

**ESTADO DE SANTA CATARINA
POLÍCIA MILITAR
CENTRO DE ENSINO DA POLÍCIA MILITAR
COMANDO DO CORPO DE BOMBEIROS
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO DE BOMBEIROS PARA OFICIAIS**

**PADRONIZAÇÃO DE CONDUTAS DO CBPMSC EM OPERAÇÕES DE
VENTILAÇÃO EM INCÊNDIOS**

Tenente PM MARCOS AURÉLIO BARCELOS

Florianópolis, Outubro de 2001

**ESTADO DE SANTA CATARINA
POLÍCIA MILITAR
CENTRO DE ENSINO DA POLÍCIA MILITAR
COMANDO DO CORPO DE BOMBEIROS
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO DE BOMBEIROS PARA OFICIAIS**

**PADRONIZAÇÃO DE CONDUTAS DO CBPMSC EM OPERAÇÕES DE
VENTILAÇÃO EM INCÊNDIOS**

Tenente PM MARCOS AURÉLIO BARCELOS

**Trabalho de Conclusão do Curso de
Especialização de Bombeiros para Oficiais,
orientado pelo 1º Tenente PM Luiz
Henrique kirch.**

Florianópolis, Outubro de 2001

DEDICATÓRIA

À minha esposa Luciana e meu filho Otávio, que souberam suportar o sacrifício da ausência, motivando-me sempre e consolando-me quando as lágrimas teimavam em rolar nas tristes despedidas.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais que me deram a vida e acolheram-me durante todo o período de curso.

Aos meus colegas de turma que se tornaram cúmplices das adversidades e das alegrias vivenciadas durante todo o transcorrer da jornada.

Aos Instrutores do CEBO/2001, por se dedicarem à arte de ensinar, transmitindo conhecimentos vitais para a vida profissional, comprometidos com o ideal de proteger vidas e bens.

A toda equipe de coordenação do Curso, por demonstrarem competência, atenção e vontade na consecução dos objetivos.

A todos os bombeiros catarinenses que, de uma forma ou de outra, contribuíram para a finalização deste trabalho.

Aos Oficiais: Maj PM Cimolin, Cap PM Lessa e Cel PM Cabral, que transformaram o sonho de ser bombeiro, numa feliz realidade.

Ao meu orientador, 1º Ten PM Luiz Henrique Kirch, que com sua competência guiou meus passos na consecução deste trabalho.

SUMÁRIO

Introdução.....	07
PADRONIZAÇÃO DE CONDUTAS DO CBPMSC EM OPERAÇÕES DE VENTILAÇÃO EM INCÊNDIOS	
1- Considerações Iniciais.....	11
2- Conceito.....	14
3- Objetivos da Ventilação.....	14
4- Vantagens da Ventilação.....	15
4.1- Facilitação das Operações de Resgate.....	15
4.2- Aceleração do ataque e da extinção.....	16
4.3- Redução dos danos aos bens.....	16
4.4- Redução da expansão da fumaça.....	17
4.5- Redução dos Perigos de backdraft e flashover.....	17
4.6-Diminuição da propagação do fogo.....	18
4.7- Facilitação do abandono da edificação e da sobrevivência das vítimas.....	18
4.8- Economia do agente extintor água.....	19
4.9- Maior segurança aos bombeiros.....	19
5- Considerações sobre a ventilação.....	20
5.1- Aparência da fumaça.....	21
5.2- Edificações fechadas.....	22

5.3- Edificações altas.....	22
5.4- Riscos de vida.....	23
5.5- Localização e extinção do incêndio.....	24
5.6- Seleção do Local a ser ventilado.....	26
6- Tipos de Ventilação.....	27
6.1- Ventilação Natural.....	27
6.2- Ventilação Forçada.....	28
6.3- Ventilação Horizontal.....	30
6.4- Ventilação Vertical.....	30
7- Problemas relacionados com a ventilação inadequada.....	31
8- Operações de ventilação.....	32
8.1-Operação de ventilação natural horizontal.....	33
8.2- Operação de ventilação natural vertical.....	35
8.3- Operação de ventilação forçada por pressão positiva.....	41
8.4- Operação de ventilação natural por pressão negativa.....	43
8.5- Operação de ventilação forçada com uso do esguicho regulável.....	44
8.6- Operação de ventilação com ataque indireto.....	46
9- Ações táticas de ventilação.....	48
10- Equipamentos de ventilação forçada.....	53
10.1- Hidroventiladores.....	54
10.2- Ventiladores.....	54
10.3- Exaustores.....	55
Conclusão.....	57
Anexos.....	61
Referências Bibliográficas.....	91

RESUMO

Este trabalho trata das operações de ventilação em incêndios. Inicialmente, dá uma visão geral da atividade de combate a incêndio, conceitua a ventilação, define seus objetivos e as vantagens do uso da técnica. Logo após, faz algumas considerações sobre a opção de ventilar ou não um ambiente sinistrado, define os tipos de ventilação e elenca os principais problemas relacionados com a ventilação. Em seguida descreve detalhadamente as ações a serem desencadeadas pelos bombeiros durante as operações de ventilação e trata também das ações táticas. Encerrando o trabalho com a propositura de adoção de um procedimento operacional padrão (POP), sobre a ventilação.

INTRODUÇÃO

1- Justificativa

Sempre que se fala em Corpo de Bombeiros, as pessoas logo associam esta corporação com combate a incêndios de uma maneira geral. Durante muito tempo, esta foi a única atividade desenvolvida por esta organização. Com o tempo foram se agregando ao combate a incêndio, vários outros serviços, exigindo dos profissionais do fogo, outras habilidades, além das específicas para controlar e extinguir incêndios. Muitas dessas atividades iniciaram de uma necessidade surgida durante o atendimento de sinistros, outras, porém, foram adicionadas por se tratarem de atividades correlatas com as já desenvolvidas no afã de salvaguardar vidas e patrimônios.

Porém com o desenvolvimento e incremento das ações preventivas aos incêndios e de outros serviços, o número de ocorrências de incêndios diminuíram significativamente, reduzindo os chamados de intervenção em incêndios para menos de 5% (cinco por cento) do total de ocorrências atendidas. Isso acabou culminando num desinteresse e um esquecimento da área de combate a incêndio.

Buscando resgatar esta atividade pouco estudada e incrementá-la com técnicas modernas e capazes de solucionar problemas enfrentados durante as ações de combate aos sinistros, neste trabalho de conclusão de curso, abordaremos o estudo da ventilação no contexto do combate a incêndio. Visando a criação de uma nova cultura de combate a

incêndios, esperamos que futuramente se possa capacitar ainda mais pessoas para atuar de maneira correta, técnica e profissional, nesta área.

2- Objetivos

2.1- Objetivo Geral

Este trabalho tem por objetivo o estudo das técnicas de ventilação de combate a incêndios, de forma a proporcionar ao profissional bombeiro uma ferramenta padronizada de ações que o auxiliem na missão de combater incêndios.

2.2-Objetivos Específicos

- Estudar as técnicas de ventilação em incêndios, para adaptá-las a realidade do Corpo de Bombeiros de Santa Catarina;
- Padronizar condutas de ação durante as operações de ventilação nos sinistros;
- Padronizar os equipamentos utilizados para ventilação;
- Proporcionar um texto adequado que sirva de referência para profissionais interessados no estudo da ventilação.

