



VOLUME

XII

Ventilação Tática

Artur Gomes

3.^a edição, revista e actualizada

Escola Nacional de Bombeiros

SINTRA - 2005



Ventilação Tática

Ficha Técnica

Título

Ventilação Tática
(vol. XII)

Colecção

Manual de Formação Inicial do Bombeiro

Edição

Escola Nacional de Bombeiros
Quinta do Anjinho – Ranholas
2710-460 Sintra
Telef.: 219 239 040
Fax: 219 106 250
E.mail: edicao@enb.pt

Texto

Artur Gomes

Comissão de Revisão Técnica e Pedagógica

Artur Gomes
Carlos Ferreira de Castro
J. Barreira Abrantes
Luis Abreu
Sónia Rufino

Ilustração

Osvaldo Medina
Ricardo Blanco
Victor Hugo Fernandes

Fotografia

Rogério Oliveira
Victor Hugo Fernandes

Grafismo e maquetização

Victor Hugo Fernandes

Impressão

Gráfica Europam, Lda.

ISBN: 972-8792-08-5
Depósito Legal n.º 174177/01
1.ª edição: Junho de 2002
2.ª edição: Julho de 2003
3.ª edição: Outubro de 2005
Tiragem: 3.000 exemplares
Preço de capa: € 10,00 (pvp)
€ 5,00 (bombeiros)



VOLUME

XII

Ventilação Tática

Prefácio

3

As manobras de ventilação tática constituem uma fase primordial nas operações de combate a incêndios deflagrados no interior de edificações.

Daí a sua abordagem particular no XII volume do Manual de Formação Inicial do Bombeiro, que nesta ocasião se edita.

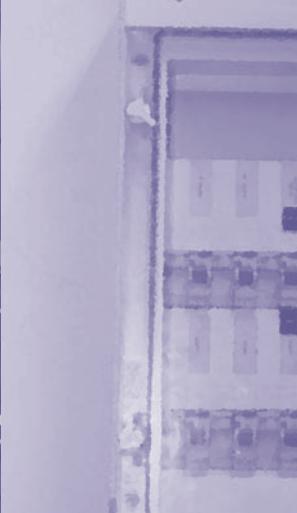
Tal como se aborda neste volume, o conhecimento que os bombeiros têm da edificação envolvida, nomeadamente quanto ao seu tipo e ocupação, é de grande importância para o êxito das decisões a tomar, relativamente à correcta utilização das manobras de ventilação tática.

Resulta do exposto que a intervenção dos bombeiros, nas fases de projecto e licenciamento dos edifícios urbanos e industriais, constitui condição indispensável para uma atempada identificação das suas condicionantes, na operação de salvamento de vidas, extinção dos incêndios e limitação de danos, bem como na garantia da segurança dos bombeiros.

A consciencialização de todos os intervenientes e entidades, quanto à relevância deste facto, constitui um outro objectivo, igualmente didáctico, para esta publicação.

Duarte Caldeira

Presidente da direcção da E.N.B.



Sumário

- 1 Introdução 9
- 2 Vantagens da ventilação tática 11
- 3 Aspectos a ter em conta quando se ventila 18
- 4 Ventilação tática vertical 26
- 5 Ventilação tática horizontal 34
- 6 Ventilação mecânica 40
- 7 Sistemas de desenfumagem 48
- Bibliografia - Glossário - Índices 51





VOLUME

XII

Ventilação Tática

7

Siglas

AAP	Área de actuação própria
VPN	Ventilação mecânica por pressão negativa
VPP	Ventilação mecânica por pressão positiva



1 Introdução

O ar quente, fumo e gases resultantes de um incêndio, devem ser removidos do interior de um edifício, dados os riscos que implicam para os seus ocupantes e as dificuldades adicionais para as operações de salvamento e ataque ao incêndio.

Muitos dos edifícios de construção mais recente possuem sistemas de desenfumagem (controlo de fumo) de acordo com a legislação de segurança contra incêndio em vigor.

Nos restantes edifícios, que constituem a maioria, impõe-se que os bombeiros executem manobras de ventilação tática, isto é, de remoção sistemática de ar quente, fumo e gases do interior da edificação, substituindo-os por ar limpo e não contaminado.

Os sistemas de desenfumagem (nos edifícios que os possuem) ou a ventilação tática executada pelos bombeiros, destinam-se a remover para o exterior os produtos da combustão e permitem:

- Diminuir o perigo para os ocupantes que ainda se encontrem no interior do edifício;
- Facilitar a entrada dos bombeiros no edifício, proporcionando uma maior segurança, quer nas operações de busca e salvamento, quer nas operações de extinção;
- Reduzir a probabilidade de ocorrência dos fenómenos⁽¹⁾ de **combustão generalizada** (*flashover*) e de **explosão de fumo** (*backdraft*);
- Aumentar a visibilidade, permitindo uma mais rápida localização do foco de incêndio.

⁽¹⁾ Consultar o Volume VII – Fenomenologia da Combustão e Extintores.

Por tudo isto, é necessário ter em conta, cada vez mais, as questões da ventilação táctica no combate a incêndios urbanos e industriais, em particular nos edifícios que não dispõem de sistemas de desenfumagem ou naqueles que, por qualquer motivo, o sistema por si só não é suficiente para remover os produtos da combustão. Na verdade, como resultado da intensificação do uso de substâncias sintéticas, a **carga de incêndio** existente nos edifícios tem sofrido um substancial aumento, originando produtos da combustão mais perigosos e em maior quantidade. Deste modo, a ventilação táctica como manobra de apoio ao **salvamento de vidas**, à **extinção dos incêndios** e à **limitação de danos**, torna-se mais importante cada dia que passa.

A necessidade de ventilar os edifícios onde ocorre um incêndio relaciona-se, também, com o aumento das formas de isolamento que resultam da moderna construção em betão e dos processos de conservação da energia. A retenção do calor é muito maior quando estamos perante vidros duplos ou mais espessos, portas isolantes de aço ou outras barreiras existentes no edifício, que constituem obstáculos à libertação da energia para o exterior. Tal significa que o calor gerado por um incêndio fica retido com mais facilidade, criando condições para que a combustão generalizada ocorra mais rapidamente do que num edifício cujas condições de isolamento não sejam tão acentuadas.

Quando se verifica a necessidade de executar manobras de ventilação táctica, deve ter-se em conta as questões ligadas com a extinção do incêndio e também a **segurança dos bombeiros** encarregados de ventilar que, como em todo o tipo de operações de combate a incêndios em edifícios, devem usar vestuário e equipamento de protecção individual, incluindo aparelho respiratório.

Este volume trata dos princípios básicos das manobras de ventilação táctica, das suas vantagens e dos aspectos a ter em conta quando e onde se decide ventilar. Serão, também, abordados os diversos métodos de ventilação táctica.

2 Vantagens da ventilação táctica

A ventilação táctica é uma manobra de apoio que, quando correctamente executada, contribui vantajosamente para se atingirem os objectivos do combate ao incêndio. Podem apontar-se como vantagens as que se descrevem nos pontos seguintes.

2.1. Operações de busca e salvamento

A ventilação táctica simplifica e torna mais expeditas as operações de busca e salvamento⁽¹⁾, dado que remove para o exterior o fumo e os gases que colocam em risco os ocupantes que ainda se encontrem no edifício. A substituição do calor, fumo e gases por ar limpo ou não contaminado, permite melhorar as condições de respiração das vítimas. Por outro lado, a ventilação táctica aumenta as condições da segurança dos bombeiros e, ao melhorar a visibilidade, permite localizar as vítimas mais rapidamente (fig. 1).

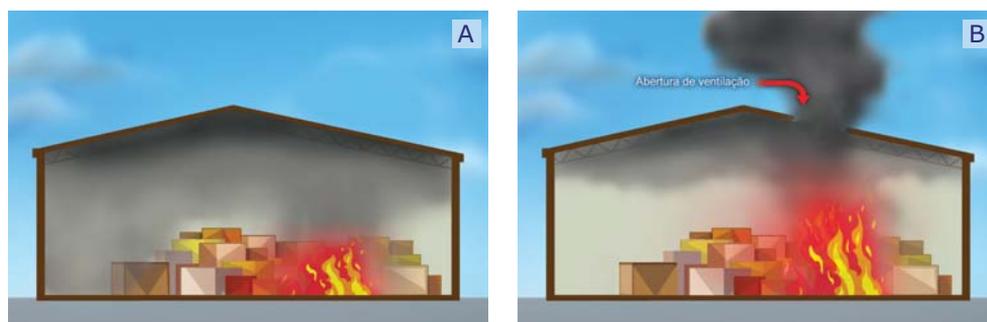


Fig. 1 A ventilação táctica melhora as condições no interior do edifício.

⁽¹⁾ Consultar o Volume XI – Busca e Salvamento.

2.2. Operações de extinção

Para que se obtenham resultados positivos, a ventilação tática tem que ser bem coordenada com as operações de extinção. Quando a abertura para ventilação é executada na parte mais alta do edifício, as correntes de ar no seu interior ascendem na direcção da abertura, resultando no que se designa por **efeito de chaminé** (fig. 2).



Fig. 2 Efeito de chaminé.

Se a abertura for feita, o mais possível, na vertical do foco de incêndio, este tende a ficar localizado. Caso contrário, podem estar criadas as condições para o aumento da propagação do incêndio, devido à deslocação horizontal dos produtos da combustão até à vertical do ponto de saída (fig. 3).

O efeito de chaminé conseguido pela correcta localização da abertura ajuda a remover para o exterior o fumo, gases e calor, o que permite, por um lado, que os bombeiros localizem e extingam mais rapidamente o foco de

incêndio e, por outro, que diminua a possibilidade de virem a sofrer queimaduras pelo vapor formado pela água projectada pelas agulhetas. Uma correcta ventilação táctica reduz o calor excessivo e aumenta a visibilidade, facilitando as operações de busca e salvamento, de extinção e de rescaldo.

