontes de ignição, rede elétrica, etc.

Nas centrais com recipientes transportáveis (P-45 e P-90) os cilindros são trocados pela companhia abastecedora. Já os recipientes maiores (de P-180 acima) e recipientes estacionários são abastecidos no local, por meio de caminhões-tanque.

De acordo com as NBRs nºs 13.523 e 14.024, a ação de abastecimento da central deve considerar a localização segura do estacionamento do caminhão abastecedor. A mangueira de abastecimento não pode passar em locais de concentração de público e o local da operação deve estar sinalizado e supervisionado, dentre outros procedimentos de segurança especificados.

A canalização que transporta o GLP da central até o ponto de consumo dispõe de vários acessórios, tais como: coletor, dispositivo de segurança, válvula de retenção, regulador de pressão, válvula de bloqueio, válvula de excesso de fluxo, medidores de consumo e registro de corte geral, de prumada e local. Para os bombeiros, os registros de corte são os que mais interessam, porque são responsáveis por cortar o fornecimento do gás.

O sistema de gás canalizado pode ser dividido em rede de alimentação (compreende o trecho entre os recipientes de GLP e o regulador de primeiro estágio ou estágio único) e rede de distribuição primária e secundária (compreende toda a tubulação e os acessórios, após o regulador de primeiro estágio ou estágio único) até os pontos de consumo do gás. Para maior entendimento sobre a rede de alimentação e a distribuição, vide figura esquemática de instalações de gás ao final deste capítulo.

O regulador de primeiro estágio é o dispositivo destinado a reduzir a pressão do gás do tanque de aproximadamente 1,7 MPa para o valor de, no máximo, 150 kPa (1,5 kgf/cm^2).

O regulador de segundo estágio ou estágio único é o dispositivo destinado a reduzir a pressão do gás, antes de sua entrada na rede secundária, para um valor adequado ao funcionamento do aparelho de utilização de gás abaixo de 5 kPa (0,05 kgf/cm^2).

A tubulação de GLP caracteriza-se por possuir cor amarela, o que ajuda na identificação, manutenção e fiscalização.

É terminantemente proibido conduzir GLP em fase líquida ao interior da edificação. Quando exposto às condições normais de temperatura e pressão, o GLP na fase líquida aumenta seu volume em 250 vezes ao passar para o estado gasoso. Se, por ventura, a canalização que estiver transportando GLP na fase líquida dentro da edificação se

romper, um pequeno vazamento, por menor que seja, significará uma quantidade considerável de gás no ambiente.

A canalização de GLP não deve passar em locais sem ventilação, tais como tetos falsos (ou forros), pisos falsos ou outros compartimentos que possibilitem o acúmulo do gás em caso de vazamentos, acarretando, dessa forma, um risco de explosão.

Quando a rede de distribuição precisar ser embutida em paredes de alvenaria ou qualquer outro local que não possua plena estanqueidade, ela deverá ser recoberta (envelopada) por uma camada de concreto, com, no mínimo, 3 cm (três centímetros) de espessura ou provida de tubo-luva[14].

Na canalização de GLP, estão instalados equipamentos de extrema importância para os bombeiros: os **registros de corte**. A guarnição de bombeiros pode encontrá-los, primeiramente, na central de gás; em um segundo momento, nas subidas das prumadas (em geral pelo teto nos subsolos de garagem ou em pilotis), além de vê-los nas caixas de medidores e nos pontos de consumo.

Figura 33 - Registros de corte na central, na prumada e no ponto de consumo, respectivamente

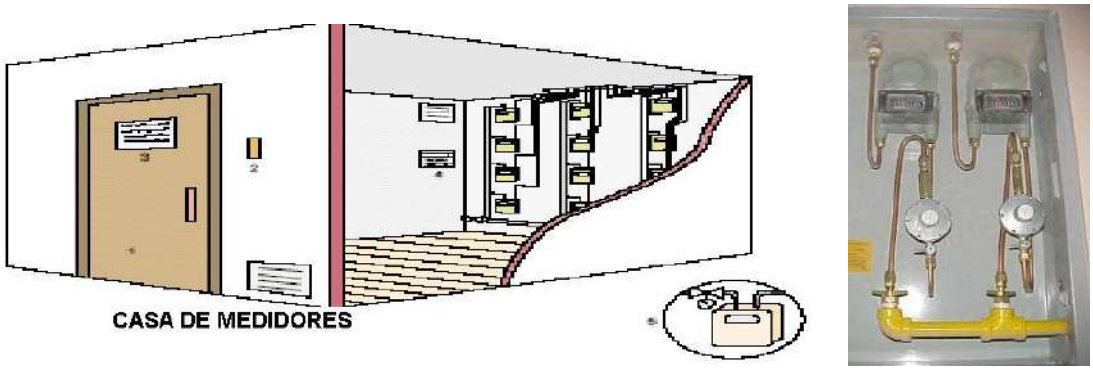
O corte de fornecimento de gás deve ser feito no registro de corte geral, localizado na central. Também é possível interromper o fluxo

[14] De acordo com a NBR nº 13.932, tubo-luva é o tubo no interior do qual a tubulação de gás é montada e cuja finalidade é impedir o confinamento de gás em locais não ventilados.

de gás por meio de registro de corte setorial na subida das prumadas ou no quadro dos medidores de consumo[15].

Se o vazamento for no aparelho (fogão, forno, aquecedor), deve-se fechar diretamente na entrada do ponto do consumo. Ressalte-se que, mesmo depois de interrompido, ainda existirá com uma certa quantidade de gás nas tubulações. Por isso, os bombeiros não podem desconsiderar os riscos de ignição decorrentes do gás residual na canalização, se ele for liberado para o ambiente.

Em casos de emergência em edificações com central de gás, os bombeiros devem, prioritariamente, interromper seu fluxo por meio dos registros de corte.



Fonte: Manual instalaciones GLP CEPSA, ELF GAS S.A.

Figura 34 - Registro de corte em medidores

O registro de corte geral pode ser encontrado na central de gás ou em suas proximidades. Em caso de emergência, seu fechamento é considerado o procedimento padrão.

[15] É pouco usual, mas é possível encontrar medidores de consumo agrupados num único local, no térreo da edificação, chamada de casa de medidores.

A próxima figura esquemática mostra, como círculos em vermelho, os possíveis pontos de corte do suprimento de gás:

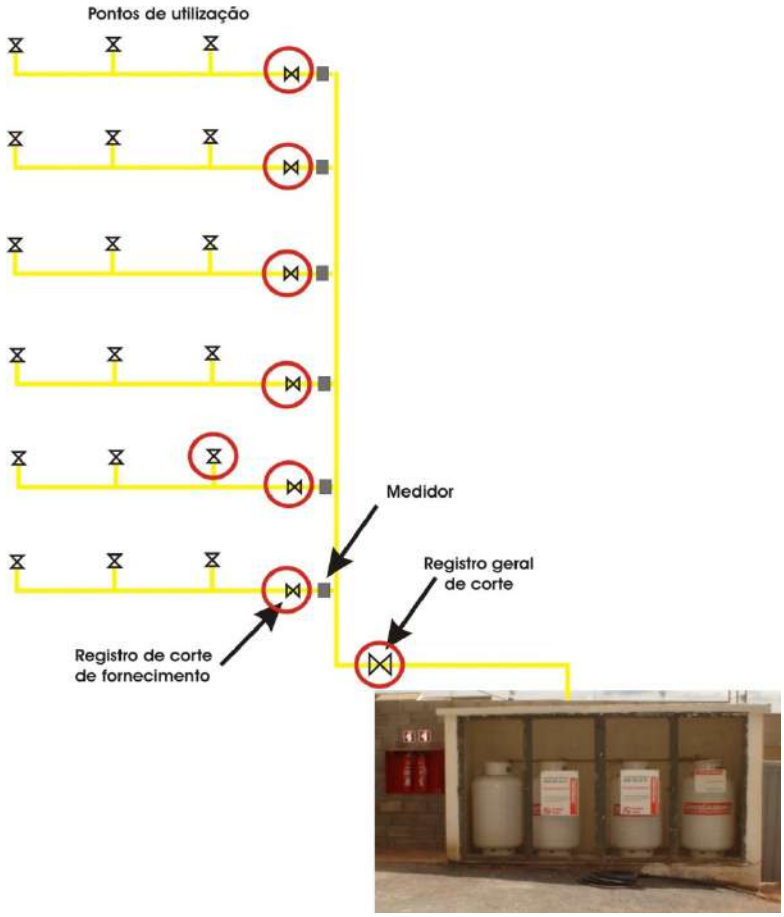


Figura 35 - Esquema das instalações de gás

4.6. Extintores de incêndio

A instalação de extintores de incêndio nos edifícios justifica-se pela necessidade de efetuar o combate ao fogo, imediatamente, após o seu surgimento, a fim de evitar que a situação se agrave e saia do controle.

É fato comprovado que a maioria dos incêndios tem origem a partir de pequenos focos. Logo, o uso do extintor é primordial para debelar os incêndios na sua fase inicial. Toda pessoa, independente de ser bombeiro ou não, tem capacidade de utilizar corretamente o aparelho extintor.

A forma de utilização dos extintores portáteis será apresentada no Módulo 6.

Figura 36 - Exemplos de extintores

4.6.1Aspectos gerais

Alguns aspectos devem ser observados na instalação do sistema de extintores:

- quando houver diversificação de risco em uma mesma edificação, os extintores serão distribuídos de modo a se adequarem à natureza do risco existente dentro da área protegida (combustíveis sólidos comuns, líquidos inflamáveis, etc). Hoje, várias edificações já adotam a cobertura para as classes de incêndio A, B e C;
- quando a edificação possuir riscos especiais tais como: casas de caldeiras, casas de força elétrica, casas de bomba, queimadores, casas de máquinas, central de GLP, galerias de transmissão e similares devem ser protegidos por unidades extintoras extras, independentemente da proteção geral da edificação.

A instalação dos extintores é normalizada pela NBR nº 12.693 e pela NT-03/2000 CBMDF.

Para um aproveitamento eficiente do sistema de proteção por extintores, o seu correto dimensionamento é fundamental. Além disso, o extintor deve estar devidamente sinalizado, o acesso permanentemente desobstruído e seguir, regiamente, os parâmetros da norma.

Figura 37 – Sinalização de coluna e demarcação de piso

Figura 38 – Sinalização de extintor

Essencial também é que os usuários da edificação conheçam a localização dos aparelhos extintores e, principalmente, como utilizá-los em caso de princípio de incêndio.

Os extintores de incêndio são divididos em duas categorias:

1. Sistema de extintores portáteis, e
2. Sistema de extintores sobre rodas.

Extintor de incêndio portátil é aquele que pode ser transportado manualmente, sendo que sua massa total não deve ultrapassar 20kg. Os extintores de CO_2 fabricados de acordo com normas anteriores à norma atual de 2006 do Inmetro podem exceder o limite de 20 kg. Extintor sobre rodas é aquele cuja massa total ultrapasse 20kg, montado sobre dispositivo dotado de rodas.

Em uma edificação, no mínimo, 50% do número total de unidades extintoras, exigidas para cada risco, deve ser constituído por extintores portáteis.

Os extintores sobre rodas devem estar no mesmo nível do risco a ser protegido e o acesso livre de barreiras, tais como:

- portas estreitas,
- degraus, e
- soleiras ou qualquer outra que dificulte ou impeça seu acesso.

Recomenda-se o uso de sistemas de proteção sobre rodas de instalação para as seguintes atividades:

- instalações de produção e manipulação, armazenamento e distribuição de derivados de petróleo e/ou solventes polares; e
- riscos de incêndio de classe C, como motores elétricos, transformadores refrigerados a óleo e acessórios elétricos.

É obrigatório o emprego do extintor sobre rodas nos seguintes estabelecimentos: postos de abastecimento, lavagem e lubrificação; depósitos de gás liquefeito de petróleo (GLP), com capacidade superior a 1560 kg; depósitos de inflamáveis e outros estabelecimentos, a critério do Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal.

Figura 39 - Extintor sobre rodas

Os extintores podem ser locados interna ou externamente à área de risco a proteger. Se na parte externa, o extintor deverá estar protegido contra intempéries e danos físicos em potencial.

Para a instalação dos extintores portáteis devem ser observadas as seguintes exigências:

1. quando for fixado em parede ou coluna, o suporte deve resistir a 3 vezes a massa total do extintor;
2. a posição da alça de manuseio não deve exceder 1,60 metro do piso acabado;

Figura 40 - Extintor sobre suporte na parede

3. a parte inferior deve guardar distância de, no mínimo, 0,20 metro do piso acabado;

4. o extintor não deve ficar em contato direto com o piso;

Figura 41 - Extintor sobre suporte a 0,20m do piso

5. deve ser posicionado em local onde a probabilidade de bloqueio pelo fogo seja pequena ou nula;
6. seja visível, para que todas as pessoas fiquem familiarizadas com a sua localização;
7. permaneça protegido contra intempéries e danos físicos em potencial;
8. não fique obstruído por pilhas de mercadorias, matérias-primas ou qualquer outro material;
9. posicionado próximo ao acesso do ambiente que se deseja proteger (junto às áreas de riscos);
10. sua remoção não seja dificultada por suporte, base ou abrigo; e
11. não fique instalado em escadas.

Nas construções destinadas a armazéns ou depósitos em que não haja processos de trabalho, a não ser operações de carga e descarga, é permitida a colocação dos extintores em grupos e próximos às portas de entrada e/ou saída. Além disso, nas áreas industriais e depósitos, deve ser

pintado de vermelho um quadrado com 0,70m de lado com bordas amarelas de 0,15m de largura no piso sob o extintor, a fim de evitar que seu acesso seja obstruído.

Figura 42 – Sinalização de piso e de coluna para extintores

4.6.2Dimensionamento para as classes de incêndio

O sistema de proteção por extintores deve ser dimensionado considerando-se:

- classe ocupacional de risco (se o risco leve, médio ou grande, conforme a NBR no 12.693);
- área de proteção (tamanho propriamente dito, em metros quadrados);
- distância máxima a ser percorrida (distância entre usuário até chegar ao extintor);
- natureza do fogo a ser extinto (classe de incêndio);
- agente extintor a ser utilizado (exemplo: água, pó para extinção de incêndio ABC, CO2); e
- capacidade extintora – cabe aqui relembrar o conceito abordado no Módulo 1, no qual, resumidamente, a capacidade extintora é dada como a medida da eficiência (poder) de extinção do aparelho extintor.

Para incêndio classe A

A capacidade extintora mínima dos extintores de incêndio, a área protegida e as distâncias máximas a percorrer até chegar ao extintor, para as classes de riscos isolados, estão previstas na Tabela 3.

Tabela 3 - Determinação da unidade extintora, área e distância a percorrer em incêndio classe A

	Risco pequeno	Risco médio	Risco grande
Unidade extintora	2A	2A	2A
Área máx. protegida pela capacidade extintora de 1ª	270 m²	135 m²	90 m²
Área máxima protegida por extintor	800 m²	800 m²	800 m²
Distância máxima a percorrer até o extintor	20m	20m	20m

A capacidade extintora mínima é a de um só extintor ou a soma das capacidades extintoras de vários extintores, respeitando-se o mínimo estabelecido na Tabela 4, por tipo de risco.

Os requisitos de proteção podem ser satisfeitos com extintores de capacidade extintora maior, contanto que a distância a percorrer até o aparelho não seja superior a 20 metros.

Tabela 4 - Área máxima a ser protegida por extintor, em m²

Extintores de classe A	Risco pequeno	Risco médio	Risco grande
2 A	540	270	-
3 A	800	405	-
4 A	800	540	360
6 A	800	800	540
10 A	800	800	800
20 A	800	800	800
30 A	800	800	800
40 A	800	800	800

Para incêndio classe B

Os riscos de incêndio classe B dividem-se em duas categorias:

1- Líquidos com profundidade até 6 mm.

O fogo atinge líquidos inflamáveis com pouca profundidade, tais como derramamento de combustíveis em superfícies abertas, vapores liberados de recipientes ou tubulação.

- A unidade extintora mínima dos extintores e as distâncias máximas a percorrer estão previstas na Tabela 5.
- Extintores com capacidade extintora inferior às designadas para risco pequeno podem ser utilizados, mas não devem ser considerados para atender aos requisitos da Tabela 5, ou seja, não são considerados como válidos para o dimensionamento do sistema.

Tabela 5 - Determinação da unidade extintora e distância a percorrer para incêndio classe B

Tipo de risco	Unidade extintora	Distância máxima a percorrer (m)
Pequeno	10B	10
	20B	15
Médio	20B	10
	40B	15
Grande	40B	10
	80B	15

2- Líquidos inflamáveis com profundidade superior a 6 mm

Essa categoria envolve fogo em líquidos inflamáveis em profundidades apreciáveis, considerados como riscos pontuais, tais como tanques com superfícies abertas, geralmente, encontrados em indústrias e oficinas.

- Para essa categoria, deve ser considerada a proporção de 20B para cada metro quadrado de superfície de líquido inflamável.
- A distância máxima a percorrer não deve exceder a 15 m.
- Extintores de espuma mecânica podem ser considerados na proporção de 10B de capacidade extintora para cada metro quadrado de área de risco pontual.
- As unidades extintoras devem ser correspondentes a um só extintor, não podendo fazer combinações de dois ou mais extintores, a exceção dos extintores de espuma mecânica.

Para incêndio classe C

Os extintores necessários à classe C devem utilizar agentes extintores não condutores de eletricidade, com o intuito de proteger os operadores em situações onde são encontrados equipamentos energizados.

Os extintores para incêndio classe C devem ser selecionados segundo:

- as dimensões do equipamento elétrico;
- a configuração do equipamento, particularmente a carcaça;
- o efetivo alcance do fluxo do agente extintor; e
- a soma dos materiais que resultem em incêndio classe A e/ou B.

Quando a energia de um equipamento elétrico estiver desligada, o fogo a ser extinto adquire as características de incêndios classe A e/ou B.

Para incêndio classe C, os extintores devem estar locados pontualmente, ou seja, estar bem próximos ao equipamento que se deseja proteger.

Figura 43 – Exemplo de equipamento energizado

Para incêndio classe D

A determinação do tipo e quantidade de agente extintor deve ser baseada no material combustível específico, na sua configuração, na área a ser protegida e nas recomendações do fabricante do agente extintor.

