

+ MATERIAL DIDÁTICO OFICIAL



GOVERNO DO ESTADO
DO ESPÍRITO SANTO
Secretaria da Segurança Pública
e Defesa Social



CORPO DE BOMBEIROS
MILITAR ESPÍRITO SANTO
O orgulho do Povo Capixaba

© **#SOMOS
#TODOS
BOMBEIROS**



. GERÊNCIA DE CURSOS DE EXTENSÃO

CURSO DE FORMAÇÃO DE BRIGADISTAS PROFISSIONAIS

PREVENÇÃO E COMBATE A INCÊNDIO



CURSO DE FORMAÇÃO DE BRIGADISTAS PROFISSIONAIS

PREVENÇÃO E COMBATE A INCÊNDIO REVISADO E ATUALIZADO POR:

TEN BM **ALINE** DAIANE DE LIMA OLIVEIRA

TEN **CASSANDRO** DA COSTA E SILVA

1º SGT ELIEL SILVA **SCHUBERT** FERREIRA

2º SGT **MARCEL** XAVIER SANTANA

3º SGT BM JOÃO VICTOR **MENEGUELLI**

3º SGT BM LEONARDO BATISTA **SARNAGLIA**

2025





Sumário

1. PREVENÇÃO DE INCÊNDIO	7
1.1. PREVENINDO INCÊNDIOS NO DIA A DIA.....	7
1.2. NA COZINHA	7
1.3. COM AS CRIANÇAS	8
1.4. COM CIGARRO	8
1.5. COM VELAS	9
1.6. COM FOGOS DE ARTIFÍCIO.....	9
1.7. COM EQUIPAMENTOS	9
1.8. DICAS PARA PROTEGER SUA CASA DE UM INCÊNDIO.....	10
2. QUÍMICA/FÍSICA.....	11
2.1. TEORIA DO FOGO	11
2.2. CALOR.....	14
2.2.1. FONTES DE CALOR	15
2.2.2. EFEITOS DO CALOR	16
2.3. COMBUSTÍVEL.....	19
2.3.1. COMBUSTÍVEIS SÓLIDOS	21
2.3.2. COMBUSTÍVEIS LÍQUIDOS	23
2.3.3. COMBUSTÍVEIS GASOSOS.....	25
2.4. COMBURENTE.....	27
2.5. REAÇÃO EM CADEIA.....	29
2.6. PONTOS DE TEMPERATURA.....	30
2.7. TIPOS DE COMBUSTÃO	32
2.8. TIPOS DE CHAMA.....	37
2.9. PRODUTOS DA COMBUSTÃO	38
2.9.1. FUMAÇA.....	38
2.9.2. GASES TÓXICOS PRESENTES NOS INCÊNDIOS	40
3. PROPAGAÇÃO DO FOGO/TRANSMISSÃO DE CALOR.....	44
3.1. CONDUÇÃO	44
3.2. CONVECÇÃO	45
3.3. IRRADIAÇÃO	47
4. CLASSIFICAÇÃO DE INCÊNDIO	48
4.1. INCÊNDIO CLASSE “A”	49
4.2. INCÊNDIO CLASSE “B”	49
4.3. INCÊNDIO CLASSE “C”	50
4.4. INCÊNDIO CLASSE “D”	50
4.5. OUTRAS CLASSES	51
5. MÉTODOS DE EXTINÇÃO.....	52
5.1. CONTROLE DO MATERIAL.....	53





5.2. RESFRIAMENTO	54
5.3. ABAFAMENTO.....	54
5.4. QUEBRA DA REAÇÃO EM CADEIA.....	55
6. AGENTES EXTINTORES	56
6.1. ÁGUA.....	56
6.2. ESPUMA	59
6.3. PÓS QUÍMICOS.....	61
6.4. DIÓXIDO DE CARBONO - CO ₂	62
6.5. GASES INERTES.....	62
7. EQUIPAMENTOS DE COMBATE A INCÊNDIO	63
7.1. MATERIAL HIDRÁULICO.....	63
7.1.1. MANGUEIRAS	63
7.1.1.1. CUIDADOS COM AS MANGUEIRAS	66
7.1.1.2. ACONDICIONAMENTO.....	67
7.1.2. MANGOTES.....	68
7.1.3. MANGOTINHOS	68
7.1.4. ESGUICHOS.....	69
7.1.4.1. TIPOS DE ESGUICHOS.....	69
7.2. MATERIAIS HIDRÁULICOS ACESSÓRIOS.....	72
7.2.1. DIVISOR	72
7.2.2. COLETOR.....	72
7.2.3. VÁLVULA DE RETENÇÃO	73
7.2.4. APARELHO PROPORCIONADOR DE ESPUMA ENTRELINHAS	73
7.2.5. PASSAGEM DE NÍVEL	74
7.2.6. CHAVES	74
7.2.7. REDUÇÕES.....	76
7.2.8. JUNTAS DE UNIÃO	76
7.2.9. ADAPTADORES	76
7.2.10. RALO COM VÁLVULA DE RETENÇÃO	77
7.2.11. CESTO	77
7.3. HIDRANTES.....	77
7.3.1. HIDRANTE DE COLUNA DO TIPO BARBARÁ.....	77
7.3.2. HIDRANTE INDUSTRIAL.....	78
7.3.3. HIDRANTE DE PAREDE	78
7.3.4. HIDRANTE DE RECALQUE	79
8. EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL	79
8.1. TIPOS DE EPI.....	79
8.2. CABEÇA	79
8.3. TRONCO E EXTENSÃO DOS MEMBROS	80
8.4. MÃOS E PÉS	80
9. EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO RESPIRATÓRIA	81





9.1. MÁSCARA.....	82
9.2. SUPORTE, CILINDRO E VÁLVULA DE DEMANDA	83
9.3. CILINDRO	84
9.4. VÁLVULA DE DEMANDA.....	84
9.5. TESTES DE OPERACIONALIDADE DO EQUIPAMENTO	84
10. MATERIAIS ACESSÓRIOS.....	86
10.1. ALAVANCA.....	86
10.2. ALAVANCA PÉ-DE-CABRA.....	87
10.3. CROQUE	87
10.4. CORTA-A-FRIO	87
10.5. MACHADO.....	88
10.6. MOTO-ABRASIVO	88
10.7. MALHO	88
10.8. PICARETA	89
11. TÉCNICAS DE COMBATE A INCÊNDIO	89
11.1. COMBATE OFENSIVO E DEFENSIVO.....	89
11.2. ATAQUE DIRETO	91
11.3. ATAQUE DIRETO MODIFICADO	92
11.4. ATAQUE INDIRETO	92
11.5. PULSO NEBLINADO CURTO	93
11.6. PULSO NEBLINADO MÉDIO.....	94
11.7. “JATO MOLE” – Resfriamento preventivo de superfícies	94
11.8. “PENCILING”	95
11.9. “ZOTI” – PULSO LONGO DE ALTA VAZÃO	95
12. VENTILAÇÃO.....	97
12.1. VENTILAÇÃO VERTICAL	97
12.2. VENTILAÇÃO HORIZONTAL.....	98
12.3. VENTILAÇÃO NATURAL	98
12.4. VENTILAÇÃO FORÇADA	99
12.4.1. VENTILAÇÃO FORÇADA MECÂNICA	100
12.4.2. VENTILAÇÃO FORCADA HIDRÁULICA.....	100
12.4.2.1. VENTILAÇÃO POR PRESSÃO POSITIVA	100
12.4.2.2. VENTILAÇÃO POR PRESSÃO NEGATIVA	102
12.5. CUIDADOS COM A VENTILAÇÃO	103
13. FENÔMENOS EM INCÊNDIOS E ABORDAGEM DE AMBIENTES	104
13.1. FENÔMENOS DE COMPORTAMENTO EXTREMO DO FOGO	104
13.2. ABORDAGEM DE AMBIENTE E PASSAGEM DE PORTA.....	115
13.3. SATURAÇÃO COM NEBLINA.....	117
14. SISTEMAS DE PROTEÇÃO CONTRA INCÊNDIO E PÂNICO.....	117
14.1 SISTEMA DE PROTEÇÃO POR EXTINTORES	118
14.1.1. AGENTE EXTINTOR	118





14.1.2. CARGA.....	118
14.1.3. EXTINTOR DE INCÊNDIO.....	118
14.1.4. FUNCIONAMENTO	119
14.1.5. TIPOS DE EXTINTORES.....	119
14.1.6. COMPONENTES DE UM EXTINTOR.....	121
14.1.7. CAPACIDADE EXTINTORA	122
14.1.8. COMBATE A PRINCÍPIO DE INCÊNDIO COM EXTINTORES.....	123
14.1.9. PARTICULARIDADES NA UTILIZAÇÃO DOS EXTINTORES	125
14.1.10. INSPEÇÕES PERÍODICAS DO EXTINTOR	127
14.1.11. CUIDADOS NA INSPEÇÃO	128
14.1.12. MANUTENÇÃO POR EMPRESA ESPECIALIZADA.....	128
14.1.13. ETIQUETAS E ANÉIS DE MANUTENÇÃO DOS EXTINTORES	130
14.1.14. QUADRO DE UTILIZAÇÃO DOS EXTINTORES	130
14.2. SISTEMA HIDRÁULICO PREVENTIVO	131
14.2.1. COMPONENTES DO SISTEMA HIDRÁULICO PREVENTIVO.....	131
14.3. ILUMINAÇÃO DE EMERGÊNCIA	132
14.3.1. CONJUNTO DE BLOCOS AUTÔNOMOS	132
14.3.2. SISTEMA CENTRALIZADO COM BATERIAS	133
14.3.3. GRUPO MOTO-GERADOR	133
14.4. SISTEMA DE DETECÇÃO E ALARME	134
14.4.1. FUNCIONAMENTO	134
14.5. SAÍDAS DE EMERGÊNCIA	135
14.5.1. PORTA CORTA FOGO (PCF)	136
14.6. SINALIZAÇÃO DE EMERGÊNCIA.....	136
14.6.1. SINALIZAÇÃO BÁSICA.....	136
14.6.2. SINALIZAÇÃO COMPLEMENTAR	138
14.7. SISTEMA DE PROTEÇÃO POR CHUVEIROS AUTOMÁTICOS (SPRINKLERS).....	139
14.7.1. CLASSIFICAÇÃO DOS SISTEMAS	140
14.7.2. TIPOS DE CHUVEIROS	141
14.8. SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGA ATMOSFÉRICAS (SPDA)	143
14.8.1. MÉTODO FRANKLIN.....	144
14.8.2. MÉTODO ELETROGEOMÉTRICO.....	144
14.8.3. MÉTODO FARADAY	145
15. BUSCA EM INCÊNDIOS	145
15.1. PROCEDIMENTOS NA FASE DO RECONHECIMENTO.....	147
15.2. TIPOS DE AÇÕES	149
15.3. TÉCNICAS DE RETIRADAS DE VÍTIMAS	156
15.4. RISCOS	158
15.5. GENERALIDADES.....	158
16. REFERÊNCIAS.....	160





1. PREVENÇÃO DE INCÊNDIO

1.1. 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.

1.2. NA COZINHA

A maior parte dos incêndios em residência acontece na cozinha, por descuido ou por negligência dos cuidados de prevenção de incêndio.

Sempre que utilizar o fogão, deve-se ter o cuidado de 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.





1.3. 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. Envolver 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 tenham 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 para evitar choque elétrico.

1.4. 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 jogar as cinzas quentes nas lixeiras (independente do tipo de lixo), tenha absoluta certeza que estão frias para descartá las. 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.





1.5. 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.).

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.

1.6. 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.

1.7. 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 os utilize 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.

1.8. DICAS PARA PROTEGER SUA CASA DE UM INCÊNDIO

- Instale um alarme de incêndio em cada pavimento da casa.
- Planeje uma rota de fuga da casa em caso de incêndio e faça com que cada morador tenha conhecimento dela.
- 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.
- Redobre o cuidado ao utilizar o fogão e nunca deixe crianças sozinhas na cozinha.
- Utilize fritadeiras apropriadas para utilizar óleo quente.
- Ao acender velas, utilize um recipiente apropriado, longe de materiais que podem entrar em combustão e longe de crianças e animais.
- Assegure-se que o cigarro foi devidamente apagado e deixe o mesmo em um cinzeiro após o uso.
- Adquirir 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.
- Não sobrecarregue tomada elétrica com vários equipamentos.
- Mantenha fósforos, isqueiros, velas ou afins longe do alcance das crianças.
- Redobre o cuidado quando estiver cansado ou após ter ingerido bebida alcoólica.
- 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. QUÍMICA/FÍSICA

2.1. TEORIA DO FOGO

Para prevenir e combater incêndios de modo eficiente é necessário entender o “funcionamento do incêndio”. As bases teóricas sobre como ocorrem e como se comportam o fogo e o incêndio são indispensáveis para podermos entender e dominar as técnicas de combate e prevenção. Inicialmente convém diferenciar incêndio de fogo. Incêndio não é sinônimo de fogo, ou então, em cada churrasqueira, teríamos um incêndio. Então qual é a diferença? O que difere as chamas em uma churrasqueira das chamas em um incêndio é o controle sobre elas. Na churrasqueira o fogo está controlado, em um incêndio não. Assim, **podemos definir incêndio como fogo fora de controle**. E fogo? Como definir fogo?

Sabe-se que há muito o homem faz uso do fogo, no entanto, apenas em tempos mais recentes começamos a entender a dinâmica do fogo, que também é chamado de combustão. Arquimedes já havia escrito sobre o fogo na Grécia antiga, mas apenas no século XVIII, o cientista francês, Antoine Lawrence **Lavoisier**, descobriu as bases científicas do fogo.

A principal experiência que lançou os fundamentos da ciência do fogo consistiu em colocar uma certa quantidade de mercúrio (Hg - o único metal que normalmente já é líquido) dentro de um recipiente fechado, aquecendo-o. Quando a temperatura chegou a 300°C, ao observar o interior do frasco, Lavoisier encontrou um pó vermelho que pesava mais que o líquido original. O cientista notou, ainda, que a quantidade de ar que havia no recipiente havia diminuído em 20%, e que o ar restante no recipiente possuía o poder de apagar qualquer chama e matar. Lavoisier concluiu que o mercúrio, ao se aquecer, “absorveu” a parte do ar que nos permite respirar (essa mesma parte que faz um combustível queimar: o oxigênio). Os 80% restantes eram nitrogênio (gás que não queima), e o pó vermelho era o óxido de mercúrio. Houve o consumo de oxigênio (pela alteração nas propriedades do ar) e a formação de nova substância (o pó vermelho). Lavoisier estudava a conservação de massas em uma reação, mas, de seu experimento foi possível entender que, com o aquecimento, ocorreu uma reação química entre mercúrio e ar.

Mesmo com os estudos modernos, ainda não se conseguiu elaborar uma definição universal, completa e definitiva do que seja fogo, entretanto, mesmo sem conseguir



defini-lo, é possível explicá-lo.

A combustão (ou fogo) é uma **reação química** na qual um material **combustível** reage com um oxidante, chamado de comburente e que normalmente é o **oxigênio**, **produzindo energia** na forma de calor e, muitas vezes, luz. Essa reação **depende de uma energia de ativação** para que se inicie e, após iniciada, prossegue de forma **autossustentável**.

Da breve explicação, vê-se que para iniciar a combustão, são necessários:

- Combustível;
- Comburente;
- Energia.



A união desses três elementos forma o **TRIÂNGULO DO FOGO**, que é uma forma didática de representarmos os **requisitos da combustão**, ou seja, o que é necessário para ela iniciar.

É fácil entender por que são necessários combustível e comburente. A energia de ativação requer uma explanação mais detalhada do porquê ela é necessária.

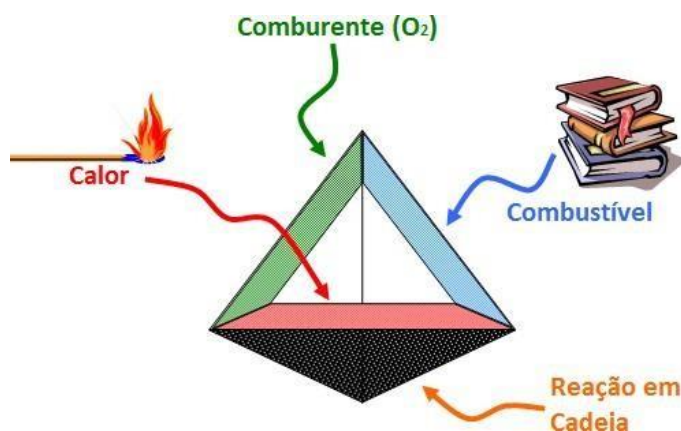
Na prática é fácil entender que os combustíveis não reagem automaticamente com o oxigênio, via de regra. Vemos madeira, papel, tecido e até álcool em contato com o ar, ou seja, em contato com o oxigênio, sem que queimem. Mas se aproximarmos uma chama, a reação pode começar rapidamente.

O que ocorre é que as moléculas dos combustíveis estão estáveis e não reagirão com o oxigênio. É necessário forçá-las a sair de seu estado. Quando aquecemos um corpo, aumentamos a vibração das moléculas e, com isso, muitas conseguem se desprender deixando sua situação estável e passando a estar ávidas por reagirem para estar novamente estáveis e então reagem com o oxigênio começando a queima. Essas moléculas que se desprendem de um combustível é que reagem com o oxigênio e não as que permanecem no corpo. Essa “quebra” do combustível em partes menores é chamada de termólise (quebra pela temperatura) ou pirólise (quebra pelo fogo) e, pelo

fato dessa “quebra” ser necessária é que a energia de ativação é um requisito para que se inicie a combustão, pois é essa energia que produz a quebra para que ocorra a reação.

Depois que a combustão se inicia, a fonte inicial de energia pode ser retirada. Depois de acendermos uma fogueira, podemos apagar o fósforo que a acendeu. Por quê? Isso ocorre pelo fato de que, uma vez iniciada, surge a **reação em cadeia**, ou seja, a queima das moléculas que se desprendem gera calor suficiente para quebrar o combustível e desprender mais moléculas em quantidade suficiente para continuar a reagir com o oxigênio, gerando mais calor e assim por diante. Daí dizer-se que a combustão é uma reação autossustentável, pois ela, uma vez iniciada, produz a energia necessária para que continue ocorrendo.

Assim, uma vez iniciada a reação, além dos três requisitos do triângulo do fogo, a reação em cadeia deve ser acrescentada como elemento da combustão. Disso surge a representação dos **elementos da combustão** pelo **TETRAEDRO DO FOGO**.



O Tetraedro foi escolhido ao invés de um quadrilátero pelo fato de que no tetraedro, cada um dos lados (faces) está ligado a todos os outros, assim como os elementos da combustão.

Embora na maioria dos manuais em que o tetraedro apareça o *triângulo do fogo* tenha desaparecido, entendemos que ele ainda é útil. A teoria do tetraedro não suplanta a do triângulo. Enquanto que o *Tetraedro* representa os elementos da combustão, o *Triângulo* representa seus requisitos.



Resumindo: para que a combustão se inicie (requisitos) são necessários 3 componentes: calor, comburente e combustível (triângulo do fogo). Quando ela surge, podemos constatar a presença de 4 componentes (elementos), os três anteriores acrescidos da reação em cadeia.

Interessante também é diferenciar combustão, ou fogo, de chama. A combustão libera energia na forma de calor, que retroalimenta a reação, e na forma de luz, que pode ser incandescência do material (brasas) ou na formação da chama, que nada mais é do que a ionização dos gases em combustão pelo calor produzido, liberando parte da energia na forma de luz.

Passemos agora ao estudo de cada um dos **elementos da combustão**.

2.2. CALOR

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

Tradicionalmente o calor é apresentado como “forma de energia que eleva a temperatura, gerada da transformação de outra energia, através de processo físico ou químico.”¹

Diz-se ainda dele que “pode ser descrito como uma condição da matéria em movimento, isto é, movimentação ou vibração das moléculas que compõem a matéria. As moléculas estão constantemente em movimento. Quando um corpo é aquecido, a velocidade da vibração das moléculas aumenta e o calor (demonstrado pela variação da temperatura) também aumenta”. Quanto mais se aquece um corpo, mais as moléculas vibram.

Calor, tecnicamente falando, é energia em trânsito. Quando um sistema troca energia térmica com outro sistema, por exemplo, dois objetos em temperaturas diferentes em contato, o calor se manifesta na transferência dessa energia. De modo simplificado, trataremos o calor como sinônimo da energia térmica.

O calor (energia térmica) é, na verdade, energia cinética, haja vista que se trata da energia de movimentação das moléculas. Essa energia é transferida sempre de um corpo de maior temperatura para o de menor temperatura, até existir equilíbrio térmico.

¹ Assim encontrado em vários manuais.





Unidades de medida: Caloria (Cal), BTU (*British Thermal Unit* – unidade térmica britânica), Joule (J).

Por sua vez, temperatura é uma grandeza primitiva e, por essa razão, não pode ser definida. Em termos práticos, podemos considerar a temperatura de um corpo como sendo a medida da energia térmica de um corpo, ou seja, a medida do grau de agitação de suas moléculas. Esse grau de agitação é medido nas escalas: Celsius (°C), Kelvin (K), Fahrenheit (°F) e Rankine (R).

Calor é o elemento que causa a vaporização do combustível líquido e a termólise do combustível sólido, sendo responsável por manter a temperatura da reação, que, durante a combustão, continuará liberando mais calor. Como dito anteriormente, na maior parte dos combustíveis há uma mudança do estado líquido para o gasoso antes de inflamarem-se. Nos combustíveis gasosos, isso não ocorre, pois já estão em condições de alcançarem a ignição. Ao receber calor, o combustível se aquece, ou seja, suas moléculas vibram mais. Com isso, elas mais facilmente se desprendem e reagem com o oxigênio. Por isso, é de extrema importância o controle da temperatura em ambientes de incêndio.

Importante não confundir CALOR com CHAMA. 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. Não necessariamente uma chama. Pode ser uma superfície aquecida, uma faísca (proveniente de atrito), fagulha (pequena sobra de material incandescente) ou uma centelha (de arco elétrico).

2.2.1. FONTES DE CALOR

Vimos a definição de calor, que é um dos elementos da combustão. Ou seja, o calor é necessário para que ocorra a combustão, mas como ele é obtido? Como ele surge?

O calor é obtido pela transformação² de outras formas de energia, quais sejam:

- **Energia química** (a quantidade de calor gerado pelo processo de combustão);
- **Energia elétrica** (o calor gerado pela passagem de eletricidade através de um condutor, como um fio elétrico ou um aparelho eletrodoméstico);

² Pela lei da conservação da energia, não se “cria” ou se perde energia. A energia é transformada. Por isso, tratamos de como calor é obtido e não em como ele é gerado.





- **Energia mecânica** (o calor gerado pelo atrito);
- **Energia nuclear** (o calor gerado pela fissão (quebra) do núcleo de átomo).

2.2.2. EFEITOS DO CALOR

O calor é uma forma de energia que produz efeitos físicos e químicos nos corpos e efeitos fisiológicos nos seres vivos. Em consequência do aumento de intensidade do calor, os corpos apresentarão sucessivas modificações, inicialmente físicas e depois químicas.

Por exemplo, ao aquecermos um pedaço de ferro, este, inicialmente, aumenta sua temperatura e, a seguir, o seu volume. Mantido o processo de aquecimento, o ferro muda de cor, perde a forma, até atingir o seu ponto de fusão, quando se transforma de sólido em líquido. Sendo ainda aquecido, gaseifica-se e queima em contato com o oxigênio, transformando-se em outra substância.

Elevação da temperatura

Este fenômeno se desenvolve com maior rapidez nos corpos considerados bons condutores de calor, como os metais, e mais vagarosamente nos corpos tidos como maus condutores de calor, como por exemplo, o amianto. Por ser mau condutor de calor, o amianto era utilizado na confecção de materiais de combate a incêndio, como roupas, capas e luvas de proteção ao calor (o amianto vem sendo substituído por outros materiais, por apresentar características cancerígenas).

O conhecimento sobre a condutibilidade de calor dos diversos materiais é de grande valia na prevenção de incêndio. Aprendemos que materiais combustíveis nunca devem permanecer em contato com corpos bons condutores, sujeitos a uma fonte de aquecimento.

Aumento de volume

Todos os corpos – sólidos, líquidos ou gasosos – se dilatam e se contraem conforme o aumento ou diminuição da temperatura. A atuação do calor não se faz de maneira igual sobre todos os materiais. Alguns problemas podem decorrer dessa diferença. Imaginemos, por exemplo, uma viga de concreto de 10m exposta a uma variação de





temperatura de 700 °C. A essa variação, o ferro, dentro da viga, aumentará seu comprimento cerca de 84mm, e o concreto, 42mm.

Com isso, o ferro tende a deslocar-se no concreto, que perde a capacidade de sustentação, enquanto que a viga “empurra” toda a estrutura que sustenta em, pelo menos, 42 mm, provocando danos estruturais.

Os materiais não resistem a variações bruscas de temperatura. Por exemplo, ao jogarmos água em um corpo superaquecido, este se contrai de forma rápida e desigual, o que lhe causa rompimentos e danos. Pode ocorrer um enfraquecimento deste corpo, chegando até a um colapso, isto é, há o surgimento de grandes rupturas internas que fazem com que o material não mais se sustente. Mudanças bruscas de temperatura, como as relatadas acima, são causas comuns de desabamentos de estruturas.

A dilatação dos líquidos também pode produzir situações perigosas, provocando transbordamento de vasilhas, rupturas de vasos contendo produtos perigosos, etc.

A dilatação dos gases provocada por aquecimento acarreta risco de explosões físicas, pois, ao serem aquecidos até 273° C, os gases duplicam de volume, a 546° C o seu volume é triplicado, e assim sucessivamente.

Sob a ação de calor, os gases liquefeitos comprimidos aumentam a pressão no interior dos vasos que os contêm, pois não têm para onde se expandirem. Se o aumento de temperatura não cessar, ou se não houver dispositivos de segurança que permitam escape dos gases, pode ocorrer uma explosão, provocada pela ruptura das paredes do vaso e pela violenta expansão dos gases. Os vapores de líquidos (inflamáveis ou não) se comportam como os gases.

Mudança no estado físico

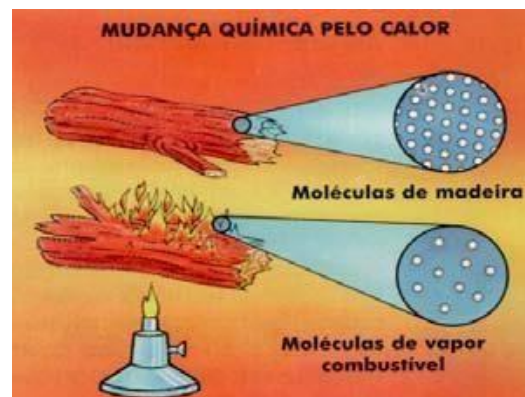
Com o aumento do calor, os corpos tendem a mudar seu estado físico: alguns sólidos transformam-se em líquidos (liquefação), líquidos se transformam em gases (gaseificação) e há sólidos que se transformam diretamente em gases (sublimação). Isso se deve ao fato de que o calor faz com que haja maior espaço entre as moléculas e estas, separando-se, mudam o estado físico da matéria.

No gelo, as moléculas vibram pouco e estão bem juntas, com o calor elas adquirem velocidade e maior espaçamento, transformando um sólido (gelo) em um líquido (água).



Mudança no estado químico

Mudança química é aquela em que ocorre a transformação de uma substância em outra. A madeira, quando aquecida, não libera moléculas de madeira em forma de gases, e sim outros gases, diferentes, em sua composição, das moléculas originais de madeira. Essas moléculas são menores e mais simples, por isso têm grande capacidade de combinar com outras moléculas, as de oxigênio, por exemplo.



Esse processo de decomposição em razão do calor resultando na liberação de vapores combustíveis é chamado de **pirólise** ou **termólise**. A palavra vem de *lise* – quebra – e *piros* – fogo – ou *termos* – calor. Preferimos o uso da palavra termólise pelo fato de que a decomposição ocorre mesmo sem a presença de fogo (queima). O mero aquecimento, mesmo em ambiente sem oxigênio capaz de sustentar a chama, pode resultar na decomposição de um sólido com a liberação de vapores combustíveis.

Convém salientar que a termólise ocorre apenas nos sólidos, pois nos líquidos, a composição molecular dos vapores emanados é idêntica à do corpo líquido, assim, não ocorreu mudança química nos líquidos, mas tão somente, vaporização.

É fácil entender porque o aumento da temperatura gera alterações químicas. Com o aumento da temperatura, aumenta a agitação das moléculas. Com o aumento da agitação elas se rompem causando mudança na estrutura molecular, normalmente uma decomposição em moléculas mais simples.

Além da liberação de vapores combustíveis, as alterações químicas podem produzir também gases venenosos ou explosões.

Um exemplo bem simples é a desnaturação de proteínas que ocorre quando se prepara uma carne. A carne assada ou frita é bem diferente da carne crua em termos de textura, odor e sabor. Quimicamente ela é diferente da carne crua e as alterações químicas que causaram a diferença foram provocadas pelo calor.



Efeitos fisiológicos

O calor é a causa direta da queima e de outras formas de danos pessoais. Danos causados pelo calor incluem desidratação, intermação, fadiga e problemas para o aparelho respiratório, além de queimaduras (1º, 2º, 3º e 4º graus), que nos casos mais graves podem levar até a morte.

O esforço físico em ambiente de elevada temperatura provoca um desgaste muito grande. O ritmo cardiorrespiratório rapidamente se eleva. Ocorre também grande perda de líquidos pela transpiração, o que gera desidratação e auxilia a causar exaustão.

Por vezes o mecanismo corporal de regulação térmica, na tentativa de manter normal a temperatura do organismo, não suporta a sobrecarga e falha. Então, ocorre algo similar à *insolação* (falha do mecanismo de regulação térmica provocada pela longa exposição ao sol). Ocorre a ***intermação***, que é a falha do mecanismo de regulação térmica provocada pela sobrecarga do mecanismo de regulação térmica decorrente de longa exposição a altas temperaturas. Com a falha do sistema de “arrefecimento” corporal, a temperatura do corpo pode subir perigosamente e acarretar na morte da pessoa.

As queimaduras de vias aéreas superiores também são letais. Respirar fumaça e gases superaquecidos pode queimar a mucosa das vias aéreas superiores causando inchaço e obstrução, o que ocasiona a morte por asfixia.

2.3.COMBUSTÍVEL

É toda a substância capaz de queimar e alimentar a combustão, ou seja, capaz de reagir com o oxigênio. É o elemento que serve de campo de propagação para o fogo.

Os materiais combustíveis maus condutores de calor, madeira e papel, por exemplo, queimam com mais facilidade que os materiais bons condutores de calor – como os metais. Esse fato se deve à acumulação de calor em uma pequena zona, no caso dos materiais maus condutores, fazendo com que a temperatura local se eleve mais facilmente, já nos bons condutores, o calor é distribuído por todo material, fazendo com que a temperatura se eleve mais lentamente.





Quanto ao seu estado físico, os combustíveis classificam-se em:

Sólido (exemplo: madeira, papel, tecido, carvão, pólvora, etc.)

Líquido (exemplo: gasolina, álcool, querosene, óleos, tintas, etc.)

Gasoso (exemplo: metano, etileno, gás liquefeito de petróleo, etc.)

A grande maioria dos combustíveis precisa passar pelo estado gasoso para, então, combinar com o oxigênio, uma vez que não são as moléculas presas no corpo do material que reagirão com o oxigênio, mas sim as que estiverem livres. A inflamabilidade de um combustível depende da facilidade com que libera moléculas (vapores), da afinidade dessas moléculas para combinarem com oxigênio sob a ação do calor e da sua fragmentação (área de contato com o oxigênio).

Como os combustíveis são o campo de propagação das chamas, a forma como estão dispostos também afeta o desenvolvimento e a velocidade com que um incêndio se propaga.

Outro ponto sobre os combustíveis é a diferença entre combustível e inflamável.

Apesar de todo material inflamável ser combustível, nem todo combustível é inflamável. Ser combustível significa ser capaz de reagir com o oxigênio diante de uma quantidade de energia, o que faz com que a maioria dos materiais seja considerada combustível. Ser inflamável significa ser capaz, à temperatura ambiente (20 °C) liberar vapores em quantidade capaz de sustentar uma combustão, ou seja, são inflamáveis os materiais que, à temperatura ambiente, estão acima do ponto de combustão (conceito que será tratado mais adiante).

De modo simples, nesse ponto de nosso estudo, podemos dizer que inflamáveis são os materiais que “pegam fogo” facilmente e combustíveis são os que conseguem queimar.

Em alguns manuais, combustíveis são considerados os materiais que queimam abaixo de determinada temperatura (normalmente consideram 1000°C). Isso deixa muitos materiais de fora da lista de combustíveis. Esse posicionamento não nos parece o mais apropriado quando estudamos incêndios estruturais, haja vista que um incêndio urbano comum em um cômodo ordinário, facilmente atinge mais de 1000°C.





2.3.1. COMBUSTÍVEIS SÓLIDOS

Os combustíveis sólidos, ao contrário do que pode parecer, via de regra não queimam diretamente no estado sólido. Para que possa ocorrer a combustão é necessário que moléculas se desprendam e fiquem disponíveis para reagir com o oxigênio. A energia de ativação, o calor, é que “quebra” o combustível liberando moléculas que se desprendem sob a forma de vapor. Esse processo de queima é chamado de pirólise ou termólise.