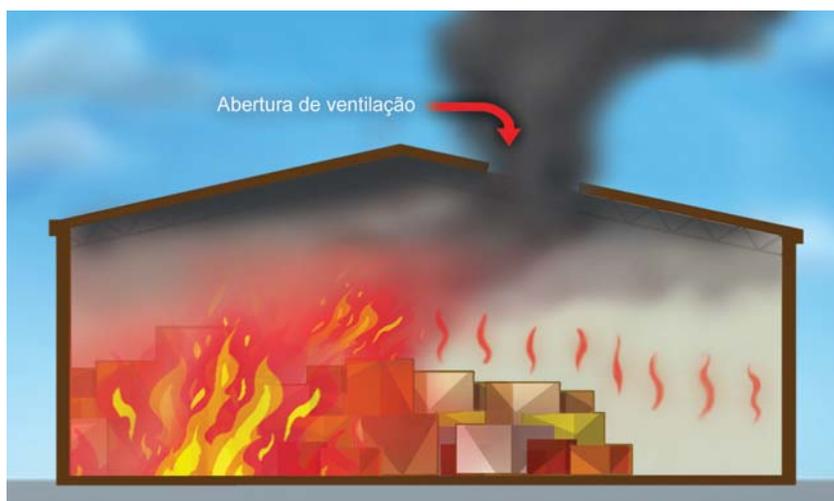


Fig. 3 Conseqüências de uma abertura fora da vertical do foco de incêndio.

2.3. Limitação de danos

A rápida extinção de um incêndio limita os danos causados pela água, pelo calor e pelo fumo. Ao permitir uma localização mais atempada do foco de incêndio, a ventilação táctica está a contribuir para que os estragos sejam menores. Quando se executa a manobra de ventilação táctica horizontal, a aplicação de água pulverizada na área mais aquecida, isto é, no tecto do compartimento, tem provado ser vantajosa, dado que os gases e o fumo são dissipados, absorvidos e removidos pela rápida expansão da água ao converter-se em vapor, saindo pela abertura destinada à exaustão (fig. 4). Ao remover, com maior rapidez, os gases, fumo e calor, reduz-se a quantidade de água necessária à extinção do incêndio.

O fumo pode ser removido do interior dos edifícios através do controlo das correntes de convecção, da sua dissipação pela expansão da água quando se transforma em vapor ou, ainda, por processos mecânicos, com a utilização de ventiladores e de linhas de mangueira para aplicação de água pulverizada.



Fig. 4 Efeito da expansão do vapor de água na remoção dos produtos da combustão.

Independentemente do método utilizado, pode afirmar-se que a ventilação tática reduz, com eficácia, os danos causados pelo fumo, pois quando o fumo, os gases e o calor são removidos do interior de um edifício, o incêndio tende a ficar circunscrito a uma determinada área. Isto permite que possam ser iniciadas as manobras de **protecção** com vista à limitação de danos, em simultâneo com as operações de extinção⁽¹⁾.

2.4. Controlo da propagação

As correntes de **convecção** encaminham o calor, o fumo e os gases da combustão para os pontos mais elevados do edifício, tectos ou coberturas, onde ficam concentrados e impedidos de sair livremente para o exterior.

⁽¹⁾ Consultar o Volume X – Combate a Incêndios Urbanos e Industriais.

Quando tal acontece, o calor, o fumo e os gases começam a acumular-se de cima para baixo e a deslocar-se lateralmente, envolvendo outras áreas do edifício. Este processo designa-se por **efeito de cogumelo** (fig. 5).



Fig. 5 Efeito de cogumelo.

A ventilação tática executada correctamente reduz o efeito de cogumelo, devido à existência de uma abertura de escape para os produtos da combustão em ascensão. Também, e durante um certo tempo, diminui a velocidade à qual o incêndio se propaga para além dos limites que já alcançou. Contudo, mesmo com uma correcta ventilação, se o incêndio não for extinto passado pouco tempo, o aumento do comburente disponível vai alimentar o fogo e permitir a sua intensificação. Assim, as **manobras de ventilação tática só devem ter lugar quando as linhas de mangueira estão preparadas para avançar no combate ao incêndio** (fig. 6), evitando-se que o incremento do incêndio resulte numa maior propagação para o interior do edifício ou para eventuais exposições exteriores.



Fig. 6 As linhas de mangueira devem estar preparadas antes das manobras de ventilação tática.

2.5. Redução do risco de combustão generalizada

O fenómeno conhecido por **combustão generalizada**⁽¹⁾ é a transição entre a fase de crescimento e a fase de maior desenvolvimento de um incêndio. Quando um incêndio arde livremente num determinado compartimento, a energia libertada faz com que a totalidade dos combustíveis atinja a sua temperatura de combustão.

Tal situação leva a que todo o compartimento seja envolvido em chamas, com tremendas consequências para quem se encontrar no seu interior. A ventilação tática contribui para impedir este fenómeno, dado que o calor é encaminhado para o exterior antes de se atingir o nível necessário à combustão massiva dos materiais contidos no compartimento.

⁽¹⁾ Consultar o Volume VII – Fenomenologia da Combustão e Extintores.

2.6. Redução do risco de explosão de fumo

Como foi atrás referido, quando uma quantidade suficiente de energia está confinada a uma área, a temperatura dos materiais combustíveis aumenta até atingir a temperatura de combustão. Contudo, aqueles materiais combustíveis só entram em combustão se existir comburente em quantidade necessária para a alimentar. Caso não exista, cria-se uma situação bastante perigosa, pois basta a admissão do ar vindo do exterior, que transporta o necessário oxigénio, para que as condições se alterem, transformando um compartimento sobreaquecido numa autêntica tempestade de fogo.

Este fenómeno é conhecido por **explosão de fumo**⁽¹⁾ e pode ser evitado através da ventilação tática, que liberta para o exterior os gases da combustão e o fumo sobreaquecidos.

Os bombeiros devem estar sempre de sobreaviso em relação à possibilidade da ocorrência de uma explosão de fumo. Para tal, devem progredir cautelosamente nas áreas onde se acumularam quantidades excessivas de calor, manter uma atenção constante aos sinais que denunciem condições para a ocorrência do fenómeno e não permanecer na frente das portas e das janelas até a ventilação tática vertical ter reduzido ao mínimo a gravidade da situação. Os sinais a ter em atenção são os seguintes:

- Vidros «manchados» pelo fumo;
- Fumo em baforadas, a sair de tempos a tempos, como se fosse um indivíduo a respirar;
- Fumo sob pressão, a sair de pequenas ranhuras;
- Chamas pouco visíveis do exterior;
- Fumo negro a tornar-se cinzento amarelado e denso;
- Calor excessivo e confinado.

⁽¹⁾ Consultar o Volume VII – Fenomenologia da Combustão e Extintores.

Aspectos a ter em conta quando se ventila

Antes de se iniciarem as manobras da ventilação táctica, devem ser tidos em conta alguns aspectos que dizem respeito à situação concreta do incêndio:

- **É este o momento para ventilar?** A decisão deve ser tomada com base nas condições de calor, fumo e gases no interior do edifício, no estado em que se encontra a sua estrutura e no aumento de risco que a manobra pode trazer para as vítimas, se existirem;
- **Onde é necessário ventilar?** Para tomar esta decisão é importante conhecer o tipo de construção do edifício, a sua utilização, as exposições, o sentido do vento, a extensão do incêndio, a localização do foco de incêndio, a existência e localização de aberturas na cobertura (clarabóias, por exemplo) e a localização das aberturas horizontais;
- **Qual é o tipo de ventilação táctica adequado?** Horizontal ou vertical? Natural ou mecânica?
- **As condições da estrutura do edifício e o desenvolvimento do incêndio permitem o acesso e a permanência em segurança na cobertura?**

A resposta a estas questões, obviamente da responsabilidade do comandante das operações de socorro, implica a análise quer das informações sobre o edifício existentes antes da ocorrência do incêndio, quer das obtidas no local através do reconhecimento.

3.1. Segurança dos bombeiros e dos ocupantes

Lidar com os riscos que afectam a vida humana é de uma importância extrema. O primeiro ponto a ter em consideração é a **segurança** dos bombeiros e dos ocupantes.

Quando ocorre um incêndio, em geral, os ocupantes do edifício correm menos risco de vida quando estão acordados. Pelo contrário, se estiverem a dormir na altura da deflagração do incêndio e continuarem no seu interior aquando da chegada dos bombeiros, uma de duas situações pode ocorrer:

- Terem ficado sem sentidos devido à acção do fumo e dos gases;
- Terem-se perdido no interior do edifício e provavelmente entrado em pânico.

Em qualquer das situações, torna-se necessário executar as manobras de ventilação tática, ao mesmo tempo que se procede à operação de busca e salvamento. Em certas condições, pode haver necessidade de fazer as manobras de ventilação tática mesmo antes da busca e salvamento. Nalgumas situações, pela necessidade imediata de impedir a propagação, a operação de busca e salvamento desenvolve-se em simultâneo com os trabalhos de extinção, na tentativa da circunscrição rápida do incêndio.

Os perigos resultantes dos incêndios urbanos e industriais afectam, não só os ocupantes, mas também os bombeiros envolvidos na operação. Esses perigos, que estão relacionados principalmente com o tipo de edifício envolvido e com a existência, ou não, de aberturas que facilitem as manobras de ventilação tática natural, são os seguintes:

- Falta de visibilidade causada pela densidade do fumo;
- Presença de gases tóxicos e inflamáveis;
- Baixo teor de oxigénio;
- Explosão de fumo;
- Combustão generalizada.

3.2. Condições de visibilidade

Quando o primeiro veículo chega ao teatro de operações, as decisões sobre as manobras de ventilação tática são tomadas tendo em conta, entre outras, a observação da forma como o fumo se apresenta e desenvolve. Na verdade, o fumo está relacionado com o tipo de combustão que o produz, comportando-se de maneira diferente em função dos materiais combustíveis

que estão a arder. Assim, as condições de fumo variam de acordo com o estágio de desenvolvimento do incêndio, pelo que, quando este está em pleno desenvolvimento, deve ser tratado de forma diferente de outro que se encontre, por exemplo, numa fase de declínio das chamas⁽¹⁾.

Um incêndio na sua **fase inicial**, ao consumir madeira, tecidos e outros mobiliários, normalmente produz **fumo pouco denso**. Com o desenvolvimento do incêndio a densidade do fumo pode aumentar, ficando cada vez mais escuro devido à presença de grande quantidade de partículas de carbono.

3.3. Conhecimento do edifício envolvido

Para as decisões a tomar no que respeita à ventilação táctica, é de grande importância o conhecimento que os bombeiros têm da edificação envolvida, nomeadamente do tipo e ocupação do edifício e da forma como foi concebido. Estes são os factores que inicialmente devem ser considerados, a fim de se decidir se a ventilação táctica adequada é a **vertical** ou a **horizontal**. Para além destes, há que ter em conta, ainda, os seguintes aspectos:

- Número e dimensão das aberturas existentes nos diversos compartimentos;
- Número de pisos, caixas de escada, caixas de elevador, espaços verticais enclausurados e aberturas existentes na cobertura;
- Possibilidade de utilização de escadas de incêndio exteriores ou de acesso através de edifícios adjacentes.