A distância máxima a ser percorrida para a classe D de incêndio é de 20 m.

4.7. Hidrantes de parede

O sistema de proteção por hidrantes é uma rede hidráulica, que facilita o combate ao incêndio. Destina-se à proteção dos bens materiais contidos na área onde estão instalados e, indiretamente, também protegem vidas humanas, uma vez que controlam o incêndio em seu estágio inicial, evitando que se desenvolva e comprometa a segurança dos ocupantes de todo edifício.

O sistema de hidrante é composto de um reservatório (caixa d'água) que pode ser elevado ou subterrâneo, bombas de incêndio (regra

para maioria dos casos), tubulações hidráulicas, peças hidráulicas (registros, válvulas e conexões), registro de manobra com adaptação de engate rápido para acoplar as mangueiras (juntas *storz*), abrigo de mangueiras, acessórios (mangueiras, esguichos e chave de mangueira) e registro de recalque.

Os hidrantes são exigidos, obrigatoriamente, nos edifícios residenciais multifamiliares, comerciais, industriais e demais ocupações, conforme determinação de norma específica, no caso do Distrito Federal a NT-01/2000-CBMDF.

Os hidrantes são dimensionados por engenheiros, objetivando a extinção de incêndio por meio de uma descarga de água adequada ao risco que visam eliminar.

Mesmo em locais equipados com sistemas automáticos de extinção de incêndio (exemplo: sistema de proteção por chuveiros automáticos), os hidrantes são indispensáveis, pois servirão como meios auxiliares ou complementares na extinção de incêndios.

Os hidrantes são acionados manualmente e estão instalados nos edifícios para utilização pelo Corpo de Bombeiros e/ou brigadas de incêndio, mas nada impede que os próprios ocupantes, em situações de emergência, os utilizem, bastando para tal o treinamento adequado.

Os hidrantes de parede são projetados para as guarnições de combate a incêndio e devem ser utilizados durante as ações de combate.

Antes de se falar propriamente do sistema de proteção, é importante que algumas definições sejam apresentadas para melhor compreensão do que será tratado posteriormente.

Figura 44 - Hidrante de parede

- **Hidrante de parede**: dispositivo pertencente à própria edificação, com características específicas descritas em norma, o qual permite o fácil engate de uma mangueira de incêndio, fornecendo água para realização de um combate a incêndio.
    - **Abrigo**: local destinado ao acondicionamento da mangueira de incêndio e do esguicho para que fiquem protegidos contra intempéries e danos mecânicos e em condições de serem utilizados.
    - **Esguicho**: dispositivo colocado na extremidade da mangueira de incêndio que tem por função esguichar água para combate a incêndio. O tipo mais comum é o agulheta que fornece um jato compacto e sem regulagem. Por isso, é de extrema importância que o bombeiro adentre em uma edificação sinistrada levando seu próprio esguicho regulável para as ações de combate.

As guarnições de combate a incêndio devem utilizar seu próprio esguicho regulável.

- **Lance de mangueira**: comprimento de uma mangueira de incêndio sem interrupção.
- **Linha de mangueira**: conjunto de lances de mangueiras devidamente unidos por engate do tipo *storz*.
- **Mangueira de incêndio:** mangueira que obedece às especificações prescritas na NBR nº 11.861.
- **Registro de gaveta**: conexão destinada ao fechamento do fluxo de água da canalização do sistema de hidrante de parede, geralmente localizado próximo ao reservatório de água.
- **Registro globo**: conexão que compõe o hidrante de parede e o hidrante de recalque. Sua finalidade é prover as mangueiras de incêndio de água e admitir o recalque das viaturas do Corpo de Bombeiros.

No hidrante de parede, o operador disporá de chave de mangueira, esguicho agulheta ou regulável (este último somente para alguns tipos de edificações) e dois lances de mangueira de 15 metros cada (não são aceitos lances maiores ou menores). Os abrigos devem estar devidamente sinalizados.

Apesar desses equipamentos serem obrigatórios, os bombeiros devem levar seu próprio equipamento de combate (descrito no Módulo 3 do presente manual).

- **Bomba de pressurização**: equipamento destinado a fornecer ao sistema de hidrantes de parede a pressão necessária para o combate ao incêndio.
- **Tanque de pressão**: aparelho que mantém a rede de hidrantes sempre pressurizada.
- **Manômetro**: aparelho medidor da pressão estática.
- **Pressostato**: aparelho destinado ao acionamento automático das bombas de pressurização, por intermédio da calibragem da pressão.

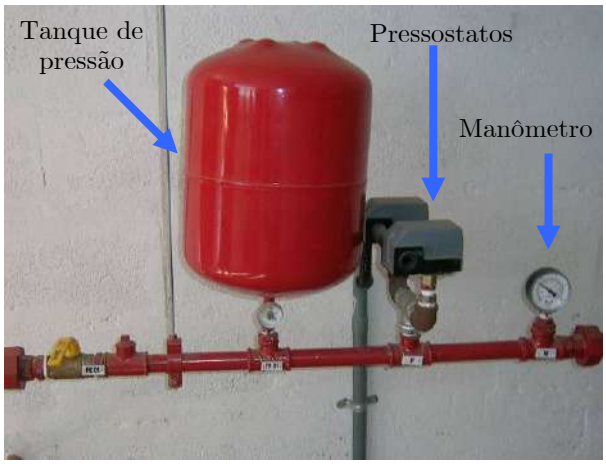


Figura 45 - Tanque de pressão, manômetro e pressostato

- **Válvula ou chave de fluxo**: aparelho que aciona, automaticamente, as bombas de pressurização, por intermédio da detecção do fluxo de água.
- **Válvula de retenção**: conexão destinada a permitir o fluxo de água apenas em um sentido.

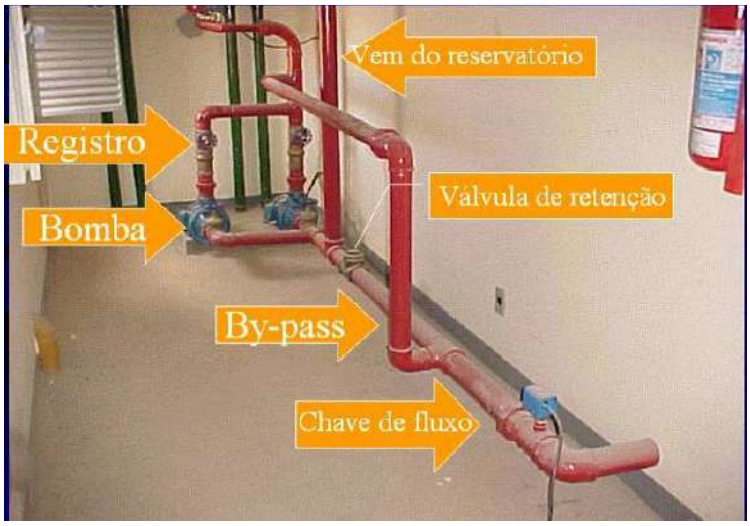


Figura 46 - Canalização da água

- ***By-pass***: derivação na rede hidráulica de incêndio que garante o funcionamento do sistema de hidrantes por gravidade.

- **Hidrante de recalque:** também conhecido por hidrante de passeio, é o dispositivo localizado externamente à edificação que permite a pressurização do sistema de hidrantes. As instalações mais recentes contêm uma válvula de fluxo.

Figura 47 - Hidrante de passeio

Para melhor entendimento e análise do sistema, o presente estudo dar-se-á seguindo a circulação da água, ou seja, reservatório – bombas – canalização – hidrantes – mangueiras – recalque.

O reservatório de um sistema de hidrantes, geralmente, fica na parte superior da edificação, admitindo-se sua localização na parte inferior, desde que o autor do projeto esclareça o motivo da impossibilidade da utilização do reservatório superior e que tal alteração seja apresentada ao Corpo de Bombeiros e seja devidamente aprovada.

Um forte argumento para a aceitação de alimentação inferior são as limitações estruturais, pois o peso do reservatório pode inviabilizar a adequação da edificação à legislação atual; ou quando da elaboração de um novo projeto, no qual as reservas prescritas são maiores, exigindo um super-dimensionamento dos pilares de sustentação.

É no reservatório superior que está contida a **Reserva Técnica de Incêndio** (RTI), a qual é uma parte da capacidade do reservatório de água da edificação, exclusiva para uso em caso de incêndio.

Seu volume varia de edificação para edificação, conforme a classe de risco da ocupação[16] e a área construída da edificação. O dimensionamento da RTI, bem como de todo sistema, está descrito na NT-04/2000.

O volume mínimo de uma RTI de uma ocupação residencial e comercial é de 4.200 litros e 6.600 litros, respectivamente. Esses valores sofrem acréscimo à medida que a área fica maior. Note que os valores mínimos são aproximados ao volume de água das viaturas de combate a incêndio.

Isso significa dizer que, na pior das hipóteses, comparativamente falando, haverá uma viatura tipo ABT dentro da edificação à disposição do Corpo de Bombeiros para o combate, o que permite um tempo de autonomia, até que se estabeleçam formas de abastecimento das viaturas.

[16] O risco de uma edificação é determinado pela NT-02/2000 CBMDF que se utiliza dos parâmetros da Tarifa Seguro Incêndio do Brasil.

Logo, o uso de sistema de proteção por hidrantes deve ser sempre levado em consideração em uma situação de combate a incêndio no plano vertical e em grandes edificações. Importante lembrar que, dependendo do tipo de edificação, o volume da RTI pode ser muito superior a qualquer meio de abastecimento ou à soma de todos os volumes de água das viaturas de combate a incêndio. Exemplo: *Shopping Centers* de 32.000 m^2 dispõe de, no mínimo, 50.300 litros de água.

As guarnições devem sempre priorizar o uso dos hidrantes de parede da edificação nas ações de combate a incêndio.

Para que se garanta a funcionalidade do sistema, o Corpo de Bombeiros determina que todos os reservatórios sejam resistentes ao fogo por, no mínimo, quatro horas.

Os reservatórios, geralmente, são feitos de concreto armado, com 20 cm de espessura. Caso o reservatório seja de cimento-amianto, de polietileno ou qualquer outro material que possua baixa resistência ao fogo, exige-se que seja colocado fora da projeção da edificação, no mínimo, a 3 metros de distância.

Entretanto, independente do tipo e locação do reservatório, a reserva técnica de incêndio deve ser garantida pela diferença de nível entre a canalização de consumo normal, que sai pela lateral do reservatório, e a de incêndio, que sai pelo fundo do reservatório. Isso ocorre porque não se exige um reservatório específico só para RTI.

A NT-04/2000, conjuntamente com a NBR nº 13.714, estabelecem pressão[17] e vazões[18] para o combate. Para que haja uma

[17] A NT-04/2000 exige pressão residual no ponto do esguicho entre 10 mca (1 Kgf/cm^2) e 40 mca (4 Kgf/cm^2).

pressão mínima de 10 mca (metros de coluna d'água) ou 1kgf/cm^2 em todos os esguichos dos hidrantes de parede da edificação, o sistema é projetado com duas bombas instaladas para pressurização, com independência da rede elétrica geral[19], uma principal e outra reserva, de acionamento automático e manual, onde a água do reservatório é bombeada por uma canalização[20] de aço, cobre ou ferro galvanizado até o hidrante de parede onde houve a abertura do registro.

Pode acontecer de, por negligência ou desconhecimento dos usuários, o quadro de automação das bombas estar em ponto neutro (desligado) ou em acionamento manual, o que impede o acionamento automático das bombas, obrigando o bombeiro a ir até à casa de máquina realizar a reversão do quadro.

Se a edificação possui sistema de bombas e a água não está tendo pressão suficiente no esguicho, o bombeiro deve realizar a reversão do quadro na casa de máquinas.

O esquema a seguir ilustra que, mesmo cortada a energia de consumo do prédio pelos bombeiros (chave geral), a energia que vem da concessionária continuará a alimentar as bombas de incêndio.

[18] A NT-04/2000, Tabela 3, estabelece as vazões mínimas para cada risco.
[19] Mesmo desligando a rede geral do prédio, as bombas de incêndio têm suprimento de energia garantido.
[20] O diâmetro da canalização pode ser de 63 mm ou 50 mm dependendo da classe de risco da edificação.

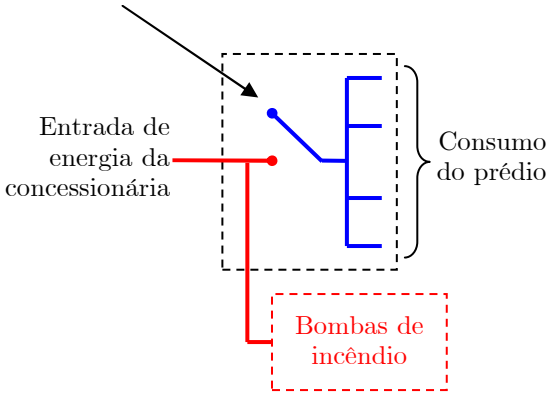


Figura 48 - Esquema de ligação das bombas de incêndio

Desligar a chave geral de energia da edificação não afeta o sistema de bombas de incêndio.

Esquema do sistema de hidrante que vai da casa de bombas até o hidrante de recalque:

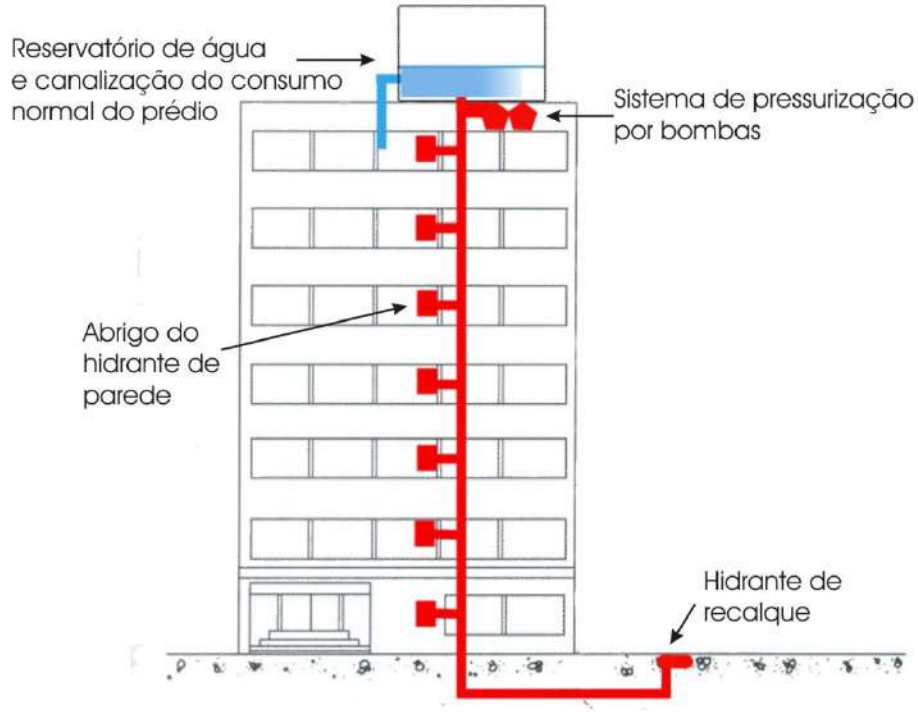


Figura 49 - Esquema vertical do sistema de hidrante de parede

Note-se que o sistema é totalmente interligado a um hidrante que se localiza no térreo da edificação, chamado hidrante de recalque que tem a função de permitir a pressurização do sistema por meio das bombas das viaturas de combate a incêndio. Sendo assim, em caso de falhas nas duas bombas ou fim da RTI do prédio, os bombeiros podem pressurizar a rede predial utilizando o sistema de bombas da viatura. Para isso, é necessário apenas:

- conectar a mangueira no hidrante de recalque que fica no passeio ou na entrada do prédio, e
- pressurizar.

O hidrante de recalque deve ser dotado de uma válvula de retenção que impeça o fluxo de água da edificação para a viatura. Dependendo da altura do edifício pressurizado, a coluna d'água pode ocasionar danos ao corpo de bombas da viatura de combate a incêndio.

Entretanto, edificações antigas podem não possuir essa válvula. Isso pode ser observado abrindo-se o registro. Se existir válvula de retenção, não sairá água ao se abrir o registro do hidrante de recalque (ver Figura 50).

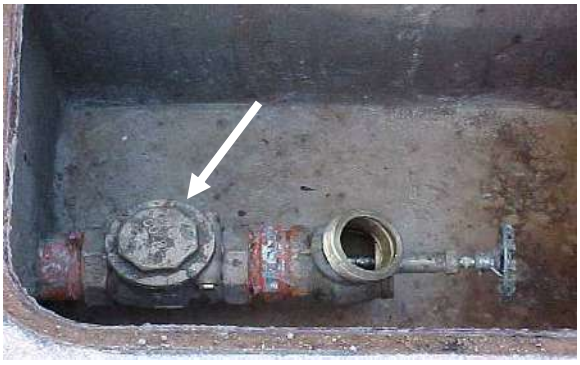


Figura 50 - Hidrante de recalque com válvula de retenção

Essa caixa deve possuir uma tampa com a inscrição INCÊNDIO, para uma identificação mais rápida pelos bombeiros, uma

vez que a pressurização da rede é prioridade. Entretanto, em muitas vezes, a tampa que cobre esse dispositivo é idêntica às tampas de caixa de esgoto, água e cabeamento, o que exige dos bombeiros maior esforço e tempo para sua localização.

Caso o recalque não seja encontrado, pode-se fazer a pressurização pelo hidrante de parede mais próximo, geralmente no pavimento térreo. Entretanto, esse método deve ser evitado por haver uma redução significativa da pressão no pavimento em que está se realizando o combate.

Na pressurização, é importante atentar para duas coisas: primeiro, na manobra de pressurização da rede tanto do hidrante de recalque como do hidrante de parede mais próximo, não esquecer de abrir o registro; segundo, no uso improvisado do hidrante de parede, deve-se tomar o cuidado de abrir o registro somente depois de ter formado a coluna d'água com a viatura, pois caso este não possua válvula de retenção, o corpo de bombas da viatura pode ser danificado.