3– Problema

Durante muito tempo, em razão da falta de equipamentos de segurança, individual e coletivo, o bombeiro catarinense teve uma ação mais defensiva a frente dos sinistros. Tal atitude não desmerece o valor deste profissional, que embora sem condições apropriadas para agir, detinha uma coragem invejável, um amor ao próximo inigualável e, acima de tudo, um comprometimento com sua missão tão grande que o fez herói, muitas vezes, com o fito de salvar vidas.

Esta atitude defensiva, o fez durante muito tempo apenas preocupar-se com a salvaguarda de vidas e proteção de bens que ainda não haviam sido consumidos. Com a aquisição de equipamentos de proteção individual e coletiva, bem como de instrumentos que, de uma forma geral, potencializaram o bombeiro, abriu-se um caminho que até então

não havia sido estimulado, em razão do descrito anteriormente. O bombeiro deveria, então tomar uma atitude mais agressiva de combate, adentrando a edificação e extinguindo o sinistro, sem causar danos ainda maiores. Porém isso acabou não ocorrendo.

Desta necessidade de agressividade no combate, surge o problema de que as técnicas até então disseminadas não faziam referência de como ser efetivo, causando menos danos e agindo com segurança. O resultado desta omissão técnica foi o aumento dos danos causados durante o combate, pois lançava-se água de modo aleatório, extinguindo o fogo por alagamento, danificando tudo aquilo que o fogo não havia danificado.

Diante desse problema, surge a grande necessidade de se buscar soluções ativas para correção. Para tanto, o desenvolvimento deste trabalho suscita a utilização de uma atividade de apoio, que possibilitará a entrada do bombeiro no interior da edificação, uma vez que proporcionará a diminuição do calor, dos gases tóxicos, bem como aumentará a visibilidade do interior da edificação, permitindo que o bombeiro utilize água somente para atacar o foco do incêndio, diminuindo os danos.

4- Hipóteses

Na busca da solução do problema causado por uma desatualização das técnicas de combate a incêndios, algumas respostas devem ser alcançadas. Como fazer para que as ações desencadeadas sejam efetivas e que se consiga soluções rápidas e eficientes? Tais respostas poderão ser alcançadas mediante o desenvolvimento deste trabalho, baseado na pesquisa na literatura especializada e nas experiências profissionais do autor.

A falta de estímulo para o estudo das ações de combate a incêndios, pode interferir no atendimento dos sinistros?

O emprego de técnicas modernas e de atividades de apoio que favoreçam as ações internas melhorará a qualidade das ações?

A adoção de condutas padronizadas auxiliará na solução das adversidades surgidas nas cenas de emergência?

A falta de um manual de procedimentos para orientação do treinamento dos recursos humanos do Corpo de Bombeiros de Santa Catarina na área de ventilação diminui a qualidade do serviço oferecido a comunidade catarinense?

Todos esses questionamentos serão respondidos ao final desse trabalho de pesquisa. Tais hipóteses, para solução do problema detectado, será discutida e poderemos chegar a uma conclusão aplicável ao cotidiano do Corpo de Bombeiros.

5- Procedimentos Metodológicos

A pesquisa será desenvolvida mediante o concurso das experiências profissionais do autor, dos textos disponíveis na literatura nacional e estrangeira, e, mediante cuidadosa utilização de métodos, técnicas e outros procedimentos de cunho científico (Gil, 1989, p.40).

No desenvolvimento deste trabalho, será adotada a técnica da pesquisa do tipo bibliográfica, buscando explicar as técnicas de ventilação de combate a incêndio, bem como as ações a serem desencadeadas durante a aplicação prática das mesmas.

Todo o referencial bibliográfico utilizado e descrito no final deste trabalho, será adaptado para possibilitar que todo o desenvolvimento teórico do assunto pesquisado, seja aproveitado pelo Corpo de Bombeiros de Santa Catarina na forma de um manual.

PADRONIZAÇÃO DE CONDUTAS DO CBPMSC EM OPERAÇÕES DE VENTILAÇÃO EM INCÊNDIOS

1- Considerações Iniciais

O fogo é conhecido do homem desde os tempos primitivos. Primeiramente reverenciado por seu poder visual, era considerado uma entidade superior, pois não se podia explicar seus efeitos e seu surgimento de meios naturais. Mais tarde, após ser dominado, tornou-se um grande aliado na difícil luta pela sobrevivência. Servia para aquecer do frio, preparar os alimentos, principalmente a carne fruto das caçadas, deixando-a mais macia para ser digerida (possibilitando assim a evolução biológica). Era também, útil na proteção da caverna, uma vez que mantinha uma iluminação constante e afugentava as feras.

Em volta das fogueiras o homem se agregava em sociedade, descansava das jornadas diárias e dormia aconchegado com o calor irradiado. Porém, nem sempre o amigo útil fora fiel. Quando fugia do controle humano causava danos irreparáveis. Destruía bens, propriedades e matava sem piedade. Por isso sempre foi um mistério e um inimigo difícil de se lidar.

Nessa luta, muitas vezes desigual e ingrata, o homem travava com o fogo descontrolado uma relação de amor e ódio, subsistindo desde os tempos mais remotos até os dias atuais, sendo uma preocupação constante das sociedades na salvaguarda de vidas e propriedades devido aos prejuízos que este poderia vir a causar.

Tal preocupação fez com que a sociedade se organizasse de maneira a combater os incêndios surgidos. Nestas horas a solidariedade humana se apresentava como forma de se evitar maus maiores, combatendo o inimigo como se fosse uma guerra. Porém esta luta

nem sempre era igual e, o fogo, destruía tudo o que podia ser consumido. Desta maneira, surgiram as corporações voltadas ao combate efetivo dos incêndios, nascendo assim os corpos de bombeiros.

Porém, a história continuou a ser repleta de episódios de incêndios que destruíam lares, lojas, bairros e até cidades, ceifando vidas e bens e arrematando os frutos do trabalho e do desenvolvimento.

O desenvolvimento tecnológico, a dedicação dos profissionais combatentes do fogo e a mudança de ótica, está mudando esse quadro desolador. A desmistificação do fogo, bem como a descoberta dos elementos essenciais de sua formação, seu comportamento e seus efeitos e uma cultura prevencionista, fizeram surgir conhecimentos que tornaram a luta contra o fogo algo muito mais favorável ao homem. A organização das atividades de combate com o emprego de técnicas comprovadas cientificamente e a educação da comunidade como um todo, fizeram diminuir as ocorrências de incêndio e a mudar o panorama de destruição vivenciado até poucos anos.

Durante muito tempo, a luta contra o fogo exigia um sacrifício enorme dos combatentes. Munidos de materiais precários e desprovidos de equipamentos de segurança, tornava-se mais uma atividade heróica do que uma profissão. Adentrar numa edificação em chamas sem nenhum meio de proteção, fez da atividade de bombeiro mais uma ação defensiva do que um combate mais efetivo. Com isso, protegia-se apenas as edificações vizinhas e limitava-se aos atos de jogar água no fogo, sem nenhum objetivo específico.

No Brasil, especificamente em Santa Catarina, a atuação não era diferente. Trabalhava-se com linhas de mangueiras, capacetes de fibra e roupas de tecido espesso de algodão, que necessitava de uma linha exclusiva para resfriamento do pessoal de combate, ou seja, dificilmente o bombeiro adentrava a edificação, o que fazia com que todas as ações de bombeiros fossem defensivas, de proteção, sobressaindo algumas ações de resgate

heróicas, pois a grande maioria das intervenções limitava-se a jogar água no interior da edificação, efetuando as famosas e condenadas “extinções por alagamento”.