3.4. Edifícios de grande altura

O calor e o fumo são o maior perigo para os ocupantes dos edifícios de grande altura, normalmente ocupados por hotéis, apartamentos, escritórios e hospitais, isto é, sujeitos a um número substancial de ocupantes.

⁽¹⁾ Consultar o Volume VII – Fenomenologia da Combustão e Extintores.

O fogo e o fumo podem propagar-se rapidamente através de condutas verticais, caixas de escada, sistemas de ventilação e outros espaços verticais, que contribuem para o **movimento ascendente** do calor e fumo por todo o edifício, criando uma corrente de ar que interfere com a evacuação e com a ventilação.

Se o edifício não possuir sistemas de desenfumagem instalados, podem formar-se **camadas de fumo e de gases da combustão** ao nível dos pisos intermédios, isto é, abaixo do piso mais elevado (fig. 7). Esta situação acontece devido à interrupção do movimento ascendente do fumo e dos gases da combustão, quando a sua temperatura diminui até ficar à temperatura do ar envolvente. Esta **estabilização da temperatura** leva à formação de camadas ou nuvens de fumo e de gases da combustão no interior do edifício.

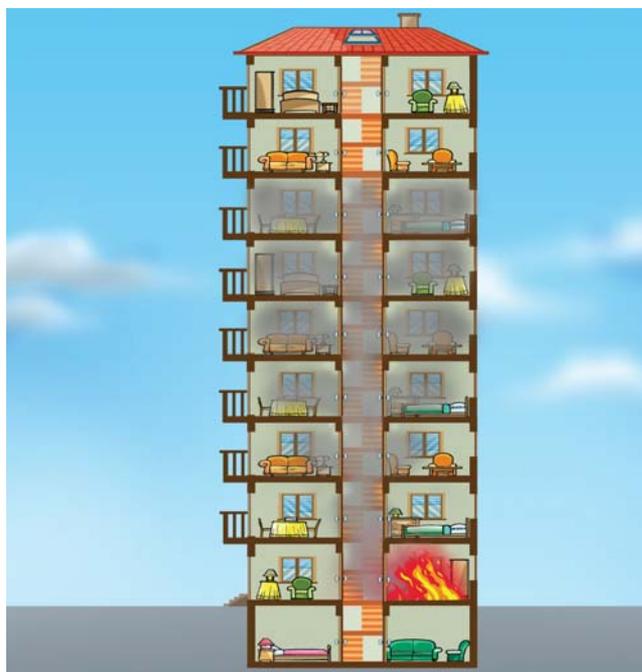


Fig. 7 Formação de camadas de fumo nos edifícios de grande altura.

Deste modo, o efeito de cogumelo, que deveria ocorrer ao nível do piso mais elevado, só tem lugar quando, no interior do edifício, existe calor em quantidade suficiente para movimentar em direcção ao topo as nuvens de fumo e gases da combustão dispostas em camadas que se formaram num nível intermédio.

A ventilação táctica nos edifícios de grande altura requer uma coordenação especial, de modo a assegurar a eficácia dos meios humanos e materiais. A comunicação entre as várias equipas empenhadas nas operações de extinção e na ventilação táctica é dificultada pelo elevado número de bombeiros envolvidos, pois a quantidade de bombeiros a utilizar é quatro a seis vezes superior ao que seria necessário para as executar num edifício de menores dimensões. Em muitos casos, as manobras de ventilação táctica vertical e de ventilação táctica horizontal são efectuadas simultaneamente e com recurso a equipamentos mecânicos.

Quando se estabelecem planos prévios de intervenção para um edifício, deve ser devidamente equacionada a possibilidade de ventilar pelo topo. Em muitos edifícios há a possibilidade de aceder à cobertura por uma escada exterior, o que permite criar uma saída de fumo, calor e gases da combustão na parte mais alta da «chaminé» através da clarabóia instalada no topo da caixa da escada, se existir (fig. 8). Antes de se abrir a porta de acesso ao piso ou ao apartamento envolvido, a **clarabóia** deve ser aberta e mantida nesta posição, de modo a impedir que a caixa de escada se encha de fumo e gases da combustão sobreaquecidos, após se iniciarem as manobras de ventilação táctica.

As caixas de escada não devem ser usadas simultaneamente para **ventilar** e **evacuar** dados os riscos que tal situação pode trazer para os ocupantes.

Do mesmo modo, por vezes a configuração da caixa do elevador permite que seja usada para ventilar.



Fig. 8 Clarabóia como topo da «chaminé».

3.5. Caves e edifícios sem janelas

Os incêndios em caves são dos que maiores problemas trazem aos bombeiros, pois o acesso é dificultado pela necessidade de **descer** e penetrar no fumo e no calor libertados pela combustão.

Existem edifícios, em especial centros comerciais, armazéns e naves industriais, que não dispõem de janelas ou, quando existem, são em número muito reduzido. Como as janelas são um importante meio para ventilar, num edifício que as não possua, as manobras de ventilação tática e, conseqüentemente as operações de extinção são mais dificultadas, podendo levar a uma maior propagação do incêndio no seu interior ou, inclusive, à criação de condições para a ocorrência de uma explosão de fumo.

Assim, os problemas inerentes à ventilação neste tipo de espaços variam em função das suas dimensões, ocupação, configuração e tipo de construção do edifício, requerendo a utilização de **meios mecânicos** para efectuar a manobra. Porém, alguns possuem sistemas mecânicos próprios para renovação do ar que podem ser utilizados pontualmente nas manobras de ventilação tática (fig. 9). Contudo, em determinadas condições, aqueles sistemas podem facilitar a propagação do incêndio.



Fig. 9 Captação de ar para extracção mecânica.

3.6. Localização e extensão do incêndio

Quando os bombeiros chegam ao teatro de operações, é possível que o incêndio já se tenha **propagado** para locais algo distantes do foco inicial, pelo que é necessário identificar, com alguma precisão, a sua **extensão e localização**.

A ventilação táctica não pode ser efectuada sem essa identificação, sob risco de facilitar a propagação do incêndio a áreas do edifício que, de outra maneira, não seriam afectadas.

A gravidade e a extensão do incêndio dependem não só do tipo de combustível e da duração de combustão, mas também dos sistemas automáticos de detecção ou extinção eventualmente instalados e da compartimentação do espaço que o incêndio atingiu.

Assim, a prioridade vai para a identificação do estágio de desenvolvimento do incêndio. A **propagação** vertical dos incêndios pode ocorrer (fig. 10):

- Por acção directa das chamas e das correntes de convecção, através das caixas de escada, dos elevadores e outros espaços verticais, das compartimentações amovíveis e das janelas ou similares quando as chamas alcançam o exterior e penetram nos pisos superiores;
- Por condução de calor, através de pilares e vigas metálicas, encanamentos ou outros objectos que passem de piso para piso;

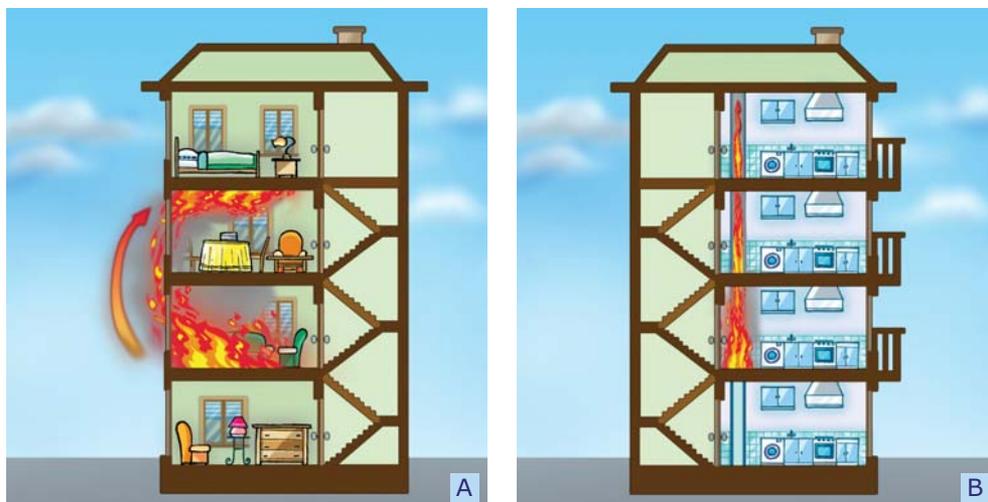


Fig. 10 Exemplos de propagação vertical por convecção.
A - Através das janelas; B - Por um espaço vertical interior.

- Pela queda de partículas incandescentes e materiais em combustão, de um piso para outro;
- Pelo colapso de pavimentos e coberturas.

3.7. Escolha do local onde ventilar

Na escolha do local adequado às manobras de ventilação tática, o ideal será os bombeiros conhecerem o edifício e a sua ocupação.

Porém, não existe uma regra geral aplicável, excepto a que diz que a cobertura deve ser aberta, tanto quanto possível, na **vertical do incêndio**. Para tal, os factores a ponderar, são:

- A existência de clarabóias, saídas de exaustão e outras aberturas, na cobertura;
- A localização do foco de incêndio e o sentido no qual o comandante das operações de socorro quer encaminhar o fumo e os gases;
- O tipo de construção do edifício;
- O sentido do vento;
- A área já atingida pelo incêndio e os efeitos já provocados na estrutura do edifício e nos materiais nele contidos;
- O efeito que a ventilação tática vai ter no incêndio e nas áreas expostas;
- O estado de prontidão das equipas encarregadas das operações de extinção;
- A capacidade para proteger as exposições antes das manobras de ventilação tática.

Assim, antes das manobras de ventilação tática, as equipas encarregadas das operações de extinção devem estar devidamente preparadas, com as linhas de mangueira em carga, dado que o incêndio tende a aumentar de intensidade quando as aberturas são efectuadas. Pela mesma razão, os meios a empregar devem ser suficientes para actuar, quer no edifício envolvido, quer nos edifícios expostos.

Logo que o edifício esteja a ser ventilado, com os gases quentes e o fumo a escaparem para o exterior e desde que existam condições de segurança para tal, as equipas encarregadas da extinção devem localizar e actuar sobre o foco de incêndio.

Entende-se por **ventilação táctica vertical** a abertura da cobertura ou de saídas existentes na cobertura, com o objectivo de permitir a saída para o exterior do fumo e dos gases da combustão.