Outra informação relevante sobre o sistema de hidrante refere-se às válvulas de retenção localizadas na entrada do reservatório, que impedem que a água pressurizada pela viatura abasteça o reservatório, danificando as bombas de incêndio do prédio[21] e impedindo uma pressão suficiente no pavimento em que se está realizando o combate.

Entretanto, edificações antigas podem não ter essa válvula. Se os bombeiros já tiverem pressurizado o sistema e ainda não houver pressão suficiente no esguicho, devem fechar o registro do reservatório (caixa d'água), a fim de que o circuito seja fechado e a pressão se torne suficiente para o combate.

[21] O fluxo contrário à circulação normal do sistema ocasiona uma rotação prejudicial nos engenhos das bombas de incêndio.

Figura 51 - Exemplo de registro

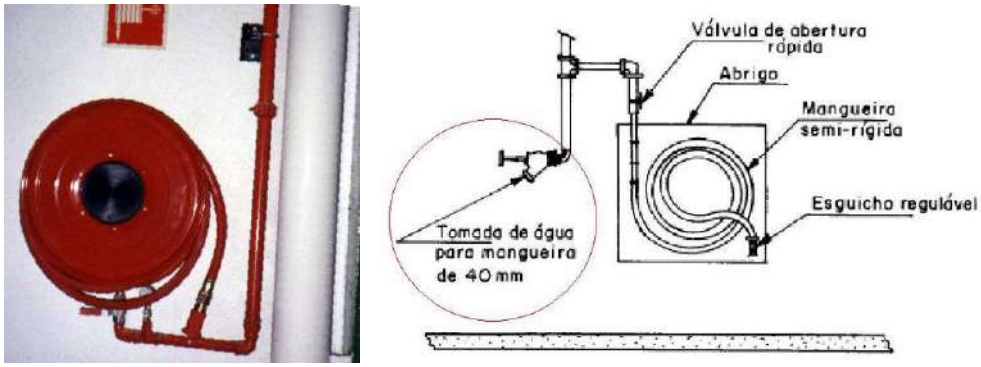
Como não é possível ao comandante de socorro determinar a quantidade exata de água necessária ao combate, é importante que as viaturas sejam abastecidas, ainda durante o combate, por meio da utilização dos hidrantes de coluna (hidrantes urbanos), os quais são dispositivos instalados na rede pública de distribuição de água, localizados no logradouro público e destinados ao suprimento de água para as viaturas do Corpo de Bombeiros.

Figura 52 - Hidrante de coluna (ou hidrante urbano)

A Seção de Hidrantes do CBMDF mapeou todos os hidrantes do Distrito Federal e é o responsável por sua manutenção. Entretanto, todo bombeiro deve conhecer a localização dos hidrantes de sua área de atuação.

4.8. Mangotinhos

O sistema de mangotinhos é muito semelhante ao sistema de proteção por hidrantes. A diferença é que os mangotinhos são constituídos por mangueiras semi-rígidas (iguais às das bombas de gasolina), de diâmetro de 25 mm (as mangueiras de hidrantes têm 38 ou 63 mm), com vazão de 80 litros/minuto, com esguicho regulável na ponta que produz um jato neblinado, mais eficaz no combate ao incêndio.



Fonte: NBR 13.714

Figura 53 – Figura e esquema do mangotinho

O mangotinho, por seu diâmetro reduzido, de vazão menor e conectado permanentemente ao esguicho, é mais fácil e rápido de operar, de forma semelhante ao uso de uma mangueira de jardim. Diferentemente do sistema de hidrantes atualmente adotado, que possui vazão bem maior, é composto por peças separadas e que são montadas por ocasião do incêndio.

O mangotinho também possui como vantagem a operação por uma só pessoa sem maiores dificuldades, desde que tenha recebido um mínimo de treinamento.

Por todas essas diferenças, o sistema de mangotinhos é considerado pelos engenheiros e bombeiros como o mais adequado para as edificações residenciais. Mesmo assim, os mangotinhos ainda são pouco difundidos no Brasil, devido ao maior custo por unidade e porque alguns

Corpos de Bombeiros ainda não o adotaram em suas normas contra incêndio.

As conexões do mangotinho são incompatíveis com as mangueiras usadas pelo Corpo de Bombeiros. Conseqüentemente, deverá haver uma tomada suplementar, acoplada por válvula de hidrante.

4.9. Chuveiros automáticos (*sprinklers*)

O sistema de chuveiros automáticos, também conhecido simplesmente como *sprinklers*, é um sistema fixo, integrado à edificação que processa uma descarga automática de água sobre um foco de incêndio, em uma densidade adequada para controlá-lo ou extingui-lo.

Figura 54 - Chuveiro automático - *sprinkler*

O sistema de chuveiros automáticos consiste na instalação de uma rede de tubulação hidraulicamente dimensionada, na qual são previstos chuveiros (*sprinklers*).

Estes possuem um dispositivo sensível à temperatura local que, quando rompido, libera a água para o combate ao incêndio. Como cada chuveiro de *sprinkler* possui seu dispositivo de sensibilização, o sistema entrará em funcionamento setorialmente, ou seja, apenas o chuveiro sensibilizado entrará em operação.

O sistema de chuveiros automáticos ganha importância dia após dia, pois, com o crescimento das cidades, os edifícios são cada vez mais

altos, o que dificulta o trabalho do Corpo de Bombeiros, já que o estabelecimento de viaturas de combate ao incêndio e de resgate de vítimas demandará maior dispêndio de recursos operacionais e de tempo.

Outro fator que lhe agrega importância é o aumento da área das edificações. Um princípio de incêndio pode passar despercebido em cômodos desocupados, áreas técnicas ou de passagem pouco freqüentes.

Os chuveiros automáticos atuam no início do incêndio, dificultando a sua propagação pela edificação. Desse modo, os usuários do prédio ganham tempo para saírem do local. O sistema também visa à proteção das estruturas, uma vez que retarda a ação danosa do fogo sobre o concreto e o aço.

No Brasil, o sistema de chuveiros automáticos é normalizado pela NBR nº 10.897, para edificações em geral, e pela NBR nº 13.792, para áreas de armazenamento. O tratamento especial para depósitos é decorrente das peculiaridades desse tipo de ocupação, tais como: pé direito muito alto, grande poder calorífico, disposição dos materiais e dificuldade de combate por parte do sistema.

Ambas as normas brasileiras tiveram como referência normas da NFPA (*National Fire Protection Association*), mais especificamente, a NFPA nº 13 e NFPA nº 231C, D, E, e F, sendo que a atual NFPA nº 13, editada em 2002, unificou todas as normas sobre chuveiros automáticos.

Em geral, os sistemas de *sprinklers* lançam água em excesso sobre o incêndio, produzindo vapor. E, como a água é lançada do alto, a fumaça e o vapor se acumulam nas partes mais baixas do ambiente, reduzindo a visibilidade e aumentando a temperatura.

Se o local protegido por *sprinklers* estiver ligado a outro ambiente desprotegido, a fumaça empurrada pela descarga de água pode produzir uma ignição no ambiente não protegido, conforme detalhado no Módulo 1 deste manual, no assunto “ignição da fumaça”. A ventilação

cuidadosa dos ambientes contíguos ao incêndio evita esse comportamento extremo do fogo.

4.9.1 Classificação dos sistemas

Segundo a NBR nº 10.897, os sistemas de chuveiros automáticos são classificados como:

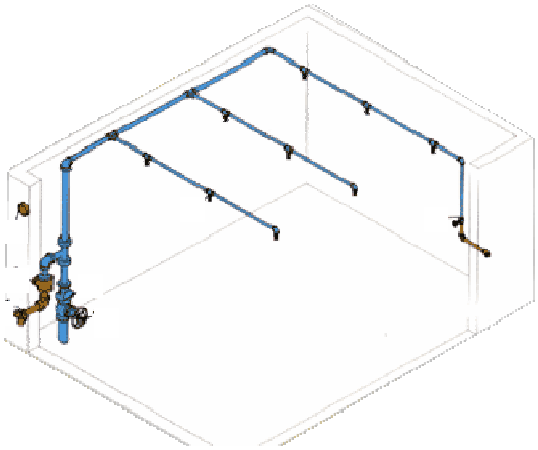
- sistema de tubo molhado;
- sistema de tubo seco;
- sistema de ação prévia; e
- sistema de dilúvio.

Sistema de tubo molhado

Esse sistema consiste em uma rede de tubulação fixa, contendo água sob pressão de forma permanente, na qual estão instalados chuveiros automáticos em seus ramais.

O sistema é controlado, em sua entrada, por uma válvula de governo cuja função é soar, automaticamente, um alarme quando da abertura de um ou mais chuveiros disparados pelo incêndio. Os chuveiros automáticos realizam, de forma simultânea, a detecção, alarme e combate ao fogo.

Na Figura 55, a cor azul da canalização indica que todo o sistema está inundado de água.

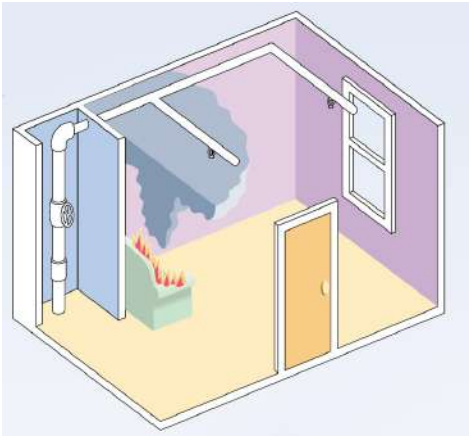


Fonte: http://www.newmillenniumfire.com/systems.html

Figura 55 - Sistema de tubo molhado

O funcionamento se dá, basicamente, da seguinte forma:

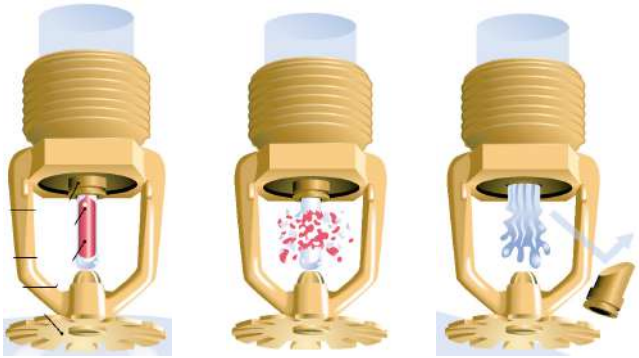
1- o incêndio libera calor que sobe em direção ao teto pela convecção;



www.projo.com/extra/2003/stationfire/pdf/sprinkler.pdf

Figura 56 - Propagação do fogo

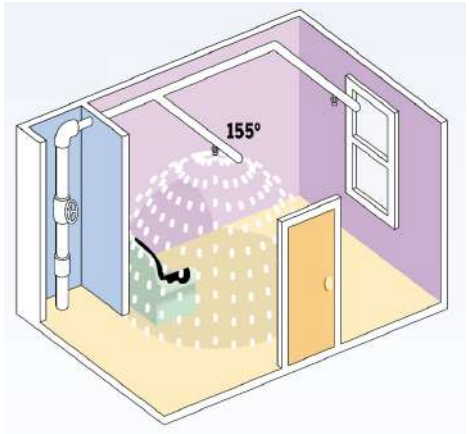
2- o calor aumenta a temperatura do elemento termosensível até que este venha a se expandir e se romper;



www.projo.com/extra/2003/stationfire/pdf/sprinkler.pdf

Figura 57 - Funcionamento do chuveiro automático

3- ao se romper, ocorre a liberação da água. Com a queda de pressão no sistema, o conjunto de bombas que pressuriza a rede entra em funcionamento; e



www.projo.com/extra/2003/stationfire/pdf/sprinkler.pdf

Figura 58 - Acionamento do chuveiro automático

4- a canalização conduz a água pressurizada para os pontos da edificação.

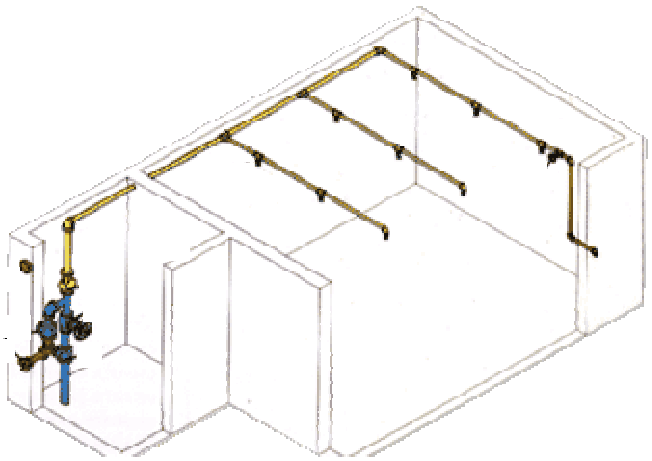
Sistema de tubo seco

O sistema de tubo seco consiste em uma rede de tubulação fixa, contendo, em seu interior, ar comprimido ou nitrogênio sob pressão, à qual estão instalados chuveiros automáticos em ramais.

O sistema possui uma válvula (válvula de tubo seco) que se abre quando da liberação do gás contido na tubulação, pelo acionamento dos chuveiros automáticos. Dessa forma, a válvula permite a admissão da água na rede da tubulação.

Esse tipo de sistema é destinado às regiões sujeitas a baixas temperaturas, onde o congelamento da água na tubulação é uma possibilidade a ser considerada. Uma característica indesejável é o intervalo de tempo relativamente prolongado entre a abertura do chuveiro automático e a descarga da água, permitindo, enquanto isso, o alastramento do incêndio.

Na Figura 59, a cor amarela indica que o sistema não está inundado nos ramais, ou seja, não possui água.



Fonte: http://www.newmillenniumfire.com/systems.html

Figura 59 - Sistema de tubo seco

Sistema de ação prévia

Esse sistema emprega uma rede de tubulação seca semelhante à anterior, contendo ar que pode estar ou não sob pressão, à qual são instalados chuveiros automáticos em seus ramais.

Acrescido de sistema de detecção de incêndio muito sensível, é interligado a uma válvula especial instalada na entrada da rede de detectores, os quais cobrem sua área de operação. Em um princípio de

incêndio, a válvula especial é aberta automaticamente, permitindo a entrada de água na rede, que descarregará nos chuveiros ativados.

A ação prévia do sistema faz soar, simultânea e automaticamente, um alarme de incêndio, antes da abertura de qualquer chuveiro automático.

Sistema dilúvio

Consiste em uma tubulação seca, na qual são instalados chuveiros abertos (**não possuem elementos termosensíveis**) em seus ramais. Esse sistema é monitorado por um sistema de detecção de incêndio na área de proteção, interligado a uma válvula denominada dilúvio, instalada na entrada da rede de tubulação. A água entra pela rede e é descarregada por todos os chuveiros abertos, inundando toda a área.

4.9.2Classificação dos riscos das ocupações

Para dimensionamento do sistema de chuveiros automáticos, ou seja, para mensurar o volume da RTI, vazões, tubulações e número de chuveiros, as edificações são classificadas em grupos de risco.

A NBR nº 10.897 da ABNT padroniza a classificação dos riscos, determinando a quantificação do manancial de abastecimento de água. A classificação de risco para chuveiros automáticos leva em consideração:

- a quantidade e distribuição da carga de incêndio,
- o risco de ignição dos materiais ou produtos contidos, e
- as características de ocupação (uso).

Segundo a NBR nº 10.897, os riscos das ocupações podem ser:

- ocupação de risco leve,
- ocupação de risco ordinário,
- ocupação de risco extraordinário, e
- ocupação de risco pesado.

Ocupação de risco leve

São locais onde os volumes e/ou combustibilidade do conteúdo (carga de incêndio) são baixas. São exemplos: escolas (salas de aula), escritórios (incluindo centro de processamento de dados), hospitais, hotéis e motéis, dentre outros.

Ocupação de risco ordinário

São locais onde os volumes e/ou a combustibilidade do conteúdo (carga de incêndio) são médios. Essa ocupação de risco subdivide-se em Grupo I, Grupo II, e Grupo III.

a) Grupo I

São locais comerciais ou industriais onde a quantidade e a combustibilidade do conteúdo são baixas, a altura do estoque não excede a 2,40m e, em caso de incêndio, é esperada moderada liberação de calor.

São exemplos: garagens e estacionamentos, lavanderias, padarias e confeitarias, materiais de construção (comércio), presídios, restaurantes (áreas de serviço), etc.

b) Grupo II

Ocupações ou parte das ocupações isoladas, comerciais ou industriais, onde a quantidade e a combustibilidade do conteúdo são moderadas, a altura dos estoques não excede 3,7 metros e, finalmente, em caso de incêndio, a liberação moderada de calor é esperada.

Exemplos: estúdio de rádio, gráficas, lojas de departamentos, oficinas mecânicas, *shopping centers*, etc.

c) Grupo III

Esse grupo difere dos anteriores, porque é esperada alta velocidade de desenvolvimento de calor, sendo que seus estoques não excedem a 2,40 metros de altura.

São exemplos: aviões (montagem, excluindo hangares), carpintarias, estaleiros, fábricas de móveis, fábricas de papel e tinturarias.

Ocupações de risco extraordinário

São locais onde as quantidades e a combustibilidade do conteúdo são altos e possibilitam incêndio de rápido desenvolvimento e de grande liberação de calor. Essa ocupação de risco subdivide-se em Grupo I e Grupo II, excluindo os locais que se destinam ao estoque de materiais (grandes depósitos).

a) Grupo I:

São locais onde se empregam líquidos inflamáveis e/ou combustíveis em pequena quantidade ou ambientes com presença de poeiras, felpas, vapores e outras substâncias combustíveis em suspensão.

São exemplos: estofados de espuma de plástico, fogos de artifícios (fabricação), hangares, serrarias.

b) Grupo II

São locais onde se empregam líquidos inflamáveis e/ou combustíveis de quantidade moderada a substancial.

Exemplos: asfalto (usina), cosméticos (fabricação com inflamáveis), líquidos inflamáveis, tintas e vernizes.

Notem que os Grupos I e II trazem a mesma definição, segundo a NBR nº 10.897, entretanto, fica evidenciado, pelos exemplos, que o

último grupo apresenta um processo químico-industrial bem mais complexo.

