

**CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE SANTA CATARINA  
DIRETORIA DE ENSINO  
CENTRO DE ENSINO BOMBEIRO MILITAR  
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO DE BOMBEIRO PARA OFICIAIS**

**CARLOS ALBERTO FREITAS TUPINAMBÁ  
CAPITÃO BOMBEIRO MILITAR**

**VENTILAÇÃO TÁTICA EM OPERAÇÕES DE COMBATE  
INCÊNDIO**

**FLORIANÓPOLIS**

**2006**

**CARLOS ALBERTO FREITAS TUPINAMBÁ**  
CAPITÃO BOMBEIRO MILITAR

**VENTILAÇÃO TÁTICA EM OPERAÇÕES DE COMBATE  
INCÊNDIO**

Trabalho de conclusão de curso,  
apresentado ao Centro de Estudos  
Superiores, do Centro de Ensino  
Bombeiro Militar, como parte dos  
requisitos para aprovação no Curso de  
Especialização de Bombeiro para  
Oficiais.

**MARCOS AURÉLIO BARCELOS**  
1ºTEN BM ORIENTADOR

**FLORIANÓPOLIS**  
**2006**

*Dedico este Trabalho de Conclusão de Curso à minha esposa Marluce e ao meu filho Gabriel por terem aceito se privar de minha companhia pelos estudos, concedendo a mim a oportunidade de me realizar ainda mais; por serem, eles, os estímulos que me impulsionam a buscar vida nova a cada dia.*

*Ao Comandante Geral do Corpo de Bombeiros Militar do Amazonas, Cel BM Franz Marinho de Alcântara, pelas palavras de incentivo, e principalmente por ter acreditado na minha capacidade, me dando a oportunidade de ser um bombeiro de fato e de direito.*

*Ao Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina pela acolhida, atenção e simpatia.*

*Ao TC BM Oliveira, Cap BM Murilo, Cap BM Corrêa e ao 1º Ten BM Vieira pelo fornecimento de material bibliográfico importantes para a consecução deste trabalho.*

*Ao meu orientador, 1º Ten BM Marcos Aurélio Barcelos pelos incentivos, simpatia e presteza no auxílio às atividades e discussões sobre o andamento do trabalho.*

*Aos colegas de curso pela espontaneidade e alegria na troca de experiências, numa rara demonstração de amizade e solidariedade.*

*Aos Cadetes e praças do CEBM pela convivência alegre e harmoniosa; especialmente aos Cadetes BM Fragas, Ferreira, Sandro, Roberto e Zevir pela companhia agradável e sadia.*

*Às nossas famílias pela paciência em aturar nossa ausência.*

*E, finalmente, a DEUS pela oportunidade e pelo privilégio que nos foram dados em compartilhar tamanha experiência e, ao frequentar este curso, perceber e atentar para a relevância de temas que não faziam parte, em profundidade, das nossas vidas.*

## **RESUMO**

O combate a incêndios sempre foi uma ação primordial no Corpo de Bombeiros, e sem dúvida nenhuma para toda a sociedade. Neste sentido, os procedimentos que auxiliam neste tipo de operação vêm se aprimorando a cada dia. Um destes procedimentos é a ventilação, conduta necessária quando o sinistro ocorre em edificações. Mas, para que tal procedimento leve ao sucesso da operação ele precisa ser realizado de forma eficaz e eficiente. Assim, diante da importância deste tema este trabalho se justifica e estabelece como seu objetivo principal: apresentar as diferentes abordagens existentes sobre as formas de ventilar, bem como analisar as diferentes técnicas utilizadas pelos bombeiros. A metodologia utilizada neste estudo para substanciar o tema e, conseqüentemente alcançar o objetivo fundou-se na pesquisa bibliográfica e documental com abordagem descritiva. Assim, neste estudo que a ventilação é um procedimento importante, não só para o combate ao incêndio, mas também para prover a segurança dos ocupantes da edificação e da própria proteção do bombeiro, no entanto tal procedimento deve ser utilizado de maneira adequado de acordo com cada caso, além disso, os bombeiros também devem ter conhecimento necessário de todas as técnicas para assim prover resultados positivos na operação.

**Palavras-chaves:** Ventilação, tática, incêndio.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>07</b>
1.1 OBJETIVOS.....	08
<b>1.1.1 Objetivo geral.....</b>	<b>08</b>
<b>1.1.2 Objetivos específicos.....</b>	<b>08</b>
1.2 PROBLEMA.....	09
1.3 HIPÓTESES.....	09
1.4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	10
<b>2 VENTILAÇÃO.....</b>	<b>11</b>
2.1 CONCEITOS.....	11
<b>2.1.1. A decisão de ventilar.....</b>	<b>14</b>
<b>2.1.2 Objetivos da ventilação.....</b>	<b>15</b>
<b>2.1.3 Vantagens da ventilação.....</b>	<b>16</b>
<b>2.1.4 Problemas com a ventilação inadequada.....</b>	<b>18</b>
2.2 FASES DO INCÊNDIO.....	19
<b>2.2.1 Conceitos importantes.....</b>	<b>22</b>
<b>3 PROCESSOS DA VENTILAÇÃO.....</b>	<b>25</b>
3.1 VENTILAÇÃO NATURAL E FORÇADA.....	25
<b>4 MÉTODOS DE VENTILAÇÃO.....</b>	<b>27</b>
4.1 VENTILAÇÃO HORIZONTAL E VERTICAL.....	27
<b>5 VENTILAÇÃO TÁTICA.....</b>	<b>29</b>
5.1 VENTILAÇÃO OFENSIVA.....	30
5.2 VENTILAÇÃO DEFENSIVA.....	32
<b>6 TÉCNICAS DE VENTILAÇÃO.....</b>	<b>33</b>
6.1 VENTILAÇÃO NATURAL HORIZONTAL OU CRUZADA.....	33
6.2 VENTILAÇÃO NATURAL VERTICAL.....	34
6.3 VENTILAÇÃO HIDRÁULICA .....	36

6.4 VENTILAÇÃO FORÇADA POR PRESSÃO NEGATIVA.....	38
6.5 VENTILAÇÃO POR PRESSÃO POSITIVA.....	38
<b>7 CONCLUSÃO.....</b>	<b>40</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>42</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>43</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O Corpo de Bombeiros, de uma forma geral, sempre esteve associado ao trabalho de combate a incêndios, tendo em vista que durante muito tempo, esta foi à única atividade desenvolvida por esta organização. No entanto, este papel nos últimos anos foi se modificando, levando a Corporação a se adequar às novas necessidades e expectativas da sociedade.

O Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina há muitos anos vem obtendo sucesso no trabalho de prevenção a incêndios em edificações, sobretudo a partir do momento que o serviço de atividades técnicas foi intensificado e, conseqüentemente foi profissionalizado.

Diante de tal fato as ocorrências de incêndios se reduziram substancialmente. Por conta disso, observa-se que o interesse pela pesquisa, pelo estudo e pelo treinamento sobre as técnicas e táticas de combate a incêndio, de certa forma foram esquecidas ou deixadas em segundo plano, tendo em vista que a Corporação ampliou seu leque de ocorrências para satisfazer as necessidades da sociedade.

Neste sentido, o Corpo de Bombeiros, hoje, além de atender ocorrências de combate a incêndios, passou a atender as ocorrências de salvamento aquático, terrestre e em altura; a busca e o resgate de animais e pessoas; o atendimento pré-hospitalar, além da análise e vistoria de projetos. Cabe salientar que a demanda para os dois últimos tipos de ocorrência, tem crescido significativamente.

No entanto, os incêndios ainda acontecem, e com a crescente verticalização habitacional, constata-se que muitas das ocorrências atendidas acontecem em local confinados, ou seja, o incêndio ocorre dentro das edificações, onde é produzida grande quantidade de fumaça<sup>1</sup>, calor e gases, o que nas operações de salvamento, de isolamento, de proteção dos bens, confinamento e extinção prejudica o trabalho dos bombeiros, em face da falta de visibilidade, do calor excessivo e dos gases tóxicos existentes. Como solução a este problema, há a ventilação tática como manobra de auxílio nas operações de combate a incêndio em edificações.

De acordo com Leite *et al* (1998, p. 4),

---

<sup>1</sup> Fumaça é geralmente uma mistura de partículas sólidas, gotículas de água ou outro líquido e gases oriundos dos materiais envolvidos no fogo, na maioria das vezes é tóxica, a quantidade de fumaça gerada do incêndio depende do seu tamanho e do material da queima



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

Assim, observa-se a importância que tal procedimento guarda neste tipo de operação. Deste modo, este trabalho de conclusão de curso objetiva despertar o interesse sobre a importância da pesquisa e do estudo para se resolver as ocorrências de combate a incêndios estruturais num curto espaço de tempo, com eficiência, eficácia, sem desperdício de material e de equipamentos e com total segurança para os bombeiros.

Neste trabalho, buscar-se-á abordar os processos, os métodos e as técnicas sobre ventilação, bem como suas vantagens e desvantagens sobre a ótica de diversos autores, mostrando os pontos comuns e divergentes sobre o tema.

Além disso, se procurará estabelecer os conceitos sobre: ventilação, ventilação ofensiva e defensiva, e ainda identificar a tendência que está sendo seguida pelo CBMSC.

## 1.1 OBJETIVOS

Para o presente trabalho foram estabelecidos um objetivo geral e quatro objetivos específicos.

### 1.1.1 Objetivo geral

Este trabalho se propõe a apresentar as diferentes abordagens existentes sobre as formas de ventilar, bem como analisar as diferentes técnicas utilizadas pelos bombeiros.

### 1.1.2 Objetivos específicos

Com o fim de auxiliar no cumprimento do objetivo geral foram traçados os seguintes objetivos específicos:

1. Realizar a revisão bibliográfica sobre o tema, buscando conceituar ventilação;

2. Identificar conceitos e definições semelhantes nos materiais que já foram produzidos;
3. Mostrar tendência que está sendo seguida sobre ventilação no CBMSC;
4. Estabelecer novo conceito sobre ventilação.

## 1.2 PROBLEMA

O Corpo de Bombeiros, freqüentemente, tem o seu nome associado ao combate a incêndios, visto que esta foi à única atividade desenvolvida por muito tempo por esta organização. Todavia, com o passar dos anos foram se agregando a esta atividade vários outros serviços, exigindo destes profissionais outras habilidades, além das específicas para controlar e extinguir incêndios. Destacando que muitas dessas atividades iniciaram-se de necessidades observadas durante o atendimento aos sinistros.

No entanto, o combate a incêndios sempre é uma operação complexa que requer técnica, habilidade e preparo do bombeiro.

Observa-se que no Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina a ausência de uma linguagem única e padronizada sobre ventilação tática, tem dificultado a conscientização da tropa sobre a importância desta ferramenta em operações de combate a incêndios.