Para facilitar as manobras de ventilação táctica vertical, os bombeiros devem estar familiarizados com os diversos tipos de coberturas existentes na sua área de actuação própria (AAP), principalmente quando se trata de edifícios de natureza especial, como fábricas, centros comerciais, hospitais, etc. (fig. 11).



Fig. 11 Alguns tipos mais comuns de coberturas em edifícios industriais.

As manobras da ventilação tática vertical podem ser executadas após se ter avaliado o seguinte:

- O tipo de edifício envolvido;
- A localização, extensão e duração do incêndio;
- As precauções a adoptar quanto à segurança da equipa;
- Os caminhos de fuga alternativos;
- O local mais adequado para ventilar.

Ao subir para a cobertura, a equipa de ventilação, que deve estar em comunicação permanente com o comandante das operações de socorro ou com o graduado de quem depende directamente, de preferência através de um rádio portátil (fig. 12), é responsável pelo seguinte:

- Assegurar que são feitas apenas as aberturas necessárias;
- Evitar, o mais possível, estragos desnecessários causados pelas manobras;
- Coordenar o trabalho da equipa com as equipas que se encontram no interior do edifício.



Fig. 12 A equipa de ventilação deve estar em permanente comunicação.

4.1. Utilização de dispositivos instalados

Nos diversos tipos de cobertura podem ser encontrados alguns dispositivos instalados, bastante úteis para as manobras da ventilação tática vertical, como as clarabóias, obrigatórias nalguns tipos de edifício, as saídas

dos sistemas de aquecimento, ventilação e ar condicionado, os alçapões e as portas de acesso à cobertura. A maior parte dos dispositivos de acesso podem encontrar-se trancados, pelo que se torna necessário utilizar ferramentas adequadas à sua abertura.

Nos edifícios de grande altura que não possuem sistemas de desenfumagem⁽¹⁾, as clarabóias são essenciais para ventilar a caixa da escada, permitindo que os ocupantes tenham condições suficientes para abandonar os pisos e alcançar o exterior. Há clarabóias que podem ser abertas ou retiradas com relativa facilidade. Outras, porém, são fixas e a sua abertura implica a quebra dos vidros, o que deve ser efectuado com o máximo de segurança, não só para os ocupantes do edifício mas, também, para os bombeiros que já se encontrem no seu interior.

A utilização das clarabóias e outros dispositivos instalados nas coberturas (fig. 13) torna as manobras da ventilação táctica vertical mais fáceis e rápidas. Contudo, os dispositivos instalados nem sempre se encontram na melhor posição em relação ao incêndio (vertical) ou têm as dimensões necessárias. Quando tal acontece, a ventilação táctica vertical tem que ser complementada com ventilação táctica horizontal. Por razões de segurança, a abertura daqueles dispositivos deve ser sempre efectuada **pelo exterior**, isto é, a partir da cobertura e não por dentro do edifício envolvido.



Fig. 13 Diversos tipos de aberturas existentes nas coberturas.

⁽¹⁾ Recordar-se que os edifícios de grande altura mais recentes devem possuir sistemas de desenfumagem mecânicos.

4.2. Coberturas

Visitar os edifícios com vista à elaboração de planos prévios de intervenção é o meio ideal para se identificarem os tipos de cobertura existentes na área de actuação própria do corpo de bombeiros.

As aberturas para ventilação táctica vertical na cobertura devem ser feitas de modo a facilitar a reparação. Uma abertura de dimensões adequadas, por exemplo, de um metro por um metro, é mais eficaz do que várias aberturas de menor dimensão.

A execução da abertura depende, obviamente do tipo de material de que é feita a cobertura, podendo ser tão simples como retirar as telhas cerâmicas ou quase impraticável se a cobertura for em betão (fig. 14). Em todos os casos, será necessário empregar ferramentas adequadas, que vão desde uma simples marreta até às motosserras de disco, capazes de cortar coberturas de fibrocimento ou de metal.

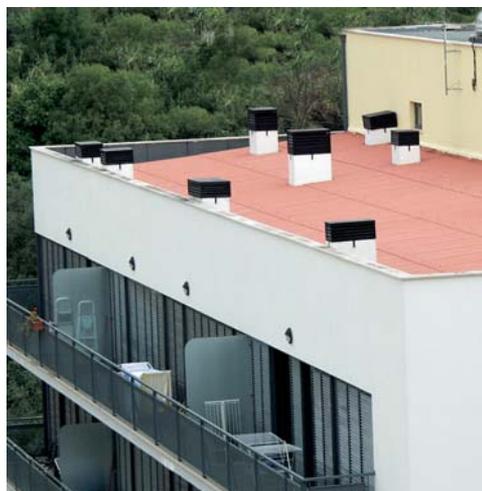


Fig. 14 Dois tipos de coberturas mais vulgares.

Quando os edifícios possuem coberturas em betão, utilizam-se as clarabóias ou outros dispositivos instalados para proceder às manobras da ventilação táctica vertical. Na sua falta, a opção possível é a **ventilação táctica horizontal**.

Para além do betão, podem encontrar-se coberturas com as mais variadas estruturas de suporte, com diferentes reacção e resistência ao fogo, como referido no Volume II – Construção Civil. Sendo a segurança dos bombeiros um dos aspectos mais importantes a ter em consideração quando se pretende ventilar, antes de mais, é necessário verificar em que medida é que o incêndio já afectou ou vai afectar a curto prazo a estrutura que suporta a cobertura.

4.3. Caves

Nos incêndios em caves existem aspectos particulares que têm que ser observados quando se pretende efectuar as manobras da ventilação táctica. Se a cave possuir janelas ou outras aberturas, deve optar-se pela ventilação táctica horizontal (fig. 15). Caso contrário, a ventilação táctica pode ser feita pelo interior do edifício, através de qualquer acesso vertical disponível, nomeadamente caixas de escada, de elevador e de monta-cargas, desde que a remoção do calor, fumo e gases não coloque em risco o resto do edifício (fig. 16-A).



Fig. 15 Situação em que se deve optar pela ventilação táctica horizontal.

Como último recurso, caso o seu tipo o permita, pode optar-se por fazer uma abertura no pavimento do piso térreo junto a uma janela ou porta e, com o auxílio de um ou mais ventiladores, forçar os produtos da combustão a sair para o exterior (fig. 16-B).

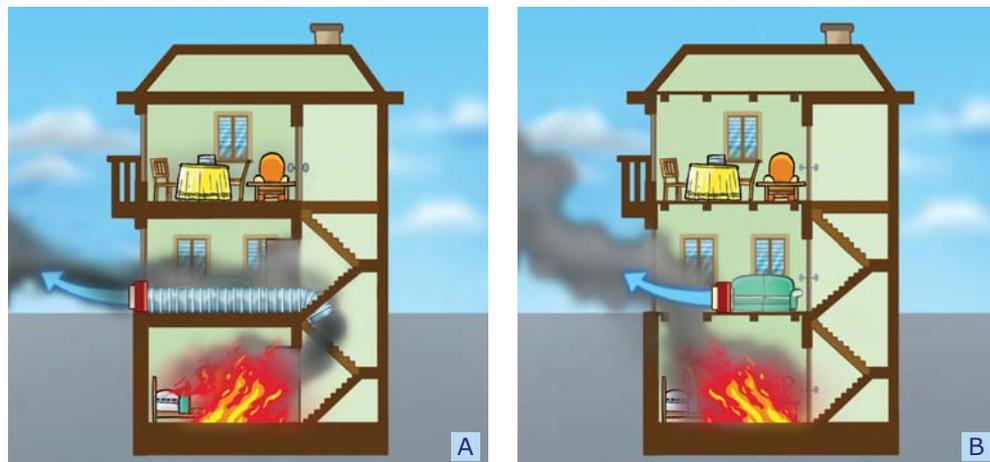


Fig. 16 Manobras de ventilação táctica vertical em cave.

4.4. Cuidados a ter na ventilação táctica vertical

Quando a ventilação táctica vertical está a ser efectuada, a convecção natural do calor, fumo e gases da combustão cria uma corrente ascendente que encaminha o incêndio em direcção ao local da abertura. Isto permite que as equipas encarregadas da extinção aproveitem a vantagem proporcionada pela melhoria da visibilidade para combater o foco de incêndio.

Nos grandes incêndios, por vezes, utilizam-se agulhetas-canhão para eliminar a quantidade de partículas incandescentes que saem do edifício envolvido ou, ainda, para reduzir a temperatura da coluna de calor existente por cima do edifício. Contudo, se as linhas de mangueira projectarem água para o interior da abertura de ventilação ou forem mal utilizadas na redução da coluna de calor, podem:

- Dificultar ou interromper o movimento ascendente que transporta o calor, o fumo e os gases da combustão para fora do edifício;
- Deslocar o ar sobreaquecido e os gases da combustão em direcção aos bombeiros que se encontram no interior do edifício, colocando em risco a sua integridade física;
- Aumentar a propagação do incêndio para espaços do edifício ainda não atingidos.

Assim, todas as linhas de mangueira que operem **acima** das aberturas de ventilação vertical, devem projectar a água **paralelamente** ao plano da cobertura, com vista a arrefecer a coluna de calor e extinguir as partículas incandescentes que saem do edifício, ao mesmo tempo que imprimem uma maior velocidade à remoção dos produtos da combustão (fig. 17).



Fig. 17 Uma linha de mangueira a trabalhar paralelamente ao plano da cobertura.

Os problemas relacionados com a ventilação táctica vertical podem ser evitados se os bombeiros estiverem bem treinados e se houver uma boa coordenação com as equipas encarregadas da extinção. De qualquer maneira,

é necessário que os bombeiros tenham presente os factores que podem afectar a eficácia da ventilação táctica vertical:

- Uso inadequado de ventilação mecânica;
- Quebra excessiva ou inadvertida de vidros de clarabóias;
- Agulhetas a projectar água para o interior através das saídas de ventilação;
- Ocorrência de explosões;
- Incêndio já a passar a cobertura, os pavimentos ou outros elementos de compartimentação;
- Existência de aberturas entre as equipas de extinção e a saída vertical destinada à ventilação.

