



## VENTILAÇÃO TÁTICA



**MVT**



**MANUAL DE VENTILAÇÃO  
TÁTICA**

1ª Edição  
2006

Volume  
14

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

**Comandante do Corpo de Bombeiros**

Cel PM Antonio dos Santos Antonio

**Subcomandante do Corpo de Bombeiros**

Cel PM Manoel Antônio da Silva Araújo

**Chefe do Departamento de Operações**

Ten Cel PM Marcos Monteiro de Farias

**Comissão coordenadora dos Manuais Técnicos de Bombeiros**

Ten Cel Res PM Silvio Bento da Silva

Ten Cel PM Marcos Monteiro de Farias

Maj PM Omar Lima Leal

Cap PM José Luiz Ferreira Borges

1º Ten PM Marco Antonio Basso

**Comissão de elaboração do Manual**

Cap PM Edenilson Accarini

Cap PM Luiz Rubens Pinto de Carvalho Júnior

1º Ten PM Alexandre Riquena Costa

1º Ten PM Roaldson Jocenildo de Melo

1º Sgt PM Marcelo Sartori

1º Sgt PM Vicente de Paula Mariano

2º Sgt PM Roberto Kaetsu

**Comissão de Revisão de Português**

1º Ten PM Fauzi Salim Katibe

1º Sgt PM Nelson Nascimento Filho

2º Sgt PM Davi Cândido Borja e Silva

Cb PM Fábio Roberto Bueno

Cb PM Carlos Alberto Oliveira

Sd PM Vitanei Jesus dos Santos

## **PREFÁCIO - MTB**

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

São Paulo, 02 de Julho de 2006.

Coronel PM ANTONIO DOS SANTOS ANTONIO

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

---

|         |   |    |
|---------|---|----|
| 1       | Introdução à ventilação tática.....                 | 13 |
| 1.1     | A importância da ventilação.....                    | 14 |
| 1.2     | Tipos de ventilação.....                            | 14 |
| 1.2.1   | Ventilação natural.....                             | 14 |
| 1.2.2   | Ventilação forçada.....                             | 15 |
| 1.3     | Técnicas de ventilação.....                         | 16 |
| 1.3.1   | Ventilação horizontal ou cruzada.....               | 16 |
| 1.3.2   | Ventilação vertical.....                            | 17 |
| 1.4     | Ventilação tática.....                              | 18 |
| 1.5     | Comandante no local de incêndio.....                | 19 |
| 2       | O fogo e seus efeitos .....                         | 23 |
| 2.1     | O crescimento do fogo .....                         | 25 |
| 2.1.1   | Fases do incêndio em local confinado.....           | 25 |
| 2.1.1.1 | Fase inicial .....                                  | 25 |
| 2.1.1.2 | Fase de queima livre.....                           | 26 |
| 2.1.1.3 | Fase de queima lenta .....                          | 27 |
| 2.2     | Quantidade de fumaça produzida.....                 | 29 |
| 2.3     | A fumaça e seus efeitos .....                       | 29 |
| 2.3.1   | Monóxido de carbono .....                           | 31 |
| 2.3.2   | Acroleína.....                                      | 32 |
| 2.3.3   | Gás clorídrico .....                                | 33 |
| 2.3.4   | Gás carbônico ou dióxido de carbono .....           | 33 |
| 2.3.5   | Gás cianídrico .....                                | 33 |
| 2.3.6   | Óxidos de nitrogênio .....                          | 34 |
| 2.3.7   | Fosgênio .....                                      | 34 |
| 2.4     | Água aplicada nos incêndios.....                    | 34 |
| 3       | O fenômeno “Backdraft”.....                         | 39 |
| 3.1     | Redução do suprimento de oxigênio no incêndio ..... | 39 |
| 3.2     | Definição de “Backdraft”.....                       | 40 |
| 3.3     | Possíveis cenários para o “backdraft”.....          | 40 |
| 3.4     | Sinais de um “Backdraft”.....                       | 41 |
| 3.5     | Ação dos bombeiros .....                            | 43 |
| 3.5.1   | Resumo das evidências do “Backdraft”.....           | 44 |
| 3.5.2   | Procedimentos de segurança .....                    | 44 |

---

|       |   |    |
|-------|---|----|
| 3.6   | Simulação do “ <i>Backdraft</i> ”.....                  | 45 |
| 4     | O fenômeno “ <i>Flashover</i> ” .....                   | 51 |
| 4.1   | A propagação do fogo .....                              | 51 |
| 4.2   | Definição de “ <i>Flashover</i> ” .....                 | 53 |
| 4.3   | Possíveis cenários para o “ <i>Flashover</i> ” .....    | 53 |
| 4.4   | Ações do bombeiro .....                                 | 53 |
| 4.4.1 | Resumo das evidências do “ <i>Flashover</i> ” .....     | 54 |
| 4.4.2 | Procedimentos de segurança .....                        | 54 |
| 4.5   | Ensaio de um “ <i>Flashover</i> ” .....                 | 54 |
| 5     | Avaliação da necessidade de Ventilação.....             | 61 |
| 5.1   | Considerações gerais.....                               | 61 |
| 5.2   | Benefícios da ventilação.....                           | 63 |
| 5.3   | Análise de risco.....                                   | 65 |
| 5.4   | Fatores que interferem na escolha da ventilação.....    | 66 |
| 5.4.1 | Quando a ventilação horizontal pode ser apropriada..... | 66 |
| 5.4.2 | Quando a ventilação vertical pode ser apropriada .....  | 67 |
| 6     | Ventilação horizontal .....                             | 71 |
| 6.1   | Considerações gerais.....                               | 71 |
| 6.2   | Princípios físicos envolvidos.....                      | 71 |
| 6.3   | Princípios da ventilação horizontal.....                | 72 |
| 6.4   | Método de fazer aberturas.....                          | 73 |
| 6.5   | Fatores que impedem a ventilação horizontal .....       | 75 |
| 6.6   | Procedimentos para a ventilação horizontal.....         | 75 |
| 7     | Ventilação vertical.....                                | 79 |
| 7.1   | Considerações gerais .....                              | 79 |
| 7.2   | As vantagens da ventilação vertical .....               | 79 |
| 7.3   | Procedimentos de segurança na ventilação vertical ..... | 80 |
| 7.4   | Métodos de aberturas .....                              | 80 |
| 7.5   | Ventilação vertical ofensiva e defensiva .....          | 81 |
| 8     | Ventilação forçada.....                                 | 87 |
| 8.1   | Considerações gerais .....                              | 87 |
| 8.2   | Principais vantagens da ventilação forçada.....         | 87 |
| 8.3   | Desvantagens da ventilação forçada .....                | 87 |
| 8.4   | Principais técnicas da ventilação forçada .....         | 88 |

|         |   |     |
|---------|---|-----|
| 8.4.1   | Ventilação por pressão negativa .....   | 88  |
| 8.4.1.1 | Exaustores.....   | 88  |
| 8.4.1.2 | Ventilação com jatos de água.....   | 89  |
| 8.4.1.3 | Sistemas de ar condicionado .....   | 91  |
| 8.4.1.4 | Sistemas de exaustão .....  | 91  |
| 8.5     | Considerações de segurança .....  | 92  |
| 9       | Ventilação por pressão positiva .....   | 95  |
| 9.1     | Considerações gerais .....  | 95  |
| 9.2     | Performance do ventilador .....   | 95  |
| 9.3     | Posicionamento dos ventiladores .....   | 97  |
| 9.4     | Combatendo contra o vento .....   | 98  |
| 9.5     | Local e tamanho do compartimento com fogo .....   | 99  |
| 9.6     | Efeito das aberturas .....  | 100 |
| 9.7     | Uso de mais de um ventilador .....  | 100 |
| 9.8     | Opção tática de Ventilação por pressão positiva - defensiva .....   | 102 |
| 9.8.1   | Remoção de fumaça como parte de combate .....   | 103 |
| 9.9     | Opção tática de Ventilação por pressão positiva - ofensiva.....   | 104 |
| 9.9.1   | Edificações residenciais .....  | 104 |
| 9.9.2   | Caixas de escadas .....   | 104 |
| 9.9.3   | Corredores .....  | 105 |
| 9.9.4   | Porões.....   | 105 |
| 9.9.5   | Grandes volumes .....   | 106 |
| 9.10    | Exemplos de ventiladores utilizados na ventilação tática.....   | 107 |
| 10 A    | Ventilação aplicada à prevenção de incêndios em edificações.....  | 115 |
| 10.1    | Utilização de dutos de ar de escadas à prova de fumaça (PF).....  | 117 |
| 10.2    | Edifícios com escadas à prova de fumaça pressurizadas (PFP).....  | 118 |
| 10.3    | Edifícios com sistema de controle de fumaça natural ou mecânico (para edificações com altura superior a 60 metros, exceto as de natureza residencial, ou sem compartimentação vertical e horizontal)..... | 121 |
| 11      | Síntese de procedimentos .....  | 129 |
| 11.1    | Procedimentos táticos de ventilação .....   | 131 |
| 12      | Referências bibliográficas.....   | 135 |



No desenvolvimento deste manual é observada uma abordagem sequencial dos diversos itens que o compõem, de tal maneira que o assunto abordado em um item anterior possibilite o entendimento dos itens subseqüentes.

Desta maneira, este manual de ventilação tática procura ser um complemento do manual de fundamentos, colaborando para que as equipes de bombeiros executem suas ações de modo técnico e científico, abandonando o modo de aprendizagem empírica.

Pode-se observar, em nosso cotidiano, que havendo uma pequena quantidade de fumaça indesejável ao redor, por exemplo, proveniente de um cigarro, abana-se com as mãos ou com outro objeto para movimentá-la e empurrá-la para longe ou, ainda, abre-se portas e janelas para que o escoamento ocorra com maior facilidade. Guardadas as devidas proporções, a fumaça, em um local de sinistro, também é indesejável por várias razões, sendo, portanto, de suma importância que o bombeiro saiba como lidar com estas situações, solucionando tecnicamente os problemas decorrentes de um incêndio, especificamente sobre ventilação. É claro que o profissional do fogo não vai utilizar as mãos para ventilar, porém, o princípio de extração da fumaça, auxiliada por equipamentos e métodos próprios, é o mesmo, sendo necessária uma análise do local a ser ventilado, associado a conceitos que são abordados, de tal modo que o grau de eficiência seja cada vez maior.

A ventilação em um local de incêndio é uma ação que o bombeiro executa para facilitar a sua atuação no combate, pois ela oferece grandes vantagens, diretamente ligadas à segurança e eficiência nos trabalhos executados; entre várias vantagens, pode-se destacar o aumento da visibilidade, a identificação do foco de incêndio, a diminuição do calor do ambiente e a redução da concentração de gases tóxicos.

Diante desta abordagem, o presente manual tem como objetivo: fazer com que as guarnições de bombeiros conheçam e apliquem as técnicas de ventilação, de acordo com as circunstâncias encontradas no cenário de incêndio, para permitir e facilitar a execução dos diversos trabalhos; definir os tipos de ventilação e identificar suas vantagens e efeitos; definir os riscos imediatos e as precauções a serem tomadas; prevenir contra os riscos de uma explosão ambiental e o que fazer diante de uma situação como esta, pois a ventilação também pode gerar riscos aos bombeiros durante o combate ao incêndio, quando os princípios táticos de combate não forem observados, colaborando para a ocorrência do “*backdraft*” e “*flashover*” .

## 1. Introdução à ventilação tática

**A ventilação tática pode ser definida como:**

***“A remoção sistemática do calor, da fumaça e demais produtos da combustão, do interior de um local confinado, e a gradual substituição daquela atmosfera contaminada por um suprimento de ar limpo e fresco<sup>2</sup>”.***

A ventilação em um local de sinistro deve ser considerada como um fator importante para o sucesso de uma operação de combate a incêndio, pois a presença da fumaça dificulta sobremaneira as ações dos bombeiros, ou mesmo, dos moradores dos locais que estão sendo atingidos.

Existem basicamente três situações em que o bombeiro pode executar a ventilação, podendo ocorrer em várias fases do incêndio:

- após a chegada ao local, porém antes do controle do incêndio;
- após o controle, mas, antes da extinção do incêndio; e
- após a extinção do incêndio.

Quando a ventilação é usada antes da extinção do incêndio, isto pode afetar a propagação do fogo e gerar benefícios ou dificuldades, dependendo da avaliação e da habilidade dos bombeiros.

Em alguns países europeus são feitas três distinções sobre a ventilação em combate a incêndio, a saber:

- “Self ventilation” - quando a estrutura danificada pelo fogo gera um aumento da ventilação;
- Ventilação automática - quando há ventiladores instalados previamente na edificação e são acionados automaticamente, geralmente no início do incêndio, por meio de detectores automáticos de fumaça;
- Ventilação tática - quando requer a intervenção das guarnições de bombeiros no local para criar aberturas, a fim de liberar os produtos oriundos da combustão e permitir a entrada de ar fresco.

Este manual trata sobre ventilação tática, porém, muitos dos seus efeitos, que estão descritos, também ocorrem com as outras formas de ventilação mencionadas anteriormente.

---

<sup>2</sup> INTERNATIONAL FIRE SERVICE TRAINING ASSOCIATION. *Fire service ventilation*. 7. ed. Oklahoma State University, Oct. 1996, p. 25 – USA.

A ventilação tática somente ocorre quando as guarnições de bombeiros atendem a ocorrência de incêndio.

### **1.1 A importância da ventilação**

De forma similar às outras opções táticas disponíveis para os bombeiros, a ventilação tática pode agravar a situação, se for incorretamente aplicada, porém, usada adequadamente, será de significativo benefício no combate ao incêndio pois visa, entre outras coisas, proteger as saídas, restringindo a propagação da fumaça; propiciar visibilidade e aumento do tempo de saída; ajudar na operação de resgate, reduzindo a fumaça e os gases tóxicos para trabalhos de pesquisa em que haja o risco de pessoas retidas na edificação.

A ventilação tática proporciona ainda, segurança para os bombeiros, reduzindo o risco de “*flashover*” e “*backdraft*”, facilitando o controle dos efeitos do “*backdraft*”; auxilia na rapidez do ataque e extinção, removendo o calor e a fumaça, permitindo uma rápida entrada dos bombeiros na edificação, aumentando a visibilidade e auxiliando no combate ao incêndio; reduz danos na propriedade por tornar possível localizar e combater o fogo mais rapidamente, restringindo a propagação do fogo e limitando o deslocamento de fumaça e de gases quentes.

### **1.2 Tipos de ventilação**

Este manual resume os diversos tipos de ventilação, tratando especificamente sobre cada um deles, em capítulos distintos.

Basicamente, podemos diferenciar dois tipos de ventilação, por meio dos meios empregados. São eles:

- Ventilação natural; e
- Ventilação forçada.

#### **1.2.1 Ventilação natural**

A ventilação natural utiliza o fluxo natural do ar para retirar a fumaça do ambiente sinistrado. O fluxo natural da fumaça no interior da edificação pode ser produzido pelo vento ou pelo efeito chaminé. Para fazer a ventilação natural, o bombeiro retira as obstruções que impedem o fluxo natural do ar. Estas obstruções podem ser portas, janelas, alçapões fechados, paredes e tetos (coberturas ou telhados), conforme exemplo das figuras 01 e 02, adiante.

**FIGURA 01 – abertura de alçapão**

*FONTE: corpo de bombeiros da polícia militar do estado de são paulo Manual de fundamentos, v. 12, 1996.*

**FIGURA 02 – abertura de telhado**

*FONTE: corpo de bombeiros da polícia militar do estado de são paulo Manual de fundamentos, v. 12, 1996.*

### 1.2.2 Ventilação forçada

A ventilação forçada é realizada por meio de equipamentos mecânicos, como por exemplo, exaustores (fig. 03), ventiladores ou aplicação de água com esguichos reguláveis (fig. 04), para forçar a saída da fumaça da edificação. A ventilação forçada permite criar ou aumentar a velocidade do fluxo de ar no interior da edificação, para promover a sua extração da fumaça para o meio exterior.

Na ventilação natural, o bombeiro depende da velocidade do vento e das aberturas em tamanho suficientes para efetuar a ventilação. Quando as aberturas naturais forem impróprias, tais como quando desalinhadas ou pequenas, o bombeiro pode efetuar a ventilação forçada antes de criar aberturas adicionais. Ao quebrar paredes e telhados, o bombeiro pode provocar um transtorno para o proprietário da edificação, devido aos danos que pode causar, pois, além do fogo, as ações dos bombeiros também podem destruir seu patrimônio.

A ventilação forçada é uma operação rápida que produz um aumento da velocidade do fluxo de ar e fumaça pelas aberturas existentes, que geralmente é suficiente para retirar a fumaça da edificação, permitindo uma boa visualização do local sinistrado.

Com o auxílio de ventiladores, pode-se fazer a (VPP) ventilação por pressão positiva, que é abordada no capítulo 9 deste manual. Este tipo de

ventilação utiliza equipamentos destinados a produzir um fluxo de ar no ambiente, os quais podem ser movidos por motores elétricos ou à explosão.



**FIGURA 03 – uso de exaustor**

*Fonte: O Autor – Dez/2005*



**FIGURA 04 – aplicação de jato de água**

*FONTE: CORPO DE BOMBEIROS DA POLÍCIA MILITAR DO ESTADO DE SÃO PAULO Manual de fundamentos, v. 12, 1996.*

No item seguinte, são abordadas as duas formas básicas de se realizar a ventilação, tanto para a ventilação natural como para a ventilação forçada. Essas duas técnicas são denominadas de ventilação vertical e ventilação horizontal ou cruzada.

### 1.3 Técnicas de ventilação

As técnicas de ventilação dependem do planejamento de onde será permitida a entrada de ar fresco na edificação, a saída da fumaça e dos gases quentes e, se possível, o caminho que devem percorrer.

Há duas opções básicas: ventilação vertical e ventilação horizontal ou cruzada.

#### 1.3.1 Ventilação horizontal ou cruzada

A técnica de ventilação horizontal ou cruzada é aquela em que o fluxo de ar caminha horizontalmente dentro do ambiente.

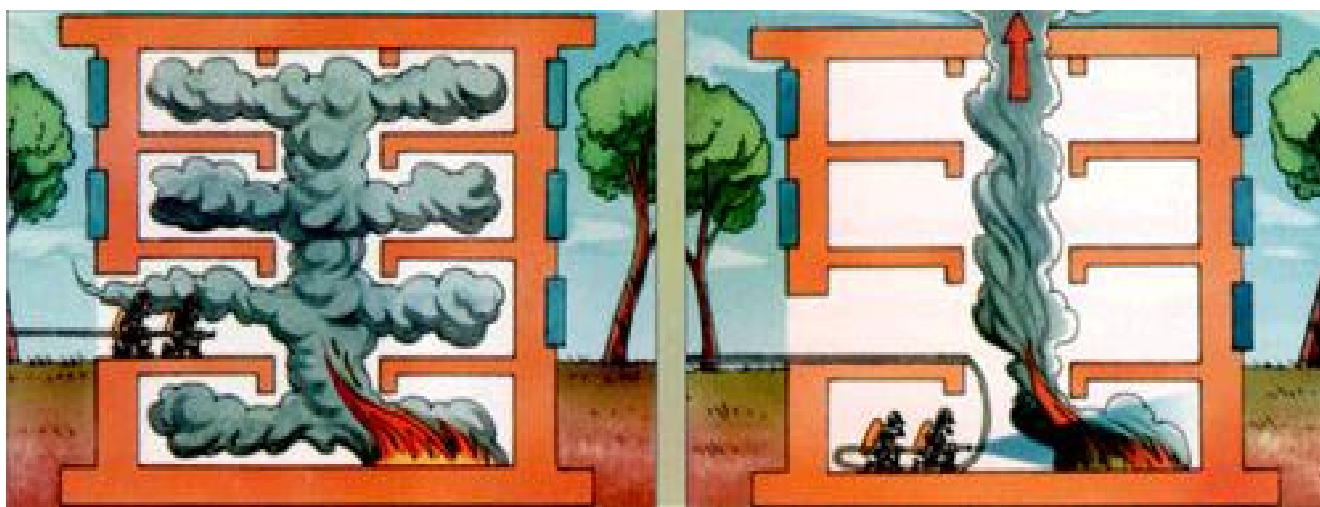
Consiste em aproveitar a direção do vento, retirando-se as obstruções que bloqueiam o fluxo do ar, sendo que, com isso, o ar frio entra no local sinistrado por uma abertura e, a fumaça, sai por outra, situada em lado oposto.

O ideal para este tipo de ventilação é que o ambiente sinistrado possua aberturas alinhadas entre si, em planos paralelos, e a direção do vento coincida com o alinhamento das aberturas, ficando a abertura mais baixa para a entrada do ar fresco e, a abertura mais alta, para a saída da fumaça (Fig. 05 e 06).

### 1.3.2 Ventilação vertical

A técnica de ventilação vertical é aquela em que o fluxo da fumaça é direcionado verticalmente dentro do ambiente sinistrado, aproveitando-se o efeito-chaminé para sua extração.

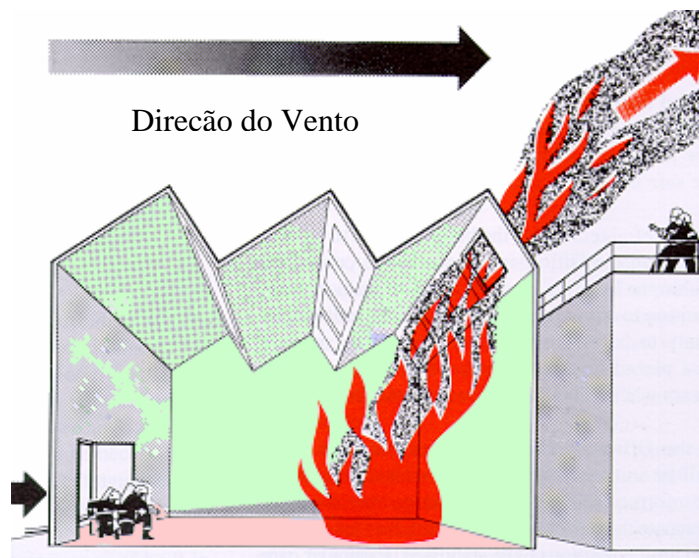
Quando se faz uma abertura no telhado, imediatamente acima do fogo, permite-se que a fumaça e outras partículas oriundas da combustão saiam do ambiente, devido à sua baixa densidade em relação ao ar ambiente menos aquecido (Fig. 05 e 06).