Neste sentido, este trabalho propõe como questão de pesquisa: Quais as condutas utilizadas na ventilação tática, descritas na literatura pertinente ao tema e as utilizadas pelo Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina no combate a incêndios?

## 1.3 HIPÓTESES

Com o fim de buscar a resposta para questão problema foram formuladas as seguintes hipóteses:

- O conhecimento das técnicas e táticas de ventilação auxilia o bombeiro na ocorrência de combate ao incêndio;

- O conhecimento sobre as fases do incêndio, sobre as correntes de ar, bem como dos materiais e estruturas das edificações ajuda o comandante a escolher a técnica de ventilação mais eficaz em cada situação.

#### 1.4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este trabalho de conclusão de curso traz uma pesquisa de cunho descritivo. Este tipo de pesquisa tem como fim obter informações sobre um determinado evento, possibilitando avaliar as características do fenômeno pesquisado sem assumir um caráter explicativo.

Roesch (1999) enfatiza que na pesquisa descritiva não há necessidade que os eventos descritos sejam explicados, tendo em vista que o seu fim é buscar informações para promover ações.

Para se cumprir os objetivos traçados no início do presente trabalho será realizada uma pesquisa bibliográfica e documental, onde serão consultadas publicações pertinentes ao tema, bem como documentos eletrônicos disponibilizados pela rede de computadores, Internet, e documentos do Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina. Além disso, serão consideradas as experiências profissionais do autor.

Neste contexto, Lakatos e Marconi (1982, p.24) destacam que a pesquisa bibliográfica representa:

[...] uma fonte indispensável, pois pode orientar as questões de estudo. Além de que, este tipo de pesquisa oferece meios para definir, resolver, não somente problemas já conhecidos, como também explorar novas áreas onde os problemas ainda não se cristalizaram suficientemente.

Ainda é relevante ressaltar que a análise documental pode se constituir numa técnica valiosa de abordagem de dados qualitativos, seja complementando as informações obtidas por outras técnicas, seja desvendando aspectos novos de um tema ou problema.

## 2 VENTILAÇÃO

O desenvolvimento tecnológico, o aprimoramento e a organização nas técnicas de combate aos incêndios, bem como a conscientização e a educação da sociedade sobre a prevenção de sinistros propiciou uma significativa redução nas ocorrências deste tipo. No entanto, elas ocorrem e precisam ser rápida e eficazmente, combatidas.

Uma das manobras que auxiliam a operação de combate a incêndio é a ventilação, uma vez que, ajuda a dissipar a fumaça, facilitando as ações dos bombeiros. Este capítulo focalizará as diversas conceituações de ventilação.

### 2.1 CONCEITOS

A ventilação, segundo Oliveira (2005, p. 118), é uma manobra que tem por fim auxiliar na prevenção da formação de cogumelos de fumaça. Este autor ainda acrescenta que:

[...] uma ventilação adequada [...] aumentará a segurança em operações ofensivas (interiores), melhorará a visibilidade, diminuirá o calor e servirá para minimizar os danos provocados pelo calor e pelos produtos da combustão.

Assim, observa-se a importância deste tema para a eficácia e eficiência dos trabalhos de combate a incêndio em edificações, realizados pelo Corpo de Bombeiros. Entretanto, na literatura pertinente são observadas várias conceituações que, embora semelhantes, cabem serem citadas aqui.

De acordo com o Corpo de Bombeiros do Estado de São Paulo (2004, p.18), ventilação é:

[...] uma tática usada durante e após o combate a incêndio para retirar a fumaça de uma edificação. A ventilação poderá significar a criação de aberturas nas janelas ou telhados, ou, simplesmente abrir certas portas para permitir que o ar de fora seja arrastado para dentro da edificação através do próprio incêndio, de exaustores mecânicos ou ainda pelo movimento natural da corrente de ar;

Uma das mais utilizadas definições para ventilação é a oferecida pela *Asociación Internacional de Formación de Bomberos* (2004, p. 359). Esta

Associação conceitua ventilação como "[...] manobra que consiste na extração sistemática do ar quente, da fumaça e dos gases de uma estrutura e sua substituição por ar fresco".

Esta Associação também enfatiza a importância da ventilação como forma de facilitação da entrada dos bombeiros no local do incêndio, no tocante a própria segurança durante a operação de resgate e combate ao incêndio, propriamente dito.

Não se pode ignorar a importância da ventilação, já que aumenta a visibilidade para localizar mais rápido o foco do incêndio, diminuindo o risco para os ocupantes encurralados ao criar uma saída para os gases quentes e tóxicos. Assim, a ventilação reduz as possibilidades de se produzir um *flashover* ou um *backdraft*. (ASOCIACIÓN INTERNACIONAL DE FORMACIÓN DE BOMBEROS, 2004, p. 359).

Diante da importância desta manobra Leite *et al* (1998) afirma que há basicamente três situações onde o bombeiro pode executar a ventilação, sendo que ela pode ocorrer em várias fases do incêndio:

- Após a chegada do bombeiro, mas antes do controle do incêndio;
- Após o controle, mas antes da extinção do fogo;
- Após a extinção do incêndio.

Já a *International Fire Service Training Association* (1996, p. 25) define a ventilação aplicada no combate a incêndios como:

[...] a remoção sistemática de calor, fumaças e demais produtos da combustão, do interior de um local confinado e a gradual substituição daquela atmosfera contaminada por um suprimento de ar fresco e limpo.

Uma das definições mais simples é a oferecida por Moraes Affonso (1996, p. 35) em sua monografia para a Polícia Militar do Estado de São Paulo. . Este autor vê a ventilação como:

[...] o principal método de controle da fumaça. Consiste em extrair da edificação a fumaça da combustão, possibilitando a entrada do ar fresco, logo é necessário criar um fluxo ar pela área onde se deseja ventilar.

Finalizando cabe ressaltar a definição de ventilação oferecida por Paul Grimwood (2006, s/p), tendo em vista ser esta dentre as conceituações pesquisadas, a única que associa o termo “tática” a ventilação.

Ventilação tática é uma ação realizada pelos bombeiros na zona do incêndio para controlar o regime ardente do fogo, num esforço para ganhar alguma vantagem tática durante as operações de combate a incêndios estruturais interiores.

Neste contexto, é necessário esclarecer que em alguns países europeus são realizados três tipos diferentes de ventilação: (LEITE *et al*, 1998):

- *Self ventilation*: quando a estrutura danificada pelo fogo gera um aumento da ventilação;
- Ventilação automática: quando há ventiladores instalados, previamente e são acionados automaticamente, geralmente no início do incêndio, através de detectores;
- Ventilação tática: quando requer a intervenção do Corpo de Bombeiros no local para criar aberturas a fim de liberar os produtos oriundos da combustão e permitir a entrada de ar fresco.

Este trabalho se prenderá a ventilação tática, no entanto, segundo Leite *et al* (1998), muitos dos efeitos provenientes deste tipo de ventilação também são observados nos outros tipos.

Além desta classificação, a ventilação pode ser: (LEITE *et al*, 1998):

- Ventilação natural: onde se emprega o fluxo normal do ar com o fim de ventilar o ambiente, através do princípio da convecção. Como exemplo, é possível citar a abertura de portas, janelas, paredes, bem como a abertura de clarabóias e telhados;
- Ventilação forçada: é utilizada para retirar produtos da combustão de ambientes em que não é possível estabelecer o fluxo natural de ar. Neste caso, força-se à renovação do ar através da utilização de equipamentos e outros métodos.

Assim, constata-se que a ventilação é uma importante ferramenta para a efetivação do combate ao incêndio em edificações.

### **2.1.1 A decisão de ventilar**

A guarnição básica de combate a incêndios é coordenada, pelo comandante da operação (CO), um profissional graduado, o que o qualifica para executar este tipo de trabalho. Neste sentido, cabe a este decidir sobre a operação de ventilar uma edificação, ou não.

Ao decidir executar tal procedimento é necessário avaliar os efeitos que ela provocará e os riscos a que estará exposto aquele (bombeiro) que a fará. Por sua vez, o comandante deve possuir uma proposta de operação antes de executar a missão. Ressaltando que nesta proposta deverá ser avaliada a técnica a ser utilizado, bem como a existência de meios materiais, efetivo e reserva de água, suficientes para dar cabo da operação.

Ao decidir pela utilização da ventilação como meio de extinguir o incêndio, o comandante deverá prover os meios tanto para a execução da ventilação como para a extinção, de modo que o trabalho acontece de forma harmoniosa.

No caso de existirem vítimas na edificação, e a ventilação for necessária, devem constar da proposta do comandante meios para a ventilação e meios para o salvamento, ficando a extinção para segundo plano. Cumpre salientar que nestes casos, normalmente, o combate ao incêndio não poderá ser feito, num primeiro momento, já que é prioritário alocar meios para a execução do salvamento. Além disso, na busca a extinção do incêndio os procedimentos poderão conduzir a fumaça para os locais onde as vítimas possam estar aguardando o socorro, o que prejudicaria o salvamento.

Logo, observa-se que a decisão de ventilar é um ato de extrema responsabilidade do comandante que deve levar em conta os vários fatores que envolvem a operação, além de ter pleno conhecimento técnico da manobra.

### 2.1.2 Objetivos da ventilação

Observa-se que nas operações de combate a incêndio, busca-se efetuar o salvamento das pessoas em perigo na cena de emergência, combater o incêndio e preservar as propriedades durante e depois das ações de combate ao sinistro. Em outras palavras estes são os objetivos gerais que direcionam o trabalho dos bombeiros e principalmente do comandante da operação (CO), no sentido de guiá-lo na elaboração das estratégias, táticas e técnicas de combate ao fogo.

De acordo com Oliveira (2005, p. 118),

O CO deverá analisar taticamente a necessidade do emprego da ventilação com base nos seguintes pontos básicos: a situação exige operações de ventilação durante e após o combate, qual o melhor tipo de ventilação a ser empregada (horizontal, vertical, natural ou forçada), quem fará parte da equipe de ventilação, onde serão localizadas as aberturas de ventilação e exaustão (caminho da fumaça), etc.

Cumprido dizer que a ventilação atua como uma atividade de apoio, destinando-se a auxiliar na redução de certas dificuldades, objetivando basicamente: (BARCELOS, 2001, p. 15):

1. Facilitar o resgate das vítimas que se encontram no interior da edificação;
2. Facilitar a localização, com rapidez, do foco do incêndio;
3. Auxiliar na extinção do fogo, utilizando para tanto agentes extintores adequados, diminuindo os danos causados no combate;
4. Efetuar a remoção da fumaça e dos agentes contaminantes da atmosfera do incêndio, com vistas à proteção da propriedade e evitando o aumento dos danos causados.

Assim, constata-se que os objetivos específicos da ventilação são de extrema importância para o direcionamento dos trabalhos a serem realizados para combater o sinistro.