Os sólidos são constituídos de moléculas grandes e complexas. O calor quebra essas moléculas grandes em radicais menores que se libertam. Esses radicais menores libertos são os vapores combustíveis que reagem com o oxigênio.

A maioria dos combustíveis sólidos transformam-se em vapores e, então, reagem com o oxigênio. Outros sólidos (ferro, cobre, bronze) primeiro transformam-se em líquidos, e posteriormente em gases, para então se queimarem. Em uma análise considerando o nível molecular é mais fácil entender isso. Quando se percebe que, via de regra, para reagir com o oxigênio as moléculas do combustível precisam desprender-se, vê-se que o que queima, na verdade, são os vapores combustíveis. Há, como exceção, os combustíveis que queimam diretamente no estado sólido e merecem atenção especial. Como exemplo destes, podemos citar o enxofre e os metais alcalinos (potássio, magnésio, cálcio, etc).

Essa característica dos sólidos de liberarem vapores e estes queimarem faz com que neles a combustão envolva uma fase gasosa, que forma o que conhecemos como chama.

Quanto maior a superfície exposta, mais rápido será o aquecimento do material, maior será a área para liberação de vapores e maior será a área de contato com o oxigênio, consequentemente, mais rápido será o processo de combustão. Como exemplo: um tronco exigirá muito calor para queimar e queimará por horas, mas, se transformado em tábuas, queimará com maior facilidade. Caso as tábuas sejam trituradas em cavacos, menor será a energia necessária para a queima e mais rapidamente ela ocorrerá.



Caso os cavacos sejam triturados até formarem pó de serra, diminui ainda mais a quantidade de energia necessária para a queima e aumenta a velocidade da combustão. Se o pó estiver espalhado em suspensão no ar, uma fagulha pode fazê-lo queimar instantaneamente, como uma “explosão”. Assim sendo, quanto maior a fragmentação do material, quanto maior for a relação superfície/massa, maior será a velocidade da combustão.

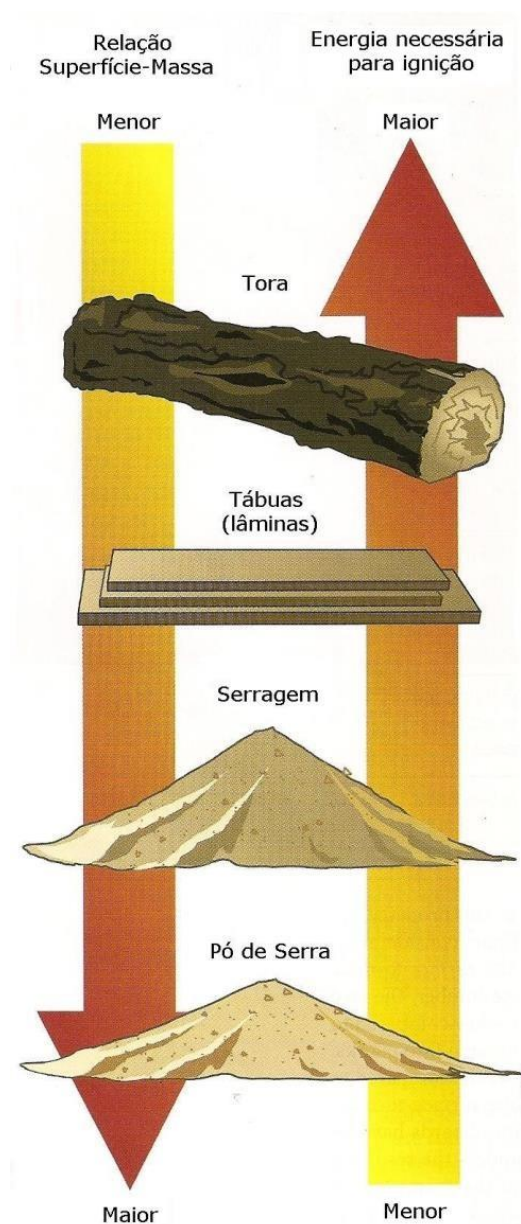
Pós de material orgânico e de alguns metais estão sujeitos à combustão instantânea ou “explosão”, quando em suspensão no ar, portanto, seu mecanismo não é a pirólise.

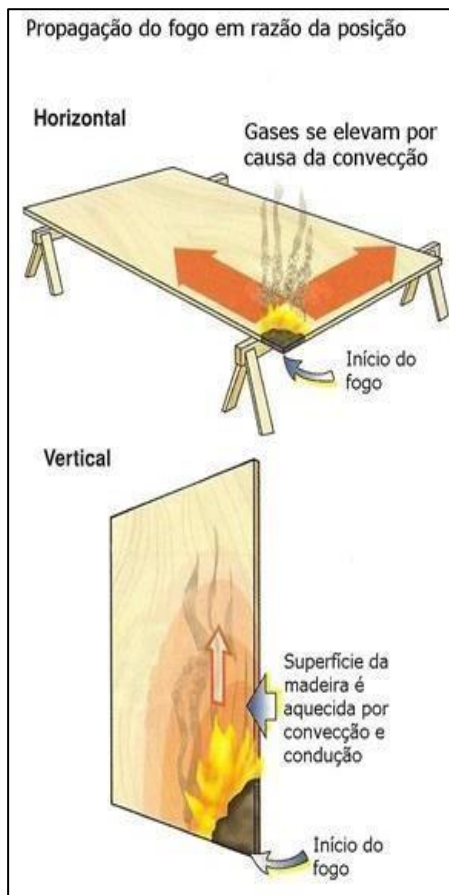
Os pós em suspensão no ar comportam-se praticamente como os gases no que diz respeito à combustão. Isso se deve à grande relação superfície massa (ver figura anterior).

Outra característica dos sólidos combustíveis é que sua estrutura molecular permite a queima no interior do corpo, assim os sólidos queimam em superfície e em profundidade.

Além disso, os sólidos podem apresentar um estado de queima no qual não há chamas, mas apenas incandescência do combustível em queima (brasas).

Observa-se ainda que os sólidos, ao queimarem, deixam resíduos. Nem toda a matéria de um corpo sólido está apta a queimar ou consegue queimar. A queima de sólidos também é marcada pelas cinzas que ficam como resíduo da queima. Como os sólidos tem forma definida, o fogo em um corpo se propagará de acordo com sua forma, preferindo o rumo ascendente, pois as massas de vapores combustíveis sobem devido à convecção. Isso interfere na velocidade da propagação das chamas. Por exemplo, uma placa de compensado deitada queima mais lentamente do que se estivesse em pé.





Quando a placa está deitada, os gases aquecidos se afastam da placa e o fogo progride pela ação direta das chamas.

Com a placa em pé, o combustível ainda não queimado está disposto exatamente no caminho dos gases aquecidos, por isso, o restante da madeira aquece e libera vapores mais depressa, e consequentemente queima mais rapidamente.

Combustíveis Sólidos Especiais

Algumas substâncias sólidas apresentam riscos especiais de incêndio, quando em contato com a água, ou ar, ou pela sua constituição química. São elas:

Metais reativos com a água – Necessitam de maior atenção, pois além de queimarem liberando muita energia, reagem com a água “quebrando-a”. A quebra da água libera oxigênio, que reage com o material intensificando a combustão, e hidrogênio, que é altamente combustível. Assim, estes metais em contato com a água, liberam quantidade de calor considerável. Exemplos: sódio, pó de alumínio, cálcio, hidreto de sódio, soda cáustica, potássio, etc.

Halogênios – São materiais que apresentam risco de explosão, quando misturados a outros materiais. Exemplos: flúor, cloro, bromo, iodo e astatínio.

2.3.2. COMBUSTÍVEIS LÍQUIDOS

Nos líquidos, as moléculas não ficam bem “presas” umas às outras como nos sólidos. Por isso os líquidos não têm forma definida. Como as ligações são mais fracas entre as moléculas, elas podem se movimentar dentro do corpo líquido sofrendo, inclusive, a ação da gravidade. Por isso, os líquidos escorrem o quanto podem para as partes mais baixas dos recipientes que os contêm.



As moléculas dos líquidos possuem a tendência de se desprenderem e se dispersarem no ar. É o que chamamos de evaporação. Ela ocorre lentamente devido à pressão atmosférica, ou seja, o “peso” da coluna de ar sobre a superfície do líquido que “segura” as moléculas, dificultando que escapem no ar. Quando um líquido é aquecido, a movimentação das moléculas de líquido aumenta, com isso, cresce a pressão de vapor do líquido, que consiste na “força” que o líquido faz para vaporizar. Quando a pressão de vapor superar a pressão atmosférica, o líquido libera moléculas (vaporiza) muito mais rapidamente.

Diferentemente dos sólidos, os combustíveis líquidos não sofrem decomposição térmica, mas um fenômeno chamado de vaporização. As moléculas dos líquidos estão menos unidas que as dos sólidos (ligações intermoleculares mais fracas), por isso, não precisam ser decompostas para liberar vapores passíveis de queima. As próprias moléculas do líquido desprendem-se e “saem” na forma de vapores.

Os vapores em contato com o oxigênio do ar, formam a mistura inflamável. Essa mistura na presença de uma fonte de calor (energia de ativação) se inflama.

Os combustíveis líquidos são na sua maioria derivados de petróleo. São os chamados hidrocarbonetos. As substâncias oleígenas retiradas de plantas e gorduras animais têm mecanismos semelhantes aos derivados de petróleo, na ignição.

A taxa de evaporação dos líquidos é diretamente proporcional ao seu aquecimento, sendo uma propriedade intrínseca do líquido, que permite determinar os seus pontos de fulgor e combustão.

Outra propriedade a ser considerada é a solubilidade do líquido, que é a sua capacidade de misturar-se à água. Os líquidos derivados do petróleo (hidrocarbonetos) têm pouca solubilidade, enquanto os líquidos como álcool, acetona (solventes polares) têm grande solubilidade, isto é, podem ser diluídos até um ponto que a mistura não seja mais inflamável.

Nos combustíveis líquidos, quando se avalia seus riscos de incêndio, normalmente faz-se uma divisão entre líquidos inflamáveis e líquidos combustíveis:

Líquido inflamável - Incendeiam-se com grande rapidez. Na temperatura ambiente (20° - 30° C) liberam vapores em quantidade suficiente para sustentar a queima.

Ex.: gasolina, álcool (etanol).





Líquido combustível - Na temperatura ambiente não são capazes de liberar vapores em quantidade suficiente para sustentar uma chama. Precisam ser aquecidos para queimar.

Ex.: óleo diesel, graxa.

2.3.3. COMBUSTÍVEIS GASOSOS

O combustível é assim considerado quando se apresenta em forma de gás ou vapor na temperatura do ambiente. Esse combustível em contato com o oxigênio do ar forma a mistura inflamável (ou mistura explosiva), que na presença do calor (energia ativante) se inflama.

O aumento de temperatura aumenta a movimentação das moléculas dos gases, fazendo com que as ligações entre elas praticamente deixem de existir, facilitando a combinação do gás com o oxigênio, permitindo que os gases (gás inflamável e oxigênio) cheguem à concentração ideal para a formação da mistura inflamável/explosiva.

Exemplos de gases combustíveis são os derivados de petróleo: metano, propano, GLP (propano + butano), gás natural, Outros gases combustíveis mais conhecidos que não derivam do petróleo são: hidrogênio, monóxido de carbono, amônia, dissulfeto de carbono.

Os gases não têm volume definido, tendendo, rapidamente, a ocupar todo o recipiente em que estão contidos.

Se o peso do gás é menor que o do ar, o gás tende a subir e dissipar-se. Mas, se o peso do gás é maior que o do ar, o gás permanece próximo ao solo e caminha na direção do vento, obedecendo aos contornos do terreno.

Os gases não precisam ser decompostos ou liberar moléculas que reajam com o oxigênio. Como as moléculas dos gases estão soltas umas das outras, elas já podem combinar com o oxigênio, ou seja, os gases não necessitam sofrer transformação, precisando de pouco calor para queimar.

Como os gases combustíveis não precisam liberar vapores, pois suas moléculas já se encontram no estado adequado para a reação com o oxigênio, por esse motivo, os gases ao queimarem, o fazem quase que instantaneamente. Em frações de segundo



toda a massa (nuvem) de gás queima de forma súbita e violenta a que chamamos explosão.

Isso não significa que os gases queimam automaticamente. Para que haja a reação com o oxigênio eles precisam estar na concentração adequada. Necessitam estar misturados com o ar em proporções apropriadas.

Para cada gás (ou vapor ou sólido/líquido em suspensão) há uma faixa de concentração com o ar na qual pode ocorrer a queima.

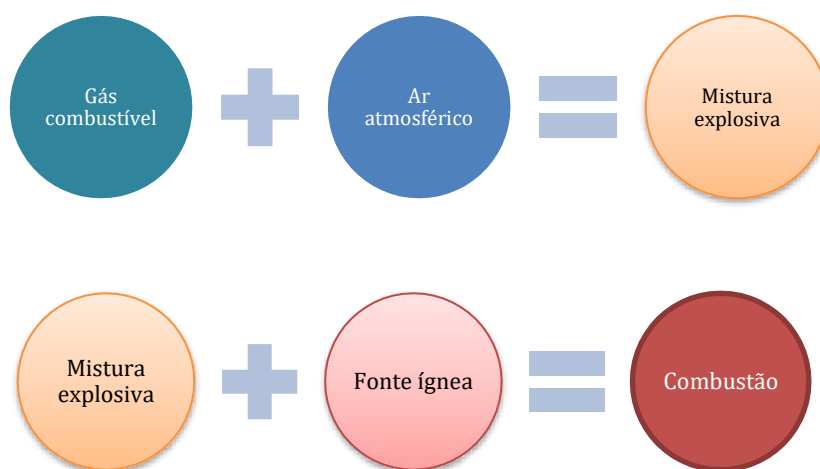


Figura: Mecanismo de ignição do combustível gasoso.

Mistura Inflamável

A máxima proporção de gás ou vapor no ar que torna a mistura explosiva é denominada limite superior de explosividade – LSE, e a mínima proporção é denominada limite inferior de explosividade – LIE. Existe uma faixa limitada pelo LIE e LSE na qual ocorre a combustão da mistura inflamável.

Só ocorre a queima dos gases/vapores caso estejam em mistura com o ar dentro dessa faixa entre os limites inferior e superior. Veja alguns exemplos de gases e vapores de líquidos, com seus respectivos limites de inflamabilidade. É importante salientar que esse comportamento de queima dentro da faixa de inflamabilidade conhecida como mistura inflamável não é exclusivo dos combustíveis gasosos. Em escala menor, isso ocorre também com os vapores desprendidos por líquidos e sólidos. Daí a necessidade

de aquecê-los para queimarem. Sólidos ou líquidos que não queimam na temperatura ambiente não o fazem por não conseguirem liberar vapores combustíveis suficientes de modo a formar uma concentração adequada.

E mais, quando os combustíveis líquidos e sólidos encontram-se dispersos em suspensão no ar, na forma de gotículas pulverizadas ou pó em suspensão, o comportamento é idêntico ao dos gases/vapores.

SUBSTÂNCIA	LIE (% EM VOLUME)	LSE (% EM VOLUME)
Acetona - $\text{CH}_3\text{CO CH}_3$	2,6	12,8
Acetonitrila - $\text{CH}_3 \text{CN}$	4,4	16,0
Benzeno - $\text{C}_6 \text{H}_6$	1,3	7,1
Butano - $\text{C}_4 \text{H}_{10}$	1,9	8,5
Dissulfeto de carbono - C S_2	1,3	50,0
Monóxido de carbono - CO	12,5	74,0
Ciclo hexano - $\text{C}_6 \text{H}_{12}$	1,3	8,0
Etano - $\text{C}_2 \text{H}_6$	3,0	12,5
Etanol - $\text{C}_2 \text{H}_5 \text{OH}$	3,3	19,0
Éter - $(\text{C}_2 \text{H}_5)_2 \text{O}$	1,1	5,9
Gás natural	3,8	13,0
Gasolina	1,4	7,6
Metano - C H_4	5,0	15,0
Metanol - $\text{C H}_2 \text{OH}$	6,7	36,0
Nafta	0,9	6,0
Pentano - $\text{C}_5 \text{H}_{12}$	1,5	7,8
Propano - $\text{C}_3 \text{H}_8$	2,2	9,5
Querosene	0,7	5,0
Toluene $\text{C}_6 \text{H}_5 \text{CH}_3$	1,2	7,1

A névoa (gotículas de líquido) e a nuvem de pó (pequenas partículas sólidas) em suspensão, para queimarem precisam também estar na concentração adequada e, ao queimarem, o fazem de modo violento como a queima de uma nuvem de gás.

2.4.COMBURENTE

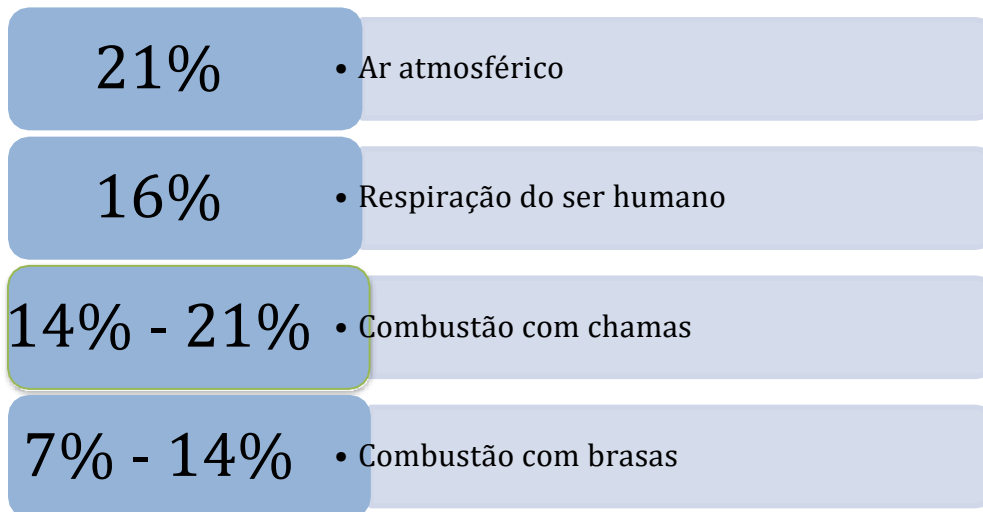
É o elemento que possibilita vida às chamas e intensifica a combustão. O mais comum é que o oxigênio desempenhe esse papel.

A atmosfera é composta aproximadamente por 21% de oxigênio, 78% de nitrogênio e 1% de outros gases.

Em ambientes com a composição normal do ar, a queima desenvolve-se com velocidade e de maneira completa. Notam-se chamas. Contudo, a combustão consome o oxigênio do ar num processo contínuo. Quando a porcentagem do oxigênio do ar do ambiente passa de 21% para a faixa compreendida entre 14% e 7%, a queima torna-se mais lenta, notam-se brasas e não mais chamas. Quando o oxigênio contido no ar do ambiente atinge concentração menor que 7%, não há combustão, à exceção de materiais que contenham oxigênio em sua fórmula e este seja liberado na forma de O_2 durante a queima (pólvora, por exemplo).

Como respiramos oxigênio, a intensidade da combustão pode servir de indicativo para sabermos a concentração deste gás no ambiente de incêndio.

O fato de não haver chama em um ambiente confinado, mas tão somente brasas, não significa que o ambiente esteja seguro ou que o incêndio nele esteja controlado. Bastará a entrada de oxigênio para que a combustão se restabeleça e isso acontece, por vezes, de forma súbita e violenta.



Outra razão para monitorar a concentração de oxigênio em um ambiente é que, se houver uma saturação de O₂ no ambiente, materiais que não se inflamariam podem vir a fazê-lo. Como exemplo disso temos o Nomex³ que não se inflama em condições normais, mas que, em atmosferas com concentração de O₂ igual ou superior a 31%, queima facilmente.

Cômodos com essas características podem ser comumente encontrados em ambientes sinistrados industriais ou hospitalares. Há ainda chance de isso poder ocorrer onde se usa solda de oxi-acetileno ou oxi-GLP ou ainda em ambientes residenciais onde moradores fazem uso clínico de oxigênio.

Na tabela a seguir, temos alguns sintomas e sinais que ocorrem com a redução da concentração de oxigênio em um ambiente com vítimas.

³ Material criado pela Dupont que resiste às chamas e é base para as capas de bombeiro

CONCENTRAÇÃO DE O ₂	EFEITO FISIOLÓGICO
21%	• Condição normal
17%	• Alguma Perda de coordenação motora. Aumento na frequência respiratória para compensar a redução na concentração de O ₂
12%	• Vertigem, dor de cabeça e fadiga
9%	• Inconsciência
6%	• Morte em poucos minutos por parada respiratória e consequentemente parada cardíaca

Fonte: Manual de Fundamentos do Corpo de Bombeiros da PMSP

2.5. REAÇÃO EM CADEIA

A reação em cadeia como elemento da combustão foi descoberta quando se estudava a alta capacidade de extinção do PQS em altíssimas temperaturas.

Anteriormente acreditava-se que o PQS era bom agente extintor pela presença de CO₂ em sua fórmula (bicarbonato), entretanto, verificou-se que em temperaturas acima de 1000 °C o PQS era mais efetivo que o seu peso em CO₂. Analisando o fenômeno, percebeu-se que o PQS interferia quimicamente na reação de combustão, então foi necessário rever a teoria dos elementos da combustão uma vez que era possível atuar em mais de um deles, logo, a teoria precisava ser expandida. Assim a reação em cadeia nasce como elemento da combustão e o tetraedro do fogo foi concebido.

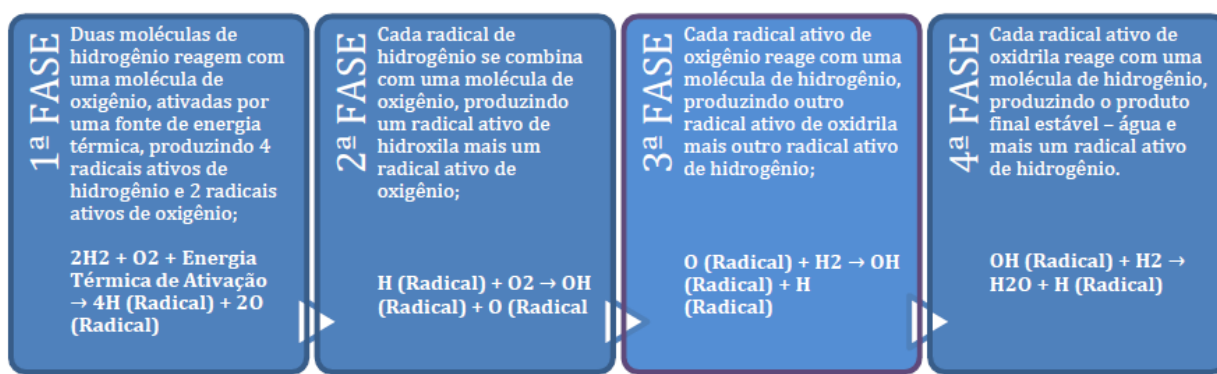
A reação em cadeia torna a queima autossustentável. O calor irradiado das chamas atinge o combustível e este é decomposto em partículas menores, que se combinam com o oxigênio e queimam, irradiando outra vez calor para o combustível, formando um ciclo constante.

O fenômeno químico do fogo é uma reação que se processa em cadeia. Após seu início, a combustão é mantida pelo calor produzido durante o processamento da reação. A reação produz calor e é exatamente o que ela precisa para ocorrer.

A cadeia de reação formada durante o fogo, propicia a formação de produtos intermediários instáveis, principalmente radicais livres, prontos para combinarem com outros elementos, dando origem a novos radicais, ou finalmente a corpos estáveis.

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

Para exemplificar este processo, vamos analisar o processo de combustão do Hidrogênio no ar:



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

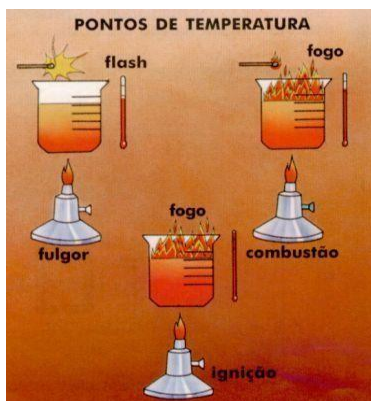
2.6. PONTOS DE TEMPERATURA

Após as considerações acerca dos combustíveis, calor, reação em cadeia e mistura inflamável, podemos tratar de um assunto de grande relevância para se entender a dinâmica do fogo e do incêndio, os pontos notáveis de temperatura. Os combustíveis são transformados pelo calor, e a partir desta transformação, é que combinam com o oxigênio, resultando na combustão. Essa transformação desenvolve-se em temperaturas diferentes, à medida que o material vai sendo aquecido.

Quando um material é aquecido, suas moléculas vibram mais, logo, mais delas escapam do material (em se tratando de sólidos e líquidos). Essas moléculas que escapam são vapores combustíveis e, são elas na verdade que queimam, pois elas reagem com o oxigênio do ar e não as moléculas no corpo do material. Em sólidos e

líquidos, sempre há a liberação de moléculas. Isso é comprovado pelo cheiro que sentimos dos materiais, que nada mais é do que a captação de moléculas em suspensão no ar pelo nosso aparelho olfativo.

Ocorre que, à medida que um material é aquecido, pelo aumento de vibração, mais moléculas se desprendem, ou seja, mais vapores são liberados e o efeito dessa liberação de vapores é diferente a partir de três temperaturas. Chamamos essas temperaturas de Pontos de Temperatura ou Pontos Notáveis de Temperatura.



Os pontos notáveis são temperaturas mínimas nas quais podemos observar determinados efeitos relacionados aos vapores liberados. Com o aquecimento de um material, chega-se a uma temperatura em que o material libera vapores em quantidade tal que se incendiam se houver uma fonte externa de calor, mas a queima não se mantém se a chama externa for retirada. Neste ponto, chamado de **"Ponto de Fulgor"**. As chamas não se mantêm, devido à pequena quantidade de vapores liberados. Esses vapores são capazes apenas de alimentar uma combustão já existente.

Prosseguindo no aquecimento, atinge-se uma temperatura em que há uma liberação de vapores do material tal que, ao entrarem em contato com uma fonte externa de calor, iniciam a combustão, e continuam a queimar mesmo com a retirada da fonte externa. Esse ponto é chamado de **"Ponto de Combustão"**. Esse é o ponto onde se atinge a reação em cadeia, ou seja, o calor da queima dos vapores liberados é suficiente para causar a liberação de mais vapor em quantidade capaz de sustentar a combustão.

Continuando o aquecimento, atinge-se um ponto no qual os vapores liberados pelo combustível estão em quantidade tal que, expostos ao ar, entram em combustão sem que haja fonte externa de calor, tanta é a energia que apresentam. Esse ponto é chamado de **"Ponto de Ignição"**, **"Ponto de Autoignição"** ou **"Ponto de Autoinflamação"**.



Assim, cada ponto notável é a temperatura mínima na qual um material libera vapores em quantidade tal que ocorra um dos efeitos citados.

2.7. TIPOS DE COMBUSTÃO

O fogo geralmente envolve a liberação de luz e calor 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.

O fogo pode se apresentar fisicamente de duas maneiras diferentes, as quais podem aparecer de forma isolada ou conjunta, sendo como chama ou como brasas.

Essas apresentações físicas do fogo geralmente são determinadas pelo combustível. Se for gasoso ou líquido, sempre terá a forma de chamas. Se for sólido, o fogo poderá se apresentar em chamas e brasas ou somente em brasa. Os sólidos de origem orgânica quando submetidos ao calor, destilam gases que queimam como chamas, restando o carbono que queima como brasa formando o carvão. Alguns sólidos como a parafina e as gorduras se liquefazem e se transformam em vapores, queimando unicamente como chamas, outros sólidos queimam diretamente apresentando-se incandescentes, como os metais pirofóricos.

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 separadamente, em função de suas particularidades.

CLASSIFICAÇÃO QUANTO À LIBERAÇÃO DE PRODUTOS:

Combustão Incompleta

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

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 material capaz de reagir com o oxigênio, o que a torna uma massa combustível, necessitando apenas de ar para “fechar” o tetraedro do fogo e reiniciar a combustão.

Combustão Completa

Combustão que produz calor e chamas, ocorrendo em um ambiente rico em oxigênio.

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 é chamada de combustão ideal.

É importante lembrar que a combustão completa não é o mesmo que queima total. A queima total 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 perfeita entre o combustível e o oxigênio, fazendo com que todo o combustível reaja.

Na verdade, a combustão completa ocorre apenas em situações especiais ou em laboratórios, não sendo encontrada na prática de combate a incêndio, pois não se atinge um índice de 100% de queima facilmente, e 99% de queima significam combustão incompleta, pois ficou combustível sem queimar.

Exemplos de combustão completa são as chamas do fogão e do maçarico. Quando o gás de cozinha está acabando a proporção se altera e sobra combustível, daí o enegrecimento do fundo das panelas que indica que o gás está acabando.



CLASSIFICAÇÃO QUANTO A SUA VELOCIDADE:

Combustão Viva

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



Vale ressaltar que só existirá uma combustão viva quando houver um gás ou vapor queimando, ainda que proveniente de combustíveis sólidos ou líquidos.

Combustão Lenta

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



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, causando a reignição dos materiais combustíveis. Um cigarro sobre uma poltrona ou colchão inicia uma combustão lenta que pode resultar em uma combustão viva e, conseqüentemente, em um incêndio.

A incandescência geralmente ocorre em:

- Combustíveis sólidos porosos, como fumos, carvão, ou ainda espuma ou

algodão de colchões;

- Em combinação de combustíveis, como a mistura de tecidos com algodão ou polímeros, como o caso de sofás; e
- 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.



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.

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, de rara ocorrência, que foge a essa regra e 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.

Alguns materiais entram em combustão sem fonte externa de calor (materiais com baixo ponto de ignição), outros entram em combustão à temperatura ambiente (20 °C), como o fósforo branco. Ocorre também na mistura de determinadas substâncias químicas, quando a combinação gera calor e libera gases em quantidade suficiente para iniciar combustão como, por exemplo, a adição de água e sódio.

Explosão

Explosão é um rápido aumento de volume em um curto espaço de tempo que gera uma onda de pressão que se desloca em grande velocidade. A queima de gases, vapores de líquidos inflamáveis, e partículas (sólidas ou líquidas) em suspensão no ar comporta-se dessa maneira.

É importante notar que explosão significa grande aumento de volume em curto espaço de tempo e isso não envolve necessariamente queima. Por exemplo, um cilindro de ar pode explodir devido à pressão quando ele se rompe e todo o ar dentro dele se expande. Não há queima. Trata-se de uma explosão mecânica. A queima de determinados materiais pode, em alguns casos, provocar explosões. São as chamadas de explosões químicas, que são derivadas de uma reação química rápida que libera produtos com grande volume rapidamente.





Por exemplo, os explosivos, são materiais que queimam instantaneamente liberando um enorme volume de gases. Os gases expandindo-se “formam” a explosão.

Conforme a velocidade da onda de choque gerada a explosão é classificada em detonação e deflagração. A detonação ocorre quando a onda de choque supera a barreira da velocidade do som gerando grande estrondo. A deflagração acontece quando a onda de choque é subsônica.

2.8. TIPOS DE CHAMA

As chamas podem ser de dois tipos, variando conforme o momento em que se dá a mistura entre combustível e comburente. Podem elas ser:

- Chamas difusas
- Chamas de pré-mistura

As chamas de pré-mistura são aquelas em que o combustível e o comburente são misturados antes da zona de queima. É o caso dos maçaricos, equipamentos de oxi-acetileno, bicos de bunsen, etc. Nesses casos, a zona de queima não precisa estar envolta em ar, já que a queima ocorre com oxigênio fornecido pelo equipamento e não pela atmosfera, daí o fato de se perceber que os maçaricos queimam mesmo embaixo d'água.

As chamas de pré-mistura apresentam forte tendência a manterem seu formato e, quando bem regulada a mistura combustível-comburente, apresentam uma combustão completa, praticamente sem resto de gases.



As chamas difusas, as mais comuns, são as chamas em que os vapores combustíveis misturam-se ao comburente, o oxigênio do ar, na zona de queima. São as chamas de uma fogueira, uma vela, um fósforo, etc.

Nesse tipo de chama, há diferença na queima ao longo da chama, daí a diferença de coloração da chama. O tom amarelado na ponta das chamas deve-se aos átomos de carbono que não conseguiram queimar e que liberam energia excedente na forma de luz amarelada.

Nas chamas difusas, a oferta de oxigênio é melhor na base da chama. Por isso, se a ponta da chama, rica em carbono, for perturbada, o carbono não consegue queimar e, com isso, surge uma fumaça preta. A coloração preta da fumaça é proveniente do carbono que não queimou (fuligem) e é o que impregna as paredes e o teto.

2.9. PRODUTOS DA COMBUSTÃO

2.9.1. 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. A preocupação era, então, estabelecer meios de orientação por cabo guia e usar equipamento de proteção respiratória para conseguir desenvolver as ações de salvamento e combate a incêndio com segurança.