**FIGURA 05 – Técnica de ventilação vertical**

*Fonte: CORPO DE BOMBEIROS DA POLÍCIA MILITAR DO ESTADO DE SÃO PAULO.*

*Manual de fundamentos, v. 12, 1996.*



**FIGURA 06 – Técnica de ventilação vertical**

*Fonte: Fire Service Manual-- v. 2, Dec. 1997*

#### 1.4 Ventilação tática

Durante o combate a um incêndio, os bombeiros devem ter em mente todas as técnicas de combate, incluindo as ações de ventilação. A partir daí, pode-se adotar a ventilação como uma tática indispensável a se obter os resultados desejados nas ações de combate ao incêndio e salvamento. Portanto, denomina-se essa ação como ventilação tática, onde pode ser adotada qualquer uma das técnicas de ventilação de acordo com o momento e o desenvolvimento das ações do combate no local do incêndio.

Aconselha-se que a ventilação tática não deva ser usada enquanto o foco do incêndio não tenha sido localizado e, em todos os casos, uma avaliação deve ser feita sobre os efeitos de sua aplicação.

Normalmente a identificação do foco do incêndio pode ser feita de fora da edificação, porém, há ocasiões em que a ventilação tática pode ser feita para remoção da fumaça e localização do fogo.

Na maioria dos casos, a ventilação é uma tática adequada, sendo o que há de mais eficiente a ser usado nos primeiros momentos do combate. De qualquer forma, o deslocamento de gases quentes dentro da edificação é a

principal causa de propagação do fogo, sendo assim, a decisão de iniciar a ventilação tática deve ser parte da estratégia global do controle de movimento de ar na edificação.

A força e a direção do vento geralmente são os fatores dominantes na Ventilação tática, pois, determinam a velocidade e a direção que a fumaça e os gases quentes tomam no interior da edificação.

Nos incêndios em edificações não é aconselhável o combate ao fogo em posição contrária à direção do vento, bem como a utilização de ventiladores para forçar o ar para dentro da edificação, pois a eficiência desta tática dependerá da capacidade dos ventiladores, quando comparado com a força contrária do vento e, se o vento for muito forte, este pode anular ou prevalecer sobre a ação dos ventiladores.

### **1.5 Comandante no local de incêndio**

A ventilação pode ser somente um elemento da estratégia de combate. Isto deve ser coordenado com outras atividades e não ser confundido com outros procedimentos. A decisão de se usar a ventilação forçada pode acarretar implicações à segurança e a necessidade de recursos materiais.

A estratégia tática adotada pelo comandante no local de incêndio, responsável pelo gerenciamento e a efetiva comunicação, é essencial para o uso da ventilação com segurança.

Qualquer bombeiro, dentro da edificação, necessita estar apto para informar o comandante sobre as condições encontradas no seu interior e estar em melhor posição para poder sinalizar se a ventilação tática está sendo eficiente ou não. Particularmente eles estão em melhores condições, pois, encontram-se bem localizados para informar se há compartimento com risco de “*backdraft*”.

Quando o comandante decide pela ventilação, antes de seu início, todos os bombeiros posicionados dentro da edificação devem ser informados.

O comandante talvez decida pela evacuação do prédio, enquanto a ventilação ocorre, até que as condições estejam estabilizadas.

Atenção especial deve ser dada à segurança dos bombeiros, em piso superior ao fogo, quando a ventilação é iniciada.

Se for decidido que os bombeiros devem permanecer na edificação, eles devem estar em condições de informar o comandante quando estiverem



prontos para o início da ventilação. Estes bombeiros precisam estar protegidos por uma linha de mangueira com esguicho regulável.

Os bombeiros posicionados fora do prédio devem ter suas atividades coordenadas: as equipes empenhadas em fazer as aberturas de saída da fumaça, provavelmente podem não saber se as aberturas de entrada de ar já tenham sido executadas, mas é importante que a ventilação ocorra na seqüência correta.

Enquanto o fogo é combatido, aberturas somente poderão ser feitas de acordo com a estratégia da ventilação tática. Uma vez que o fogo tenha sido extinto, a ventilação pode ser aumentada.

## 2. O FOGO E SEUS EFEITOS

Quando uma vela queima, ocorre o derretimento da cera, e isto permite o aparecimento do pavio que mantém a chama acesa e faz com que a cera continue derretendo e a gerar vapor inflamável. Este vapor é o que queima, formando a chama.

Da mesma forma, o fogo em local confinado faz pensar a respeito de todos os materiais combustíveis como sendo fontes de gases inflamáveis. Esses gases que não necessariamente estão queimando, são gerados quando o material combustível é aquecido. Eventualmente, se os sólidos remanescentes são aquecidos o suficiente, como carvão de madeira, por si só iniciam a queima.

Esses gases sobem como uma nuvem de fumaça (figura 07) e se misturam com o ar. A reação que ocorre entre os gases inflamáveis e o oxigênio no ar produz uma grande quantidade de energia. Esta energia causa o aumento da temperatura dos gases produzidos na reação (os produtos da combustão) e também aparece como radiação térmica (calor) e a radiação visível (chama).

A temperatura elevada dos gases causa um movimento que os leva para cima, devido à baixa densidade, e os induz à mistura com o ar presente, por um processo conhecido como arrastamento<sup>4</sup>.

Abaixo dessa nuvem de fumaça, o centro é rico em gases inflamáveis e é rodeado pelas chamas.

Na parte superior desta nuvem não há chamas e existe uma crescente coluna de fumaça, que consiste em grande quantidade de ar arrastado com produtos não inflamáveis da combustão (principalmente dióxido de carbono e água), os gases, os combustíveis não queimados e a fuligem.

A parte superior dessa nuvem é basicamente instável, produzindo o conhecido “*flash*” associado com o fogo. Em geral, a média de chamas depende do calor gerado pelo fogo.

A nuvem aquecida irradia calor para baixo, até o nível do combustível, esquentando-o e permitindo a continuidade da geração de gases combustíveis. Em geral, há suficiente calor gerado para que o fogo se espalhe, atingindo todo o material combustível ao redor. De qualquer forma, durante os primeiros estágios do fogo, esta não é a principal causa da propagação. Todavia, o efeito da

---

<sup>4</sup> Arrastamento de ar: trata-se do ar fresco existente no ambiente que é levado para junto da combustão em decorrência do processo de queima.

radiação térmica pode se tornar mais significativa no desenvolvimento do fogo, como a causa do “*flashover*”. Isto é abordado mais adiante.

Outro fenômeno, que se pode observar nos sinistros em locais confinados, é a possibilidade de se deparar com um incêndio onde a combustão está incompleta devido ao reduzido volume de oxigênio disponível para sustentá-la. Desta forma, as partículas de carbono e outros produtos inflamáveis da combustão somente estão aguardando um suprimento maior de oxigênio para produzir uma combustão rápida e instantânea, chamada “*backdraft*”, que é abordada neste manual.



**FIGURA 07 – Processo de combustão**

*Fonte: Fire Service Manual-- v. 2, p. 03, Dec. 1997*

**2.1 O crescimento do fogo**

A propagação rápida do fogo ocorre quando as chamas entram em contato com nova fonte de combustível. Este combustível tem sua temperatura elevada e passa a gerar, rapidamente gases inflamáveis para sua posterior ignição. De qualquer forma, até que os gases quentes da nuvem de fumaça sejam resfriados pela mistura com o ar fresco, eles permanecem quentes o suficiente para que o combustível gere gases inflamáveis.

A radiação térmica da nuvem de fumaça é o elemento principal na propagação do fogo, mesmo onde não há chama em contato direto. Objetos ao redor passam a receber aquecimento até gerar gases inflamáveis.

O calor gerado pela nuvem de fumaça aquece o ar no local confinado, assim como as paredes, teto, chão e outros objetos existentes no local. À medida que a temperatura sobe, menos calor da nuvem de fumaça pode ser absorvido pelas paredes e objetos do local. A fumaça fica mais quente, e isto aumenta a eficiência do processo de combustão. Também passa a adicionar calor ao combustível, gerando o aumento da taxa de gases emanados. Desta forma, o crescimento da temperatura no local confinado resulta no aumento da combustão, de acordo com o suprimento de oxigênio.

**2.1.1 Fases do incêndio em local confinado**

A utilização correta da ventilação tática está intimamente ligada ao conhecimento das fases de um incêndio em local confinado.

Nos edifícios ou construções contendo incêndio confinado, o fogo passa por três fases: inicial ou incipiente, de produção de chamas e a fase de combustão lenta.

Para um melhor entendimento, estas três fases são abordadas detalhadamente nos itens seguintes:

**2.1.1.1 Fase inicial;**

É o início do incêndio, onde a combustão ainda não reduziu significativamente o oxigênio do ambiente (fig. 08). Há em torno de 20% de

oxigênio no ar e o fogo está produzindo vapor de água, dióxido de carbono, monóxido de carbono e outros gases.

O fogo progride lentamente, pois a maior parte do calor que está sendo gerado está sendo consumido para aquecer o ambiente, que tem a sua temperatura, nesta fase, em torno de 38°C. É produzida uma chama de temperatura acima de 537 °C.

Nesta fase, o bombeiro não é incomodado pelo calor do ambiente, porém,, dependendo do combustível que está queimando, pode existir fumaça e gases nocivos.



**FIGURA 08 – Fase inicial do incêndio**

*Fonte: Fire Service Manual-- v. 2, Dec. 1997*

### **2.1.1.2 Fase da queima livre; e**

É uma fase de grande extensão que vai da fase inicial até a fase da queima lenta.

O ar, rico em oxigênio, é atraído pelas chamas (fig. 09) enquanto os gases quentes levam o calor até o teto, formando uma camada de fumaça. Esta fumaça se deposita lateralmente do topo para baixo, forçando o ar fresco a

procurar níveis mais baixos e entrar em contato com a chama, participando da reação química.

A temperatura do ambiente aumenta paulatinamente, até o ponto que, na etapa mais adiantada, as partes altas do ambiente cheguem a temperaturas próximas de 700 °C.

À medida que o fogo progride, continua a aquecer o ambiente e a consumir o oxigênio e, não havendo ventilação, os gases da combustão não têm como reagir e permanecem no recinto.

O fogo é então levado à fase da queima lenta e, a execução de uma ventilação inadequada, que aumenta a presença de oxigênio, faz com que o fogo volte a arder com grande intensidade ou, até mesmo, explodir o ambiente.

Podemos, na prática, dividir a fase da queima livre em calor moderado e calor extremo.

**Calor Moderado** - é a etapa em que a queima livre ainda não aqueceu o ambiente a elevadas temperaturas e o bombeiro pode adentrar o local com seu EPI – equipamento de proteção individual, sem sofrer danos oriundos do calor ambiental.

**Calor Extremo** - é a etapa em que a queima livre aqueceu o ambiente a temperaturas elevadas que impossibilite o bombeiro de adentrá-lo.



**FIGURA 9 – Fase da queima livre**

*Fonte: Fire Service Manual-- v. 2, Dec. 1997*

### 2.1.1.3 Fase da queima lenta

Nesta fase, a porcentagem de oxigênio no ambiente é bastante reduzida, o que leva a combustão a ter pouca ou nenhuma chama (fig. 10).

O ambiente está repleto de produtos da combustão que não se queimaram devido ao baixo nível de oxigênio, porém, estão superaquecidos em decorrência do calor que foi gerado na fase da queima livre. Os produtos da combustão estão numa temperatura acima de 500 ° C.

Executando-se uma ventilação inadequada, uma explosão pode ser gerada por meio da reação com o oxigênio, provocando o chamado “backdraft” (Fig. 11 e 12).



**FIGURA 10 – Fase da queima lenta**

*Fonte: Fire Service Manual-- v. 2, Dec. 1997*



**FIGURA 11 – Ventilação inadequada**

*Fonte: Fire Service Manual-- v. 2, Dec. 1997*



**FIGURA 12 – Ocorrência do “backdraft”**

*Fonte: Fire Service Manual-- v. 2, Dec. 1997*



## 2.2 Quantidade de fumaça produzida

A quantidade de fumaça produzida no incêndio depende do tamanho do incêndio e das características do material queimado.

Essa quantidade pode ser estimada através de fórmulas científicas, que consideram os mais diversos fatores presentes em um incêndio, tais como: massa total do combustível consumido; taxa de liberação de calor do fogo; tempo de duração do fogo, calor de combustão do combustível; e etc.

Devido a sua complexidade e inconsistência de aplicação prática durante um incêndio, esse cálculo não faz parte deste manual, sugerindo-se a leitura de bibliografias específicas.

## 2.3 A fumaça e seus efeitos

Fumaça é geralmente uma mistura de partículas sólidas, gotículas de água ou outros líquidos e gases oriundos dos materiais envolvidos na combustão, sendo que, na maioria das vezes, é tóxica.

A quantidade de fumaça gerada no incêndio depende do tamanho do incêndio e das características do material queimado, como observado no item anterior.

O comportamento e o movimento das massas de fumaça e gases quentes dependem da temperatura e configuração do local, porém, sendo o ar quente menos denso que o ar fresco, a fumaça sobe rapidamente e com maior velocidade. Quando a fumaça e o ar se resfriam, este efeito de subida é interrompido e a fumaça tende a formar camadas (estratificação da fumaça). O movimento de fumaça, então, é mais afetado pela turbulência do ar causado pelas aberturas feitas no compartimento, pelo deslocamento de pessoas ou pelo uso de jatos de água por esguichos reguláveis, do que pela temperatura dos gases.

É essencial lembrarmos duas importantes características da fumaça:

- **Pode queimar:** alguns produtos da combustão talvez não queimem totalmente por causa da escassez de oxigênio ou da insuficiência de fonte de ignição. Recebendo nova remessa de ar fresco e havendo uma nova fonte de ignição podem resultar em uma explosão ambiental (“*backdraft*”). Se a fumaça estiver quente o suficiente pode ocorrer re-ignição sem haver nova fonte de ignição;

- **Pode estar quente:** a fumaça pode estar quente o suficiente para inflamar materiais com que mantém contato. O fato de estar quente produz a radiação de calor, o que pode ser o suficiente para iniciar a queima de outros combustíveis no compartimento.

Os gases encontrados na fumaça representam uma grave ameaça para a integridade física, tanto das possíveis vítimas como dos profissionais que realizam o salvamento, sendo que os seus efeitos podem variar, dependendo do produto que estiver sendo oxidado.

Dentre as lesões, podemos citar: a falta de ar (hipoxia), irritação do estômago pela ingestão de partículas sólidas causando náuseas e vômitos; irritação pulmonar produzida pela inalação de gases irritantes; intoxicação; hiperventilação; exaustão pelo calor; e ataques cardíacos, além do comprometimento da visão por partículas irritantes.

Tais fatos reforçam os procedimentos operacionais adotados pelo Corpo de Bombeiros quanto ao emprego de equipamentos de proteção respiratória para o atendimento de ocorrências de incêndio, por mais inofensivas que pareçam ser.

**Mesmo ao executar uma ventilação satisfatória do ambiente sinistrado, em hipótese alguma pode ser descartado o uso de EPR (equipamento de proteção respiratória).**

Em uma ocorrência, é impraticável e pouco provável uma análise efetiva que possa identificar quais são os contaminantes que se encontram naquela atmosfera sinistrada, razão pela qual não se utilizam filtros, pois tais equipamentos não oferecem uma margem de segurança satisfatória. No entanto, os equipamentos autônomos de proteção respiratória oferecem uma maior confiabilidade, visto que o ar respirado (proveniente dos cilindros) independe do ambiente afetado.

Mesmo não podendo qualificar todos os gases que se podem encontrar em um local de sinistro, pode-se destacar alguns que, pelas características gerais do mobiliário, equipamentos e tipos de revestimento, são comuns a quase todas as edificações e, portanto, apresentam semelhança em locais atingidos pelo fogo, podendo apresentar variações de acordo com os seguintes fatores:

- natureza do combustível;
- concentração de oxigênio;
- temperatura de evolução dos gases; e

- taxa de aquecimento.

A seguir são enumerados alguns tipos de gases e seus efeitos no organismo, exemplificando o assunto abordado:

### 2.3.1 Monóxido de carbono

Grande parte das mortes ocorridas nos incêndios é produzida pelo CO (monóxido de carbono). Este gás é incolor, inodoro e insípido, estando presente em todos os incêndios.

A pouca quantidade de oxigênio e a queima incompleta dos materiais inflamáveis provocam a liberação de grande quantidade deste CO.

Apesar de estar sujeita a muitas variações, uma boa regra para se identificar grandes concentrações de monóxido de carbono é observar a cor da fumaça produzida. Quanto mais escura a fumaça, maior é o nível de CO. Fumaça negra é rica em partículas de carbono e monóxido de carbono devido a combustão incompleta.

O monóxido de carbono afeta diretamente a oxigenação do sangue humano. A hemoglobina, presente no sangue, combina facilmente com o oxigênio, formando uma combinação química instável chamada oxiemoglobina. Devido a afinidade da hemoglobina com o monóxido de carbono, ela se combina com esta substância, 200 vezes mais rápido do que com o oxigênio. Assim, cada molécula de CO reage com uma hemoglobina presente no sangue, formando um composto estável, o qual é chamado de carboxiemoglobina. Esta situação, a perdurar-se por determinado tempo, levará a uma eventual hipoxia do cérebro e dos tecidos, seguindo-se a morte caso o processo não seja revertido.

Os efeitos do monóxido de carbono sobre o corpo humano são apresentados na **tabela 1**, sendo que os sintomas decorrentes dependem da concentração do gás no ambiente e do tempo em que o indivíduo fica exposto a esta atmosfera contaminada.

Como o monóxido de carbono é produzido em abundância nos incêndios confinados, outra razão para uma rápida e eficiente ventilação, destes espaços, é a sua inflamabilidade. Com um amplo limite de inflamabilidade, que vai dos 12,5% a 74%, e um ponto de ignição de 609°C, o CO é um dos mais perigosos e destrutivos gases com os quais um bombeiro pode deparar-se em um incêndio.

O monóxido de carbono é o maior agente proporcionador das condições da ocorrência do fenômeno conhecido por “*backdraft*”, que é explicado no capítulo 3.

Mesmo depois de restabelecida a visibilidade na área confinada, onde tenha ocorrido um incêndio, muitos produtos da combustão, embora invisíveis e

sem odor, estão presentes em concentrações perigosas. Além do monóxido de carbono, que sempre está presente após um processo de combustão, outros muitos gases, também tóxicos, podem estar no ambiente confinado, dependendo dos tipos de materiais que se encontravam no local.

Caso haja disponibilidade, um detector de gases é de fundamental importância para verificar as condições da atmosfera do recinto e detectar a presença de possíveis gases que possam trazer resultados maléficos para os bombeiros e vítimas.

Uma ventilação bem realizada pode reduzir os níveis de monóxido de carbono e outros gases tóxicos na atmosfera do local, minimizando os seus resultados nefastos.

**Tabela 1 - Efeitos do monóxido de carbono sobre o corpo humano**

| PORCENTAGEM NO AR   | SINTOMAS  |
|---|---|
| 0,01%   | Nenhum sintoma.   |
| 0,02%   | Leve dor de cabeça.   |
| 0,04%   | Dor de cabeça, quando exposto de 1 a 2 horas.   |
| 0,08%   | Dor de cabeça depois de 45 minutos; náuseas; inconsciência depois de 2 horas.               |
| 0,10%   | Inconsciência depois de 1 hora.   |
| 0,16%   | Dor de cabeça, vertigem e náuseas depois de 20 minutos.                                     |
| 0,32%   | Dor de cabeça, vertigem e náuseas entre 5 a 10 minutos; inconsciência depois de 30 minutos. |
| 0,64%   | Dor de cabeça e vertigem entre 1 a 2 minutos, inconsciência entre 10 a 15 minutos.          |
| 1,28%   | Inconsciência imediata e perigo de morte dentro de 1 a 3 minutos.                           |
| <i>Fonte: AFFONSO, L. A. M. Ventilação forçada por esguicho regulável. São Paulo: CAES-CAO-II, 1996, p. 20.</i> |   |

### 2.3.2 Acroleína

É um poderoso irritante das vias respiratórias, o qual é produzido quando se queimam materiais à base de polietileno ou que contenham celulose, como a madeira e outros produtos naturais, queimando sem chama. Ele é comumente utilizado na indústria farmacêutica, de herbicidas e de gás lacrimogêneo.

### **2.3.3 Gás clorídrico**

É um gás irritante e incolor, proveniente da decomposição térmica de materiais que contenham cloro em sua constituição, como é o caso do cloreto de PVC (polivinila).

Em baixas concentrações, como 0,0075%, produz irritação profunda nos olhos e nas vias aéreas superiores. Na concentração de 1,7%, durante 5 minutos, pode provocar incapacidade física.

### **2.3.4 Gás carbônico ou dióxido de carbono**

É um gás incolor, inodoro e não inflamável, produzido pela combustão do carbono quando há excesso de oxigênio, como ocorre nas “queimadas”, incêndios, queima de lenha, de petróleo, etc..

Se por um lado ele não é irritante, por outro, é asfixiante, pois exclui o oxigênio do espaço confinado. À medida que aumenta a proporção do dióxido de carbono no ambiente, uma pessoa que esteja exposta diretamente a ação deste gás tem o seu sistema respiratório estimulado e sua frequência respiratória aumentada até que, em determinada concentração, a frequência respiratória diminui e os movimentos respiratórios cessam, levando a vítima à morte.

Em ambientes de elevada concentração de gás carbônico, a vítima, exposta à sua ação, tem um cansaço prematuro e pode sofrer um dano maior provocado por outros gases tóxicos existentes no local.

### **2.3.5 Gás cianídrico - HCN**

Trata-se de um gás incolor com um odor característico de amêndoa. É vinte vezes mais tóxico do que o monóxido de carbono. É um gás asfixiante e pode ser absorvido pela pele. O gás cianídrico é produzido pela combustão de produtos naturais, como a lã, a seda e outros sintéticos, como o náilon e a espuma de poliuretano, que contém nitrogênio em sua constituição.

A vítima, ao inalar este gás, tem a respiração entrecortada, espasmos musculares e aumento da frequência cardíaca.

Se inspirado em concentração de 0,0135% em relação ao ar atmosférico, pode causar a morte da vítima em 30 minutos; se a concentração for de 0,027%, a morte ocorre quase que imediatamente.

### **2.3.6 Óxidos de nitrogênio - NO**

São gases altamente tóxicos, liberados durante a combustão de certos plásticos. Devido ao fato do óxido nítrico converter-se em NO<sub>2</sub> (dióxido de nitrogênio) na presença de oxigênio e pequena quantidade de água, o dióxido de nitrogênio é a substância que mais preocupa os bombeiros. O dióxido de nitrogênio é um gás irritante para as vias aéreas superiores e pode ter um efeito retardado. Os vapores e a fumaça dos óxidos de nitrogênio têm uma cor marrom avermelhada ou cor de cobre.

### **2.3.7 Fosgênio**

Trata-se de um gás incolor e altamente tóxico, com um odor desagradável que se assemelha ao cheiro de feno mofado. Ele pode ser produzido quando gases refrigerantes, como o freon, que é encontrado com diferentes nomes comerciais (D-12, R-134, etc...), entram em contato com o fogo. A sua ocorrência pode ser esperada, normalmente, em incêndios em frigoríficos, bem como em sistemas de ar condicionado.