Porém com a aquisição dos equipamentos de proteção individual e coletiva, de equipamentos mais modernos e leves, com o investimento em viaturas específicas, tal realidade deve se tornar fato do passado. Já não se pode admitir que um profissional treinado e preparado para combater incêndios se limite a apenas inundar ambientes com água, efetuando ações defensivas, quando possui a sua disposição equipamentos que lhe permitem adentrar ao interior de uma edificação e combater o fogo de forma técnica e eficaz, minimizando os danos causados pelo fogo, diminuindo os riscos de acidentes, em especial os incêndios ditos confinados. Não se pode admitir, também, que os prejuízos causados pela ação dos bombeiros sejam maiores que os causados pelo fogo.

Assim, cabe uma mudança brusca de comportamento e de cultura profissional. Não é fácil encutir na cabeça de bombeiros mais experientes, com muitos anos de profissão, que tudo aquilo que ele fez durante toda sua vida profissional, e com certo êxito, necessita ser mudado. Contudo, a sociedade evoluiu e a cobrança de seus direitos também evoluiu. O instituto da responsabilidade civil do Estado cada dia é mais acionado nos tribunais e as sentenças não perdoam ações amadoras que causem prejuízos aos detentores de bens. Assim, torna-se evidente uma nova conceituação e procedimentos das atividades de combate ao fogo. Faz-se necessário criar doutrinas modernas, ações padronizadas, incentivar o crescimento técnico profissional dos profissionais, bem como buscar técnicas e táticas que minimizem os danos causados pelo incêndio, definindo assim, ações mais efetivas e bem sucedidas na constante luta contra o fogo.

Neste trabalho, busca-se estabelecer condutas padronizadas nas ações de ventilação nas operações de combate a incêndios, de forma a sistematizar um conhecimento, que a grande maioria das corporações de bombeiros do mundo já utiliza a mais de um século, de

forma a facilitar as ações de combate e minimizar os danos causados pelo agente extintor utilizado bem como salvaguardar a integridade física dos bombeiros na linha de ataque.

2- Conceito de Ventilação

Segundo a Associação Internacional de Capacitação de Bombeiros¹, ventilação é a atividade de apoio que restabelece um fluxo de ar no interior de uma edificação sob a ação de uma combustão, consistindo na remoção sistemática de gases quentes, fumaça e vapores, efetuando uma reposição de ar mais fresco com o objetivo de facilitar outras prioridades do combate ao incêndio.

3- Objetivos da Ventilação

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. Estes são objetivos gerais que servem de parâmetro para que o comandante da operação possa elaborar as estratégias, táticas e técnicas de combate ao fogo. Como uma atividade de apoio, a ventilação se destina a auxiliar a redução de certas dificuldades, objetivando basicamente:

- Facilitar o resgate das vítimas que se encontram no interior da edificação;
- Facilitar a localização, com rapidez, do foco do incêndio;
- Auxiliar na extinção do fogo, utilizando para tal os agentes extintores adequados, diminuindo os danos causados no combate;

¹ ASSOCIAÇÃO INTERNACIONAL DE CAPACITAÇÃO DE BOMBEIROS. **Práticas y teorias para bomberos**. 6. ed. Publicações de Proteção Contra Incêndios, 1991; p.283-302.

- Efetuar a remoção da fumaça e dos agentes contaminantes da atmosfera do incêndio, com vistas a proteção da propriedade e evitando o aumento dos danos causados;

4- Vantagens da Ventilação

De acordo com a Associação Internacional de Capacitação de Bombeiros², a ventilação, durante as ações de combate, é, definitivamente, uma ferramenta que auxilia no cumprimento dos objetivos descritos. 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 a propriedade, como se vê adiante:

4.1- Facilitação das Operações de Resgate

Uma das grandes preocupações de uma guarnição de bombeiros está no salvamento. 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. Aliado a isso tudo, as vítimas podem se apresentar em três quadros distintos, onde num primeiro caso pode conseguir sair do interior da edificação por si mesma, utilizando as rotas de fuga existentes. Num outro caso, as vítimas podem ter condições de se evadir da edificação por meios próprios, porém um obstáculo a impede de deixar o interior da edificação pelos meios convencionais, seja ele a obstrução de um corredor pelo fogo, objetos deixados no local ou ainda se perderem em meio a fumaça.

Numa outra situação as vítimas podem não ter condições de deixar a edificação por problemas psicofísicos, seja a dificuldade de locomoção, estarem acometidas de doenças, acamadas, desacordadas ou abaladas emocionalmente. As principais dificuldades que o bombeiro tem nestas circunstâncias são: não conhecer a edificação e não ter visibilidade para se locomover dentro dela. A ventilação adequada simplifica e acelera o resgate de vítimas pela remoção da fumaça dos gases que põem em perigo as pessoas que estão debilitadas ou inconscientes, além de possibilitar ações mais seguras pelos bombeiros. (Figura 3)

² Op. Cit.

4.2- Aceleração do ataque e da extinção

Para que um incêndio seja extinto, existe a necessidade de que se possa aplicar o agente extintor – principalmente a água - em quantidade suficiente e de maneira adequada. Numa edificação tomada pela fumaça, o fogo pode não ser visualizado, impossibilitando as ações de ataque direto. Nestas situações, o bombeiro terá que localizar o foco do incêndio para que suas ações sejam efetivas, perdendo um tempo precioso e que pode fazer o fogo se desenvolver ainda mais, tornando-o mais difícil de ser combatido. Com uma ventilação adequada, a remoção de fumaça, dos gases e do calor de um edifício permite aos bombeiros localizar o incêndio com mais rapidez e proceder a extinção de maneira mais eficaz. 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.

4.3- Redução dos danos aos bens

Uma das grandes preocupações atuais do corpo de bombeiros é que se consiga diminuir 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.

4.4- 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. Porém ao preencherem as áreas mais altas, pelas barreiras estruturais da edificação (teto, paredes), tendem a ocupar todo o ambiente, tomando-o de fumaça, vindo a se espalharem lateralmente para outras áreas da estrutura da edificação. (Figura 2)

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, por serem mais leves que o ar, tendem a subir.

4.5- Redução dos perigos de backdraft e flashover

De acordo com o fluxo de ar existente na edificação, o incêndio poderá atingir algumas fases típicas de incêndios em locais confinados, chegando à fase da queima livre, onde os combustíveis ardem livremente no ambiente, e posteriormente à fase de queima lenta, onde pela diminuição da porcentagem de oxigênio no local, as temperaturas se mantêm altas e as condições da combustão ainda estão presentes. Na queima livre, a combustão dos materiais pode fazer com que estes atinjam seus pontos de ignição³, fazendo com que estes vapores superaquecidos atinjam simultaneamente seus pontos de ignição específicos, reagindo quimicamente com o oxigênio existente no local, ocasionando uma explosão ambiental, denominada de *flashover*.