### 2.1.3 Vantagens da ventilação

De acordo com a Associação Internacional de Capacitação de Bombeiros (1991), a ventilação, durante as ações de combate, é, definitivamente, uma ferramenta que auxilia no cumprimento dos objetivos descritos acima.

Desta maneira, ela deve ser usada para apoiar as ações de controle do incêndio, produzindo grandes vantagens, proporcionando um combate mais efetivo, seguro e minimizando os danos aos bens e à propriedade.

Neste contexto, Barcelos (2001) aponta como vantagens da ventilação:

- **Facilitação das Operações de Resgate:** Geralmente a extinção não poderá ser realizada enquanto existirem vítimas, a serem salvas, no interior da edificação. As atividades de salvamento exigem que o bombeiro se dirija até a vítima, devendo adentrar num ambiente repleto de dificuldades, onde a fumaça, o calor e a falta de visibilidade são fatores determinantes e complicadores da ação. Nestes casos a ventilação adequada simplifica e acelera o resgate de vítimas pela remoção da fumaça dos gases que põem em perigo a pessoas que estão debilitadas ou inconscientes;
- **Aceleração do ataque e da extinção:** A ventilação ideal, não reduz unicamente o perigo de asfixia, como também reduz os obstáculos que atrapalham os combatentes que atuam de maneira a extinguir o sinistro através dos procedimentos técnicos, pois melhora as condições de visibilidade e diminui a quantidade de calor excessivo, permitindo um trabalho mais confortável e confiável, aumentando o rendimento do homem, atingindo-se assim um maior grau de resposta;
- **Redução dos danos aos bens:** Uma das grandes preocupações atuais do corpo de bombeiros é reduzir os danos causados pelo incêndio e pelas ações de combate. Não se pode admitir que o que o fogo não destruiu a água destrua. Para tanto é necessário que se possa localizar o exato ponto do foco do incêndio, para que somente este possa ser atacado, evitando que o bombeiro venha a jogar água na fumaça, sem objetividade, o que aumenta os prejuízos causados. A técnica de ventilação está intimamente ligada com os

princípios da proteção dos salvados. Uma extinção rápida de um incêndio reduz o dano causado pela água. A ventilação adequada influi consideravelmente na redução dos danos;

- **Redução da expansão dos produtos da combustão:** O calor, a fumaça e os gases tendem a se ascender dentro de uma área incendiada através do processo de convecção dos gases, depositando-se no ponto mais alto. A ventilação adequada de um incêndio reduz a possibilidade deste ser tomado pela expansão da fumaça, uma vez que faz com que os gases ascendentes sejam expulsos do ambiente, através do princípio da convecção, onde estes tendem a subir;
- **Redução dos perigos de *backdraft* e *flashover*:** uma ventilação adequada impedirá a ocorrência desses fenômenos, proporcionando uma maior segurança aos bombeiros;
- **Diminuição da propagação do fogo:** Quando se fala em incêndios em locais confinados, deve-se saber que este difere dos incêndios a céu aberto. No primeiro, os gases, vapores e a fumaça são impedidos de saírem do ambiente, tendendo a aquecer os materiais pela ação do calor que aumenta conforme o tempo de queima, facilitando desta forma a propagação do fogo. A realização de uma ventilação correta proporcionará a retirada destes elementos da edificação, dificultando a propagação do incêndio, pois impedirá que os demais combustíveis presentes atinjam os seus pontos de ignição;
- **Facilitação do abandono da edificação e da sobrevivência das vítimas:** Muitas vezes, os ocupantes das edificações encontram dificuldades para evacuar as áreas sinistradas. Além dos problemas respiratórios provenientes da inalação de fumaça e de outros elementos tóxicos. Neste caso, a ventilação fará com que a quantidade de produtos da combustão no interior da edificação seja reduzida e que o ar fresco seja repostado, aumentando o tempo em que as vítimas permaneçam em segurança até que todo o trabalho de resgate seja concluído, bem como proporcionará uma melhor visualização para abandono do local sinistrado;

- **Economia do agente extintor água:** É muito comum perceber, que quando as condições de visibilidade são ruins, muitos bombeiros acabam jogando água na fumaça, pois desconhecem o tamanho do inimigo e o local onde se encontra. Tal procedimento, além de quebrar o equilíbrio térmico do interior da edificação, serve para agravar os danos causados, além de desperdiçar água. A ventilação adequada irá retirar da edificação os produtos da combustão, possibilitando que o bombeiro localize o fogo e aplique tão somente a quantidade de água necessária para a extinção e no local exato;
- **Maior segurança aos bombeiros:** Ao adentrar numa edificação incendiada, na maioria das vezes desconhecida para ele, o bombeiro está exposto a vários riscos. Quando a edificação está tomada pela fumaça, a visibilidade é afetada, fazendo com que o risco de um acidente seja dobrado. Poderá sofrer quedas, bater com a cabeça, chocar-se contra objetos, tornando-se uma vítima, o que causa grandes transtornos na cena, pois acaba inutilizando mais um recurso na consecução dos objetivos de combate, ou até mesmo levá-lo à morte. Ao efetuar-se uma boa ventilação, o bombeiro visualiza melhor o ambiente onde está atuando, locomovendo-se e trabalhando, aumentando sua segurança, em menor tempo, garantindo a boa execução de suas missões.

Neste contexto, observa-se que a realização de uma ventilação adequada pode facilitar o resgate de vítimas, o combate ao fogo e também a segurança do bombeiro.

#### **2.1.4 Problemas da ventilação inadequada**

Segundo o Manual de Fundamentos do CBPMSP (2001, Cap. 12, p. 7) a ventilação inadequada pode ocasionar uma série de desvantagens, tais como:

- Grande volume de fumaça com elevação da temperatura, proporcionando propagação mais rápida do incêndio;
- Dificuldade no controle da situação;

- Problemas na execução das operações de combate a incêndios e salvamento;
- Aumento dos riscos de explosão ambiental, em virtude do maior volume de fumaça e alta temperatura; e
- Danos produzidos pela ação dos produtos da combustão e do emprego de água.

## 2.2 FASES DO INCÊNDIO EM AMBIENTE CONFINADO

Quando se deseja realizar a ventilação é importante que se tenha conhecimento sobre as fases do incêndio. Com base nisso o CO pode decidir qual a tática a ser empregada naquele ambiente confinado. Ressalta-se que, segundo Leite *et al* (1998), nas edificações o incêndio passará por três fases: inicial ou incipiente, de produção de chamas e a fase de combustão lenta:

- **Fase inicial:** É o início do incêndio. A combustão não reduziu o oxigênio do ambiente significativamente. Há em torno de 20% de oxigênio, e o fogo está produzindo vapor de água, dióxido de carbono, monóxido de carbono e outros gases. O fogo progride lentamente, uma vez que a maioria do calor que gera está sendo consumido para aquecer o ambiente, que tem a sua temperatura nesta fase em torno de 38°C. Produz uma chama com temperatura acima de 537°C. Nesta fase, o bombeiro não será incomodado pelo calor do ambiente, porém, dependendo do combustível que está queimando, pode existir fumaça e gases nocivos;
- **Fase da queima livre:** É uma fase de grande extensão, vai da fase inicial até a fase da queima lenta. O ar rico em oxigênio é atraído pelas chamas, 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 irá aumentar paulatinamente, até o ponto que, na etapa mais adiantada, a parte superior do ambiente tenha temperatura acima de 700°C. À medida que o fogo progride, continua a aquecer o ambiente e a consumir o oxigênio, e se não

houver ventilação, os gases da combustão não terão como reagir e permanecerão no recinto. O fogo é então levado à fase da queima lenta e uma ventilação inadequada fará com que o fogo volte a arder com grande intensidade ou, até mesmo, explodir o ambiente;

- **Fase de queima lenta:** Nesta fase a porcentagem de oxigênio no ambiente é reduzidíssima, o que levará a combustão a ter pouca ou nenhuma chama. O ambiente está repleto de produtos da combustão que não 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 537° C. Com uma ventilação inadequada, os produtos da combustão poderão explodir quando entrarem na reação com o oxigênio, o que se chama de *Backdraft*.

Cabe, porém enfatizar que alguns autores, entre eles Oliveira (2005, p. 41-45) apontam cinco fases do incêndio, ou seja, para o desenvolvimento do fogo:

1. **FASE DA IGNIÇÃO:** A ignição do fogo descreve o período em que os quatro elementos do tetraedro do fogo se juntam e se inicia a combustão. Neste ponto, o incêndio é pequeno e geralmente se restringe ao material que se incendiou primeiro. Todos os incêndios interiores e exteriores são os resultados de algum tipo de ignição. A ignição do fogo é o princípio de qualquer incêndio. Os investigadores de incêndio (peritos) chamam o lugar onde ocorre a ignição do fogo de foco inicial do incêndio;
2. **FASE DO CRESCIMENTO DO FOGO:** Pouco depois da ignição, o calor gerado no foco inicial se propaga, determinando o aquecimento gradual de todo o ambiente e se inicia a formação de uma coluna de gás aquecido sobre o combustível que queima. Enquanto essa coluna se desenvolve e sobe, começa a atrair e arrastar o ar ambiente do espaço em volta para dentro dela. Logo em seguida, essa coluna de ar e gases aquecidos se vê afetada pelo teto e pelas paredes do espaço. À medida que os gases aquecidos se elevam, estes começam a propagar-se para os lados quando tocam o teto da edificação até chegarem nas paredes do compartimento, então a

profundidade da capa de gás começa a crescer, ou seja, os gases aquecidos espalham-se preenchendo o ambiente, de cima para baixo. Nesta fase de crescimento, o oxigênio contido no ar está relativamente normalizado e o fogo está produzindo vapor d'água (H<sub>2</sub>O), dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), monóxido de carbono (CO) e outros gases. Grande parte do calor está sendo consumido no próprio aquecimento dos combustíveis presentes e, neste estágio, a temperatura do ambiente está ainda pouco acima do normal. No entanto, o calor está sendo gerado e evoluirá com o aumento do fogo e a fase de crescimento ou incubação continuará seguindo se houver suficiente combustível e oxigênio disponível. À medida que o incêndio cresce a temperatura geral do ambiente aumenta da mesma forma que a temperatura da capa de gases no nível do teto;