O fosgênio é um forte irritante do trato pulmonar e o seu efeito danoso pode ser evidenciado mesmo depois de várias horas após a exposição.

## **2.4 A água aplicada nos incêndios**

A seguir são abordadas algumas particularidades da água enquanto agente extintor:

- a água é o agente natural mais eficiente para o combate a incêndios; além disso, também é encontrada com facilidade, possui custo baixo e algumas propriedades físicas que colaboram com vantagens para o bombeiro;

- quando uma substância fria entra em contato com uma outra quente, o calor é conduzido do quente para o frio; a diferença importante da água é que ela muda do estado líquido para o gasoso (vapor), a 100° C; a quantidade de energia necessária para isso (calor latente de vaporização) é extremamente elevada e colabora para as atividades de extinção, uma vez que esta energia tem que aparecer de algum lugar; quando a água se torna em vapor, uma grande quantidade de energia é absorvida dos gases quentes e do combustível no fogo, resfriando-os;
- quando a água passa do estado líquido para o gasoso, um outro importante efeito físico ocorre: a expansão rápida; Se isto estiver para acontecer em local confinado ou selado, ou seja, sem aberturas, isto causa um perigoso aumento de pressão e, num local não confinado, acarreta a vazão de gases quentes para o lado de fora do compartimento, impedindo que o ar fresco atinja o fogo; isto gera perigo para os bombeiros, devido ao risco de queimaduras pelo vapor;
- as propriedades físicas da água podem ser usadas para produzir uma variedade de efeitos em um incêndio em local confinado; em algumas circunstâncias, eventualmente durante a aplicação da água, pode ocorrer um efeito danoso no combate ao fogo, mas se a aplicação for apropriada ocorre o seguinte:
  - a água esfria o combustível para reduzir futura geração de gases inflamáveis;
  - a água se transforma em vapor absorvendo calor e, os gases quentes, ao nível do teto, resfriam e reduzem a radiação do calor no combustível;
  - uma vez convertida em vapor, a água limita a quantidade de oxigênio que atinge as chamas, extinguindo-as por abafamento;
  - uma vez transformada em vapor, as gotículas de água se expandem rapidamente transportando os produtos da combustão para fora do compartimento; e
  - a água esfria as demais partes do compartimento, aumentando a quantidade de calor que é absorvido da nuvem, resfriando-o na seqüência.



### 3 O FENÔMENO “*BACKDRAFT*”

Passadas as fases do estágio de crescimento ou fase inicial e do estágio de desenvolvimento pleno, ou queima livre, pode-se ter a completa extinção do incêndio ou uma rápida aceleração do processo de combustão, com graves conseqüências às pessoas presentes no local do incêndio.

As condições do ambiente determinam as probabilidades dessas conseqüências,, conforme descritas nos itens seguintes.

#### 3.1 Redução do suprimento de oxigênio no incêndio

O oxigênio ( $O_2$ ) é encontrado no ar atmosférico, ao nível do mar, numa taxa de concentração de 21% por volume. Quanto maior a altitude em relação ao nível do mar, essa taxa reduz.

Sendo essencial no processo de combustão, o oxigênio reage quimicamente com o elemento químico carbono (C), que está presente em todos os materiais orgânicos, formando, então, o dióxido de carbono ( $CO_2$ ), quando em presença abundante de oxigênio, e o monóxido de carbono (CO), diante da escassez de concentração de  $O_2$ .

Um incêndio num ambiente confinado, como por exemplo, um porão ou dormitório, pode ter as taxas de oxigênio reduzidas em níveis inferiores a 15%, cessando as chamas vivas e o incêndio permanece em estado de latência, produzindo grande quantidade de CO.

O calor da queima livre, fase anterior do incêndio, permanece no ambiente, juntamente com outros gases inflamáveis (subprodutos da combustão) e partículas de carbono não queimadas. Em geral, os gases quentes gerados no fogo aumentam rapidamente as chamas, promovendo o arrasto de ar para o fogo. Havendo um suprimento de ar adequado, o fogo continua queimando e cresce de acordo com o combustível disponível.

Quando há restrição do suprimento de ar no compartimento, o oxigênio do ar é utilizado mais rapidamente do que a sua substituição. O próximo efeito é a progressiva diminuição da concentração de oxigênio no compartimento, possivelmente combinado com o crescimento da temperatura. Com a redução da concentração de oxigênio no compartimento, as chamas diminuem, mas isto não resulta uma imediata redução da produção de gases inflamáveis. De outra forma, o calor irradiado da nuvem de fumaça diminui, porém, o compartimento continua muito quente. Se tal situação persiste (falta de oxigênio), os gases aquecidos

reduzem sua temperatura gradativamente, culminando com a completa extinção do sinistro.

A escassez do oxigênio não permite a produção de chamas (mistura pobre em O<sub>2</sub>), mas quando ocorre abertura do ambiente para captação de ar exterior (como por exemplo uma abertura de janela ou porta), o O<sub>2</sub> atinge os níveis suficientes de uma mistura explosiva, desencadeando uma violenta combustão, explosão, denominada de “*Backdraft*”.

### 3.2 Definição de “Backdraft”

O fenômeno ou efeito “Backdraft” caracteriza-se pela explosão por fluxo reverso que se move por intermédio do ambiente e para fora da abertura realizada.

Essa explosão é decorrente da repentina entrada de ar, normalmente por meio da abertura de uma porta ou janela, num ambiente confinado, que contém fogo em estado de latência, devido a baixa taxa de oxigênio (combustão incompleta) e, por decorrência disso, há significantes porções de mistura de gases inflamáveis (monóxido de carbono entre outros) e de partículas de carbono, que entram em contato com as moléculas de oxigênio e provocam uma repentina deflagração e violenta reação de óxido-redução (explosão).

A esta deflagração, caracterizada pela instantânea expansão de gases no compartimento e pelas aberturas realizadas no ambiente, denomina-se de “Backdraft”.

### 3.3 Possíveis cenários para o “Backdraft”

Há dois diferentes cenários para o “*Backdraft*”, que expõe os bombeiros a este perigo:

- Se o fogo está queimando o material combustível no compartimento e a porta ou janela é aberta pelo bombeiro - estando os gases da combustão confinados, o ar que entra pela porta ou janela mistura-se com os gases inflamáveis, formando uma mistura explosiva. Se os gases do compartimento estão suficientemente quentes, eles podem gerar uma auto-ignição a partir do ponto dessa abertura (porta ou janela, por exemplo) e a chama se propaga para dentro do compartimento, juntamente com o suprimento de ar fresco. Isto resulta um rápido crescimento do fogo, mas não necessariamente um “*Backdraft*”.

- Se os gases no compartimento não estão suficientemente quentes, eles podem iniciar a queima quando o suprimento de oxigênio é fornecido. A chama percorre o compartimento em direção à abertura, projetando-se como uma “língua de fogo”, dirigida pela expansão dos gases atrás dela. Não é fácil prever quando isso pode ocorrer ou quanto tempo pode durar após a abertura, pois depende da localização do foco de incêndio, da taxa de vazão de ar que entra pela abertura e se os gases quentes podem escapar do ambiente naturalmente.

A situação mais perigosa pode ocorrer quando o fogo, no compartimento, estiver praticamente extinto. Quando a porta é aberta, a mistura explosiva é gerada, mas nada acontece porque neste momento não há imediata fonte de ignição. Se o bombeiro entra no compartimento, suas atividades podem gerar uma fonte de ignição, iniciando um “*Backdraft*” retardado, porém, nesta situação, os bombeiros estão dentro do compartimento e cercados pelas chamas.

Isto pode acontecer quando o fogo é praticamente inexistente e o compartimento está resfriado. Espuma de borracha, por exemplo, pode queimar em fogo lento e sem chama por longo tempo, produzindo gases inflamáveis. A qualquer momento, havendo gases inflamáveis no compartimento, pode ocorrer a ignição.

A situação pode ficar mais complicada se uma significativa quantidade de gases inflamáveis no compartimento tenha encontrado caminho para percorrer áreas ao seu redor. Outras áreas fora do compartimento incendiado podem conter atmosfera com mistura explosiva, aguardando-se apenas uma fonte de ignição. A área de maior risco é a área fora do compartimento, exatamente onde os bombeiros estão esperando para poder abrir a porta ou janela. Quando a porta ou janela é aberta, os gases inflamáveis fora do compartimento podem entrar em ignição pelo fenômeno “*Backdraft*” no compartimento, por brasas ou fuligens, que são levadas pela abertura da porta, ou pelos gases quentes, se estes estiverem na temperatura de auto-ignição. Os gases inflamáveis fora do compartimento podem entrar em ignição pelas brasas e fuligens que são levadas pelo ar através da abertura da porta ou janela, ou se os gases quentes, junto a abertura da porta ou janela, tiverem uma auto-ignição.

### 3.4 Sinais de um “*Backdraft*”

As principais condições que indicam uma situação de “backdraft” são:

- fumaça sob pressão, num ambiente fechado;

- fumaça escura, tornando-se densa, mudando de cor (cinza e amarelada) e saindo do ambiente em forma de lufadas;
- calor excessivo do ambiente (pode ser percebida pela temperatura da porta ou janela);
- pequenas chamas ou inexistência destas;
- vidros das janelas impregnados pelos resíduos da fumaça; e
- pouco ruído e movimento de ar para o interior do ambiente, a partir de qualquer abertura existente (em alguns casos pode-se ouvir o ar assoviando ao passar pelas frestas).

O primeiro sinal que indica a possibilidade de um “*Backdraft*” é o histórico do fogo. Se o fogo está queimando por algum tempo, se há muita fumaça saindo da edificação e, o fogo, aparentemente, está extinto, sem grandes áreas com chamas visíveis pelo lado de fora, a principal hipótese é que o ambiente incendiado esteja sem oxigênio.

Quando a edificação é vista pelo lado de fora, as janelas do compartimento aparentam escurecidas, sem as supostas chamas que se espera visualizar. Se apenas parte da janela está quebrada, isto pode não suprir o oxigênio suficientemente para alimentar o fogo. Neste caso, a fumaça aparente sai da edificação em forma de lufadas, através de aberturas (frestas de janelas e portas) e o ar fresco ingressa de acordo com a diminuição do fogo e a contração da fumaça. Isto produz a mistura explosiva de queima, resultando em um “*Backdraft*” de proporção menores que se pode chamar de “*mini Backdraft*”. A expansão desses gases quentes em ciclos produz fumaça para fora do compartimento.

Este ciclo se repete em uma frequência que depende da dimensão da abertura e da localização do fogo em relação a esta.

Se há um espaço abaixo da porta do compartimento (distância entre a soleira), há fumaça pulsando ali durante o efeito do “*mini-backdraft*”, já descrito anteriormente. Também provavelmente há o som de assovio, caso ar esteja entrando dentro do compartimento, por meio de pequenas frestas ao redor da porta, mas isto pode ser difícil de ouvir. A porta pode estar muito quente do lado de fora, principalmente se for de metal.

Se o compartimento tiver sido deixado por longo tempo sem ser resfriado, o ar não entra mais e as lufadas de fumaça não serão evidentes. De

qualquer forma, se o compartimento não tiver sido ventilado e ainda houver gases inflamáveis presentes, um “*Backdraft*” ainda pode ocorrer.

Caso a decisão tenha sido a de abrir a porta, provavelmente, haverá um arraste de ar quando a porta estiver sendo aberta, mostrando que há falta de oxigênio; por isso, se for possível, feche a porta rapidamente de forma a se eliminar qualquer possibilidade de “*Backdraft*”.

### 3.5 Ação dos bombeiros

Uma vez aberta a porta do compartimento, com deficiência de oxigênio, e o ar fresco ter ingressado no mesmo, há pouca coisa a se fazer para prevenir o “*Backdraft*”. Muito melhor é tomar uma decisão correta antes de se abri-la.

Quando o bombeiro encontra uma porta fechada e não sabe o que está do lado de dentro, ele deve, antes de abri-la, checar os sinais descritos anteriormente. Se houver saída de fumaça para a parte externa da edificação, a possibilidade de “*Backdraft*” pode ser reduzida espalhando-se esses gases com o esguicho antes de se abrir a porta. Os bombeiros devem estar em posição que permita fechar a porta rapidamente, nas situações em que o “*Backdraft*” esteja iminente. Isto talvez não evite o “*Backdraft*” mais direcionará sua força para o lado oposto aos bombeiros que estiverem envolvidos na operação.

Se o bombeiro acreditar que a abertura da porta de um compartimento pode causar o “*Backdraft*”, então essa abertura deve ser resultado de uma decisão previamente avaliada. Uma vez que a porta esteja fechada, os bombeiros têm tempo para pensar a respeito de suas ações. Se a porta for aberta, a única coisa a fazer é reagir ao evento que ocorrerá. A decisão sobre a abertura da porta deve estar somente com os bombeiros que formam a guarnição que combaterão o incêndio no local e, as conseqüências da decisão, recaem sobre o bombeiro comandante da ocorrência.

De qualquer forma o compartimento deve ser inspecionado sempre, antes de sua abertura. A prioridade é agir de maneira segura. Como já foi dito, o “*Backdraft*” ocorre somente quando ar fresco entrar no ambiente. É possível o bombeiro combater o fogo em uma atmosfera inflamável, desde que seja assegurado que não há oportunidade para mudança do cenário e entrada de ar

fresco no local enquanto ele estiver dentro, contudo, é difícil estar seguro, pois os vidros podem quebrar, alguém pode abrir outra porta do compartimento, etc. Seguramente, a decisão mais eficaz é remover os gases inflamáveis do ambiente executando a ventilação.

É importante lembrar que, para isto, a ventilação requer que o ar fresco entre no compartimento. Sendo assim, pode ocorrer o “*Backdraft*” durante a ventilação, por isto, recomenda-se a cautela na tomada de decisões.

Quando se decidir pela ventilação, os bombeiros devem proceder da seguinte forma:

- os esguichos devem estar pressurizados e posicionados antes de qualquer ação e ventilação;
- os bombeiros devem estar abaixados e protegidos em relação à direção das aberturas por onde as chamas passam no “*Backdraft*”; e
- deve ser lembrado que o “*Backdraft*” pode retardar alguns minutos e isto pode ter energia suficiente para quebrar vidros do compartimento.

Nenhum compartimento deve ser considerado seguro de um “*Backdraft*”, mesmo que tenha sido aberto há algum tempo. Assim sendo, uma vez que tenha sido ventilado o local, os bombeiros podem combater o fogo conhecendo que não há possibilidade de “*Backdraft*”.

### 3.5.1 Resumo das evidências do “*Backdraft*”

- altas temperaturas no interior do ambiente;
- fumaça escura e densa, mudando de cor para cinza - amarelada, saindo das frestas do ambiente em forma de lufadas;
- pouca ou nenhuma chama;
- ruído anormal; e
- rápido movimento de ar para dentro do ambiente pelas frestas ou por aberturas realizadas.



**Figura 13 – Bombeiro checando altas temperaturas no interior do ambiente.**

*Fonte: O Autor – Dez/2005*



**Figura 14 – Bombeiro procurando ouvir ruídos anormais no ambiente sinistrado.**

*Fonte: O Autor – Dez/2005*

### 3.5.2 Procedimentos de segurança

- Cientificar-se de que esteja equipado e protegido;
- Manter a porta fechada e protegida por linha de mangueiras pressurizada;
- Ficar fora do compartimento e realizar a ventilação pelo lado de fora;
- Checar se as rotas de escape estão seguras, e, se necessário, protegidas;
- Resfriar e ventilar a parte externa do compartimento;
- Fazer aberturas na cobertura para a ventilação, sempre que possível;
- Executar o resfriamento pela abertura na cobertura, quando possível;
- Planejar a rota de escape para os gases antes de liberá-los;
- Ficar abaixado e ao lado da abertura da porta;
- Abrir a porta lentamente e usar neblina do esguicho direcionando para o teto;
- Resfriar o máximo que puder o compartimento;
- Ficar fora da rota de escape dos gases quentes; e,
- Entrar no ambiente somente se for estritamente necessário, visto que talvez ainda existam gases inflamáveis presentes no local.



**FIGURA 15 – Bombeiros com a porta fechada, abaixado e protegido por esguicho pressurizado.**

*Fonte: O Autor – Dez/2005*



**FIGURA 16 – Bombeiros resfriando a parte externa do compartimento.**

*Fonte: O Autor – Dez/2005*

### **3.6 Simulação de “Backdraft”**

A seqüência de fotografias foi tirada no simulador da “*Fire Experimental Unit em Moreton-in-Marsh*”, FRDG ( *Fire Research end Development Group*), Inglaterra.

As chamas da combustão do metano estarão queimando por algum tempo no compartimento, esquentando o teto e consumindo o oxigênio. As chamas estão se acabando devido à carência de oxigênio, mas ainda há combustível, metano, que continua em processo de pirólise. A porta do lado esquerdo do compartimento é aberta depois de 6 minutos e uma fonte de ignição é ligada do lado direito, 5 segundos mais tarde.

#### **Tempo 5.92 s**

Entra ar fresco na parte baixa do compartimento e gases quentes são levados para fora. Uma fase intermediária entre ar e o metano é criada, gerando-se uma mistura inflamável e isto iniciou a queima. A turbulenta mistura gasosa e os produtos da combustão são expandidos.



**FIGURA 17 - Simulador**

*FONTE: Fire Service Manual – volume 02*

**Tempo 6.12 s**

A chama percorre todo o interior do compartimento, na fase intermediária de gás e ar e busca a mistura inflamável disponível. Gases inflamáveis não queimados estão sendo levados para fora pela porta do compartimento devido à expansão dos gases depois da combustão.

**FIGURA 18 – Simulador**

*FONTE: Fire Service Manual – volume 02*

**Tempo 6.36 s**

As chamas tomam a maior parte do compartimento e um jato de gases inflamáveis não queimados estão estendendo-se para fora do compartimento.

**FIGURA 19 – Simulador**

*FONTE: Fire Service Manual – volume 02*

**Tempo 6.76 s**

As chamas saem do compartimento e causam a ignição da mistura inflamável de metano e ar do lado de fora.

**FIGURA 20 – Simulador**

*FONTE: Fire Service Manual – volume 02*

**Tempo 6.88 s**

A enorme bola de fogo sai do compartimento buscando qualquer espaço disponível ao redor da porta.

**FIGURA 21 – Simulador**

*FONTE: Fire Service Manual – volume 02*

## 4 O FENÔMENO “FLASHOVER”.

### 4.1 A propagação do fogo

No princípio de um incêndio uma camada de fumaça sobre o teto, quando o incêndio se dá em um local confinado, na mesma velocidade com que ela é gerada (fig.22). Contudo, se há no ambiente algum combustível que ainda não está queimando, o ambiente se mantém estável. Inicialmente, as chamas não alcançam o teto e a propagação do fogo estar limitada a materiais inflamáveis próximos a sua base que estão em ignição pelo calor conduzido e irradiado.

**FIGURA 22 - A camada de fumaça atingindo o teto**



*FONTE: Fire Service Manual-- v. 2, p. 13, Dec. 1997*



**FIGURA 23 - Chamas na camada de fumaça**

FONTE: *Fire Service Manual-- v. 2, p. 13, Dec. 1997*

Uma vez que a chama começa a se propagar no compartimento no nível do limite entre os gases quentes e o ar do ambiente, isto aumenta a radiação térmica dos produtos quentes da combustão que estiverem ali (fig.23). Os outros materiais combustíveis no compartimento têm a sua temperatura aumentada rapidamente. Eles não somente estão sendo aquecidos pelo calor irradiado das chamas da base do fogo, mas também pela parte superior do ambiente, onde as chamas e os produtos quentes de combustão estão muito próximos.

Em grandes compartimentos com tetos mais altos, a chama e os produtos quentes da combustão podem propagar ao nível do teto sem chegar perto o suficiente de materiais combustíveis para iniciar a emissão de gases inflamáveis.

Contudo, a uma certa distância do fogo, com a descontinuidade do teto, poderá ocorrer dos gases quentes entrarem em movimentos giratórios a um nível mais baixo, ou poderá haver um acúmulo grande de materiais inflamáveis. Em qualquer um desses casos, a fonte de radiação térmica será trazida mais próxima do combustível, o que poderá resultar em ignição. Por este mecanismo, a propagação do fogo pode obstruir a rota de fuga.

Com a descida da camada de fumaça quente, principalmente se o teto for baixo, todo o material restante contido no compartimento é aquecido para o estágio que eles começam a emanar gases inflamáveis. É uma questão de tempo para que haja uma súbita mudança na dimensão do fogo, caso nenhuma ação

seja tomada para prevenir isto. Quanto menor o compartimento, mais facilmente estas condições serão encontradas.

Uma vez que os gases inflamáveis estão sendo emanados pela maioria dos materiais do compartimento, a propagação de um fogo localizado para todo ambiente poderá provocar um fenômeno conhecido como “*Flashover*”.

#### **4.2 Definição de “Flashover”**

Fenômeno que causa rápida e contínua propagação de um incêndio em fase de queima livre, por intermédio da radiação térmica generalizada dos gases aquecidos (nuvem de fumaça) no interior de um compartimento.

Diante desta definição, um “*Backdraft*” pode ser um caso especial de “*Flashover*”. caso o “*Backdraft*” resulte em um fogo completamente desenvolvido, um “*Flashover*” ocorreu. Contudo, é importante sermos capazes de fazer uma distinção entre os dois fenômenos devido às implicações para os bombeiros, as quais são muito diferentes.

#### **4.3 Possíveis cenários para o “Flashover”**

O primeiro requisito para um “*Flashover*” ocorrer é a existência de um significativo aumento da radiação térmica nas regiões altas do compartimento. Isto será sentido pelos bombeiros como um rápido aumento na temperatura do compartimento e a elevação do calor ao nível do teto, forçando-os a ficarem abaixados. Caso os bombeiros consigam visualizar estas regiões, eles serão capazes de ver “*línguas de fogo*” ocorrendo através da camada de gás. Nesta ocasião pode ser verificado ainda que outros materiais combustíveis dentro do compartimento emanarão fumaça visível e gases inflamáveis.

#### **4.4 Ações dos bombeiros**

A principal causa de um “*Flashover*” é a radiação dos gases quentes e chamas junto ao teto, sendo a solução lógica o resfriamento desta área. Isto terá efeito de redução das chamas e calor radiado com o direcionamento do jato neblina para o teto. Contudo, muita água causará a geração de grande quantidade de vapor d’água e o excesso de resfriamento trará a camada de fumaça para baixo, encobrindo tudo.

Nestas circunstâncias, será mais efetivo para os bombeiros atacar os gases quentes com jatos intermitentes de neblina, observando seus efeitos, e então, julgando o quanto de água será suficiente.