Na queima lenta, acentuada dos níveis de oxigênio devido a dificuldade de fluxo do mesmo no local, mas que mantêm as características e condições da combustão. Os produtos da combustão continuam superaquecidos no interior do ambiente e poderão entrar em ignição. No momento em que a quantidade de oxigênio seja repostada bruscamente e inadvertidamente, causará uma explosão dos vapores, que tomará todo o ambiente, na qual denomina-se *Backdraft*. O oxigênio poderá ser oriundo de uma janela quebrada ou aberta abruptamente, pelo rompimento de um vidro, provocado pela diferença de temperatura e

³ É a temperatura mínima, na qual os gases despreendidos dos combustíveis entram em combustão apenas pelo contato com o oxigênio do ar, independente de qualquer fonte de calor. Também é chamado de ponto de combustão espontânea ou ponto de autoignição (Secco, Orlando. Manual de Prevenção e Combate de Incêndios; 3ª ed. ABPA: São Paulo 1982, v.1, p.24-5)

pressão interna e externa, pelo colapso da estrutura, por uma ventilação feita de maneira incorreta, bem como de outras maneiras. Uma ventilação efetuada de maneira correta, impedirá a ocorrência desses fenômenos, proporcionando uma maior segurança aos bombeiros. (Figura 6)

4.6- 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. Quando uma edificação sofre a ação do fogo, todos os fatores citados acima são encontrados. A realização de uma ventilação correta, proporcionará a retirada destes elementos (vapores e gases aquecidos, fumaça, calor) da edificação, dificultando a propagação do incêndio, pois impedirá que os demais combustíveis presentes atinjam o seus pontos de ignição.

4.7- Facilitação do abandono da edificação e da sobrevivência das vítimas

Muitas vezes, os ocupantes das edificações encontram dificuldades para evacuar as áreas sinistradas. Tais dificuldades são oriundas dos produtos da combustão e dos obstáculos encontrados nas rotas de fuga. Por não conhecer bem a estrutura do edifício, aliado ao abalo psicológico, acabam se perdendo e não conseguem encontrar a saída. Noutros casos, a fumaça causa falta de visibilidade, e nota-se que se diminuindo o sentido da visão, muitas vezes as pessoas permanecem no mesmo local evitando buscar as saídas. Concomitantemente a tudo, ocorre irritação das vias aéreas, dificuldade de se respirar, a ardência nos olhos e o aumento na concentração de gases tóxicos, que pode conduzir a morte em pouco tempo, principalmente pelo monóxido de carbono (CO), abundante em incêndios confinados. Some-se ainda, que os gases tóxicos, podem provocar queimaduras dos mais variados graus e causar danos irreparáveis nas vias aéreas, complicando ainda mais o quadro de ação dos bombeiros.

Acrescente-se, também, que a fumaça pode provocar vítimas que não conseguiram abandonar a edificação, embora tenha se afastado do foco do incêndio. Normalmente, tais pessoas são encontradas desacordadas, próximas a janelas ou dentro de banheiros e armários. Se o incêndio ocorrer durante a noite, as vítimas poderão ser encontradas desacordadas em suas camas, pois acabaram surpreendidas enquanto dormiam.

Assim, o aumento das taxas de concentração dos gases poderão levar as pessoas a morte, pois pesquisas⁴ revelam que 75% das mortes em local de incêndio são em decorrência de inalação de gases tóxicos.

A ventilação fará com que a quantidade de gases 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.

4.8- 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.

4.9- 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 redobrado. 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.

⁴ KATO, Miguel F. SEITO, Alexandre I. **Fumaça no incêndio: movimentação no edifício e seu controle**. São Paulo: IPT, 1985.

5- Considerações Sobre a Ventilação

De acordo com a Associação Internacional de Capacitação de Bombeiros⁵, os requisitos para a realização de um plano de ataque, devem ser considerados pelo comandante da operação, antes que se decida sobre a ventilação ou não de um ambiente. Em primeiro lugar, deve-se verificar uma série de decisões pertinentes às necessidades da ventilação. Estas informações são obtidas por questionamentos simples e que se baseiam na natureza dos princípios da ventilação, descritos a seguir:

- *“Existe a necessidade de efetuar a ventilação neste momento? A resposta deste questionamento deve basear-se sobre as condições de calor, fumaça e gases que se encontram no interior da estrutura e os riscos potenciais do uso da técnica;*
- *Onde há a necessidade da ventilação? As características de construção da edificação, os objetos propensos a se incendiarem, a direção do vento, o grau do incêndio, a localização do foco, a aberturas superiores ou verticais e as aberturas opostas ou horizontais, servirão de parâmetros para a resposta deste questionamento;*
- *Que tipo de ventilação se deve usar? A resposta desta pergunta pode derivar-se dos conhecimentos do comandante acerca dos três métodos de ventilação: 1. Provendo-se uma abertura para a transição de ar entre as atmosferas internas e externas; 2. usando a aplicação de água em forma de neblina e a expansão da água quando convertida em vapor para desfazer a atmosfera contaminada e; 3. usando a ventilação forçada.”*⁶

Também, segundo a Associação Internacional de Capacitação de Bombeiros, além destes questionamentos que cabem ao comandante durante a operação, de forma a proporcionar uma correta interpretação sobre o que fazer, é necessário que se busque outras informações características e específicas objetivando ter-se maior eficiência no uso das técnicas a serem empregadas, como adiante se vê:

⁵ Op. Cit.

⁶ Op. Cit.

5.1- Aparência da Fumaça

As condições da fumaça variam segundo o grau do incêndio. Um incêndio que arde livremente deve ser tratado diferentemente de outro que queima sem chamas. A fumaça acompanha a maioria das formas convencionais de combustão e se difere muito com a natureza dos combustíveis envolvidos na queima. A densidade e a cor da fumaça estão proporcionalmente ligadas a quantidade de partículas em suspensão. Conforme o progresso do incêndio, a densidade da fumaça pode ser incrementada e a cor desta, variar de acordo com a presença de maiores quantidades de partículas de carbono.

Na análise da situação, o bombeiro deve observar a fumaça, levando em consideração o seu volume, sua direção e sua cor. Em seu volume, deve buscar definir a área e a quantidade de material que está queimando (carga de fogo). No aspecto de direção, deve manter-se em segurança, fora dos caminhos dos produtos da combustão⁷ e identificar os caminhos de fluxo de fumaça para fazer coincidir com as aberturas a serem efetuadas.

No aspecto cor, a fumaça pode identificar os materiais que estão em combustão, de forma a definir o agente extintor mais apropriado. Desta maneira, conforme a cor da fumaça, pode-se identificar os combustíveis, apesar de não ser um indicador confiável, como se vê na tabela a seguir.

Materiais Combustíveis	Cor da fumaça
Madeira, papel, tecido	De cinza a marrom
Óleo vegetal	Marrom
Derivados de petróleo	Negra
Gases	Azulada
Solventes polares	Incolor

5.1- Edificações Fechadas

Um conhecimento das edificações fechadas é uma grande vantagem quando se deve tomar decisões acerca da ventilação. A classificação e o tipo de material das estruturas das

⁷ fumaça, gases tóxicos e vapores quentes. (Manual de Fundamentos do CBPMSP, Cap. 12)

edificações são os fatores iniciais a se considerar para se determinar a opção por uma ventilação horizontal ou vertical. O número e o tamanho das aberturas nas paredes, o número de pavimentos, escadas, dutos, aberturas de teto, a disponibilidade e grau de confinamento das escadas para evacuação da área sinistrada e os objetos propensos a se incendiar, são todos fatores determinantes. As edificações que são construídas nas adjacências dos quartéis de bombeiros, possibilitam o conhecimento de suas estruturas, seja montando um plano de ação pela própria guarnição de combate a incêndios, seja por armazenamento dos dados dos projetos previamente analisados pela seção de vistorias. Assim, as inspeções preventivas, juntamente com os planos de ações preventivas de combate a incêndio, possibilitam o armazenamento de informações valiosas e detalhadas, propiciando ao comandante da operação uma visão mais segura daquilo que deve ser feito e da possibilidade de ventilação. (Figura 7)

5.3- Edificações Altas

Uma consideração a ser feita acerca das edificações altas é o perigo aos moradores expostos ao calor e a fumaça. Essas edificações normalmente são ocupadas por hospitais, hotéis, órgãos públicos e centros de negócios e compras, ou mesmo serem residenciais. Em qualquer dos casos, um grande número de pessoas podem estar expostas ao perigo.