Ocupações de risco pesado

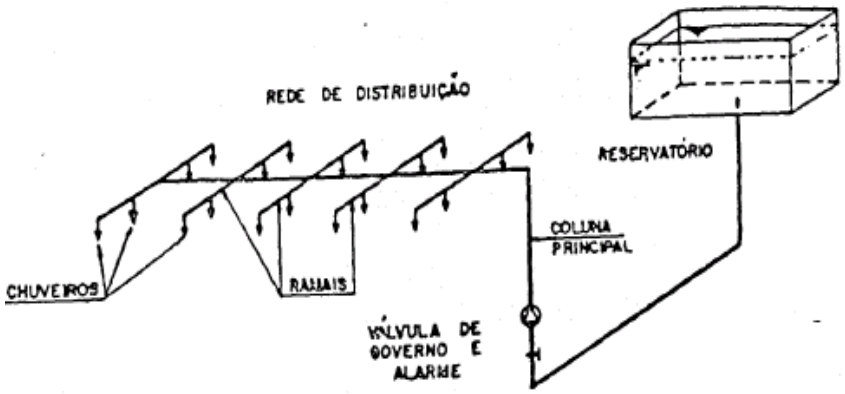
Compreendem as ocupações (ou parte isoladas destas) comerciais ou industriais, onde se armazenam líquidos combustíveis e inflamáveis, produtos de alta combustibilidade, como: borracha, papel e papelão, espumas celulares ou outros materiais comuns em altura superior a 3,70 metros.

Estão incluídos os grandes depósitos, entretanto, seu dimensionamento dar-se-á não somente pela NBR nº 10.897, mas também pela NBR nº 13.792, que versa sobre sistema de chuveiros automáticos para áreas de armazenagem. Caso a edificação em questão não se encaixe nos parâmetros de aplicação da NBR nº 13.792, aplica-se norma internacional, como a NFPA nº 13.

4.9.3 Componentes do sistema

O sistema de chuveiros automáticos pode ser dividido, basicamente, em cinco elementos:

- fonte de abastecimento de água (reservatórios);
- sistema de pressurização (bombas de incêndio);
- rede de alimentação, válvula de governo e alarme (canalização);
- rede de distribuição (canalização e chuveiros); e
- recalque.



Fonte: Texto Técnico da Escola Politécnica da USP

Figura 60 - Esquema de chuveiros automáticos

Fonte de abastecimento de água

Todo sistema de chuveiros automáticos dispõe de um reservatório, construído, geralmente, em concreto, com capacidade suficiente para atender à demanda do sistema. A norma não exige exclusividade do reservatório. Entretanto, exige uma garantia da reserva mínima (reserva técnica de incêndio) por meio de diferença de nível entre saída de consumo e canalização de incêndio.

Existem três tipos de reservatórios para abastecimento de água do sistema de chuveiros automáticos:

a) reservatório elevado;

b) reservatório com fundo elevado ou ao nível do solo, semi-enterrado ou subterrâneo; e

c) tanque de pressão.

Tabela 6 - Dimensionamento da RTI de *sprinklers*

Classificação dos riscos	Vazões (L/min)	Tempo de operação (min)	RTI por Tabela
Leve	1000	30	30.000
Ordinário grupo I	1800	60	108.000
Ordinário grupo II	2600	60	156.000
Ordinário grupo III	4500	60	270.000
Extraordinário	6000	90	540.000

Tabela 17 da NBR nº 10.897

Exemplo prático[22]: de acordo com a NBR nº 10.897, edifícios de garagem são classificados como de risco ordinário (Grupo I). Logo, a reserva técnica de incêndio para esse tipo de ocupação, segundo a Tabela 6, é de 1.800 (l/min) x 60 (min) = 108.000 litros, ou seja, deve haver RTI suficiente no sistema para combater por, no mínimo, 60 minutos um incêndio na área mais desfavorável.

Sistema de pressurização

Para garantir ao sistema vazão e pressão adequadas, é preciso agregar um dispositivo de pressurização, o qual consiste no acoplamento de duas bombas (uma principal e outra reserva), com duas fontes de alimentação: uma elétrica e outra à explosão (motogeradores).

As bombas ficam na casa de máquinas, próximas ao reservatório, geralmente no subsolo dos edifícios.

[22] O funcionamento pode variar de acordo com o modelo e o dimensionamento. Pode também ser feito por outros métodos (como, por exemplo, cálculo hidráulico), o que pode levar a quantidades de RTI diferentes da tabela.

Figura 61 - Bomba de pressurização dos chuveiros automáticos

As bombas do sistema de chuveiros automáticos possuem dispositivo para partida pela queda de pressão hidráulica, sendo que o desligamento do motor só ocorrerá por controle manual.

Para evitar a operação indevida da bomba principal, gerada por perdas de pressão eventuais, é instalada uma terceira bomba de menor porte (*jockey*), para compensar pequenos e eventuais vazamentos na canalização.

O acionamento do sistema de *sprinklers* é automático, mas o desligamento é manual.

Assim como no sistema de hidrantes, o sistema de *sprinklers* pode ser acionado manualmente em caso de falha do sistema automático.

Uma vez acionado o sistema de *sprinklers*, a água será lançada no ambiente em grande quantidade e de forma contínua. Os bombeiros devem então procurar fechar o sistema assim que o incêndio for extinto ou controlado, a fim de se evitar os danos causados pelo excesso de água.

Rede de alimentação, válvula de governo e alarme (VGA) e válvula de fluxo

Consiste na canalização, após o reservatório, de água até a válvula de governo e alarme (VGA) ou chave detectora de fluxo de água, composta de tubulações enterradas ou aparentes.

Nesse trecho, são instalados equipamentos de supervisão e funcionamento do sistema, tais como registro de paragem, válvulas de governo e alarme ou chave detectora de fluxo de água, válvulas de retenções, manômetros e drenos de limpezas.

Fonte: http://www.ultrasafefire.com.au/testing.htm
Fonte: http://www.cortesecorp.com/index.cfm?a=fire
Figura 62 - Tubulações de canalização da rede de *sprinklers*

As válvulas de governo e alarme ou chave detectora de fluxo de água são dispositivos que acusam o funcionamento do sistema em caso de incêndio.

O acesso à VGA deve ser restrito pois possui registros que cortam o fluxo de água para todo o sistema ou alguns setores (determinada área ou pavimento). Isso é importante para serviços de manutenção no sistema, mas podem ser fechados por esquecimento.

Se isso ocorrer, os chuveiros acionados (estourados) pela ação do fogo não aspergirão água. Portanto, é importante que a guarnição de bombeiros localize e verifique se as referidas válvulas estão abertas.

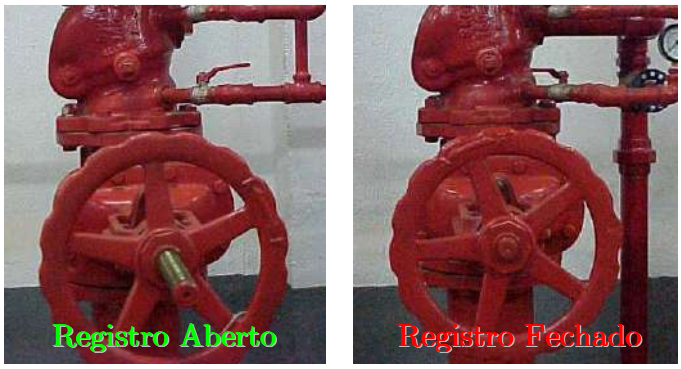


Figura 63 – Registro dos chuveiros automáticos

É muito importante que o bombeiro saiba localizar as VGA e chave detectora de fluxo, bem como identificar se o registro se encontra aberto ou fechado.

Um jogo de válvula cobre uma área máxima, de acordo com cada classe de risco a saber:

Tabela 7 - Área máxima de cobertura em função do risco de ocupação

Risco de ocupação	Área máxima (m²)
Leve	5.000
Ordinário	5.000
Extraordinário	3.000
Pesado	4.000

Logo, as guarnições de bombeiros devem estar atentas, pois as edificações de grandes áreas e classes de riscos variados podem ter mais de um jogo de válvulas, controlando sistemas de chuveiros automáticos.

Funcionamento da VGA

Quando do acionamento de um ou mais chuveiros face ao incêndio, a pressão na rede de distribuição diminui. Consequentemente, a

pressão da água de alimentação abaixo do obturador impele-o para cima por diferencial de pressão, fornecendo água para o sistema e provocando a abertura da válvula auxiliar, dando passagem para o circuito de alarme. É apresentada uma válvula de governo e alarme com seus componentes na Figura 64.

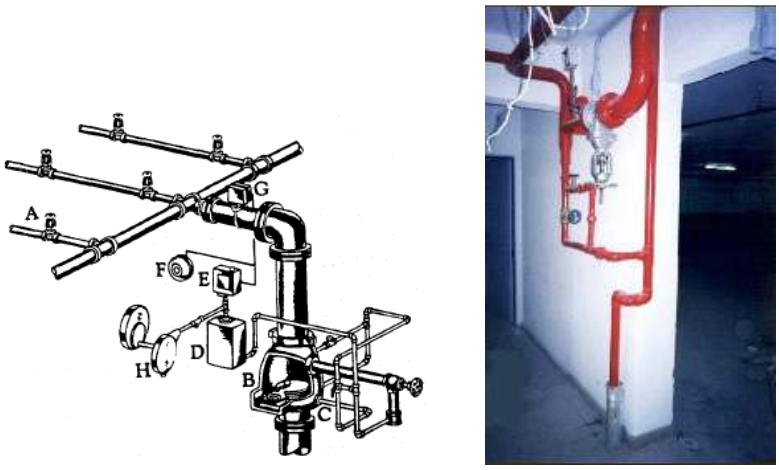


Figura 64 - Figura da VGA

Rede de distribuição

É a parte do sistema, após a válvula de alarme, formada por uma rede de tubulações fixas em aço.

As tubulações que formam a rede de distribuição são classificadas em:

a) ramais – são as ramificações onde os chuveiros automáticos são instalados diretamente;

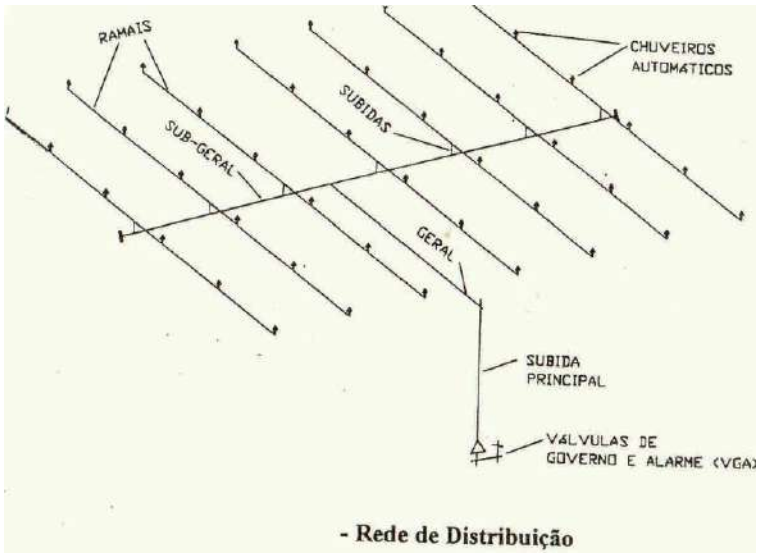
b) gerais – são as que alimentam as sub-gerais;

c) subidas ou descidas – são as tubulações verticais, de subidas ou descidas, conforme o sentido de circulação da água;

d) subida principal – é a tubulação que liga a rede de suprimento do abastecimento de água às tubulações gerais. É

na subida principal que é instalada a válvula de alarme ou chave detectora de fluxo de água que indica e controla a operação do sistema.

Para as guarnições é importante saber que, em caso de estouro acidental de um chuveiro de *sprinkler* ou término das ações de combate por parte do sistema, é necessário o fechamento do registro próximo à chave detectora ou da própria VGA, providenciando, em seguida, o desligamento das bombas de incêndio na casa de máquinas.



Fonte: Figura 1 da NBR 10897 da ABNT

Figura 65 - Esquema geral da rede de *sprinklers*

Tomada de recalque

É o dispositivo de uso exclusivo do Corpo de Bombeiros destinado a possibilitar a pressurização dos sistemas de chuveiros por meio de fontes externas, como as viaturas de combate a incêndio.

Figura 66 - Tomada de recalque da rede de *sprinklers*

Seu funcionamento é semelhante ao hidrante de recalque, todavia essa tomada possui duas entradas de água de 65 mm de diâmetro, providas de adaptadores e tampões de engate rápido tipo *storz*. Em riscos leves, admite-se somente uma entrada. A exigência da entrada dupla de água é decorrente da necessidade de operação simultânea com duas viaturas, devido à pressão e à vazão requeridas para o sistema.

A tomada de recalque é localizada, geralmente, na fachada principal ou muro da divisa com a rua, em forma de torre, à altura mínima de 0,60 m e máxima de 1,00 m em relação ao piso ou caixa de alvenaria, próxima ao passeio com tampa metálica, com o indicador de "s*prinklers*" (no ultimo caso é muito comum confundir o hidrante de recalque do sistema com o hidrante de parede).

Sistemas de *sprinklers* podem receber pressurização da viatura pela tomada de recalque.

Fonte: http://www.pandlfireprotection.com/products.htm e NBR 10.897

Figura 67 - Tomada de recalque do sistema de *sprinkler*

Fonte: http://vagrantly.com/04/05/red_bricks_and_the_standpipes.php

Figura 68 - Exemplo de hidrante de recalque na fachada

Importante: em edificações antigas, pode-se encontrar um dispositivo chamado DEPUCB (Dispositivo de Emergência para Uso do Corpo de Bombeiros), que tinha a função de ser uma fonte de abastecimento da viatura por meio de uma canalização que o ligava a um reservatório inferior.

Com o uso, verificou-se que era ineficiente devido à altitude do Distrito Federal, a qual limita a sucção da água, pela sujeira que se acumula na entrada do dispositivo e pela necessidade de uma escorva efetiva na viatura para evitar entrada de ar na canalização, produzindo a

cavitação da bomba. O DEPUCB não deve ser confundido com a tomada de recalque.

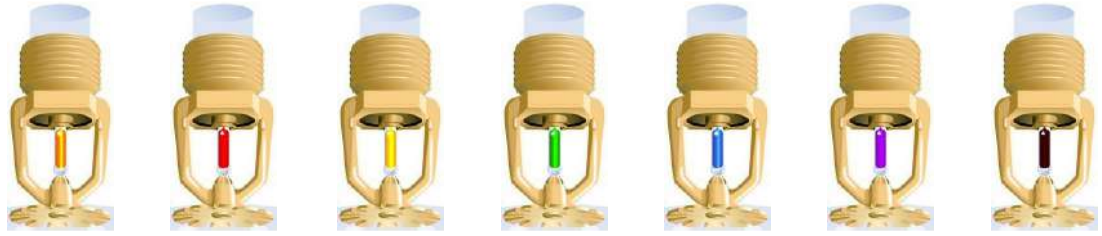
4.9.4 Tipos de chuveiros

Os chuveiros de *sprinklers* são dotados de dispositivos termosensíveis, projetados para reagir a uma temperatura pré-determinada, liberando de forma automática, a descarga de água em quantidade adequada à carga de incêndio, e limitando os danos do sinistro.

Os chuveiros podem ser dos seguintes tipos:

a) abertos – são empregados no sistema de dilúvio e destinados à proteção das ocupações de risco extraordinário e pesado. Pode ser acionado por sistema remoto, automático ou manual.

b) automáticos – são providos de um mecanismo comandado por elemento termossensível, por ampola de vidro ou solda eutética.



Laranja	Vermelho	Amarelo	Verde	Azul	Lilás	Preto
57 °C	68 °C	79 °C	93 °C	141 °C	182 °C	204 °C

Figura 69 - Temperaturas de rompimento de chuveiros de *sprinklers* conforme a cor

Classificação dos chuveiros quanto à descarga

Quanto à descarga da água, os chuveiros podem ser classificados da seguinte forma:

a) modelos antigos – chuveiros cujo defletor é desenhado para permitir que uma parte da água descarregada seja projetada para cima, contra o teto e o restante para baixo, tomando uma forma aproximadamente esférica.

b) padrão – chuveiros cujo defletor é desenhado para permitir que a água descarregada seja projetada para baixo, com uma quantidade mínima ou nenhuma, dirigida contra o teto. A descarga da água toma uma forma hemisférica abaixo do plano do defletor, dirigida totalmente sobre o foco do incêndio (ver Figura 58).

c) laterais (*sidewall*) – chuveiros cujo defletor é desenhado para distribuir a água de maneira que a quase totalidade seja aspergida para frente e para os lados, em forma de um quarto de esfera, e uma pequena quantidade para trás, contra a parede. São instalados ao longo das paredes de uma sala e junto ao teto. O seu emprego está limitado à proteção de ambientes relativamente estreitos, cuja largura não exceda ao alcance proporcionado.

d) laterais de amplo alcance – chuveiros cuja dimensão do defletor proporciona uma cobertura maior que os laterais.

e) especiais – chuveiros projetados especialmente para serem embutidos ou rentes ao forro falso onde, por motivos estéticos, os demais tipos de chuveiros não são recomendados. Esse tipo somente é instalado na posição pendente.

Fonte: www.fm200.it
Figura 70 - Exemplos de chuveiros automáticos

4.10. Sistemas de supressão especiais

São sistemas fixos (integrados à edificação) e automáticos de combate a incêndio que têm características especiais, seja pelo agente extintor empregado, seja pela maneira inovadora no emprego do agente universal que é a água, ampliando, consideravelmente, seu poder de extinção.

São sistemas especiais de extinção de incêndio:

a) sistemas de supressão por inundação por CO_2 (gás carbônico);
b) sistemas de supressão por inundação pelo gás HFC-227 e outros agentes limpos similares;
c) sistema fixo da água nebulizada (*water mist*); e
d) sistema de combate a incêndio com espuma.

4.10.1 Sistemas de supressão por inundação por CO_2

O dióxido de carbono (CO_2) é utilizado nesses sistemas por ser um gás inodoro, incolor, anticorrosivo, não condutor de eletricidade e facilmente disponível no mercado. Extingue o fogo pela redução do oxigênio existente no ambiente (abafamento).