Uma vez que o perigo imediato de um “Flashover” tenha sido eliminado, o próximo passo dependerá de análise das condições de um novo “Flashover” antes que o fogo possa ser extinto. Se isto for possível, é importante ventilar o ambiente com brevidade.

Caso os gases quentes sejam retirados do ambiente ou resfriados mais rápido do que é gerada a camada de fumaça, isto também reduzirá o risco de “Flashover”. Aberturas no telhado são recomendadas, contudo é importante que as aberturas corretas sejam feitas. Quanto mais longe do fogo a abertura estiver, maior distância no interior da edificação os gases quentes irão percorrer e haverá maior chance do fogo se alastrar.

Onde não houver aberturas preexistentes, os bombeiros têm a opção de fazê-las. Deve ser lembrado, no entanto, que o uso incorreto de ventilação pode resultar em aumento da propagação do fogo.

#### **4.4.1 Resumo das evidências do “Flashover”**

- Rápido aumento de temperatura no ambiente próximo ao nível do teto;
- Visíveis línguas de fogo na camada de fumaça; e
- Outras superfícies combustíveis no interior do ambiente emanando gases.

#### **4.4.2 Procedimentos de segurança**

- Certificar-se que está propriamente equipado e protegido;
- Proteger-se com uma linha pressurizada (neblina), principalmente na entrada do compartimento;
- Checar se as rotas de escape estão protegidas;
- Checar sinais de calor do lado externo da porta;
- Manter-se abaixado;
- Usar jatos de neblina intermitentes nos gases quentes próximos ao teto;
- Ventilar somente quando o ambiente estiver seguro para a execução deste procedimento; e

- Estar atento para a ocorrência de um possível “*flashover*” ou “*backdraft*”.

#### **4.5 Ensaio de um “*Flashover*”**

O ensaio a seguir foi realizado no simulador da “*Fire Experimental Unit em Moreton-in-Marsh*”, FRDG ( *Fire Research end Development Group*), Inglaterra.



**Tempo 0 segundos**

O fogo se inicia em papéis localizados dentro de um cesto de lixo.

**FIGURA 24 - Ensaio de um “Flashover”**

*FONTE: Fire Service Manual – volume 2*

**Tempo 1.20 s**

A camada de fumaça começa a subir, a nuvem de fumaça começa a atingir o teto e a temperatura junto ao teto começa a subir.

**FIGURA 25 – Simulador**

*FONTE: Fire Service Manual – volume 02*

**Tempo 2.1 s**

A camada de fumaça começa a ficar espessa e o fogo a propagar-se pelos móveis ao redor. As chamas ainda não atingiram o teto.

**FIGURA 26 – Simulador**

*FONTE: Fire Service Manual – volume 02*

**Tempo 2.55 s**

A camada de fumaça descende e atinge um metro do solo e podemos observar chamas na fumaça. Todos os demais móveis entram no processo de pirólise.

**FIGURA 27 – Simulador**

*FONTE: Fire Service Manual – volume 02*

**Tempo 3.05 s**

O “*flashover*” ocorreu, fazendo com que as chamas atinjam, quase que instantaneamente, todo o compartimento.

**FIGURA 28 – Simulador**

*FONTE: Fire Service Manual – volume 02*

## 5 AVALIAÇÃO DA NECESSIDADE DE VENTILAÇÃO.

### 5.1 Considerações gerais

Quando o comandante no local de incêndio estiver decidindo a respeito da estratégia que deve empregar no incêndio, a ventilação é um dos fatores que devem ser levados em consideração desde o princípio, pois algumas situações justificam seu uso.

Um fator crítico pode ser a presença de sistema de ventilação já existente na edificação. Esses sistemas são especialmente desenhados para ventilação em incêndio, mas, mesmo tendo este fim, às vezes podem prejudicar as ações de combate pré-estabelecidas, pois eles quase sempre são acionados automaticamente e, nesse caso, qualquer decisão para sua reversão por intervenção manual no sistema pode ser crítica, como a decisão de começar a ventilar.

Sistemas de ar condicionado podem ser da mesma forma importantes, pois se eles continuarem funcionando, poderão levar ar fresco até o fogo e levar produtos da combustão para dutos escondidos e espaços vazios, proporcionando um crescimento não notado da propagação do fogo. Contudo, este sistema pode ser usado como parte da ventilação tática, mas somente alimentando o suprimento de ar fresco, agindo como uma abertura interna na edificação para ventilar. Não devem ser usados para prover uma abertura de saída de fumaça, a não ser que o comandante no local de incêndio esteja certo que isto não irá aumentar a propagação.

Uma vez decidido que a ventilação tática é necessária, o objetivo de seu uso deve ser definido antes de começar a operação. A técnica a ser adotada dependerá do que se espera, podendo dar-se das seguintes formas:

**Ofensiva** - ventilar próximo do fogo para termos um efeito direto sobre este, para limitando-se a propagação e propiciando condições seguras para os bombeiros (fig. 29); ou

**Defensiva** – ventilar longe do fogo ou depois que foi extinto para influir nos gases quentes e fumaça, particularmente para prover acesso a rotas de escape e controlar o deslocamento da fumaça para áreas da edificação não envolvidas no incêndio (fig 30).

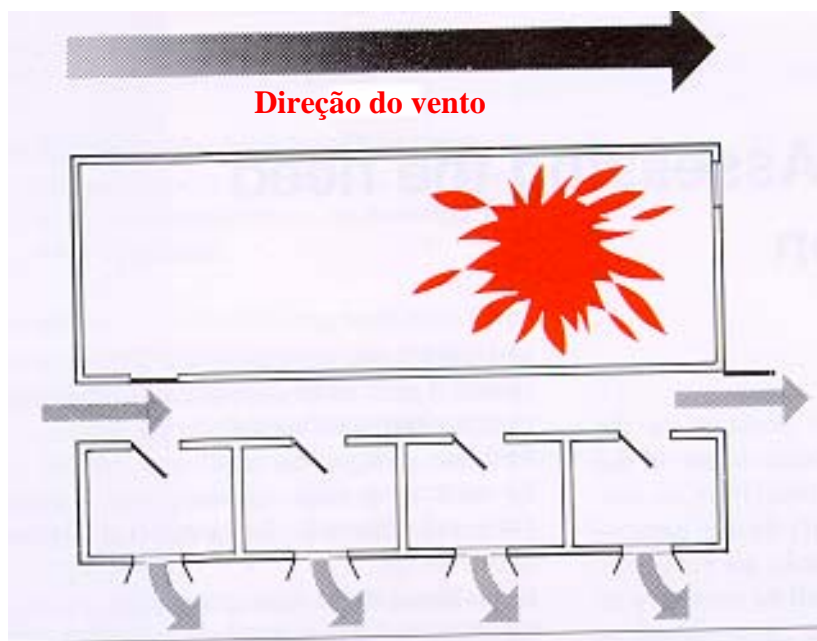
Estes dois objetivos podem ser alcançados ao mesmo tempo, por exemplo, para mantermos uma saída segura enquanto a operação ofensiva é desencadeada.

**FIGURA 29 - Ventilação ofensiva**



*FONTE: Fire Service Manual- v. 2, p. 26, Dec. 1997*

**FIGURA 30 - Ventilação defensiva**



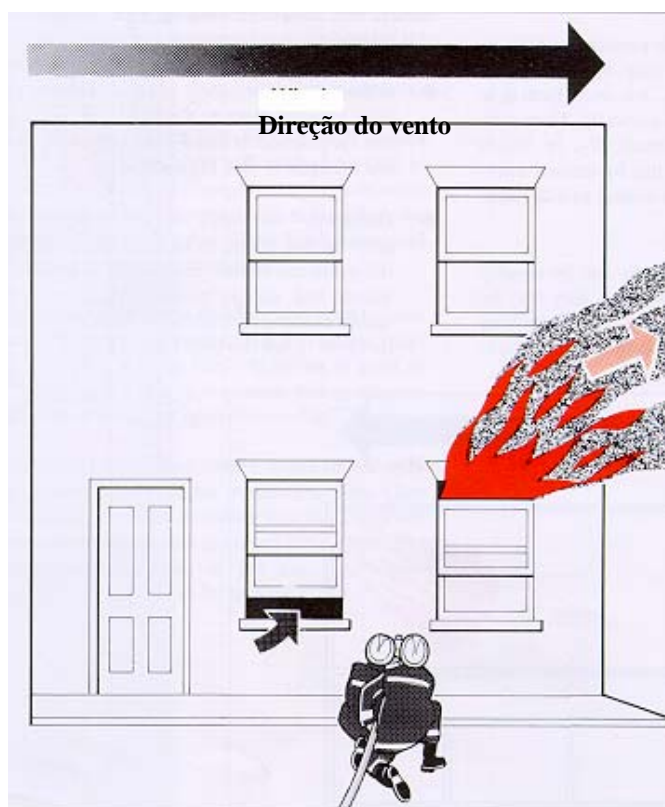
FONTE: Fire Service Manual- v. 2, p. 26, Dec. 1997

## 5.2 Benefícios da ventilação.

A ventilação é uma tática de combate utilizada no combate a incêndios em locais confinados que pode ser empregada em qualquer momento durante as operações, haja vista que o deslocamento de gases quentes e fumaça proporciona uma melhor segurança nas operações de combate a incêndio.

Caso haja o risco de “*backdraft*” no compartimento sinistrado, devem ser removidos os gases inflamáveis de forma controlada e sempre sob a supervisão do comandante no local de incêndio. Se a porta do compartimento for aberta, ela será o local mais apropriado para o “*backdraft*”, criando risco para os bombeiros nas imediações da porta. Se a ventilação for apropriadamente feita os gases serão removidos para fora, direcionando qualquer chama ou explosão longe dos bombeiros e outros riscos de incêndio (fig 31)

**FIGURA 31 – Ventilação segura**



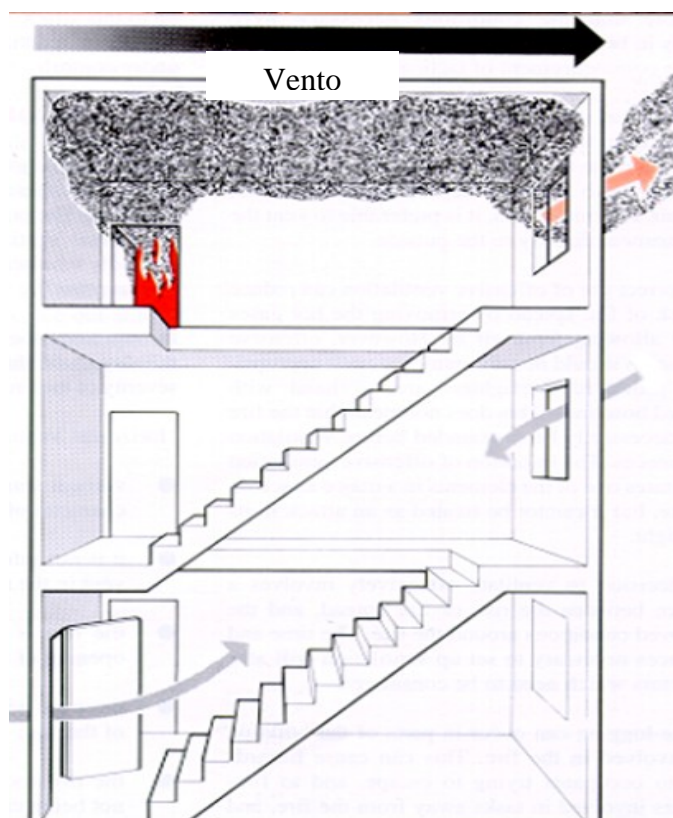
*FONTE: Fire Service Manual- v. 2, p. 26, Dec. 1997*

Se houver muita quantidade de gases quentes e fumaça no compartimento com chamas movendo-se horizontalmente ao nível do teto, haverá considerável risco de propagação do fogo e da ocorrência de um “*flashover*”. Estes gases devem ser ventilados o mais rápido possível, respeitando uma distância segura e tendo sempre como objetivo as partes mais altas da edificação sinistrada. Se a única e possível abertura está distante do fogo, o comandante no local do incêndio deve sempre esperar que o fogo se propague ao longo da rota da abertura assim que for iniciada a ventilação.

Se a rota de fuga do prédio possuir fumaça e ainda houver pessoas na edificação que necessitem ser retiradas, a ventilação irá limpar a rota, permitindo uma retirada mais segura (fig. 32).

Se os bombeiros estão impedidos de chegar ao fogo devido a uma das rotas de fuga estarem bloqueadas pelo excesso de fumaça, a ventilação ajudará na visibilidade, agilizando as operações no local de incêndio. Também haverá benefício considerável onde houver sistema de chuveiros automáticos em funcionamento os quais resfriarão os gases aquecidos, gerando uma diminuição na temperatura interna do ambiente e na visibilidade.

De uma forma geral, sempre que houver o aumento de gases quentes dentro da edificação, esta condição dificultará os trabalhos dos bombeiros, sendo que a ventilação irá propiciar melhores condições no local, aumentando o tempo de trabalho dos bombeiros.

**FIGURA 32 – Melhorando o acesso e rota de fuga**

FONTE: Fire Service Manual- v. 2, p. 26, Dec. 1997

### 5.3 Análise de risco

O principal risco de usar as técnicas de ventilação ofensiva é que a entrada de ar fresco resultará no crescimento do fogo e, se não realizada de forma adequada, poderá gerar um “*backdraft*”.

Uma vez que haja combustível suficiente, o crescimento do fogo ocorrerá na área ao redor do fogo ou ao longo da rota da abertura de saída de fumaça. Gases e fumaça quentes poderão entrar em ignição quando estiverem sendo ventilados ao encontrar o ar fresco. Por esta razão é preferível ventilar o compartimento diretamente para o lado de fora.

O correto uso da ventilação ofensiva pode reduzir o risco de propagação do fogo removendo os gases quentes e permitindo a entrada de ar fresco. De qualquer forma, a ventilação ofensiva nunca deve começar até que os bombeiros estejam propriamente equipados e protegidos e estejam com linhas de mangueira pressurizadas. Isto não significa que o fogo deve estar obrigatoriamente cercado antes de iniciar a ventilação. O início da ventilação



ofensiva constitui um dos elementos de ataque ao fogo, mas isto não pode ser considerado como ataque ao fogo.

A decisão para ventilar ofensivamente envolve um balanço entre o risco de propagação e a melhora nas condições circunvizinhas ao fogo. O tempo e os recursos necessários para iniciar a ventilação são fatores que devem ser considerados.

A propagação da fumaça pode ocorrer em partes da edificação não envolvida no fogo, o que pode causar perigo aos ocupantes que tentam escapar e aos bombeiros envolvidos em atividades mais distantes do fogo, podendo também, resultar em danos severos à propriedade. O correto uso da ventilação pode reduzir o risco, por outro lado, se for realizado incorretamente, poderá acarretar danos piores.

O comandante no local do incêndio deve considerar a possibilidade de retirar os bombeiros da edificação ou de parte dela enquanto o ar fresco está entrando no compartimento, particularmente na rota do ar fresco que entra, pois é um local propício para um “*backdraft*”.

Quando possível, o uso da ventilação defensiva é mais apropriada, uma vez que os fatores de risco e benefício são melhores. De qualquer forma, é necessário selecionar uma rota apropriada para a vazão de ar das aberturas internas para minimizar as chances deste ar fresco afetar o compartimento com fogo.

A ventilação defensiva não deve ser adotada no compartimento sinistrado, podendo ser parte do preparo para o ataque, limpando as rotas de ataque e de fuga ou mesmo gerando melhores condições de trabalho na continuação das operações, após o incêndio estar sob controle.

#### **5.4 Fatores que interferem na escolha da ventilação.**

A correta realização da ventilação sempre dependerá das circunstâncias no incêndio, mas há um número de procedimentos a seguir. A decisão principal é escolher se usará a ventilação vertical ou horizontal e, em segundo lugar, se irá adotar a aproximação ofensiva ou defensiva.

Nos dois casos o fato principal a ser considerado será o desenho da edificação, sua localização, tamanho, a gravidade do incêndio, a velocidade e a direção do vento.

#### 5.4.1 Quando a ventilação horizontal pode ser apropriada:

- A ventilação vertical não é possível por causa das características da edificação;
- Quando não for seguro aos bombeiros realizar aberturas no teto;
- O fogo não é grande o suficiente para fazer aberturas no teto;
- Há janelas e portas próximas à base do fogo;
- O fogo e os produtos da combustão não estão se deslocando para outros pisos; e
- O fogo não entrou na estrutura vazia ou espaços escondidos.

#### 5.4.2 Quando a ventilação vertical pode ser apropriada:

- O fogo está ou tenha se propagado no espaço do teto;
- A ventilação horizontal seria difícil. Por exemplo, em prédio sem janelas com poucas portas externas;
- Onde há “*shafts*” verticais altos, poços de luzes ou elevadores; e
- O fogo tenha tomado estruturas vazias ou espaços escondidos.

Em geral o uso de ventilação forçada, por exemplo, com ventiladores e exaustores, irá aumentar a velocidade de extração da fumaça, qualquer que seja o processo selecionado.

A ventilação horizontal é mais eficiente onde as aberturas podem ser feitas nos locais mais altos do ambiente sinistrado, no sentido do vento e a abertura de entrada do ar seja baixa, do lado contrário ao vento. Se as portas e janelas disponíveis estiverem do mesmo lado da edificação, o uso de ventilação natural não será muito eficiente, pois a pressão do vento será igual nas duas aberturas de saídas e de entrada.

Nestas circunstâncias, o ar fresco entrará na parte baixa e os gases quentes sairão pela abertura superior. A ventilação forçada propiciará para que as chamas não sejam dirigidas para cima dos bombeiros.

## 6 VENTILAÇÃO HORIZONTAL.

### 6.1 Considerações gerais

Neste tipo de ventilação, o ar se movimenta na direção horizontal dentro do ambiente confinado. Consegue-se este escoamento com a abertura de uma entrada de ar e outra para a saída da fumaça e do ar que entrou.

As condições ideais para se conseguir uma ventilação eficiente são aquelas em que existe um certo alinhamento entre as aberturas de entrada e de saída; em que a direção do vento coincide com as aberturas de entrada e as aberturas de saída estão em regiões de baixa pressão exterior e ainda, a abertura de entrada é mais baixa do que a de saída.

A ventilação horizontal deve ser aplicada nas fases do incêndio onde não haja perigo da ocorrência dos fenômenos conhecidos como “*flashover*” e “*backdraft*”. Constatando-se os indicativos de sua provável ocorrência, o comandante no local de incêndio deve optar por outro método de ventilação.

A ventilação horizontal é a forma mais freqüente de ventilação utilizada porque, na maioria das situações, é o método mais apropriado para ventilar uma edificação e muitas vezes o mais fácil, sendo útil na entrada de bombeiros em uma edificação para pesquisa e resgate ou combate a incêndio. Este tipo de ventilação começa ao abrir portas ou janelas para a entrada dos bombeiros.

Muitos incêndios em edificações fazem poucos danos por queima direta mesmo produzindo grande volume de fumaça. Esta situação requer que as janelas e portas do compartimento afetado sejam abertas para permitir que os resíduos de fumaça sejam ventilados.

Este capítulo descreve as técnicas da ventilação horizontal e as formas pela qual pode ser realizada.

### 6.2 Princípios físicos envolvidos

O movimento de fumaça é causado por dois fatores: o vento e a temperatura de acordo com a densidade dos gases.

O significado relativo disto dependerá de sua magnitude. Próximo ao fogo os efeitos da densidade provavelmente serão dominantes.

Quando a fumaça e os gases do fogo estão quentes, a fluabilidade aumentará e eles subirão. Se eles estiverem muito quentes, eles subirão

rapidamente. Em algumas circunstâncias, um grande volume de ar pode então ser arrastado, aumentando a vazão de ar e fumaça.

Fora do fogo os efeitos do vento são dominantes.

### 6.3 Princípios da ventilação horizontal.

A ventilação requer uma controlada liberação de fumaça e gases quentes da edificação, gases esses que muitas vezes são inflamáveis, e sua reposição por ar fresco.

A palavra a ser observada nesta operação é “controle”. A abertura de portas e janelas de forma casual pode agravar a situação, causando a propagação do fogo e o aumento dos danos causados pela fumaça, além do crescimento da possibilidade de “*backdraft*”.

Primeiramente o bombeiro deve procurar a liberação dos produtos da combustão pelo lado da edificação favorável ao vento (vento pelas costas) na parte mais alta possível.

Uma vez que a abertura de saída tenha sido feita, a abertura do lado do vento para entrada de ar deve ser criada na parte mais baixa possível para aproveitar a vantagem da baixa densidade da fumaça e dos gases quentes.

Para a ventilação defensiva, a localização das aberturas será determinada pelo percurso entre eles. O objetivo final é para permitir a entrada máxima de ar fresco. A disposição dos cômodos da edificação definirá o percurso do ar e, uma vez que haja aberturas, suas localizações devem ser feitas para não direcionar ar fresco para a base do fogo.

Para ventilação ofensiva, a abertura de saída da fumaça deve ser o mais próximo possível do fogo. É aconselhável usar a rota dos bombeiros para o combate como aberturas de entrada, para reduzir fumaça e calor em seu caminho, a fim de proporcionar trabalho mais seguro e menos estafante.

Neste caso, os gases que saem pela abertura, tendem a estar muito quentes e, provavelmente, são inflamáveis. Chamas podem aparecer do lado de fora da abertura se a fumaça e os gases quentes estiverem acima da temperatura de ignição espontânea, havendo o risco de propagação.

De qualquer forma, antes da abertura da saída estar preparada, esta posição deve ser protegida por um bombeiro apropriadamente equipado e com uma linha de mangueira pressurizada. Este esguicho pode ser usado para esfriar a fumaça e gases à medida que estiverem saindo, mas em hipótese alguma a

água deve ser direcionada direto na abertura enquanto a ventilação estiver em progresso. Isto influenciará no processo de extração da fumaça e gases quentes, podendo colocar em risco os bombeiros dentro da edificação.

Se o compartimento contendo o fogo estiver ficando com falta de oxigênio há risco de “*backdraft*”. Qualquer abertura criada neste compartimento pode desencadear o “*backdraft*”, mas este risco pode ser minimizado se a abertura for na parte superior dos dois lados da edificação e do lado contrário ao sentido do vento, permitindo a liberação de gases quentes sem misturá-los com o ar fresco no compartimento.

Se todas as outras saídas estiverem fechadas, a força de qualquer “*backdraft*” será direcionada para fora da abertura. Os bombeiros que estiverem fazendo a abertura devem tomar as precauções para eliminar qualquer atitude que possibilite o “*backdraft*”, usar equipamento de proteção individual com máscara autônoma, ficar abaixado e possuir uma linha de mangueira e esguicho pressurizado para usar.