O fogo e a fumaça podem propagar-se rapidamente através dos dutos de ar, escadas, poços de elevadores, sistemas de controle de ar e outras aberturas verticais. Essas aberturas, causam um *efeito chaminé*, criando uma corrente de ar em direção ao teto, dificultando as ações de evacuação e ventilação, para tanto é imprescindível a concepção de rotas de fuga seguras dentro do que prevê a legislação vigente.

A ventilação vertical em edifícios altos e modernos deve ser considerada durante o desenvolvimento de um plano de ataque ao incêndio. Em muitas edificações as câmaras das escadas terminam no teto, e esta estrutura transforma-se numa grande chaminé. Este

dispositivo, que primeiramente tem o objetivo de servir de rota de fuga aos ocupantes da edificação, também servirá para fluxo ascendente dos produtos da combustão dos pavimentos para fora da edificação, depois que toda a edificação seja evacuada. Antes que se abram as portas que dão acesso aos pavimentos em chamas, a câmara da escada deve ser ventilada, o alçapão do teto deverá permanecer aberto, de forma a escoar todos os produtos da combustão, efetuando-se a limpeza do ambiente através da ventilação.

5.4- Riscos de vida

A administração dos riscos de vida humana é de suma importância. Certas condições de incêndio podem sugerir que a ventilação deva ser efetuada primeiramente para expulsar o calor e a fumaça, devendo-se atacar, de imediato, as chamas que estão se propagando. Muitas vezes as duas ações ocorrem simultaneamente. Nem todas as variáveis podem ser discutidas aqui, porém na realidade, a primeira prioridade a ser levada a cabo diz respeito a segurança dos ocupantes da edificação, não devendo ser esquecida, também, a dos bombeiros. Geralmente, a análise dos riscos, a que está exposta a população ocupante da edificação, é definida pela capacidade desta em abandonar a edificação. Assim, pode-se classificar as prováveis vítimas naquelas que podem sair da edificação por si mesmas, utilizando para isto as rotas de fuga da própria edificação, naqueles que podem sair por si mesmas, porém encontram alguma barreira que impede a utilização da rota de fuga e naquelas que não possuem condições de abandonarem o local por se encontrarem dormindo, desacordadas, por possuírem algum problema de locomoção, surdez, visão ou se encontram enfermas. Neste caso poderão ocorrer as seguintes situações: primeira, todos serem vencidos pela fumaça e gases tóxicos; segunda, que os moradores poderiam se perder no edifício e entrarem em pânico. Em qualquer das situações, uma ventilação adequada seria necessária juntamente com as operações de resgate.

Fora os riscos que põem em perigo os moradores, também existem os riscos potenciais a que serão submetidos os bombeiros e resgatistas. Some-se, ainda, outros problemas ao processo de decisão. Se o tipo de estrutura é fechada, se as aberturas naturais são adequadas, e se existe a necessidade de se acessar o ambiente através dos tetos, pisos.

Os riscos que se podem esperar pela acumulação de fumaça e gases dentro de uma edificação em chamas incluem:

- A escuridão causada pela fumaça densa;
- A presença de gases tóxicos;
- A falta de oxigênio;
- A presença de gases inflamáveis ou explosíveis.

Outra problemática que os bombeiros tem que enfrentar é a inflamabilidade dos materiais do interior da edificação. Frequentemente, estes materiais podem se aquecer acima de seus pontos de ignição, mas podem não entrar em combustão devido a falta de oxigênio. O perigo se encontra quando tais áreas são ventiladas de forma inadequada, alimentando a combustão com oxigênio, fazendo arder livremente, podendo causar, inclusive o *backdraft*.

5.5- Localização e extensão do incêndio

Na maioria dos casos, a ventilação não deve ser iniciada sem que se tenha idéia da localização do incêndio. Efetuar aberturas para se ventilar antes que o incêndio tenha sido localizado pode estendê-lo a outras áreas ainda não atingidas. A fumaça que está saindo do piso superior nem sempre indica que o fogo está localizado naquele piso, porque pode estar num piso inferior, escondido ou, ainda, na parte mais alta. Igualmente a fumaça que sai suavemente por uma janela não é necessariamente o foco do incêndio. Neste caso deve-se lembrar do efeito da convecção dos gases, onde a fumaça tende a buscar pontos mais altos e que facilitam a fuga. Muitas vezes, uma ventilação extensiva do teto pode ser

impraticável ou extremamente perigosa se a localização do incêndio é tal que a ventilação vertical poderá atrair o fogo para as partes do edifício, ainda não atingidas. (Figura 10)

O incêndio poderá ter atingido grandes áreas da estrutura até a chegada da primeira equipe de extinção e deve-se levar em consideração tanto a sua extensão, como sua localização. A severidade e o limite do fogo normalmente depende do tipo de combustível, o tempo de queima, os dispositivos de proteção contra incêndio e o grau de contenção da edificação. A fase em que se encontra o incêndio é uma consideração primária na determinação dos procedimentos de ventilação. Algumas das formas pela qual a propagação vertical ocorre incluem:

- Através dos poços das escadas e dos elevadores, pelo contato direto ou pela convecção das correntes de ar;
- Através das repartições, paredes e sacadas, pelo contato direto das chamas em materiais do pavimento superior ou pela convecção das correntes de ar;
- Através dos dutos de ventilação, de aberturas exteriores, onde as chamas alcançam outras aberturas iguais e entram assim aos pisos superiores;
- Através dos tetos superiores e dos pisos, pela condução de calor através das vigas, madeiramento ou outras estruturas que façam a ligação piso a piso, em especial as metálicas que são boas condutoras de calor;
- Através dos tetos inferiores, pelo contato direto das chamas;
- Através de aberturas de pisos e tetos interiores, onde brasas e outros materiais em combustão caem sobre os pisos inferiores;
- Pelo colapso das estruturas de pisos e tetos.

5.6-Seleção do Local a ser Ventilado

A situação ideal para se efetuar uma operação de ventilação é aquela em que os bombeiros têm um conhecimento anterior da edificação e o que esta contém em seu interior. Não existe nenhuma regra geral para efetuar uma abertura na edificação um ponto, senão aquela de tão diretamente acima do fogo quanto possível. Muitos fatores tendem a influenciar sobre o local que deve ser ventilado.

O primeiro diz respeito a disponibilidade de aberturas naturais, tais como clarabóias, dutos de ventilação, poços de luz, caixas de elevadores e câmaras de escadas, bem como de alçapões, janelas, portas, entre tantos outros dispositivos que servem como duto para a retirada dos produtos originados na combustão. (Figura 9)

Uma outra ótica, verifica qual a localização do incêndio e a direção na qual o comandante da operação deseja que este seja confinado, de forma proporcionar que a ventilação faça com que tal objetivo seja alcançado, de acordo com sua localização e efeitos causados pela execução da técnica.