3. **FASE DO FLASHOVER OU DESENVOLVIMENTO:** Esta fase é uma etapa de transição entre a fase do crescimento e o desenvolvimento completo do incêndio. Essa fase poderá desenvolver-se normalmente mediante um crescimento gradual ou manifestar-se por dois fenômenos distintos, variando conforme o nível de oxigenação do ambiente. Havendo uma oxigenação adequada com semelhante elevação de temperatura, o incêndio poderá progredir para um flashover, se do contrário, a oxigenação é inadequada e a temperatura permanece em elevação, pode-se progredir para um *backdraft*. Durante a fase do desenvolvimento, de forma geral, o ar atmosférico, rico em oxigênio, é arrastado para dentro do ambiente pelo efeito da convecção, já que o ar quente tende a subir e sair do ambiente. Isto acaba forçando a entrada de ar fresco pelas aberturas nos pontos mais baixos;
4. **FASE DO DESENVOLVIMENTO COMPLETO:** A fase do desenvolvimento completo do incêndio tem lugar quando todos os materiais combustíveis de um determinado espaço físico são envolvidos pelo fogo. Durante este período de tempo, os combustíveis que ardem no ambiente liberam a máxima quantidade de calor possível, calor este irradiado dos combustíveis presentes, os quais produzem grandes volumes de gases e fumaça. Esse calor intenso reduz os combustíveis a seus componentes básicos, liberando, assim, os vapores combustíveis. O calor liberado e os gases da combustão que se

produzem dependem do número e do tamanho das aberturas de ventilação do ambiente incendiado. Nessa fase, os incêndios se convertem com freqüência em incêndios controlados pela falta de adequada ventilação, pois as chamas normalmente diminuem ou "deixam de existir por falta de ar suficiente para mantê-las. O incêndio é normalmente reduzido a brasas e o ambiente torna-se completamente ocupado por fumaça densa e os gases que se expandem." Devido à pressão interior ser maior que a externa, os gases podem sair do ambiente através de fendas em forma de lufadas;

5. **FASE DA DIMINUIÇÃO:** À medida que o incêndio consome todos os combustíveis disponíveis do ambiente, a taxa de liberação de calor começa a diminuir. Uma vez mais o incêndio se converte em um incêndio controlado, agora por falta de material combustível. A quantidade de fogo diminui e as temperaturas do ambiente começam a reduzir, entretanto, as brasas podem manter temperaturas ainda elevadas durante algum tempo. Esta fase representa a decadência do fogo, ou seja, a redução progressiva das chamas até o seu completo desaparecimento, quer seja por exaustão dos materiais combustíveis que tiveram todo seu gás combustível emanado e consumido, pela carência de oxigênio ou mesmo pela supressão do fogo pela eficaz atuação de uma equipe de bombeiros combatentes.

### 2.2.1 Conceitos importantes

#### O Fenômeno *Backdraft*

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

Affonso (1996) aponta como sinais que indicam que o ambiente está na fase da queima lenta, com risco de sofrer um *backdraft*:

- Alta temperatura 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;
- Rápido movimento de ar para dentro do ambiente pelas frestas ou por aberturas realizadas.

Cabe enfatizar a definição oferecida por Leite *et al* (1998, p. 33) sobre tal fenômeno:

A ventilação limitada pode levar o incêndio em um local confinado a produzir gases contendo significantes proporções de parte dos produtos da combustão e produtos não queimados oriundos da pirólise. Se isto acumula, logo com a admissão de ar quando uma abertura é feita no compartimento pode levar a uma repentina deflagração. É uma deflagração movendo no compartimento e pelas aberturas.

Estes autores assinalam os possíveis cenários para a ocorrência do *Backdraft*: (LEITE *et al* 1998, p. 33-35):

- Se o fogo continua queimando no compartimento quando o bombeiro abre a porta, principalmente se os gases da combustão não estão escapando, o ar que entra pela porta provavelmente se mistura com os gases inflamáveis formando uma mistura explosiva;
- A situação mais perigosa pode ocorrer quando o fogo no compartimento estiver praticamente extinto. Quando a porta é aberta, a vazão de ar que entra e a mistura explosiva será gerada, mas nada acontece porque neste momento não há imediata fonte de ignição. Se o bombeiro entra no compartimento, suas atividades, por exemplo, podem gerar uma fonte de ignição, iniciando um *Backdraft* retardado, porém, nesta situação os bombeiros estarão dentro do compartimento e cercados pelas chamas.

Deve se considerar casos onde os gases do compartimento estão suficientemente quentes, eles então irão gerar uma auto ignição na entrada da porta, e a chama irá se propagar para dentro do compartimento, juntamente com o suprimento de ar fresco. Isto resultará um rápido crescimento do fogo, mas não necessariamente um *Backdraft*. (LEITE *et al*, 1998).



## O Fenômeno *Flashover*

Este fenômeno consiste numa queima rápida dos produtos da combustão no ambiente sinistrado ou num outro próximo.

Segundo Affonso (1996, p. 17),

Na fase da queima livre o fogo pode aquecer os combustíveis do ambiente até que cheguem ao ponto de ignição. Quando isto ocorre, o fogo toma conta de todo o ambiente instantaneamente.

Leite et al (1998) lembram que em um incêndio em local confinado, quando o fogo atingir a fase de queima livre, pode haver uma propagação através da radiação térmica da nuvem de fumaça e dos gases quentes para os combustíveis presentes no interior do ambiente facilitando a pirólise dos produtos inflamáveis. De modo que, o *flashover* ocorrerá quando os gases destes combustíveis atingirem seu ponto de ignição, esta resultará em súbita e contínua propagação do fogo, crescimento do fogo completamente desenvolvido.

Estes autores salientam que:

Diante desta definição, um *Backdraft* pode ser um caso especial de *Flashover*. Se o *Backdraft* resulta 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 bombeiros, que são muito diferentes. (LEITE et al, 1998, p. 48).

Estes autores assinalam os eventuais cenários para a ocorrência do *Flashover*:

Assim, deverá haver um significativo aumento da radiação térmica por cima. Isto será sentido pelos bombeiros como um rápido aumento na temperatura do compartimento, e a elevação do calor dos gases quentes ao nível do teto, forçando os bombeiros ficarem abaixados, caso eles consigam ver acima deles, eles serão capazes de ver "línguas de fogo" ocorrendo através da camada de gás. Em adição, outros materiais combustíveis dentro do compartimento emanarão, fumaça visível e gases inflamáveis. (LEITE, et al, 1998).

### 3 PROCESSOS DE VENTILAÇÃO

Identificar a necessidade de ventilar é o primeiro passo para a utilização deste procedimento.

Por vezes, a estrutura possui aberturas suficientes, e a ventilação já está sendo realizada independentemente da vontade do bombeiro, ou o incêndio pode estar na fase inicial, e a fumaça está diluída na edificação a ponto de não necessitar ventilar.

No entanto, há casos em que o ambiente está repleto de fumaça, mas a ventilação não poderá ser realizada, sob pena de levá-la a locais onde existam vítimas. Nesta situação poderá ser melhor aplicar o método de controle dos produtos da combustão por confinamento, ou seja, opção de não ventilar ou anti-ventilação.

Embora existam casos onde a ventilação não deva ser realizada por ser desnecessária ou por levar risco à vida e ao patrimônio, em regra, a ventilação correta é benéfica.

A ventilação pode ocorrer através de dois processos: natural e forçada.

#### 3.1 NATURAL E FORÇADA

A ventilação natural é a que se utiliza do fluxo natural do ar para retirar o produto da combustão do ambiente sinistrado. O fluxo natural no interior da edificação pode ser produzido pelo vento ou pelo efeito chaminé.

Segundo Leite *et al* (1998, p.6),

Para fazer a ventilação natural, o bombeiro retira as obstruções que impedem o fluxo natural do ar. Estas obstruções podem ser portas, janelas e alçapões fechados, paredes e tetos.

Já a ventilação forçada é aquela se utiliza de exaustores, ventiladores e aplicação da água para forçar a saída da fumaça da edificação. Desta maneira, este tipo de ventilação permite criar ou aumentar a velocidade do fluxo de ar dentro da edificação.

Cumpre salientar a distinção apontada por Leite e seus companheiros (1998, p. 7).

Na ventilação natural o bombeiro depende da velocidade do vento e das aberturas em tamanho suficiente para efetuar a ventilação. Quando as aberturas naturais forem impróprias, como fora de alinhamento 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 causará, pois vê seu patrimônio sendo destruído pelo fogo e pelo bombeiro.

No entanto, é importante lembrar que: a ventilação forçada é uma operação rápida que produzirá um aumento da velocidade do fluxo de ar pelas aberturas existentes; o que geralmente é suficiente para retirar a fumaça da edificação, permitindo uma boa visualização do sinistro.

A ventilação forçada pode ser produzida por meio de exaustor e ventilador, sendo denominadas de ventilação por pressão negativa e positiva respectivamente.

Affonso (1996) alerta que estes equipamentos podem ser utilizados em conjunto ou individualmente, dependendo do fluxo que tenham que produzir.

O exaustor pode ser colocado na parte mais alta da abertura para retirar a fumaça quente, e em sua volta deve ser colocada uma cobertura de salvação para impedir o refluxo do ar. O ventilador pode ser colocado na parte mais baixa da abertura para introduzir o ar frio para dentro da edificação. (AFFONSO, 1996, p. 57).

Oliveira (2005, p. 119) alerta que:

Mais recentemente, as organizações de bombeiro vêm utilizando mais e mais a ventilação forçada (também denominada de ventilação mecânica ou por pressão positiva), técnicas muito efetiva na renovação da fumaça e do calor e que tem demonstrado resultados bastante positivos.

Observa-se que nesses casos, são empregados equipamentos portáteis, tais como ventiladores e exaustores, os quais poderão ser movidos por pressão de água (hidroventiladores), motor a combustão ou eletricidade.

Destaca-se que tal tipo de ventilação utiliza equipamentos destinados a produzir um fluxo de ar ambiente. Esses equipamentos podem ser movidos por motores elétricos ou a explosão.

## 4 MÉTODOS DE VENTILAÇÃO

### 4.1 HORIZONTAL E VERTICAL

Continuando a dissertação sobre os métodos de ventilação Barcelos (2001) destaca que a ventilação horizontal é aquela em que os produtos da combustão caminham horizontalmente pelo ambiente, através de corredores, portas, janelas e aberturas nas paredes no mesmo plano.

Barcelos ainda adiciona que:

Neste método de ventilação, utiliza-se o fluxo normal de ar da edificação ou se estabelece, através de uma ventilação forçada, o rumo que os produtos da combustão devem seguir no interior da edificação. Tal ventilação é utilizada basicamente quando é encontrada dificuldade de se efetuar uma ventilação vertical, por obstáculos na abertura do teto ou se a fumaça se concentra apenas naquele andar, de modo a se evitar danos desnecessários em pavimentos superiores. (BARCELOS, 2001, p. 30).

Pode ser combinada com a ventilação forçada. Neste método se utiliza duas aberturas em desnível, em paredes opostas, dispostas conforme direção do vento ou a posição de localização do ventilador, de maneira que pela abertura superior sejam retirados os produtos da combustão e pela abertura inferior seja feita a renovação do ar da edificação.

A ventilação vertical é aquela em que os produtos da combustão caminham de forma vertical no interior da edificação, utilizando-se das caixas da escada, poços de elevadores, ou aberturas feitas na parte superior desta (principalmente o teto), utilizando-se da propriedade de convecção das correntes quentes de ar. Tal técnica permite que os produtos da combustão sigam seu caminho natural, subindo perpendicularmente ao foco do incêndio.