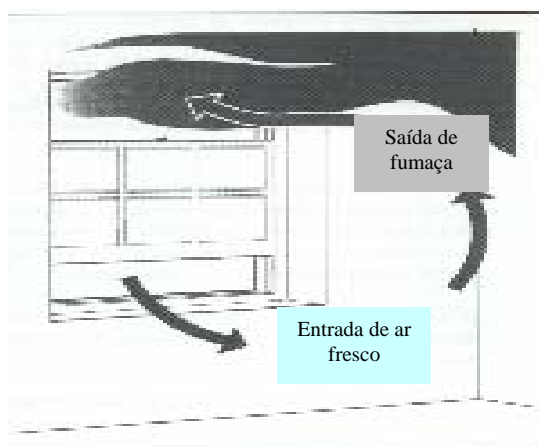
A introdução de ar fresco é o que mais proporciona a possibilidade do desencadeamento do “*backdraft*”. A ventilação de um compartimento que esteja com falta de oxigênio é um perigo inerente para os bombeiros dentro da edificação. Uma vez que as aberturas de saída tenham sido feitas, fumaça e gases sairão e a temperatura dentro do compartimento reduzirá. De qualquer forma, o compartimento somente pode ficar com deficiência de oxigênio se houver suprimento inadequado de ar fresco para dentro; assim sendo, uma abertura de entrada deve ser providenciada logo que for possível ou o potencial de “*backdraft*” poderá continuar. (ver Capítulo 3 – *Backdraft*).

O comandante no local de incêndio deve considerar a possibilidade de recuar alguns bombeiros de parte ou de toda a edificação enquanto o ar fresco passa a entrar no compartimento se a rota de ar fresco está propícia para se transformar no caminho para qualquer “*backdraft*”. Consideração particular deve ser dada para a segurança dos bombeiros em pisos acima do fogo, especialmente onde o acesso deles ou a rota de fuga, são pela abertura de entrada por onde passa o ar fresco, por exemplo, quando a abertura de entrada de ar fresco ocupa parte do poço de escada.

#### **6.4 Método de fazer aberturas**

Dentro da edificação o método mais simples de fazer uma abertura com menos danos possíveis é abrindo janelas e portas. Se possível o topo da janela deveria ser aberta para fazer a abertura de saída e na parte baixa da janela aberta fazer a abertura de entrada (fig 33).

**FIGURA 33 - Limpar a área de fumaça abrindo a janela um terço em baixo e dois terços na parte superior.**



FONTE: Fire Service Manual- v. 2, Dec. 1997

**É preferível abrir janelas ao invés de quebrá-las porque elas podem ser fechadas novamente, se necessário.**

Isto deve ser feito do lado de fora sempre que for possível. Em algumas circunstâncias, as janelas têm que ser quebradas, mas cuidados têm de ser considerados quanto a três fatores:

- A fumaça quente que sai pela recente abertura feita subirá e talvez pare na parede ou tetos acentuadamente inclinados acima da abertura. Os bombeiros, fazendo uma abertura, nunca devem posicionar-se acima destas aberturas que estiverem sendo feitas.
- Deixar ar fresco entrar em um compartimento pode resultar em “backdraft”, bombeiros não devem estar diretamente em frente à janela. Eles devem ficar o mais distante possível, ao lado da janela, usando o equipamento apropriado como um machado ou croque se estiver trabalhando em uma viatura dotada de

equipamento aéreo (escada ou plataforma), existem cuidados necessários a serem tomados para assegurar que o topo da escada seja colocado com as mesmas precauções citadas acima.

- O vidro da janela pode percorrer longo caminho para fora, particularmente, em edifícios elevados. Isto pode matar ou lesar seriamente bombeiros ou pessoas presentes.

Em algumas edificações talvez seja possível fazer uma abertura na parede. Novamente, os bombeiros não devem ficar em frente à abertura devido aos riscos de explosão ambiental.

Enquanto o incêndio estiver sendo combatido somente devemos fazer aberturas se elas estiverem dentro do plano tático de ventilação, ou seja, não devemos realizar aberturas aleatórias.

Alguns cuidados devem ser tomados a fim de evitar que as portas sejam ocasionalmente trancadas. Uma vez que o fogo esteja extinto, podemos aumentar o número de aberturas para ventilação.

### **6.5 Fatores que impedem a ventilação horizontal.**

Há outros fatores que impedem ou prejudicam a ventilação horizontal, a saber:

- Baixa velocidade do vento;
- Inexistência de aberturas que possibilitem a entrada e a saída do ar;
- Aberturas excessivamente desalinhadas; e
- Possibilidade de que o vento leve a fumaça e gases tóxicos para prédios vizinhos e, assim, causar prejuízo a terceiros.

Quando for constatada uma ou mais das situações acima descritas, o comandante no local de incêndio deverá analisar o emprego de um dos métodos de ventilação forçada.

### **6.6 Procedimentos para a ventilação horizontal**

- Abrir o ponto mais alto da parede para saída dos produtos da combustão;
- Abrir lentamente o ponto mais baixo para a entrada do ar fresco, pois o ar fresco tem temperatura menor que os produtos da

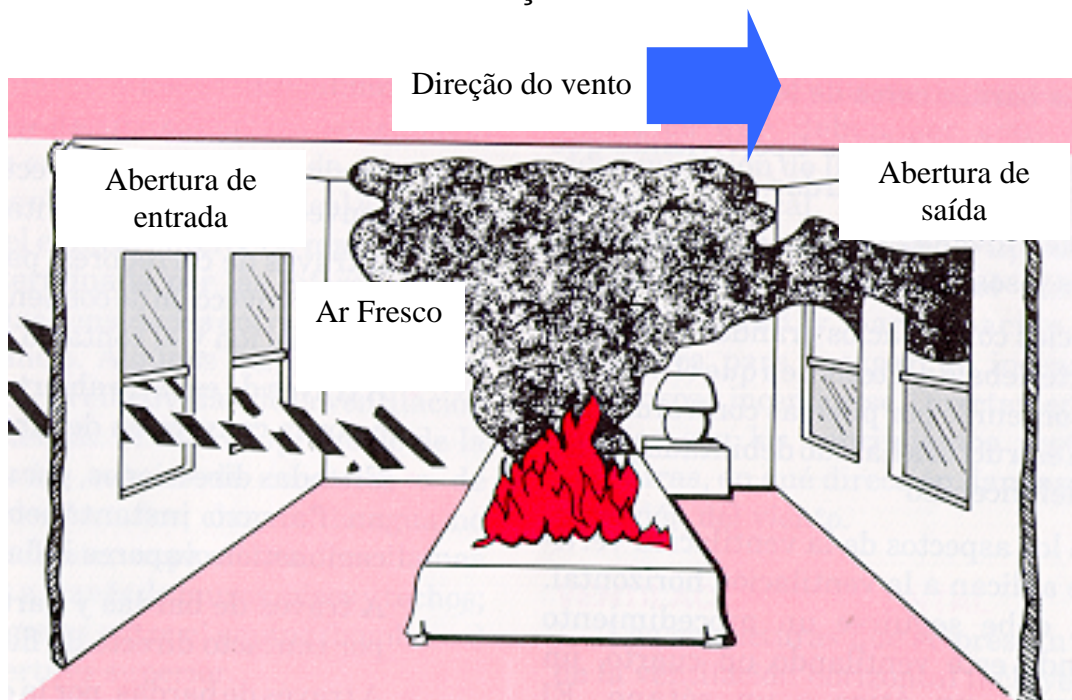
combustão, depositando-se nas partes mais baixas do ambiente de forma a expulsar a fumaça e os gases aquecidos, cuja tendência é permanecer nas partes mais altas;

- Observar o ambiente até a visualização das chamas;
- O bombeiro deve, sempre que possível, usar a porta para permitir a entrada do ar fresco, todavia, é importante que esta seja aberta lentamente e que não seja maior que a abertura para a saída dos produtos da combustão (sana-se este problema abrindo a porta parcialmente); e
- Verificar a direção do vento.

Uma vez que a forma adequada para realizar a ventilação foi definida, as equipes devem tomar cuidado para não prejudicar o incêndio com a vazão incorreta de ar, por:

- Abertura de outros pontos de saída;
- Fechamento de pontos de entrada;
- Direcionamento do fluxo do fogo para as aberturas de ventilação; e
- Uso inadequado dos meios de salvatagem.

**FIGURA 35 – Ventilação horizontal**



FONTE: Fire Service Manual- v. 2, Dec. 1997



## 7 VENTILAÇÃO VERTICAL

### 7.1 Considerações gerais

A ventilação vertical faz o máximo uso da fluvariabilidade da fumaça e dos gases, permitindo a eles escapar uniformemente para a atmosfera pela rota mais direta possível. É extremamente útil em situações de potencial “backdraft”.

A diferença entre ventilação vertical e horizontal está na localização da abertura de saída da fumaça. Na ventilação horizontal, a abertura de saída está na parede do compartimento no ponto mais alto possível. Na ventilação vertical, a saída está colocada no telhado do compartimento, sendo mais segura quanto mais próxima ao fogo.

A ventilação vertical é a mais efetiva tática de ventilação ofensiva usada para afetar o fogo de maneira direta. Em operações de ventilação defensiva, sua eficiência depende da proximidade com o fogo. Assim, ventilação vertical é mais aplicável para prédios onde o fogo está diretamente abaixo do telhado.

### 7.2 As vantagens da ventilação vertical

- Minimizar o risco de um sinistro fazendo com que a pressão no compartimento leve os gases quentes para fora. Uma abertura de entrada é necessária para que o ar fresco não comece a entrar através da abertura de saída, misturando com a fumaça, o que pode dispersar ainda mais a fumaça pelo compartimento;
- Minimizar a propagação do fogo, uma vez que a fumaça e os gases quentes percorrem a distância mais curta possível antes de deixarem o prédio. Pode existir a rápida extração da fumaça no ambiente devido à alta velocidade da fumaça e gases quentes saindo através da abertura do telhado; e
- Grandes quantidades de ar fresco são atraídas para recompor o ambiente.

A desvantagem da ventilação vertical ocorrerá nos casos em que as operações dos bombeiros se fizerem necessárias no telhado acima do fogo, aumentando o risco dos trabalhos, contudo, é possível adotar procedimentos que reduzam significativamente o risco, como veremos a seguir.

### **7.3 Procedimentos de segurança na ventilação vertical.**

A localização do fogo tem que ser determinada antes que a ventilação vertical possa ser considerada.

Como norma prática, quando a ventilação vertical ofensiva está sendo preparada, a abertura de saída deve ser coberta por uma linha de mangueira pressurizada, mesmo no instante em que está sendo feita. É seguramente praticável que, no início dos trabalhos, algumas aberturas no telhado sejam feitas pelos bombeiros, posicionando-se uma escada de gancho ou com o uso de uma viatura dotada de equipamento aéreo. Deve ser lembrado que, uma vez que o compartimento incendiado tenha sido penetrado, a fumaça quente e os gases estão passíveis de saírem pela abertura, talvez com alguma força.

Equipamentos de proteção respiratória devem sempre ser utilizados em tais circunstâncias. Se o comandante no local de incêndio decide que uma abertura é necessária no telhado e a localização não pode ser alcançada por uma escada de gancho ou viatura dotada de equipamento aéreo, será necessário considerar seriamente a segurança dos bombeiros, antes de encaminhá-los para um telhado comprometido acima de um incêndio, principalmente devido ao aquecimento da estrutura e a possibilidade de ocorrer um colapso estrutural desta cobertura.

### **7.4 Métodos de aberturas**

Alguns prédios têm embutidos sistemas de ventilação mecânica operados do nível do solo, sendo muitas vezes conveniente fazer uso dos mesmos.

No entanto, optando-se pela abertura no telhado, os bombeiros devem se aproveitar das características do prédio, tais como clarabóias. Onde estas não existem, pode ser possível levantar telhas e forros e cortar completamente tudo o que estiver abaixo destes.

Sem um conhecimento do método de construção, não é prudente tentar fazer aberturas em qualquer tipo de telhado. O método mais seguro de fazer isto é trabalhar com uma escada de gancho no telhado ou viatura dotada de equipamento aéreo.

Ao fazer uma abertura os bombeiros devem evitar trabalhar em um local mais alto do que a abertura, como, por exemplo, sobre um telhado inclinado, onde os bombeiros não devem ficar no ponto mais alto no sentido da inclinação.

Algumas vezes, especialmente em lajes impermeabilizadas, poderão ser encontrados dispositivos de abertura previamente instalados na edificação. Nestes casos, mesmo sendo de fácil abertura, o bombeiro deve utilizar uma ferramenta (croque ou alavanca) para remoção do obstáculo, evitando utilizar diretamente suas mãos para isso (fig. 37).

**FIGURA 37 – Bombeiro realizando ventilação vertical através de abertura existente**



*FONTE: O Autor – Dez/2005.*

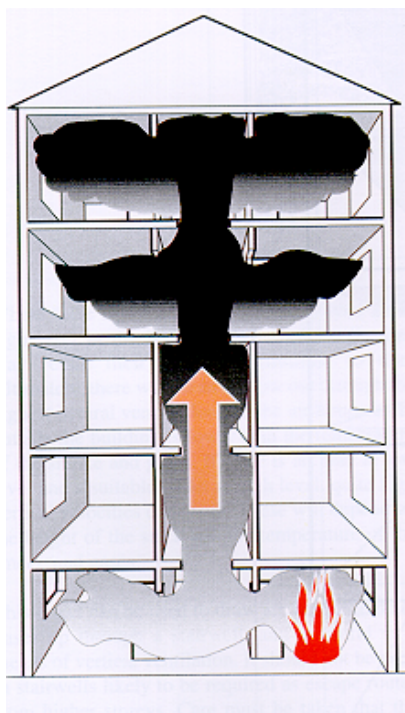
### **7.5 Ventilação vertical ofensiva e defensiva.**

Como já foi dito, a eficiência da ventilação vertical dependerá da proximidade das aberturas com o foco do incêndio.

A ventilação vertical ofensiva requer abertura do telhado próximo do fogo. É mais efetiva se a abertura puder ser localizada diretamente acima do fogo. A ventilação ofensiva pode também ser usada para limitar a propagação do fogo em grandes compartimentos que estejam juntos do telhado. Nestas circunstâncias, a propagação do fogo é causada principalmente pela fumaça quente e gases espalhados ao nível do teto, devido o “efeito cogumelo” (fig. 38),

por fontes de ignição em partes estruturais combustíveis do telhado ou ignição de objetos no compartimento por meio da irradiação a partir da fumaça quente.

**FIGURA 38 – Efeito cogumelo**



*FONTE: Fire Service Manual-- v. 2, Dec. 1997*

Fumaça quente e gases se propagam para dentro do compartimento até que eles possam achar um caminho de saída. Removendo-se a cobertura do telhado na forma de uma faixa, no local tomado pela fumaça, pode-se limitar sua propagação, produzindo efetivamente, uma melhoria nas condições do local sinistrado. Essa técnica é conhecida como trincheira ou faixa de ventilação.

Em propriedades tipo terraço pode ser necessário fazer um corte de trincheira para prevenir o alastramento do fogo para espaços contíguos ao telhado; neste caso, é mais seguro executar a trincheira na propriedade contígua.

Em um telhado inclinado é preferível começar cortando a trincheira no ponto mais alto possível, continuando o corte no sentido descendente, fazendo desta forma que a exposição à fumaça e gases quentes seja minimizada. Como já dito anteriormente, há que se ressaltar como fator de perigo para os bombeiros envolvidos na ocorrência o fato de que estão posicionados sobre um telhado de uma edificação em chamas, existindo o risco de colapso desta estrutura devido à ação do calor junto às partes mais altas da edificação, fato este que deve sempre

ser levando em conta pelo comandante no local de incêndio, quando da opção por este tipo de ventilação tática.

A ventilação vertical defensiva pode ser utilizada de forma conjunta com a ventilação ofensiva, principalmente nos compartimentos da edificação sinistrada que ainda não foram atingidos pelo incêndio, de forma a melhorar as condições de visibilidade no ambiente, facilitando a retirada de pessoas e auxiliando nos trabalhos de combate ao sinistro.

## 8 VENTILAÇÃO FORÇADA

### 8.1 Considerações gerais

Quando da escolha tática pela realização da ventilação, deve ser levando em conta as condições atmosféricas existentes, levando vantagem da ventilação natural quando for possível. Contudo, em algumas situações, a ventilação natural pode ser inadequada e talvez tenha que ser complementada ou substituída pela ventilação forçada para prover uma atmosfera mais adequada e facilitar as operações.

Ventilação forçada refere-se ao uso de ventiladores e exaustores, jato de água em neblina ou outros meios mecânicos para criar ou redirecionar a vazão de ar dentro da edificação de maneira que os gases do fogo sejam forçados para fora.

Como a ventilação forçada é usada para acelerar os efeitos da ventilação natural, deve ser lembrado que todos os efeitos, desejados ou indesejados, podem ser acelerados. Por esta razão é essencial que os bombeiros envolvidos tenham um bom entendimento dos princípios da ventilação e do comportamento do fogo antes de considerar o uso desta técnica.

### 8.2 Principais vantagens da ventilação forçada

- Os objetivos da ventilação, tais como a remoção de fumaça e a restauração da atmosfera adequada, são alcançados mais rapidamente;
- Faz a ventilação horizontal mais eficaz, reduzindo a necessidade da ventilação vertical;
- É menos susceptível às variações das condições do vento ainda que não possam vencer ventos muito fortes; e
- É a forma de ventilação mais controlável.

### 8.3 Desvantagens da ventilação forçada

- Requer o uso de um meio mecânico, uma fonte de energia e bombeiros para tal operação;
- Pode aumentar a intensidade do fogo e evoluir para um incêndio de proporções indesejáveis, se incorretamente aplicada;

- Para remoção em grandes compartimentos é requerido um grande ventilador ou número maior de ventiladores; e
- Pode tomar tempo para ser instalado na operação.

#### **8.4 Principais técnicas da ventilação forçada**

- VPP (ventilação por pressão positiva): executada forçando-se o ar para dentro da edificação usando ventiladores. O efeito disso será o aumento da pressão interna em relação à pressão atmosférica. VPP trata-se da corrente de ar direcionada para a abertura de entrada;
- VPN (ventilação por pressão negativa): trata-se da extração de fumaça e gases quentes de uma abertura e saída. Isto terá o efeito de reduzir a pressão interna da edificação em relação da pressão atmosférica. Pode ser executada por meio de exaustores ou jatos de água;
- Edificações com sistemas de ar condicionado podem ser planejadas para, em caso de incêndio, utilizá-los como sistema de controle de fumaça; e
- Sistemas fixos de controle de fumaça: Exaustores ou outros sistemas previamente instalados e acionados automaticamente quando existe um sistema de controle de fumaça.

##### **8.4.1 Ventilação por pressão negativa**

Abordaremos a seguir algumas formas de realizar uma ventilação por pressão negativa. Cabe ressaltar que apesar do nome pressão negativa ser reconhecido internacionalmente, tecnicamente não existe a chamada pressão negativa, pois a “pseuda” pressão negativa seria o vácuo, porém, para padronizar uma linguagem já estabelecida e aceita, vamos considerar esta nomenclatura.

###### **8.4.1.1 Exaustores**

O método mais comum de se fazer a ventilação por pressão negativa é utilizando exaustores portáteis.

Pode variar muito a quantidade de ar que eles podem remover que é medida em metros cúbicos por minuto. Quanto maior a potência do exaustor mais ar poderá succionar.

### **FIGURA 39 e 40 – Utilização de exaustor com manga em entrada que pode ser bloqueada.**

*Fonte: O Autor – Dez/2005*



**FIGURA 39**



**FIGURA 40**

Os exaustores podem funcionar por motores elétricos ou por motores hidráulicos. Ventiladores a diesel ou gasolina, não são apropriados para o uso quando em locais com gases oriundos de combustão, porque é pouco provável que haja suprimento de ar fresco, o que é necessário para o funcionamento do motor.

O problema principal com o uso de ventiladores de ventilação negativa é que os componentes são pouco prováveis de serem projetados para suportar altas temperaturas. Se a fumaça e os gases que estão sendo extraídos estiverem quentes, o ventilador ou exaustor poderá parar de funcionar.

O uso de ventiladores para pressão negativa é indicado na remoção de fumaça em edificações quando o incêndio estiver extinto ou onde não há a probabilidade de gases quentes ou inflamáveis atingirem diretamente o equipamento.

#### **8.4.1.2 Ventilação com jatos de água.**

É o efeito provocado pelo arrastamento do ar pela abertura de saída, mediante o uso de uma linha de mangueira por meio de jato de água cônico.

O jato cônico deverá ser direcionado para fora por intermédio da abertura de saída do prédio. Para proteger o bombeiro de permanecer em um



ambiente quente, a linha de mangueira pode ser presa na posição ou amarrada em um cavalete.

O jato deve ser formado um cone de ângulo aproximado de 60° e a mangueira colocada de maneira que cubra de 85% a 90% de saída de fumaça para executar a máxima corrente de ar (fig. 41 e 42).

O mesmo efeito pode ser usado na abertura de entrada, mas a perda de água do lado de dentro da edificação será aumentada e o bombeiro segurando a mangueira terá que estar ciente do risco de “backdraft” nas operações ofensivas de ventilação.

Esta técnica pode ser muito eficiente na dispersão de fumaça no foco de incêndio no compartimento para capacitar a investigação do cenário e reduzir danos.

**FIGURA 41 – Ventilação por pressão negativa com o uso de esguicho**



*FONTE: CORPO DE BOMBEIROS DA POLÍCIA MILITAR DO ESTADO DE SÃO PAULO Manual de fundamentos, v. 12, 1996.*

**FIGURA 42 – Fumaça retirada do ambiente com a ventilação por esguicho**

*FONTE: CORPO DE BOMBEIROS DA POLÍCIA MILITAR DO ESTADO DE SÃO PAULO. Manual de fundamentos, v. 12, 1996.*

#### **8.4.1.3 Sistemas de ar condicionado**

Os sistemas mecânicos de ventilação geralmente trabalham automaticamente, mas poderá haver uma intervenção manual. Onde os bombeiros necessitam de uma operação especial deste sistema, deve-se consultar técnico responsável, pois o uso incorreto poderá resultar em uma maior propagação do fogo.

Em alguns casos o sistema de ar condicionado pode ser designado para atuar como sistema de ventilação do fogo no evento do incêndio.

#### **8.4.1.4 Sistemas de exaustão**

Esses sistemas possuem geralmente acionamento automático e provavelmente estarão em funcionamento antes que o Corpo de Bombeiros chegue ao local do incêndio. Estes sistemas podem ser operados manualmente, mas isto necessita de alguns cuidados pelo comandante no local de incêndio como parte da estratégia de combate ao incêndio e de ventilação.