Há que se considerar também, o tipo de estrutura da edificação, sua forma de construção, a direção do vento e a extensão do progresso do incêndio e as condições de vulnerabilidade do edifício em razão dos materiais que este contém. Tal preocupação servirá para que seja montado o plano de ação, incrementando ações de maneira a reduzir os riscos que estarão sujeitos. Uma importante observação a ser feita refere-se a presença de indicadores de que o teto pode entrar em colapso durante das ações de combate. O bombeiro deve considerar todas as conseqüências acerca da ventilação antes procedê-la. Deve analisar os efeitos que a ventilação tenderá sobre o incêndio, as conseqüências que a liberação de calor e dos gases aquecidos da combustão podem oferecer aos locais expostos, o estado de alerta em que se encontra o corpo de bombeiros e a habilidade destes em proteger os outros lugares propensos a se incendiarem.

Antes de ventilar a edificação, o comandante da operação deve prover os recursos humanos e equipamentos adequados para o controle de incêndios, porque estes podem aumentar de imediato, tão logo se execute a ventilação. Estes recursos devem ser previstos tanto para edificações confinadas, como para edificações expostas ao calor e as chamas.

Tão logo a edificação tenha sido aberta para permitir a liberação dos gases e da fumaça quentes, deve haver um esforço para que se possa chegar rapidamente ao foco do incêndio para extingui-lo. Deve entrar à edificação o mais próximo possível do fogo, se a direção do vento permite. É nesse momento que as linhas de ataque, devidamente pressurizadas, devem ser posicionadas, em caso de uma combustão violenta ou explosão. Também outras linhas de ataque pressurizadas devem estar disponíveis em outros pontos, preferencialmente onde existirem aberturas, de forma a proteger as edificações vizinhas a edificação sinistrada.

6- Tipos de Ventilação

Quanto a utilização de equipamentos destinados a criar o fluxo de ar, a ventilação poderá ser **natural** e **forçada**. Quanto a forma de caminhamento dos produtos da combustão no interior da edificação, poderá ser **horizontal** e **vertical**.

6.1- Ventilação Natural

É o emprego do fluxo normal do ar a fim de ventilar o ambiente, sendo também empregado o princípio da convecção com o objetivo de ventilar. Na ventilação natural apenas se retiram as obstruções que impedem o fluxo normal das correntes de ar e dos produtos da combustão.(Figura 1)

A ventilação natural aproveita as próprias aberturas da edificação, criando uma corrente de ar pela diferença de temperatura e pressão entre o ar interno e o que ar entra na edificação, fazendo com que o este circule sem o auxílio de outros equipamentos.

Na ventilação natural, o sucesso da técnica depende da velocidade do vento, do alinhamento das aberturas, frente a direção do vento, e da necessidade de se ter aberturas suficientemente grandes para efetuar a ventilação. Uma outra desvantagem desta técnica é o fato de provocar danos, quando seja necessário efetuar a destruição de uma parte do teto, de uma janela ou de outra parte da edificação, como forma de se fazer com que a corrente de ar se desloque conforme a direção necessária para se obter o efeito desejado. Nestes casos, muitas vezes, ao efetuar esses danos, o bombeiro pode provocar a revolta do proprietário da edificação, que vê seu patrimônio sendo destruído pelo fogo e parte dele sendo danificado pelo bombeiro.

6.2- Ventilação Forçada

É o emprego de equipamentos que fazem a renovação do ar do interior da edificação, onde não seja possível efetuar uma ventilação natural. Neste tipo de ventilação utilizam-se ventiladores, exaustores, entre outros métodos.

A ventilação forçada permite que se crie ou aumente a velocidade do fluxo de ar dentro da edificação. É uma operação rápida que produz grande eficiência e que na grande maioria das vezes, é suficiente para retirar os produtos da combustão do interior da edificação, aumentando significativamente o campo visual. Aberturas de 1 metro quadrado são suficientes para executar a ventilação forçada numa edificação de porte normal.

A ventilação forçada pode ser subdividida em:

1. **Ataque indireto:** a maior parte da literatura sobre o assunto, não considera o ataque indireto como sendo uma técnica típica de ventilação, porém este tipo de intervenção retira os produtos da combustão do ambiente que se encontram em fase adiantada de queima. Mesmo assim, torna-se importante citar sua ação de forma a se tornar mais uma ferramenta nas ações de combate ao incêndio.

O ataque indireto consiste em se lançar, por cerca de 20 a 30 segundos, água na forma neblinada no interior de uma edificação confinada incendiada. O incêndio deverá estar na fase da queima livre ou na fase da queima lenta, com a temperatura bastante alta. O bombeiro ficará do lado de

fora do ambiente e aplicará a água em forma de neblina no teto, onde a temperatura é maior, criando grande quantidade de vapor. Para cada litro de água aplicada em local com temperatura acima de 100 °C, produz-se 1700 litros de vapor. Com a geração de grande volume de vapor no ambiente, a fumaça será expulsa pelas aberturas existentes. (Figura 17)

Porém, não se pode adotar tal procedimento como sendo um tipo de ventilação, uma vez que acaba diferindo dos outros tipos de ventilação no que tange os seguintes pontos:

- a. Não proporciona um controle da extração da fumaça, pois uma vez efetuado, a fumaça é retirada em todas as direções, utilizando as aberturas existentes no ambiente;
 - b. Não cria uma renovação no fluxo de ar;
 - c. Desconsidera a necessidade de uma abertura para a entrada de ar;
 - d. O ambiente onde tal técnica é aplicada deve estar com uma alta temperatura, caso contrário não surtirá seus efeitos;
2. **Ventilação por pressão positiva:** trata-se de uma técnica relativamente nova que consiste na introdução de ar fresco dentro da estrutura da edificação, através do uso de grandes ventiladores elétricos ou a combustão interna, objetivando criar um fluxo de ar que fará com que os produtos da combustão sejam removidos por uma abertura, que normalmente seria utilizada para a ventilação natural. Ainda que permita a entrada de oxigênio, que pode vir a alimentar a combustão, suas principais vantagens se referem a diminuição da temperatura local e da melhora na visibilidade, o que facilita, sobremaneira, o trabalho das equipes de combate, busca e resgate, pois podem encontrar as vítimas e o foco do incêndio com maior rapidez.
3. **Ventilação por pressão negativa:** Dentro do método de ventilação forçada, esta modalidade sempre foi a mais usual, pois consiste na retirada sistemática dos produtos da combustão do interior da edificação, através do uso de exaustores de ar. (Figura 14)
4. **Ventilação hidráulica ou por esguicho regulável:** outra opção tática a ser utilizada dentro da abordagem de uma ventilação forçada ou artificial é a possibilidade de se usar jato neblinado produzido a partir do interior da edificação. Nesse caso, a neblina formada através de um esguicho regulável

forçará a saída da fumaça através das janelas e portas, pelo princípio de arrastamento, onde formará uma área de pressão menor que a pressão do ambiente e, por arrastamento, os produtos da combustão serão expulsos, e em seu lugar entrará ar fresco, diminuindo, também, a temperatura do ambiente. Comparado aos extratores mecânicos de fumaça (exaustores), os jatos neblinados eliminam cerca de dois a quatro vezes mais fumaça. Tal distanciamento de dados se dá devido ao tamanho do esguicho, do ângulo do jato utilizado e da distância da abertura pela qual se utilizou o jato neblinado (janela ou porta). (Figuras 15 e 16)

6.3-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. Neste tipo 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. Pode ser combinada com a ventilação forçada. Nesta técnica 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. (Figura 1 e 8)

6.4- 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. 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. (Figura 2)

7- Problemas relacionados com a ventilação inadequada

O uso da ventilação em locais de incêndios confinados é uma atividade de apoio que facilita as ações dos bombeiros durante as ações de combate. Porém, se não forem tomados alguns cuidados nos procedimentos, todo serviço poderá se perder, aumentando ainda mais o poder de destruição do fogo e os danos causados à edificação.