Barcelos (2001, p. 31) enfatiza que:

Para se obter êxito na utilização da técnica, é necessário que se faça uma abertura na estrutura da edificação, logo acima do foco do incêndio, incrementando-se outra abertura para permitir a entrada de ar para renovar as correntes do interior da edificação.

Oliveira (2005) lembra que também existe a possibilidade do emprego da ventilação vertical, a partir da abertura de buracos na parte alta (teto) da edificação,

o mais próximo possível do ponto acima do fogo (recomenda-se aberturas de no mínimo 1 x 1 m).

Este autor assevera que:

Essa técnica é com frequência a melhor maneira de controlar as condições internas do ambiente durante operações ofensivas em incêndios ativos, no entanto, requer bombeiros equipados (com escadas, ferramentas de arrombamento, machados, etc.) e tempo para sua realização. (OLIVEIRA, 2005, p. 119).

O CO ou os chefes de setores deverão ficar atentos e orientar a atuação dos bombeiros para que tão logo sejam completados os trabalhos de abertura no teto da edificação, todos se retirem e assumam outras tarefas na operação, de forma a evitar o surgimento de "pastores de teto".

## 5 VENTILAÇÃO TÁTICA

Como já foi mencionada, a ventilação é uma das ferramentas que auxiliam os bombeiros no combate a incêndios em edificações, de modo que é imprescindível que ela seja esclarecida, quanto às técnicas mais adequadas para cada situação específica, com o fim de se obter os melhores resultados possíveis, tanto no que se refere ao combate ao incêndio, quanto ao resgate de vítimas e na proteção do bombeiro.

Desta maneira, alguns fatores devem ser considerados. Leite *et al* (1998, p. 54) afirmam que:

Um fator crítico pode ser a presença de sistema de ventilação já existente na edificação, estes sistemas foram especialmente desenhados para ventilação em incêndio, mas mesmo tendo este fim, às vezes podem prejudicar as ações de combate preestabelecidas, pois eles quase sempre são acionados automaticamente, nesse caso qualquer decisão para reverter isto por intervenção manual no sistema, é crítico como a decisão de começar a ventilar.

Logo, é possível dizer que os sistemas de ar condicionado podem ser importantes, se eles continuarem funcionando, à medida que talvez possam levar ar fresco até o fogo e talvez levar produtos da combustão para dutos escondidos e espaços vazios, proporcionando um crescimento não notado da propagação do fogo. Assim, conclui-se que tais sistemas podem ser usados como parte da ventilação tática, todavia somente alimentando o suprimento de ar fresco, agindo como uma abertura interna na edificação para ventilar.

Cumprе salientar que estes sistemas não devem ser usados para prover uma abertura de saída de fumaça, a não ser que o comandante da operação estiver certo que isto não irá aumentar a propagação.

Ao optar pela utilização da ventilação tática é necessário escolher a técnica mais adequada para a ação, considerando que a técnica a ser adotada dependerá do que se espera, a aproximação pode ser: (LEITE *et al*, 1998):

- Ofensiva: ventilar próximo do fogo para ter efeito direto, limitando sua propagação e ainda, propiciar condições seguras para os bombeiros;
- Defensiva: ventilar longe do fogo ou depois que foi extinto, para influir nos gases quentes e fumaça, particularmente para prover acesso e rotas de

escape e controlar o deslocamento da fumaça para áreas da edificação não envolvidas no incêndio.

Ressalta-se que estes dois objetivos podem ser alcançados ao mesmo tempo, quando, por exemplo, se tem a necessidade de se manter uma saída segura enquanto a operação ofensiva é desencadeada.

De acordo com Leite *et al* (1998, p. 58),

Se os bombeiros estão impedidos de chegar ao fogo pôr causa da rota bloqueada eles têm que seguir pela fumaça, a ventilação ajudará na visibilidade na agilidade para entrar. Também poderá haver benefício onde houver *sprinkler* em funcionamento que resfriará a fumaça, causando abertura na fumaça.

Outro fato que dificulta o trabalho dos bombeiros é o crescimento de gases quentes dentro da edificação. Neste caso a ventilação poderá propiciar melhores condições no local, aumentando o tempo de trabalho do bombeiro.

Salienta-se que o primeiro passo do bombeiro é procurar a liberação dos produtos da combustão pelo lado da edificação favorável ao vento (vento pelas costas) na parte mais alta possível.

Assim, com a execução da abertura de saída, a abertura do lado do vento para entrada de ar deve ser criada na parte mais baixa possível, para aproveitar a vantagem da flutuabilidade da fumaça e gases quentes.

## 5.1 VENTILAÇÃO OFENSIVA

Leite *et al* (1998) destaca que o principal risco de usar as técnicas de ventilação ofensiva é que a entrada de ar fresco resultará no crescimento do fogo, talvez até o *backdraft*. Embora, se certo que de qualquer forma se o *backdraft* ocorrer, é provável que as condições necessárias já estivessem acontecendo, e isto ocorreria sem o começo da ventilação tática.

Uma vez que haja combustível suficiente, o crescimento do fogo ocorrerá na área ao redor do fogo, e/ou ao longo da rota da abertura de saída 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. (LEITE *et al*, 1998, p. 59).

Assim, o uso correto da ventilação ofensiva pode reduzir o risco de propagação do fogo removendo os gases quentes e permitindo a entrada de ar fresco.

Entretanto, cumpre esclarecer que 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, apesar de que não é necessário que o fogo esteja obrigatoriamente cercado antes de iniciar a ventilação.

Portanto, segundo Leite *et al* (1998), o início da ventilação ofensiva constitui um dos elementos de ataque ao fogo, mas isto não pode ser tratado como ataque ao fogo.

Assim, a decisão para ventilar ofensivamente envolve um balanço entre o risco de propagação, e a condição criada ao redor do fogo. O tempo e 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. Isto pode causar perigo aos ocupantes que tentarem escapar e aos bombeiros envolvidos em atividades longe do fogo, e pode, 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. (LEITE *et al*, 1998, p. 60).

Deste modo, cabe ao comandante da operação considerar a possibilidade de retirar os bombeiros da edificação ou de parte dela enquanto ar fresco está entrando no compartimento, particularmente na rota do ar fresco que entra, pois é um local propício para um *backdraft*.

Para ventilação ofensiva, a abertura de saída da fumaça deve ser o mais próximo possível do fogo.

Neste caso, é aconselhável usar a rota dos bombeiros para o combate como aberturas de entrada, para reduzir fumaça e calor em sua rota, a fim de proporcionar trabalho mais seguro e menos estafante, visto que os gases que saem pela abertura tendem a estar muito quentes e provavelmente são inflamáveis.

Logo, nesta ocasião podem aparecer chamas do lado de fora da abertura se a fumaça e os gases quentes estiverem acima da temperatura de ignição espontânea, conseqüentemente, há risco de propagação.



Ressalta-se que ao se realizar este procedimento é imprescindível, antes da abertura de saída estar preparada, esta posição estar protegida por um bombeiro apropriadamente equipado com uma linha de mangueira pressurizada.

Lembrando que esta linha pode ser usada para esfriar os produtos da combustão à medida que estiverem saindo, mas em hipótese alguma a água deve ser direcionada direto na abertura enquanto a ventilação estiver em progresso, já que isto poderá colocar em risco os bombeiros dentro da edificação.

Leite *et al* (1998, p. 66) admitem que:

Se o compartimento contendo o fogo estiver ficando com falta de oxigênio há risco de *backdraft*. Criando uma abertura neste compartimento pode desencadear o *backdraft*, mas este risco pode ser minimizado se a abertura for na parte superior dos dois lados da edificação do lado contrário ao sentido do vento e a favor, 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 máscara autônoma, ficar abaixado e possuir uma linha de mangueira pressurizada.

## 5.2 VENTILAÇÃO DEFENSIVA

Ao optar pela utilização da ventilação defensiva o risco e benefícios são proporcionalmente menores. De qualquer forma é necessário selecionar uma rota apropriada para a vazão de ar das aberturas internas, para minimizar as chances de o ar fresco afetar o compartimento com fogo.

Assim, a ventilação defensiva não deve ser adotada na parte principal do combate ao fogo. Em outras palavras, é melhor adotá-la como parte do preparo para o ataque, visto que esta técnica limpa as rotas de ataque e de fuga, ou é parte da continuidade da operação uma vez que o incêndio estiver sob controle.

## 6 TÉCNICAS DE VENTILAÇÃO

Trataremos neste capítulo sobre as técnicas de ventilação, as quais estão divididas em: Natural horizontal e vertical; Hidráulica por esguicho regulável; e, Forçada por pressão negativa e positiva.

### 6.1 VENTILAÇÃO NATURAL HORIZONTAL

A forma mais correta de se executar a ventilação natural horizontal numa edificação é a utilização de duas aberturas em desnível, em paredes opostas, sendo uma mais alta que a outra, de forma que a mais baixa fique o mais próximo o possível do chão e a mais alta o mais próximo do teto. A direção do vento é o elemento indispensável para o sucesso da operação.

A abertura mais baixa tem como função fazer a entrada de ar mais fresco, portanto deve ser executada de maneira que o vento penetre, ficando posicionada na direção deste.

Já, a abertura mais alta, servirá para a expulsão dos produtos da combustão, que sob o efeito da convecção estão posicionados próximo ao teto. A abertura superior, ainda, deve ser maior que a inferior.

Segundo Barcelos (2001, p. 34),

Para se executar as operações de ventilação natural horizontal, todos os bombeiros, que realizarão as manobras, deverão estar equipados com capacete, capa, calça, bota, luva, cinto de segurança, balaclava, rádio e lanterna, para combate a incêndio, bem como utilizando o equipamento de proteção respiratória, efetuando uma checagem neste, antes da operação, verificando se o cilindro está bem preso pela presilha e trava de volante com a fita de borracha; se há vazamentos nas válvulas, conexões, ou máscara; se todos os cintos estão bem presos; se a quantidade de ar e a pressão do cilindro são suficientes para a operação que se destina e; se o volante do cilindro está totalmente aberto.

Cumpre salientar que a equipe que fará as aberturas, deverá escolher duas aberturas em desnível em paredes opostas, cuidando que a abertura inferior fique a favor do vento e verificando se a altura da abertura superior necessita de uma escada para ser alcançada ou de equipamentos especiais (ferramentas de arrombamento, machado, entre outros).

Além disso, se for necessário o uso da escada, esta deverá ultrapassar o nível da abertura, ficando no lado desta, e o bombeiro se posicionará acima do nível de realização do trabalho, para evitar que vidros ou outros detritos da abertura caiam sobre ele. Este, ainda, informará para as pessoas que se encontram abaixo da abertura para deixarem o local e só então providenciará a abertura da saída de ar escolhida. (BARCELOS, 2001).