## 8.5 Considerações de segurança

As regras de segurança são as mesmas citadas anteriormente, com relação à ventilação natural, sendo que a diferença é que tudo acontecerá mais rapidamente.

A comunicação eficiente entre os envolvidos na operação de combate a incêndio é muito mais crítica. O comandante deve assegurar uma supervisão e monitoramento durante todo o tempo.

Sempre há o perigo de direcionar fumaça e chamas para outros espaços existentes, principalmente em edificações mais antigas e construídas sem as observâncias de normas técnicas.

Edificações demasiadamente antigas possuem locais escondidos que podem servir para passagem de gases. O uso de VPP deve ser monitorado visando o aparecimento de fumaça nos compartimentos vizinhos por vias não esperadas. Onde isto ocorrer, talvez seja o caso de usar ventilação negativa.

O barulho dos ventiladores pode ser um problema, afetando aqueles que estão dentro da edificação, não conseguindo ouvir o sinal de evacuação.

A preleção para os bombeiros talvez tenha que ser feita longe dos ventiladores.

## 9 VENTILAÇÃO POR PRESSÃO POSITIVA.

### 9.1 Considerações gerais

A ventilação por pressão positiva é alcançada forçando o ar para dentro da edificação usando ventiladores. O efeito disto será o aumento da pressão no ambiente interno em relação ao ambiente externo. VPP visa assoprar ar para dentro por intermédio das aberturas de entrada. A tática mais apropriada para usar VPP dependerá da abertura de entrada que também é utilizada pelos bombeiros para acesso na edificação e onde há fumaça saindo.

É essencial reconhecer que o uso da VPP é simplesmente uma extensão do uso da ventilação natural. O princípio fundamental se aplica a ambos. Se a VPP é usada para acelerar os efeitos da ventilação natural, deve-se lembrar de todos os efeitos desejados e indesejados podem ser acelerados. Por esta razão é essencial que os bombeiros tenham um bom entendimento do comportamento do fogo e os princípios de ventilação antes de se considerar o uso da VPP.

A eficiência da VPP como uma tática é governada pelo vento, o tamanho do ventilador, a proporção da produção de ar do ventilador que entra no prédio, o tamanho relativo das aberturas de entrada e de saída, o tamanho do compartimento a ser ventilado e a temperatura dos gases no compartimento.

### 9.2 Performance do ventilador

Devemos lembrar que os ventiladores usados pelo Corpo de Bombeiros podem diferir grandemente seu desempenho. Ventiladores para usos em atividades de incêndio possuem características diferenciadas em relação aos comercializados para uso doméstico, que vão desde o formato das hélices (palhetas) até a resistência ao calor dos materiais utilizados na sua confecção.

A quantidade de ar que um ventilador pode gerar varia em função da potência disponível e o formato das hélices (palhetas). O formato do cone de ar que é produzido depende do formato da hélice e duto fixado ao redor do mesmo.

Quando um ventilador é usado para pressurizar um compartimento, o tempo de uso é condicionado ao tamanho do compartimento que poderá requerer maior ou menor vazão de ar.

**FIGURA 43 – Ventilação por pressão positiva realizada com ventilador**

Fonte: O Autor – Dez/2005



Se um ventilador típico para VPP é colocado em uma porta sendo utilizada como abertura de entrada de ar, onde não é possível o ar escapar por esta porta, a taxa de vazão do ventilador lentamente reduzirá a medida que a pressão interna no compartimento aumenta. A taxa de vazão que pode ser atingida, uma vez que as coisas começam a se estabilizar, dependerá do tamanho da abertura de saída.

Se a abertura de saída for muito grande, comparada com a abertura de entrada, a máxima taxa de vazão que poderá ser alcançada pelo ventilador provavelmente será  $6 \text{ m}^3/\text{s}$  (210 pés cúbicos por segundo). O aumento de pressão no compartimento, neste caso, será muito pequeno.

Se a abertura de saída é do mesmo tamanho que a de entrada, a máxima taxa de vazão será reduzida para provavelmente a  $4 \text{ m}^3/\text{s}$  (140 pés cúbicos por segundo), mas a pressão interna poderá aumentar a 15Pa (0,15 milibar).

Se a abertura de saída é a metade do tamanho da de entrada a taxa máxima de vazão será provavelmente 3 m<sup>3</sup>/s (100 pés cúbicos por segundo), mas a pressão interna poderá aumentar para 30 Pa (0,3 milibar).

O tamanho relativo das aberturas de saída e de entrada podem ser utilizados para definir a vazão de ar contra a pressão interna.

Se a abertura de entrada é também usada como passagem o ventilador pode causar obstrução, a não ser que isto possa ser colocado de outra forma para não impedir o acesso. De qualquer forma isto reduzirá a proporção da produção de ar que entra na edificação. Se o ventilador estiver colocado a dois metros da porta, provavelmente a vazão de ar naquela porta será reduzida de 20% e a pressão interna de 10%.

### 9.3 Posicionamento dos ventiladores

Uma vez que as aberturas das entradas de ar tenham sido selecionadas, alguns fatores determinaram a localização dos ventiladores.

A consideração principal sobre o acesso deve ser se os bombeiros ou ocupantes em fuga precisam usar a porta, neste caso o ventilador deve ser recuado para evitar a obstrução do acesso.

A segunda consideração será se o ventilador está ventilando diretamente no compartimento com fogo. Se este for o caso, haverá uma mistura turbulenta de gases quentes e fumaça indesejada, talvez seja melhor colocar o ventilador atrás da porta. Isto direcionará ar em toda a abertura da porta ao invés de parte dela e proverá uma ventilação mais uniforme no compartimento.

Igualmente, se houver fumaça sem fogo no compartimento do lado de dentro da porta, talvez seja preferível direcionar toda a fumaça para dentro da edificação. Colocando o ventilador afastado da porta direcionará ar em toda a sua abertura ao invés de parte dela e proverá uma ventilação mais uniforme no compartimento.

Se o ventilador estiver afastado da porta, haverá um estágio onde o cone de ar englobará toda a abertura da porta. Isto reduzirá a quantidade de ar que estiver entrando na edificação, mas fará o mais eficiente uso do ar que é jogado para dentro. Isto objetiva produzir uma parede de ar para varrer toda fumaça e gases quentes antes de ir na direção da abertura de saída.

Não havendo a necessidade de manter acesso pela abertura de entrada, o uso mais eficiente do ventilador é colocando-o na porta e bloqueando o resto do espaço da porta.

#### **9.4 Combatendo contra o vento**

A força do vento e sua direção normalmente são fatores dominantes na ventilação tática.

Na maioria dos casos, isto determinará a direção em que a fumaça e os gases quentes se deslocaram dentro da edificação. Quando for possível, os esforços para ventilar devem ser de acordo com as condições atmosféricas existentes, tirando assim vantagens da ventilação natural. De qualquer forma, em algumas situações, a ventilação natural pode ser inadequada e talvez tenha que ser suplementada ou substituída por ventilação forçada, desde que haja uma atmosfera adequada e facilidade para operações de resgate.

O fato de que o vento está soprando em determinada direção, nos arredores da edificação, não garante que está soprando na mesma direção perto da entrada de ar. As edificações podem gerar mudança de direção do vento, aumentando ou diminuindo a sua magnitude.

Antes de iniciar a ventilação positiva é importante checar o vento nas aberturas de entrada e de saída propostas.

Se o vento estiver soprando na abertura de saída criada, o ventilador para ventilação positiva deve ser capaz de produzir uma velocidade de saída maior que a velocidade de entrada ou o vento soprará e a abertura de saída se transformará na de entrada, transformando assim a abertura de entrada em de saída, havendo assim mais um perigo para os bombeiros.

A velocidade que um ventilador pode deslocar o ar pela abertura de saída aumenta à medida que a abertura de saída é reduzida em tamanho; uma abertura de saída pequena é preferível quando houver vento oposto.

Se o ventilador estiver soprando a passagem da porta e a de uma janela, o raio da abertura de entrada para a de saída deveria ser provavelmente de 2 para 1 e a vazão de saída seria 3 metros cúbicos por segundo para uma janela com uma seção transversal de área de um metro quadrado. O vento a 3 metros por segundo (sete milhas por hora) será classificado como uma fraca brisa conforme escala de “Beaufort” (escala para a aferição da velocidade dos ventos).

Se a saída for uma pequena janela, com a seção de área com  $\frac{1}{2}$  metro quadrado, a velocidade de saída seria 6 metros por segundo (13 milhas por hora). Um vento nesta velocidade seria classificado como uma brisa moderada, conforme a escala anterior.

Em muitos casos o alerta para os bombeiros no uso de VPP é baseado no princípio “Se isto não funcionar, você sempre poderá desligar”. Neste caso, uma vez que a abertura de saída tenha sido feita do lado de entrada do vento (natural) na edificação, talvez não seja possível ser fechada ou bloqueada novamente, caso as coisas não funcionem.

Por esta razão, a decisão de tentar usar VPP para opor ao vento pode alcançar maiores conseqüências, devendo ser evitada.

### **9.5 Local e tamanho do compartimento com fogo**

Em uma edificação pequena geralmente é possível conseguir acesso para o lado de fora do compartimento com fogo. Isto significa, a não ser que o vento esteja oposto, que provavelmente será possível fazer uma abertura de saída no compartimento com fogo. Isto manterá o mínimo de propagação do fogo enquanto a VPP é iniciada.

Em grandes edificações talvez seja difícil ou impossível identificar de imediato o compartimento com fogo e as operações de VPP devem ser aguardadas enquanto isto é feito. Mesmo assim, talvez não seja possível criar uma abertura de saída muito próxima ao fogo. Em compartimentos muito grandes poderá se tornar difícil a localização do foco de incêndio.

Se os ventiladores portáteis de VPP que são utilizados tiverem uma capacidade muito limitada, seus efeitos reduzirão drasticamente à medida que o tamanho do fogo aumente.

Uma típica taxa de vazão de um ventilador com uma hélice de 24 polegadas é  $6 \text{ m}^3/\text{s}$  (210 pés cúbico por segundo). Se estiver colocado afastado da porta, talvez somente 5 metros cúbicos por minuto irão atingir o acesso da porta.

Se o ar estiver sendo soprado no acesso da porta com uma taxa de 5 metros cúbicos por segundo, a velocidade do ar (com uma seção de  $2 \text{ m}^2$ ) será cerca de  $2 \frac{1}{2}$  metros por segundo.

Em um corredor típico de escritórios, com a seção de  $4 \text{ m}^2$ , a velocidade do ar será reduzida para 1,2 metros por segundo.



Em um “*workshop*”, hospital ou pequenas áreas de estocagem, com a seção de 30 m<sup>2</sup>, a velocidade do ar será reduzida para cerca de 0,17 m/s (17 cm/s). Talvez isto seja muito pouco para ser uma taxa aceitável de ventilação.

Em supermercado, com a seção de 60 metros de largura por 5 metros de altura dando uma área de 300 m<sup>2</sup>, a velocidade do ar devido a este ventilador será reduzida a um fator 10.

Ainda não é possível ser específico acerca da velocidade do ar eficaz quando somente houver fumaça. De qualquer forma, está claro que um ventilador não terá efeito significativo em grandes áreas como supermercados e grandes depósitos, embora eles possam ter algum efeito nos corredores e acesso das portas.

O mais efetivo uso de um ventilador portátil de VPP será em compartimentos limpos, pequenos e em corredores. Eles podem ser particularmente eficazes em residências e pequenas edificações comerciais ou em caixas de escadas pressurizadas e protegidas.

Em grandes edificações, uma abordagem de compartimento a compartimento será mais bem usada para a retirada de fumaça, tendo em vista a limitada quantidade de ar ventilado disponível.

## 9.6 Efeito das aberturas

Antes de se fazer a abertura, o incêndio no compartimento conterà gases quentes e fumaça junto ao teto e se estiverem muito quente podem pressurizar o compartimento. Essa pressão pode atingir 100 PA (1 milibar) comparado com uma pressão de 30 PA que o ventilador pode gerar. Por um período curto, se a abertura de entrada for feita muito rápida, logo após que a abertura de saída estiver pronta, gases quentes e fumaça podem sair pela abertura de entrada até que a pressão interna tenha sido reduzida.

Talvez não seja possível selar completamente a passagem da porta com o cone de ar do ventilador. Inevitavelmente a maior vazão de um ventilador está no alinhamento de seu eixo embora isto possa parecer que o topo da porta esta coberto, a vazão ali será muito menor, e os gases quentes e fumaça poderão ocasionalmente passar por ali.

## 9.7 Uso de mais de um ventilador

Se a abertura de entrada for muito grande para ser coberta por apenas um ventilador ou se um maior volume de ar for necessária é possível fazer uso de mais de um ventilador em paralelo (figura 44).

#### FIGURA 44 – Ventiladores em paralelo

Fonte: O Autor – Dez/2005



Caso uma maior velocidade de extração de fumaça é requerida, dois ventiladores podem ser utilizados em série, um será colocado na porta e o segundo atrás deste para selar ao redor da porta (figura 45). Isto provavelmente restringirá o acesso pela porta.

**FIGURA 45 – Ventiladores em série**

Fonte: O Autor – Dez/2005



Onde a arquitetura da edificação permitir, mais de uma abertura de ventilação pode ser usada, mas, nesse caso, outros cuidados devem ser tomados para que a abertura de entrada não se transforme em de saída por causa das adversidades das condições do vento ou porque os ventiladores não tenham sido acionados simultaneamente.

**9.8 Opção tática de ventilação por pressão positiva – defensiva**

Durante a retirada de fumaça na operação em uma edificação que usualmente possuirá considerável resíduo de calor, pontos quentes e brasas, vapor e fumaça continuarão sendo produzidos. Estas condições podem criar situações desconfortáveis ou opressiva para os bombeiros.

O uso com discernimento da ventilação por pressão positiva, nestas circunstâncias, pode ajudar a minimizar os problemas mencionados acima.

O uso de VPP nestas circunstâncias não significa necessariamente que a proteção respiratória seja dispensada (máscara autônoma), pois fumaça e gases continuarão presentes em concentrações muitas vezes danosas à saúde.

As vantagens de se utilizar VPP durante a remoção da fumaça e a operação de resfriamento são:

- Rapidez de remoção da fumaça e dos gases aquecidos propiciando uma melhor visibilidade;

- Resfriamento e facilidade nas condições de trabalho quando da realização do rescaldo; e
- Pontos quentes e brasas, caso ainda existam, ficarão aparentes devido ao aumento da vazão de ar fresco (sempre deverá haver uma linha de mangueira disponível).

A rota da fumaça e dos gases aquecidos deverá percorrer e deverá ser decidida antes que a ventilação se inicie. Qualquer área não afetada deverá estar isolada pelo fechamento das portas principais. O ventilador deve ser colocado em posição e ligado somente depois que outros membros da equipe tenham acionado as aberturas de exaustão. É importante que haja uma boa comunicação entre o comandante e o operador do ventilador.

A seqüência de operação deve ser como se segue:

- Isolar áreas não afetadas quando possível;
- Posicionar o ventilador, instruir os membros da guarnição para executar a abertura de exaustão;
- Ligar o ventilador;
- Checar se fumaça e os gases aquecidos estão seguindo a rota previamente estabelecida e não estejam se alastrando por outras áreas; e
- Continuar a monitorar a situação até que a VPP seja interrompida.

Em uma edificação com vários compartimentos, onde a fumaça tenha se propagado pelas salas não envolvidas pelo fogo, poderá ser providenciada a ventilação de cada ambiente na seqüência. Neste caso, as portas de todos os compartimentos, exceto aquele que estiver sendo ventilado inicialmente, devem ser fechadas e o processo iniciado. Quando terminar um cômodo e estiver sem fumaça, a porta da próxima sala a ser ventilada deve ser aberta e a exaustão providenciada. A abertura de exaustão da primeira sala e sua porta devem ser fechadas. O processo deve ser repetido até que toda edificação esteja limpa. É aconselhável começar a operação no compartimento que estiver envolvido com o fogo.

Em uma edificação com vários andares, a ventilação da fumaça deve começar no andar térreo e, seqüencialmente, passando para o próximo até que seja completada a ventilação.

### **9.8.1 Remoção de fumaça como parte do combate**

É possível aplicar esta tática descrita acima mesmo antes do incêndio ser extinto, desde que seja possível ter a certeza de que a área com fogo esteja totalmente isolada das áreas onde a ventilação está para ser iniciada.

A remoção de fumaça pode ser apropriada, onde a pressurização de parte da edificação prevenirá a fumaça de se propagar por ele ou por onde a fumaça tenha se propagado para as partes da edificação não envolvida com o fogo, desde que seja possível identificar a rota tomada pela fumaça e seja possível interrompê-la.

Isto pode ser importante se pessoas ainda estiverem presentes em parte da edificação com fumaça. A remoção desta fumaça protegerá as pessoas dos efeitos da intoxicação e propiciará uma rota de escape limpa.

Essas táticas também podem prevenir ou minimizar os danos dos efeitos da fumaça.

## **9.9 Opção tática de ventilação por pressão positiva – ofensiva**

Neste item abordaremos a VPP ofensiva em diferentes classes de ocupação, realizando a ventilação próxima do fogo para que o efeito sobre ele seja direto e assim limitar a propagação, propiciando condições mais seguras para os bombeiros.

### **9.9.1 Edificações residenciais**

A vazão de ar produzida por ventiladores portáteis são eminentemente adaptáveis para uso em edificação residencial se o vento estiver na direção certa. Se o fogo está no andar térreo e for possível criar uma abertura de saída do compartimento com fogo, é possível usar VPP para confiná-lo naquele compartimento, improvisando significativamente as condições para a rota da abertura de entrada no compartimento com fogo. Se a fumaça tiver propagado pelos outros cômodos poderá haver capacidade suficiente para aplicar a ventilação por todo o resto da edificação.

Se o fogo estiver no andar de cima, talvez possa tomar maior tempo para se criar uma abertura de saída no compartimento com fogo. Talvez seja necessário usar escada. Pode ser possível usar VPP para limpar a fumaça no

andar térreo, ao mesmo tempo em que o fogo no compartimento superior esteja sendo combatido.

Se o fogo estiver somente no sótão, nos restará a ventilação vertical, podendo ser utilizada a VPP para tal. Para isto então será necessário remover telhas para criar abertura de saída antes de acionar o ventilador. No terraço ou edificação geminada, a divisão das paredes no espaço do sótão, pode não prover uma boa vedação, podendo necessitar de remoção suficiente de telhas para se criar um espaço antes de ligar o ventilador para prevenir a propagação fogo. O uso da VPP resfriará o sótão significativamente.

### **9.9.2 Caixas de escadas**

Pequena parte das escadas em edifícios elevados são pressurizadas.

No local da caixa de escada onde há uma abertura ou janela e estiver servindo como uma chaminé para os gases quentes e fumaça, é possível usar o ventilador de VPP para dissipar esses gases, forçando uma grande quantidade de ar fresco para cima da caixa. É importante evitar direcionar os gases quentes e fumaça para outras rotas, portanto, cuidados devem ser tomados para não ser pressurizado o local. Isto pode ser feito para tantas quantas forem os números de aberturas e saídas acima do andar com fogo.

Se uma nova abertura de saída pode ser feita para os gases quentes e fumaça mais próximos ou no compartimento com fogo, pode-se então usar ventilador de VPP para pressurizar a caixa de escada e direcionar os gases quentes e fumaça por meio da nova abertura. Isto não removerá a fumaça da caixa de escada acima do andar com fogo, mas poderá ter capacidade suficiente para aplicar a ventilação sistemática da fumaça.

Em escadas do tipo enclausurada à prova de fumaça, ou seja, dotadas de antecâmaras ventiladas por dutos, pode-se empregar o ventilador de VPP para pressurizar a antecâmara a por meio da abertura do duto de entrada de ar que fica junto ao térreo. Este procedimento favorecerá também a saída de fumaça que, eventualmente, ocupar a antecâmara através da janela do duto de fumaça que estará instalada junto ao teto ou forro (veja também capítulo 10).

### **9.9.3 Corredores**

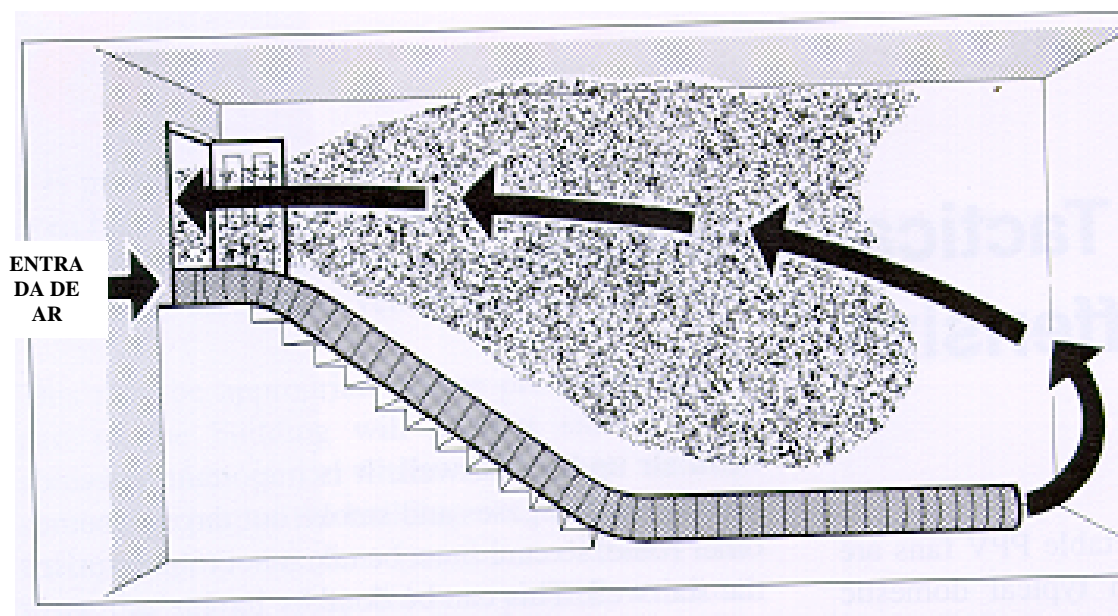
Ventiladores de VPP podem ser usados onde é possível selecionar no corredor a direção da vazão de ar.

Se corredores ligam caixas de escadas, é possível fazer de uma caixa como abertura de saída para a fumaça e manter a outra livre de fumaça para ser empregada como rota de fuga.

#### 9.9.4 Porões

Ventiladores de VPP são extremamente eficientes para providenciar condições de combate em porões e subsolos, desde que seja possível criar uma abertura de saída. Caso haja painéis removíveis, mesmo que seja do lado da saída do vento, pode ser possível direcionar ar fresco para baixo dos compartimentos do porão. O efeito será a redução ou eliminação da camada quente nas escadas facilitando assim o trabalho dos bombeiros.