Figura 71 - Bateria de CO_2 e bico aspersor

Os sistemas fixos de combate por CO_2 devem ser projetados conforme a NFPA nº 12 e NBR nº 12.232[23]. Hoje o sistema de CO_2 pode ser considerado, tecnologicamente, ultrapassado, comparando-se com o sistema de combate por agentes limpos, contemplados pela NFPA nº 2001, que vêm ganhando a preferência do mercado. Mesmo assim, o sistema de CO_2 é ainda muito usado por ser uma opção mais barata.

Figura 72 - Sistema de CO_2 em funcionamento

O CO_2 pode ser armazenado em alta ou baixa pressão. Os sistemas de pequeno e médio portes são, normalmente, armazenados em cilindros de aço de alta pressão (denominados sistemas $HPCO_2$ – *high pressure* - alta pressão), contendo, cada um, 45 kg de gás interligados, formando um conjunto chamado de bateria, a qual pode proteger vários compartimentos separados.

[23] Normatiza sistema de CO_2 para aplicação em extinção de incêndio em transformadores.

Para aplicações industriais ou quando uma capacidade de múltiplo alcance é requerida, geralmente, são adotados os sistemas de baixa pressão ($LPCO_2$ – *low pressure* - baixa pressão), pois o armazenamento do CO_2, como líquido em tanques refrigerados de baixa pressão é mais econômico.

O sistema de combate a incêndio por gás carbônico (CO_2) permite uma ação rápida e limpa por ser um método adequado de extinção de fogo com total isenção de resíduos. Pode ser aplicado tanto por inundação total, como por aplicação local.

No método de inundação total, o ambiente como um todo recebe uma concentração definida de CO_2, proporcional ao volume e ao risco eliminado. Já no método de aplicação local, o CO_2 é descarregado diretamente no local protegido, com concentração suficiente para cobertura de área ou volume específico, considerando-se o tipo de combustível.

Especialmente indicado para locais não habitados com riscos elétricos e líquidos inflamáveis, penetra em todas as aberturas do local protegido, extinguindo o incêndio rapidamente. Exemplos: CPDs, transformadores e geradores, máquinas, galerias de arte, depósitos de inflamáveis, sala de baterias, coifas, dutos de exaustão e outros locais onde a extinção por outros meios pode danificar objetos ou equipamentos.

Seu uso em área ocupada por pessoas não é recomendado, devido ao risco potencial de asfixia. Entretanto, podem ser utilizados desde que com sistemas de bloqueio adequados para evitar descargas em presença de seres humanos e com um sistema de alarme de pré-ativação.

O sistema de bloqueio ou retardo (*time delay*) é o dispositivo manual que, quando ativado, retarda o acionamento das baterias de CO_2. Entretanto, após liberação do gás, não é mais possível parar o processo.

O sistema de supressão por CO_2 deve possuir dispositivo de pré-alarme e sistema de bloqueio (retardo).

Devem existir, também, meios que possibilitem o rápido abandono do ambiente protegido onde devem ser fixadas em todas as portas placas de sinalização de advertência para o risco, com os seguintes dizeres: **"ATENÇÃO – AMBIENTE PROTEGIDO COM CO_2 - AO ALARME, ABANDONE O RECINTO"**.

Para o cálculo do tempo de evacuação, deve-se considerar o tempo que uma pessoa, caminhando em velocidade não superior a 40 metros/minuto, mesmo situada em local e condição mais desfavorável da área protegida, consiga chegar a um local seguro.

O sistema fixo de CO_2 entra em operação quando o calor irradiado pelo fogo fizer com que o sistema de detecção instalado no local comande dispositivos de advertência sonoros e luminosos. Ao mesmo tempo, uma unidade retardadora do sistema de disparo da instalação é acionada num período de 20 a 90 segundos.

Em seguida, o gás é disparado para o combate e extinção. A pressão do gás carbônico que é expelida pelos bicos nebulizadores abafa o oxigênio extinguindo totalmente o fogo do local onde o sistema está em operação.

4.10.2 Sistemas fixos de combate por agentes limpos

São normalizados pela NFPA nº 2001 e se utiliza de gases chamados agentes limpos, caracterizados pela não condutividade elétrica e alta eficiência no combate a incêndio, sem deixar resíduos após sua utilização.

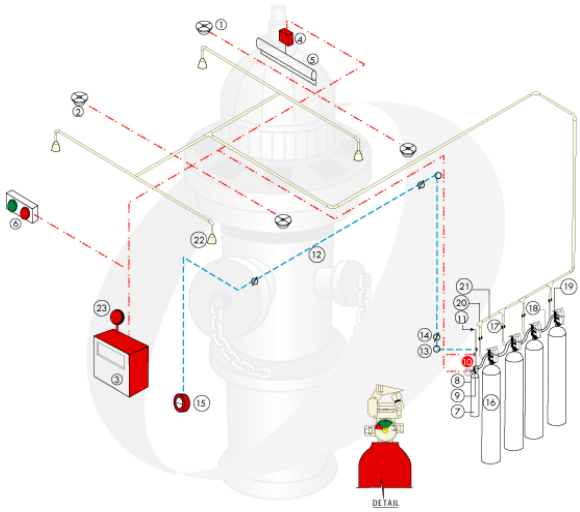


Figura 73 - Esquema geral de um sistema de combate por agente limpo

De forma resumida, um sistema fixo de combate por agente limpo é composto de um conjunto de cilindros (os quais contêm um agente limpo - FM-200, FE227, FE-13, FE-36, INERGEN, etc) interligado a uma rede de tubulações de aço com bicos difusores, distribuídos na área a ser protegida. Existem diversos gases e marcas registradas disponíveis no mercado.

Os agentes limpos são gases testados e certificados por institutos e entidades reguladoras internacionais. As certificações são baseadas não só na eficácia do gás para a supressão do foco de incêndio, mas, principalmente, por suas características de segurança para o ser humano presente no local e ao meio ambiente.

Os agentes limpos vieram substituir os agentes *halon* químicos 1301 e 1211, que foram proibidos em 1995 pela comunidade internacional, depois de constatados seus efeitos nocivos à camada de ozônio.

Funcionamento do sistema

O sistema de detecção e alarme é feito por meio de detectores automáticos e acionadores manuais, ligados em setores cruzados.

Monitoram, permanentemente, o ambiente e, quando sensibilizados, desencadeiam todo processo de extinção descarregando o agente extintor no ambiente.

Em caso de incêndio, serão acionados um ou mais detectores, os quais, por sua vez, enviarão um sinal elétrico à central de detecção e alarme, que, imediatamente, identificará e sinalizará o incêndio, disparando um pré-alarme intermitente, avisando aos ocupantes do local e solicitando providências por parte da brigada de incêndio. Passado determinado tempo, é tocado novo alarme, agora contínuo, para a total retirada de pessoas da área.

Fonte: http://www.sffeco.com/fire-ext-systems.html

Figura 74 - Sistema de supressão por agente limpo em funcionamento

Em um sistema totalmente automatizado, antes da descarga do agente extintor, a central efetua comando para que: os avisadores sonoros e visuais, luzes de rotas de fuga, dispositivos de alívio de pressão, bombas de incêndio e etc. entrem em funcionamento; sejam desligados sistemas de ventilação, ar condicionado, alimentação elétrica; bombas e válvulas de alimentação de combustíveis sejam fechadas; portas corta-fogo com eletroímãs, *dumpers* e portas de fuga, no caso de sistemas de controle de acesso, sejam desbloqueadas.

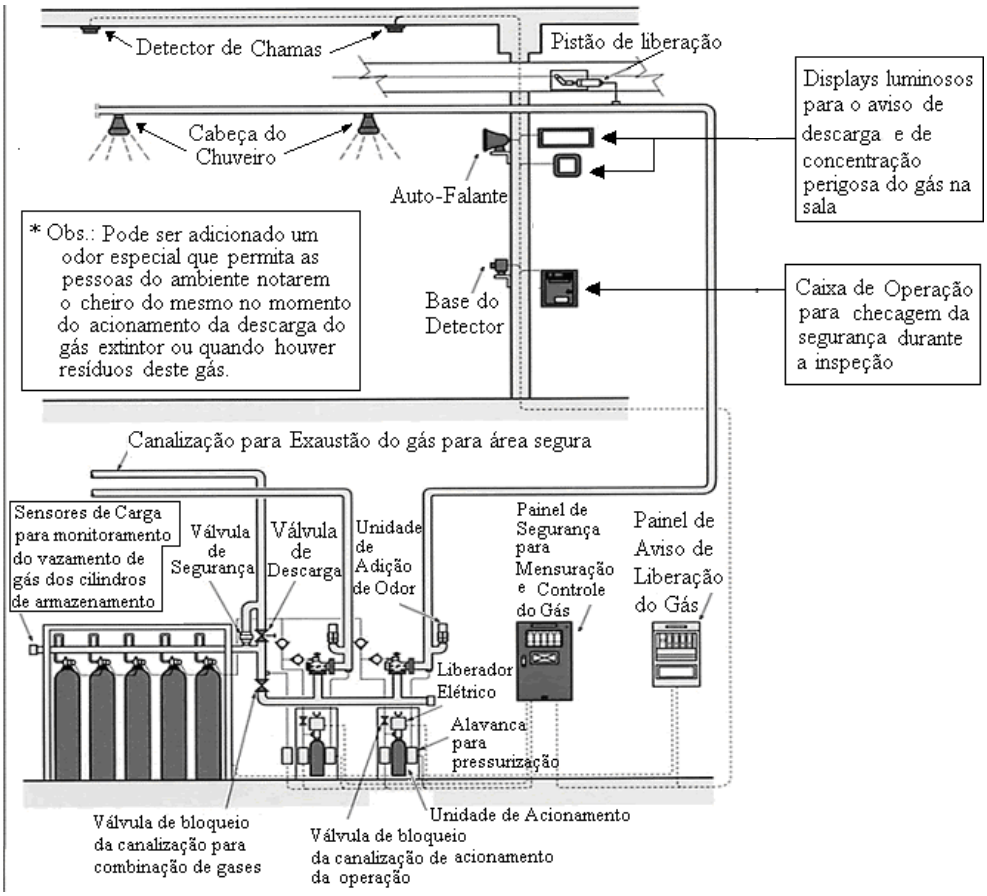


Figura 75 - Esquema de sistema fixo de combate por agentes limpos

4.10.3 Sistemas de supressão por inundação por HFC-227

O **HFC-227**[24] é um gás do tipo Halocarbono, mais especificamente, é heptafluoropropano (CF3CHFCF3) que, em condições normais, é um gás incolor, inodoro, não condutor de eletricidade e que não deixa resíduos. Por não danificar a camada de ozônio, obtém a aprovação do Departamento de Proteção Ambiental/EPA, sendo considerado substituto ao Halon 1301.

[24] **Hidroclorofluorcarbonos** (HCFC) e **hidrofluorcarbonos** (HFC) são componentes feitos pelo homem que estão sendo usados para substituir os CFC (Clorofluorcarbono). Os HFC são considerados como substitutos transitórios dos CFC porque foi constatado que eles possuem um grande potencial na atuação do aquecimento global do planeta.

Figura 76 - Cilindros de HFC-227

Conhecido pelo nome comercial FM-200 ou FE-227 , o **HFC-227** é usado no combate ao fogo. A extinção se dá por uma ação físico-químico. Inicialmente, o HFC-227 age resfriando, fisicamente, a chama no nível molecular.

Por ser um excelente condutor térmico, o HFC-227, literalmente, remove energia térmica do incêndio, a tal ponto que a reação de combustão não consegue se sustentar. Simultaneamente, a ação química do HFC-227, por meio dos radicais livres agindo sobre o fogo, inibe, definitivamente, a reação em cadeia entre combustível, comburente e calor, interrompendo a combustão.

Nesse processo, o gás não altera significativamente a concentração de oxigênio do ambiente. Por esse motivo, o HFC-227 pode ser aplicado em ambientes habitados, ao contrário do sistema de CO_2, que tem restrição devido à propriedade asfixiante na concentração exigida para extinguir o fogo.

Obviamente, para ser possível a presença humana, a concentração do HFC-227 deve obedecer às concentrações aprovadas pela NFPA-2001. Nos Estados Unidos, são aceitas concentrações de até 9% do volume normalmente ocupado, e de até 10,5% do volume para espaços normalmente não ocupados.

Apesar de ser possível respirar em ambiente onde esse sistema de supressão esteja em funcionamento, a NFPA-2001 recomenda a não

exposição, isso porque os agentes alternativos ao *halon*, que possuem flúor em sua composição produzem subprodutos perigosos como o ácido fluorídrico quando em contato com as chamas. Por essa razão, a aplicação deve ser lançada em, no máximo, 10 segundos.

Para que haja eficácia no combate a incêndios em áreas restritas e de alto valor agregado, o sistema de proteção será do tipo inundação total.

AGENTE	DESIG. QUÍMICA	FÓRMULA	PROPRIEDADES AMBIENTAIS			CARACTERÍSTICA TOXICOLÓGICA		CONCENT. EXTINTORA (g/m8)	MECANISMO DE SUPRESSÃO DO FOGO	APLICAÇÕES (FOGOS CLASSE)
			ODP*	GWP* (100 anos v CO2 = 1)	ALT* (Anos)	NOAEL* (Vol %)	LOAEL* (Vol.%)			
HFC-227ea (FM-200)	Heptafluoro-propano	CF_3CHFCF_3	0	2,900	31-42	9.0	10.5	530	Físico	A,B,C
HCFC Blend A (NAF-SIII)	Dicloro-fluor-etano	$CHCl_2CF_3$ 4.75% $CHClF_2$ 82% $CHClFCF_3$ 9.5%	0.044	1,450	7	10	>10	360	Físico	A,B,C
HFC-23 (FE-13)	Trifluoro-metano	CHF_3	0	11,700	264	50	>50	470	Físico e Químico	A,B,C
HFC-125 (FE-25)	Pentafluor-etano	CHF_2CF_3	0	2,800	33	7.5	10	580	Físico e Químico	A,C
HFC-236fa (FE-36)	Hexafluor-propano	$CF_3CH_2CF_3$	0	6,300	192	10	15	461 (Cl. A) 582 (Cl. B)	Físico e Químico	A,B,C
CO2	Dióxido de Carbono	CO_2 100%	0	1	120	2.9	9.0	900	Físico	B,C
IG-01 (Argotec)	-	Ar 100%	0	0	0	43	52	500	Físico	A,B
IG-55 (Argonito)	-	N_2 50% Ar 50%	0	0	0	43	52	600	Físico	A,B
Halon 1301	Bromotrifluoro-metano	CF_3Br	16	5,600	110	5.0	7.5	320	Química	A,B,C

Fonte: http://www.ramaal.com.br/agentes.htm

Figura 77 - Comparação entre os vários agentes limpos

4.10.4 Sistemas de supressão por inundação por gás argonite (INERGEN) e argônio

São sistemas de supressão que utilizam um ou mais gases inertes. Aqui o gás argônio é elemento fundamental constituindo 100% do produto, resultando no gás IG-1 (Argotec). Quando associado com nitrogênio, assume o nome de IG-05 (Agonito).

Figura 78 - Cilindros de gás argonite

No Brasil, o gás argonite é representado pelo INERGEN, cuja composição é obtida pela mistura de três gases: nitrogênio (52%), argônio (40%) e dióxido de carbono (8%).

O HFC-227 é considerado um agente limpo, ou seja, não conduz eletricidade e, após sua aplicação, não deixa resíduos. É normalizado pela NFPA 2001 e pela *British Standards* BS6266. Ao contrário dos agentes limpos halogenados, possui três grandes vantagens:

- quando em contato com a chama do incêndio, não libera produtos perigosos, como o ácido fluorídrico;
- por ser composto por três gases normalmente encontrados na atmosfera, não prejudica a camada de ozônio e não contribui para o aquecimento da atmosfera (efeito estufa);
- não existem limitações quanto aos testes de sistemas, nem a obrigatoriedade de recuperação do agente.

O sistema fixo consiste em cilindros de aço, nos quais são armazenados os agentes extintores, dotados de válvulas de disparo por acionamento automático, manual ou ambos. Em sistemas nos quais dois ou mais cilindros são necessários, é utilizado um tubo coletor ao qual os

cilindros são conectados por meio de mangueiras flexíveis, dotadas de válvulas de retenção individuais para cada cilindro.

O agente limpo é descarregado nos ambientes por meio de uma malha de tubos e bicos nebulizadores, dimensionados de modo a proporcionar distribuição uniforme.

Quando descarregado em uma área, introduz uma mistura apropriada de gases, de modo a permitir a respiração em uma atmosfera com baixo nível de oxigênio. A atmosfera normal de uma sala contém 21% de oxigênio e menos de 1% de dióxido de carbono. Se a quantidade do primeiro for reduzida abaixo de 15%, a maioria dos combustíveis não mais queimará.

O INERGEN reduz o nível de oxigênio do ambiente para 12,5%, enquanto eleva a concentração de dióxido de carbono para 4%. A quantidade de dióxido de carbono aumenta a taxa respiratória e a capacidade de absorção de oxigênio do organismo. Em síntese, o corpo humano é estimulado, pelo dióxido de carbono, a respirar mais rápido e profundamente, para compensar a redução de oxigênio na atmosfera.

Durante o funcionamento do sistema, não há presença de "névoa", o que facilita o processo de manutenção da calma das pessoas (efeito psicológico), favorecendo a retirada das vítimas. Mas, para segurança extra, o sistema de argônio pode ser "odorizado", a fim de assegurar o alerta à presença do gás em situação de descarga ou escapamento.

O gás argonite na concentração entre 40% e 50% é eficiente em tornar inertes as misturas ar/propano e ar/metano.

4.10.5 Sistema de água nebulizada e tecnologia Water Mist

A água é um excelente agente extintor. Seu uso no passado era limitado a uma pequena fração de sua capacidade extintora. Atualmente,

sua eficiência no combate a incêndios pode ser otimizada mediante descarga na zona de perigo na forma de fina névoa.

O sistema de água nebulizada consegue utilizar toda a capacidade extintora da água. É normalizado pela NRB nº 8.674, composto de bicos projetores de água e tubulação, geralmente, sob controle automático. Um conjunto de moto-bomba e compressor induz à formação de neblina, constituída de finas gotículas de água não contínuas.