Com estudos mais recentes, foram valorizadas outras três características da fumaça. Verifica-se que ela é quente, móvel e inflamável, além das duas já conhecidas: opaca e tóxica.

Quente – A combustão libera calor, transmitindo-o a outras áreas que ainda não foram atingidas. Como será tratado mais a diante na transmissão de calor pela convecção, a fumaça será a grande responsável por propagar o calor ao atingir pavimentos superiores quando se desloca (por meio de dutos, fossos e escadas), levando calor a outros locais distantes do foco. A fumaça acumulada também propaga calor por radiação.



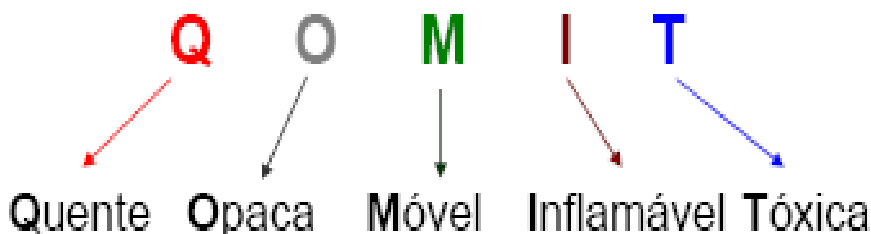
Opaca – Os seus produtos, principalmente a fuligem, permanecem suspensos na massa gasosa, dificultando a visibilidade tanto para bombeiros, quanto para as vítimas, o que exige técnicas de entrada segura (como orientação e cabo guia) em ambientes que estejam inundados por fumaça.

Móvel – É um fluido que está sofrendo uma convecção 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.

Inflamável – Por possuir em seu interior combustíveis (provenientes da degradação do combustível sólido do foco e pela decomposição de materiais pelo calor) capazes de reagir com o oxigênio, a fumaça é combustível e, como tal, pode queimar e até “explodir”. Não dar a devida atenção à fumaça ou procurar combater apenas a fase sólida do foco ignorando essa característica é um erro ainda muito comum. **A fumaça é combustível e queima!**

Tóxica – Os seus produtos são asfixiantes e irritantes, prejudicando a respiração dos bombeiros e das vítimas.

Os bombeiros do Distrito Federal criaram um método mnemônico, chamado QOMIT, a fim de facilitar a fixação das características da fumaça.



Em um 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. A partir daí, a fumaça começará a descer para o piso.

Em todo esse processo, qualquer rota de saída pode fazer com que a fumaça 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.

2.9.2. GASES TÓXICOS PRESENTES NOS INCÊNDIOS

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 nocivos 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 (NO₂), dióxido de carbono (CO₂), acroleína, dióxido de enxofre (SO₂), ácido cianídrico (HCN), ácido clorídrico (HCl), metano (CH₄) e amônia (NH₃), e serão abordados a seguir.

Não apenas a toxicidade de um gás pode ser prejudicial, mas a inalação de ar e fumaça aquecidos pode provocar queimaduras nas vias aéreas superiores, o que se constitui em um ferimento letal.

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. Em geral, quanto mais incompleta a combustão, mais monóxido de carbono será produzido.

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 se junta 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. Se muitas hemácias forem comprometidas pelo CO, o organismo não tem como transportar oxigênio pelo sangue e respirar torna-se inútil já que o O₂ entra no pulmão, mas não é absorvido. 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 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. No quadro ao lado, podemos observar concentrações de CO no ambiente, em partes por milhão, e respectivos sintomas que podem ocorrer.

CO (ppm*)	CO NO AR	SINTOMAS
100	0,01	Nenhum sintoma.
200	0,02	Leve dor de cabeça, podendo ocorrer outros sintomas.
400	0,04	Dor de cabeça após 1 ou 2 horas.
800	0,08	Dor de cabeça após 45 minutos. Náuseas, colapso e inconsciência, após 2 horas.
1.000	0,10	Risco de ocorrer a inconsciência após 1 hora.
1.600	0,16	Dor de cabeça, tontura, náuseas, após 20 minutos.
3.200	0,32	Dor de cabeça, tontura, náuseas após 5 ou 10 minutos, e inconsciência, após 30 minutos.
6.400	0,64	Dor de cabeça e tontura após 1 ou 2 minutos, inconsciência, após 10 ou 15 minutos.
12.800	1,28	Inconsciência imediata, perigo de morte entre 1 e 3 minutos.

* ppm (parte por milhão)

Dióxido de Carbono (CO₂)

É um gás incolor e inodoro. Não é tão tóxico como o CO, mas também é produzido em grandes quantidades nos 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. Efeitos

danosos ao organismo 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. Contudo, seu principal efeito é a asfixia mecânica, uma vez que, ao ser produzido e liberado, ocupará o lugar do ar no ambiente reduzindo a concentração de O₂. Os efeitos danosos ao organismo, predominantemente, decorrem mais da ausência de oxigênio que da presença em si do CO₂.

Ácido Cianídrico (HCN)

O 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 celular, 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.

Foi o gás responsável pelas mortes na tragédia da Boate Kiss, em Santa Maria- RS, no início de 2013.

Ácido Clorídrico

Forma-se a partir da combustão de materiais que contenham cloro em sua composição, como o PVC. É um gás que causa irritações nos olhos e nas vias aéreas superiores, podendo produzir distúrbios de comportamento, disfunções respiratórias e infecções.

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.

Amônia

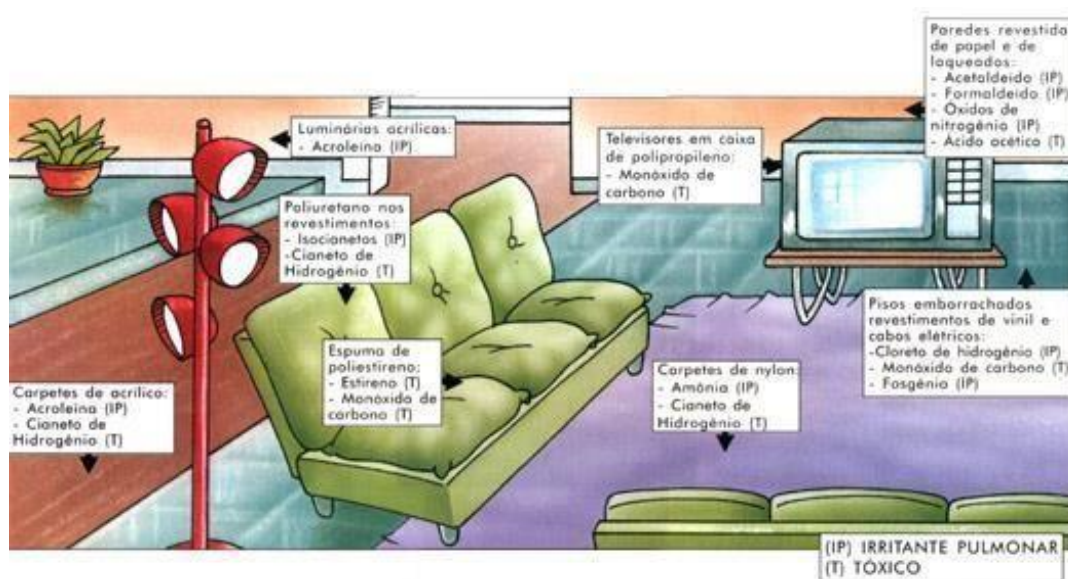
É um gás irritante e corrosivo, podendo produzir queimaduras graves e necrose na pele. Os sintomas à exposição incluem, desde náusea e vômitos, até danos aos lábios, boca e esôfago, sendo encontrado em borracha, seda, nylon, etc.

Bombeiros contaminados por amônia devem receber tratamento intensivo, serem transportados com urgência para um hospital, sem utilizar água nem oxigênio na prestação dos primeiros socorros.

Óxidos de Nitrogênio

Uma grande variedade de óxidos, correspondentes aos estados de oxidação do nitrogênio, podem ser formados num incêndio. As suas formas mais comuns são o monóxido de dinitrogênio (N_2O), óxido de nitrogênio (NO), dióxido de nitrogênio (NO_2) e tetróxido de dinitrogênio (N_2O_4).

O óxido de nitrogênio não é encontrado livre na atmosfera porque é muito reativo com o oxigênio, formando o dióxido de nitrogênio. Esses óxidos são produzidos, principalmente, pela queima de nitrato de celulose (filmes e papel fotográfico) e decomposição dos nitratos orgânicos. São bastante irritantes, podendo em seguida, tornarem-se anestésicos. Atacam o aparelho respiratório, onde formam os ácidos nitroso e nítrico, quando em contato com a umidade da mucosa. Na figura a seguir, observamos alguns materiais e os gases tóxicos liberados na queima dos mesmos.



3. PROPAGAÇÃO DO FOGO/TRANSMISSÃO DE CALOR

O calor (energia térmica) de objetos com maior temperatura é transferido para aqueles com temperatura mais baixa, levando ao equilíbrio térmico e causando o surgimento do fogo nos materiais que necessitem de uma quantidade menor de calor, do que aquela que está sendo transferida.

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

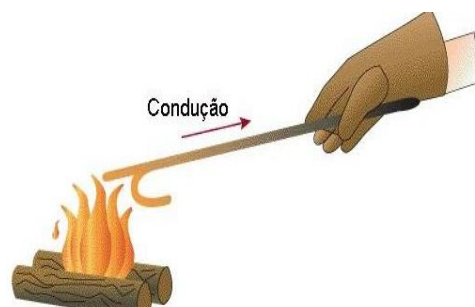
- Pelo tipo de material combustível que está sendo aquecido;
- Pela capacidade do material combustível de reter calor; e
- Pela distância da fonte de calor até o material combustível.

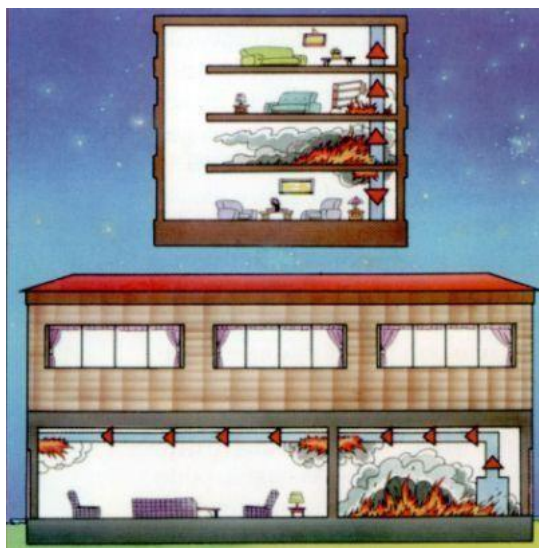
O calor pode se propagar de três diferentes maneiras: condução, convecção e irradiação. Como tudo na natureza tende ao equilíbrio, a energia é transferida de objetos com mais energia para aqueles com menos energia. O mais frio de dois objetos absorverá calor até que esteja com a mesma quantidade de energia do outro, o que não significa uma média aritmética de temperaturas, pois a quantidade de energia transferida considera, além da temperatura, fatores como capacidade térmica e massa de cada corpo.

3.1.CONDUÇÃO

Condução é a transferência de calor através de um corpo sólido, de molécula a molécula. Colocando-se, por exemplo, a extremidade de uma barra de ferro próxima a uma fonte de calor, as moléculas desta extremidade absorverão calor, elas vibrarão mais vigorosamente e se chocarão com as moléculas vizinhas, transferindo-lhes calor. Essas

moléculas vizinhas, por sua vez, passarão adiante a energia calorífica, de modo que o calor será conduzido ao longo da barra para a extremidade fria. Na condução, o calor passa de molécula a molécula, mas nenhuma molécula é transportada com o calor. Vê-se que, para a propagação de calor por condução, são necessários: matéria e contato.





É a transmissão de calor que ocorre de molécula para molécula, através do movimento vibratório das moléculas, transmitindo energia para todo o corpo. Quando dois ou mais corpos estiverem em contato, o calor é transmitido através deles como se fossem um só corpo.



CONDUÇÃO:

- Ocorre nos **SÓLIDOS**;
- Ocorre de **molécula a molécula**;
- Para transmissão por condução entre corpos distintos é necessário **CONTATO**

3.2.CONVECÇÃO

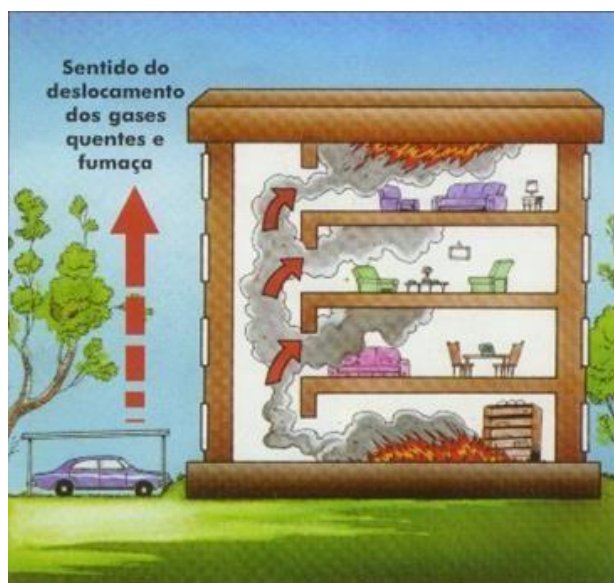
A convecção é a transmissão de calor pelo deslocamento de fluídos (gases ou líquidos).

O aquecimento de parte de um fluído altera sua densidade que fica menor, pois aumenta o espaço entre as moléculas. Quando a densidade é alterada, a parte menos densa (“mais leve”) tem a tendência de subir. Isso gera uma baixa pressão próximo à

fonte de calor, assim, mais fluído mais frio e mais denso vai em direção à fonte de calor – para o espaço não ficar vazio – e absorve mais calor também se deslocando. Quando o fluído se desloca, ele leva com ele o calor, propagando-o.

Quando a água é aquecida num recipiente de vidro, pode-se observar um movimento, dentro do próprio líquido, de baixo para cima. À medida que a água é aquecida, ela se expande e fica menos densa (mais leve) provocando um movimento para cima. Da mesma forma, o ar aquecido se expande e tende a subir para as partes mais altas do ambiente, enquanto o ar frio toma lugar nos níveis mais baixos. Em incêndios em edifícios, essa é a principal forma de propagação de calor para andares superiores, quando os gases aquecidos encontram caminho através de escadas, poços de elevadores, etc.

Importante frisar a relevância da convecção em um incêndio. O ar e os gases se aquecem ao redor e acima do foco. Com o aquecimento, as moléculas vibram mais e se afastam tornando os gases menos densos. Com a mudança de densidade os gases tendem a subir e se afastar do foco deixando próximo ao foco uma zona de baixa pressão que atrairá o ar alimentando o fogo.



As massas de ar que se deslocam do local do fogo levam calor suficiente para aumentar a temperatura em outros locais, podendo incendiar outros combustíveis.

CONVECÇÃO:

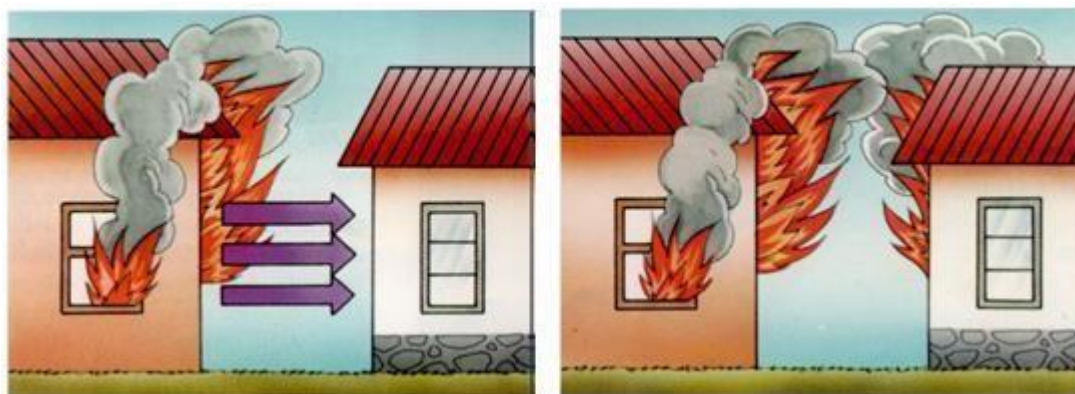
- Ocorre **nos FLUIDOS** (líquidos e gases);
- Ocorre pelo deslocamento dos fluidos em **razão da diferença de densidade**;
- Tendência **vertical para cima**, mas pode ocorrer horizontalmente se houver obstáculo físico.

3.3. IRRADIAÇÃO

É a transmissão de calor por meio de ondas eletromagnéticas que se propagam através do espaço vazio, não necessitando de continuidade molecular entre a fonte e o corpo que recebe o calor.

As ondas de calor propagam-se em todas as direções, e a intensidade com que os corpos são atingidos aumenta ou diminui, na atmosfera, à medida que estão mais próximos ou mais afastados da fonte de calor. Isso deve-se ao fato de que as moléculas do ar absorvem parte do calor irradiado, fazendo com que a propagação perca força com a distância. A irradiação decai com o quadrado da distância, ou seja, multiplicando-se a distância por 2, a irradiação cai 4 vezes.

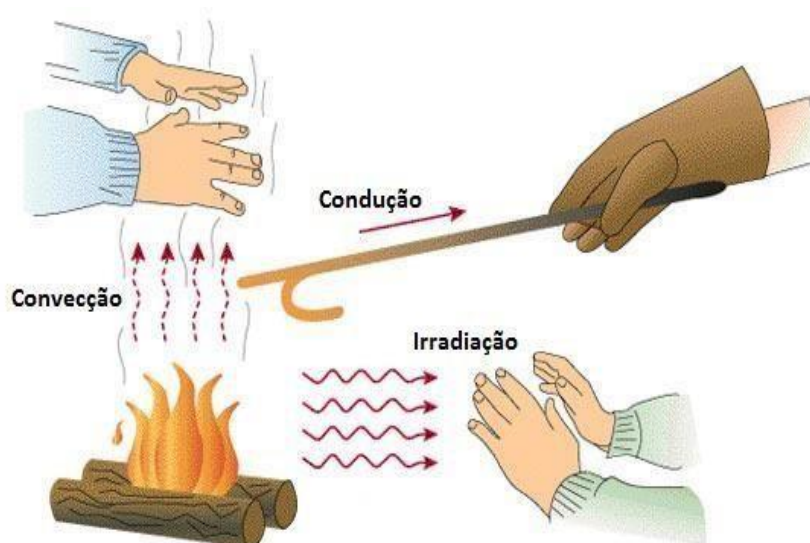
Um corpo mais aquecido emite ondas de energia calorífica para outro mais frio até que ambos tenham a mesma temperatura. O bombeiro deve estar atento aos materiais ao redor de uma fonte que irradie calor para protegê-los, a fim de que não ocorram novos incêndios.



IRRADIAÇÃO:

- Não necessita de **meio físico**;
- Decai com a distância no ar;
- Todos os corpos emitem;
- Emitida em **TODAS** as direções;

Abaixo, uma figura ilustrativa das diferentes formas de propagação de calor.



4. CLASSIFICAÇÃO DE INCÊNDIO

Já estudamos o fogo e as formas de combatê-lo. Agora é a hora de estudarmos os incêndios.

Como visto, incêndio é o fogo fora de controle, mas há uma inúmera variedade de tipos de incêndio e formas de a ele se referir.

Os incêndios variam em decorrência do tipo, quantidade, exposição, fragmentação do combustível. Variam também de acordo com a ventilação, geometria do ambiente, etc.

Há variadas classificações dos incêndios, todas elas de acordo com os materiais neles envolvidos, bem como a situação em que se encontram. Essa classificação é feita para determinar tanto o método de extinção quanto o agente extintor adequado para o tipo de incêndio específico.



A classificação aqui apresentada foi elaborada pela NFPA (*National Fire Protection Association* – Associação Nacional de Proteção a Incêndios/EUA), adotada pela IFSTA (*International Fire Service Training Association* – Associação Internacional para o Treinamento de Bombeiros/EUA) e também adotada no Brasil.

4.1. INCÊNDIO CLASSE “A”

Incêndio envolvendo combustíveis sólidos comuns, como papel, madeira, pano, borracha e plástico⁴.

É caracterizado pelas cinzas e brasas que deixam como resíduos e por queimar razão do seu volume, isto é, a queima se dá na superfície e em profundidade. Como os sólidos queimam em superfície e profundidade, é necessário um método que possa atingir a combustão no interior do combustível.

Isso nos remete ao resfriamento para a sua extinção o que, na maioria das vezes, é feito com o uso de água ou soluções que a contenham em grande porcentagem, a fim de reduzir a temperatura do material em combustão, abaixo do seu ponto de ignição.

O emprego de agentes que agem por abafamento irá apenas retardar a combustão, pois extinguirá as chamas apenas na superfície, não agindo na queima em profundidade e ocasionando uma posterior reignição do material.

4.2. INCÊNDIO CLASSE “B”

Incêndio envolvendo líquidos inflamáveis, graxas e óleos. É caracterizado por não deixar resíduos e queimar apenas na superfície exposta e não em profundidade.

Necessita para a sua extinção do abafamento ou da interrupção (quebra) da reação em cadeia. No caso de líquidos muito aquecidos (ponto da ignição), é necessário resfriamento. O abafamento é mais eficientemente feito com uso de espuma, mas também pode ser feito com pós ou água finamente pulverizada.

A quebra da reação é feita com uso de pós extintores.

⁴ Apesar de tecnicamente borracha e plástico serem líquidos de altíssima viscosidade, pela característica do fogo e do combate, são inseridos na classe A





4.3. INCÊNDIO CLASSE “C”

Incêndio envolvendo equipamentos energizados. Como são sólidos, o melhor seria resfriá-los, mas o risco de haver condução da corrente elétrica caso se use água deve ser observado. Caso o fornecimento de energia elétrica seja desligado, o incêndio assumirá as características de um incêndio **classe A** e assim deverá ser combatido.

Apesar da possibilidade dessa classe de incêndio poder ser mudada para “A”, se for interrompido o fluxo elétrico, deve-se ter cuidado com equipamentos (televisores, por exemplo) que acumulam energia elétrica, pois estes continuam energizados mesmo após a interrupção da corrente elétrica.

Caso permaneça energizado, para a sua extinção necessita-se de agente extintor que não conduza a corrente elétrica e utilize o princípio de **abafamento** ou da interrupção (quebra) da reação em cadeia. Os agentes mais comumente utilizados são o **PQS e o CO₂**.

O uso do PQS tem o inconveniente de danificar equipamentos pela sua ação corrosiva, o que pode ocorrer também com o CO₂ se for usado em equipamentos eletrônicos delicados pelo excesso de resfriamento que causa.

Em CPDs ou locais onde haja equipamentos sensíveis, pode-se encontrar sistemas de proteção que inundem o ambiente com outros gases inertes que extinguirão por abafamento sem danificar o maquinário.

4.4. INCÊNDIO CLASSE “D”

Incêndio envolvendo metais combustíveis pirofóricos (magnésio, selênio, antimônio, lítio, potássio, alumínio fragmentado, zinco, titânio, sódio, zircônio). É caracterizado pela queima em altas temperaturas e por reagir com agentes extintores comuns (principalmente os que contenham água).

A reação com água é violenta, pois, ocorre a quebra das moléculas de água (hidrólise) liberando O₂, que é comburente e alimenta as chamas e H₂, que é um gás explosivo.

Como é difícil o resfriamento sem utilização de água, surge a **extinção química** como método mais eficiente de extinção.





Para a extinção química, necessitam-se de agentes extintores especiais (normalmente pós) que se fundam em contato com o metal combustível, formando uma espécie de capa que o isola do ar atmosférico, interrompendo a combustão. Muitos entendem isso como abafamento, pela separação entre combustível e comburente, entretanto, a separação dá-se pelo fato de que o agente extintor funde-se com o metal pirofórico, há ligação química entre eles. Assim, o “abafamento” nada mais é do que consequência da interferência química do agente extintor no combustível.

O abafamento também pode ser feito por meio de gases ou pós inertes que substituam o O₂ nas proximidades do combustível, mas não é tão eficiente pois, devido às altíssimas temperaturas que esse tipo de queima atinge, a menor baforada de ar é capaz de propiciar a reignição.

Pós especiais (PQE – Pó Químico Especial) para classe “D” dependem do tipo de material que queima e, normalmente, são a base de grafite ou cloreto de sódio ou pó de talco. Usam o CO₂ ou o N₂ como propulsores. Podem ser ainda compostos dos seguintes materiais: cloreto de sódio, cloreto de bário, monofosfato de amônia e grafite seco.

O princípio da retirada do material também é aplicável com sucesso nesta classe de incêndio, bem como nas demais.

4.5. OUTRAS CLASSES

Há, como dito, outras classes de incêndio conforme classificações diferenciadas, mas que, pela especificidade que apresentam não serão por nós abordadas.

Entendemos conveniente, entretanto, fazer algumas ressalvas.

A primeira delas é quanto à classe designada para fogo em óleos e gorduras que, segundo o padrão americano é denominada de **Classe “K”** e, segundo o esquema europeu, **Classe “E”**.

Não julgamos necessária a separação de incêndios em óleos e gorduras em classe separada da dos líquidos inflamáveis, haja vista que apresentam as mesmas características de queima e de combate. A exceção é que os óleos e gorduras são todos insolúveis em água, mas entendemos que isso não justifica a abertura de uma classe só para eles.





No padrão americano, adotado largamente no Brasil, os incêndios em gases combustíveis são colocados dentro da Classe “B”, o que consideramos um erro, haja vista a peculiaridade dos incêndios em gases combustíveis (veremos adiante em técnicas de combate), mas resolvemos não abrir uma classe só para eles para não divergir da nomenclatura mais usual. Por isso, ainda não adotamos aqui o padrão europeu, pois nele, há a classe separada para os gases, mas se trata da **Classe “C”**, letra já designada habitualmente para outro tipo de incêndio. A norma americana separa óleos e gorduras pelo fato de que lá, existe extintores específicos para óleos e gorduras diferentes dos extintores destinados aos demais líquidos combustíveis. Isso justifica a separação lá nos EUA. Aqui no Brasil, os extintores para óleos e gorduras não diferem dos extintores para os demais líquidos combustíveis, não havendo, portanto, razão para separá-los aqui.

No tocante ao fato de que os americanos agregam os gases na mesma classe dos líquidos combustíveis, entendemos ser um posicionamento equivocado. Veja-se que os combustíveis são agregados em classes pelo comportamento similar na queima e para agrupar combustíveis que sejam combatidos pelos mesmos métodos e agentes extintores. De modo algum os gases são combatidos do mesmo modo que os líquidos combustíveis não devendo, assim, serem classificados junto com os líquidos combustíveis.

5. MÉTODOS DE EXTINÇÃO

Diante da teoria já exposta podemos extrair algumas conclusões práticas. Sabendo os requisitos da combustão, para prevenir que ela ocorra, basta impedir que os requisitos se combinem de maneira adequada. Por exemplo, a arrumação adequada dos materiais em um depósito, observando-se distâncias de afastamento entre as pilhas não visam mera organização, mas prevenção. Aceiros entre duas propriedades rurais também visam prevenir a propagação de um incêndio pela interrupção do material combustível. O correto dimensionamento de instalações elétricas visa impedir a produção de calor demasiada pelo efeito joule.

Uma vez instalada a combustão, conhecendo seus elementos, pode-se extingui-la agindo em um deles. São os métodos de extinção do fogo.



Os métodos de extinção do fogo baseiam-se na eliminação de um ou mais dos elementos essenciais que provocam o fogo (ELEMENTOS DO TETRAEDRO DO FOGO).

É importante ter os métodos em mente, pois é muito comum que se pense apenas em “jogar água” como forma de extinguir o fogo.

5.1.CONTROLE DO MATERIAL



É a forma mais simples de se extinguir um incêndio. Baseia-se **na retirada do material combustível, ainda não atingido, da área de propagação do fogo**, interrompendo a alimentação da combustão. Método também denominado corte, isolamento ou remoção do combustível.

Se o combustível é o campo de propagação das chamas, controlando o campo de propagação, dirige-se o incêndio ou interrompe-se sua propagação.

Há outras técnicas que se encaixam nesse método de atuação, pois existem outras formas de atuar no combustível que não seja apenas a retirada do que ainda está intacto. Ex.: fechamento de válvula ou interrupção de vazamento de combustível líquido ou gasoso, retirada de materiais combustíveis do ambiente em chamas, realização de aceiro, etc.

Veja-se o exemplo de um incêndio urbano onde uma poltrona está em chamas na sala de uma casa. Se apenas a poltrona está em chamas, retirá-la do ambiente e colocá-la ao ar livre, apenas isso, foi a extinção do incêndio, pois, ao ar livre, o fogo na poltrona está sob controle, não sendo mais caracterizado como incêndio.

5.2.RESFRIAMENTO

É o método mais utilizado. Consiste em **diminuir a temperatura do material combustível que está queimando**, diminuindo, conseqüentemente, a liberação de gases ou vapores inflamáveis.

A água é o meio mais usado para resfriamento, por ter grande capacidade de absorver calor e ser facilmente encontrada na natureza, além de outras propriedades que veremos adiante.



A redução da temperatura do incêndio está ligada à quantidade e à forma de aplicação da água (jatos), de modo que ela absorva mais calor que o incêndio é capaz de produzir.

É inútil o emprego de água onde queimam combustíveis com baixo ponto de combustão (menos de 20°C), pois a água resfria até a temperatura ambiente e o material continuará produzindo gases combustíveis.

5.3.ABAFAMENTO



Consiste em **diminuir ou impedir o contato do oxigênio com o material combustível**. Não havendo comburente para reagir com o combustível, não haverá fogo. Como exceção estão os materiais que têm oxigênio em sua composição e queimam sem necessidade do oxigênio do ar, como os peróxidos orgânicos e a pólvora.

Conforme já vimos anteriormente, a diminuição do oxigênio em contato com o combustível vai tornando a combustão mais lenta, até a concentração de oxigênio chegar abaixo de 7%, quando não haverá mais combustão. Colocar uma tampa sobre um recipiente contendo álcool em chamas, ou colocar um copo voltado de boca para baixo sobre uma vela acesa, são duas experiências práticas que mostram que o fogo se apagará tão logo se esgote o oxigênio em contato com o combustível.

Pode-se abafar o fogo com uso de materiais diversos, como areia, terra, cobertores, vapor d'água, espumas, pós, gases especiais, etc.

5.4. QUEBRA DA REAÇÃO EM CADEIA



Também é chamada de *extinção química*. Consiste no uso de agentes que interferem quimicamente na reação diminuindo a capacidade de reação entre comburente e combustível. Esses agentes agem interferindo nos radicais livres formados na reação, capturando-os antes de se coligarem na próxima etapa da reação.

Certos agentes extintores, quando lançados sobre o fogo, sofrem ação do calor, reagindo sobre a área das chamas, interrompendo assim a “reação em cadeia” (**extinção química**). Isso ocorre porque o oxigênio comburente deixa de reagir com os gases combustíveis. Essa reação só ocorre quando há chamas visíveis. Quando se descobriu a possibilidade de isso ocorrer (estudando o PQS, como visto no tópico *Reação em Cadeia*) percebeu-se a existência de mais um método de atacar a combustão e, conseqüentemente, foi necessário inserir mais um entre os elementos na teoria da combustão.



6. AGENTES EXTINTORES

Existem vários agentes extintores, que atuam de maneira específica sobre a combustão, extinguindo o incêndio através de um ou mais métodos de extinção já citados.

Os agentes extintores devem ser utilizados de forma criteriosa, observando a sua correta utilização e o tipo de classe de incêndio, tentando, sempre que possível, minimizar os efeitos danosos do próprio agente extintor sobre materiais e equipamentos não atingidos pelo incêndio.

Dos vários agentes extintores, os mais utilizados são os que possuem baixo custo e um bom rendimento operacional, os quais passaremos a estudar a seguir:

6.1. ÁGUA

A água atua na combustão principalmente por **resfriamento**, sendo a sua elevada eficiência de arrefecimento resultante da grande capacidade de absorver calor.

A água é mais eficaz quando usada sob a forma de chuveiro, dado que as pequenas gotas de água vaporizam mais facilmente que uma massa de líquido e possuem área total de contato maior, absorvendo mais rapidamente o calor da combustão.

É o agente extintor "universal". A sua abundância e as suas características de emprego, sob diversas formas, possibilitam a sua aplicação em diversas classes de incêndio.

Como agente extintor a água age principalmente por resfriamento e por abafamento, podendo paralelamente a este processo agir por emulsificação e por diluição, segundo a maneira como é empregada.

A água só perde para o hidrogênio e o hélio em calor específico e, dentre os líquidos à temperatura ambiente, é o que apresenta maior calor latente de vaporização. O calor específico da água é da ordem de 1 cal/g °C, ou seja, para elevar em 1°C a temperatura de 1 grama de água é necessária 1 caloria. Quer dizer que cada grama de água lançada em um incêndio absorverá 1 caloria para cada grau centígrado de temperatura que elevar.