As **normas de segurança** que devem ser respeitadas quando se procede a manobras da ventilação táctica vertical, podem ser resumidas da seguinte forma:

- Verificar o sentido do vento em relação aos edifícios expostos;
- Virar as costas ou manter-se lateralmente ao vento, quando se procede a aberturas na cobertura;
- Ter em atenção o excesso de peso na cobertura, que pode levar à sua derrocada;
- Providenciar um segundo meio de fuga;
- Abrir a cobertura com cuidado, de modo a não afectar a sua estrutura;
- Vigiar a abertura, de modo a impedir a queda dos bombeiros;
- Abandonar a cobertura logo que a ventilação táctica seja completada;
- Usar equipamentos de segurança que previnam a queda, nomeadamente em telhados;
- Trabalhar com precaução na proximidade de cabos eléctricos;
- Usar vestuário e equipamento de protecção individual, incluindo aparelho respiratório;
- Experimentar as ferramentas de corte antes de subir à cobertura, desligando-as antes de as içar ou subir;
- Estender o topo da escada mecânica, pelo menos, cinco degraus acima da cobertura, pousar completamente ou deixar um pequeno espaço entre a cobertura e o cesto, quando aplicável;

- Saltar para a cobertura só após verificar o estado em que se encontra a sua estrutura;
- Trabalhar em equipas cujo número de bombeiros seja apenas o estritamente necessário, mas nunca inferior a dois.

A ventilação táctica vertical não é a única solução quando, durante um incêndio, se pretende ventilar um edifício. Se, por qualquer motivo, aquela manobra for impraticável, devem ser aplicadas tácticas de ventilação alternativas, como a ventilação táctica horizontal.

5 Ventilação táctica horizontal

A **ventilação táctica horizontal** consiste na remoção de calor, fumo e gases da combustão através das aberturas existentes nas paredes dos edifícios, como as janelas e as portas, devendo ser aplicada prioritariamente nos seguintes tipos de edifícios:

- Unifamiliar ou com vários pisos, nos quais o incêndio não se tenha propagado ao sótão ou espaço similar sob a cobertura;
- Comercial ou industrial, com grandes espaços interiores sob coberturas com grande distância entre pilares, nas quais a estrutura tenha sido afectada pelo efeito do incêndio.

Embora muitos aspectos já referidos para a ventilação táctica vertical tenham aplicação também nas manobras da ventilação táctica horizontal, existem procedimentos que são próprios quando se pretende ventilar um compartimento, um sótão ou uma cave. A especificidade desses procedimentos está, tal como no tipo de ventilação anterior, relacionada com a localização e a extensão do incêndio e, consequentemente com as diversas formas de **propagação horizontal**, que são (fig. 18):

- Pelo contacto directo das chamas através de elementos de compartimentação amovíveis construídos em material combustível;
- Pelo contacto directo das chamas ou por convecção, através das aberturas entre compartimentos;
- Pelo contacto directo com as chamas, por convecção e por radiação, através dos corredores, vestíbulos e outros pontos de passagem;
- Por convecção e por radiação, através dos espaços não compartimentados;
- Por condução de calor, através de pilares, vigas e canalizações metálicas que atravessam os elementos de compartimentação;
- Pela combustão generalizada dos gases de combustão, vapores inflamáveis ou poeiras, em todas as direcções.

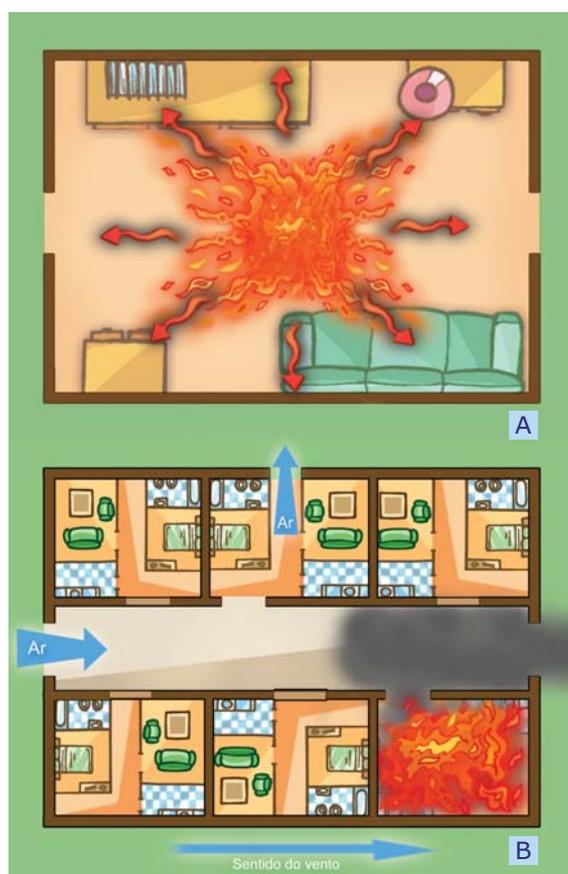


Fig. 18 Propagação por radiação (A) e por convecção (B).

5.1. Condições atmosféricas

As condições atmosféricas são um importante ponto a considerar quando se determina quais os procedimentos a aplicar, pois o vento desempenha um grande papel nas manobras da ventilação táctica horizontal.

Para se efectuarem estas manobras é necessário determinar o **sentido do vento**. O lado do edifício **de onde** sopra o vento designa-se por **barlavento**. O outro lado, **para onde** sopra o vento, chama-se **sotavento**. Na medida do possível, as saídas de ventilação devem ser escolhidas na fachada a sotavento, deixando o ar limpo ou não contaminado entrar por barlavento (fig. 19). Para se evitar que a entrada de ar incremente o incêndio, as saídas de ventilação são abertas em primeiro lugar.

Nas situações de calma total, isto é, quando não há vento, a **ventilação táctica horizontal natural** é menos eficaz, dado não possuir a força necessária à remoção do fumo. Por outro lado, em certas condições de vento, a ventilação táctica horizontal natural não pode ser aplicada, devido ao perigo do arrastamento dos produtos da combustão em direcção aos edifícios expostos (exposições) ou, ainda, pelo facto de aumentar a alimentação de comburente.



Fig. 19 O ar novo deve entrar por barlavento e o contaminado sair por sotavento.

5.2. Exposições

Como a própria designação indica, a ventilação tática horizontal não utiliza a vertical do foco de incêndio para remover os produtos da combustão, pelo que se torna necessário avaliar quais os espaços interiores que o fumo, o calor e os gases da combustão vão atravessar antes de saírem para o exterior.

Por este motivo, para além das **exposições exteriores**, há que ter em atenção as **exposições interiores**⁽¹⁾, pois os corredores e outros locais de passagem do fumo e gases aquecidos podem ser os mesmos que os ocupantes estão a utilizar como **caminhos de evacuação**. Assim, executar as manobras da ventilação tática horizontal sem ponderar, em primeiro lugar, o que se passa em relação às operações de busca e salvamento, pode ter como resultado dificultar ou impedir a evacuação dos ocupantes do edifício.

A teoria subjacente à ventilação tática horizontal é basicamente a mesma da ventilação tática vertical, isto é, a remoção do fumo e do calor como **manobra de apoio** às operações de extinção e à limitação dos estragos causados na propriedade.

Como a saída dos produtos da combustão não se faz no ponto mais elevado do edifício, quando esses produtos são libertados movimentam-se de forma ascendente e podem propagar o incêndio a pontos exteriores, como os beirais da cobertura, ou mesmo tomarem o caminho das janelas localizados acima do ponto de saída, nomeadamente na mesma prumada (fig. 20).

Excepto nas situações de emergência em que se tenha o propósito de apoiar as operações de busca e salvamento, a ventilação tática nunca deve ser efectuada antes das linhas de mangueira estarem **em carga** e localizadas:

- No ponto de entrada das equipas encarregadas da extinção;
- Nos pontos para os quais se preveja que o incêndio pode vir a propagar-se;
- Nas posições adequadas à protecção das exposições (interiores e exteriores).

⁽¹⁾ Consultar o Volume X – Combate a Incêndios Urbanos e Industriais.

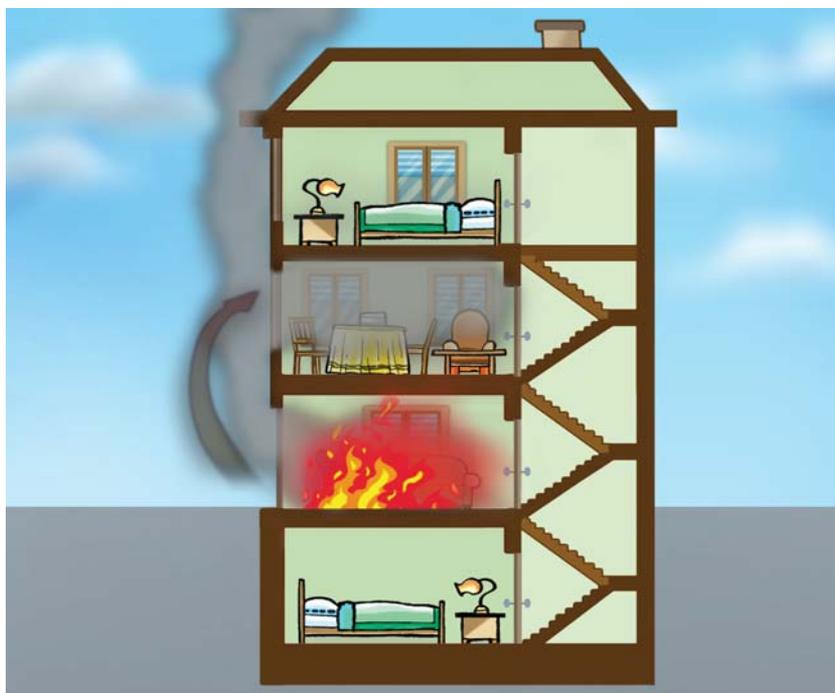


Fig. 20 Os produtos da combustão podem encaminhar-se para janelas situadas em pontos superiores.

5.3. Cuidados a ter na ventilação táctica horizontal

Abrir uma porta ou uma janela do lado de onde sopra o vento (barlavento), antes de o fazer do lado oposto (sotavento), resulta no **aumento de pressão** no interior do edifício e impede que a temperatura se mantenha distribuída por camadas, ou seja, **maior aquecimento junto ao tecto, menor junto ao pavimento**.

Como o objectivo é estabelecer uma **corrente de ar** entre o referido ponto de entrada de ar novo e o ponto de saída do fumo, calor e gases da combustão (fig. 21), abrir portas ou janelas situadas entre a entrada utilizada pelas equipas encarregadas da extinção e as saídas escolhidas para ventilação torna-se prejudicial porque reduz o fluxo de ar proveniente do exterior através da porta utilizada pelos bombeiros.



Fig. 21 O ar deve entrar apenas do lado oposto à saída do fumo.