Fonte: http://www.railway-technology.com/contractors/fire_fighting/marioff/marioff2.html

Figura 79 - Compressor do sistema de água nebulizada

A quantidade de vazão de água necessária ao bom funcionamento do sistema é determinada previamente por cálculo hidráulico computadorizado, levando-se em conta, principalmente, a densidade de descarga da água utilizada e a pressão mínima recomendada para os projetores.

Fonte: http://tecinfire.com.br/index.asp?pg=agua

Figura 80 - Exemplo de aplicação do sistema de água nebulizada

Possui as seguintes aplicações:

- extinção de incêndio em tanques abertos de certos líquidos inflamáveis;
- porões de óleo de laminadores e equipamentos elétricos imersos em óleo, como transformadores, disjuntores, etc;
- para proteção de tanques de armazenamento e equipamentos contendo líquidos perigosos, gases e contra o calor, proveniente de um incêndio nas imediações do risco; e
- o sistema também é utilizado para aplicações especiais em situações insólitas, por evitar a passagem de fogo, calor e fumaça por aberturas em paredes corta-fogo e lajes. Indicado também em situações em que não se permite o uso de portas corta-fogo.

Sistema de água nebulizada para equipamentos elétricos

Um sistema de água nebulizada, para proteção de transformadores e disjuntores imersos em óleo, compõe-se de:

- tubulação galvanizada, em que bicos projetores de água são instalados em sua linearidade, a fim de cobrir determinada área de risco;
- tubulação para ar comprimido, em que chuveiros de sprinklers estão dispostos de forma a detectar fontes de incêndio e calor, acionando o sistema; e
- válvulas de controle automático tipo dilúvio, hidropneumáticas, que mantêm a água sob pressão em

posição fechada. É desarmada, automaticamente, pelo acionamento dos detectores térmicos.

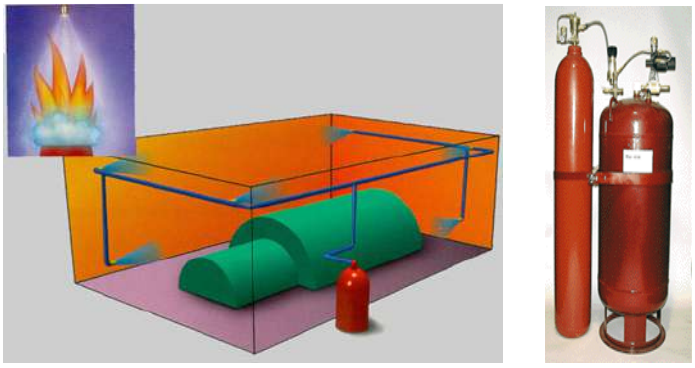
Sistema *Water Mist*.

É o aprimoramento do sistema de água nebulizada. Seu dimensionamento é dado pela NFPA nº 750. O diferencial entre os dois sistemas está no tamanho das partículas de água.

No *Water Mist*, a água é micropulverizada, sendo que 99% do total do volume são gotículas com diâmetro menor do que 1000 microns (DV. 0,99), para o uso de menor pressão operacional no bico nebulizador. O que potencializa o poder de absorção de calor da água.

http://www.vipondfire.co.uk/water-mist.html
Figura 81 - Bico de nebulização

A água é aplicada ao fogo na forma de gotas muito finas que, para o observador, assemelham-se a uma névoa densa. A relação da área de superfície da gota ao volume da água é alto e a conversão para vapor ocorre muito eficientemente. O calor latente da vaporização, que é um fenômeno físico, associou-se à mudança do estado da água (vapor), removendo muito calor da reação.

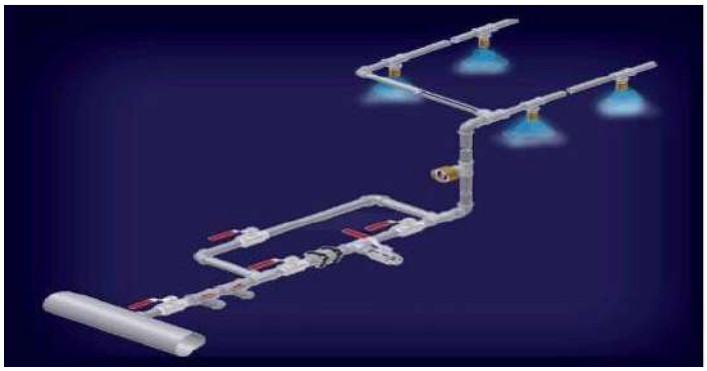


Fonte: http://www.wilsonfire.com/WATER_MI.HTM
Figura 82 - Sistema de nebulizador (*water mist*)

O sistema *water mist* oferece como benefícios adicionais:

- atenuação da radiação térmica;
- remoção da proporção de partículas de fumaça presentes no ar; e
- absorção da toxicidade solúvel em água e de gases irritantes.

A descarga da água como uma fina névoa em sistemas independentes fornece meios altamente eficientes na proteção contra incêndio, os quais requerem quantidades consideravelmente menores de agente, quando comparados aos tradicionais sistemas de *sprays* e dilúvio, o que resulta em benefícios substanciais quanto à capacidade e ao peso do sistema, além de tornarem insignificantes os danos causados à área protegida pela ação da água.



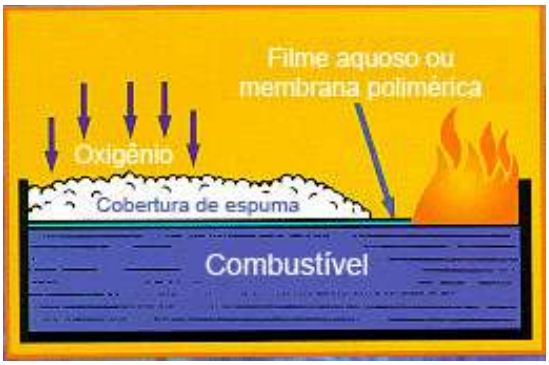
Fonte: http://www.wme.no
Figura 83 - Exemplo de sistema com *water mist*

Cada vez mais, sistemas de nebulização de água (*water mist*) estão sendo projetados, testados e aprovados para riscos leves, pois o pequeno diâmetro do encanamento de aço inoxidável usado, evidentemente, deu a essa tecnologia uma vantagem sobre a proteção com chuveiros automáticos de resposta rápida. Atualmente, o sistema *water mist* tem uma aceitação muito grande em navios, sendo estudado e utilizado também em usinas nucleares e pela NASA.

4.10.6 Sistema de combate a incêndio com espuma

Consiste na utilização de espuma de alta expansão, que produz o abafamento do combustível, impedindo a oxigenação e provocando o resfriamento.

A espuma é lançada no interior do reservatório onde se encontra o líquido inflamável, por canhões ou mangueiras com esguichos, sobre o tanque onde estiver ocorrendo o incêndio e sobre os tanques vizinhos para protegê-los.



Fonte: http://www.reliablefire.com/foamfolder/foamsystems.html
Figura 84 - Exemplo de aplicação da espuma

São utilizados em instalações onde são armazenadas grandes massas de líquidos inflamáveis, como: gasolina, acetona, álcool, solventes e outros, quer em tanques externos, quer em depósitos em interiores.

Fonte: http://www.apellce.com.br/Princ.asp?TocItem=2030&ID=110
Figura 85 - Exemplo de utilização em tanque externo

O sistema obedece ao disposto na Norma 11-A da NFPA e NBR nº 12.615 e consiste em um reservatório de pressão – o depósito – que armazena um extrato biodegradável de base protéica (fluoroproteínas) formador de espuma (existem diversos fabricantes).

A água do reservatório de acumulação, pela ação de uma bomba, arrasta o produto, que, emulsionado com a água, vai por uma tubulação até o tanque que se pretende proteger. Pode-se usar um filtro para a água antes da mistura com o extrato, para evitar a entrada de quaisquer impurezas.

Fonte: www.fic2.co.kr/
Figura 86 - Reservatório de acumulação

A mistura do extrato com a água efetua-se graças a um componente da instalação, denominado proporcionador, o qual dosa, automaticamente, o extrato, de modo a manter a relação água-extrato constante, embora a descarga e a pressão variem. A dosagem mais comum é a de 3% a 5% de extrato.

Ao atingir o tanque ou outro local de lançamento, a mistura água-extrato passa por um dispositivo formador ou gerador de espuma, o qual nada mais é que um ejetor de água-extrato, isto é, um bocal convergente que permite a incidência do líquido (água-extrato) num tubo Venturi (bocal convergente-divergente), arrastando-o, ao mesmo tempo, pelo efeito conhecido do ejetor.

4.11. Instalações elétricas e sistema de proteção contra descargas atmosféricas

Grandes incêndios podem ser causados por fenômenos termoelétricos, como, por exemplo, curto-circuito (conexão de resistência muita baixa, entre dois pontos de um circuito com potenciais elétricos diferentes), sobretensão (diferença entre potenciais elétricos acima do nível normal) e sobrecorrente (fluxo de carga elétrica acima das especificações previstas).

Essa situação é também agravada pelo fato de o Brasil ser um dos países com maior índice de ocorrência de descargas atmosféricas no mundo. Em virtude desses fatos, para serem evitadas as ocorrências de fenômenos termoelétricos, são exigidos dispositivos capazes de proteger as edificações, e, conseqüentemente, seus ocupantes e conteúdo contra essas implicações, visando à proteção contra incêndio. Para alcançar tal objetivo, torna-se necessário o correto dimensionamento das instalações elétricas (utilização adequada de disjuntores, fusíveis, condutores, esquemas de aterramento) e a adoção de sistema de proteção contra descargas atmosféricas (SPDA), também conhecido como pára-raios, para proteger estruturas, aparelhos e circuitos. Dessa forma, consegue-se não só a proteção patrimonial, mas também a salvaguarda das pessoas contra choques elétricos.

As regras de segurança apresentadas neste módulo são baseadas na NBR nº 5.410 (instalações elétricas de baixa tensão) e na NBR nº 5.419 (proteção de estruturas contra descargas atmosféricas).

A regra fundamental da proteção contra choques é que as pessoas e os animais devem ser protegidos, seja do risco associado a contato acidental com parte energizada perigosa, seja de falhas que possam colocar uma massa acidentalmente sob tensão.

A instalação elétrica deve ser concebida e construída de maneira a excluir qualquer risco de incêndio de materiais inflamáveis, devido a temperaturas elevadas ou arcos elétricos. Além disso, em situações normais, não deve haver riscos de queimaduras para as pessoas e/ou animais.

Além desses aspectos, as pessoas, os animais e os bens devem ser protegidos contra os efeitos negativos de temperaturas ou solicitações eletromecânicas excessivas, resultantes de sobrecorrentes a que os condutores vivos possam ser submetidos.

Também devem ser protegidos contra as consequências prejudiciais provenientes das ocorrências resultantes de sobretensões, como falhas de isolamento entre partes vivas de circuitos sob diferentes tensões, fenômenos atmosféricos e manobras.

Tendo em vista o que a NBR nº 5.419 da ABNT prescreve, torna-se evidente que um SPDA não impede a ocorrência de descargas atmosféricas (queda de raios) nem assegura uma proteção 100% eficiente.

A função do SPDA é conduzir as correntes elétricas das descargas atmosféricas ao solo e dissipá-las com segurança, reduzindo a probabilidade de danos.

O SPDA é definido como um sistema completo, destinado a proteger uma estrutura contra os efeitos das descargas atmosféricas. É composto de um sistema externo e de um sistema interno de proteção.

O sistema externo consiste em captores, condutores de descida e subsistema de aterramento, enquanto que o sistema interno é composto por um conjunto de dispositivos que reduzem os efeitos elétricos e magnéticos da corrente de descarga atmosférica, dentro do volume a proteger (equipotencialização – equalização do potencial elétrico de todas as partes que compõe o volume).

A captação da descarga atmosférica tem a finalidade de minimizar a probabilidade de a estrutura ser atingida diretamente por um raio e deve ter capacidade térmica e mecânica suficiente para suportar o calor gerado no ponto de impacto, bem como os esforços eletromecânicos resultantes. Podem ser adotados três métodos: Franklin,

Faraday e Eletrogeométrico. A captação pode ainda ser feita por meio de elementos naturais da prórpria edificação.

O subsistema de descidas visa conduzir convenientemente para a terra a corrente recebida pelo subsistema de captação. Podem ser usados condutores de descida naturais (ferros dos pilares) ou não-naturais (cordoalhas de cobre, por exemplo).

Para assegurar a dispersão da corrente de descarga atmosférica na terra sem causar sobretensões perigosas deve ser executado um subsistema de aterramento integrado à estrutura e demais aterramentos por meio de uma ligação equipotencial.

A equalização de potencial constitui a medida mais eficaz para reduzir os riscos de incêndio, explosão e choques elétricos dentro do volume a proteger. Ela é obtida mediante condutores de ligação equipotencial, eventualmente incluindo DPS (dispositivo de proteção contra surtos – são dispositivos que protegem o ambiente contra descargas elétricas atmosféricas), interligando o SPDA, a armadura metálica da estrutura, as instalações metálicas, as massas e os condutores dos sistemas elétricos de potência e de sinal, dentro do volume a proteger.

4.12. Brigadas de incêndio e planos de emergência

Os administradores das edificações, de acordo com norma técnica específica (NT 07/2000-CBMDF), precisam dimensionar brigadas de incêndio e elaborar planos de emergência.

Brigada de incêndio é um grupo organizado e devidamente equipado de pessoas treinadas, com capacitação, para atuar na prevenção, abandono da edificação, combate a princípio de incêndio e prestação de primeiros socorros, dentro de uma área pré-estabelecida.

Essa norma define também que o plano de emergência é um plano estabelecido em função dos riscos da edificação, tendo a finalidade de definir a melhor forma de utilização dos recursos materiais e humanos existentes no local, em uma situação de emergência.

Nesse plano, são definidas as ações a serem adotadas em caso de incêndios, bem como em outros sinistros, além do acionamento do Corpo de Bombeiros, na retirada segura das pessoas e no combate inicial.

Com base no exposto, fica evidenciado que tanto o comandante de socorro, quanto as guarnições de bombeiros precisam conhecer as edificações dentro de sua área de atuação que possuem brigadas e estudar seu plano de emergência, de tal forma que, no caso de ocorrer um sinistro naquele local, torne-se fácil a atuação dos bombeiros.

Uma das primeiras atitudes deve ser procurar a sala da brigada de incêndio (ou central de alarme), a fim de obter maiores informações com os brigadistas, os quais devem sempre estar em condições de auxiliar o CBMDF no sentido de fornecer dados gerais sobre a situação do local e promover o rápido e fácil acesso aos dispositivos de segurança da edificação.

Os comandantes de socorro e as guarnições de bombeiros precisam conhecer as edificações dentro de sua área de atuação que possuem brigadas e estudar seu plano de emergência.

Bibliografia

ABNT. NBR nº 14.432. *Exigências de resistência ao fogo de elementos construtivos de edificações – Procedimento.* Rio de Janeiro. 2000.

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil. 1988.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO DISTRITO FEDERAL. Estatuto do CBMDF. Lei nº 7.479, de 02 de junho de 1986.

_____. Lei de Organização Básica. Lei nº 8.255, de 20 de novembro de 1991.

_____. Regulamento da Lei de Organização Básica. Decreto nº 16.036, de 04 de novembro de 1994.

_____. Regulamento de Segurança contra Incêndio e Pânico. Decreto nº 21.361, de 20 de julho de 2000.

COTRIM, Ademaro A. M. B.. *Instalações elétricas*. São Paulo: Makron Books Brasil, 1992.

GOVERNO DO DISTRITO FEDERAL. Lei de Multa. Lei nº 2.747, de 20 de julho de 2001.

_____. Regulamentação da Lei de Multa. Decreto nº 23.154, de 09 de agosto de 2002.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS. *Questões atuais da segurança contra incêndio em edificações*. São Paulo, março de 2003.

MELO, Eduardo A. Loureiro. *Apostila de proteção contra incêndio e explosões do curso de pós-graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho.* Brasília. 2003.

Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal

Manual básico de combate a incêndio

Módulo 6

- Ações de segurança e combate ao princípio de incêndio -

2 ˚ edição

2009

Manual básico de combate a incêndio do Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal

Aprovado pela portaria n ° 30, de 10 de novembro de 2006 e publicado no Boletim Geral n ° 216, de 16 de novembro de 2006.

Comissão de Elaboração
TEN-CEL QOBM/Comb. RICARDO V. TÁVORA G. DE CARVALHO, mat. 00188-0
CAP QOBM/Comb. LUCIANO MAXIMIANO DA ROSA, mat. 00322-0;
CAP QOBM/Comb. MARCELO GOMES DA SILVA, mat. 00341-7;
CAP QOBM/Compl. FÁBIO CAMPOS DE BARROS, mat. 00469-3;
CAP QOBM/Compl. GEORGE CAJATY BARBOSA BRAGA, mat. 00477-4;
CAP QOBM/Comb. ALAN ALEXANDRE ARAÚJO, mat. 00354-9;
CAP QOBM/Comb. HELEN RAMALHO DE O. LANDIM, mat. 00414-6;
CAP QOBM/Comb. DEUSDETE VIEIRA DE SOUZA JÚNIOR, mat. 00404-9;
1o TEN QOBM/Comb. VANESSA SIGNALE L. MALAQUIAS, mat. 09526-6;
1o TEN QOBM/Comb. ANDRÉ TELLES CAMPOS, mat. 00532-0;
1o TEN QOBM/Comb. SINFRÔNIO LOPES PEREIRA, mat. 00570-3;
1o TEN QOBM/Comb. MARCOS QUINCOSES SPOTORNO, mat. 00565-7;
2o TEN QOBM/Comb. KARLA MARINA GOMES PEREIRA, mat. 00583-5;
2o TEN QOBM/Comb. RISSEL F. C. CARDOCH VALDEZ, mat. 00589-4;
2o TEN QOBM/Comb. MARCELO DANTAS RAMALHO, mat. 00619-X;
2o TEN KARLA REGINA BARCELLOS ALVES, mat. 00673-4;
1o SGT BM GILVAN BARBOSA RIBEIRO, mat. 04103-3;
2o SGT BM EURÍPEDES JOSÉ SILVA, mat. 04098-3;
3o SGT BM JOAQUIM PEREIRA LISBOA NETO, mat. 06162-X;
3o SGT BM HELDER DE FARIAS SALAZAR, mat. 07265-6.