**FIGURA 46 - Uso de mangas em compartimento com apenas uma abertura**



FONTE: Fire Service Manual- v. 2, Dec. 1997

Não é provável que somente a VPP elimine toda a fumaça de um porão. Um duto ou uma mangueira provavelmente será necessário, uma vez que o

fogo tenha sido extinto. Isto pode ser usado para direcionar ar para dentro pela abertura de saída no ponto mais afastado possível da abertura do compartimento. Isto criará a entrada do ar ventilado na parte mais afastada do compartimento e a ventilação pode ser processada normalmente (fig. 46).

Cuidado deve ser tomado para assegurar que não haja vazamento de ar do ventilador que não esteja sendo direcionado para a manga, para não interferir na vazão que sai do compartimento. Cuidado também deve ser tomado para evitar redirecionar a fumaça para o ventilador que alimenta o duto, que não deverá ser colocado muito próximo da porta do compartimento.

#### **9.9.5 Grandes volumes**

Não é provável que ventiladores de VPP portáteis tenham efeitos satisfatórios em grandes compartimentos, embora eles proporcionem um pequeno improvisto no ambiente próximo à abertura de entrada.



## 9.10 Exemplos de ventiladores utilizados na ventilação tática.

FIGURA 47



Fonte: O Autor – Dez/2005

|                                 |   |
|---------------------------------|---|
| <b>Identificação</b>            | Ventilador para colchão de ar “Dayton” modelo 4C147A, Máx temp. 200°F. Rotação sentido horário. |
| <b>Palhetas / diâmetro</b>      | 04 (quatro) palhetas de 25 cm<br>Diâmetro 24”   |
| <b>Freq. alimentação</b>        | Elétrica – 60 Hz  |
| <b>Rotação (rpm)</b>            | 1725  |
| <b>Potência</b>                 | 1/2 HP  |
| <b>Tensão</b>                   | 230 V   |
| <b>Fases</b>                    | Bifásico  |
| <b>Vazão (m<sup>3</sup>/h)</b>  | 7.500   |
| <b>Altura manométrica (mca)</b> | 15  |
| <b>Peso (kg)</b>                | 27,6  |

FIGURA 48



Fonte: O Autor – Dez/2005

|                                 |   |
|---------------------------------|---|
| <b>Identificação</b>            | Ventilador para colchão de ar “Dayton” modelo 4C140A, Máx temp. 200°F. Rotação sentido horário. |
| <b>Palhetas / diâmetro</b>      | 04 (quatro) palhetas de 20 cm Diâmetro 20”  |
| <b>Freq. alimentação</b>        | Elétrica – 60 Hz  |
| <b>Rotação (rpm)</b>            | 1725  |
| <b>Potência</b>                 | 1/3 HP  |
| <b>Tensão</b>                   | 230 V   |
| <b>Fases</b>                    | Bifásico  |
| <b>Vazão (m<sup>3</sup>/h)</b>  | 6.600   |
| <b>Altura manométrica (mca)</b> | 20  |
| <b>Peso (kg)</b>                | 22,4  |

FIGURA 49



Fonte: O Autor – Dez/2005.

|                                 |   |
|---------------------------------|---|
| <b>Identificação</b>            | Ventilador super vac , modelo P164 SE<br>(Procedência: EUA) |
| <b>Palhetas / diâmetro</b>      | 04 (quatro) palhetas de 10 cm<br>Diâmetro 15"               |
| <b>Freq. alimentação</b>        | Elétrica – 60 Hz  |
| <b>Rotação (rpm)</b>            | 1725  |
| <b>Potência</b>                 | 1/3 HP  |
| <b>Tensão</b>                   | 115/230 V   |
| <b>Fases</b>                    | Monofásico  |
| <b>Vazão (m<sup>3</sup>/h)</b>  | 5.430   |
| <b>Altura manométrica (mca)</b> | 10  |
| <b>Peso (kg)</b>                | 23  |

FIGURA 50



Fonte: O Autor – Dez/2005

|                                 |   |
|---------------------------------|---|
| <b>Identificação</b>            | Ventilador super vac , modelo P200 SE<br>(Procedência: EUA) |
| <b>Palhetas / diâmetro</b>      | 04 (quatro) palhetas de 15 cm<br>Diâmetro 20"               |
| <b>Freq. alimentação</b>        | Elétrica – 60 Hz  |
| <b>Rotação (rpm)</b>            | 1725  |
| <b>Potência</b>                 | 1 HP  |
| <b>Tensão</b>                   | 115/230 V   |
| <b>Fases</b>                    | Monofásico  |
| <b>Vazão (m<sup>3</sup>/h)</b>  | 11.380  |
| <b>Altura manométrica (mca)</b> | 18  |
| <b>Peso (kg)</b>                | 42  |

FIGURA 51



Fonte: O Autor – Dez/2005

|                                 |   |
|---------------------------------|---|
| <b>Identificação</b>            | Ventilador super vac , modelo 718G4<br>(Procedência: EUA) |
| <b>Palhetas / diâmetro</b>      | 07 (quatro) palhetas de 16 cm<br>Diâmetro 9"              |
| <b>Freq. alimentação</b>        | Motor gasolina 4 cilindros                                |
| <b>Rotação (rpm)</b>            | 3400  |
| <b>Potência</b>                 | 4 HP  |
| <b>Vazão (m<sup>3</sup>/h)</b>  | 9.610   |
| <b>Altura manométrica (mca)</b> | 65  |
| <b>Peso (kg)</b>                | 26  |

FIGURA 52



Fonte: O Autor – Dez/2005

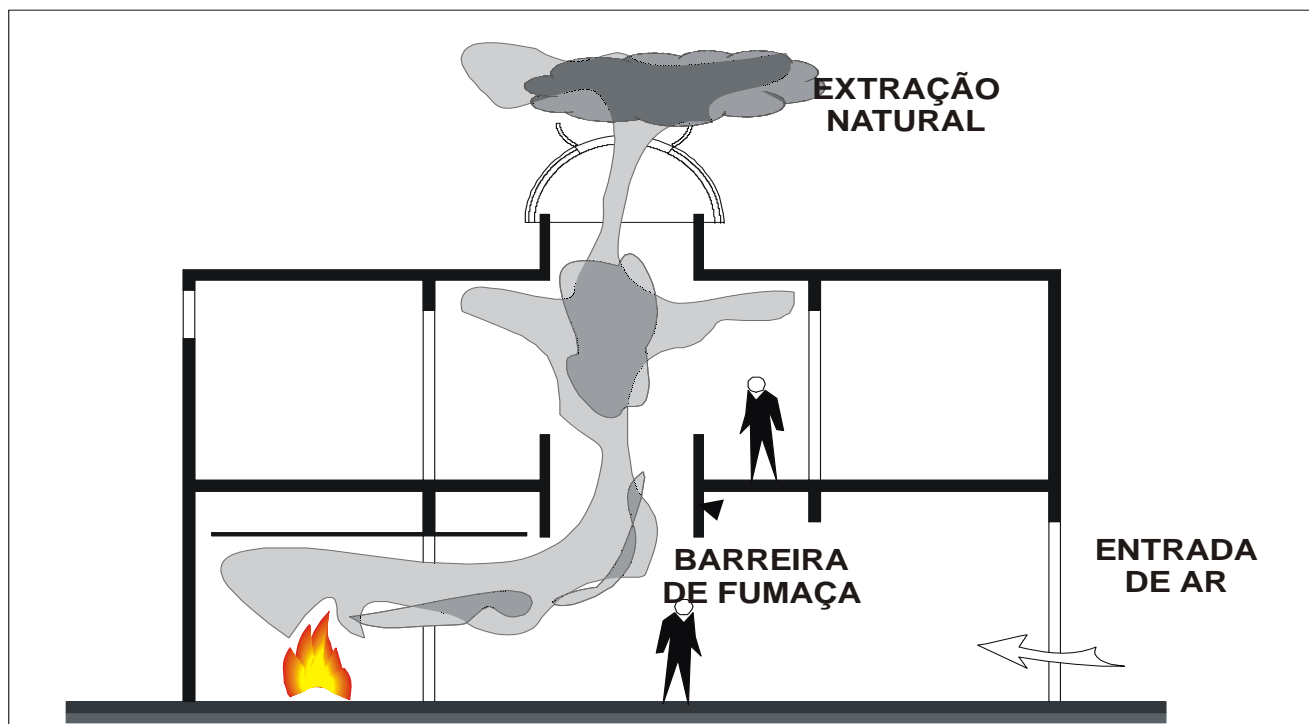
|                                 |  |
|---------------------------------|--|
| <b>Identificação</b>            | Exaustor elétrico, motor “Stephan Hamelm”, conexões ABB CEAG GHG 635 (Procedência: Alemanha) |
| <b>Palhetas</b>                 | 04 (quatro) palhetas de 19,5 cm  |
| <b>Freq. alimentação</b>        | Elétrica – 50 Hz   |
| <b>Rotação (rpm)</b>            | 1725   |
| <b>Potência</b>                 | 1 HP   |
| <b>Tensão</b>                   | 220 a 600 V  |
| <b>Fases</b>                    | Bifásico   |
| <b>Vazão (m<sup>3</sup>/h)</b>  | 7.200  |
| <b>Altura manométrica (mca)</b> | 45   |
| <b>Peso (kg)</b>                | 40   |

## 10 A VENTILAÇÃO APLICADA À PREVENÇÃO DE INCÊNDIOS EM EDIFICAÇÕES.

De acordo com a instrução técnica nº. 15, referenciada no regulamento de segurança contra incêndio (decreto estadual 46.076/01), o processo de controle de fumaça necessário em cada edifício, para garantir a segurança de seus ocupantes contra o fogo e fumaça, é baseado nos princípios de engenharia.

O processo deve ter a flexibilidade e a liberdade de seleção de método e da estrutura do sistema de segurança para promover os requisitos num nível de segurança que se deseja.

Existem vários meios para controlar o movimento da fumaça, e todos eles têm por objetivo encontrar um meio ou um sistema levando-se em conta as características de cada edifício.



**FIGURA 53 - Exemplo de Controle de fumaça em átrios por extração natural e entrada de ar natural**

*Fonte: Instrução Técnica N.º 02/2004 do Decreto Estadual N.º 46.076/01 – Conceitos Básicos de Segurança Contra Incêndio, pg. 110.*

Como condições que têm grande efeito sobre o movimento da fumaça no edifício, podem-se citar:

- Momento (época ou estação do ano) da ocorrência do incêndio;
- Condições meteorológicas (direção e velocidade e coeficiente de pressão do vento e temperatura do ar);
- Localização do início do fogo;
- Resistência ao fluxo do ar das portas, janelas, dutos e chaminés;
- Distribuição da temperatura no edifício (ambiente onde está ocorrendo o fogo, compartimentos em geral, caixa da escada, dutos e chaminés).

Devem ser avaliadas todas essas condições no momento da ocorrência do incêndio para que as medidas adotadas sejam suficientes para obter o resultado desejado.

O andar do prédio onde se iniciou o incêndio deve ser analisado, considerando-se o efeito da ventilação natural (movimento ascendente ou descendente da fumaça) por meio das aberturas ou dutos durante o período de utilização, ou seja, no inverno o prédio é aquecido e no verão, resfriado. Considerando-se esses dados, os estudos devem ser levados a efeito nos andares inferiores no inverno (térreo, sobreloja e segundo andar) ou nos andares superiores e inferiores no verão (os dois últimos andares do prédio e térreo).

Em muitos casos, existem andares que possuem características perigosas, pois propiciam a propagação de fumaça caso ocorra incêndio neste local. Em adição, para tais casos, é necessário um trabalho mais aprofundado para estudar as várias situações de mudança das condições do andar, por exemplo, num edifício com detalhes especiais de construção.

Com relação ao compartimento de origem do fogo, devem-se levar em consideração os seguintes requisitos para o andar em questão:

- Compartimento densamente ocupado, com ocupações totalmente distintas;
- O compartimento apresenta grande probabilidade de iniciar o incêndio; e
- O compartimento possui características de difícil controle da fumaça.

Quando existirem vários compartimentos que satisfaçam essas condições, devem-se fazer estudos em cada um deles, principalmente se as



medidas de controle de fumaça determinadas levarem a resultados bastante diferentes.

O valor da resistência ao fluxo do ar das aberturas à temperatura ambiente pode ser facilmente obtido a partir de dados de projeto de ventilação, porém é muito difícil estimar as condições das aberturas das janelas e portas numa situação de incêndio.

Para determinar as temperaturas dos vários ambientes do edifício, deve-se considerar que os mesmos não sofreram modificações com o tempo.

A temperatura média no local do fogo é considerada a 900°C com o incêndio totalmente desenvolvido no compartimento.

As edificações que atendem critérios técnicos de segurança contra incêndio, regularmente aprovadas no Corpo de Bombeiros, conforme regulamento de segurança contra incêndio (decreto estadual 46.076/01), possuem sistemas apropriados que possibilitam sua utilização pelas equipes de combate a incêndio e salvamento para minimização dos efeitos da fumaça, por meio de sua extração, para o ambiente exterior.

Citamos abaixo, como exemplo, as condições construtivas para edifícios com altura superior a 12 (doze) metros, podendo, algumas vezes, também serem encontradas em edificações menores. São elas:

- Escadas à PF (prova de fumaça) do tipo com dutos de entrada e de extração natural de fumaça das antecâmaras; conforme critérios da instrução técnica nº. 11;
- Escadas à PFP (prova de fumaça do tipo pressurizadas) conforme instrução técnica nº. 13; e
- Sistema de controle de fumaça natural ou mecânico, conforme instrução técnica nº. 15.

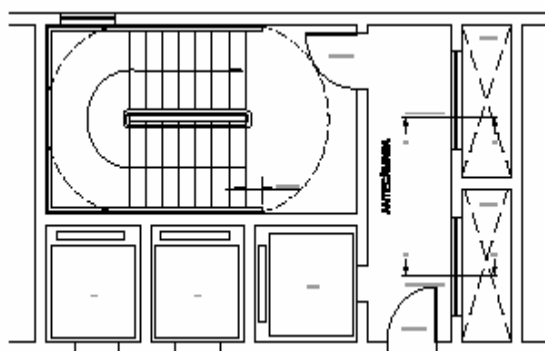
### **10.1 – Utilização de dutos de ar de escadas à prova de fumaça (PF)**

As condições construtivas de uma escada do tipo PF permitem que ventiladores de elevada vazão e pressão, disponíveis nas viaturas de emergência, possam ser utilizados junto à entrada de ar natural dos dutos das antecâmaras, para permitir uma ventilação positiva de modo a promover a extração de fumaça da edificação, por intermédio do incremento de velocidade, vazão e pressão por ar frio, no interior das antecâmaras.

Esses ventiladores funcionariam acoplados à entrada dos dutos de ventilação das antecâmaras, que normalmente localizam-se entre o piso térreo e o primeiro pavimento.

Essa técnica implicaria em promover um movimento ascendente de ar frio no interior dos dutos e antecâmaras, aumentando-se a capacidade volumétrica de extração de fumaça por meio das aberturas permanentes, existentes nos dutos, em cada pavimento, pelo simples incremento da velocidade, vazão e pressão que os ventiladores utilizados acarretariam.

Antecâmaras protegidas por dois dutos DE (duto de entrada de ar – com venezianas localizadas próximo ao piso das antecâmaras) e DS (duto de saída de fumaça – com venezianas localizadas junto ao teto das antecâmaras), permitiriam que o incremento de ar nas antecâmaras também sejam direcionadas para os pavimentos, por meio das frestas de portas corta-fogo fechadas ou, mesmo, pelo vão-luz de portas corta-fogo abertas. Nesses casos, há necessidade de aberturas dos pavimentos para as fachadas externas do edifício (janelas abertas em faces opostas).



**FIGURA 54 - Antecâmara de escada tipo PF.**

*Fonte: Instrução Técnica N.º 11/2004 do Decreto Estadual N.º 46.076/01 – Saídas de Emergência, pg. 249.*

Quando as antecâmaras forem dotadas de um único duto, grande maioria das edificações localizadas no município de São Paulo, a aplicação dessa técnica promoveria uma maior extração de fumaça de cada antecâmara, pela capacidade de “arraste” do denominado “sistema venturi”, jogando toda a fumaça extraída acima da laje de cobertura do edifício. Nesse caso, a pressurização desse único duto aumentaria a capacidade de exaustão de fumaça do interior das

antecâmaras, criando um aumento do fluxo de fumaça dos pavimentos para o interior dessas.

Cuidados devem ser tomados para que a abertura de portas corta-fogo das antecâmaras e a diminuição da pressão dessas, promovidas pelo “sistema venturi”, não inunde a caixa de escadas de fumaça.

## **10.2 – Edifícios com escadas à prova de fumaça pressurizadas (PFP).**

Edifícios dotados de escadas do tipo pressurizadas (PFP), possuem moto-ventiladores instalados em suas casas de máquinas, que normalmente localizam-se no piso térreo ou subsolo, promovendo um aumento de pressão interna na caixa de escadas.

Pelas frestas das portas corta-fogo ou, mesmo, pelo vão-luz de uma ou mais portas corta-fogo abertas, teremos a vazão do ar de uma zona de maior pressão, oriunda da caixa de escadas, para zonas de menor pressão, que são as áreas contíguas a essas escadas, no caso, os “halls” de acesso ou, mesmo, as próprias unidades autônomas (apartamentos, escritórios, lojas, etc.).

Várias portas corta-fogo abertas implicam na despressurização da caixa de escadas, colocando em risco a utilização da mesma pela situação de inundação pela fumaça.

Todavia, o ar que escapa pelas frestas ou mesmo pelo vão-luz, promoveria um deslocamento de ar favorável à rota de fuga, desde que, no perímetro da edificação, existam aberturas permanentes para o exterior (janelas abertas em faces opostas), de modo que esse deslocamento de ar favorecesse a extração de fumaça pela fachada da edificação.

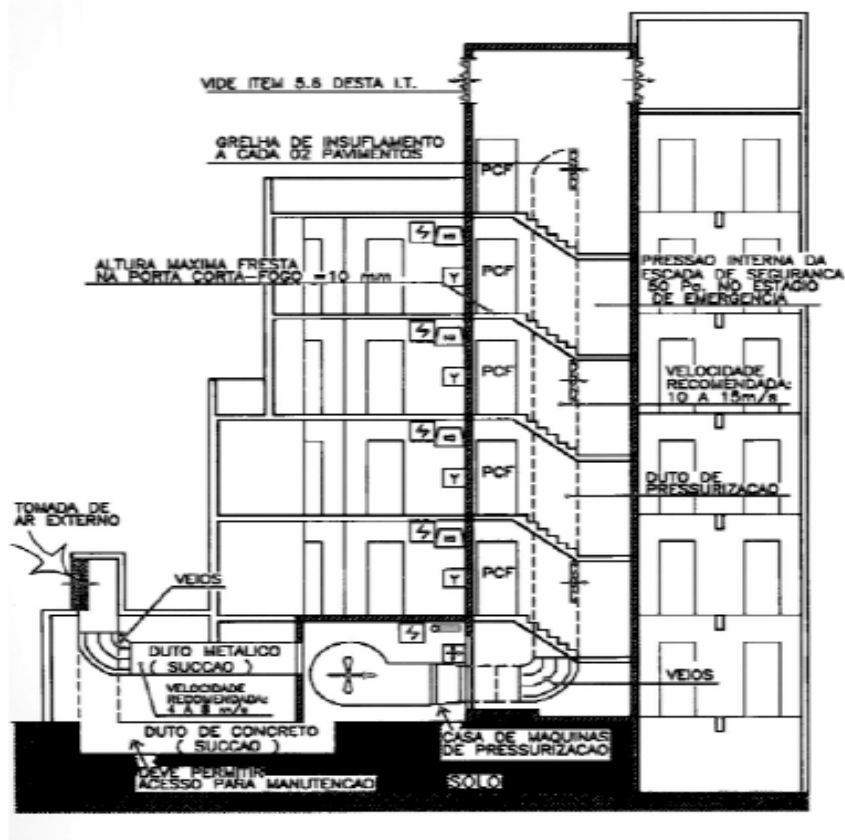
Quando se tratar de equipamentos mecânicos de pressurização ou exaustão de fumaça, por regra, há a previsão de acionadores manuais alternativos, que devem ser utilizados em caso de falha da automatização, que normalmente situam-se junto à casa de máquinas desses moto-ventiladores e exaustores, como também em um local de fácil acesso, como portaria, sala de segurança, recepção, etc.. Como regra geral, esse acionadores têm a função apenas de ligar (ativar o sistema). Seu desligamento só se dá junto ao painel de comando do motor, localizado na casa de máquinas.

**FIGURA 55 – Esquema geral do sistema de pressurização de escada.**

*Fonte: Instrução Técnica N.º 13/2004 do Decreto Estadual N.º 46.076/01 – Pressurização de Escada de Segurança, Anexo “E”, pg. 301.*

**Esquema geral do sistema de pressurização  
(com duto no interior da escada)**

Esquema Geral do Sistema de Pressurização  
(com duto no interior da escada)



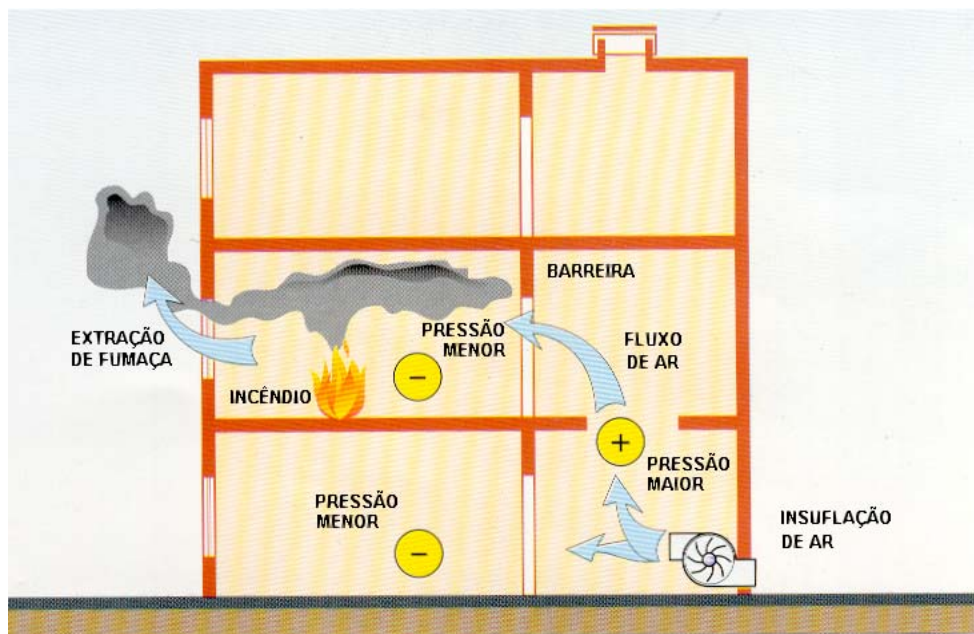
Esses moto-ventiladores são dimensionados de modo a promover uma vazão de ar puro à razão de pelo menos 1.000m<sup>3</sup>/h por pavimento (278 l/s) para cada caixa de escada pressurizada.