Assim, é necessária que a primeira abertura a ser executada seja a superior, como forma de aliviar a pressão interna, liberar a fumaça e o calor existente no ambiente. Feita esta abertura, executar-se-á abertura inferior, que por sua vez deverá ser realizada de maneira lenta, evitando que o ar fresco entre de maneira brusca.

Ao optar por este tipo de ventilação os bombeiros devem estar conscientes de que não haverá a liberação do calor e da fumaça diretamente sobre o incêndio, o que causará um aumento nos riscos.

Além disso, eles devem ter noção dos objetos internos propensos a se incendiarem, bem como dos objetos externos, sendo que as vias pelas quais a fumaça e os gases quentes viajarão por dentro da edificação, buscando a saída, poderão coincidir com as rotas de fuga dos ocupantes.

Portanto, Barcelos (2001) alerta que a prática da ventilação horizontal sem se considerar o resgate das pessoas, poderá acabar impedindo a saída dos ocupantes da edificação.

## 6.2 VENTILAÇÃO NATURAL VERTICAL

A operação de ventilação natural vertical é aquela em que os produtos da combustão caminham de forma vertical no interior da edificação, utilizando-se das caixas da escada, poços de elevadores, ou aberturas feitas na parte superior desta (principalmente o teto).

Segundo Barcelos (2001, p. 36),

Através de uma abertura feita no teto, permite-se que os produtos da combustão saiam do ambiente incendiado, seguindo seu caminho natural, aliviando a pressão, o calor e possibilitando a visualização do foco do incêndio. Deve, ainda, existir uma outra abertura ao nível do solo, para que seja possível a entrada de ar fresco, de forma a renovar a atmosfera do incêndio. Deve-se ter um cuidado especial quanto à entrada de ar fresco.

Uma porta é a abertura ideal, porém deve ser aberta de maneira lenta e parcial, para evitar a ocorrência de uma explosão ambiental. Deve-se, ainda, ter controle desta abertura.

Ressalta-se que a localização da abertura deve seguir um roteiro de formalidades, com o objetivo de obter o maior êxito possível da operação. O primeiro ponto a ser observado será a localização do ponto mais alto do telhado, pois os produtos da combustão tendem a tomar as partes mais altas destes, onde muitas vezes é neste local que se deve fazer a abertura.

Cumprido dizer que para localizar o ponto exato do incêndio, de forma a proporcionar um bom fluxo para a saída dos produtos da combustão, aquecendo o mínimo possível o ambiente, o bombeiro deverá lançar uma pequena quantidade de água sobre o telhado, sendo que o ponto mais quente será aquele aonde a evaporação for mais rápida e, provavelmente, será ali o local do foco do incêndio.

Barcelos (2001, p. 37), alerta que:

Deve-se ter um cuidado especial com as edificações próximas, de forma a não provocar novos incêndios devido à convecção do calor. A extensão do incêndio determinará o tamanho da abertura a ser executada. Quanto maior a extensão do incêndio, maior será a abertura, porém esta nunca será menor que um metro quadrado. Um outro detalhe a ser observado refere-se à existência de obstáculos que impeçam o fluxo natural dos produtos da combustão. Muitas vezes, tais obstáculos impedirão a confecção da abertura, assim impossibilitando o uso desta técnica, recomendando-se para isso o uso da ventilação forçada.

Neste contexto, vale lembrar que como na ventilação horizontal, a direção do vento é imprescindível para a operação. Outro dado que deve ser levado em conta é o posicionamento do bombeiro que, para evitar sofrer queimaduras após efetuar a abertura, deve estar posicionado de maneira que o vento sopra às suas costas.

Barcelos (2001) adverte que o grande segredo desta técnica encontra-se na abertura dos telhados, que deve seguir, rigorosamente, todas as técnicas para evitar maiores perigos.

É evidente que sempre que possível, os bombeiros deverão utilizar as aberturas já existentes na edificação, ou seja, clarabóias, dutos, portinholas, ventiladores de teto, exaustores de ar e alçapões, considerando que as manobras deverão ser realizadas com o vento pelas costas.

A Associação Internacional de Formação de Bombeiros (s/a, p. 370) enfatiza a necessidade de se conhecer os tipos de telhado, para que as aberturas sejam

executadas de maneira adequada de forma a contribuir para a eficácia do procedimento de ventilação.

Entretanto, se este procedimento não for possível, devem ser providenciadas as aberturas, devendo estas ser feitas de acordo com o material que compõe o telhado. Para tanto cabe ao bombeiro conhecer não só os tipos de materiais que podem constituir um telhado, mas também os diversos desenhos que estes podem formar, para que seu trabalho seja facilitado e seguro.

### 6.3 VENTILAÇÃO HIDRÁULICA

Em situações onde a ventilação natural toma-se difícil ou inaplicável, pode ser adotada uma ventilação por esguicho regulável. Tal operação criará um fluxo de ar em direção à área de baixa pressão do esguicho e desta para o exterior da edificação, seguindo os caminhos predeterminados.

Esta técnica é muito eficiente no que tange a dispersão da fumaça no foco do incêndio, principalmente no compartimento para capacitar a investigação do cenário e, assim, reduzir o dano.

Este tipo de ventilação só é possível se usado o efeito de entrada de ar por linha de mangueira através de jato cônico para expelir o ar para fora, pela a abertura de saída, sendo que:

O jato cônico deverá ser condicionado para fora através da abertura de saída do prédio. Para proteger o bombeiro que deverá permanecer em um ambiente quente, a linha de mangueira deveria ser presa na posição ou amarrada em um cavalete. O jato deverá ser um cone de ângulo aproximado de 60°, a mangueira colocada de maneira que cubra de 85% a 90% para executar a máxima corrente de ar. (LEITE *et al*, 1998, p. 83)

Affonso (1996) enfatiza a importância de se utilizar o esguicho regulável neste tipo de operação, já que este pode ser usado como propulsor do ar.

Entretanto, este autor alerta que:

Para que a ventilação hidráulica por esguicho possa ser realizada, é necessário que exista na edificação uma abertura para a entrada do ar fresco, uma abertura para a saída da fumaça, uma ligação unindo as duas aberturas, e o esguicho utilizado de forma correta como propulsor do ar. (AFFONSO, 1996, p. 60).

Affonso (1996) ao defender este tipo de ventilação forçada, fundamenta-se na premissa de que na ventilação natural, a fumaça movimenta-se da mesma maneira que o ar, ou qualquer outro fluido. Não havendo um equipamento propulsor, o ar se deslocará de um local de maior pressão, para outro de menor pressão, o que significa que com a utilização do esguicho o trabalho de combate ao incêndio pode ser mais eficiente.

É sabido que a pressão na parte superior de um ambiente em chamas que esteja na fase de queima livre insuportável é da ordem de 0,0025 a 0,005 m.c.a (metros de coluna d'água), por este motivo a fumaça se desloca para fora da edificação pela parte superior das aberturas, em direção ao exterior onde existe uma menor pressão.

Assim, a fumaça, quente ao sair, provoca uma baixa pressão na parte inferior do ambiente e o ar exterior, que possui uma maior pressão, toma este lugar.

Neste contexto, Barcelos (2001, p. 45) acrescenta que:

Um esguicho regulável pode tomar-se um aliado muito útil na ventilação do ambiente. Porém, se não for utilizado de maneira correta, pode causar aumento dos danos; Por esta razão, a ventilação por esguicho deve ser utilizada somente sob ordem do comandante da operação.

Logo, observa-se que tal procedimento nunca deve ser utilizado sem o conhecimento do comandante da ação, principalmente se outros bombeiros estão no local de ocorrência e desconhecem que será feita a mudança da direção do fluxo de ar.

É importante enfatizar que a Asociación Internacional de Formación de Bomberos (2004, p. 386) destaca como desvantagem da ventilação hidráulica os seguintes pontos:

- Os danos causados pela água na estrutura podem aumentar;
- Há um gasto adicional de água na operação;
- O bombeiro que manipula a o esguicho permanecerá na atmosfera quente e contaminada por toda a operação;
- Se o bombeiro abandonar o local por algum motivo ( trocar o cilindro do EPR), a operação será interrompida.

#### 6.4 VENTILAÇÃO FORÇADA POR PRESSÃO NEGATIVA

Ressalta-se que este nome, embora conhecido internacionalmente, teoricamente é um termo que não traduz a operação, já que não existe a chamada pressão negativa, que por sua vez, seria o vácuo. No entanto, este trabalho respeitará a padronização da linguagem estabelecida.

Segundo Leite *et al* (1998), o método mais comum de pressão negativa utiliza os exaustores portáteis, considerando que no mercado há uma diversidade de equipamentos que variam a quantidade de ar que podem movimentar, sendo que quanto maior a potência, mais ar ele succionará.

Os ventiladores podem ser impulsionados por motores elétricos, direcionados por bombas de viaturas ou 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, que é necessário para o funcionamento do motor.

Leite *et al* (1998, p. 82) adverte que:

O problema principal com o uso de ventiladores de ventilação negativa é que os componentes são poucos prováveis de ser desenhados para suportar altas temperaturas. Se a fumaça e os gases que estão sendo extraídos estiverem quentes o ventilador/exaustor logo parará de funcionar.

Cumprido dizer que o uso de ventiladores para pressão negativa é melhor na remoção de fumaça em edificações quando o incêndio estiver extinto ou onde não há probabilidade de gases quentes ou inflamáveis atingirem o equipamento.

#### 6.5 VENTILAÇÃO FORÇADA POR PRESSÃO POSITIVA

Segundo Barcelos (2001), a ventilação por pressão positiva envolve a introdução de ar fresco dentro de um espaço confinado, numa taxa superior ao ar existente, criando uma pressão positiva leve dentro do ambiente.

Esta pressão positiva contrairá a pressão gerada pelo fogo ou solucionará o problema causado pelas condições adversas do vento. Também ajudará a limitar o fogo e impedirá a dispersão dos produtos da combustão para outras áreas ainda não atingidas do edifício. Esta operação é muito mais segura que a ventilação por pressão negativa. (BARCELOS, 2001, p. 41).

A ventilação positiva (VPP) é alcançada forçando o ar para dentro da edificação usando ventiladores. O efeito disto será para aumentar a pressão no ambiente interno em relação à pressão atmosférica.

Leite *et al* (1998, p. 87) explicam que:

VPP simplesmente trata-se de assoprar ar para dentro através 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, já que o princípio fundamental se aplica a ambos. Se a VPP é usada para acelerar os efeitos da ventilação natural, é necessário ter em mente que todos os efeitos (os bons e os ruins) podem ser acelerados.

Neste sentido 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.

Leite *et al* (1998, p. 87) enfatizam que:

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.