Comissão de Revisão
TEN-CEL QOBM/Comb. WATERLOO C. MEIRELES FILHO, mat.00186-4;
MAJ QOBM/Comb. MÁRCIO BORGES PEREIRA, mat. 00249-6;
CAP QOBM/Comb. ALEXANDRE PINHO DE ANDRADE, mat. 00383-2;
1o TEN QOBM/Compl. FÁTIMA VALÉRIA F. FERREIRA, mat. 00597-5;
2o TEN QOBM/Comb. LÚCIO KLEBER B. DE ANDRADE, mat. 00584-3.

Revisão Ortográfica
SBM QBMG-1 SOLANGE DE CARVALHO LUSTOSA, mat. 06509-9.

Brasília-DF, 10 de novembro de 2006.

SOSSÍGENES DE OLIVEIRA FILHO — Coronel QOBM/Comb.
Comandante-Geral do Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal

2009 – Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal

Qualquer parte desta publicação pode ser reproduzida, desde que citada a fonte.

Disponível também em CD-ROM.

Apresentação da 2ª edição.

Quando o Manual básico de combate a incêndio foi criado, em 2006, tinha por objetivo nortear a conduta do bombeiro do Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal nas ações de combate a incêndio urbano, atentando para os princípios basilares da segurança e da efetividade do socorro prestado.

Várias obras subsidiaram o processo de construção do conteúdo apresentado, com o intuito de fornecer o maior número possível de informações sobre as ações técnicas e táticas de combate a incêndio e sobre a experiência de outros corpos de bombeiros frente a um inimigo comum.

Nesta segunda edição, a comissão teve a oportunidade de rever os conceitos aplicados, por meio da consulta a novas literaturas, bem como aprimorar o conteúdo já existente, com base na experiência da instrução diária e nas adaptações que toda profissão requer para evoluir.

Neste contexto, não se poderia deixar de agradecer aos profissionais que, direta ou indiretamente, contribuíram para que a presente obra fosse atualizada.

Com a dedicação que lhes é peculiar, alguns militares contribuíram para esta revisão, tendo sido designados ou não para tal. Movidos pelo amor à profissão, estes militares engrandecem o nome da instituição e inspiram seus colegas.

A comissão agradece especialmente ao Coronel QOBM/Comb RRm Ivan Feregueti Góes que, mesmo em seu merecido descanso, não poupou esforços para contribuir, com sua experiência profissional e de ensino, a toda a obra aqui apresentada e de modo especial à parte tática do manual.

O presente manual será revisado sempre que necessário ao bom desempenho do bombeiro em sua missão “vidas alheias e riquezas salvar”.

Sumário

Introdução 1

1. Prevenindo incêndios no dia a dia 3

1.1. Na cozinha 3
1.2. Com as crianças 4
1.3. Com cigarro 5
1.4. Com velas 6
1.5. Com fogos de artifício 7
1.6. Com equipamentos 7

2. Instalando alarme de incêndio. 11

3. Sobrevivendo a um incêndio 13

4. Combatendo um princípio de incêndio 17

4.1. Na cozinha 17
4.2. Nas roupas de uma vítima 18
4.3. Com aparelhos extintores de incêndio 19
4.3.1 Capacidade extintora 21
4.3.2 Aparelhos extintores 24
4.3.3 Utilização dos aparelhos extintores 27

Bibliografia 33

Introdução

O objetivo deste módulo é preparar toda e qualquer pessoa, independente de ser bombeiro ou não, para prevenir incêndios em seu cotidiano e para atuar em princípios de incêndio, que costumam ocorrer em ambientes que fazem parte do dia a dia da maior parte da população.

Seja por meio de cuidados na prevenção seja por ações de combate propriamente ditas, as pessoas presentes no cenário do incêndio têm um papel fundamental para evitar mortes ou mais destruição pelo incêndio. Porém, muitas vezes, por desconhecimento ou descontrole emocional, acabam tomando atitudes que põem em risco sua própria segurança e a de outrem, agravando as condições do sinistro.

Medidas simples podem reduzir significativamente a gravidade do incêndio e são aqui descritas em uma linguagem clara e abrangente, pretendendo que, ao final desta leitura, qualquer pessoa seja capaz de saber agir em uma situação de sinistro.

1. Prevenindo incêndios no dia a dia

Incêndios acontecem quando menos se espera, e frequentemente ocorrem durante a noite. Eles também se propagam rapidamente, destruindo o patrimônio e causando a morte ou danos às pessoas.

Mas o maior vilão dos incêndios é a fumaça, que sufoca rapidamente e pode matar antes que as chamas atinjam as pessoas que estão dormindo.

Apesar de haver medidas que podem e devem ser tomadas por todas as pessoas presentes no ambiente quando um incêndio ocorre, a melhor ação é a de prevenção. E são necessárias medidas simples e fáceis para se obter isso.

1.1. Na cozinha

A maior parte dos incêndios em residência acontece na cozinha, por descuido enquanto a pessoa cozinhava ou por negligência dos cuidados de prevenção de incêndio.

Sempre que utilizar o fogão, deve-se ter o cuidado de assegurar-se que todas as bocas e o forno foram desligados. Da mesma forma, assegure-se que todas as bocas ligadas estejam acesas.

Ao utilizar o fogão, acenda o fósforo antes de abrir o gás da boca ou do forno.

Após o uso, certificar-se que o registro do botijão está desligado

Durante a troca do botijão de gás confira se não há vazamento usando um pouco de sabão e água.

Posicione o cabo da panela para que não fique para fora nem ao alcance da chama.

Evite utilizar roupas folgadas próximo ao fogo. Elas podem se incendiar.

Não deixe panos sobre o fogão.

Não utilize nada metálico no forno microondas.

Mantenha sempre o forno, o fogão, o tostador e o *grill* limpos de gordura. Esta pode entrar em combustão quando aquecida.

Ao fazer uma fritura em uma panela comum, encha-a de óleo em, no máximo, um terço de seu volume.

Quando o óleo começa a liberar fumaça, é sinal de que está muito quente e a situação começa a oferecer perigo. Desligue o fogo e espere esfriar naturalmente.

Cuidado com churrasqueiras e fogueiras: fagulhas podem voar até sua roupa e queimá-la.

1.2. Com as crianças

Jamais deixe fósforos, isqueiros, cigarros, velas ou acendedores em locais ao alcance das crianças. Isso vale também para vidros de álcool ou qualquer produto de limpeza.

Não deixe crianças sozinhas na cozinha.

Envolva as crianças no planejamento da rota de fuga e assegure-se, regularmente, de que elas se lembram do que fazer em caso de incêndio.

Muitos pais evitam conversar com seus filhos sobre incêndios com receio de assustá-los. Entretanto, na ausência de um adulto, as crianças têm condições de agir em prol de sua própria segurança. Converse com as crianças sobre os riscos de um incêndio, como acontecem e o que podem causar às pessoas, bem como sobre as orientações deste manual. Assim elas saberão como agir corretamente em caso de um acidente.

Jovens também devem ser orientados quanto aos incêndios causados por cigarro e por velas. Ainda que não fumem, podem ter contato com uma situação de risco em festas comuns a esta faixa etária.

Oriente as babás sobre como prevenir incêndios e como atuar em caso de acidentes.

Instale barreiras (grades de proteção) à frente de fogões, lareiras e aquecedores e não deixe que as crianças brinquem próximas a chamas ou fontes de calor.

Instale protetores de tomada.

Fonte: The fire prevention handbook.
Figura 1 – Protetor de tomada em ambientes com criança

1.3. Com cigarro

Certifique-se sempre que o cigarro foi completamente apagado. É necessário um cuidado maior por parte do fumante quando estiver cansado, tiver ingerido alguma medicação ou bebida alcoólica. Facilmente, nestas condições, o fumante adormece sem ter apagado o cigarro direito.

Não abandone um cigarro aceso. Ele pode cair em um tapete, jornal ou outro material e iniciar um incêndio.

Não fume na cama.

Utilize um cinzeiro para acomodar as cinzas, nunca a lixeira. E mantenha os cinzeiros vazios. Isso vale também para os visitantes da casa, que devem receber atenção redobrada nas ocasiões de festa.

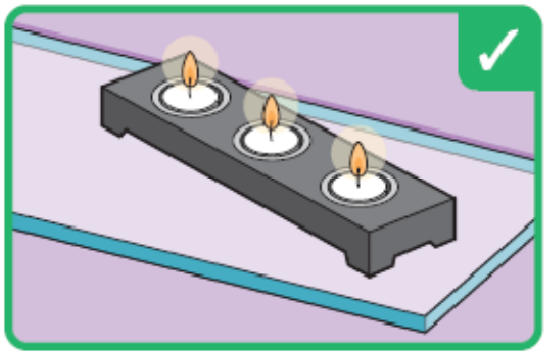
Não jogue as pontas de cigarro pela janela de casas ou do carro.

1.4. Com velas

Mantenha velas longe do alcance de crianças e animais.

Coloque a vela em um recipiente que garanta que esta esteja de pé, firmemente posicionada e que não derrame a cera derretida para outro lugar.

Jamais deixe a vela sobre superfícies que podem queimar ou derreter (plásticos, tecidos, madeiras, papéis, etc.).



Fonte: The fire prevention handbook.
Figura 2 – Utilização correta de velas

Deixe sempre uma distância mínima de 10 centímetros entre uma vela e outra.

Não brinque com velas, nem mesmo com o pavio ainda fumegante.

Sempre apague a vela antes de movê-la de um lugar para outro. E certifique-se de que ela foi completamente apagada antes de deixá-la em algum lugar sem supervisão.

1.5. Com fogos de artifício

Antes de usar fogos de artifício, leia atentamente e siga todas as instruções do fabricante.

Não faça uso de bebida alcoólica ao acender fogos de artifício.

Acenda um por vez e, de preferência, utilizando luvas.

Mantenha-se afastado quando outra pessoa acende o dispositivo.

Não permita que crianças acendam fogos de artifício e mantenha-as afastadas ao acendê-los.

Não se aproxime do dispositivo, nem tente reacendê-lo caso ele não tenha deflagrado. Ele ainda pode estourar e, se você estiver próximo, podendo causar lesões graves.

1.6. Com equipamentos

Após o uso, desligue aparelhos elétricos de suas tomadas. Deixe somente os equipamentos destinados ao uso contínuo, tais como refrigerador, *freezer*, rádio-relógio, etc.

Não utilize vários equipamentos elétricos em uma mesma tomada. Se for necessário, utilize extensões do tipo régua, adequadas à amperagem dos equipamentos e, preferencialmente, com fusível.

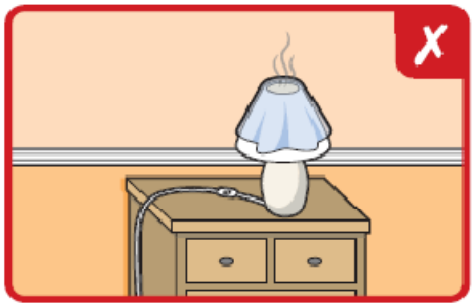
Aquecedores elétricos devem ser posicionados de frente para o quarto e de costas para a parede, nunca próximos a cortinas ou móveis. Não utilize-os para secar roupas.

Aquecedores a gás necessitam de manutenção anual. Por liberarem monóxido de carbono, podem matar em questão de horas. Por ser inodoro e incolor, as pessoas não percebem o vazamento do gás, o que torna maior o perigo.

Não deixe luzes decorativas (como as natalinas, por exemplo) acesas quando for dormir ou sair de casa. Também não deixe que estejam

em contato com material que possa se queimar facilmente, como papéis ou tecidos.

Não coloque nada sobre luminárias, aquecedores ou outros equipamentos que sofrem aquecimento.



Fonte: The fire prevention handbook.
Figura 3 – Risco de incêndio em equipamento elétrico

Dicas para proteger sua casa de um incêndio

1. Instale um alarme de incêndio em cada pavimento da casa.
2. Planeje uma rota de fuga da casa em caso de incêndio e faça com que cada morador tenha conhecimento dela.
3. Mantenha as portas de saída da residência livre de móveis, entulhos ou outro material e faça com que todos os moradores acessem, rapidamente, as chaves de portas e janelas em caso de incêndio.
4. Redobre o cuidado ao utilizar o fogão e nunca deixe crianças sozinhas na cozinha.
5. Utilize fritadeiras apropriadas para utilizar óleo quente.
6. Ao acender velas, utilize um recipiente apropriado, longe de materiais que podem entrar em combustão e longe de crianças e animais.
7. Assegure-se que o cigarro foi devidamente apagado e deixado em cinzeiro após o uso.

8. Adquira o hábito de deixar as portas internas da casa fechadas durante a noite. Se preferir manter a porta do quarto das crianças aberta, feche ao menos a porta da cozinha e da sala de estar. Isso irá diminuir a propagação no caso da ocorrência de um incêndio.
9. Não sobrecarregue tomada elétrica com vários equipamentos.
10. Mantenha fósforos, isqueiros, velas ou afins longe do alcance das crianças.
11. Redobre o cuidado quando estiver cansado ou após ter ingerido bebida alcoólica.
12. Não deixe a TV ou outros equipamentos elétricos ligados na tomada enquanto não são utilizados. Deixe somente os que são destinados para uso contínuo.

2. Instalando alarme de incêndio.

Alarmes de incêndio são dispositivos projetados para avisar aos usuários sobre um princípio de incêndio em um ambiente. Tem a função de proteger vida e propriedade.

Fonte: The fire prevention handbook.
Figura 4 – Exemplos de alarme de incêndio para residências e escritórios

Na maioria dos tipos de alarme de incêndio, a indicação é sonora.

Ao adquirir um alarme de incêndio, o usuário deve observar fielmente as orientações do fabricante e o período de troca das baterias.

Se a residência é de um pavimento, deve ser instalado um detector de incêndio no corredor que liga a sala de estar aos quartos.

Se a residência possui mais de um pavimento, deve haver um detector na escada e um em cada pavimento.

Quanto maior o número de detectores, mais seguro se torna o ambiente.

Posicione o detector de incêndio onde você possa ouvi-lo, inclusive durante a noite e com as portas dos cômodos fechadas.

Posicione o detector no teto, o mais próximo possível do centro do cômodo. Porém longe, no mínimo, 30 cm de distância de pontos de luz ou da parede.

Troque a bateria ao menos uma vez por ano, exceto os tipos de bateria 10 anos.

Faça o teste uma vez por semana.

Ao menos duas vezes ao ano, aspire o detector para remover poeiras em seu interior ou desmonte-o para limpeza.

Troque o detector por um novo, no mínimo, a cada dez anos.

Não instale detectores de incêndio em:

- Cozinhas ou banheiros, a fim de que não sejam acionados por fumaça durante o cozimento de alimentos ou vapor.
- Locais onde não seja possível ouvi-los enquanto está dormindo.
- Garagens, onde a fumaça do veículo pode acioná-los.
- Paredes, uma vez que a fumaça atinge o teto e aí permanece, acionando o alarme mais rapidamente e dando mais tempo para a fuga ou para o combate.

3. Sobrevivendo a um incêndio

Crianças, pessoas acamadas ou com dificuldades de locomoção, doentes e deficientes mentais e idosos são mais propensos a serem vítimas de incêndios.

Um estudo americano indica que, comparados ao restante da população, idosos são vítimas duas vezes e meia mais prováveis de morte por incêndios. Algumas campanhas educativas dirigidas a eles abordam a importância de ter detectores de fumaça, plano de escape de residência ou asilo e hábitos seguros ao fumar, cozinhar e aquecer a casa. Estas e outras providências simples podem ser decisivas para a sobrevivência em caso de incêndio.

É útil ter um plano de evacuação da casa ou escritório, indicando duas saídas de cada local, para o caso de uma delas estar impedida.

Se houver barras nas portas, adultos e crianças devem saber abri-las em caso de ser necessário escapar de um incêndio.

Figura 5 – Porta corta-fogo com barra antipânico

Se for apanhado por um incêndio em estágio adiantado, o indivíduo terá melhores chances de sobreviver se observar os seguintes conselhos:

- procure a rota de saída e feche as portas atrás de si;
- antes de abrir qualquer porta, toque primeiro a parte de baixo, e depois mais em cima, para saber se está quente. Se estiver quente, tente outra saída;
- abra somente as portas as quais você tem que passar por elas;
- saia o mais rápido possível, sem voltar para buscar pertences e nem para investigar o incêndio;
- desloque-se abaixado para evitar a zona em que se acumulam mais gases quentes e tóxicos, sem encostar o rosto no solo (alguns gases acumulam-se aí);
- procure a escada ou a saída mais próxima;
- em pavimentos superiores, sempre desça; o fogo se propaga para o alto;
- no caso de estar no subsolo, suba rapidamente;
- antes de sair do prédio, chame o Corpo de Bombeiros. Se estiver numa casa ou qualquer outra edificação térrea, ligue quando já estiver fora;
- se alguma pessoa ficou na edificação, informe ao Corpo de Bombeiros sua possível localização;
- se não for possível sair da edificação, procure uma área não atingida (sala, quarto de hotel, apartamento) e:
    - feche as portas para o restante da edificação;
    - vede as frestas utilizando papéis, fitas adesivas, tecidos ou outros materiais disponíveis;

- mantenha a janela aberta para entrar ar fresco, mas feche-a se começar a entrar fumaça;
- se tiver telefone, ligue para o Corpo de Bombeiros avisando onde está;
- sinalize pela janela com tecido ou outro material de cor clara; e
- aguarde o resgate.

4. Combatendo um princípio de incêndio

Ao se defrontar com um princípio de incêndio, chame imediatamente o Corpo de Bombeiros, por meio do telefone 193, ou peça a alguém que chame.

Tente extinguir o fogo em objetos com um aparelho extintor. A forma correta de utilização será explicada posteriormente. Se não for possível, saia imediatamente.

O princípio de incêndio só pode ser combatido com aparelhos extintores enquanto as chamas não atingirem o teto. A partir daí, o fogo desenvolve-se rápido demais.

Se não conseguir ou não puder extinguir o fogo, feche a porta do cômodo onde está o fogo e saia da edificação. Fechar a porta diminui o oxigênio disponível para o fogo e evita que a fumaça se espalhe. Deixe a porta fechada, ela deve ser aberta somente pelos bombeiros.