Uma massa de 1 Kg de água lançado em um incêndio, considerando a temperatura inicial de 20°C, terá o volume inicial de 1 litro. Esses 1000 gramas de água absorverão





calor no estado líquido até atingir a temperatura de 100°C, quando então passará para o estado de vapor.

$$1000g \times 80^{\circ}\text{C} \text{ (de } 20^{\circ}\text{C para } 100^{\circ}\text{C)} = 80.000 \text{ cal ou } 80 \text{ Kcal}$$

Além do calor específico da água ser alto, o calor latente de vaporização é elevadíssimo. Para transformar 1g de água líquida a 100°C em 1g de vapor a 100°C, são necessárias 540cal.

Voltando ao exemplo anterior, os 1000g de água absorveriam para mudar de estado físico 540.000 cal.

Vê-se, assim, que a água absorve quase 7 vezes mais calor para mudar de estado físico do que para aquecer de 20 °C para 100 °C.

Conclui-se que um combate usando água será tanto mais eficiente quanto mais conseguir evaporar a água. A água escorrida deixou de absorver os 540cal/g que absorveria ao ferver e parte da energia que absorveria para alcançar os 100°C.

Por muitos anos, a água ter sido aplicada no combate a incêndio sob a forma de jato pleno, hoje sabemos que a água apresenta um resultado melhor quando aplicada de modo pulverizado, pois absorve calor numa velocidade muito maior, diminuindo consideravelmente a temperatura do incêndio e, conseqüentemente, extinguindo-o. Quando fragmentamos as gotículas de água, aumentamos a superfície de contato, acelerando a absorção de energia.

O efeito de abafamento é obtido em decorrência da água, quando transformada de líquido para vapor, ter o seu volume, aumentado cerca de 1700 vezes (esse volume duplica a 450 °C). Este grande volume de vapor, desloca, ao se formar, igual volume de ar que envolve o fogo em suas proximidades, portanto reduz o volume de ar (oxigênio) necessário ao sustento da combustão. Além disso, expulsa a fumaça para fora do ambiente.

O efeito de emulsificação é obtido por meio de jato chuveiro ou neblinado de alta velocidade. Dependendo do combustível, somente se consegue este efeito por meio da adição de produtos à água (aditivos).





Pode-se obter, por este método, a extinção de incêndios em líquidos inflamáveis viscosos, pois o efeito de resfriamento que a água proporcionará na superfície de tais líquidos, impedirá a liberação de seus vapores inflamáveis.

Normalmente na emulsificação, gotas de líquidos inflamáveis ficam envolvidas individualmente por gotas de água, dando no caso dos óleos, aspecto leitoso, com alguns líquidos viscosos a emulsificação apresenta-se na forma de uma espuma que retarda a liberação dos vapores inflamáveis.

O efeito de diluição é obtido quando usamos água no combate a combustíveis nela solúveis, tomando o cuidado para não derramar o combustível do seu reservatório antes da diluição adequada do mesmo, o que provocaria uma propagação do incêndio.

Aditivos a água

Como visto, a água tem características que fazem dela um excelente agente extintor. Algumas características da água, entretanto, não colaboram para isso. A água possui elevada tensão superficial. Tensão superficial é um efeito físico que ocorre na camada superficial de um líquido que leva a sua superfície a se comportar como uma membrana elástica. As moléculas situadas no interior de um líquido são atraídas em todas as direções pelas moléculas vizinhas e, por isso, a resultante das forças que atuam sobre cada molécula é praticamente nula. As moléculas da superfície do líquido, entretanto, sofrem apenas atração pelas moléculas do lado e abaixo. Esta força para o lado e para baixo cria a tensão na superfície, que faz a mesma comportar-se como uma película elástica.

A tensão superficial pode ser observada quando se enche um copo até que transborde. Percebe-se que permanece uma camada de água acima da borda do copo. Ela permanece sem escorrer para fora do copo devido às forças intermoleculares, é a tensão superficial. Essa tensão superficial, pelo fato de que na água é elevada, faz com que a água não tenha uma das melhores capacidades de penetração em objetos porosos. Se fosse o contrário, ela seria melhor para combater incêndios na profundidade de sólidos.

Outra característica da água que não a auxilia como agente extintor é a baixa viscosidade. A viscosidade é a propriedade dos fluidos correspondente ao transporte microscópico de quantidade de movimento por difusão molecular. Ou seja, quanto





maior a viscosidade, menor será a velocidade em que o fluido se movimenta. Como a viscosidade da água é muito baixa, ela escorre com facilidade e isso não ajuda no combate a incêndio, pois, como ela escorre com facilidade ela não permanece nas faces verticalizadas dos combustíveis sólidos, deixando de protegê-los. Caso ela fosse viscosa, ela formaria uma camada por mais tempo nas paredes dos sólidos.

Para melhorar alguma característica da água aumentando sua eficiência em um dado tipo de combate faz-se o uso de aditivos que, misturados à água, podem proporcionar mudanças favoráveis.

Água Molhada

Quando se adiciona à água substâncias umectantes na proporção de 1% de Gardinol, Maprofix, Duponal, Lissapol ou Arestec, ela aumenta sua eficiência nos combates a incêndios da Classe “A”⁵. À água assim tratada damos o nome de “água molhada”. A sua maior eficiência advém do fato do agente umectante reduzir a sua tensão superficial, fazendo com que ela se espalhe mais e adquira maior poder de penetrabilidade, alcançando o interior dos corpos em combustão.

É extraordinária a eficiência em combate a incêndios em fardos de algodão, juta, lã, etc., fortemente prensados e outros materiais hidrófobos (materiais que “repelem” água – Ex.: materiais compostos por fibras prensadas).

6.2. 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.

A espuma é um agente extintor polivalente, podendo ser usada em extintores portáteis, móveis e instalações fixas de proteção.

⁵ Usar LGE 6% na proporção de apenas 1% produz efeito prático semelhante.





Existem basicamente dois tipos de espumas: as espumas mecânicas, obtidas por um processo mecânico de mistura de um agente espumífero (LGE – líquido gerador de espuma), ar e água, e as espumas químicas, obtidas pela reação química entre dois produtos que se misturam na altura da sua utilização. Este último tipo caiu em desuso, sobretudo devido à sua fraca eficiência e pelos riscos associados ao armazenamento e manuseamento dos produtos químicos necessários à sua formação.

A espuma mecânica é adequada para instalações de proteção fixa de unidades de armazenamento de combustíveis, por exemplo, ou outros riscos que envolvem líquidos combustíveis e inflamáveis.

As espumas mecânicas classificam-se basicamente em espumas de baixa, média e alta expansão, consoante a respectiva capacidade dos líquidos geradores de espuma de formar volume de espuma após a aeração da mistura com água.

- Baixa expansão: quando um 1 litro de pré-mistura produz até 20 litros de espuma (espuma pesada).
- Média expansão: quando 1 litro de pré-mistura produz de 20 a 200 litros de espuma (espuma média).
- Alta expansão: quando 1 litro de pré-mistura produz de 200 a 1.000 litros de espuma (espuma leve).

A espuma age principalmente por abafamento, pois cria uma camada que isola o combustível do ar. Age em parte por resfriamento devido à água presente em sua aplicação.

A espuma mais utilizada para combate a incêndios em líquidos inflamáveis é a obtida a partir de um LGE denominado AFFF (*aqueous film-forming foam* – espuma formadora de película aquosa). Eles são produzidos para serem misturados à água em proporções de 1% a 6%. No recipiente vem a indicação da concentração necessária para a formação adequada da espuma. Com o LGE AFFF é possível fazer “água molhada”. Caso se esteja de posse de um recipiente, comumente chamado de bombona, de AFFF 6% e, ao invés de usá-lo conforme a proporção indicada, usa-se em proporção de 1%, 6x menos que o recomendado, a mistura água+LGE não se prestará à formação da espuma, porém, ocorrerá a diminuição da tensão superficial da água e ela terá maior capacidade de encharcar materiais, tornando-se “água molhada”.





6.3. PÓS QUÍMICOS

O pó químico é o agente extintor mais utilizado em extintores portáteis. Os pós químicos são eficientes e como não se dispersam tanto na atmosfera como um gás, permitem atacar as chamas de modo mais rápido e eficaz. Há vários tipos de pós com composições e características diferentes.

Os pós químicos são um grupo de agentes extintores de finíssimas partículas sólidas, e têm como características não serem abrasivas, não serem tóxicas, mas que podem provocar asfixia se inaladas em excesso. Não conduzem corrente elétrica, porém, tem o inconveniente de contaminar o ambiente sujando-o, podendo danificar inclusive equipamentos eletrônicos.

Assim sendo, deve-se evitar sua utilização em ambientes que possuam estes equipamentos no seu interior. Ainda apresenta o inconveniente de dificultar a visualização do ambiente enquanto está em suspensão.

Os pós agem de imediato por abafamento, substituindo o O₂ nas imediações do combustível, mas também principalmente por extinção química interferindo na reação de combustão capturando radicais livres. Essa atuação por quebra da reação em cadeia aumenta de eficiência em temperaturas acima de 1000 °C.

Os pós são classificados conforme a sua correspondência com as classes de incêndio que se destinam a combater. Vejamos:

Pó ABC – composto a base de fosfato de amônio ou fosfatomonoamônico, sendo chamado de polivalente, pois atua nas classes A, B e C.

Ao inverso dos outros, o pó ABC, apresenta considerável eficiência em fogos de Classe A, pois quando aquecido se transforma em um resíduo fundido, aderindo à superfície do combustível e isolando-o do comburente (abafamento).

Pó BC – Nesta categoria está o tipo de pó mais comum e conhecido o **PQS** ou **Pó Químico Seco**. Os extintores de PQS para classe B e C utilizam os agentes extintores bicarbonato de sódio, bicarbonato de potássio ou cloreto de potássio, tratados com um estearato a fim de torná-los antihigroscópicos e de fácil descarga.





Pó D – usado especificamente na classe D de incêndio, sendo a sua composição variada, pois cada metal pirofórico terá um agente específico, tendo por base a grafita misturada com cloretos e carbonetos. São também denominados de **Pós Químicos Especiais ou PQEs**.

O pó químico especial é normalmente encontrado em instalações industriais, que utilizam metais pirofóricos em seus depósitos, tendo em vista a periculosidade dos diferentes materiais pirofóricos (agentes extintores devem ser pesquisados para cada caso).

6.4. DIÓXIDO DE CARBONO (CO₂)

O dióxido de carbono é mais um gás inerte. É mais pesado que o ar, atuando sobre a combustão pelo processo de “abafamento”, isto é, por substituição do oxigênio que alimenta as chamas, e também em pequena parte por resfriamento. Como se trata de um gás inerte, tem a grande vantagem de não deixar resíduos após aplicação. O grande inconveniente deste tipo de agente extintor é o choque térmico produzido pela sua expansão ao ser libertado para a atmosfera através do difusor do extintor (a expansão do gás pode gerar temperaturas da ordem dos -40 °C na proximidade do difusor, havendo, portanto, um risco de queimaduras por parte do utilizador).

Apesar de não ser tóxico, o CO₂ apresenta ainda outra desvantagem para a segurança das pessoas, sobretudo quando utilizado em extintores de grandes dimensões ou em instalações fixas para proteção de salas fechadas: existe o risco de asfixia quando a sua concentração na atmosfera atinge determinados níveis, não pela toxicidade do CO₂, mas pela diminuição da concentração de O₂. Por não ser condutor de corrente elétrica geralmente recomenda-se este tipo de agente extintor na proteção de equipamento e quadros elétricos.

6.5. GASES INERTES

Os gases inertes contêm, sobretudo, elementos químicos como o argônio, hélio, neônio e dióxido de carbono. Este tipo de agente extintor não é normalmente utilizado em extintores portáteis de incêndio, mas sim em instalações fixas, para proteger, por exemplo, salas de computadores e outros riscos semelhantes.

A sua eficiência é relativamente baixa, pois geralmente são necessárias grandes



quantidades de gás para proteção de espaços relativamente pequenos, que devem ser estanques para não permitir a dispersão do agente extintor para o exterior. Exemplos de agentes extintores constituídos por gases inertes são os produtos conhecidos com os nomes comerciais “Inergen” e “Argonite”.

Os gases inertes atuam por abafamento, ocupando o espaço do ar e levando a mistura ar-vapores abaixo do limite inferior de inflamabilidade.

7. EQUIPAMENTOS DE COMBATE A INCÊNDIO

7.1. MATERIAL HIDRÁULICO

Entende-se por material hidráulico todo aquele que conduz ou dá forma ao agente extintor líquido, mais propriamente a água, ou ainda que de qualquer modo prestem-se à possibilitar ou facilitar o combate com água.

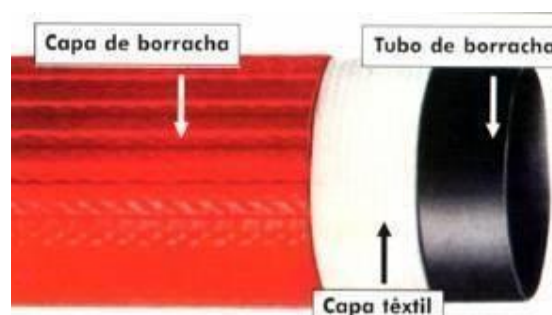
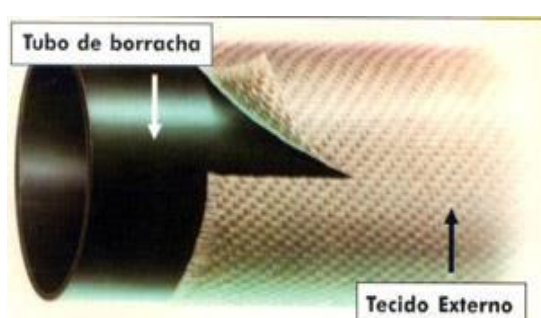
São materiais de extrema importância para os serviços de bombeiros, por isso é importante conhecê-los, saber utilizar e manter de forma adequada.

7.1.1. MANGUEIRAS

Denominam-se mangueiras os condutores flexíveis utilizados para transportar água, do ponto de suprimento até o local em que deva ser lançada.

A mangueira mais comumente utilizada nos serviços de bombeiros constitui-se de um tubo de borracha que tem por finalidade a condução da água e um ou dois tubos de lona de algodão, fibras sintéticas (mais comumente) ou linho como revestimento.

A capa externa tem duas finalidades: proteger o tubo de borracha da abrasão provocada pelo atrito com o solo e auxiliar na resistência à pressão.



As mangueiras podem ter comprimentos variados, mas os mais comuns são de 15, 20, 25 e 30 metros. Também podem apresentar diversos sistemas de conexão e diversas bitolas, calibres ou diâmetros.

As mangueiras mais comumente utilizadas são de 1 ½ " (uma e meia polegada) ou 38mm (trinta e oito milímetros) e 2 ½ " (duas e meia polegada) ou 63mm (sessenta e três milímetros).

Uma observação acerca do uso das mangueiras é que requerem o desenrolamento completo para que possam ser usadas.

Em relação sistema de conexão, no Brasil, o sistema mais adotado é o alemão, com juntas do tipo STORZ.



Normatização sobre mangueira de incêndio:

ABNT NBR 12779 – mangueira de incêndio – Inspeção

ABNT NBR 11861 – mangueira de incêndio – Requisitos de ensaio

A NBR 12779 no item nº 4 descreve as seguinte informações:

4. CONTROLE E IDENTIFICAÇÃO DA MANGUEIRA

4.1 Deve ser realizada inspeção a cada 6 meses a manutenção a cada 12 meses de toda a mangueira em uso.

4.2 A edificação ou área de risco não pode ficar sem mangueira durante o período de inspeção e manutenção.

4.3 As mangueiras, após ter sido utilizada em combate, deve ser encaminhada para manutenção, a fim de se manterem as condições mínimas exigidas para uso.

4.4 O serviço de inspeção e manutenção deve ser realizado por empresa capacitada.

4.5 Toda mangueira deve receber uma identificação individual realizada por empresa capacitada, a partir de sua primeira manutenção.

4.6 A identificação deve ser feita em local visível no corpo da mangueira próximo à

extremidade ou na união como com as seguintes informações mínimas:

- Nome do executante
- Data do ensaio (mês/ano)
- Validade : 12 meses



ABNT NBR 11861 - Mangueira de incêndio - Requisitos e métodos de ensaio

	Aplicação	Pressão de trabalho	Pressão de Ruptura kPa (kgf/cm²)
TIPO 1	Destina-se a edifícios de ocupação residencial.	980 kPa 10 kgf/cm² 10 BAR	3 430 (35)
TIPO 2	Destina-se a edifícios comerciais e industriais ou Corpo de Bombeiros.	1370 kPa 14 kgf/cm² 14 BAR	4 120 (42)
TIPO 3	Destina-se à área naval, industrial ou Corpo de Bombeiros, onde é desejável uma maior resistência à abrasão.	1470 kPa 15 kgf/cm² 15 BAR	4 900 (50)
TIPO 4	Destina-se à área industrial, onde é desejável uma maior resistência à abrasão.	1370 kPa 14 kgf/cm² 14 BAR	4 120 (42)
TIPO 5	Destina-se à área industrial, onde é desejável uma alta resistência à abrasão e a superfícies quentes.	1370 kPa 14 kgf/cm² 14 BAR	4 120 (42)

*1ATM = 1 BAR = 10kgf/cm² = 14,5 PSI = 980 kPa



Tipo 1: construída com um reforço têxtil e para pressão de trabalho de 1,0 MPa = 10 BAR

Tipo 2: construída com um reforço têxtil e para pressão de trabalho de 1,4 MPa = 14 BAR

Tipo 3: construída com dois reforço têxtil sobrepostos para pressão de trabalho de 1,5 MPa

Tipo 4: construída um reforço têxtil, acrescida de uma película externa de plástico para pressão de trabalho de 1,4 MPa

Tipo 5: construída com um reforço têxtil, acrescida de um revestimento externo de borracha e para pressão de trabalho de 1,4 MPa



Há ainda mangueiras que se constituem de um tubo de lona de fibra de poliéster, forrado internamente com borracha. Externamente apresenta um revestimento de material plástico ou de borracha, destinado a protegê-la contra agressividade de produtos químicos e de abrasão devido a seu arraste durante as operações de combate ao fogo.

Ela não é tão resistente à abrasão, mas possui uma resistência consideravelmente superior contra o desgaste provocado pelo contato com produtos químicos.

7.1.1.1. CUIDADOS COM AS MANGUEIRAS

Das mangueiras depende não só o sucesso no combate ao fogo, como também a segurança dos homens que guarnecem os esguichos, razão pela qual deve ser dispensado a este equipamento cuidadoso trato, antes, durante e após o seu emprego.

Antes do uso:

- Armazenar em locais arejados, livres de mofo e umidade, protegida da incidência direta dos raios solares;
- Periodicamente recondicionar os lances para evitar a formação de quebras;
- Conservar o forro com talco e as uniões com talco ou grafite, evitando o uso de óleo ou graxa.

Durante o uso:

- Evitar arrastá-las sobre bordas cortantes, materiais em altas temperaturas e materiais corrosivos (gasolina, óleos, ácidos, etc.);
- Não permitir a passagem de veículos sobre as mangueiras, estejam elas cheias ou vazias;
- Evitar pancadas e arrastamento das juntas de união, podendo danificá-las, impedindo seu perfeito acoplamento. Assim, se uma mangueira perde a funcionalidade de uma de suas conexões fica inutilizada.

Após o uso:

- Fazer rigorosa inspeção visual quanto ao estado da lona e das uniões, separando as danificadas definitivamente, com um nó na extremidade;



- As mangueiras boas serão lavadas com água pura, sabão neutro e escovas de fibras largas e macias;
- Depois de enxaguadas deverão ser colocadas em suporte adequado, à sombra, de onde só serão retiradas após estarem completamente secas para serem armazenadas com os cuidados devidos.

7.1.1.2. ACONDICIONAMENTO

As mangueiras podem ser acondicionadas de diversas maneiras, dependendo da utilização mais provável a que elas se destinam.

ACONDICIONAMENTO EM ZIG-ZAG OU SANFONADO

Este acondicionamento é utilizado quando se deseja rapidez na montagem de um estabelecimento.

Propicia um rápido estender das mangueiras, mas dificulta muito o transporte.

Assim, esse método é indicado para acondicionar mangueiras que não precisem ser transportadas, tais como as que ficam em hidrantes de parede e algumas destinadas à montagem de linha direta nas viaturas de combate a incêndio.



ACONDICIONAMENTO ADUCHADA

É o meio usual de acondicionamento, que consiste em enrolar a mangueira dobrada ao guarnecidas de juntas, de modo a se obter um rolo.

Essa forma de acondicionamento facilita o transporte da mangueira e ainda possibilita o uso de técnicas rápidas de desenrolamento.



Como muitas vezes o serviço de combate a incêndio requer o deslocamento da guarnição e o transporte de mangueiras para desenrolamento longe da viatura, esse é o meio de acondicionamento mais usado.

ACONDICIONAMENTO EM ESPIRAL

Este acondicionamento é empregado para o armazenamento de mangueiras em almoxarifados ou cujo emprego seja remoto, pois impede um desenrolamento rápido.



Consiste em enrolar, a partir de uma junta, a mangueira entre si mesma, formando uma espiral que termina a junta oposta, evitando dobra.

7.1.2. MANGOTES

Mangotes são condutores de borracha utilizados para conduzir a água **em sucção**, da fonte de suprimento até a bomba de incêndio, sofrendo, internamente, pressão negativa, razão pela qual são reforçados por anéis com a finalidade de impedir que as paredes colabem no ato da sucção.

As mangueiras suportam apenas pressão positiva em seu interior e, caso fossem usadas para sucção, ocorreria o colapamento de suas paredes internas. Por outro lado, os mangotes, devido aos anéis de reforço para evitar o colapamento, não possuem a flexibilidade e maleabilidade das mangueiras, sendo assim úteis apenas para sucção.

Sempre são acompanhados de ralos e filtros, para que impurezas, da fonte de suprimento, não atinjam o corpo de bombas.



Podem ser de diversos comprimentos e diâmetros sendo mais comuns os de 2½" (duas e meia polegada) ou 4" (quatro polegadas).

7.1.3. MANGOTINHOS

Mangotinhos são tubos flexíveis de borracha, reforçados para resistir a pressões elevadas e dotados de esguichos próprios.

São acondicionados nos auto-bombas em carretéis de alimentação axial, o que permite desenrolar parte do mangotinho e funcionar a bomba sem necessidade de



acoplamento ou outra manobra. Esse tipo de equipagem permite ainda o uso do mangotinho sem que seja necessário o desenrolamento completo.

Podem ser ligados a sistemas de água ou em baterias de PQS.

Pela facilidade de operação, os mangotinhos são usados em incêndios que necessitam de pequena quantidade de água ou grandes quantidades de PQS.

7.1.4. ESGUICHOS

Esguichos são peças metálicas ou não, montadas na extremidades das mangueiras, destinadas a dirigir, dar forma e controlar o jato d'água.

7.1.4.1. TIPOS DE ESGUICHOS

ESGUICHO CANHÃO

Esse esguicho é empregado quando se necessita jatos de grande alcance e grande volume de água. É constituído de um tubo cilíndrico cônico e trabalha geralmente apoiado no solo. Motivo pelo qual é dotado de pés promovidos de garras, podendo também ser montado sobre a própria viatura que o transporta, a qual possui dispositivo próprio de fixação.



ESGUICHO REGULÁVEL

Esse tipo de esguicho é utilizado quando se deseja a produção do jato compacto e neblinado (estrito e amplo). Os jatos neblinado são produzidos devido ao choque dos filetes formado pelo desvio da água em sua trajetória, motivo pela existência na boca do esguicho de um disco que obriga a água chocar-se contra seu rebordo de saída.

A regulagem é feita por um rosqueamento na manopla que desloca o disco na parte interna e altera o ponto de choque da água, dando forma ao jato. São encontrados para juntas de 1 ½" (38mm) e 2 ½" (63mm).



ESGUICHO AGULHETA

É o tipo mais simples de esguicho encontrado, sendo de diâmetro menor que a mangueira. Esse esguicho só produz jato sólido, e é mais comumente utilizado nos hidrantes das instalações prediais.

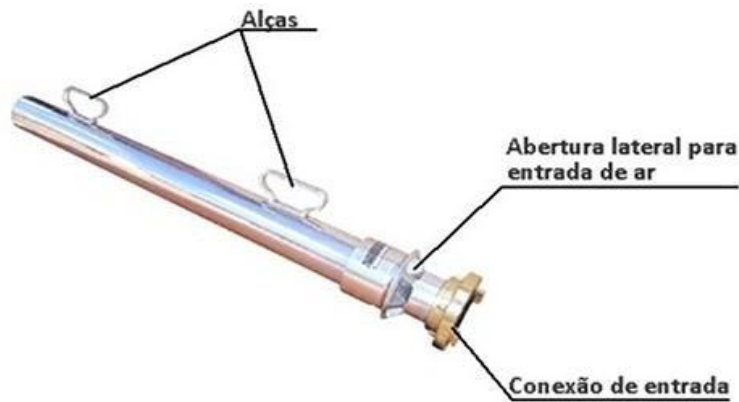
Limitado em termos de técnica de combate por não apresentar opções de forma e controle do jato d'água.



ESGUICHO GERADOR (OU PRODUTOR) DE ESPUMA

É um esguicho destinado a adicionar ar à mistura água / líquido gerador de espuma, a qual é formada no aparelho proporcionador de espuma (ENTRELINHAS). É composto internamente por um tubo Venturi e aletas para captação de ar com a finalidade de adicionar ar e produzir ou gerar a espuma mecânica.

Anteriormente este esguicho era chamado de esguicho lançador de espuma, mas ele não lança espuma, quem faz isso é a pressão da bomba.



ESGUICHO DE ALTA PRESSÃO

Devido à sua forma, os esguichos de alta pressão são comumente chamados de “pistolas”. Em alguns casos também são chamados de “atomizados” pela capacidade que possuem de pulverização da água.



São empregados em serviços que requeiram água em forma de chuveiro à alta pressão, como interiores de residências, lojas, etc., onde o combate com esse meio tem se revelado de grande eficiência, tendo em vista o baixo consumo de água. As “PISTOLAS” operam com bombas que fornecem até 600 lbs, acoplados em mangotinhos dos auto bombas.

Possuem injetado em plástico com acabamento ergonômico apropriado a comportar uma mão fechada, com acomodação para os dedos. Tem um ângulo de inclinação de aproximadamente 30° e um desenho que permite boa fixação quando o operador estiver usando luvas.

É equipado com alavanca de vazão em peça de plástico de uso fácil e seguro, permitindo que o usuário tenha controle efetivo da válvula de controle de vazão. O

controle de vazão é feito por um anel no mesmo material do corpo do esguicho, e tem gravado de forma indelével as indicações de 30, 60, 95 e 125 que indicam a vazão existente na linha, expressa em galões por minuto (1 galão = aproximadamente 3,8 litros).

Além das 4 indicações básicas tem uma última posição que permite abertura total do corpo do esguicho (**flush**), permitindo assim a saída de qualquer sujeira que venha a se alojar no corpo interno no esguicho.

7.2. MATERIAIS HIDRÁULICOS ACESSÓRIOS

Entende-se por material hidráulico acessório, todo aquele que será utilizado para auxiliar no emprego dos materiais hidráulicos, dependendo do esquema a ser montado.

7.2.1. DIVISOR

É um aparelho que recebe uma linha de mangueira, denominada ADUTORA, para dividi-la em duas ou três LINHAS DE ATAQUE.

No divisor, a boca que recebe a ADUTORA denomina-se boca de admissão e as demais se chamam bocas de expulsão, sendo todas elas do tipo STORZ.



7.2.2. COLETOR

É um aparelho de metal que tem uma única saída e duas ou mais entradas para água, podendo coletá-la de fontes distintas. Possuem ou não registro de paragem, e são providos de juntas de união, do tipo engate rápido (STORZ) nas admissões e expulsões. Alguns são providos internamente de válvula de retenção, para recalques a grandes alturas. O diâmetro de ambas as entradas, admissão e expulsão, será normalmente de 63mm.



7.2.3. VÁLVULA DE RETENÇÃO

É uma válvula utilizada para permitir o fluxo de água em um único sentido e também para montar a coluna d'água em operações de sucção e recalque. Podemos encontrar este tipo de material, isoladamente, ou em conjunto com outros acessórios, tais como coletor, filtro, esguicho canhão, etc.



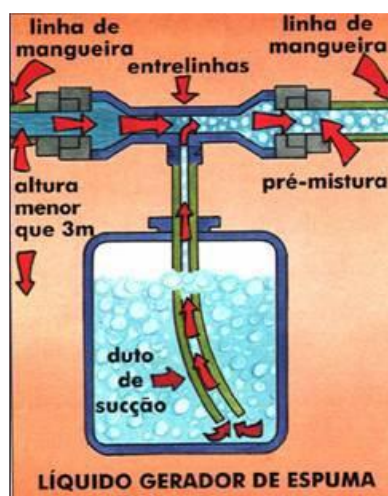
Existem dois tipos de válvula de retenção:

- válvula de retenção vertical;
- válvula de retenção horizontal.

7.2.4. APARELHO PROPORCIONADOR DE ESPUMA ENTRELINHAS

É um acessório utilizado para aduzir extrato à água, na proporção desejada, que varia de 1 a 6%, dando origem à pré-mistura (água + extrato), cujo esguicho próprio para espuma gerará e lançará a espuma mecânica.

O misturador “entrelinhas” dispõe de dispositivo “venturi”, que succiona o LGE e possui válvula dosadora, com graduação variando de 1 a 6%, para ser usada conforme o tipo de LGE.



O proporcionador pode ser usado entre dois lances de mangueiras, daí o nome “entrelinhas”, diretamente da expedição da bomba ou junto ao esguicho.

Na utilização do proporcionador, deve-se observar a diferença de altura e a distância entre ele e o equipamento formador de espuma. Os equipamentos não devem estar

em desnível superior a 4,5 m e a uma distância superior a 45 m.

Sob pena de prejudicar a formação, a pressão de entrada no proporcionador deve ser de 7 Kgf/cm² (100PSI) e nunca inferior a 5 kgf/cm² (75 PSI). Encontra-se esse acessório nos diâmetros de 38mm e 63mm, com de juntas de união, do tipo STORZ.

7.2.5. PASSAGEM DE NÍVEL

É utilizada para embutir as mangueiras que se encontram nas vias com tráfego de veículos, protegendo-as do impacto com as rodas e a consequente interrupção do fluxo de água quando sob pressão.



7.2.6. CHAVES

São ferramentas utilizadas para facilitar o acoplamento e desacoplamento de juntas de união e tampões ou, ainda, para abertura e fechamento de registros.

Chave de registro de hidrante tipo PISTÃO

Para abrir os registros de hidrantes que não possuem volantes. É utilizada juntamente com LUVAS DE REGISTRO DE HIDRANTES que são peças que adaptam os diversos calibres de pistão ao tamanho da chave.



Chave de registro de hidrante tipo VOLANTE

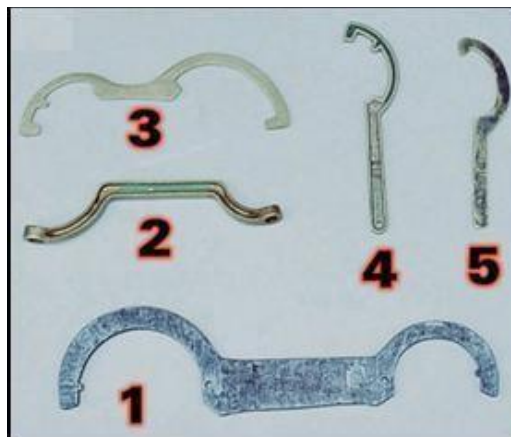
Para abrir os registros de hidrante que possuem volante e os mesmos encontram-se além do alcance de um braço. O conector triplo da extremidade, chamado de “pé de galinha”, é encaixado no volante da válvula e ao se girar a barra transversal, a torção é transmitida ao volante permitindo a operação da válvula.



CHAVES DE CONEXÃO

São chaves que se destinam a facilitar as manobras de acoplamento e desacoplamento de juntas ou a abertura e fechamento de bocais.

- Chave de hidrante (1) – para permitir a abertura e fechamento das tampas de bocais de hidrantes.
- Chave de mangote (2) – para acoplamento e desacoplamento.
- Chaves de mangueira (3, 4 e 5) – para acoplamento e desacoplamento de juntas do tipo Storz.



7.2.7. REDUÇÕES

Peças metálicas utilizadas para correção do diâmetro da junta de união, quando houver diferença que impossibilite o acoplamento.



7.2.8. JUNTAS DE UNIÃO

São peças metálicas empregadas para que se possibilite a união de seções de mangueiras entre si. O processo mecânico que instala esses acessórios chama-se empatação. Os tipos existentes são os de rosca americana, utilizadas principalmente em mangotes, e as alemãs denominadas STORZ, usadas nas mangueiras. Os tamanhos são correspondentes aos diâmetros dos condutores, acima descritos.



7.2.9. ADAPTADORES

Acessórios metálicos que possibilitam o acoplamento de juntas de união diferentes, como, por exemplo, o acoplamento de uma junta de união de rosca fêmea ou macho com uma junta de união do tipo STORZ.



7.2.10. RALO COM VÁLVULA DE RETENÇÃO

Acessório utilizado para impedir a entrada de corpos estranhos que possam danificar as bombas e demais acessórios hidráulicos quando é feita a sucção por meio de mangotes. As grades do ralo impedem que pedras e galhos maiores sejam sugados com a água, e a válvula de retenção impede que a água retorne ao manancial e segura a coluna d'água nos casos de viaturas que não possuem bombas de escorva para sucção.