Cumprido salientar que para que se possa efetuar um trabalho de ventilação por pressão positiva, faz-se necessário o uso de ventiladores de grande porte. Estes ventiladores insuflam ar do exterior para atmosferas fechadas. Existem ventiladores elétricos, hidráulicos e à combustão, sendo que estes últimos são os mais comuns.

Ressalta-se que no Corpo de Bombeiros de Santa Catarina a técnica de ventilação disseminada, nos cursos de formação de praças e oficiais, é a ventilação natural horizontal ou vertical e a forçada por pressão positiva com uso de ventiladores à combustão.



## 7 CONCLUSÃO

Este Trabalho de Conclusão de Curso procurou apresentar um panorama geral sobre a utilização da ventilação como ferramenta no combate ao incêndio.

Cabe dizer que muitos trabalhos já foram realizados sobre este tema, no entanto, devido a sua importância para o bombeiro, já que tal procedimento viabiliza, de forma concreta, a proteção das eventuais vítimas e a sua própria proteção, este trabalho se justifica.

Além disso, observou-se que tal procedimento também apresenta como vantagens à redução da água utilizada e à minimização dos danos causados ao patrimônio.

Neste sentido, tem-se que a ventilação é um procedimento que muito auxilia no combate ao incêndio. Entretanto, foi observada uma diversidade de conceitos ou definições sobre esta relevante ferramenta a serviço do Corpo de Bombeiros, de modo que cumpre o autor apresentar a sua própria definição, considerando ser este membro ativo da Corporação.

Assim, tem-se que a ventilação pode ser vista como a ***manobra tática empregada pelos bombeiros para dispersar os produtos da combustão de um ambiente incendiado, com o intuito de prevenir os perigos iminentes, minimizar danos ao patrimônio, bem como facilitar as ações de combate ao fogo, busca e resgate de pessoas.***

Um ponto que merece atenção situa-se no comando da operação, tendo em vista que partirá deste profissional a decisão de ventilar ou não o ambiente (lembrando que esta técnica só pode ser usada em edificações com incêndio confinado), além de escolher a melhor técnica de abordagem a ser usada, diante das condições climáticas, (vento, corrente de ar), fase do incêndio, presença de aberturas naturais na edificação e equipamento disponível.

Outro ponto importante é a preparação do bombeiro, que por sua vez, deve dominar todas as técnicas possíveis para a execução da ventilação, considerando sempre a segurança de eventuais ocupantes da edificação, de seus companheiros de operação e a sua própria proteção.

Cumprido dizer que a este estudo não cabe apontar a existência de uma melhor ou pior técnica para proceder à ventilação, nem este foi o objetivo deste trabalho, porém cabe salientar que todas as técnicas possuem vantagens e

desvantagens, que muitas vezes devem ser compreendidas como riscos ao patrimônio, aos ocupantes e ao próprio bombeiro, assim a escolha adequada da técnica é primordial para o sucesso da operação.

Entretanto, é possível afirmar que a realização adequada da ventilação propicia eficiência e eficácia no combate ao incêndio, de modo que é um procedimento que vem auxiliar o dia-a-dia do bombeiro.

Neste sentido, este trabalho se encerra com a expectativa de ter contribuído para reavivar a importância de uma prática tão relevante no cotidiano do bombeiro.

## REFERÊNCIAS

AFFONSO, Luiz M. . **Ventilação forçada por esguicho regulável**. Monografia apresentada ao Curso de Aperfeiçoamento de Oficiais. São Paulo, realizado pela Polícia Militar de São Paulo, 1996.

ASOCIACIÓN INTERNACIONAL DE FORMACIÓN DE BOMBEROS. **Fundamentos de La Lucha Contra Incendios: Ventilación**. 4. ed. Oklahoma, 2004.

BARCELOS, Marcos **A Padronização de condutas do CBMSC em operações de ventilação em incêndios**. Florianópolis. 87fl. Monografia apresentada ao centro de Ensino da Polícia Militar do Estado de Santa Catarina, 2001.

GRIMWOOD, Paul. **Tactics ventilation**. Disponível em [www.firetactics.com](http://www.firetactics.com); Acesso em 20 de maio de 2006

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

LAKATOS, Eva M; MARCONI, Marina A. **Técnicas de pesquisa**: planejamento e execução de pesquisas, amostragem e técnicas de pesquisa, análise e interpretação de dados. São Paulo: Atlas, 1982.

LEITE, Fábio J. *et al.* **Ventilação nas atividades de combate a incêndio**. São Paulo: Corpo de Bombeiros do Estado de São Paulo, 1998.

OLIVEIRA, Marcos. **Manual de estratégias, táticas e técnicas de combate a incêndio estrutural**. Florianópolis: Ediograf, 2005.

ROESCH, Sylvia M. A. **Projetos de estágio e de pesquisa em administração**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

**ANEXO**

Figura 1: Fase inicial do incêndio  
*Fonte: Fire Service Manual-- v. 2, Dec. 1997*



Figura 2: Fase da queima livre  
*Fonte: Fire Service Manual-- v. 2, Dec. 1997*



Figura 3: Fase da queima lenta  
*Fonte: Fire Service Manual-- v. 2, Dec. 1997*



Figura 4: Vista da capa de gases ou plano neutro, precede o surgimento do flashover e backdraft.  
*Fonte: [www.bomba18.cl](http://www.bomba18.cl)*



Figura 5: Guarnição de bombeiros surpreendida pela ocorrência de um backdraft.  
*Fonte: POP CBMDF*



Figura 6: Seqüência de um flashover  
FONTE: Fire Service Manual – volume 02

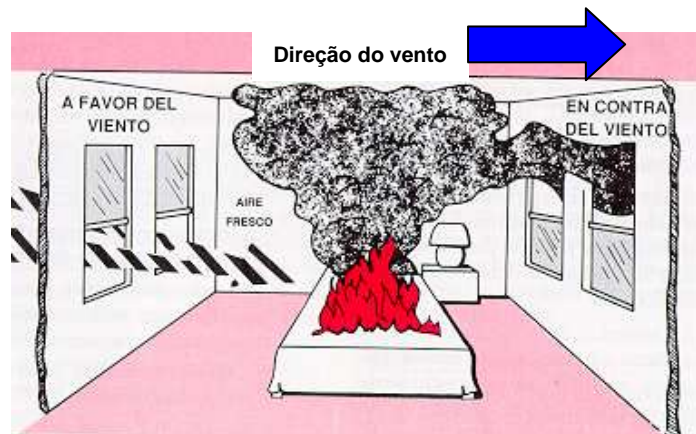


Figura 6: Ventilação horizontal  
FONTE: Fire Service Manual- v. 2, Dec. 1997

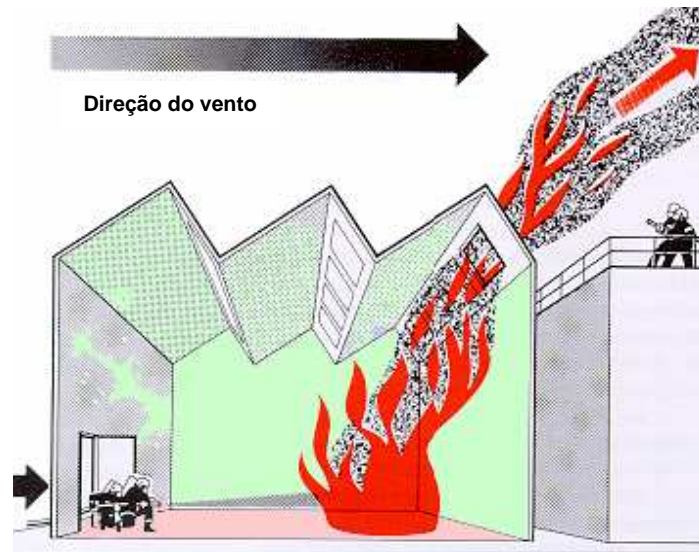


Figura 7: Ventilação vertical  
Fonte: Fire Service Manual-- v. 2, Dec. 1997



Figura 8: Ventilação ofensiva  
FONTE: Fire Service Manual- v. 2, p. 26, Dec. 1997

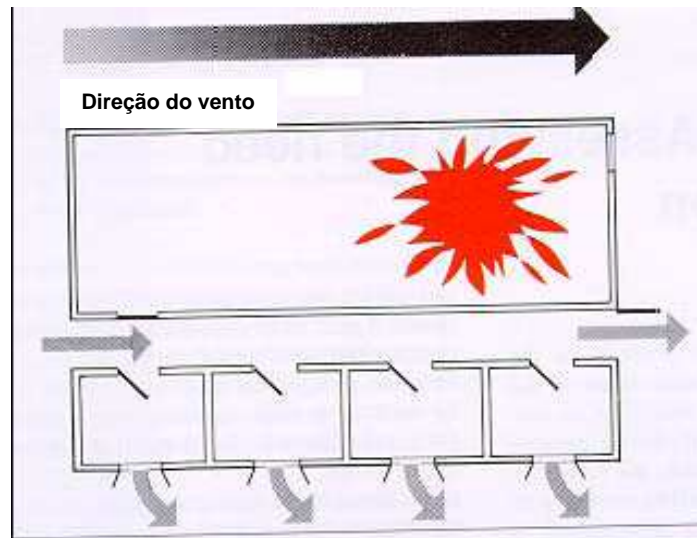


Figura 9: Ventilação defensiva  
FONTE: Fire Service Manual- v. 2, p. 26, Dec. 1997

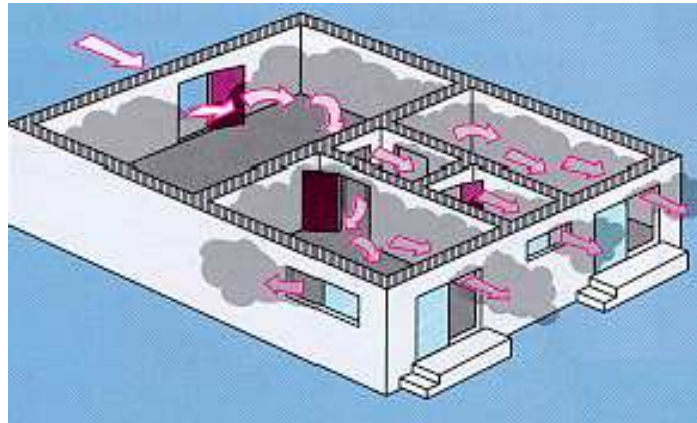


Figura 10: Ventilação natural horizontal  
Fonte: ENB, Matos Guerra, 2001.





Figura 11: Ventilação natural vertical  
Fonte: ENB, Matos Guerra, 2001.