Segundo o Corpo de Bombeiros da Polícia Militar de São Paulo⁸, um dos grandes problemas encontrados é o fato de que, devido a grande quantidade de produtos da combustão, especialmente a temperatura elevada, aumentam os riscos de propagação mais rápida do fogo. Uma vez proposta a ventilação, os objetivos devem ser rapidamente satisfeitos, pois ao contrário, agravará o problema aumentando a extensão do incêndio. (Figura 7)

Outro fator preponderante, que se não controlado, provoca danos irreparáveis, refere-se a grande dificuldade do controle da situação, pois uma vez iniciado o processo de ventilação, torna-se muito complicado reverter este quadro, pois alimenta-se com mais oxigênio um fogo que, entrara na fase de queima lenta e que tendia a auto-extinção pela falta de comburente. Ao se determinar a operação de ventilação, deve-se ter consciência do problema que pode surgir, tomando medidas preventivas de eliminação do calor e de produtos oriundos da queima dos combustíveis, para, somente depois, efetuar a renovação do ar. (Figura 10)

⁸ CORPO DE BOMBEIROS DA POLÍCIA MILITAR DE SÃO PAULO. **Manual de Fundamentos: Ventilação.** São Paulo: 1996; p. 1-12.

Um outro problema que surge da ventilação inadequada é a dificuldade na realização das ações de resgate e de combate ao incêndio. A partir do momento em que ocorre a ventilação da edificação, sem que ocorra a remoção da fumaça dos gases quentes e do calor, vai haver um incremento da quantidade destes materiais, bem como um aumento do próprio fogo, o que dificultará ainda mais as ações destinadas ao salvamento de pessoas e de combate ao incêndio.

Nesta mesma linha de raciocínio, o maior volume de fumaça e de calor causado pela ventilação de maneira irregular, aumenta as possibilidades da ocorrência de flashover ou backdraft, dentro do ambiente, aumentando os riscos da operação. Some-se, ainda, o fato de que o resultado desses problemas estará diretamente ligado ao aumento dos danos causados pela ação do calor, da fumaça e da água usada indiscriminadamente.

Todos esses fatores reforçam a idéia de que o uso da técnica é uma importante atividade de apoio, mas que deve ser bem dimensionada e planejada com vistas a não agravar o quadro de destruição e perder-se, totalmente, o controle da situação, cujo objetivo primordial é a solução rápida e eficaz. Para esta atividade é imprescindível a necessidade de pessoal qualificado e devidamente treinado.

8- Operações de ventilação

No local do sinistro, a decisão de ventilar ou não o ambiente em chamas compete ao comandante. De posse das informações do tipo de edificação, características construtivas, presença de aberturas naturais, direção do vento, a localização, extensão e a condição atual do fogo, o comandante deverá fazer a opção do tipo de ventilação a ser feita.

Pode o comandante da operação optar por uma ventilação horizontal, vertical, forçada por pressão positiva, forçada por pressão negativa ou com uso de esguicho regulável, também denominada de hidráulica. A opção dependerá das variáveis já vistas e deve seguir um roteiro pré-definido de modo a não haver falhas na sua aplicação.

8.1- Operação de ventilação natural horizontal

Neste tipo de ventilação os produtos da combustão caminham horizontalmente pelo ambiente, através de corredores, portas, janelas e aberturas nas paredes no mesmo plano, utilizando-se o fluxo normal de ar da edificação. Deve ser usada sempre que não for possível efetuar a ventilação vertical ou, quando, esta possa vir a danificar o pavimento superior, no caso de edificações de vários pavimentos. Pode, ainda, ser auxiliada por uma ventilação forçada, agilizando a renovação da atmosfera do ambiente incendiado e garantindo as vantagens desejadas. (Figura 1)

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. (Figura 8)

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. 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.

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.

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). 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.

A primeira abertura a ser executada é 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. Esta operação deverá ser realizada de maneira lenta, evitando que o ar fresco entre de maneira brusca. O ar fresco que adentrará a edificação ficará depositado na parte mais baixa do ambiente, expulsando os produtos da combustão, que tendem a permanecer junto ao teto.

Uma linha de ataque deverá estar pronta para adentrar a edificação tão logo seja efetuada a abertura inferior, observando todo o ambiente, até que possa visualizar as chamas. Assim deve dirigir-se em direção ao foco do incêndio e efetuar o combate utilizando um jato sobre o fogo, posicionando-se o mais próximo possível deste. (Figura 17)

Porém, antes de se executar a ventilação horizontal, é necessário que se observe dois fatores que terão influência sobre o sucesso da operação. O primeiro se refere às condições climáticas, pois esta representa uma consideração primária na determinação do procedimento adequado de ventilação. Assim, se não existir vento, a ventilação horizontal é menos efetiva devido ao fato de que a força requerida para expulsar a fumaça estaria ausente. Em outras circunstâncias, havendo vento em demasia, não se deve executar a ventilação horizontal em razão do perigo do vento soprando diretamente sobre objetos propensos a incendiarem-se, alimentando o local com grande quantidade de oxigênio.

Uma outra observação a ser feita diz respeito ao fato da ventilação horizontal não liberar o calor e a fumaça diretamente sobre o incêndio, causando um aumento nos riscos, uma vez que o calor é deslocado pelo ambiente, através das vias de escoamento. Os bombeiros devem estar conscientes dos objetos internos propensos a se incendiarem, bem como dos objetos externos. 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. Por isso, a prática da ventilação horizontal sem se considerar o resgate das pessoas, poderá acabar impedindo a saída dos ocupantes da edificação.

8.2- 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). É utilizado o princípio de convecção dos gases. (Figura 2)

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 a 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.

Assim, depois que o comandante da operação tenha informações acerca do tipo de edificação, descoberto a localização e extensão do incêndio, distribuído todos os bombeiros em suas funções, bem como o equipamento, além da observação das condições de segurança e da seleção do local a ser ventilado, deverá se preocupar com outros fatores que poderão atrapalhar as ações evitando o sucesso da operação. A seqüência correta de ações a serem desencadeadas, proporcionará uma maior eficiência dos objetivos e evitará a ocorrência de acidentes.

Definido que a ventilação a ser executada será a ventilação vertical, todos os bombeiros deverão estar equipados com capacete, capa, calça, bota, luva, cinto de segurança, balaclava, rádio e lanterna, 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.

Reunir-se-á todo material necessário para que a equipe, que subirá ao teto, possa efetuar a abertura de escape dos gases. A escada deve estar posicionada de maneira segura e os bombeiros ancorados de modo a evitar que possam vir a cair dentro da edificação. A permanência dos bombeiros nos telhados depende das condições físicas que estes se encontram. Telhados com problemas estruturais poderão causar acidentes ou vir a entrar em colapso.