7.2.11. CESTO

Material utilizado como complemento adicional ao ralo, pois, suas malhas impedem a entrada de corpos estranhos menores no interior das bombas.

7.3. HIDRANTES

São dispositivos existentes em redes hidráulicas que possibilitam a captação de água para emprego nos serviços de bombeiros, principalmente no combate a incêndio. Esse tipo de material hidráulico depende da presença do homem para utilização final da água no combate ao fogo. É a principal instalação fixa de água, de funcionamento manual.

7.3.1. HIDRANTE DE COLUNA DO TIPO BARBARÁ



Esse tipo de hidrante é o mais comumente encontrado pelas ruas e avenidas do Estado, destinando-se ao abastecimento de água dos centros urbanos, nos combates a incêndios. Sua abertura é feita através de um registro de gaveta, cujo comando é colocado ao seu lado.

Esse tipo de hidrante é utilizado do lado externo das edificações ligado à rede pública de abastecimento própria.

7.3.2. HIDRANTE INDUSTRIAL

É um dispositivo existente em redes hidráulicas, no interior de indústrias, que possibilitam a captação de água para emprego no serviço de bombeiro. Esse tipo de hidrante é utilizado com água da Reserva Técnica de Incêndio (RTI⁶) da empresa.



7.3.3. HIDRANTE DE PAREDE

É um hidrante adaptado ao Sistema Hidráulico Preventivo (SHP) das edificações, para proteção contra incêndio. É encontrado embutido ou encostado à parede, podendo ser disposto em um abrigo especial, chamado de caixa de abrigo ou caixa de incêndio, onde se encontram também os lances de mangueiras, esguicho e chave de mangueira.



⁶ Quantidade de água reservada para o uso em combate a incêndio.

7.3.4. HIDRANTE DE RECALQUE

É um hidrante adaptado ao Sistema Hidráulico Preventivo (SHP), normalmente localizado em frente às edificações. Utilizado pelos bombeiros para pressurizar e abastecer o sistema hidráulico, possibilitando, assim, que todos os hidrantes de parede da edificação tenham pressão e água para o combate a incêndios. É utilizado em caso de extrema necessidade como manancial para abastecer as viaturas do Corpo de Bombeiros Militar do Espírito Santo em locais onde não haja outro disponível.



8. EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL

Considera-se Equipamento de Proteção Individual (EPI), todo material de uso individual, com o objetivo de proteger a integridade física do brigadista, sendo obrigação da empresa fornecer o EPI, de acordo com a NR 06 do Ministério do Trabalho.

8.1. TIPOS DE EPI

Os materiais utilizados como EPI possuem formatos diferentes, pois precisam proteger as mais variadas partes do corpo, como por exemplo: a cabeça, o tronco e os membros.

8.2. CABEÇA

Os EPI's precisam proteger o crânio, os olhos, a face e a nuca das lesões que podem ser ocasionadas por impactos de materiais, partículas, respingos ou vapores de produtos químicos e de radiações luminosas.

Capacetes de bombeiro



Óculos de proteção



8.3. TRONCO E EXTENSÃO DOS MEMBROS

Os EPI's destinados a proteção do tronco e extensão dos membros, visam proteger o brigadista contra objetos escoriantes, abrasivos, cortantes ou perfurantes, além de proteger também do calor excessivo, irradiado pelas chamas.



8.4. MÃOS E PÉS

Os EPI's visam proteger contra a ação de objetos cortantes, abrasivos, corrosivos, alergênicos, além de produtos graxos e derivados de petróleo.

Luvas de proteção



Os EPI's visam proteger contra lesões ocasionadas de origem mecânica (quedas de materiais), agentes químicos, térmicos e objetos perfurantes ou cortantes.

Botas para bombeiro



9. EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO RESPIRATÓRIA

É o equipamento na qual o usuário transposta o próprio suprimento de ar respirável através de um cilindro preso ao um suporte anatômico, o qual é independente da atmosfera ambiente. Este equipamento é fundamental para algumas atividades de Resgate/salvamento em geral assim como nas atividades de combate a incêndio.

Possui as seguintes características:

- Independe da concentração do contaminante;
- Indicado para ambiente com ausência ou baixa concentração de oxigênio;
- Proporciona maior mobilidade ao usuário se comparado a sistema de linha de ar;
- Suprimento independente de compressores;
- Pressão positiva;
- Tempo de autonomia de aproximadamente 30 minutos;
- Peso como incômodo.

9.1. MÁSCARA

Peça facial inteira, com corpo moldado em composto de elastômero (borracha ou silicone), a máscara facial completa é composta por:

- 1) Conexão da máscara
- 2) Botão
- 3) Válvula direcional
- 4) Mascarilha interna
- 5) Visor de policarbonato
- 6) Aro de fixação
- 7) Tirante
- 8) Lábio de vedação
- 9) Corpo da máscara
- 10) Capa de proteção da válvula de exaustão
- 11) Abraçadeira de fixação
- 12) Alça de transporte
- 13) Botão da alça



9.2. SUPORTE, CILINDRO E VÁLVULA DE DEMANDA

Composição do EPR autônomo:

- 1) Cilindro de ar comprimido;
- 2) Engate da válvula de demanda fêmea;
- 3) Manômetro do cilindro;
- 4) Válvula de abertura do cilindro;
- 5) Conexão CGA – Rosca macho;
- 6) Rosca de fixação do cilindro;
- 7) Válvula de redução de pressão;
- 8) Suporte dorsal ou backplate;
- 9) Engate da válvula de demanda macho;
- 10) Correia de retenção do cilindro;
- 11) Manômetro do suporte dorsal;
- 12) Botão de retenção de fluxo de ar;
- 13) Botão de liberação de fluxo de air;
- 14) Válvula de demanda.



9.3. CILINDRO

Cilindros de Alta Pressão (geralmente de 300 BAR).
Materiais: feitos de aço ou alumínio e fibra de Carbono.

Volumes:

- 6,0 Litros
- 6,8 Litros
- 9,0 Litros



9.4. VÁLVULA DE DEMANDA

- 1) Botão de alimentação de ar (redondo)
- 2) Botão de desvio
- 3) Conector/Plugue de alimentação
- 4) Tampa do conector
- 5) Mangueira de pressão média
- 6) Conector de rotação



9.5. TESTES DE OPERACIONALIDADE DO EQUIPAMENTO

Antes de ser utilizado o equipamento autônomo, o bombeiro deve sempre verificar se o mesmo encontra-se em boas condições de uso. Todo Bombeiro Profissional deve ser capaz de executar os seguintes testes de operacionalidade deste equipamento:

- Teste de alta pressão
- Teste de baixa pressão
- Teste de vedação da máscara



TESTE DE ALTA PRESSÃO:

Com o equipamento devidamente montado, consiste em abrir o registro do cilindro de ar e logo em seguida fechá-lo. O objetivo é saber qual a pressão existente no cilindro através do manômetro e com registro fechado deve aguardar por 1 minuto para verificar algum tipo de vazamento nas mangueiras e conexões de encaixe, caso haja um decréscimo no registro do manômetro de mais de 10% do valor registrado em 1 minuto, o equipamento não deve ser utilizado e encaminhado para manutenção.

TESTE DE BAIXA PRESSÃO:

Após o teste de alta pressão com o registro do cilindro fechado e com restante de ar nas mangueiras, deve-se apertar o botão da válvula de demanda, obstruindo parcialmente sua saída de ar, para que o ponteiro do manômetro ao chegar em aproximadamente 50 bar de pressão, seja acionado o alarme sonoro que fica próximo ao primeiro estágio do suporte ou junto ao manômetro. Alguns equipamentos possuem alarme sonoro, vibratório e luminoso.

TESTE DE VEDAÇÃO DA MÁSCARA:

Com a máscara em mãos, deve colocá-la no rosto sem fixar ou apertar os tirantes, obstruir a entrada da válvula de demanda e inspirar com o rosto encostado na máscara. O objetivo é saber se a máscara está vedando corretamente no rosto do operador, pois caso fique de forma irregular o equipamento ficará liberando ar de forma contínua, diminuindo o tempo de sua autonomia e também aumentando a possibilidade de entrar contaminantes atmosféricos para dentro da máscara. Este teste pode ser realizado com ou sem a válvula de demanda acoplada na máscara.





Fonte: Dräger

10. MATERIAIS ACESSÓRIOS

Para que o brigadista possa realizar entradas forçadas, a fim de acessar locais para salvar vidas ou extinguir chamas, precisa ter ferramentas que possibilitem executar tais serviços, bem como conhecer sua nomenclatura e emprego.

10.1. ALAVANCA

Barra de ferro fígida que se empregada para mover ou levantar objetos pesados. Apresenta-se em diversos tamanhos ou tipos.



10.2. ALAVANCA PÉ-DE-CABRA

Possui uma extremidade achatada e fendida, à semelhança de um pé-de-cabra. Muito utilizada no forçamento de portas e janelas, por ter pouca espessura.



10.3. CROQUE

É constituído de uma haste, normalmente de madeira ou plástico rígido, tendo na sua extremidade uma peça metálica com uma ponta e uma fissa.



10.4. CORTA-A-FRIO

Ferramenta para cortar telas, correntes, cadeados e outras peças metálicas.



10.5. MACHADO

Ferramenta composta de uma cunha de ferro cortante, fixada em um cabo de madeira, podendo ter na outra extremidade do cabo formatos diferentes.



10.6. MOTO-ABRASIVO

Aparelho com motor que, mediante fricção, faz cortes em estruturas metálicas e de alvenaria.



10.7. MALHO

Ferramenta similar a uma marreta de grande tamanho, empregado no trabalho de arrombamento e demolição de pequenas partes de alvenaria.



10.8. PICARETA

Ferramenta de aço com duas pontas, sendo uma pontiaguda e outra achatada, adaptada em um cabo de madeira. É empregada nos serviços de escavações, demolições e na abertura de passagem por obstáculos de alvenaria.



11. TÉCNICAS DE COMBATE A INCÊNDIO

11.1. COMBATE OFENSIVO E DEFENSIVO

Antes de falarmos sobre as técnicas de combate propriamente ditas, é necessário que falemos dos modos de ataque ou táticas.

As operações de combate a incêndio estrutural (as que ocorrem em edificações) podem ser conduzidas por duas linhas diferentes de ação: ofensiva e defensiva.

As operações ofensivas consistem na penetração e combate ao incêndio no interior da edificação. As operações defensivas consistem no combate externo, feito do lado de fora da edificação, concentrando esforços também no isolamento do incêndio.

Os dois modos de atuação requerem o emprego de técnicas diferentes para o combate e extinção das chamas, as quais veremos adiante. Agora, o que define se o combate se dará no modo ofensivo ou defensivo?

De modo geral, duas situações remetem o combate a incêndio estrutural ao modo defensivo:

- Edificação completamente tomada pelas chamas;
- Risco de colapso da estrutura.



Mesmo os riscos de fenômenos de comportamento extremo do fogo não impedem a operação ofensiva. Pode ser que se atue defensivamente até que os riscos de fenômenos de ignição rápida dos gases sejam contornados e, então, a operação passa a ser ofensiva.

Todos em uma operação devem saber o modo de atuação, pois, como uma edificação tem geralmente no mínimo 4 lados, não é possível que o responsável vigie todas as frentes de combate. Isso quer dizer que uma linha pode não saber o que a outra está fazendo, podendo gerar um problema caso não se saiba o modo de atuação.

Digamos que uma linha inicie um combate defensivo de um lado enquanto outra linha em um lado adjacente resolva penetrar na edificação. A atuação da primeira linha pode gerar um fenômeno de comportamento extremo do fogo que nem sequer será anunciado se não se souber que alguém adentrou mudando a operação para defensiva. Por isso todos devem saber o modo de atuação, e a decisão sobre qual será adotado cabe ao responsável pela operação.

Os bombeiros devem estar aptos a executar com rapidez e eficiência as evoluções determinadas pelo comandante da guarnição. Este nível de profissionalização é alcançado quando há empenho no treinamento por parte das guarnições que trabalham juntas. A familiaridade com os equipamentos de combate a incêndio e com as técnicas é obtida através de instrução constante. A guarnição deve trabalhar como uma equipe, onde cada bombeiro tem sua missão definida conforme o protocolo de procedimentos para as situações.

Os brigadistas, por geralmente não disporem de EPI capaz de permiti-los realizar um combate ofensivo, devem proceder apenas o combate no modo defensivo. Feitas as considerações que permitem entender o combate ofensivo e defensivo, passemos às técnicas de combate.

TÉCNICAS DE COMBATE A INCÊNDIO

São formas de utilização dos meios disponíveis para combater incêndios com maior segurança e com um mínimo de danos durante o combate. Como já mencionado anteriormente, combater incêndios não é sinônimo de “apagar o fogo”. Combater é combater. Importante frisar isso, por mais redundante que pareça. Muitas ações de combate não tem o objetivo de apagar o fogo, de extinguir as chamas. Muitas vezes o



combate requer ações que focam outros objetivos.

Em um combate a incêndio, há um conjunto de ações que não dizem respeito ao ataque ao fogo em si, ou seja, não se tratam de extinção, mas que compõem as operações que visam o término do incêndio. Por isso, chamamos tais ações de operações de combate e não de extinção.

No combate a incêndio, muitas vezes faz-se necessário o emprego de tais ações antes, durante ou após os trabalhos de extinção propriamente ditos.

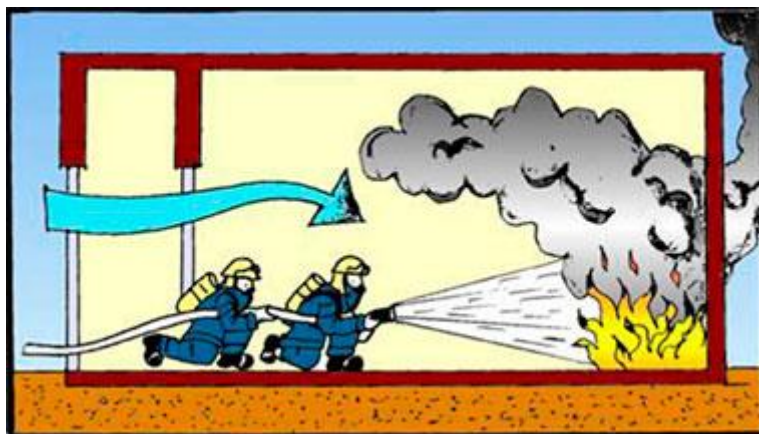
11.2. ATAQUE DIRETO

Consiste no emprego de um jato sólido ou compacto dirigido à base do fogo sobre a fase sólida do combustível, visando resfriá-lo abaixo do ponto de combustão.

Devido ao alcance do jato, pode ser usado tanto de dentro da edificação, mas fora do cômodo sinistrado (modo ofensivo) como de fora da edificação (modo defensivo).

Em um combate em modo defensivo, a pressão nominal e a vazão regulada no esguicho podem ser reduzidas para a economia de água. Ambas devem ser aumentadas ao se verificar que os jatos não estão absorvendo mais calor do que o fogo produz.

Se for usado em combate ofensivo, deve-se cuidar para não empregar água em demasia, causando danos pelo excesso de água e, também, para não gerar excesso de vapor de água.



11.3. ATAQUE DIRETO MODIFICADO

O ataque direto modificado consiste no ataque à fase sólida do combustível quando este se encontra escudado por algum obstáculo. O jato é direcionado ao teto para ser defletido e cair sobre o foco, atingindo-o.

Apesar de não ser dirigido diretamente ao foco, ele é considerado uma forma de ataque direto, pois com ele se pretende combater as chamas em si, o fogo queimando sobre a fase sólida dos combustíveis.

11.4. ATAQUE INDIRETO

Também se usa o jato sólido ou compacto, entretanto, o objetivo não é extinguir o fogo combatendo diretamente a fase sólida. No ataque indireto, o objetivo é produzir uma grande quantidade de vapor de água para resfriar a capa térmica (gases combustíveis provenientes da combustão e da termólise) e o cômodo e, indiretamente, apagar o fogo.

O alvo no ataque indireto são as paredes e o teto superaquecidos para que, na fragmentação do jato pelo impacto, a água absorva o calor dessas superfícies e transforme-se em vapor, resfriando o ambiente.

Não se pode jogar água em demasia para não resfriar demais as superfícies. Isso impede a formação de vapor. Também é preciso cuidar para não se produzir vapor em excesso, pois isso afeta o balanço térmico.



11.5. PULSO NEBLINADO CURTO

O pulso curto consiste na abertura total do fluxo de água com o imediato fechamento (pulso de cerca de 0.2s) de um jato neblinado amplo.

O neblinado amplo tem o alcance muito reduzido, mas uma maior capacidade de resfriamento e gera vapor com grande velocidade quando atinge a capa térmica.

O pulso neblinado curto pode ser empregado tanto ofensivamente como defensivamente⁷.



OFENSIVO – tem por objetivo extinguir chamas volumétricas (chamas na fase gasosa do combustível, na fumaça, na capa térmica) e resfriar a própria capa térmica, evitando a ocorrência de um **flashover**.

Vê-se assim, que a técnica é recomendada para combate no modo ofensivo com o incêndio na fase de desenvolvimento (pré-flashover).

Devido ao curto alcance do neblinado amplo, a técnica é recomendada para ambientes pequenos, como quartos de uma residência de classe média, ou no deslocamento da entrada até o cômodo sinistrado quando o teto for baixo (pé direito normal de 2,5 a 3m).

DEFENSIVO – a técnica pode ser usada preventivamente (defensivamente) para resfriar gases superaquecidos na capa térmica, antes que venham a queimar.

Tanto ofensivo como defensivo, o pulso neblinado curto, se aplicado corretamente, provoca a contração da fumaça. Com a perda de calor da fumaça para aquecer a água lançada, ocorre o inverso da dilatação e a fumaça contrai-se.

⁷ Não confundir com modo ofensivo e defensivo de combate.

11.6. PULSO NEBLINADO MÉDIO

Quando o cômodo tem dimensões maiores (salão ou pequeno depósito) ou quando o teto é muito alto, o pulso curto (de jato neblinado amplo) não atingirá a região mais aquecida da capa térmica. Emprega-se então um pulso médio (de 1 a 2s) com um jato neblinado estreito, que tem maior alcance. A vazão e a pressão permanecem.

Essa técnica também pode ser usada tanto ofensiva quanto defensivamente⁸, da mesma forma que o pulso neblinado curto, porém, para cômodos com médias dimensões ou com teto alto.

Pode ser usado em cômodos menores quando, após usar o pulso neblinado curto, verifica-se a ineficiência deste face à quantidade de calor produzido.



11.7. “JATO MOLE” – Resfriamento preventivo de superfícies

Enquanto progredindo no interior da edificação, os bombeiros podem se deparar com materiais liberando vapores combustíveis (fumaça clara e branca) em razão da termólise. Para prevenir a ignição desses materiais, emprega-se a técnica do resfriamento preventivo.

A técnica consiste em ajustar a regulagem de jato para compacto (estando a pressão em 7-9 Kgf/cm² e a vazão ajustada em 30gpm) e efetuar a abertura parcial do esguicho permitindo apenas o escape de água sem velocidade pelo bocal (daí o nome de “jato mole”) deixando a água escorrer gentilmente sobre a superfície do material que estava pirolizando.

⁸ Não confundir com modo ofensivo e defensivo de combate.



11.8. “PENCILING”

O penciling assemelha-se ao “jato mole”, entretanto, consiste em pulsos com abertura um pouco maior do fluxo de água, permitindo lançar “porções” de água sobre a fase sólida em queima.

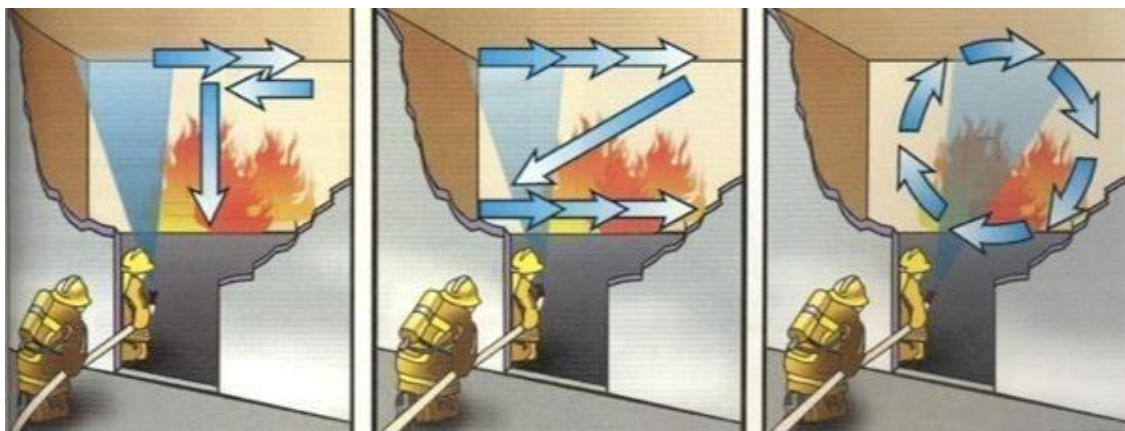
Estando dentro da edificação e não tendo a necessidade de disparar um ataque direto ao foco pelas suas dimensões, e para evitar o dano ocasionado pelo jato, usa-se o *penciling*, que pode ser casado com pulsos neblinados para resfriar a capa térmica, que chamamos de abordagem *pulse-penciling*.

11.9. “ZOTI” – PULSO LONGO DE ALTA VAZÃO

Atuando externamente à edificação ou mesmo dentro da edificação, mas se deparando com um cômodo em fase de desenvolvimento completo, verifica-se que para debelar as chamas é necessário absorver uma enorme quantidade de calor. Para isso, emprega-se a técnica do pulso longo de alta vazão ou “ZOTI”.

Com a pressão entre 7-9 Kgf/cm², ajusta-se a vazão para 125gpm (470lpm) e o jato para neblinado estreito. Mirando o ponto mais distante do cômodo, abre-se o fluxo de água pintando, entre a linha do teto e do piso, uma das letras Z, O, T ou I conforme as dimensões do cômodo.

- Para cômodos com 30m^2 – Z.
- Para cômodos com 20m^2 – O.
- Para cômodos com 10m^2 – T.
- Para corredores – I.



Fonte: www.flashover.fr

As letras são um meio prático de determinar o tempo de abertura do esguicho para, na regulação indicada, lançar água em quantidade suficiente para absorver o calor gerado no cômodo.

Após uns 30 segundos, repete-se o procedimento até que sejam debeladas as chamas.

Devido à alta vazão, no emprego dessa técnica deve-se cuidar para fechar lentamente o fluxo de água a fim de evitar a ruptura de mangueiras pelo golpe de aríete.

Caso o ambiente sinistrado seja muito grande, mais linhas podem efetuar o procedimento combinadamente ou pode ser usado em sessões do ambiente.

Importantíssimo atentar para o posicionamento da linha em relação ao incêndio para que a técnica não “sobre” o fogo para cômodos e combustíveis ainda não afetados. O posicionamento correto no combate é entre a parte não queimada e o fogo, atacando-o de forma a “empurrá-lo” para fora.

12. VENTILAÇÃO

Em se tratando de combate a incêndio, ventilação consiste na sistemática retirada de fumaça, ar e gases aquecidos da edificação, substituindo-os por ar fresco.

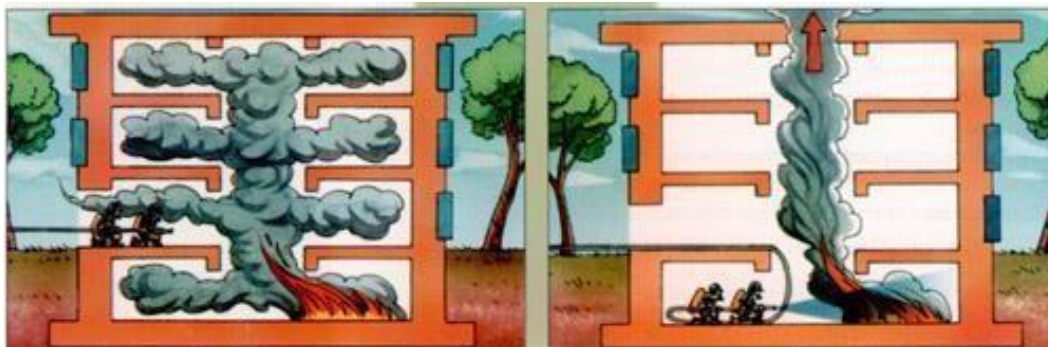
A ventilação, quanto ao momento em que é realizada, pode ser: **antes do combate** (antes das linhas de ataque iniciarem a aplicar água), **durante o combate** (simultaneamente ao trabalho das linhas de ataque) ou **após o combate**, para retirar a fumaça e calor apenas.

Em relação ao plano da abertura de saída da fumaça, a ventilação pode ser vertical ou horizontal.

12.1. VENTILAÇÃO VERTICAL

É aquela em que os produtos da combustão caminham verticalmente pelo ambiente, através de aberturas verticais existentes (poços de elevadores, caixas de escadas), ou aberturas feitas pelo bombeiro (retirada de telhas).

Para a ventilação, o bombeiro deve aproveitar as aberturas existentes na edificação, como as portas, janelas e alçapões, só efetuando aberturas em paredes e telhados se inexistirem aberturas ou se as existentes não puderem ser usadas para a ventilação natural ou forçada. Efetuar entrada forçada em paredes e telhados, quando já existem aberturas no ambiente, acarreta prejuízos ao proprietário, além de significar perda de tempo.



12.2. VENTILAÇÃO HORIZONTAL

É aquela em que os produtos da combustão caminham horizontalmente pelo ambiente. Este tipo de ventilação se processa pelo deslocamento dos produtos da combustão através de corredores, janelas, portas e aberturas em paredes no mesmo plano.



No que diz respeito à ação humana para acelerar a movimentação dos gases, a ventilação pode ser **natural** ou **forçada**.

12.3. VENTILAÇÃO NATURAL

A ventilação natural consiste em abrir acessos existentes (portas, janelas, clarabóias) ou criar acesso (quebrando parte da estrutura de paredes, teto ou destelhando telhado) permitindo a entrada natural de ar e a saída de fumaça pela diferença de pressão. Aproveita-se a própria tendência da fumaça em se deslocar para fora devido à diferença de densidade e devido às diferenças de pressão. Como já visto, o foco produzindo e aquecendo gases, faz com que eles subam. A acumulação deles no teto e a expansão provocada pelo aquecimento geram um aumento de pressão que é maior rente ao teto acima do foco. De igual modo, a tendência dos gases aquecidos em subir gera uma zona de baixa pressão imediatamente acima do foco (ao redor e acima das chamas).



Zona de Alta pressão

Zona de baixa pressão

Adaptado de figura extraída do site <www.flashover.fr>

Em se fazendo aberturas, o ar frio tende a entrar e ir em direção à zona de baixa pressão, enquanto que a fumaça busca o exterior do cômodo para aliviar a pressão. Isso provoca a ventilação.

A ventilação ocorrerá por qualquer abertura existente ou feita, intencionalmente ou não. Ainda que exista uma só abertura, como na figura anterior, o ar entrará por baixo e fumaça sairá por cima. Se a ventilação será eficiente ou não, isso depende do tamanho da abertura em relação ao cômodo e ao foco.

A ventilação natural será mais eficiente caso seja cruzada, ou seja, caso acessos sejam abertos em lados opostos do cômodo, permitindo a saída da fumaça por um lado e a entrada de ar pelo outro, renovando a atmosfera do ambiente.

Ao se efetuar uma ventilação natural devemos considerar alguns aspectos:

- A direção do vento deve ser aproveitada para soprar ar fresco para dentro da edificação;
- O acesso de saída deve ser aberto primeiro, pois, abrir a entrada primeiro significa dar comburente ao foco sem lhe retirar nada;
- Se possível, a área de saída de fumaça deve ser maior que a área de entrada de ar fresco;
- O caminho que a fumaça vai fazer dentro da edificação, a fumaça aquecida não deve vagar por cômodos não afetados.

12.4. VENTILAÇÃO FORÇADA

A ventilação forçada consiste no emprego de meios artificiais para acelerar a movimentação dos gases no ambiente sinistrado.

Além da mera abertura de acessos, que se dá quase como na ventilação natural, a ventilação forçada conta com equipamentos para acelerar o deslocamento dos gases. Quanto ao tipo de equipamento utilizado, a ventilação forçada divide-se em: **mecânica e hidráulica.**

12.4.1. Ventilação forçada MECÂNICA

Consiste no emprego de ventiladores ou exaustores com funcionamento elétrico, a combustão ou hidráulico⁹.

12.4.2. Ventilação forçada HIDRÁULICA

Consiste no emprego de jato neblinado para, aproveitando o princípio de Bernoulli, arrastar gases junto com o cone, quer seja a fumaça para fora ou o ar fresco para dentro.

A ventilação forçada pode ser de pressão negativa ou por pressão positiva, caso se force a entrada o deslocamento de gases pela entrada ou pela saída dos gases.

O jato deve ser usado com vazão mínima possível e o esguicho deve ficar entre 0,5 a 1 m de distância do acesso. Nenhuma parte do cone de água pode sobrar para fora do acesso. Todo o cone deve ser encaixado dentro da abertura próximo à beirada, seja uma porta, janela ou acesso forçado.

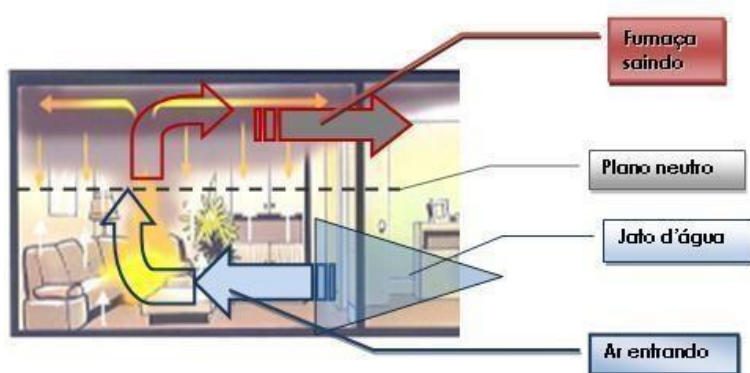
12.4.2.1. Ventilação por Pressão Positiva (VPP)

A ventilação forçada, quer seja ela mecânica ou hidráulica, pode ser feita com o jato neblinado soprando no acesso de entrada jogando água para dentro do ambiente e arrastando junto ar fresco. Como o ar é forçado para dentro, a pressão fica maior no interior na zona próxima à abertura, por isso a denominação de **ventilação por pressão positiva**.

Como se pode perceber ela é feita **de fora para dentro** do ambiente sinistrado.

A VPP pode ser feita com uma ou duas aberturas.

Com uma abertura



O ar deve ser “soprado” pela parte inferior, haja vista a tendência da fumaça em “flutuar” sobre a camada de ar frio que entra.

⁹ Ligado à bomba da viatura, a água impulsionada pela bomba faz girar as pás

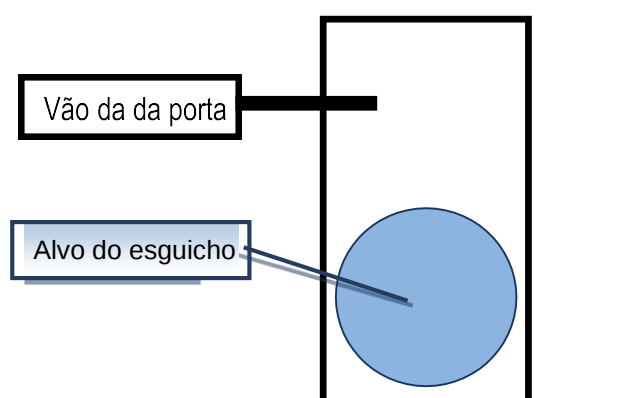
Em se tratando de uma abertura e sendo ela uma porta, o jato deve ser posicionado de modo que preencha o máximo possível da metade inferior da porta, como esquematizado ao lado.

Semelhantemente ocorrerá se o único acesso for uma janela. A metade superior deve ser deixada livre para a saída de fumaça.

Como a saída de fumaça se dará muito próximo aos bombeiros, a técnica de VPP por uma abertura deve ser feita preferencialmente após o fogo ser debelado e caso não haja outra forma de efetuar a ventilação.

O mero fato de haver outra abertura para a saída de fumaça já torna mais segura a operação para os bombeiros na linha de ventilação. Isso não elimina a necessidade de coordenação entre a equipe de ventilação e a equipe de ataque, pois a ventilação alterará a dinâmica do incêndio.

VPP por uma abertura:



Com duas aberturas

Uma para a entrada do ar fresco e outra oposta para a saída de fumaça, o jato deve ter outro alvo. Em se tratando de uma porta, deve atingí-la na metade superior. Isso se deve ao fato de que na parte superior estão concentrados os gases mais aquecidos e a ventilação por ali será mais eficiente.