Esse objectivo será igualmente dificultado se existir uma qualquer obstrução naquela porta de entrada como, por exemplo, um bombeiro. A visibilidade vai diminuir e aumenta a concentração de calor no interior do edifício ou do compartimento (fig. 22).



Fig. 22 Uma pessoa ou um objecto podem criar dificuldades no interior.

As manobras de ventilação tática vertical e horizontal atrás referidas dependem das **correntes de ar naturais** e dos **movimentos de convecção** criados pelo próprio fogo, pelo que recebem a designação genérica de **ventilação natural**.

Pelo contrário, a **ventilação mecânica** ou forçada é efectuada com recurso ao trabalho de equipamentos conhecidos por **ventiladores e exaustores** ou hidraulicamente, com a utilização de **linhas de mangueira**.

O objectivo da ventilação mecânica é a remoção de grandes quantidades de ar quente e fumo. O seu valor e importância são bastante significativos, já que provou ser eficaz nas situações para as quais a ventilação natural não é adequada.

Este subcapítulo trata das vantagens e dos inconvenientes da ventilação mecânica, dos equipamentos necessários e das técnicas utilizadas, nomeadamente da ventilação mecânica por **pressão negativa (VPN)** e por **pressão positiva (VPP)**, bem como da hidráulica.

6.1. Vantagens da ventilação mecânica

A ventilação mecânica, não sendo o único meio para remover o ar contaminado, é um complemento precioso à ventilação natural. As suas vantagens são:

- Permitir um domínio mais rápido e eficaz do incêndio;
- Complementar a ventilação natural;
- Dar maior rapidez à remoção dos contaminantes, facilitando e tornando mais seguras as operações de busca e salvamento;
- Limitar os danos causados pelo fumo.

Mesmo quando um incêndio está já extinto, os compartimentos ou os edifícios devem ser rapidamente limpos do ar contaminado que permanece no seu interior.

6.2. Inconvenientes da ventilação mecânica

Se for aplicada de forma incorrecta, a ventilação mecânica pode vir a causar um mal maior. Requerendo um controlo adequado, os seus inconvenientes resumem-se da seguinte forma:

- Poder intensificar a propagação do incêndio, dado que introduz ar em grande quantidade;
- Requerer equipamentos especiais, os ventiladores e os exaustores (ou extractores), os quais dependem de uma fonte de energia (combustível, electricidade ou água).

6.3. Ventilação mecânica por pressão negativa

A **ventilação mecânica por pressão negativa (VPN)** refere-se à técnica tradicional utilizada para ventilar mecanicamente um espaço, isto é, a remoção do fumo **por extracção** através de exaustores colocados nas janelas, nas portas ou nas saídas abertas na cobertura.

Na ventilação por pressão negativa os exaustores devem ser colocados de modo a extraírem os produtos da combustão **para sotavento**, isto é, no sentido para onde sopra o vento. Deste modo, o processo de extracção é apoiado pelo ar que entra do lado oposto, que substitui o ar removido para fora do edifício (fig. 23).

Quando a intensidade do vento não for suficiente para apoiar o trabalho de extracção, podem utilizar-se exaustores para injectar ar de um lado do edifício, enquanto no lado oposto, outros exaustores extraem os produtos da combustão.

A circulação de ar à volta do exaustor, pelo espaço existente entre o equipamento e o vão da abertura onde aquele está colocado, é um problema que pode surgir durante a VPN e que leva à redução da sua eficácia. Dado que a pressão interior é inferior à pressão atmosférica, cria-se um retorno de ar que arrasta parte do fumo de volta ao interior do edifício. Este efeito evita-se cobrindo o intervalo à volta do exaustor com uma manta ou material similar (fig. 24).



Fig. 23 A VPN utiliza exaustores para extracção de fumo.

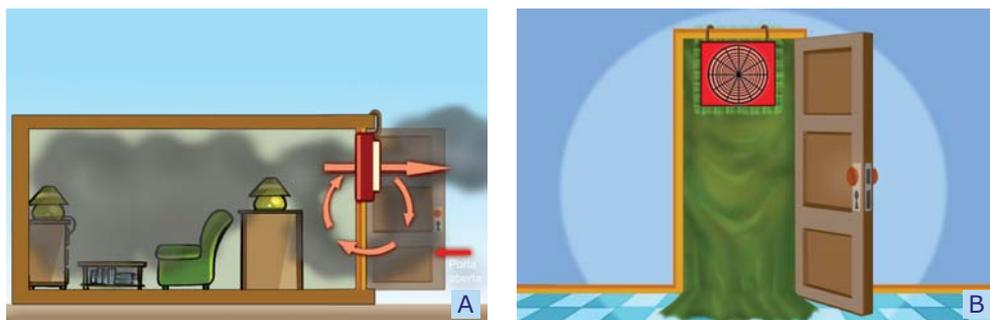


Fig. 24 Efeito do retorno de ar (A) e a forma de o evitar (B).

Para que a VPN tenha os efeitos desejados, é necessário:

- Encaminhar o fluxo de ar o mais possível em linha recta, pois todas as mudanças de direcção causam turbulência e diminuem a eficácia da manobra;
- Evitar abrir janelas e portas perto dos exaustores, a menos que se verifique que tal tem efeitos positivos na extracção;

- Remover todos os obstáculos à circulação do ar a extrair;
- Evitar os obstáculos à entrada de ar vindo do exterior pelo lado oposto, tais como escombros, cortinas, persianas ou quaisquer outros objectos ou indivíduos que façam diminuir o fluxo para o interior do edifício.

Em relação à **segurança na manobra** com os exaustores de VPN, podem apontar-se as seguintes regras gerais:

- Utilizar exclusivamente equipamentos **antideflagrantes** quando se pretende ventilar espaços com atmosferas inflamáveis;
- Movimentar os equipamentos na posição de desligados e sempre pelas pegas existentes para o efeito;
- Colocar o equipamento a trabalho apenas depois de todos os bombeiros se afastarem das pás;
- Verificar a não existência de cortinas ou outros tecidos que possam ser sugados pelo equipamento;
- Permanecer fora da área de descarga de ar do equipamento, de modo a evitar quaisquer partículas que possam ser projectadas.

6.4. Ventilação mecânica por pressão positiva

A **ventilação mecânica por pressão positiva (VPP)** é uma técnica que se baseia na criação de uma diferença de pressão entre o interior de um edifício ou de um compartimento e os locais envolventes, utilizando, para tal, ventiladores de grande volume.

Enquanto no espaço confinado se mantiver uma pressão superior à pressão atmosférica, o fumo é arrastado para as áreas de menor pressão, isto é, para o exterior, através de aberturas controladas pelos bombeiros.

O local por onde a VPP é introduzida, normalmente pela porta exterior de acesso, designa-se por **ponto de entrada**. O ventilador é colocado a uma determinada distância daquele ponto, de modo a que o cone de ar projectado cubra completamente o ponto de entrada (fig. 25).



Fig. 25 O cone de ar deve cobrir completamente o ponto de entrada.

O resultado pretendido é a remoção do fumo pela abertura de saída escolhida para o efeito, que deve possuir as **mesmas dimensões** que o ponto de entrada. Para que a manobra resulte, é importante que não exista qualquer outra abertura para além daquela por onde se pretende obrigar o fumo a sair do edifício.

Para se incrementar o processo de remoção do fumo, aumentando a velocidade de circulação do ar, fecham-se portas no interior do edifício, de modo a pressurizar um compartimento ou uma área de cada vez. A eficácia da VPP pode ainda aumentar se forem colocados **mais do que um** ventilador no ponto de entrada.

Quando se usa a manobra da VPP em edifícios com mais do que um piso, o ponto de entrada deve manter-se o mais próximo possível do piso térreo, isto é, na porta exterior de acesso, possibilitando que o fumo seja removido de um piso de cada vez, a começar naquele onde a concentração é maior. A VPP é efectuada sucessivamente em todos os compartimentos do edifício, orientada pelo fecho e abertura das portas, até à remoção completa do fumo pelas saídas escolhidas pelos bombeiros, quer sejam as janelas dos diferentes pisos, quer seja a clarabóia da caixa de escada (fig. 26).

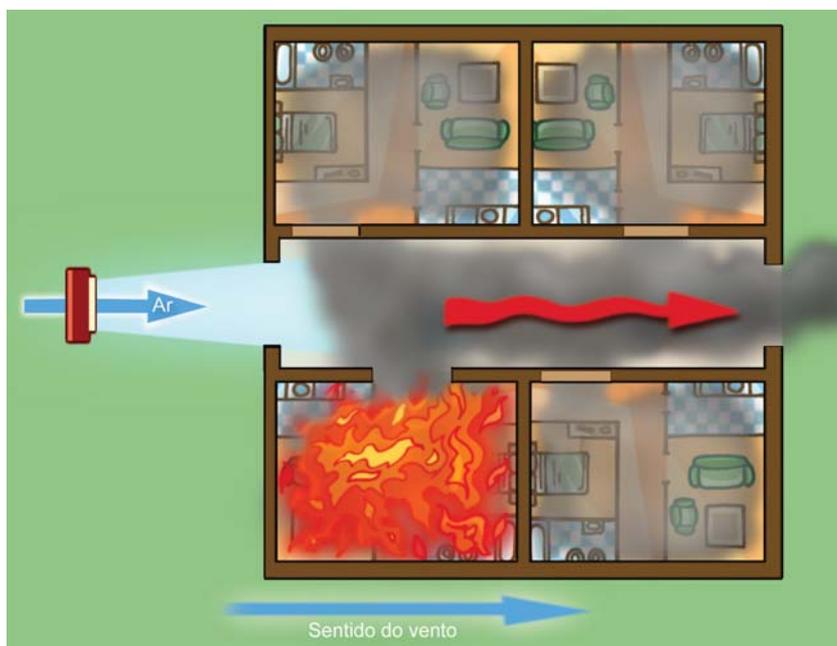


Fig. 26 O controlo da abertura e fecho das portas aumenta a eficácia da VPP.

Um dos problemas relacionados com a utilização da VPP nas operações que decorrem acima do piso térreo é o controlo da abertura e do fecho das portas de entrada que dão para a caixa de escada, pois é uma manobra que requer muita disciplina e uma eficaz coordenação. Por exemplo, se as portas dos apartamentos forem mantidas abertas pelos moradores mais curiosos, a pressão positiva pode ser desviada para pisos diferentes daquele onde a VPP é necessária.