Assim, promovido o abandono da edificação e havendo garantias de abandono pelas equipes de emergência, o fluxo de ar, do sistema de pressurização da escada do edifício, poderá ser canalizado para o pavimento sinistrado, de modo a promover o abastecimento de ar puro e deslocamento da fumaça para a fachada exterior da edificação.

### 10.3 – Edifícios com sistema de controle de fumaça natural ou mecânico (para edificações com altura superior a 60 metros, exceto as de natureza residencial, ou sem compartimentação vertical e horizontal)

A legislação aplicável às novas construções (Decreto Estadual nº 46.076/01) condiciona aos edifícios de certa importância, na escala de valores referenciais concernentes ao risco de incêndio, seja pela elevada altura, seja pela

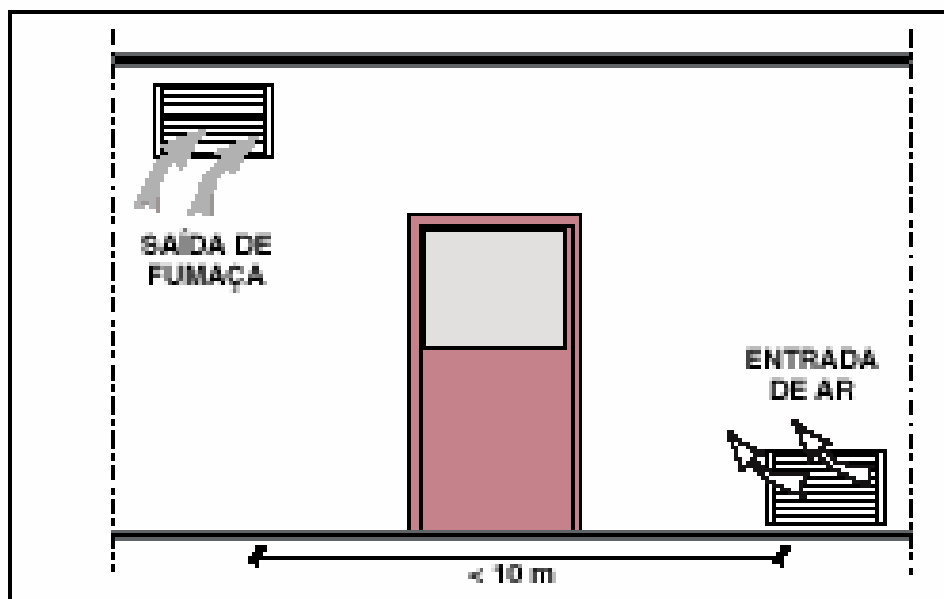
não adoção de medidas de compartimentação vertical entre pavimentos consecutivos, seja pela grandeza de área em um mesmo pavimento (espaços amplos), seja pela ocupação de subsolos ou pavimentos sem janelas voltadas para o exterior, da adoção de um sistema denominado de controle de fumaça.



**FIGURA 56 - Diferencial de pressão.**

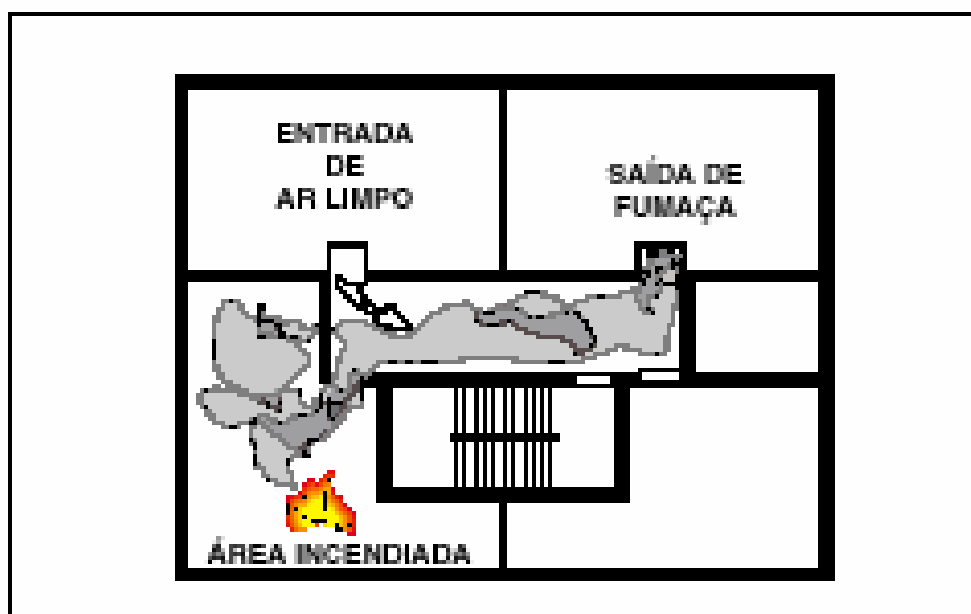
*Fonte: Instrução Técnica N.º 15/2004 do Decreto Estadual N.º 46.076/01 – Controle de Fumaça – Parte I, pg. 318.*

Todavia, esse sistema viabiliza, por um curto espaço de tempo, as condições de abandono da edificação pelo seu público usuário, possibilitando a extração de fumaça do local sinistrado, prevenindo a migração da fumaça para as áreas adjacentes não sinistradas.



**FIGURA 57 - Grelhas de entrada de ar e extração de fumaça do sistema de controle de fumaça instaladas em uma edificação.**

*Fonte: Instrução Técnica N.º 15/2004 do Decreto Estadual N.º 46.076/01 – Controle de Fumaça – Parte VI, pg. 379.*

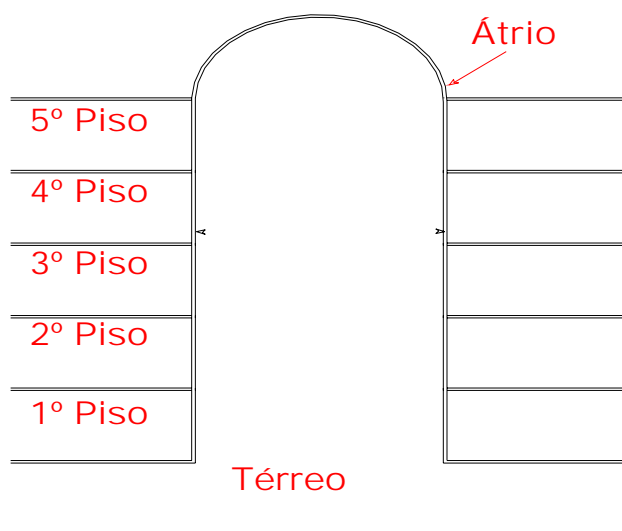


**FIGURA 58 - Vista em planta baixa.**

*Fonte: Instrução Técnica N.º 15/2004 do Decreto Estadual N.º 46.076/01 – Controle de Fumaça – Parte VI, pg. 379.*

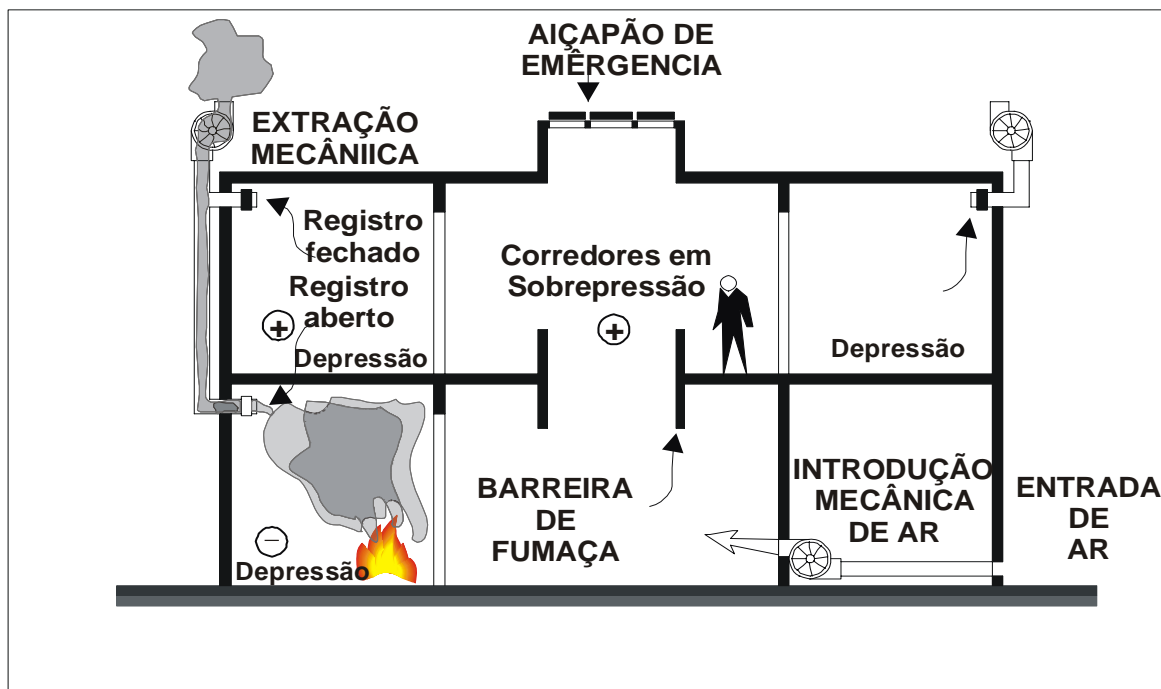
As características dos componentes utilizados nesses sistemas devem garantir um tempo mínimo, variando de 15 a 120 minutos.

Nesse sistema, a extração de fumaça e a introdução de ar puro por meios mecânicos devem ser automáticas. Quando natural, independe de atuação humana.



**FIGURA 59 – Átrio.**

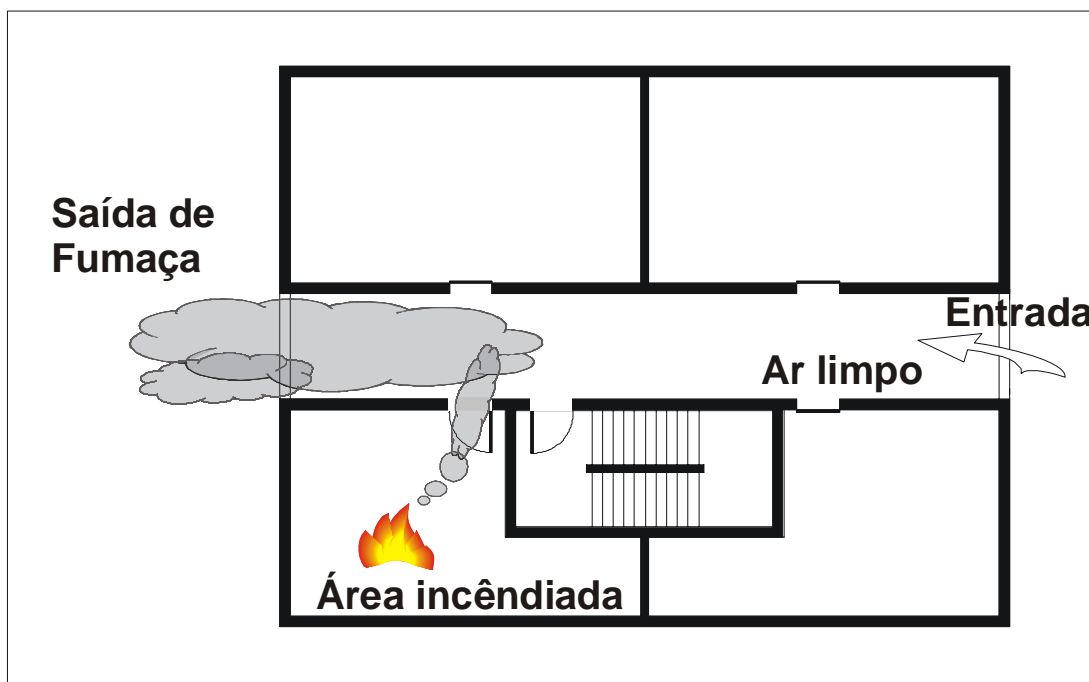
Fonte: Instrução Técnica N.º 15/2004 do Decreto Estadual N.º 46.076/01 Controle de Fumaça – Parte VII, pg. 385.



**FIGURA 60 - Controle por sobre pressão.**

Fonte: Instrução Técnica N.º 15/2004 do Decreto Estadual N.º 46.076/01 Controle de Fumaça – Parte VI, pg. 379.



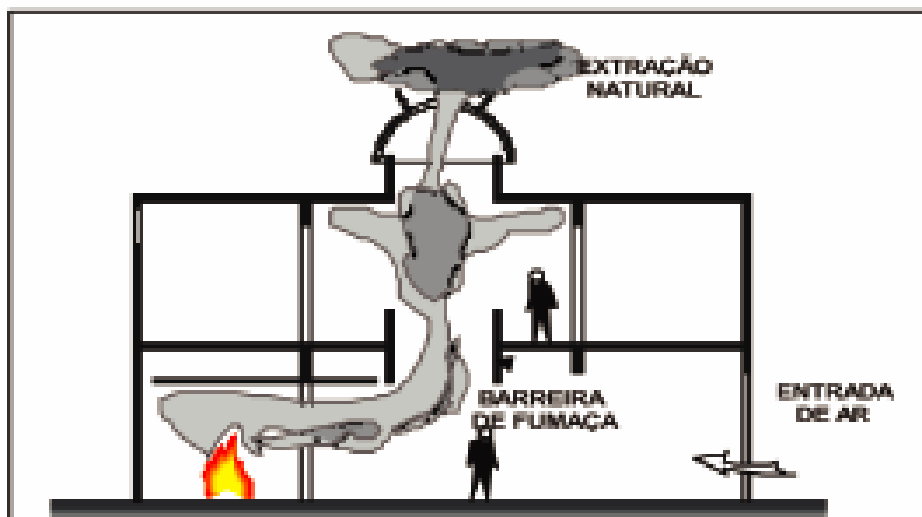


**FIGURA 61 - Extração natural.**

*Fonte: Instrução Técnica N.º 15/2004 do Decreto Estadual N.º 46.076/01 – Controle de Fumaça – Parte VI, pg. 379.*

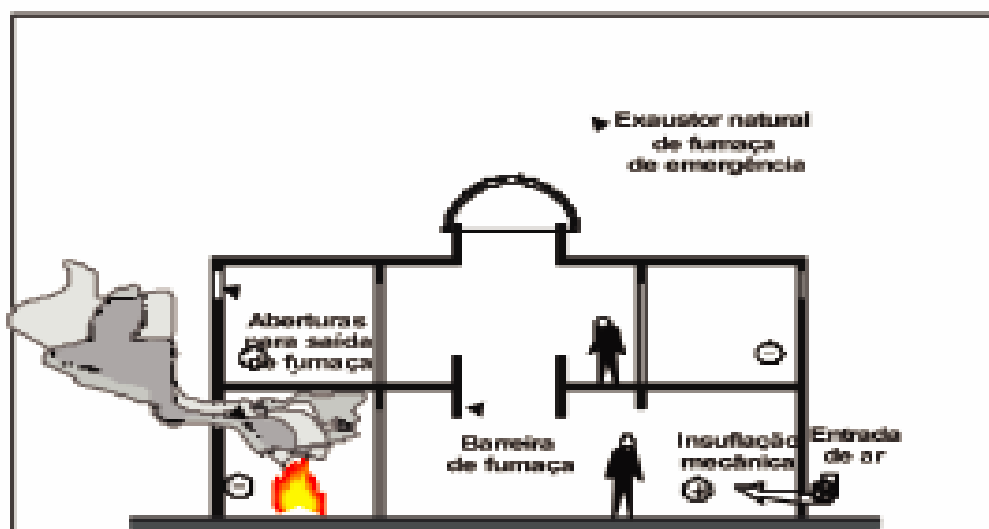
Se a edificação for dotada de átrio (espaço amplo criado por um andar aberto ou um conjunto de andares abertos, conectando dois ou mais pavimentos cobertos, com fechamento na cobertura) originado no piso térreo, cuja cobertura possui abertura permanente ou automatizada, ventiladores utilizados pelas equipes de emergência podem complementar a exaustão de fumaça, após o total abandono do edifício pelos seus ocupantes, para facilitar as ações de combate ao incêndio.

Para tanto, esses ventiladores devem ser posicionados no piso térreo, de modo a pressurizar o ar de fora para dentro do edifício, logo, na base do átrio, podendo promover um fluxo contínuo de ar em movimento ascendente, em direção à cobertura do átrio.



**FIGURA 62 - Controle de fumaça por extração natural e entrada de ar natural.**

Fonte: Instrução Técnica N.º 15/2004 do Decreto Estadual N.º 46.076/01 – Controle de Fumaça – Parte VI, pg. 379.



**FIGURA 63 - Controle de fumaça por extração natural e entrada de ar mecânica.**

Fonte: Instrução Técnica N.º 15/2004 do Decreto Estadual N.º 46.076/01 – Controle de Fumaça – Parte III, pg. 333.

Entretanto, a utilização desse recurso deve ser avaliada a cada instante, para evitar que a fumaça e gases quentes se acumulem nos pavimentos mais elevados ao do local sinistrado, pelo aumento da velocidade de extração de fumaça deste, em decorrência de vazão inferior obtida na cobertura do átrio.

Provavelmente, em decorrência da grande dimensão e altura do átrio, a capacidade dos ventiladores a serem utilizados pouco ou quase nenhum efeito produzirá para a melhoria das condições de exaustão de fumaça por aquele canal

de extração de fumaça. Entretanto, todas as possibilidades devem ser esgotadas, até que se consiga uma condição satisfatória.

## 11 SÍNTESE DE PROCEDIMENTOS

O objetivo da ventilação no incêndio é remover o ar quente, fumaça e outras partículas em suspensão oriundas da edificação e repor o espaço com ar fresco.

A ventilação pode ser usada como opção tática durante o combate.

Usada adequadamente pode gerar grandes benefícios no combate ao incêndio, como se segue:

- Auxiliar na rota de fuga, restringindo a propagação de fumaça nas rotas de escape, improvisando visibilidade e agilizando a saída das pessoas em fuga;
- Auxiliar nas operações de resgate reduzindo a fumaça e gases tóxicos que dificultam a exploração e colocam em risco ocupantes retidos;
- Improvisar segurança para os bombeiros reduzindo o risco de “flashover”, e facilitando o controle dos efeitos de um “backdraft”;
- Acelerar o ataque e a extinção removendo o calor, propiciando aos bombeiros uma entrada na edificação mais rápida, removendo a fumaça e propiciando visibilidade, de forma a facilitar que os bombeiros localizem o fogo; e,
- Reduzir danos à propriedade, onde o fogo pode ser localizado e contido mais rapidamente e limitando a propagação de fumaça e gases quentes retendo a propagação do fogo.

Utilizada-se incorretamente pode iniciar um “backdraft”, causar propagação do fogo colocando bombeiros em risco.

Os princípios básicos do início de uma ventilação podem ser resumido em um “check-list”:

- Identificar a razão da ventilação. Isto determinará se a aproximação deve ser ofensiva ou defensiva;
- Assegurar que exista uma comunicação efetiva entre os bombeiros realizando os trabalhos dentro da edificação, o comandante da operação e outros bombeiros dentro e fora da edificação que estarão conduzindo as atividades de ventilação;
- Identificar a direção do vento;

- Decidir se adotará ventilação vertical ou horizontal;
- Se o vento, somente, não for suficiente para ventilar, uma vez que as aberturas tenham sido feitas, considerar se a ventilação forçada convém ser aplicada;
- Selecionar as localizações das aberturas de entrada e de saída e decidir qual deve ser feita;
- Providenciar para que a abertura de saída ou as aberturas de entrada estejam cobertas por linhas pressurizadas;
- Considerar a necessidade de retirar os bombeiros do interior da edificação quando a ventilação for iniciada;
- Notificar todos os envolvidos da intenção para iniciar a ventilação;
- Faça a abertura de saída primeiro;
- Ligue o ventilador ou o exaustor, caso tenha sido adotada a ventilação forçada; e
- Os efeitos da ventilação devem ser supervisionados de perto e o progresso da operação dentro da edificação deve ser informado ao comandante das operações.

### **11.1 Procedimentos táticos de ventilação**

- Observar e usar o vento existente;
- Considerar a situação cuidadosamente e selecionar a tática apropriada;
- Considerar quando os bombeiros dentro da edificação necessitam sair na hora da ventilação ocorrer;
- Executar abertura de saída primeiro, alta e do lado do sentido vento;
- Cobrir abertura(s) de saída(s) com linha pressurizada;
- Começar a ventilação de entrada quase que imediatamente após a abertura de saída tenha sido feita;
- Assegurar efetiva comunicação entre o comandante no local de incêndio e todos que estiverem na operação;
- Monitorar constantemente os efeitos da ventilação; e
- Manter o comandante informado do progresso interno.

## 12 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Fire Service Manual – Fire Service Operations Vol.2 – Ed Stationery Office, Grã-Bretanha, 1998.

ABOLINS, Heliodoro Alexandre. *A Ventilação em incêndios*. Campinas: 7º GI, 1982.

AFFONSO, Luiz Antonio de Moraes. *Ventilação forçada por esguicho regulável*. São Paulo: CAES-CAO-II, 1996.

ROSOLEM, David Nelson. *Ventilação por pressão positiva nos trabalhos de bombeiros*. São Paulo: CAES-CAO-II, 1997.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. *ASTM E176 – Standard terminology of fire standards*. W. Conshohocken, PA, 1993.

CORPO DE BOMBEIROS DA POLÍCIA MILITAR DO ESTADO DE SÃO PAULO. *Manual de fundamentos*, v. 12, 1996.

DUNN, Vincent. Beating the backdraft. *Fire Engineering*, Tulsa, v. 141, n. 4, p. 44-48, Apr. 1988.

INTERNATIONAL FIRE SERVICE TRAINING ASSOCIATION. *Fire service ventilation*. 7. ed. Oklahoma State University, Oct. 1996.

NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION. *Fire protection handbook*. 18. ed. Quincy, 1997.

OLIVEIRA, N. G. *Ventilação – A fase tática esquecida*. São Paulo: CAES-CAO, 1987.

A Survey of Fire Ventilation, A Hay Warrigton Fire Research Consultants – FRDG Publication – 1994.

LEITE, Fábio de Jesus e outros. *Ventilação nos Trabalhos de Bombeiros*. São Paulo, 1998.