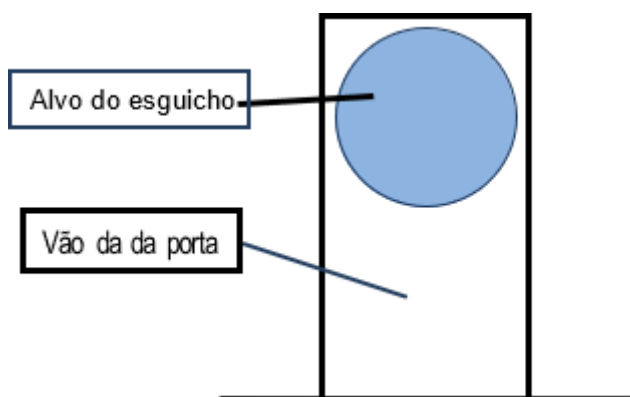
Como há outra abertura para saída de fumaça, não há necessidade de reservar a parte superior do vão da porta para a saída de fumaça.

Se a abertura de entrada for uma janela, deve o jato ocupar o máximo dela possível pela mesma razão.

Se a queima ainda estiver considerável, ou seja, se a ventilação for prévia ou concomitante ao combate, é imperativo que o acesso para saída de fumaça seja próximo ao foco e que direcione a fumaça para fora da edificação. A fumaça aquecida pelo foco não pode percorrer o interior da edificação, pois, se assim fosse, a fumaça estaria irradiando calor para materiais ainda não afetados e poderia provocar a ignição de novos focos.

A ventilação por pressão positiva auxilia no resfriamento do ambiente pela impulsão de neblina de água que ajuda no resfriamento. Infelizmente, aumentam também os danos causados pela água e pelo excesso de vapor que se acumulará caso a ventilação não seja bem efetuada.

VPP por duas uma abertura:



12.4.2.2. Ventilação por Pressão Negativa (VPN)

A ventilação forçada, quer seja ela mecânica ou hidráulica, pode ser feita com o jato neblinado soprando no acesso de saída jogando água para fora do ambiente e arrastando junto ar fresco. Como o ar é forçado para fora, a pressão no interior próximo à abertura fica menor, gerando uma zona de baixa pressão, por isso a denominação de ventilação **por pressão negativa**.

A água é jogada para fora do ambiente, evitando os danos à propriedade pela água, mas diminuindo a capacidade de resfriamento da operação de ventilação, o que é facilmente contornado se a ventilação for bem feita.

Com a fumaça empurrada para fora, o ar frio entra para substituir o vazio que ficaria, substituindo a atmosfera quente e inflamável do ambiente.

A VPN também pode ser feita por uma ou duas aberturas, mas em qualquer dos casos, o jato deve ser direcionado à metade superior nas portas e englobando o máximo do espaço nas janelas.



A abertura de entrada de ar é menos importante, uma vez que o ar buscará entrar por qualquer fresta para ocupar o espaço deixado pela fumaça arrastada para fora.

Como a VPP, a VPN deve ser feita com a saída de fumaça próxima ao foco e pode ser imediatamente posterior à extinção do foco com emprego da técnica *penciling*, ou mesmo ataque direto.

A VPN é feita de **dentro para fora**.

Obs.: mencionamos o alvo dos jatos de água, considerando a VPP e VPN hidráulicas, mas o emprego de ventiladores é bem semelhante no que tange aos alvos a serem escolhidos nas aberturas.

12.5. CUIDADOS NA VENTILAÇÃO

Para a ventilação, o bombeiro deve aproveitar as aberturas existentes na edificação, como as portas, janelas e alçapões, só efetuando aberturas em paredes e telhados se inexistirem aberturas ou se as existentes não puderem ser usadas para a ventilação natural ou forçada. Efetuar entrada forçada em paredes e telhados, quando já existem aberturas no ambiente, acarreta prejuízos ao proprietário, além de significar perda de tempo.

Sabemos que qualquer ventilação altera a intensidade da queima e a TLC. A nós não interessa a ventilação que alimente as chamas apenas. Buscamos resfriar o ambiente melhorando as condições de conforto, visibilidade e de sobrevivência às vítimas no interior, assim, ao realizar uma ventilação, ela será eficiente se retirar mais calor com os gases aquecidos do que é produzido pelo foco.



Devemos cuidar para que a fumaça seja deslocada para fora da edificação evitando que transmita calor para outros materiais, termolizando-os e, até mesmo provocando sua ignição.

Para evitar o espalhamento da fumaça para outros cômodos não afetados, é possível abri-los para o exterior e fechá-los para o interior. Abrem-se as janelas para fora e fecham-se as portas para dentro.

A fumaça, mesmo ao sair da edificação, não deve ter seu caminho ignorado, pois se ela deixar uma edificação para penetrar em outra vizinha, estará transportando calor que poderá ser suficiente para eclodir novos focos nessa outra edificação. Já foi afirmado, mas não é inconveniente lembrar que a saída de fumaça, seja a ventilação por pressão positiva ou por pressão negativa, seja forçada ou natural, horizontal ou vertical, a abertura de saída de fumaça deve ser próxima ao foco.

O uso de ventiladores-exaustores com mangas de direcionamento de ar altera a dinâmica apresentada. Com as mangas, é possível coletar a fumaça do cômodo sinistrado e a conduzir até o exterior da edificação, sem expor os materiais pelo caminho.

13. FENÔMENOS EM INCÊNDIOS E ABORDAGEM DE AMBIENTES

13.1. FENÔMENOS DE COMPORTAMENTO EXTREMO DO FOGO

Os fenômenos de comportamento extremo do fogo estão todos associados à ignição da fumaça que, como já visto, é combustível e estando em uma mistura adequada com o oxigênio (o que varia conforme a temperatura do incêndio) e tendo energia suficiente, queima.

Os fenômenos foram apresentados no tópico anterior ao tratarmos do desenvolvimento dos incêndios em compartimento, mas separamos o presente tópico para tratar especificamente das características de cada fenômeno e dos sinais indicativos de sua possível ocorrência. Todos os fenômenos de comportamento extremo do fogo estão relacionados à ignição dos gases do incêndio, como bem trata o Cel. Marcos Oliveira de Santa Catarina em seu livro sobre tática de combate a incêndios estruturais. Ele chama tais fenômenos de ignição dos gases do incêndio.





Esses fenômenos têm uma ocorrência repentina, tanto que são chamados de “incêndios de propagação rápida” (*rapid fire progress*) pela doutrina de língua inglesa e podem ser reunidos em 3 grupos:

- Generalização do incêndio (*flashover*);
- Explosão da fumaça (*backdraft*) e
- Ignição da fumaça (envolve vários fenômenos)

Os comportamentos externos do fogo acontecem em ambientes comuns com a carga incêndio típica de um cômodo sem que haja a necessidade de agentes aceleradores (como gasolina, álcool, etc.).

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.

Generalização do Incêndio - FLASHOVER

É a passagem súbita do incêndio da fase de crescimento para a fase de desenvolvimento completo.

É classificado na doutrina de língua inglesa como um evento de transição, ou seja, que faz com que o incêndio passe de uma situação para outra diferente após sua ocorrência sustentando suas características.





O *flashover* caracteriza-se pela ignição quase simultânea de todos os combustíveis em um compartimento incluindo a fase gasosa dos combustíveis, fazendo com que o volume do cômodo pegue fogo.

Esse fenômeno não provoca um deslocamento de ar significativo. Vidros quebram-se, porém, isso ocorre devido à diferença de temperatura na parte interna e externa do vidro e não devido à uma onda de choque significativa.

A falta de uma onda de choque não significa que o fenômeno não implique o risco de colapso da estrutura. Este pode ocorrer, mas devido aos danos estruturais provocados pelas altas temperaturas e não pela pressão de uma onda de choque.

O *flashover* normalmente é causado por um *rollover*, que é o fogo na capa térmica. Quando este último ocorre, a irradiação de calor é muito grande e provoca a ignição dos vapores combustíveis que os materiais no cômodo já estavam liberando em função da termólise.

O *flashover* é um fenômeno muito comum em incêndios urbanos (em compartimentos). Quase sempre ocorre.

Alguns sinais podem ser verificados para que se perceba o risco da ocorrência de um *flashover*. São eles:

Fumaça escura, densa e turbulenta – como ocorre na fase de crescimento, há chamas no cômodo e, a presença de chamas é verificada pela cor da fumaça. A fumaça preta é decorrente da perturbação da ponta das chamas difusas dentro do cômodo. A densidade da fumaça indica a acumulação de combustíveis na fumaça. Isso decorre do confinamento do incêndio que provoca o acúmulo da fumaça e seu adensamento. A movimentação turbulenta da fumaça indica sua elevada temperatura.

Quanto maior for a temperatura da fumaça, mais turbulenta e rápida será sua movimentação. Quanto mais fria estiver a fumaça, mais laminar e lenta será. Fumaça “rugosa” é quente. Fumaça “lisa” é “fria”.

Línguas de fogo ou chamas de ponta (*flameover*) – como o fenômeno ocorre em um estágio em que o incêndio está limitado pela ventilação, falta oxigênio dentro do ambiente. Isso faz com que as chamas se direcionem para as aberturas de portas e janelas formando línguas de fogo.





Pode ocorrer também de a fumaça no interior do ambiente não estar em chamas, devido à limitação de combustível, mas estar acima do ponto de ignição. Quando a fumaça alcança o exterior e se mistura com o oxigênio atingindo a concentração adequada, ela se incendeia produzindo chamas de ponta (*flameover*).

Ghost flames ou Rollover – o aparecimento de chamas esporádicas na capa térmica indica que a capa térmica está prestes a entrar em ignição e, como já mencionado, a elevação de temperatura reduz a necessidade de oxigênio podendo ocorrer o *flashover* a qualquer instante.

Explosão da Fumaça - BACKDRAFT

É a deflagração rápida e violenta da fumaça aquecida e combustível em um ambiente confinado com pouquíssima ventilação, induzida pelo acesso de oxigênio no ambiente por alguma abertura.

A entrada de ar no ambiente pode se dar pela abertura de uma porta ou janela feita por curiosos ou bombeiros. Pode ocorrer também pela ruptura de um dos acessos pela degradação do material em razão do calor. Os vidros podem quebra-se pelas altas temperaturas.

As portas e janelas de madeira podem incendiar-se quando o lado de fora atinge a temperatura de ignição, O calor passa por condução pela porta e a queima ocorre de fora para dentro, pois, fora do ambiente haverá mais oxigênio (do lado de dentro não queima pela falta de oxigênio).

Quando o incêndio fica incubado (queima lenta decorrente da limitação de oxigênio) a queima passa ser lenta (incandescência/brasas). Com a ausência de chamas, cessa a produção de fumaça preta (carbono da perturbação da ponta da chama difusa) e a fumaça produzida passa ser da **cor caqui**.

Apesar de a atmosfera no ambiente não sustentar as chamas, a termólise, que não precisa de oxigênio para ocorrer, continua acontecendo e a constante produção de vapores combustíveis torna a fumaça cada vez mais carregada (densa).

A fumaça fica aquecida acima do ponto de auto-ignição e, como sabido, é combustível. O único requisito que falta para a queima é o oxigênio. Quando uma abertura surge o





ar começa a entrar e diluir a fumaça que está acima do limite superior de inflamabilidade. Se a fumaça estiver acima do ponto de ignição quando a mistura fumaça-ar alcançar a faixa de inflamabilidade, a fumaça vai queimar de forma violenta.

Como é um fenômeno mais complexo e, além da oxigenação, depende da temperatura da fumaça, ele é um fenômeno que não acontece com frequência.

Ao contrário do *flashover* que ocorre com a mistura próxima do limite inferior de explosividade, o *backdraft* ocorre com a mistura próxima ao limite superior sendo um fenômeno violento com a geração de uma onda de choque que onde acarreta o colapso da estrutura.

O *backdraft* não ocorre imediatamente após a abertura da porta. O tempo entre a abertura e a ocorrência do fenômeno pode ser entre vários segundos até alguns minutos.

Os sinais indicativos de um risco de *backdraft* são:

Ambiente subventilado.

Fumaça cáqui, densa e turbulenta – a fumaça é caqui, já que não há chamas. É densa devido ao acúmulo de combustíveis e é turbulenta já que está aquecida.

Lufadas de fumaça nas partes superiores de portas e janelas - Devido ao acúmulo de gases no ambiente ocorre uma sobrepressão no interior do ambiente e isso força a fumaça a ser expelida em pulsos pelas frestas superiores de portas e janelas.

Ar sendo sugado pela parte inferior das portas – com a expulsão de fumaça nas partes superiores, a pressão no interior alivia-se e o ar é sugado para dentro do ambiente. Muitas vezes o deslocamento de ar para o interior provoca um som como de um assovio.

Línguas de fogo ou chamas de ponta (*flameover*) – indica que a fumaça está acima do ponto de ignição, precisando apenas diluir-se no ar para incendiar.

Oleosidade nos vidros – os combustíveis em suspensão na fumaça condensam-se nos vidros e fica como um óleo passado nos vidros pelo lado de dentro.





Portas e maçanetas aquecidas – em decorrência das altas temperaturas no interior do ambiente.

Efeito algodão – devido à densidade da atmosfera no interior do ambiente, qualquer material que cair ou quebrar no interior, fará um som abafado como se estivéssemos ouvindo com um chumaço de algodão no ouvido.

Ignição da Fumaça

Sob a classificação de ignição da fumaça, agrupamos vários fenômenos de comportamento extremo do fogo. Nessa classificação já comentamos acerca do *flame over* e do *flash fire*.

A ignição da fumaça pode ser causada pela mistura de fumaça aquecida com o ar. A diferença para o *backdraft* é que neste o ar vai em direção à fumaça e, na ignição da fumaça, a fumaça vai em direção ao ar.

Outra forma de a fumaça entrar em ignição é o contato dela com uma fonte de calor (*flash fire*).

Isso requer toda a tenção dos bombeiros quanto à movimentação e 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 para provocar sua ignição. 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 iignir 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



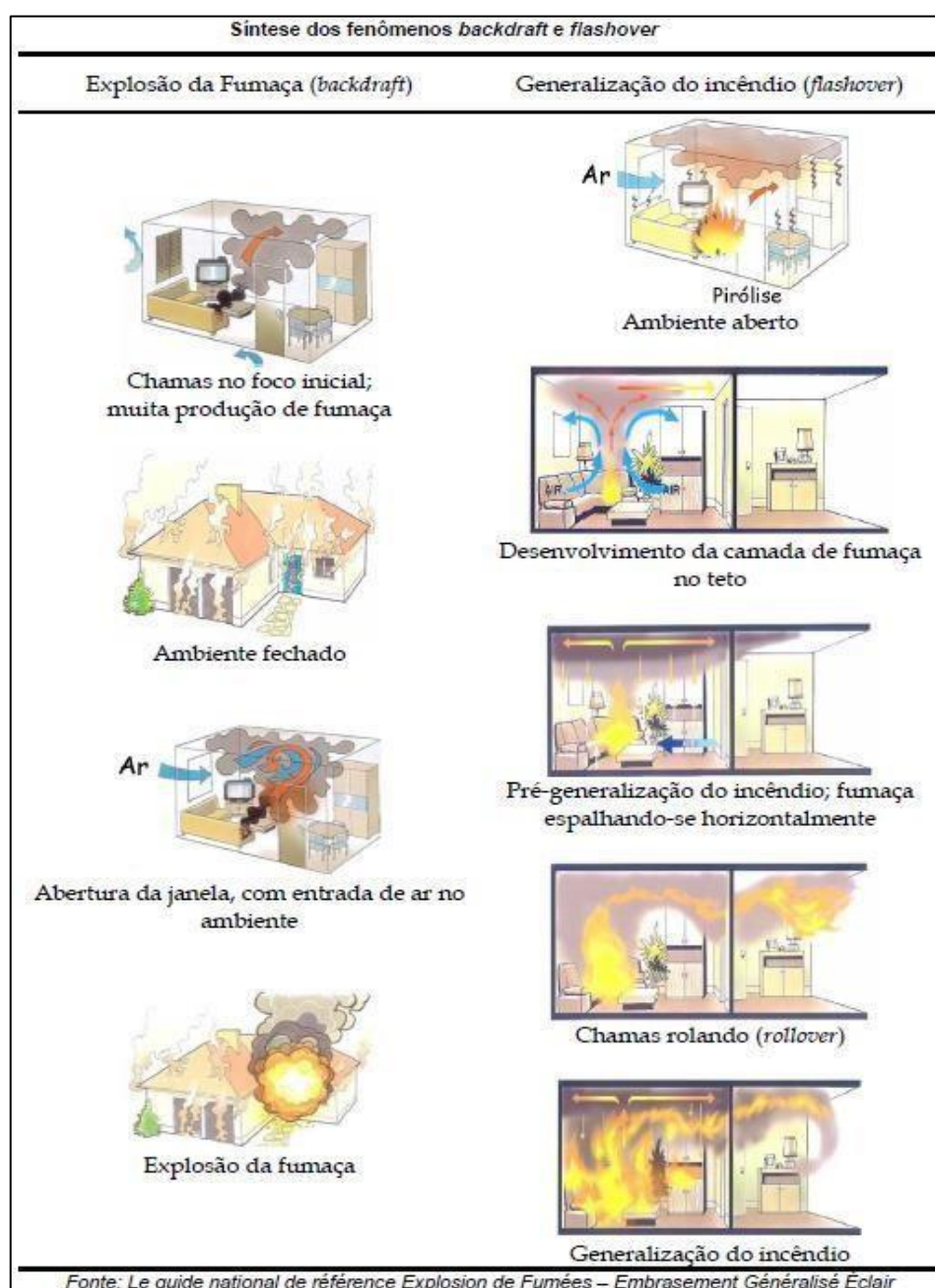
de calor;

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 portas e janelas.

Medidas simples como impedir o acúmulo de fumaça no ambiente, mesmo que as chamas já tenham sido debeladas, e o resfriamento e diluição da fumaça com pulsos de água atomizada previnem sua ignição.



Síntese dos fenômenos de comportamento extremo do fogo:

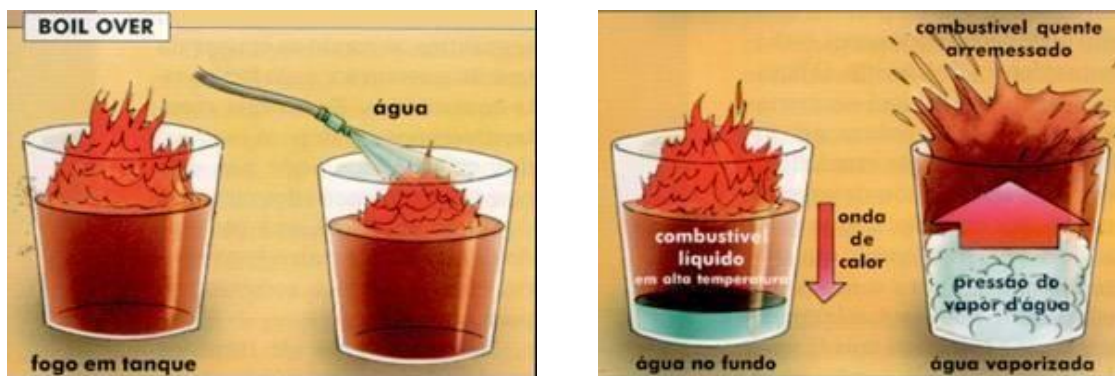
<i>Flashover</i>	<i>Backdraft</i>	<i>Ignição da fumaça</i>
Ocorre com frequência	Não ocorre com frequência	Ocorre com frequência
Não ocorre explosão	É uma explosão	Pode ou não se rumar Explosão
Não possui onda de choque	Possui ondas de choque	Pode possuir ou não onda de choque
É um efeito que se mantém	É um efeito momentâneo	É um efeito Momentâneo
Ocorre por causa do calor irradiado pela capa térmica	Ocorre pela entrada de ar (oxigênio) no ambiente	Ocorre pelo contato da fumaça com uma fonte de calor

“BOIL OVER”

O *Boil over* é um fenômeno que pode ocorrer nos combates a incêndios em líquidos inflamáveis. Ocorre nos líquidos menos densos que a água.

O **boil over** pode ser explicado da seguinte maneira:

1. Quando se joga água em líquidos de pequena densidade, a água tende a depositar-se no fundo do recipiente.
2. Se a água no fundo do recipiente for submetida a altas temperaturas, pode vaporizar-se. Na vaporização da água há grande aumento de volume (1 litro de água transforma-se em 1.700 litros de vapor).
3. Com o aumento de volume, a água age como êmbolo numa seringa, empurrando o combustível quente para cima, espalhando-o e arremessando-o a grandes distâncias.



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

Através da constatação da onda de calor: dirigindo um jato d'água na lateral do tanque incendiado, abaixo do nível do líquido, pode-se localizar a extensão da onda de calor, observando-se onde a água vaporiza-se imediatamente;

Através do som (chiado) peculiar: pouco antes de ocorrer a “explosão”, pode-se ouvir um “chiado” semelhante ao de um vazamento de vapor de uma chaleira fervendo.

Ao identificar esses sinais, o bombeiro deve se comunicar imediatamente com o comandante. Recebendo ordem de abandonar o local, todos devem se afastar rapidamente.

O *boil over* tem mais probabilidades de ocorrer em casos de líquidos combustíveis de maior densidade, como óleo cru, e pode ser seguido de uma explosão que liberará enormes quantidades de calor por radiação. Esse efeito pode ser fatal dada a energia liberada.

Previne-se o *boil over* fazendo a drenagem da água que se acumular no fundo do tanque de combustível, resfriando o tanque externamente e evitando o uso excessivo de água.

SLOP OVER

O *slop over* é semelhante ao *boil over*, porém ocorre de maneira imediata e na superfície do líquido.

O *slop over* acontece quando um jato penetrante (sólido ou compacto) é atirado na superfície de um líquido combustível de alta viscosidade em chamas. Se a quantidade de calor gerado for suficiente para ferver a água atirada, isso ocorrerá bem abaixo da



superfície do líquido assim que o jato de água penetrá-la. Isso provocará a expansão da água arremessando pequenas quantidades de líquido inflamável superaquecido e em chamas para fora do recipiente que o contém.

B.L.E.V.E. (Explosão de Vapor em Expansão de Líquido em Ebulição)

Um fenômeno que pode ocorrer em recipiente com gases inflamáveis pressurizados, ou até mesmo com líquidos inflamáveis, embora com menor intensidade, é o **BLEVE** (*Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion – Explosão de Vapor em Expansão de Líquido em Ebulição*).

Quando ocorre a exposição de um recipiente pressurizado contendo gás inflamável liquefeito a uma chama intensa, o calor é transmitido por condução através da parede do tanque, aquecendo o líquido no interior. O aquecimento do líquido provoca uma corrente de convecção que constantemente “rouba” calor da parede do tanque, protegendo-a da ação das chamas.

Com o aquecimento do líquido, ele ferve. A liberação de gases pela fervura aumenta a pressão no tanque. O líquido não se transforma todo em gás. Assim que o espaço acima dele fica saturado com o gás, ele deixa de ferver. Contudo, o aumento da pressão aciona válvulas de alívio que liberam o gás para a atmosfera para impedir a explosão do tanque pelo acúmulo da pressão. Isso resolve o problema momentaneamente, porém, com o escape de gases, abre-se espaço para a vaporização de mais líquido. Isso vai, aos poucos, abaixando o nível de líquido. A parte do tanque acima do nível de líquido não tem a proteção que a convecção do líquido oferece e, se exposta às chamas, o metal começa a enfraquecer e amolecer. A pressão interna o empurra, tornando-o fino e diminuindo sua resistência. Quando a resistência for menor que a pressão interna, o tanque se rompe.

Nesse instante ocorrerá uma enorme liberação de energia proveniente das seguintes fontes:

- Toda a pressão dentro do tanque será aliviada instantaneamente com a expansão imediata do gás ali contido;
- Quase toda a fase líquida será vaporizada instantaneamente e, ao fazer isso, o material se expande algumas centenas de vezes. O GLP, por exemplo, ao vaporizar-



se expande cerca de 400 vezes. Isso significa que, caso houvesse 1.000 litros de GLP ainda líquido, eles se transformariam em 400.000 litros de gás. Essa expansão instantânea também contribui para o poder do BLEVE;

- O material, ao escapar, não vai apenas expandir-se. Ao se misturar com o oxigênio alcançando a concentração para queima, o que ocorre rapidamente, o combustível queima gerando gases que ocupam um volume maior que o inicial, aumentando a força de expansão do BLEVE.

Os gases expandindo-se tão rapidamente provocam uma onda de choque capaz de matar seres vivos e destruir edificações em um raio de centenas de metros. A queima do combustível gera uma onda de calor capaz de incendiar outros materiais nas proximidades.

Outro dos grandes perigos do BLEVE é o arremesso de pedaços do recipiente em todas as direções, com grande deslocamento de ar. Para se evitar o BLEVE é necessário resfriar exaustivamente os recipientes que estejam sendo aquecidos por exposição direta ao fogo, ou por calor irradiado. Este resfriamento deve ser preferencialmente com jato d'água em forma de neblina.



Diante do risco iminente de BLEVE, pode ser que a melhor opção seja a evacuação de uma área relativamente grande no local da ocorrência. Para se ter uma idéia, um tanque de combustível transportado por composição ferroviária pode gerar uma explosão que afete centenas de metros. A zona de queima pode ter uma centena de metros de diâmetro. A onda de choque pode ser fatal a 300 ou mais metros do ponto inicial e a irradiação é lesiva a várias centenas de metros.



Ao lidar com o BLEVE, os bombeiros devem estar atentos para o seguinte:

- Resfriar o tanque, principalmente em sua parte superior, acima da fase líquida;
- Evacuar a área próxima expondo o mínimo de pessoal possível;
- Usar EPI completo;
- Combater abaixados e à maior distância possível.

13.2. ABORDAGEM DE AMBIENTE E PASSAGEM DE PORTA

Entendemos abordagem como as ações de aproximação, abertura de acesso(s) e penetração em um ambiente sinistrado.

Ao se chegar a uma porta fechada dentro de uma edificação sinistrada, os bombeiros na linha de ataque devem proceder com cautela, haja vista que toda ventilação provoca aceleração da queima e aumento da taxa de liberação de calor, além de poder acarretar em fenômenos de comportamento extremo do fogo.

Diante disso, os bombeiros devem proceder uma verificação perimetral da porta procurando por sinais que indiquem a condição do interior do cômodo. É necessário que se verifique em qual fase de desenvolvimento o fogo está, em qual regime de queima ele se encontra (se limitado pelo combustível ou pela ventilação). A temperatura da porta deve ser checada à procura de indícios que demonstrem a presença e altura da capa térmica. A coloração, densidade, opacidade e velocidade da fumaça devem ser cheçadas.

Sempre que os bombeiros se depararem com uma porta pirolizando pelo lado externo, devem resfriá-la com jato mole a fim de preservá-la. A perda da porta significa perda do controle sobre a ventilação do foco que está por trás dela.

Para a confirmação das suspeitas, é necessário efetuar a abertura de uma porta para confirmação visual da condição no interior do cômodo.





Para realizar esta técnica seguimos um método mnemônico chamado de PORTA:

P – posicionamento: os dois bombeiros se posicionam ajoelhados próximo a porta.

O – orientação: visualização das condições da porta, por onde sai fumaça e quais as suas características (cáqui, cinza ou escura).

R – rotacional: junto com a orientação, deve se verificar a ambiente a sua volta.

T – tato: com a finalidade de verificar a altura da capa térmica, deve se tatiar a porta de baixo para cima, com as pontas dos dedos e palma da mão (com luvas).

A – água: com intuito de manter o controle da situação, a porta não podera entrar em chamas, para isso deve se resfriar a porta de baixo para cima, com jato mole.

Realizado o procedimento acima, procede-se da seguinte forma:

1. O jato deve ser regulado para neblinado estreito, para que passe na pequena abertura da porta;
2. O operador do esguicho lança dois pulsos neblinados (estreito) curtos sobre a porta, visando deixar em suspensão uma neblina de água na região superior próxima à porta;
3. Ao proceder a abertura, os gases aquecidos que escapam terão menos chance de se inflamarem, já que se misturarão à neblina e perderão calor ao mesmo tempo em que a neblina transforma-se em vapor, diluindo os gases;
4. O auxiliar da linha, posicionado para a abertura da porta de modo protegido, abre a porta deixando à mostra uma pequena fresta;
5. Pela fresta o operador do esguicho lança um pulso neblinado médio (2s) na parte superior da abertura enquanto visualiza as condições no interior;
6. Após fechar a porta, deve se aguardar de 5 a 8 segundos, para que a água lançada faça efeito do ambiente.
7. Repita o procedimento até o ambiente apresentar condições mínimas de segurança para os dois bombeiros adentrarem o local, continuando o combate.

Conforme as condições confirmadas, a abordagem prossegue de modo diferente.





13.3. SATURAÇÃO COM NEBLINA

Quando um ambiente está na fase de decaimento pela baixa concentração de oxigênio, ou seja, em queima lenta e sob o risco de ocorrência de um *backdraft* diante da abertura de acessos pelos bombeiros, recomenda-se a saturação do cômodo com neblina previamente à abertura do cômodo.

A técnica consiste na injeção de água em pulsos de 2 a 3 segundos de jato neblina por uma pequena abertura na parte superior da parede ou pelo teto, com intervalos de 12 a 15 segundos para permitir a troca de calor entre neblina e gases aquecidos no ambiente.

A neblina age resfriando e diluindo a fumaça, diminuindo sua combustibilidade e o risco de um *backdraft*, e também atrapalha a concentração com o oxigênio.

A grande geração de vapor, como dito, pode ser um problema. Este fato pode decretar a morte de vítimas no interior do cômodo. Por isso, essa técnica só deve ser usada em cômodos em que se verifique a queima lenta (fase de decaimento pela depleção de oxigênio). Havendo vítimas nesse ambiente, certamente já estarão mortas, quer pela baixíssima concentração de oxigênio, quer pelo elevado calor previamente atingido. A saturação com neblina é mais eficiente quando associada a uma ventilação vertical.

14. SISTEMAS DE PROTEÇÃO CONTRA INCÊNDIO E PÂNICO

Os sistemas de proteção contra incêndio e pânico são dispositivos instalados e/ou construídos em uma edificação para evitar o surgimento do fogo descontrolado ou pelo menos retardar a sua propagação, como também facilitar a evacuação de pessoas destas edificações em caso de algum sinistro. Os sistemas que estudaremos, são:

1. Sistema de proteção por extintores
2. Sistema hidráulico preventivo (SHP)
3. Iluminação de emergência
4. Sistema de detecção e alarme
5. Saídas de emergência
6. Sinalização de emergência
7. Sistema de sprinklers.
8. Sistema de proteção contra descargas atmosféricas (SPDA)



14.1 SISTEMA DE PROTEÇÃO POR EXTINTORES

14.1.1 AGENTE EXTINTOR

Toda substância capaz de intervir na cadeia de combustão quebrando-a, diminuindo a quantidade de comburente na reação, interferindo no ponto de fulgor do combustível e/ou atuando por redução na formação de radicais livres, impedindo que o fogo possa crescer e se propagar, controlando- o e/ou extinguindo-o.

14.1.2. CARGA

Quantidade de agente extintor contido no extintor de incêndio, medida em litro ou quilograma.

14.1.3. EXTINTOR DE INCÊNDIO

Aparelho de acionamento manual, constituído de recipiente e acessórios, contendo o agente extintor, destinado a combater **princípios de incêndio**. São equipamentos que se destinam ao combate e extinção de um incêndio na fase incipiente ou no iníciada fase de crescimento.



Extintor portátil

Extintor com massa total
(carga, recipiente e acessórios)
de no máximo 20 kg



Extintor
sobre rodas

Extintor montado sobre rodas
que possui massa total (carga,
recipiente e acessórios) acima
de 20 kg

14.1.4. FUNCIONAMENTO

Geralmente um extintor possui dois tipos de produtos: o agente extintor propriamente dito e um gás propulsor que tem como função impulsionar o primeiro para fora do extintor quando for utilizado. Em alguns casos, o agente extintor por ser um gás sob pressão (como por exemplo, o dióxido de carbono), tem ambas as funções, dispensando um agente propulsor.

O agente propulsor pode permanecer juntamente com o agente extintor no mesmo recipiente, ou então, estar em recipiente distinto, porém conexo, apenas aguardando que o operador o libere para a pressurização da ampola com agente extintor, podendo assim, expulsá-lo.

14.1.5. TIPOS DE EXTINTORES

14.1.5.1. QUANTO AO TIPO DE PROPULSÃO DO AGENTE EXTINTOR:

- Extintores pressurizáveis,
- Extintores a pressurizar ou de pressão não permanente.

Extintores de pressão não permanente

Nos extintores de pressão não permanente, o agente extintor e o gás propulsor estão separados e apenas este último se encontra sob pressão, num cartucho instalado no exterior do recipiente do próprio extintor. Quando o extintor é ativado, o gás propulsor é libertado do cartucho para o interior do extintor, onde se misturará com o agente extintor, aumentando a pressão interna.



Extintores de pressão permanente

Hoje em dia a maioria dos extintores que se encontra em aplicações comuns é do tipo “pressão permanente”. Neste tipo de extintor, o agente extintor e o gás propulsor encontram-se misturados no interior do extintor, a uma determinada pressão (geralmente indicada por um pequeno manômetro instalado no extintor). Quando o extintor é ativado o agente extintor, já sob a pressão, é expelido por um tubo até à extremidade do difusor. A descarga pode ser controlada através de uma válvula que existe na extremidade do tubo ou na cabeça do extintor.