Para se assegurar uma eficaz VPP devem ser tidos em conta os seguintes pontos:

- Tirar vantagem das condições de vento existentes;
- Assegurar que o cone de ar produzido pelo ventilador cobre por inteiro o ponto de entrada;
- Reduzir a dimensão da área a pressurizar, de modo a diminuir o tempo de duração da manobra, através do controlo da abertura e fecho das portas ou pelo aumento do número de ventiladores;
- Manter a proporção entre a dimensão da abertura de saída e o ponto de entrada.

As **vantagens** da VPP, quando comparada com a ventilação por pressão negativa, são as seguintes:

- Utilização da ventilação mecânica sem submeter os bombeiros a ambientes contaminados;
- Igualdade de eficácia, quer na ventilação táctica horizontal, quer na vertical, dado ser apenas um complemento às correntes naturais de ventilação;
- Maior eficácia na remoção de fumo e calor do interior do edifício;
- Substituição mais rápida do ar a uma velocidade reduzida, com efeitos que praticamente não afectam a disposição dos escombros incandescentes ou dos materiais existentes no interior do edifício;
- Melhoria no funcionamento dos ventiladores cuja energia provém de motores de combustão interna, por trabalharem em ambientes com adequada percentagem de oxigénio;
- Não interferência dos ventiladores com a acessibilidade ao edifício;
- Aplicabilidade em todos os tipos de edifícios, sendo particularmente eficaz na remoção de fumo em áreas de grandes dimensões em altura;
- Remoção mais rápida do calor e do fumo das áreas não afectadas pelas chamas e dos caminhos de evacuação;
- Maior facilidade na manutenção dos ventiladores.

Como **inconvenientes** podem apontar-se os seguintes:

- Para que resulte é necessário que o edifício ou o compartimento esteja intacto;
- Pode incrementar focos de incêndio ainda não detectados.

6.5. Ventilação mecânica hidráulica

A **ventilação mecânica hidráulica** ou simplesmente ventilação hidráulica, pode ser utilizada em situações nas quais os outros tipos de ventilação mecânica não estão a ser usados. Este tipo de ventilação é tipicamente executada pelas equipas de bombeiros encarregadas das operações de extinção no interior do edifício. Em geral, esta técnica é utilizada para remover o fumo, o calor e os gases da combustão para fora do compartimento ou do edifício, após o incêndio estar extinto.

Para executar a manobra de ventilação hidráulica, trabalha-se no interior do edifício com a agulheta apontada para o exterior, em **posição de pulverização**, com um ângulo de abertura que cubra 85% a 90% da janela ou porta pela qual se pretende remover os produtos da combustão. A ponteira da agulheta deve manter-se no interior a cerca de 60 centímetros da referida janela ou porta (fig. 27). Quanto maiores forem as dimensões da saída de exaustão, maior será a velocidade com que esta se processa.



Fig. 27 Manobra de ventilação hidráulica.

Podem apontar-se à ventilação hidráulica os seguintes **inconvenientes**:

- Aumenta os danos causados pela água no interior do edifício;
- Exige uma maior disponibilidade de água, o que é particularmente importante em locais não servidos por tomadas da rede pública ou por mananciais;
- Para manobrar a agulheta, a equipa de bombeiros tem que permanecer no interior, logo numa atmosfera contaminada e aquecida;
- A manobra interrompe-se sempre que, por qualquer razão, a equipa de bombeiros é obrigada a abandonar o local, por exemplo, para substituir as garrafas dos aparelhos respiratórios.

Sistemas de desenfumagem

Nos edifícios onde existem grandes quantidades de materiais combustíveis ou que são frequentados por um número elevado de pessoas, como os de grande altura, os centros comerciais, fábricas ou outros com átrios de grande dimensão, são instalados sistemas de **controlo de fumo**, cujo objectivo é a desenfumagem automática ou semi-automática do edifício quando ocorrem incêndios.

Os sistemas de controlo de fumo envolvem não só os equipamentos mecânicos destinados à desenfumagem propriamente dita, mas também as portas, paredes, janelas e outras barreiras físicas que permitem a compartimentação do edifício, impedindo a propagação do fumo e do calor.

Existem quatro técnicas aplicáveis à desenfumagem de edifícios ou de compartimentos:

- **Natural-natural**, que consiste na insuflação de ar limpo por aberturas colocadas nos pontos mais baixos e extracção dos produtos da combustão por outras existentes em pontos mais altos, nomeadamente na cobertura;

- **Natural-mecânica**, utilizada onde não é possível a exaustão directa pela cobertura, continuando a ser natural a insuflação de ar, mas sendo a extracção através de meios mecânicos;
- **Mecânica-natural**, na qual a insuflação é feita mecanicamente, colocando em sobrepressão um espaço como, por exemplo, a galeria de um centro comercial, processando-se a extracção de forma natural;
- **Mecânica-mecânica**, onde se utilizam apenas dispositivos mecânicos, pelo que a admissão de ar não está dependente de factores externos, como a temperatura do ar ou a orientação do vento.

Pela sua utilidade no controlo de fumo durante as operações de extinção, estes sistemas devem ser identificados nos levantamentos necessários aos planos prévios de intervenção. No entanto, devido à sua variedade e complexidade, durante os incêndios devem ser manobrados pelos técnicos do próprio edifício, embora sob a orientação dos bombeiros.

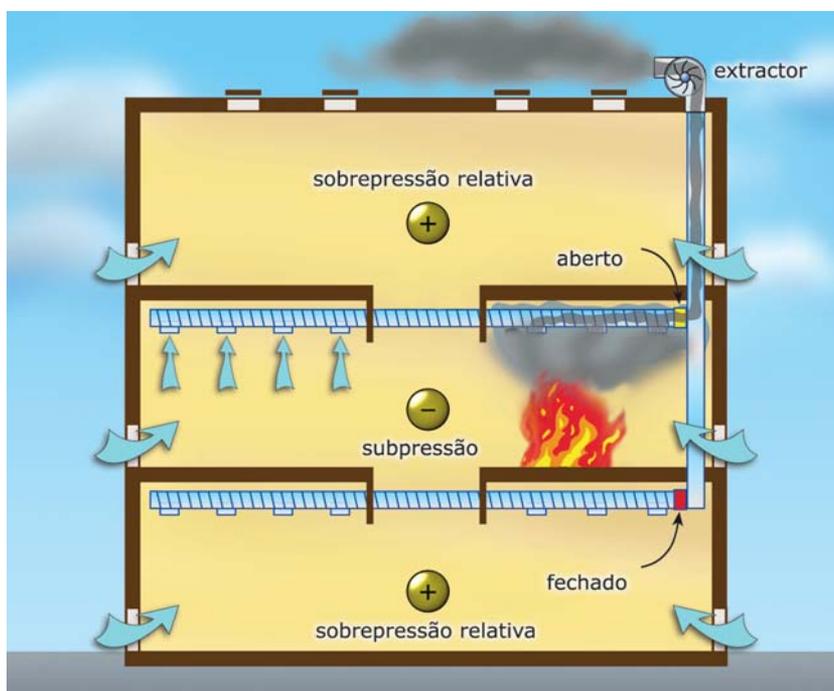
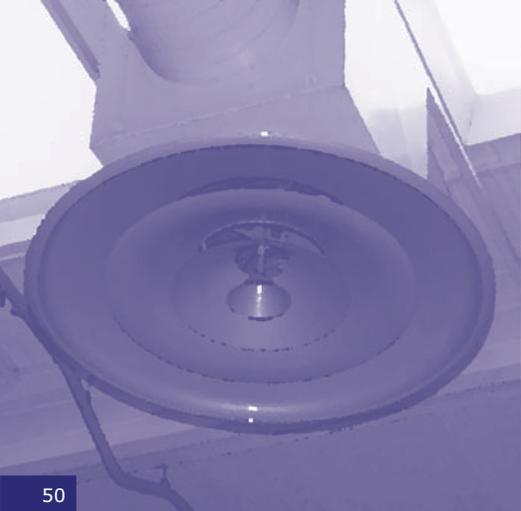


Fig. 28 Técnica de desenfumagem natural-mecânica.



■ Bibliografia de apoio

CLARK, W.E. (1991) – *Firefighting Principles & Practices*, 2.^a edição, USA, Fire Engineering Books & Videos, 473 p.

HM FIRE SERVICE INSPECTORATE (1997) – *Compartment Fires and Tactical Ventilation*, Fire Service Manual, Volume 2, Reino Unido, HMSO, 71 p.

INTERNATIONAL FIRE SERVICE TRAINING ASSOCIATION (1994) – *Fire Service Ventilation*, 17.^a edição, USA, FPP, Oklahoma State University, 188 p.

INTERNATIONAL FIRE SERVICE TRAINING ASSOCIATION (1998) – *Essentials of Fire Fighting*, 4.^a edição, USA, FPP, Oklahoma State University, 716 p.

INTERNATIONAL FIRE SERVICE TRAINING ASSOCIATION (1998) – *Instructor's Guide for de 4th Edition of Essentials of Fire Fighting*, USA, FPP, Oklahoma State University

PORTUGAL, A.M. (1998) – “Princípios Básicos de Desenfumagem”, *ENB, Revista Técnica e Formativa*, Escola Nacional de Bombeiros, Sintra, n.º 9, p. 7-14

RICHMAN, H. (1986) – *Engine Company Fireground Operations*, 2.^a edição, USA, NFPA, 167 p.

RICHMAN, H. (1986) – *Truck Company Fireground Operations*, 2.^a edição, USA, NFPA, 212 p.

■ Bibliografia referenciada

CASTRO, Carlos Ferreira de e ABRANTES, José M. Barreira (2005) – «Combate a Incêndios Urbanos e Industriais», *Manual de Formação Inicial do Bombeiro*, Vol. X, Escola Nacional de Bombeiros, Sintra, 2.^a ed., 86 p.

GOMES, Artur (2005) – «Busca e Salvamento», *Manual de Formação Inicial do Bombeiro*, Vol. XI, Escola Nacional de Bombeiros, Sintra, 2.^a ed., 72 p.

GUERRA, António Matos; COELHO, José Augusto e LEITÃO, Ruben Elvas (2003) – «Fenomenologia da Combustão e Extintores», *Manual de Formação Inicial do Bombeiro*, Vol. VII, Escola Nacional de Bombeiros, Sintra, 104 p.

NUNES, Luís Batista (2003) – «Construção Civil», *Manual de Formação Inicial do Bombeiro*, Vol. II, Escola Nacional de Bombeiros, Sintra, 78 p.