Se uma pessoa está envolta em chamas, utilize a técnica a seguir descrita.

4.1. Na cozinha

No caso de fogo em óleo ou outra gordura, comum em panelas frigideiras:

- tampe o recipiente;
- desligue o fogo; e
- deixe-o tampado até esfriar.

Nunca jogue água em gordura. O efeito é semelhante a uma explosão, respingando óleo quente para todos os lados e causando queimaduras graves.

No caso de um incêndio em uma panela, não a remova do local e jamais jogue água sobre ela. Neste caso, desligue o fogão e use uma tampa da panela para abafar o fogo.

Fogo na mangueira do botijão ou em qualquer outro lugar do fogão pode ser extinto aproximando-se, protegido por um cobertor, abafando as chamas e fechando rapidamente o registro de gás.

Se não for possível fechar o registro de gás, não é aconselhável extinguir as chamas, pois criaria as condições para uma possível explosão do ambiente.

4.2. Nas roupas de uma vítima

Para apagar o fogo nas roupas de uma pessoa deve-se fazê-la rolar. A vítima não pode caminhar, pois o movimento aviva as chamas.

Deve-se pará-la, deitá-la de bruços e rolá-la no chão. Outra pessoa pode ajudá-la a deitar-se, e usar um cobertor ou um casaco pesado para abafar as chamas.

A vítima terá de rolar para um lado e para o outro, cobrindo os olhos, nariz e boca para proteger as vias aéreas, mantendo as pernas juntas.

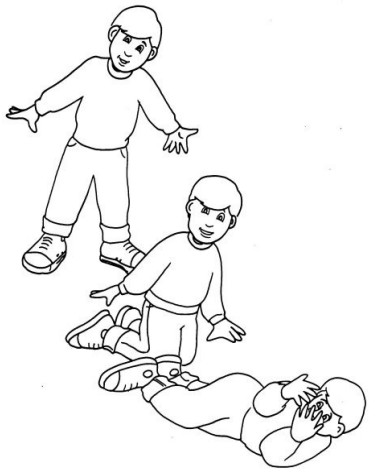


Figura 6 - Técnica parar, cair e rolar

Para um treinamento com crianças, pode-se pegar um papel vermelho e colá-lo com fita adesiva nas suas roupas. A criança que atua como "vítima" realizará o procedimento: parar, deitar e rolar, até que o papel se solte de suas roupas.

Outra criança pode ajudá-la a rolar, e colocar um cobertor por cima, como se abafasse as chamas.

Para tratar a queimadura, não use creme dental, terra, manteiga ou outro produto. Lave a área com água corrente e procure um médico.

Deve-se evitar a utilização de extintores sobre pessoas e animais.

4.3. Com aparelhos extintores de incêndio

Os aparelhos extintores de incêndio são dispositivos que contêm um agente extintor (água, pó, gás carbônico, etc.) e são destinados ao combate de princípios de incêndio.

Os aparelhos extintores são projetados para extinguir princípios de incêndio, quando as chamas estão restritas ao foco inicial.

Suas características são definidas de acordo com a quantidade de combustível que se destina a proteger (capacidade extintora, a qual será abordada mais adiante).

Os aparelhos extintores são projetados para ser utilizados por qualquer pessoa, sem a necessidade do uso de equipamentos de proteção.

Por esse motivo, devem ter acionamento simples, de fácil compreensão e utilização rápida. Mesmo possuindo uma forma simples de

acionamento, é necessário que os usuários da edificação sejam treinados para utilizá-los, de forma correta e consigam transportá-lo até o local desejado.

O aparelho extintor é desenvolvido para operar a utilização do agente extintor apropriado.

Os aparelhos extintores podem ser classificados:

Quanto à sua mobilidade:

- portáteis – são os aparelhos extintores que podem ser transportados manualmente, sendo que sua massa total não deve ultrapassar 20 kg (vinte quilos); ou
- sobre rodas – São os aparelhos extintores cuja massa total ultrapassa 20 kg (vinte quilos), montados sobre rodas e transportados por um único operador. Outra diferença é que a válvula de descarga destes aparelhos é sempre montada na extremidade da mangueira.

Quanto à forma de pressurização:

- pressurização direta (pressurizados) – são aqueles que estão sob pressurização permanente e caracterizam-se pelo emprego de somente um recipiente para o agente extintor e o gás expelente;
- pressurização indireta (pressurizáveis) – são aqueles que são pressurizados por ocasião do uso e caracterizam-se pelo emprego de um recipiente para o agente extintor e de um cilindro para o gás expelente.

O emprego eficiente dos aparelhos extintores em princípios de incêndio depende da familiaridade do operador com o aparelho e com as informações apresentadas no rótulo e/ou cilindro.

Cuidados com o aparelho extintor:

- deve ser pintado na cor vermelha e sinalizado, a fim de ser visto com facilidade;
- deve estar permanentemente desobstruído e em área livre, a fim de garantir o acesso ao aparelho;
- a freqüência de inspeção é de 6 meses para extintores de incêndio com carga de gás carbônico e cilindros para o gás expelente, e de 12 meses para os demais extintores; as inspeções devem ser feitas conforme o estabelecido na NBR 12962 da Associação Brasileira de Normas Técnicas;
- a recarga deve ser efetuada considerando-se as condições de preservação e manuseio do agente extintor recomendadas pelo fabricante ou pela empresa que realizou a manutenção.
- conter rótulo com: a(s) classe(s) de incêndio a que se destina, as instruções de uso, identificação do fabricante e o selo de conformidade expedido pelo Instituto Nacional de Metrologia e Qualidade Industrial (INMETRO).

4.3.1 Capacidade extintora

A capacidade extintora é o principal parâmetro para avaliar a eficiência dos aparelhos e agentes extintores. Define o tamanho do fogo e a classe de incêndio que o conjunto – aparelho extintor e agente extintor – é capaz de debelar, segundo métodos de ensaio padronizados.

Para exemplificar, um extintor com a inscrição em seu rótulo:

- 2-A significa que o conjunto é capaz de debelar incêndios em combustíveis sólidos classe A, em que as chamas são de volume correspondente às produzidas pela queima do

engradado de madeira padronizado, definido como 2-A, conforme mostra a Figura 7.

- 10-B significa que o extintor é capaz de debelar incêndios em líquidos inflamáveis (classe B), em que o volume das chamas é correspondente à queima do combustível em uma cuba padrão, definidos como 10-B, conforme ilustra a Figura 8.

Os testes de capacidade extintora para a classe A (combustíveis sólidos) são feitos em engradados de madeira, conforme a Norma Brasileira - NBR 9443 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). Nesse exemplo, um extintor de capacidade extintora 2-A deve ser capaz de extinguir totalmente o fogo em um engradado de madeira, composto de 78 elementos com dimensões de 45x45x600 mm.

A norma prevê a certificação de extintores de incêndio até o grau 40-A. Cada grau obedece a uma relação de proporcionalidade de volume de combustível (elementos de madeira) e das chamas.

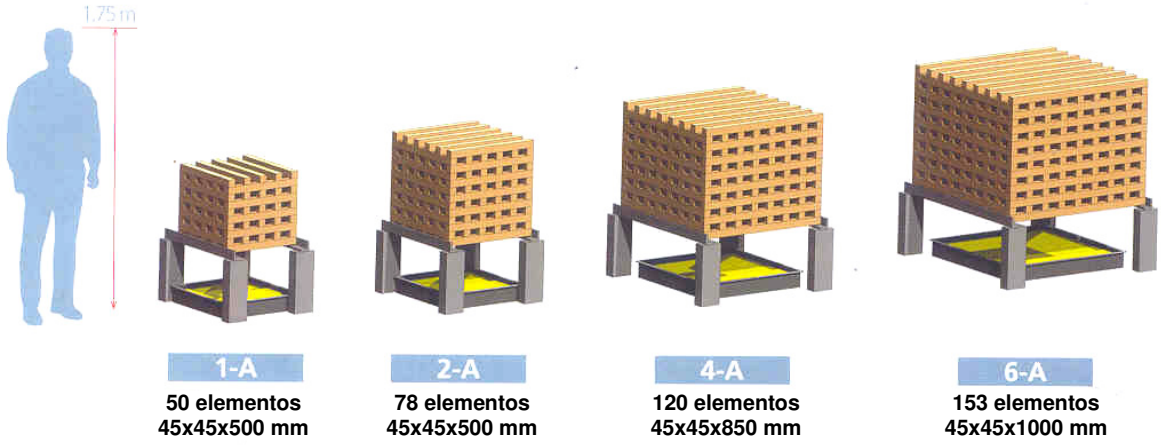


Figura 7 – Quadro de engradados de madeira dispostos para os testes de capacidade extintora para a classe A

Os testes de capacidade extintora para a classe B são feitos em cubas quadradas, contendo uma camada mínima de 50 mm de líquido

inflamável de alto poder calorífico sobre um lastro de água de, no mínimo, 150 mm, conforme NBR nº 9.444 da ABNT. O combustível normalmente empregado é o n-heptano.

Um extintor de capacidade extintora 10-B deve ser capaz de extinguir totalmente o fogo em uma cuba de 2,30 metros de área, contendo 117 litros de n-heptano. Nessas condições, as chamas podem atingir até 6 metros de altura.

A norma prevê a certificação de extintores de incêndio até o grau 640-B. Os graus são estabelecidos a partir da proporcionalidade do volume de combustível (líquido inflamável). As dimensões das cubas variam de forma a permitir a formação da camada de combustível prevista.

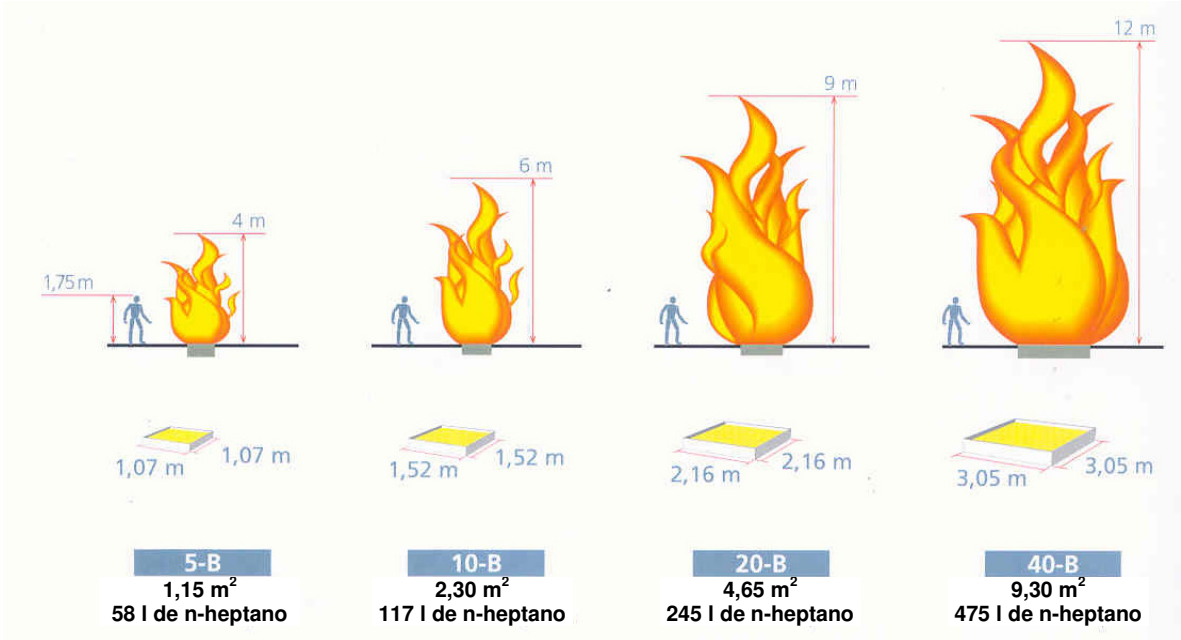


Figura 8 - Quadro de cubas dispostas para os testes de capacidade extintora para a classe B

Cabe ressaltar que a padronização e adoção de engradados de madeira e uso de n-heptano têm por objetivo garantir, sob condições laboratoriais, a reprodutibilidade e repetibilidade dos testes, ou seja, as características do campo de testes e as condições de execução dos ensaios

estão previstos de forma que possam ser reproduzidos em diversos centros de pesquisa e repetidos quantas vezes forem necessárias.

Figura 9 – Testes laboratoriais realizados no Centro de Investigação e Prevenção de Incêndio (CIPI) do CBMDF

4.3.2 Aparelhos extintores

Os aparelhos extintores de incêndio mais comuns, atualmente, quanto ao agente extintor são:

- gás carbônico (CO_2),
- água pressurizada, e
- pó para extinção de incêndio.

Extintor à base de gás carbônico (CO_2)

O extintor de gás carbônico utiliza cilindro de alta pressão, o que exige que não possua costura (soldas); é avaliado pelo seu peso, não possuindo manômetro.

Possui um esguicho difusor, cujo contato deve ser evitado ao utilizar o aparelho extintor, a fim de que não ocorra queimadura por congelamento.

O extintor à base de gás carbônico é indicado para apagar fogo em líquidos inflamáveis (álcool, gasolina, entre outros) e equipamentos elétricos energizados (televisores e rádios, por exemplo).

Deve-se evitar tocar o difusor do extintor quando este estiver sendo utilizado: risco de queimadura devido à baixa temperatura!

Figura 10 – Aparelho extintor de gás carbônico

Extintores à base de água e de pó

Esses extintores possuem configurações semelhantes, o que pode confundir o usuário em um primeiro momento. As semelhanças encontram-se basicamente:

- na pressão de trabalho – por volta de 10,5 kgf/cm2;
- no manômetro – o qual deve estar sempre na faixa verde, indicando pressão favorável à utilização;
- nos cilindros – ambos possuem costura

Possui diferença no rótulo:

- o extintor de água é indicado para incêndio classe A (materiais tais como madeira, borracha, papel e outros que queimam em profundidade, deixando resíduos);
- o extintor de pó é indicado para as classes B (álcool, gasolina, diesel, etc.) e C (equipamentos energizados); alguns são indicados para as classes A, B e C.

Os extintores de pó mais comuns são à base de bicarbonato de sódio e fosfatomonoamônico, assunto abordado no Módulo 1 deste manual, em agentes extintores. O pó age quebrando a reação em cadeia do processo de combustão para incêndios Classes A e C e por abafamento para incêndios na classe B.

Os extintores à base de bicarbonato de sódio e potássio são indicados para incêndios classes B e C; e os extintores à base de fosfatomonoamônico são indicados para as classes A, B e C.

Figura 11 – Aparelho extintor que pode ser de água pressurizada ou de pó para extinção de incêndio

4.3.3 Utilização dos aparelhos extintores

O extintor, por ser destinado ao princípio de incêndio, é projetado para ser utilizado com qualquer vestimenta, independente do uso de equipamentos de proteção individual.

Os seguintes passos devem ser observados na utilização dos aparelhos extintores, independente de sua classificação quanto à mobilidade. No caso de extintores pressurizáveis há uma diferença no passo 2.

1. Transporte o extintor até o local próximo do foco do incêndio na posição vertical utilizando, para isso, a alça de transporte ou estacionando-o sobre a base, quando extintor sobre rodas.

Figura 12 – Transporte do extintor portátil

Se o cilindro não for utilizado na posição vertical (base voltada para o solo), corre-se o risco de não funcionar adequadamente, ou seja, é liberado apenas o gás de pressurização e não o agente extintor (exceção ao de gás carbônico).

2. Rompa o lacre e retire o pino de segurança, para os extintores de pressurização direta. No caso dos extintores de pressurização indireta, rompa o lacre e abra a válvula de pressurização.

Figura 13 - Rompimento do lacre e retirada do pino de segurança

3. Posicione-se sempre a favor do vento.

Figura 14 - Posicionamento a favor do vento

4. Empunhe a mangueira e aproxime-se do foco do incêndio cuidadosamente.

Figura 15 - Aproximação do foco do incêndio

5. Aperte o gatilho e movimente o jato em forma de leque, atacando a base do fogo, procurando cobrir toda a área em chamas de forma seqüencial e progressiva, conforme a indicação em azul.

Figura 16 - Aplicação do jato em forma de leque

6. Ao final, assegure-se que não houve reignição das chamas.

Figura 17 – Observação de possível reignição das chamas

Cuidado com o risco de re-ignição após a utilização do agente extintor.

O pó para extinção de incêndio, quando utilizado nas classes A e C, deve ser aplicado de forma intermitente, para que crie uma película sobre o material em chamas.

Se for aplicado de forma contínua, formará uma nuvem, dificultando a deposição do pó.

Quando utilizado na classe B deve ser aplicado em jato contínuo para que haja a extinção do incêndio por abafamento.

Já o CO_2 deve ser utilizado de forma contínua, e o jato deve ser mantido por alguns momentos após a extinção. Isso porque o CO_2 atua afastando o oxigênio do foco. É preciso evitar a reignição das chamas.

A água deve ser aplicada, preferencialmente, de forma contínua para que haja a extinção do incêndio por resfriamento.

Pode-se melhorar o jato de água, utilizando o dedo polegar na saída da água como um dispersor, como se faz com a mangueira de jardim.

No caso de combustível líquido, evite uma pressão muito forte em sua superfície para não aumentar a área de combustão e espalhar as chamas. De preferência, o agente extintor deve ser aplicado num anteparo e não diretamente sobre o líquido.

Nos casos de líquidos inflamáveis, o agente extintor deve ser aplicado em um anteparo e não diretamente sobre o líquido.

Quem utiliza o aparelho extintor deve deixar uma saída livre atrás de si para escapar rapidamente se necessário.

Se houver disponíveis mais de um extintor, eles serão utilizados sobre o foco ao mesmo tempo, por duas pessoas.

Bibliografia

ABNT. NBR n° 10.721. Extintores de incêndio com carga de pó. Rio de Janeiro. 2005.

_____. NBR n° 11.716. Extintores de incêndio com carga de dióxido de carbono (gás carbônico). Rio de Janeiro. 2004.

_____. NBR n° 12.693. Sistema de proteção por extintores de incêndio. Rio de Janeiro. 1993.

_____. NBR n° 12.962. Inspeção, manutenção e recarga em extintores de incêndio. Rio de Janeiro. 1998.

Minister, Office of the Deputy Prime. The fire prevention handbook. United Kingdom. 2005.