14.1.5.2. QUANTO AO TIPO DE AGENTE EXTINTOR:

Os extintores são nomeados conforme o agente extintor que carregam e são classificados de acordo com a classe de incêndio a que o agente extintor se presta a combater.

Água			
Pó químico seco (PQS)			
Pó químico especial (PQS)			
Dióxido de Carbono (CO2)			
Espuma			

14.1.6. COMPONENTES DE UM EXTINTOR



Os extintores são constituídos pelas seguintes peças fundamentais:

- **Recipiente ou reservatório do extintor**- destinado a armazenar o agente extintor;
- **Válvula de descarga (gatilho)** - destinada a atuação do extintor, permitindo a passagem do agente extintor para o exterior;
- **Alça de transporte** - além de servir para transporte do extintor, auxilia como apoio para o acionamento do gatilho;
- **Lacre de segurança** - tem como função de manter a integridade do uso do equipamento, somente deve ser rompido se for usar o extintor;
- **Pino ou trava de segurança** - trava (em argola) de metal que fica em um orifício do gatilho e a alça de transporte, para acionar o gatilho deve se retirar a trava, caso contrário não conseguira utilizar o extintor;
- **Tubo de pesca ou sifão** - conduz o agente extintor desde o interior do corpo do extintor para a válvula de descarga;
- **Tubo ou mangueira** - conduz o agente extintor para o exterior através de um difusor ou bico de descarga colocado na sua extremidade;
- **Difusor (Bico de descarga)** - peça de metal na extremidade da mangueira, por onde e expelido o agente extintor. Obs.: O difusor do extintor de CO₂ é diferente, sendo uma

peça em material plástico, semelhante a um funil mais alongado, onde o gás CO₂ é expelido;

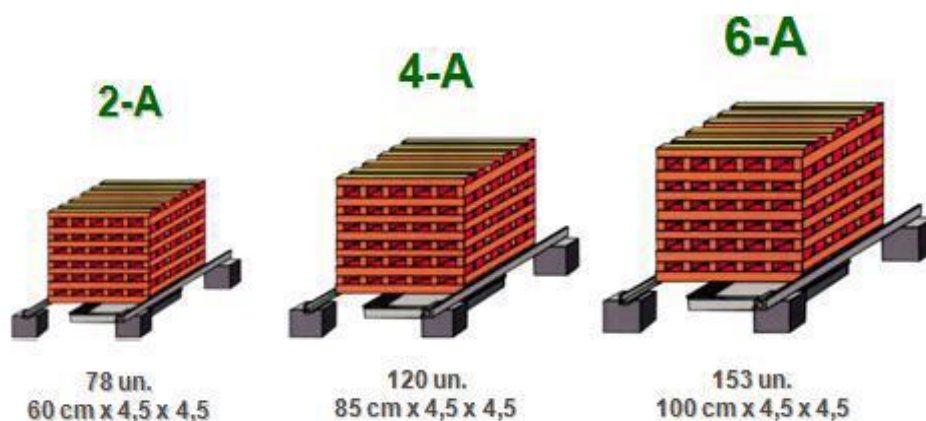
- **Manômetro** - indicador de pressão da carga do agente extintor. O extintor de CO₂ não contém este dispositivo.

14.1.7. CAPACIDADE EXTINTORA

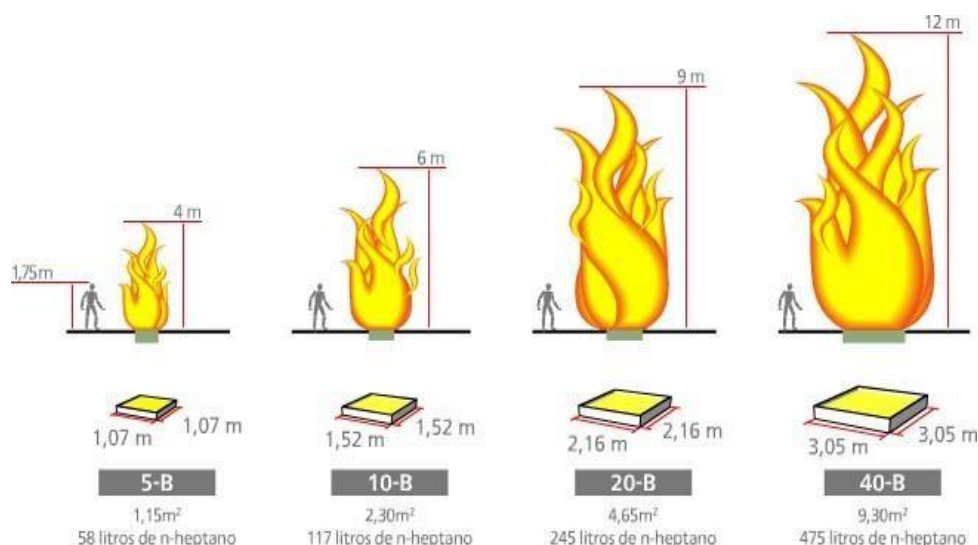
Medida do poder de extinção de fogo de um extintor, obtida em ensaio prático normalizado. Deve ser indicada no rótulo do produto. Cada tipo de **extintor portátil**, para que se constitua uma unidade extintora, deve ser:

AGENTE EXTINTOR	CAPACIDADE EXTINTORA MÍNIMA	CARGA EQUIVALENTE	ALCANCE MÉDIO DO JATO
Água	2-A	10 L	10 m
Espuma Mecânica	2-A:10-B	9 L	5 m
CO ₂	5-B:C	6 kg	2 m
Pó BC	20-B:C	12 kg	5 m
Pó ABC	2-A:20-B:C	-	5 m

Teste relacionado aos materiais sólidos:



Teste relacionado aos materiais líquidos:



O extintor classe C não possui ensaio normatizado de capacidade extintora. Apenas se verifica se o agente extintor conduz eletricidade ou não.

14.1.8. COMBATE A PRINCÍPIO DE INCÊNDIO COM EXTINTORES

A primeira observação para o combate a incêndio com aparelhos extintores, ou apenas extintores, é ter a consciência de que os extintores se prestam a combater tão somente princípios de incêndio.

Outra observação a ser feita é que os extintores devem estar adequadamente posicionados na edificação conforme projeto aprovado pelo Corpo de Bombeiros. O posicionamento adequado visa limitar a distância máxima a percorrer em caso de necessidade de utilização de um Extintor.

Não adianta nada um extintor estar devidamente posicionado se o acesso a ele está obstruído, assim, igualmente os extintores devem estar com acesso livre e desimpedido, devendo, mais que isso, ficar visíveis. Muitos escondem extintores por considerar que atrapalham a estética arquitetônica, mas se esquecem que, caso venham a precisar dele, muito provavelmente não se lembrarão onde o esconderam.

Nesse passo, não adianta o extintor estar adequadamente posicionado e desobstruído se não estiver funcionando, por isso, deve ser feito um trabalho sério de manutenção dos extintores.

Também é necessário que os ocupantes de uma edificação saibam escolher o extintor adequado e saibam usá-lo corretamente.

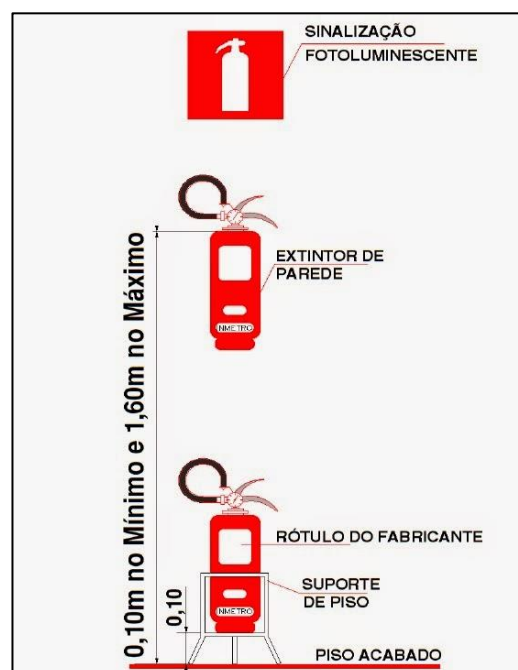
Finalmente, facilita o combate em termos de tempo resposta se os ocupantes de uma edificação souberem onde ficam os extintores.

Traçadas as observações acima, passemos aos passos que devem ser seguidos em um combate a incêndio com extintores.

Os procedimentos gerais em relação ao manuseio dos aparelhos extintores são:

- 1º- Dirija-se ao local do foco para identificar a classe do incêndio, caso não tenha a informação;
- 2º - Identifique a classe do incêndio;
- 3º - Localize o extintor adequado a classe do incêndio;
- 4º - Retire o extintor adequado do seu suporte;
- 5º - Rompa o lacre e retire o pino de segurança;
- 6º - Teste o extintor, acionando o gatilho;
- 7º - Desloque-se para o local do sinistro;
- 8º - No local, observe a direção do vento, e utilize o extintor a favor do vento;
- 9º - Apontar o esguicho (extintores de AP e PQS) e difusor (extintor de CO₂) para o foco e acionar o gatilho, dirigindo o jato à base do fogo, a uma distância de 01 metro;
- 10º- Usar o extintor adequadamente conforme seu tipo (cada um tem uma forma de utilização própria).

OBS. 1: De acordo com a NT 12 - 2020 (Extintores de incêndio), o extintor portátil, devem ser fixados em colunas, paredes ou divisórias, de maneira que sua parte superior (gatilho) fique a uma altura máxima de 1,60m (um metro e sessenta centímetros) do piso acabado. É permitida a instalação de extintores sobre o piso acabado, desde que permaneçam apoiados em suportes apropriados, com altura de 0,10m (dez centímetros) do piso, desde que não fiquem obstruídos e que não tenham sua visibilidade prejudicada.



OBS. 2: Uma recomendação no uso de extintores é que, em uma situação de incêndio, depois de utilizado ou depois de testado e constatada a falha, um extintor deve ser deixado deitado para que outros não percam tempo tentando usá-lo.



14.1.9. PARTICULARIDADES NA UTILIZAÇÃO DOS EXTINTORES

Extintor de Espuma

Empunhar a mangueira e apertar o gatilho, dirigindo o jato para um anteparo, de forma que, a espuma gerada escorra cobrindo o líquido em chamas.

Não se deve jogar a espuma diretamente sobre o líquido.

Se o líquido estiver derramado, primeiro deve-se fazer um aglomerado de espuma antes da poça e depois forçá-la com mais espuma para sobre o líquido.



Extintor CO₂

Como esse extintor funciona a alta pressão, quando o gás é liberado ele se resfria violentamente. Para que não ocorra queimaduras pela baixa temperatura, o operador deve segurar a mangueira pelo punho ou manopla e nunca pelo difusor.

Como o CO₂ age principalmente por abafamento, sua utilização deve visar substituir o ar atmosférico no espaço sobre o combustível, para tanto, o gatilho deve ser apertado constantemente ou em rápidas sucessões para que se forme uma nuvem de gás sobre o combustível e as chamas se apaguem pela ausência de O₂.

Deve se observar que após o abafamento, é necessário que se busque o resfriamento do material para evitar reignições futuras.



Extintor de PQS

O extintor de PQS é facilmente confundido com o extintor de água, muito embora no rótulo constem informações sobre classes de incêndio diferentes. No momento da adrenalina em um incêndio, as letras não são enxergadas pela maioria das pessoas.

Uma sutil diferença entre os extintores em questão é o diâmetro do requinte (bocal da mangueira). No extintor de pó o requinte é bem mais aberto para permitir a passagem do pó com maior facilidade.

Uma maneira prática de diferenciá-los é batendo neles. Como o pó é um sólido, o som da batida é grave e seco, enquanto que a água produz um som aberto e com pequeno eco.

O pó não se dissipa tão facilmente como o gás e tem também maior alcance do jato, então sua utilização é diferente.

O jato não deve ser dirigido à base do fogo. Devem ser aplicados jatos curtos do pó, de modo que a nuvem expelida perca velocidade e assente sobre o foco. O jato seguinte deve esperar o assentamento da nuvem anterior para não deslocá-la sobre o foco antes de assentar.



Extintor de Água

Como o objetivo de usar água é conseguir um resfriamento do material, o extintor de água deve ser usado buscando a máxima dispersão da água possível. Para tanto, o operador deve colocar o dedo na frente do requinte para aspergir o jato (como uma mangueira de jardim) e acionar o gatilho incessantemente dirigindo o jato em varredura por sobre o combustível em chamas.





14.1.10. INSPEÇÕES PERÍODICAS DO EXTINTOR POR BRIGADISTA (BE/BPC)

Com já abordado anteriormente, é importante o bom funcionamento dos extintores para que sirvam ao que propõem, extinguir pequenos focos de incêndio antes que se tornem grandes.

Para garantir o bom funcionamento dos extintores, é necessário que sejam seguidas as seguintes **inspeções periódicas**:

Semanal – nas inspeções semanais devem ser verificados se o acesso, a visibilidade e a sinalização dos extintores estão desobstruídos, além de observar se os aparelhos estão de fato nos lugares determinados pelo memorial descritivo dos extintores.

Mensal – verificar se o difusor (bico) está desobstruído, se a pressão nos manômetros está na marcação recomendada (o extintor de CO₂ não possui manômetro), caso a pressão não esteja adequada, deve-se enviar o aparelho para recarga, e se o lacre e a trava de segurança estão em perfeitas condições.

Semestral – observar o peso dos aparelhos extintores, no caso dos extintores de CO₂. Se houver perda superior a 10% da carga nominal declarada, a recarga necessariamente deve ser efetuada. Obs.: O peso deve ser anotado no recebimento para essa conferência.

Anual – verificar se não existem danos físicos no corpo do aparelho extintor e encaminhá-lo para recarga em empresa especializada (aos de validade anual).

Quinquenal – verificar a data do teste hidrostático, é o teste que se submete o aparelho extintor a cada 5 anos ou todas as vezes que o aparelho sofrer acidente, tais como: batidas, exposição a temperaturas altas, ataques químicos (corrosão), etc.

Cuidados na conservação - O extintor não deve apresentar sinais de ferrugem ou amassamento.



14.1.11. CUIDADOS NA INSPEÇÃO

Pressão da carga: verifique sempre o indicador da pressão da carga do agente extintor, cujo ponteiro deve estar sobre a faixa verde. Caso contrário, a recarga deverá ser realizada por uma empresa certificada.



O extintor de incêndio cujo seu agente extintor é água ou pó químico deve ser inspecionado anualmente. O extintor de incêndio de CO₂ deve ser inspecionado a cada 6 meses.

Inspeção não é recarga. Não é preciso abrir o extintor, o que quer dizer que não há substituição do anel de plástico e do selo de conformidade ou de manutenção.

A recarga deve ser feita conforme recomendação do fabricante, ou após o uso.

14.1.12. MANUTENÇÃO POR EMPRESA ESPECIALIZADA

Além das inspeções periódicas relacionadas acima a ser realizado pelo Brigadista Eventual e Profissional, o extintor de incêndio deve passar por manutenção de acordo com fabricante e as normas relacionada a este equipamento. Dentro das manutenções prevista temos as seguintes:

Manutenção de 1º nível – É mais uma inspeção que uma manutenção propriamente dita. Ocorre no local onde o extintor está instalado, e deve ser realizada a cada 6 meses. É realizada a limpeza do equipamento e o reaperto e/ou substituição de peças que não são submetidas a pressão.

Manutenção de 2º nível – Essa manutenção é obrigatória e deve ser realizada a cada 12 meses. É feita a desmontagem completa de todos os componentes do extintor para limpeza. Em seguida, é realizada a inspeção visual das peças e da parte interna do extintor. Todos os componentes que ficam sob pressão são então testados e ensaiados. Por fim o extintor é remontado e são colocados anel, trave, lacre, selo do INMETRO e termo de garantia.

Manutenção de 3º nível – Segue exatamente a mesma sequência de manutenção do Nível 2, mas tem duas etapas adicionais. A primeira delas é o teste hidrostático, que serve para identificar a integridade e resistência, também do cilindro. A segunda delas

é a pintura do cilindro. Essa manutenção deve ser realizada obrigatoriamente a cada 5 anos.

Proteja-se, exigindo que empresa de manutenção forneça um outro extintor para substituir o seu, enquanto este estiver em manutenção.

Essa manutenção deve ser efetuada apenas por empresa autorizada no âmbito do Sistema Brasileiro de Certificação.

RECARGA

Os aparelhos extintores devem ser recarregados após o uso em princípios de incêndio, quando tiverem o lacre de segurança rompido (mesmo que acidentalmente) e todas as vezes que completarem 1 ano da sua recarga anterior, mesmo que não tenham sido utilizados.

RECARGA DO EXTINTOR DE CO₂

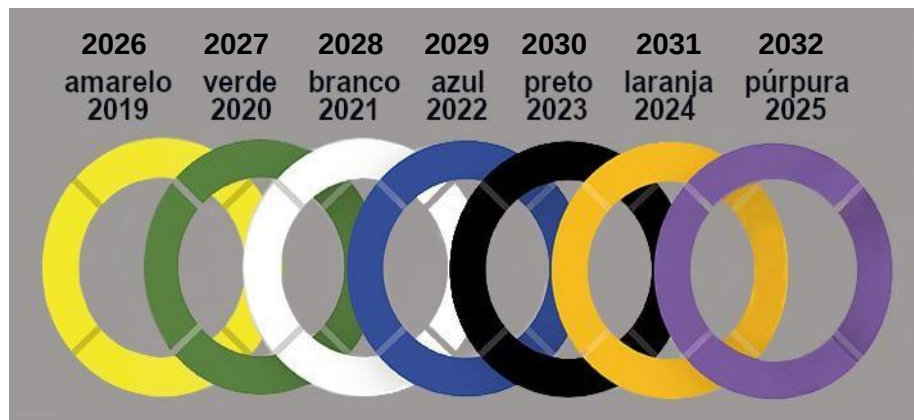
Fica a critério e responsabilidade da Empresa de serviço de Inspeção Técnica e Manutenção de Extintores de Incêndio a realização da recarga de extintores com carga de Dióxido de Carbono a cada 12 (doze) meses. Entretanto, deve ser respeitado o prazo máximo de 5 (cinco) anos para a recarga. Porém, se houver perda superior a 10% da carga nominal declarada, a recarga necessariamente deve ser efetuada. Caso o prazo de recarga seja prorrogado, a empresa referida deve manter o Anel de Identificação da Manutenção e o Selo de Identificação da Conformidade, que só serão substituídos quando houver a manutenção de 2º ou 3º nível; neste caso, a garantia do serviço deve ser revalidada na Etiqueta Auto-adesiva. (NT 12 – item 5.6.8.1).



14.1.13. ETIQUETAS E ANÉIS DE MANUTENÇÃO DOS EXTINTORES



Cores dos anéis de manutenção, Portaria nº 534, de 20 de novembro de 2018.

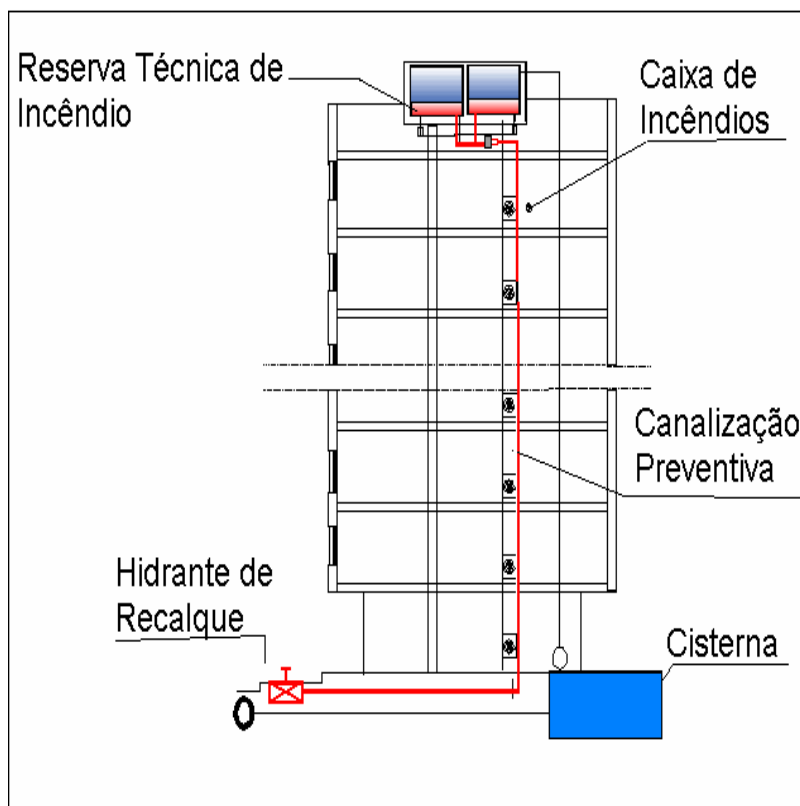


Ao final do ciclo de cores dos anéis, retorna a primeira cor inicial (amarelo) e segue as demais cores no anos subsequentes.

14.1.14. QUADRO DE UTILIZAÇÃO DOS EXTINTORES EM RELAÇÃO AS CLASSES DE INCÊNDIO:

Classe de Incêndio	ÁGUA	ESPUMA	PQS	CO ₂
A	SIM Excelente	SIM Regular	INEFICAZ Só superfície	INEFICAZ Só superfície
B	NÃO	SIM Excelente	SIM Excelente	SIM Bom
C	NÃO	NÃO	SIM Bom	SIM Excelente
D	NÃO	NÃO	Pós especiais	NÃO
Alcance do jato	10 m	5 m	5 m	2,5 m
Tempo de descarga	60 seg	60 seg	15 seg	25 seg

14.2 SISTEMA HIDRÁULICO PREVENTIVO



Sistema composto de dispositivos hidráulicos que possibilitam a captação de água da Reserva Técnica de Incêndio - RTI, para o emprego no combate a incêndio.

14.2.1 COMPONENTES DO SISTEMA HIDRÁULICO PREVENTIVO

O sistema hidráulico preventivo é composto pela reserva técnica de incêndio, bomba de incêndio, canalização preventiva, caixa de abrigo (mangueira, esguicho e chave de mangueira), hidrante de parede e hidrante de recalque (equipamentos já mencionados no capítulo 7).

Reserva técnica de incêndio – Volume de água destinado ao combate a incêndio, podendo esta ser agregado ou não a caixa d'água.

Bomba de Incêndio - A bomba de incêndio é um equipamento responsável por bombear a água com uma vazão suficiente para alcançar prédios e demais ambientes residenciais, industriais ou comerciais.

Canalização preventiva - A canalização preventiva é uma tubulação instalada em edifícios, que conduz água exclusivamente para o combate a incêndio.



Caixa de abrigo ou caixa de incêndio – local onde fica armazenado os equipamento hidráulico para combate incêndio, no mínimo deve conter na caixa de abrigo 1 magueira, 1 chave de mangueira e 1 esguicho, de acordo com projeto de incêndio.

Hidrante de parede - o hidrante de parede serve como apoio para as operações do Corpo de Bombeiros e de brigadistas durante o combate a incêndio. O hidrante de parede deve ficar armazenado em uma caixa de aço protegido contra danos e infiltrações.

Hidrante de recalque - É um registro de paragem que fica em uma caixa instalada abaixo do nível do solo. Assim, ele não compromete a locomoção das pessoas pelas calçadas e garante o suprimento de água pressurizada necessário para o combater os incêndios

14.3 SISTEMA DE ILUMINAÇÃO DE EMERGÊNCIA

O Sistema de Iluminação de Emergência é o conjunto de componentes que, em funcionamento, proporciona a iluminação suficiente e adequada para permitir a saída fácil e segura do público para o exterior, no caso de interrupção da alimentação normal, como também proporciona a execução das manobras de interesse da segurança e intervenção de socorro.

Esse sistema é obrigatório nas áreas comuns das edificações, sendo elas: corredores, escadas, elevadores, saídas de emergência etc.

Os principais tipos de sistemas, de acordo com a fonte de energia, são: **conjunto de blocos autônomos, sistema centralizado com baterias e sistema centralizado com grupo moto gerador.**

14.3.1 CONJUNTO DE BLOCOS AUTÔNOMOS

São aparelhos de iluminação de emergência constituídos de um único invólucro adequado, contendo lâmpadas incandescentes, fluorescentes ou similares, de fonte de energia com carregador e controles de supervisão e de sensor de falha na tensão alternada, dispositivo necessário para colocá-lo em funcionamento, no caso de interrupção de alimentação da rede elétrica da concessionária ou na falta de uma iluminação adequada.





14.3.2 SISTEMA CENTRALIZADO COM BATERIAS

Circuito carregador com recarga automática, de modo a garantir a autonomia do sistema de iluminação de emergência.

O sistema centralizado de iluminação de emergência com baterias não pode ser utilizado para alimentar quaisquer outros circuitos ou equipamentos.



14.3.3 GRUPO MOTO-GERADOR

O grupo moto-gerador deve incorporar todos os dispositivos adicionais que garantam seu arranque automático após a falta de energia da concessionária prestadora do serviço de iluminação, no máximo, em 12 segundos.

A quantidade de combustível armazenada deve assegurar o funcionamento no tempo de autonomia do sistema de iluminação de emergência garantido, incluindo o consumo nos arranques periódicos essenciais e os testes de manutenção preventivos e corretivos e, estar distribuída de forma a minimizar o risco existente de inflamação no(s) ambiente(s) onde estejam armazenados, de acordo com as exigências dos órgãos competentes.



Grupo gerador portátil



Grupo gerador estacionário

14.4 SISTEMA DE DETECÇÃO E ALARME

São equipamentos que tem por objetivo detectar e avisar a todos os ocupantes da edificação, da ocorrência de um incêndio ou de uma situação que possa ocasionar pânico. O alarme deve ser audível em todos os setores da edificação, abrangidos pelo sistema de segurança.

14.4.1 FUNCIONAMENTO

O acionamento do alarme pode ser manual ou automático. Quando for automático, o mesmo estará conectado a detectores de fumaça ou de calor. A edificação deve contar com um plano de abandono de área, a fim de aperfeiçoar a utilização do alarme de incêndio.

Alarme de acionamento manual



Alarme de acionamento automático

São equipamentos preparados para enviar ao módulo de acionamento um sinal, para que o mesmo possa disparar a sirene, assim que detectarem no ambiente a quantidade mínima necessária de fumaça ou calor para os quais estejam dimensionados.



14.5 SAÍDAS DE EMERGÊNCIA

São caminhos contínuos, devidamente protegidos, a serem percorridos pelo usuário em caso de sinistro, de qualquer ponto da edificação até atingir a via pública ou espaço aberto protegido do incêndio, permitindo ainda fácil acesso de auxílio externo para o combate ao fogo e a retirada da população.

As saídas de emergência em edificações são dimensionadas para o abandono seguro da população, em caso de incêndio ou pânico e permitir o acesso de guarnições de bombeiros para o combate ao fogo ou retirada de pessoas.

A saída de emergência compreende o seguinte:

- **Acesso ou rotas de saídas horizontais**, isto é, acessos às escadas, quando houver, e respectivas portas ou ao espaço livre exterior, nas edificações térreas;
- **Escadas ou rampas**;
- **Descarga**.



Escadas de emergência



Indicação de acesso a escada de emergência

Toda saída de emergência, corredores, balcões, terraços, mezaninos, galerias, patamares, escadas, rampas e outros, devem ser protegidas de ambos os lados por paredes ou guardas (guarda-corpos) contínuas, sempre que houver qualquer desnível maior de 19 cm, para evitar quedas.

14.5.1 PORTA CORTA FOGO (PCF)

As portas corta fogo (feita em combinação de vários materiais, aço, fibra de lã cerâmica) são próprias para o isolamento e proteção das vias de fuga, retardando a propagação do incêndio e da fumaça na edificação.

Elas devem resistir ao calor no mínimo por 60 min, devem abrir sempre no sentido de fuga (saída das pessoas), o fechamento deve ser completo, não poderão estar trancadas por cadeados, não deverão estar calçadas com nenhum dispositivo que possam mantê-las abertas e deverão ter o dispositivo de fechamento sempre mantidos (dobradiça por gravidade ou por molas).



Porta corta fogo



Porta corta fogo com barra anti-pânico

14.6 SINALIZAÇÃO DE EMERGÊNCIA

A sinalização de emergência faz uso de símbolos, mensagens e cores, que devem ser alocados convenientemente no interior da edificação e áreas de risco.

14.6.1 SINALIZAÇÃO BÁSICA

A sinalização básica é o conjunto mínimo de sinalização que uma edificação deve apresentar, constituído por quatro categorias de acordo com sua função:

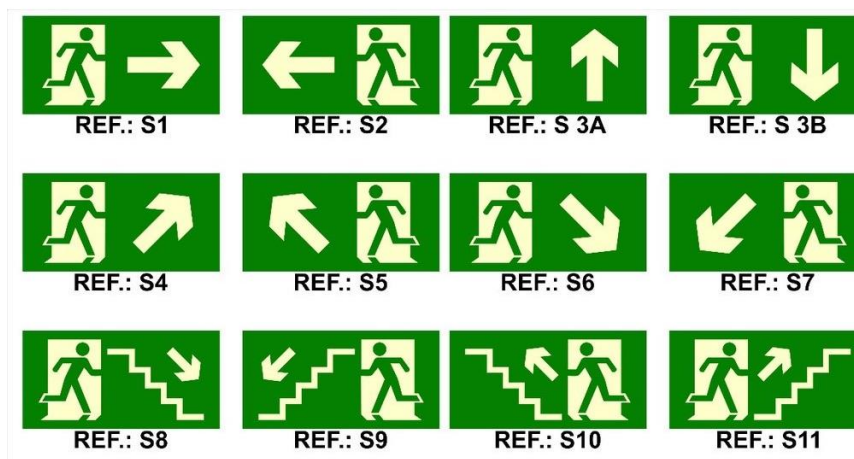
a) **Proibição:** visa proibir e coibir ações capazes de conduzir ao início do incêndio ou ao seu agravamento;



b) **Alerta:** visa alertar para áreas e materiais com potencial de risco de incêndio, explosão, choques elétricos e contaminação por produtos perigosos;



c) **Orientação e salvamento:** visa indicar as rotas de saída e as ações necessárias para o seu acesso e uso;



d) **Equipamentos:** visa indicar a localização e os tipos de equipamentos de combate a incêndio e alarme disponíveis no local.



14.6.2 SINALIZAÇÃO COMPLEMENTAR

A sinalização complementar é o conjunto de sinalização composto por faixas de cor ou mensagens complementares à sinalização básica, porém das quais esta última não é dependente. A sinalização complementar é constituída por cinco categorias de acordo com sua função:

a) **Rotas de saída:** visa indicar o trajeto completo das rotas de fuga até uma saída de emergência (indicação continuada);



b) **Obstáculos:** visa indicar a existência de obstáculos nas rotas de fuga tais como: pilares, arestas de paredes e vigas, desníveis de piso, fechamento de vãos com vidros ou outros materiais translúcidos e transparentes, etc;

Utilizada quando o ambiente interno ou externo possui sistema de iluminação de emergência.



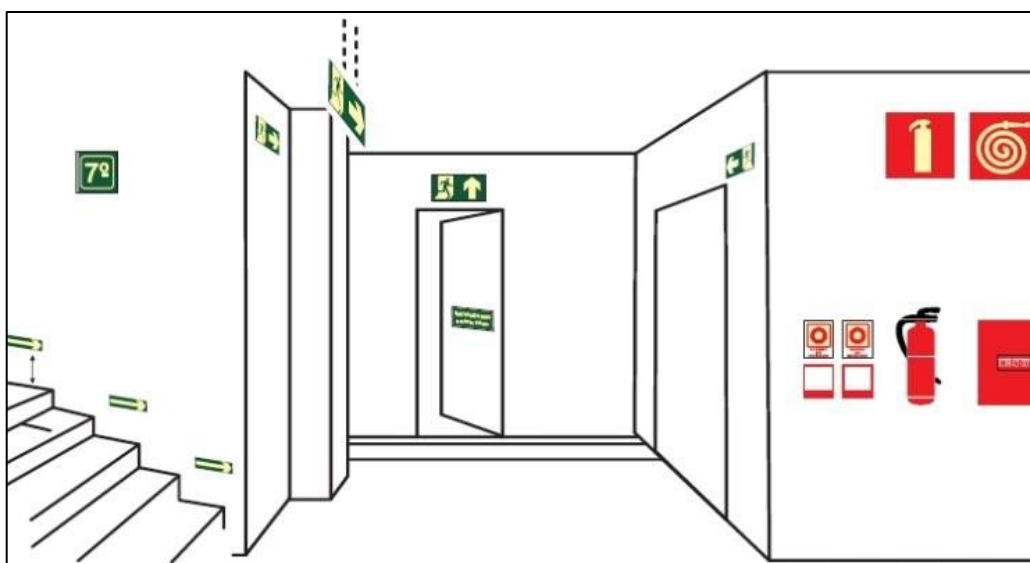
Utilizada quando o ambiente interno ou externo possui iluminação artificial em situação normal, porém não possui sistema de iluminação de emergência.



c) **mensagens escritas:** visa informar o público sobre:



Exemplos de sinalização no ambiente



14.7 SISTEMA DE PROTEÇÃO POR CHUVEIROS AUTOMÁTICOS (SPRINKLERS)



Sistema de chuveiros automáticos é um sistema fixo integrado, compreendendo os seguintes elementos:

- Abastecimento de água;
- Rede de abastecimento das válvulas de alarme ou chave detectora de fluxo d'água;
- Rede hidráulica de distribuição que alimenta os chuveiros automáticos, após a válvula de alarme ou chave detectora de fluxo d'água.