Figura 12: Ventilação natural vertical  
Fonte: [www.bomba18.cl](http://www.bomba18.cl)

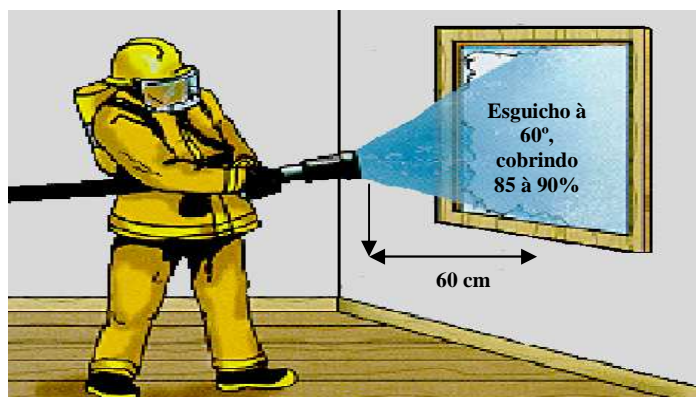
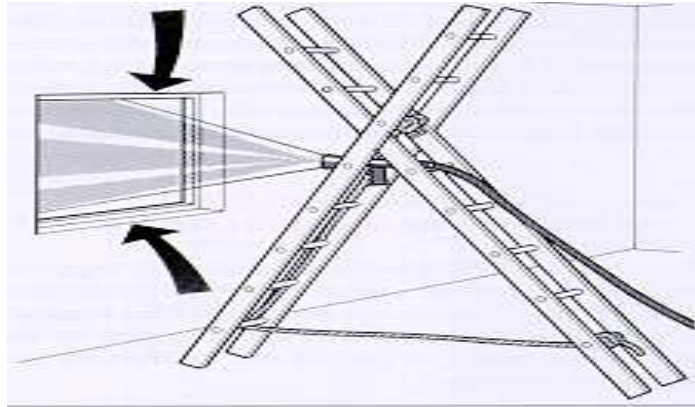


Figura 13: Ventilação hidráulica por esguicho regulável  
Fonte: ENB, Matos Guerra, 2001.

Figura 14: Ventilação hidráulica por esguicho



regulável

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

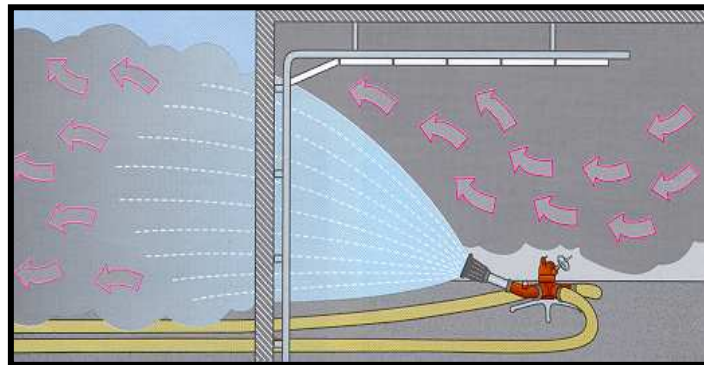


Figura 15: Ventilação hidráulica por esguicho regulável

Fonte: ENB, Matos Guerra, 2001

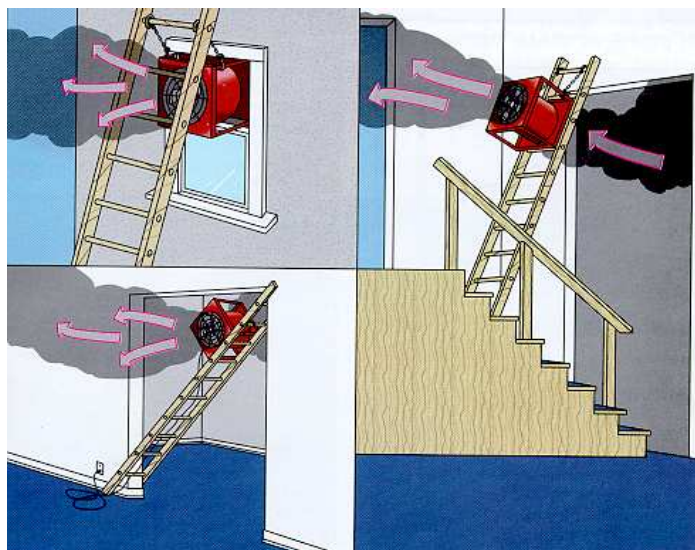


Figura 16: Ventilação por pressão negativa

Fonte: ENB, Matos Guerra, 2001

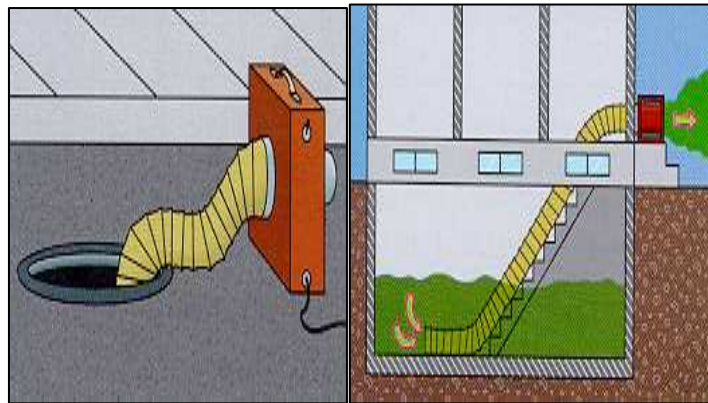


Figura 17: Ventilação por pressão negativa  
 Fonte: ENB, Matos Guerra, 2001

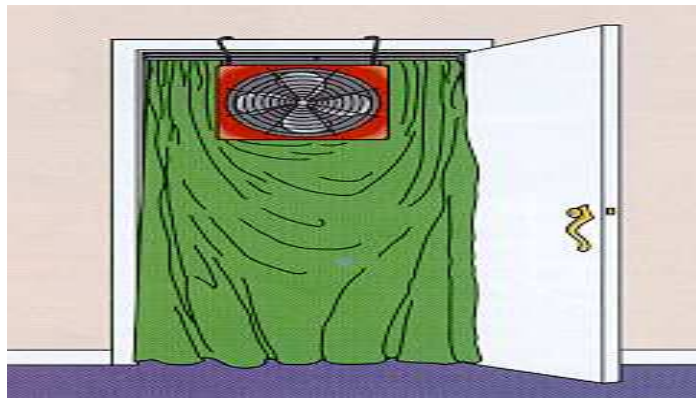


Figura 18: Ventilação por pressão negativa  
 Fonte: ENB, Matos Guerra, 2001



Figura 19: Exaustor Elétrico  
 Fonte: Manual de Ventilação Tática do CBPMSP

<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 à 600 Volts
<b>Fases</b>	Bifásico
<b>Vazão (m<sup>3</sup>/h)</b>	7200
<b>Altura manométrica</b>	45 mca
<b>Peso (kg)</b>	40

Fonte: Manual de Ventilação Tática do CBPMSP

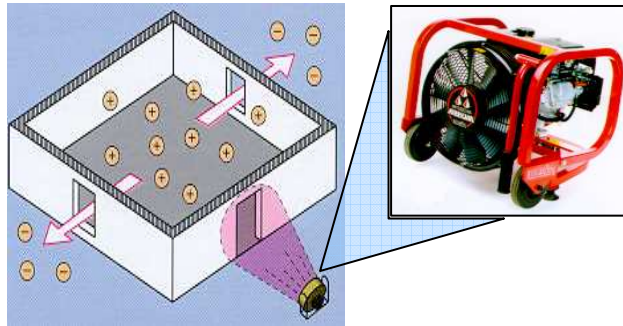


Figura 20: Ventilação por pressão positiva

Fonte: ENB, Matos Guerra, 2001

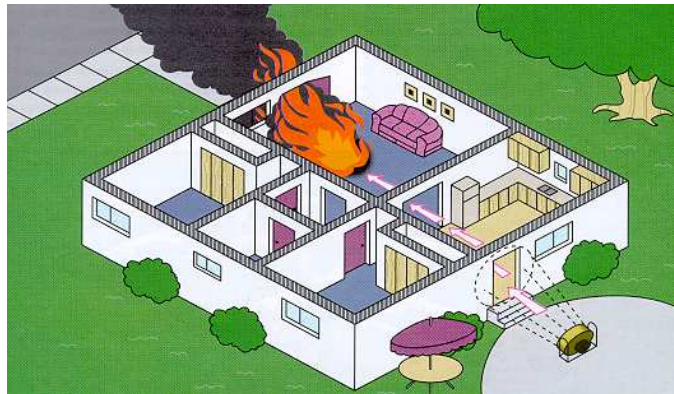


Figura 21: Ventilação por pressão positiva

Fonte: ENB, Matos Guerra, 2001

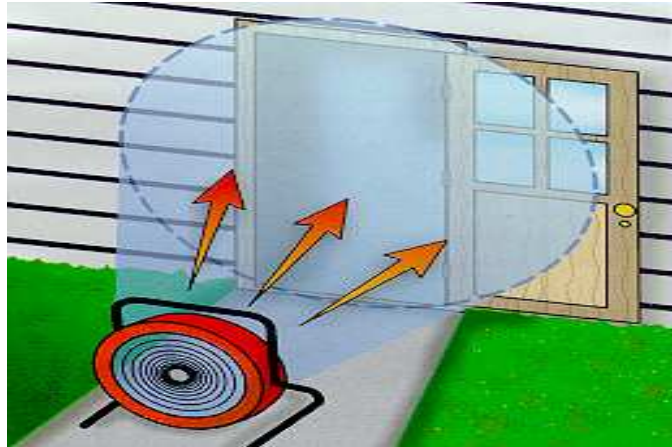


Figura 22: Ventilação por pressão positiva

Fonte: ENB, Matos Guerra, 2001



Figura 23: Ventilador Elétrico

Fonte: Manual de Ventilação Tática do CBPMSP

<b>Identificação</b>	Ventilador Super Vac , modelo P200 SE (Procedência: EUA)
<b>Palhetas/Diâmetro</b>	04 palhetas de 19,5 cm com 20" de Diâmetro
<b>Freq. alimentação</b>	Elétrica – 60 Hz
<b>Rotação (rpm)</b>	1725
<b>Potência</b>	1 HP
<b>Tensão</b>	115 à 230 Volts
<b>Fases</b>	Monofásico
<b>Vazão (m<sup>3</sup>/h)</b>	11.380
<b>Altura manométrica</b>	18 mca
<b>Peso (kg)</b>	42

Fonte: Manual de Ventilação Tática do CBPMSP



Figura 24: Ventilador à Combustão

Fonte: Manual de Ventilação Tática do CBPMSP

<b>Identificação</b>	Ventilador Super Vac , modelo 718 G4 (Procedência: EUA)
<b>Palhetas/Diâmetro</b>	07 palhetas de 16 cm com 9" de Diâmetro
<b>Freq. alimentação</b>	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</b>	65 mca
<b>Peso (kg)</b>	26

Fonte: Manual de Ventilação Tática do CBPMSP