Glossário

- Backdraft* – Ver «Explosão de fumo»
- Barlavento – De onde sopra o vento
- Caixa de elevador – Espaço vertical nos edifícios onde está instalado um ou mais elevadores
- Caixa de escada – Espaço vertical nos edifícios onde está instalada uma escada
- Caminho de evacuação – Percurso a percorrer entre qualquer ponto susceptível de ocupação, num recinto ou num edifício até uma zona de segurança exterior, compreendendo em geral um percurso inicial no local de permanência e outro nas vias de evacuação
- Carga de incêndio – Quantidade de calor que pode vir a ser libertada pela combustão completa da totalidade de elementos contidos num espaço, incluindo os revestimentos das paredes, divisórias, pavimentos e tectos
- Combustão generalizada – Passagem brusca ao estado de combustão de todos os materiais existentes no interior de um recinto fechado. É geralmente utilizado o termo inglês «*flash-over*»
- Condução – Forma de propagação de energia directamente no interior de um corpo ou através de corpos em contacto, sem deslocação de matéria
- Convecção – Forma de propagação de energia através da deslocação de matéria (gasosa ou líquida) aquecida

- Deflagração** – Fenómeno explosivo que se propaga a uma velocidade inferior à do som no ar (340m/s, subsónica)
- Densidade (específica)** – Quociente entre a massa de uma determinada quantidade de substância e o volume que ela ocupa
- Desenfumagem** – Remoção para o exterior de um edifício do fumo, do calor e dos gases de combustão provenientes de um incêndio, através de dispositivos previamente instalados para o efeito
- Dissipação** – Acção de dispersar ou transferir energia para outro meio
- Efeito de chaminé** – Tendência, num edifício, para o fumo, o calor e os gases de combustão, se movimentarem na vertical devido às correntes de convecção
- Efeito de cogumelo** – Tendência do fumo, do calor e dos gases da combustão, para se espalharem lateralmente quando encontram um obstáculo que impede o seu movimento ascendente
- Exaustor de fumo** – Equipamento accionado por motor de combustão interna, eléctrico ou hidráulico, destinado a extrair fumo
- Explosão de fumo** – Explosão de monóxido de carbono aquecido resultante do fornecimento repentino de oxigénio ao espaço confinado onde se verifica o incêndio
- Exposição exterior** – Edifícios ou materiais combustíveis localizados junto ao edifício envolvido, que estão em risco de ficarem em chamas pela transferência do calor provocado pelo incêndio
- Exposição interior** – Área no interior do edifício envolvido que o incêndio ainda não alcançou, mas que está em risco de ficar tomada pelas chamas
- Extractor** – Ver «Exaustor de fumo»
- Flashover** – Ver «Combustão generalizada»
- Incêndio** – Fogo sem controlo no espaço e no tempo, que provoca danos
- Incêndio circunscrito** – Incêndio que atingiu uma fase que não vai ultrapassar a área já afectada
- Insuflação** – Introdução de ar

- Limitação de danos** – Acto de evitar prejuízos causados a uma propriedade por acção das operações de supressão de um incidente
- Monóxido de carbono** – Gás tóxico e inflamável, resultante de combustões pobres em comburentes
- Plano prévio de intervenção** – Documento que contém a informação e os procedimentos, antecipadamente estudados, para intervir numa operação de socorro
- Propagação** – Desenvolvimento do incêndio no espaço, através dos mecanismos de transmissão de energia
- Prumada** – Vertical
- Radiação** – Propagação de energia ou de um sinal rádio através do espaço sem suporte material
- Sotavento** – Para onde sopra o vento
- Temperatura de combustão** – Temperatura mínima à qual os vapores emitidos por um combustível se inflamam por acção de uma fonte de energia, mantendo-se a combustão, mesmo que aquela seja retirada
- Ventilação hidráulica** – Técnica que utiliza linhas de mangueira com agulhetas, na posição de chuveiro, para remover o ar do interior de um edifício ou compartimento, em geral, após o incêndio estar extinto
- Ventilação mecânica** – Ventilação efectuada com recurso a equipamentos ou sistemas mecânicos
- Ventilação natural** – Técnica que utiliza o vento, as correntes de convecção e outros fenómenos associados, para ventilar um edifício sem recurso a quaisquer equipamentos
- Ventilação por pressão negativa (VPN)** – Técnica que utiliza exaustores para extrair o ar do interior de um edifício ou compartimento
- Ventilação por pressão positiva (VPP)** – Técnica que utiliza ventiladores de grande volume para, em espaços confinados, injectar ar numa quantidade tal que permita criar uma pressão positiva no seu interior

- Ventilação táctica** – Manobra de apoio ao ataque a incêndios que consiste na remoção sistemática de ar quente, fumo e gases do interior de uma edificação, substituindo-os por ar novo ou não contaminado
- Ventilação táctica horizontal** – Técnica pela qual o fumo, o calor e os gases de combustão são encaminhados horizontalmente para fora do edifício, através das aberturas existentes
- Ventilação táctica vertical** – Técnica pela qual o fumo, o calor e os gases de combustão são encaminhados verticalmente para fora do edifício, através de aberturas, existentes ou provocadas, localizadas nos pontos mais elevados
- Ventilador** – Equipamento, accionado por motor de combustão interna, eléctrico ou hidráulico, destinado a insuflar ar



Índice remissivo

A

Antideflagrantes	43
Aquecimento do pavimento	38
Aumento de pressão	38

B

Barlavento	36, 38, 53
Busca e salvamento	9, 11, 13, 19, 37, 40

C

Caixa de escada	22, 45, 53
Caixa do elevador	22, 53
Camadas de fumo	21
Carga de incêndio	10, 53
Clarabóia	18, 22, 25, 27-29, 33, 45
Combustão generalizada (<i>Flashover</i>)	9, 10, 16, 19, 35, 53
Condução	24, 35, 53
Controlo de fumo	9, 48, 49
Convecção	14, 24, 31, 35, 53
Corrente de ar	21, 38, 39

D

Deflagração	19, 53
Densidade do fumo	19, 20
Desenfumagem	9, 10, 21, 28, 48, 49, 54

Dissipação	13, 54
E	
Efeito de chaminé	12, 54
Efeito de cogumelo	15, 21, 54
Estabilização da temperatura	21
Evacuar	22
Exaustor	40-43, 54
Explosão de fumo (<i>Backdraft</i>)	9, 17, 19, 23, 54
Exposições exteriores	15, 37, 54
Exposições interiores	37, 54
Extensão do incêndio	18, 24, 27, 34
Extinção do incêndio	10, 13
F	
Fumo pouco denso	20
G	
Gases da combustão	14, 17, 21, 22, 26, 31, 32, 34, 35, 37, 38, 47
I	
Incêndio	9-16, 18-20, 23-25, 28, 30, 31, 33, 34, 36, 37, 40, 46-49, 54
Incêndio circunscrito	14, 54
Inconvenientes da VPP	41, 46
Insuflação	48, 49, 54
L	
Limitação de danos	10, 13, 14
Linhas de mangueira	14-16, 25, 32, 37, 40
Localização do incêndio	24
M	
Mangueiras em carga	25
Manobra de apoio	10, 11, 37
Manobras de protecção	14
Manobras de ventilação táctica	9, 10, 15, 16, 19, 22, 23, 25, 31, 36, 40
Meios mecânicos	23, 49
Monóxido de carbono	46, 55
Movimento ascendente	21, 32
Movimentos de convecção	40

N

Normas de segurança 33

O

Operações de extinção 9, 12, 14, 22, 23, 25, 37, 39, 47, 49

P

Plano prévio de intervenção 22, 29, 49, 55

Ponto de entrada 37, 43-46

Posição de pulverização 47

Pressão negativa 41, 46

Pressão positiva 40, 45

Propagação 12, 14, 15, 19, 23, 32, 35, 41, 48, 55

Propagação horizontal 34

Propagação vertical 24

R

Radiação 35, 55

S

Segurança dos bombeiros 10, 11, 18, 30

Sentido do vento 18, 25, 33, 36

Sotavento 36, 38, 41, 55

T

Temperatura de combustão 16, 17, 55

V

Vantagens da VPP 46

Ventilação mecânica 33, 40, 41, 46, 47, 55

Ventilação mecânica hidráulica 47, 55

Ventilação mecânica por pressão negativa 40, 41, 55

Ventilação mecânica por pressão positiva 43, 55

Ventilação natural 40, 55

Ventilação tática 9-16, 18-20, 22-25, 30, 33, 37, 56

Ventilação tática horizontal 13, 22, 28-30, 34, 36-38, 46, 56

Ventilação tática vertical 17, 22, 26-29, 31-34, 37, 40, 56

Ventilador 40, 41, 43, 44, 46, 56

Ventilar 10, 18, 22, 23, 25, 27, 28, 30, 34, 41, 43





VOLUME

XII

Ventilação Tática

61

Índice geral

Prefácio	3
Sumário	5
Siglas	7
1 Introdução	9
2 Vantagens da ventilação tática.....	11
2.1. Operações de busca e salvamento	11
2.2. Operações de extinção	12
2.3. Limitação de danos.....	13
2.4. Controlo da propagação	14
2.5. Redução do risco de combustão generalizada	16
2.6. Redução do risco de explosão de fumo	17
3 Aspectos a ter em conta quando se ventila	18
3.1. Segurança dos bombeiros e dos ocupantes	18
3.2. Condições de visibilidade.....	19
3.3. Conhecimento do edifício envolvido.....	20
3.4. Edifícios de grande altura	20
3.5. Caves e edifícios sem janelas	23

3.6.	Localização e extensão do incêndio	24
3.7.	Escolha do local onde ventilar	25

4	Ventilação tática vertical	26
4.1.	Utilização de dispositivos instalados	27
4.2.	Coberturas	29
4.3.	Caves	30
4.4.	Cuidados a ter na ventilação tática vertical	31

5	Ventilação tática horizontal	34
5.1.	Condições atmosféricas	36
5.2.	Exposições	37
5.3.	Cuidados a ter na ventilação tática horizontal	38

6	Ventilação mecânica	40
6.1.	Vantagens da ventilação mecânica	40
6.2.	Inconvenientes da ventilação mecânica	41
6.3.	Ventilação mecânica por pressão negativa	41
6.4.	Ventilação mecânica por pressão positiva	43
6.5.	Ventilação mecânica hidráulica	47

7	Sistemas de desenfumagem	48
----------	---------------------------------------	-----------

	Bibliografia	51
--	---------------------------	-----------

	Glossário	53
--	------------------------	-----------

	Índice remissivo	57
--	-------------------------------	-----------