14.7.1 CLASSIFICAÇÃO DOS SISTEMAS

Os chuveiros automáticos são classificados nos seguintes sistemas:

Sistema de tubo molhado – rede de tubulação fixa, permanentemente com água sob pressão, em cujos ramais são instalados os chuveiros automáticos. O sistema é controlado na entrada, por uma válvula de alarme cuja função é fazer soar automaticamente um alarme, quando da abertura de um ou mais chuveiros automáticos atuados por um incêndio. Os chuveiros automáticos desempenham o papel simultâneo de detectar e combater o fogo, sendo a água descarregada somente pelos chuveiros que forem acionados pelo fogo.

Sistema de tubo seco – rede de tubulação fixa, permanentemente seca, mantida sob pressão de ar comprimido ou nitrogênio, em cujos ramais são instalados os chuveiros automáticos. Estes, ao serem acionados pelo fogo, liberam o ar comprimido ou nitrogênio, fazendo abrir automaticamente, uma válvula chamada de válvula de tubo seco, instalada na entrada do sistema. Esta válvula permite a entrada de água na rede de tubulação, a qual deve fluir pelos chuveiros que foram acionados. O sistema de chuveiros automáticos de tubo seco é aplicado em regiões sujeitas a temperaturas de congelamento da água.

Sistema de ação prévia – compreende uma rede de tubulação seca, contendo ar que pode ser ou não sob pressão, em cujos ramais são instalados os chuveiros automáticos, como em um sistema convencional de tubo molhado. Na mesma área protegida pelo sistema de chuveiro. É instalado um sistema de detecção dos efeitos do calor, de operação muito mais sensível, ligado a uma válvula especial instalada na entrada da rede de tubulação. A atuação de quaisquer dos detectores, motivada por um princípio de incêndio, provoca automaticamente a abertura da válvula especial. Esta



permite a entrada de água na rede, que é descarregada através dos chuveiros que forem ativados pelo fogo. A ação prévia dos sistemas de detecção faz soar simultaneamente e automaticamente um alarme de incêndio, antes que se processe a abertura de quaisquer dos chuveiros automáticos.

Sistema combinado de tubo seco e ação prévia – compreende uma rede de tubulação seca, contendo ar comprimido, em cujos ramais são instalados os chuveiros automáticos. Na mesma área protegida pelos chuveiros automáticos, é instalado um sistema de detecção de efeito de calor, de operação muito mais sensível que os chuveiros automáticos, ligado a uma válvula de tubo seco instalada na entrada da rede de tubulação. A atuação de quaisquer dos detectores provoca, simultaneamente, a abertura da válvula de tubo seco sem que ocorra a perda da pressão do ar comprimido contido na rede de chuveiros automáticos. A atuação do sistema de detecção provoca também a abertura de válvula de alívio de ar, instaladas nos extremos das tubulações gerais da rede de chuveiros automáticos, o que facilita o enchimento com água de toda tubulação do sistema, procedendo, geralmente, à abertura de quaisquer dos chuveiros automáticos.

Sistema dilúvio – compreende uma rede de tubulação seca, em cujos ramais são instalados chuveiros abertos. Na mesma área protegida pelos chuveiros abertos, é instalado um sistema de detecção dos efeitos do calor, ligado a uma válvula de dilúvio instalada na entrada da rede de tubulação. A atuação de quaisquer dos detectores, motivada por um princípio de incêndio, ou ainda a ação manual de um controle remoto, provoca a abertura da válvula dilúvio. Esta permite a entrada de água na rede, que é descarregada através de todos os chuveiros abertos. Automática e simultaneamente, soa um alarme de incêndio. Em casos especiais, o acionamento da válvula dilúvio pode ser feito através de um sistema de detecção de gases específicos.

Obs: Os sistemas mais comuns são os de tubo molhado e seco.

14.7.2 TIPOS DE CHUVEIROS

Os chuveiros podem ser dos seguintes tipos:

Abertos – são empregados no sistema de dilúvio, e destinados à proteção das



ocupações de risco extraordinário e pesado.

Automáticos – são providos de um mecanismo comandado por um elemento termossensível, como por exemplo, ampola de vidro, solda estética, etc., que os mantém hermeticamente fechados. Automaticamente entram em funcionamento pela ação do calor de um incêndio.

Classificação dos chuveiros quanto à descarga



Quanto a descarga da água, os chuveiros podem ser os seguintes:

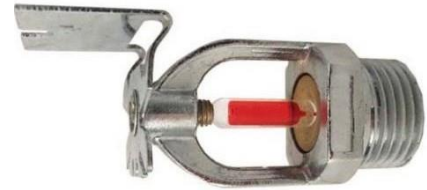
Pendentes (Pendent) – quando o chuveiro é projetado para uma posição na qual o jato é dirigido para baixo para atingir e espalhar o jato;



Para cima (UpRight) – normalmente utilizada em instalação onde a canalização são expostas (ex: garagem), esse modelo faz com que o jato suba verticalmente até encontrar o defletor, que de uma certa forma “reflete” o jato na direção oposta, ou seja, para baixo;



Laterais (sidewall) – modelo projetado com defletos especial para descarregar a maior parte da água para frente e para os lados, em forma de um quarto de esfera, e parte mínima para trás, contra a parede.



Classificação das temperaturas de rompimento de acordo com as cores:



14.8 SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS

CAPTAÇÃO DA DESCARGA ATMOSFÉRICA

A captação da descarga atmosférica tem a finalidade de **reduzir ao mínimo a probabilidade** da 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. Os seguintes elementos constituem os captadores:

- Haste
- Cabos esticados
- Condutores em malha

Os seguintes métodos podem ser usados na captação da descarga atmosférica:

Método **Franklin** (ângulo de proteção)

Método **Eletrogeométrico** (esfera rolante ou fictícia)

Método **Faraday** (condutores em malha ou gaiola)

14.8.1 MÉTODO FRANKLIN

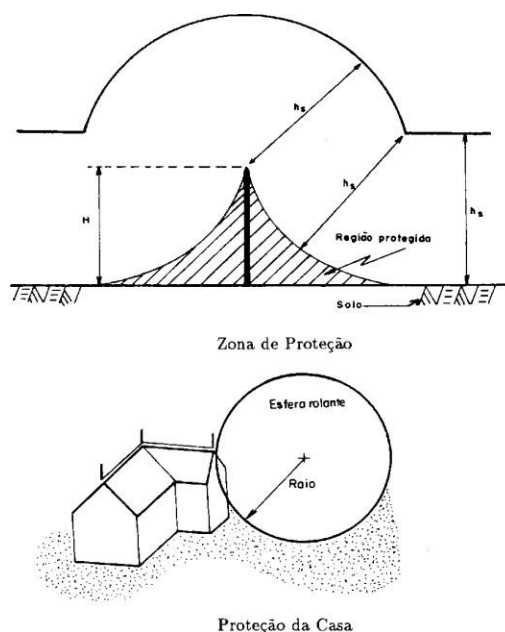


Está baseado na proposta inicial feita por Benjamin Franklin, tendo sofrido várias propostas de alteração quanto ao ângulo de proteção ou ao volume de proteção. Há tabelas que constam a angulação de proteção.

Obs.: Considera-se que um para-raios não protege a edificação vizinha devido a vários fatores como manutenção ineficiente, instalação deficiente, danos não observados, entre outros. Portanto, na aprovação de uma determinada edificação, calcula-se o número de hastes mínimo de acordo com NBR específico para cada uma delas, excetuando casos específicos.

14.8.2 MÉTODO ELETROGEOMÉTRICO

É a mais moderna ferramenta com que contam os projetistas do SPDA para estruturas. É baseado em estudos feitos a partir de registros fotográficos, da medição dos parâmetros dos raios, dos ensaios em laboratórios de alta tensão, do emprego das técnicas de simulação e modelagem matemática.



14.8.3 MÉTODO FARADAY

É baseado na teoria de Faraday, segundo a qual o campo no interior de uma gaiola é nulo, mesmo quando passa por seus condutores uma corrente de valor elevado. Para que o campo seja nulo é preciso que a corrente se distribua uniformemente por toda a superfície.



15 BUSCA EM INCÊNDIOS

Antes de tratarmos das técnicas de busca em um incêndio, é necessário estabelecer uma diferença entre BUSCA e SALVAMENTO. Enquanto a busca de vítimas diz respeito às ações que visam localizar possíveis vítimas, o salvamento diz respeito à retirada de vítimas localizadas. BUSCAR é procurar vítimas cuja existência não é confirmada e/ou sua localização não é sabida. SALVAR é retirar uma vítima confirmada



com localização sabida, quer porque foi achada em uma busca quer pela sinalização da própria vítima à equipe, por exemplo, acenando de uma janela.

O objetivo maior, a prioridade tática em um combate a incêndio é a preservação da vida. Em uma situação de incêndio em edificação onde há vítimas, a preservação das vidas torna-se um grande complicador tático. Isso se dá por várias razões. Primeiramente porque o desenvolvimento do incêndio em compartimentos tem uma evolução muito rápida devido à acumulação da capa térmica e ao consequente *feedback* radiativo. Outra razão é que, em um ambiente de incêndio, a visibilidade fica reduzida e os bombeiros quase sempre atuam em ambientes desconhecidos.

Por essas razões, principalmente pelo desenvolvimento rápido dos incêndios em compartimento, o combate sempre deve ser priorizado em relação às buscas. O salvamento, sempre que possível precede o combate. Esclarecendo:

Se há vítimas localizadas e confirmadas, o SALVAMENTO (retirada) destas vítimas deve ser feito antes do combate se isso for possível.

As vezes o salvamento não pode ser feito antes do combate. Por vezes a vítima, apesar de localizada, o acesso a ela precisa ser aberto pelo combate.

Quando não há vítimas confirmadas e localizadas, o combate deve ser priorizado e as operações de busca ficam em segundo plano.

Isso não significa que a preservação de vidas tenha deixado de ser prioridade. O que acontece é que o melhor que se pode fazer por vítimas não localizadas em um incêndio é eliminar o incêndio. Imagine-se a busca em um ambiente de incêndio em uma edificação desconhecida e com visibilidade reduzida. Leva-se muito tempo para encontrar vítimas que podem nem existir ou podem nem estar vivas. O tempo em um incêndio em compartimento é crucial. O incêndio em compartimento pode desenvolver-se com muita rapidez dependendo da ventilação do ambiente, assim, se a equipe priorizar a BUSCA e deixar de lado o combate, é provável que o incêndio desenvolva-se ao ponto de ceifar a vida de outras vítimas e colocar em risco a própria equipe. Um combate ofensivo, por outro lado, pode eliminar rapidamente o incêndio dando liberdade à equipe, para, após dominado o incêndio e gerenciado o risco, proceder as buscas com tranquilidade e em um ambiente menos desconfortável e com mais visibilidade.





Por isso, quando não há vítimas localizadas, o combate é priorizado em relação às buscas. No caso de vítimas localizadas, trata-se de salvamento, que foi tratado no item anterior.

Quando há efetivo suficiente para proceder simultaneamente combate e busca/salvamento, isso pode ser feito. O combate ofensivo e agressivo eliminará os riscos para as vítimas na edificação e quando é simultâneo ao salvamento as chances de preservação de vidas aumentam. Tendo efetivo suficiente, uma equipe procede o combate, enquanto outra equipe parte para o salvamento e buscas, sendo o salvamento prioridade.

O Corpo de Bombeiros Militar do Espírito Santo, buscando reduzir o tempo resposta do atendimento à população capixaba, pulverizou seu efetivo de forma que o efetivo padrão para uma equipe responsável por combate a incêndios e busca e salvamento nos locais de sinistro, é composta por cinco militares, dificultando, desta forma, que nas ocorrências de incêndio existam equipes distintas para atuar no combate ao fogo e para realizar a busca e salvamento de vítimas.

Caso a equipe esteja completa, com Condutor Operador, Chefe, Auxiliar e 2 Operadores, dependendo da situação, o Ch Gu pode dividir a equipe em duas duplas incluindo-se em uma delas. Assim, um par de bombeiros fica responsável pelo combate e o outro fica responsável pela busca e salvamento (o COV fica junto à viatura). É uma situação ruim, pois quando o Ch Gu precisa imergir na ação, perde o controle, mas, dependendo das dimensões da edificação, pode ser interessante, já que ele pode ficar em um dos pares e conseguir manter razoavelmente o controle da atuação.

Traçaremos a seguir algumas considerações com objetivo de direcionar a conduta do chefe de guarnição quanto à busca de vítimas em ocorrências de incêndio.

15.1 PROCEDIMENTOS NA FASE DO RECONHECIMENTO

Ao receber um chamado para uma ocorrência de incêndio, deve-se perguntar inicialmente ao solicitante se há a possibilidade de existência de vítimas no local. Em havendo a possibilidade, uma Unidade Básica de Saúde Móvel (Guarnição do Resgate) deve ser empenhada em apoio à equipe de combate ao incêndio.





Caso seja possível montar uma equipe (3 ou até mesmo 2 militares) para os trabalhos de busca e salvamento concomitante com o combate, isso deve ser feito. Para isso, deve haver para a equipe de busca e salvamento equipamentos de proteção individual e respiratória, lanterna, cordas e equipamentos de arrombamento.

Durante o deslocamento deverá ser verificado junto à central de operações o máximo de informações possíveis com relação às possíveis vítimas, por exemplo:

- Informar-se quanto a suspeita e/ou confirmação de vítimas no local;
- Verificar se as vítimas estão presas na edificação sinistrada ou se estão no exterior da mesma;
- Verificar quantidade de vítimas;
- Informar-se quanto à possível localização da vítima no interior da edificação sinistrada;
- Verificar se o sinistro ocorre em uma edificação vertical ou horizontal, e no caso de edificação vertical, em qual pavimento está ocorrendo o incêndio e em quais pavimentos estão as vítimas;
- Verificar situação das vítimas;

Ao chegar ao local, o chefe de guarnição deve, na medida do possível, confirmar as informações colhidas durante o deslocamento. Após esta confirmação, será possível encontrar os seguintes cenários, sendo que um não exclui o outro:

Vítimas não presas do lado de fora da edificação sinistrada;

Vítimas evidentes no interior da edificação, visíveis em uma janela alta ou gradeada, ou na cobertura, ou ainda, evidente devido aos gritos de socorro, possivelmente trancadas ou impedidas de sair por conta do foco que obstrui a rota de fuga, ou por conta de alguma deficiência física. Portanto, nestes casos a localização das vítimas é conhecida;

Vítimas confirmadas com localização provável, em que, provavelmente ouvia-se pedidos de socorro, ou tinha-se algum contato visual e com o passar do tempo não se tem mais nenhum contato;





Vítimas não confirmadas, ou apenas suspeitas da existência de vítimas ou ainda possibilidades desta existência.

Em cada um desses casos um procedimento deve ser adotado como objetivo principal.

15.2 TIPOS DE AÇÕES

RESGATE de vítimas não presas: O atendimento pré hospitalar das vítimas que se encontram do lado de fora da edificação, seja porque conseguiu evadir do local por conta própria ou por atuação das equipes dos bombeiros, deve ser efetuado por uma equipe/guarnição específica que fará a triagem do estado de cada vítima, encaminhado imediatamente ao hospital as que assim necessitam listando os ocupantes ilesos para informação daqueles que procuram conhecidos. As pessoas atraídas pelo tumulto serão mantidas à distância por um bom isolamento.

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.

Caso haja mais de uma equipe, quer pelo empenho de mais de uma guarnição quer pela divisão da guarnição em duas equipes, deve haver uma divisão de tarefas. A equipe designada para o combate deve priorizar o estabelecimento e o combate e o apoio às vítimas deve ser feito pelas equipes de busca e de APH (“resgate”).

SALVAMENTO das vítimas evidentes: Ao constatar a presença de vítimas evidentes o primeiro objetivo operacional deve ser a retirada dessas vítimas de dentro da edificação, para tanto, um estabelecimento básico com uma linha deve ser montado de forma a dar segurança aos bombeiros e às vítimas nas passagens de ambientes e progressão na edificação.

Caso essas vítimas estejam em um local seguro, e exista alguma rota de fuga segura, o próprio pessoal da equipe do resgate poderá fazer o salvamento enquanto a equipe do ABTS (Auto Bomba Tanque e salvamento) poderá se preocupar com o Combate ao



fogo atentando para não direcionar o foco, vapores e gases aquecidos para o local onde a vítima se encontra.

Caso as vítimas estejam impedidas de sair, pois, a rota de fuga está obstruída pelo fogo, gases ou vapores aquecidos, o Chefe de Linha e Auxiliar de linha deverão adentrar a edificação no ponto entre o foco e a vítima, acompanhado do Chefe e auxiliar de guarnição que farão a retirada das vítimas enquanto são protegidos pela linha.

Para este salvamento, pode ser necessário cortar grades com um corta-frio ou subir escada prolongável com EPI e EPR.

No caso de uma vítima evidente em uma janela com fumaça saindo pela janela, pode ser necessário um procedimento propagado pelos bombeiros americanos que consiste no rápido acesso pela janela, o fechamento da porta do cômodo que o liga com o restante da edificação (antiventilação) para impedir o acesso de fumaça e retardar a propagação para aquele cômodo e o salvamento da vítima com sua retirada pela janela.

Novamente, caso haja mais de uma equipe, a equipe designada para busca e salvamento cuida das vítimas evidentes e a equipe de combate segue para o combate.

Caso seja necessário direcionar parte do combate para garantir o acesso ou a retirada de uma vítima evidente, isso pode ser feito tanto pela linha de combate como uma linha a mais pode ser armada e operada pela linha de busca e salvamento. Nesse último caso, a atuação deve ser coordenada para que não ocorra um combate cruzado com uma equipe empurrando o incêndio em direção à outra.

BUSCA às vítimas confirmadas com localização provável (Busca Rápida):

Havendo informação de vítimas confirmadas com localização provável (em tal quarto, por exemplo) a critério do Chefe de Guarnição (ou mais antigo no local), 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.

- Um estabelecimento básico com uma linha é montado para garantir a segurança nas passagens de ambientes mantendo a segurança dos bombeiros e das vítimas;
- Caso o cômodo esteja tomado pelas chamas, esta linha poderá ser utilizada para proteger a vítima criando um escudo protetor de forma a possibilitar sua retirada;



- O chefe e auxiliar de linha ficam a postos com a linha para atuarem no caso de necessidade, conforme orientação do Ch. Gu;
- O Auxiliar de Gu. força a entrada no cômodo específico com um pé de cabra, aparelho hidráulico ou corta frio atentando para o risco de fenômenos extremos do fogo como flashover ou backdraft;
- Em seguida, o Aux de Gu entrega as ferramentas ao Aux de linha e adentra ao cômodo para realizar buscas exclusivamente naquele cômodo;
- Caso a porta esteja aberta, a mesma deve ser fechada para impedir que o fogo se propague em direção àquele local;
- Se a janela puder ser fechada, Aux de Gu entra e o Chefe de Gu, ou Aux de Linha (Caso seja seguro o Ch de Linha atuar sozinho) 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.
- Encontrando a vítima, o Aux de Gu retira-a com a ajuda do Ch de Gu ou Aux de Linha.

Novamente, no caso de haver mais de uma equipe funcionando na ocorrência, a busca rápida deve ser feita por uma equipe designada para isso enquanto a equipe de combate segue no combate.

BUSCA feita pela linha de combate durante a progressão ao foco (BUSCA PRIMÁRIA)

Nos casos de vítimas não confirmadas, porém com a possibilidade de existência de alguma vítima, ou ainda quando se ignora totalmente a localização das possíveis vítimas, o ataque ao fogo deve ser iniciado com uso da tática ofensiva. A equipe de combate pode executar buscas nas imediações da progressão em direção ao foco. A linha de combate não vai se desviar do caminho em direção ao foco para efetuar buscas, mas durante sua progressão para o foco, nas imediações da linha, pode efetuar algumas ações de busca.

Esse tipo de busca é melhor executado quando a linha de combate é composta por 3





bombeiros, ficando o terceiro a cargo das buscas. É uma opção quando se tem efetivo reduzido e não se consegue montar uma equipe apenas para as ações de busca.

O Aux de linha, ou o terceiro bombeiro da linha, deve levar consigo alguns equipamentos para realização da busca como lanterna, rádio comunicador e material de arrombamento (pé de cabra, alavanca, corta frio ou machado), que também poderá ser utilizado para tatear sob móveis durante a progressão aumentando a área de vasculhamento.

Os procedimentos de busca primária são feitos da seguinte forma:

- A linha nunca abandona o combate por causa de vítimas. Ela pode executar algumas ações rápidas sem prejudicar muito o combate.

Parar o combate pode permitir o desenvolvimento do incêndio e condenar vítimas ainda não encontradas.

O melhor que se pode fazer pelas vítimas é extinguir rapidamente o incêndio.

Os cômodos adjacentes à progressão são checados pelo último bombeiro da linha:

- Abrindo os cômodos fechados, vasculhando nas proximidades da porta e atrás dela e chamando por vítimas e ouvindo possível resposta enquanto observa-se no cômodo se há fumaça e/ou fogo;
- O fogo deve ser apagado e a fumaça resfriada;
- Se houver vítima consciente no cômodo, deve-se avisar o responsável pela operação e orientar a vítima a:
 - Arejar o cômodo para o exterior e ali permanecer com a porta para o interior da edificação fechada; ou
 - Orientar a vítima a seguir a mangueira até a saída.

Caso a linha possua 3 integrantes, o terceiro pode seguir com ela até a saída.

A linha jamais deve ficar com menos de 2 integrantes já que a prioridade desta linha é o combate e este **NÃO** pode ser feito com a linha manejada por apenas 1 bombeiro.

Se houver uma vítima inconsciente, além do fato ser comunicado ao responsável pela operação:





- Ela pode ser deixada no cômodo caso ele esteja seguro (sem risco iminente de eclosão de fogo) e a porta deve ser fechada;
- Ela pode ser levada para fora pelo 3º bombeiro da linha enquanto os outros dois continuam a progressão e combate.

Após a checagem em um cômodo, a porta deve ser fechada e uma traço na metade inferior deve ser feito em diagonal (como um dos traços de um “X”);

Além dos cômodos adjacentes a linha pode deparar-se com uma vítima no caminho de sua progressão. Os procedimentos a serem seguidos então são os seguintes:

No caso de vítima encontrada consciente e deslocando-se:

- Avisa-se ao responsável pela operação;
- Estando a linha com 3 bombeiros, o 3º pode acompanhar a vítima ao exterior;
- Estando a linha com 2 bombeiros, o 2º NÃO abandona o combate para acompanhar a vítima;
- A vítima pode ser orientada a seguir a mangueira em direção à saída;
- A vítima pode ser deixada em um dos cômodos adjacentes que esteja seguro, nesse caso, além do traço do “X” na porta, deve ser marcado um “V” no meio da porta.

No caso de encontrar vítima inconsciente, não é possível uma boa checagem dos sinais vitais (respiração e circulação), pelo fato de o bombeiro estar com luvas nas mãos e com a máscara no rosto.

Não se deve parar o combate por causa dessa vítima. Ela pode estar morta e a parada na progressão pode permitir a evolução do incêndio de modo a condenar outras vítimas ainda não encontradas e que estavam vivas.

Nesse caso então de encontrar vítima inconsciente no caminho da linha, os procedimentos são os seguintes:

- Avisa-se ao responsável pela operação;
- Estando a linha com 3 bombeiros, o 3º pode retirar a vítima para o exterior;
- Estando a linha com 2 bombeiros, o 2º NÃO abandona o combate para retirar a





vítima;

- A vítima pode ser deixada em um dos cômodos adjacentes que esteja seguro;
- A vítima pode ser deixada em um dos cômodos adjacentes que esteja seguro, nesse caso, além do traço do “X” na porta, deve ser marcado um “V” no meio da porta.

Nos casos em que a vítima estiver sendo atingida ou sob o risco iminente de ser atingida pelas chamas, o Aux de Linha deve fazer sua retirada imediata até um local seguro, onde o Aux de Gu a encontrará e terminará a retirada.

Havendo duas linhas, uma continua a progressão e a outra retira a vítima.

Não há equipe específica de buscas durante a progressão. As buscas são feitas pela linha de mangueira e o salvamento pelo Aux de Guarnição, podendo este ser apoiado pelo Aux de linha, e até pelo Ch de Guarnição.

O Aux de Gu leva equipamentos de salvamento como corda, equipamentos de altura, macas (no caso que necessitar e for possível), etc.

Não se deve prosseguir na exploração sem antes certificar-se de que os caminhos a serem utilizados e as rotas de escape estão desobstruídas.

O ataque não pode ser interrompido ou adiado para fazer buscas, pois a propagação do fogo tende a vitimar bombeiros e outras pessoas.

BUSCA feita por equipe designada para isso, após extinção do fogo ou atrás de linha de combate (BUSCA SECUNDÁRIA)

Após a extinção do fogo, torna-se possível explorar sistematicamente o ambiente para encontrar vítimas em menos tempo e com mais segurança. 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 enquanto uma dupla de bombeiros (podendo ser o Ch e Aux de Guarnição) começa a busca. Havendo pessoal disponível, outras duplas podem ser empenhadas também para essa missão.





Os cômodos devem ser ventilados da maneira correta e segura para aumentar a visibilidade.

Não progredir sem antes demarcar convenientemente o ambiente já explorado, para evitar explorá-lo novamente ou que outras equipes venham a refazer. A porta dos cômodos deve ser marcada completando o “X” iniciado na porta pela linha de combate durante a busca primária, caso esta tenha sido feita no cômodo. Caso seja um cômodo ainda não vasculhado, o “X” deve ser marcado.

A marcação deve ser feita com giz ou fita adesiva na entrada do ambiente. Um traço sinaliza que a busca está em andamento ou apenas a busca primária foi feita. Dois traços significam que a busca foi concluída.

Para áreas extensas, usam-se mapas e/ou croquis para a demarcação dos locais já explorados.

Mesmo após a extinção do foco e início da ventilação, o local ainda está aquecido e com riscos, pois a busca por vítimas não pode aguardar o local está em segurança total para ser iniciada. Desta forma, a busca deve ser feita a três ou quatro apoios, para ficar mais próximo ao chão, visto que a parte mais quente do cômodo será as partes superiores. A progressão em 4 apoios também é recomendada em ambientes com comprometimento da estrutura e baixa visibilidade pois, em 4 apoios, caso o bombeiro depre-se com um buraco no piso, seu centro de gravidade estará antes do buraco dificultando sua queda. Caso esteja caminhando, sentirá o buraco com um passo no vazio e isso o levará para baixo, pois o centro de gravidade estará sobre o vazio.

Os bombeiros devem utilizar EPI e EPR, inclusive com válvula reserva para a possível vítima.

O bombeiro deve checar constantemente a reserva de ar.

Não se deve andar aleatoriamente. Planeje sua busca, mova-se em direção a luz, ventilação e rotas de fuga secundárias. Comece as buscas, pelo exterior (não perca contato com a parede do ambiente e abra as janelas, tão logo seja possível) e termine pelo interior.

Vasculhe todo o local, procure em todos os pequenos compartimentos, armários e boxes e mova todos os móveis.





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.

Dentro de cada cômodo, deve-se parar alguns segundos e tentar ouvir algum som emitido por vítima.

Nos casos de edifícios altos, assim como o combate, a busca deve ser feita na seguinte ordem de prioridade: No pavimento do incêndio, no pavimento imediatamente acima do incêndio e no pavimento mais alto do prédio. Depois, ela será feita descendo pelos pavimentos ainda não vasculhados. Essa ordem segue a probabilidade de propagação do incêndio.

Esses procedimentos de busca também devem ser utilizados por uma equipe de busca que atue ao mesmo tempo que uma equipe de combate acrescentando um item de máxima importância: a busca nunca será feita adiante do esguicho. A busca só é feita atrás da linha de combate ou depois de extinto o fogo.

No caso de edificações verticalizadas, consideram-se os andares ainda não sinistrados como atrás da linha do esguicho.

15.3 TÉCNICAS DE RETIRADAS DE VÍTIMAS

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. Para isso, há várias técnicas que podem ser utilizadas:

Caminhando: quando a vítima estiver consciente e puder andar oriente-a sobre a rota de fuga e sobre caminhar o mais baixo possível. Em alguns casos onde a vítima está desorientada, um apoio de ombro é suficiente para auxiliá-la em seu deslocamento.



Nos braços: Para vítimas leves e percursos curtos, a vítima pode ser levada nos braços.

Por arrastamento: Quando a vítima não pode caminhar e seu peso não possibilitar ser carregada nos braços, os bombeiros podem utilizar uma lona sob a vítima e realizar um arrastamento da vítima;

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.

Com o emprego de uma cadeira ou prancha rígida: procedimento ideal para retirada de vítimas gravemente feridas, com risco de traumas, 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.

Utilizando rotas de fuga da edificação: No caso de prédios que possuam escadas enclausuradas, a prova de fumaça ou pressurizada, pode-se utilizar as mesmas para garantir a fuga por uma via relativamente segura.

Descendo a vítima pela escada prolongável: Tanto para vítimas conscientes ou imobilizadas, a escada prolongável pode ser utilizada para retirada de vítimas em pavimentos superiores.

Utilizando Auto Plataforma/Escada: Esse recurso deve ser empenhado em casos de edifícios altos, entretanto deve-se observar que sua atuação é lenta e a plataforma sempre deve arvorar acima do pavimento onde está a vítima e depois descer ao seu alcance.

Utilizando técnicas de salvamento em altura como rapel e tirolesa nos casos de edifícios altos com rotas de fuga pelas escadas obstruídas;

Retirada de vítimas em ambientes onde há fogo: nestas situações a vítima deve ser afastada do foco o mais rápido possível e uma linha de mangueira deve fazer a proteção. As técnicas de retirada podem ser:

- Por trás da vítima segurando por baixo das axilas;
- Arrastando a vítima com auxílio de um cabo solteiro;

- Com atuação de dois bombeiros.

Em todos os casos, deve se observar que devido a estratificação do calor em um ambiente incendiado, as vítimas devem ser conduzidas o mais próximo do chão possível.

15.4 RISCOS

Durante as buscas (em qualquer estágio), os bombeiros devem atentar quanto aos riscos provenientes de um local sinistrado. Os principais riscos associados a uma busca em incêndio são:

- Alta temperatura e calor do ambiente e da capa térmica (fumaça);
- Fenômenos extremos do fogo como flashover e backdraft;
- Asfixia pelos gases provenientes da combustão;
- Riscos de choques elétricos;
- Colapso de estruturas acima ou abaixo do bombeiro.

15.5 GENERALIDADES

Qualquer busca deve ser coordenada com o comandante de socorro, pois pode afetar o ataque ao fogo, a ventilação e outras buscas.

- Em incêndios compartimentados com possíveis vítimas, a tática ofensiva é a ideal, pois produz menos vapor de água. A produção de muito vapor de água é arriscada pois faz a capa térmica aumentar de tamanho levando calor para as áreas mais baixas dos compartimentos;
- Em todas abordagens de ambientes, forçada ou não, deve se preocupar com a ocorrência de fenômenos extremos, como flashover e backdraft, desta forma, para adentrar qualquer cômodo deve-se utilizar a técnica correta de abertura.
- Quando houver várias vítimas necessitando socorro, uma ou mais equipes de bombeiros deverão ser acionadas em apoio e se possível, duplas de bombeiros serão definidas para serem responsáveis exclusivamente pelas buscas;



- Mesmo não havendo vítimas evidentes, sempre que possível 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;
- 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.
- 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.





16 REFERÊNCIAS

BRASIL. Exército Brasileiro. **Manual de explosivos** T9-1093.

DISTRITO FEDERAL. Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal. **Manual Básico de Combate a Incêndio**, Módulo 6. Distrito Federal: 2009.

GRIMWOOD, Paul. **Euro Firefighter**. Inglaterra: Jeremy Mills Publishing. 2008

GRIMWOOD, Paul. et alii. **3D Firefighting: techniques, tips, and tactics**. Stillwater, OK: Fire Protection Publications. 2005.

GRIMWOOD, Paul; DESMET, Koen. **Tactical Firefighting: a comprehensive guide to compartment firefighting and live fire training**. Londres: CEMAC, jan, 2003.

International Fire Service Training Association. **Essentials of firefighting and fire department operations**. 5ª Ed. Oklahoma: Fire Protection Publications, 2008.

OLIVEIRA, Marcos de. **Manual de estratégias, táticas e técnicas de combate a incêndio estrutural**. Florianópolis: Editograf, 2005.

SÃO PAULO. Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado de São Paulo.

Coletânea de Manuais Técnicos de Bombeiros, Títulos 1, 23, 32, 42. São Paulo 2066.





**GOVERNO DO ESTADO
DO ESPÍRITO SANTO**

*Secretaria da Segurança Pública
e Defesa Social*



**CORPO DE BOMBEIROS
MILITAR** ESPÍRITO SANTO

Orgulho do Povo Capixaba



. GERÊNCIA DE CURSOS DE EXTENSÃO

      **BombeiroMilitarES**

 www.bombeiros.es.gov.br VIDA ALHEIA E RIQUEZAS SALVAR