A localização da abertura deve seguir um roteiro de formalidades, com o objetivo de se 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. Ainda, 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. O ponto mais quente será aquele aonde a evaporação for mais rápida e, provavelmente, será ali o local do foco do incêndio.

Deve-se ter um cuidado especial com as edificações próximas, de forma a não provocar novos incêndios devido a 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 a 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.

Como na ventilação horizontal, a direção do vento é imprescindível para a operação. Para evitar que o bombeiro venha a sofrer queimaduras após efetuar a abertura, este deve estar posicionado de maneira que o vento sopra às suas costas. (Figura 4)

O grande segredo desta técnica encontra-se na abertura dos telhados. Se não forem seguidos certos detalhes, poderão ocorrer problemas que muitas vezes colocarão em cheque toda a operação. Assim, deve-se seguir todas as técnicas para evitar maiores perigos.

Para poder ventilar adequadamente um teto, o bombeiro deve conhecer os tipos e desenhos básicos dos mesmos. São muitos e variados os modelos e formas de teto, pois variam de acordo com a região onde são construídos. Porém os mais comuns são os tetos planos, os inclinados e em arco. Quanto a forma, poderão ser planos, telhados de uma, duas ou quatro águas e em arco, sendo que este último muito utilizado nas edificações industriais e galpões em geral.

Quanto aos materiais de que são feitos, encontram-se os mais diversos possíveis, predominando as telhas cerâmicas e a cobertura de concreto. Podem ainda ser encontrados tetos de madeira, de palha e de metal (onde o mais usual é o zinco).

Identificado o tipo de teto e o material pelo qual é composto, deverão os bombeiros, designados para efetuar a abertura, providenciar os equipamentos e ferramentas necessárias para a confecção desta. Tetos de madeira poderão ser abertos com o uso do machado ou da motosserra, porém deverá ter-se cuidado para não cortar a sua estrutura de sustentação. Tetos de concreto ou metálicos poderão ser rompidos com marretas, talhadeiras e moto-abrasivo (tomando-se cuidado com os discos de corte deste último).

Os bombeiros deverão estar ancorados, para evitar uma possível queda no interior da edificação, bem como deverá ser providenciada uma linha de proteção, de forma a evitar que as labaredas, que poderão surgir, atinjam aos bombeiros. A direção do vento também é importante. Os bombeiros deverão posicionar-se com o vento pelas costas. Uma outra medida que deve ser tomada refere-se ao posicionamento de outras escadas nas proximidades do local onde a equipe irá trabalhar, com vistas a servir de uma opção em necessidade de fuga rápida.

Antes de subir ao telhado, o bombeiro deverá verificar a estabilidade do mesmo. Telhados empenados podem indicar que está na iminência de entrar em colapso. Para se ter certeza de que a estrutura é firme e que suporta o peso do bombeiro e de seus

equipamentos faz-se necessário que se proceda um teste utilizando uma ferramenta de cabo longo, assegurando a possibilidade de acesso ao teto.

Utilizando uma escada em gancho, o bombeiro a fixará na cumeeira da edificação. Toda a operação deverá ser executada com os pés apoiados nesta escada. Um outro bombeiro, que estará com uma linha de proteção pressurizada, lançará uma pequena quantidade de água sobre o telhado de forma a identificar o local exato do incêndio. O ponto de maior calor evaporará mais rapidamente, e ali se efetuará a abertura. (Figuras 11 e 12)

Sempre que possível, os bombeiros deverão utilizar as aberturas já existentes na edificação. Tais aberturas poderão ser clarabóias, dutos, portinholas, ventiladores de teto, exaustores de ar e alçapões. As manobras deverão ser realizadas com o vento pelas costas. (Figura 4)

Porém, se não for possível a utilização das aberturas naturais, devem ser providenciadas as aberturas, devendo estas ser feitas de acordo com o material que compõe o telhado. Telhados com telhas cerâmicas poderão ser removidos com a mão, porém sempre protegidas pelas luvas. (Figura 11). Telhados de madeira, de zinco ou amianto poderão ser rompidos com o uso do machado, enquanto que os de concreto utilizar-se-á ferramentas mais pesadas, ou mesmo, um moto-abrasivo. (Figura 12)

Sempre que se utilizar o machado para efetuar o corte do telhado, o bombeiro deve localizar o suporte das telhas, batendo com o mesmo nas telhas. O som oco, denuncia a ausência de suporte. O bombeiro marcará com o machado a dimensão do corte e iniciará o corte a partir do suporte, dirigindo-se para o espaço vazio. Tomar cuidado para que não corte o suporte do telhado, danificando e fragilizando a estrutura. O corte dar-se-á com batidas curtas e firmes, evitando que possa vir a machucar outros bombeiros, chocar-se com outros obstáculos, atinja a rede elétrica e solte das mãos do operador.

Efetuar sempre uma abertura grande, pois está é mais eficiente que várias pequenas. O bombeiro permanecerá efetuando a segurança do local, evitando que alguém caia na abertura feita, até que todos tenham deixado o telhado.

Se após a realização da abertura, os produtos da combustão ainda não estão saindo do ambiente, é sinal de que existe um forro ou outro obstáculo. Nestes casos, o bombeiro com o uso do croque ou outra ferramenta de cabo longo, penetrará a ferramenta na abertura e fará o rompimento do segundo teto. (Figura 13)

Efetuada a abertura do teto, uma equipe de bombeiros providenciará a abertura inferior. A melhor opção para esta ventilação é a utilização de uma porta. Esta abertura deverá ser feita lentamente para evitar explosões ambientais. A porta, ainda, permite o controle do fluxo de ar que adentra ao ambiente.

Tão logo os trabalhos de abertura de teto e da abertura inferior tenham sido concluídos, o comandante da operação deverá determinar que a equipe de teto desça e faça outras atividades, necessárias a operação, evitando a formação dos *pastores de teto*⁹. Tal medida visa o melhor aproveitamento desses bombeiros.

Assim, que as aberturas estiverem prontas e os produtos da combustão saindo pela abertura do teto, os bombeiros que atuarão no combate ao incêndio poderão adentrar na edificação, buscando visualizar o foco do incêndio, aproximando-se tanto quanto possível e lançar, sobre o fogo um jato d'água, para extinguir o incêndio.

Quando se pratica a ventilação vertical, a convecção dos gases quentes cria correntes ascendentes que atraem o fogo e o calor em direção da abertura superior. Os bombeiros encarregados pelo combate do incêndio, tiram proveito da visibilidade melhorada e da atmosfera menos contaminada para atacar o incêndio na parte mais baixa.

⁹ são os bombeiros que, após efetuarem a abertura do teto, ficam a observar a saída dos produtos da combustão.

Se este efeito causado pela convecção, ao qual é denominado de *efeito chaminé*¹⁰, é interrompido, o calor, a fumaça e o vapor tendem a tomar novamente todo o ambiente, impedindo todos os esforços da extinção.

A ventilação vertical não pode ser a solução para todos os problemas de ventilação porque pode haver casos em que sua aplicação seja impraticável ou impossível. Unicamente uma avaliação pronta e correta, embasada no entendimento dos muitos fatores que influenciam a ventilação, proporcionarão respostas mais exatas acerca da ventilação.

8.3- Operações de ventilação forçada 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 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.

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.

Após o comandante da operação fazer a opção de ventilar o ambiente, uma equipe deverá percorrer toda a edificação pelo lado externo, de forma a localizar aberturas para a realização de uma ventilação natural. Não sendo possível realizar a ventilação natural, surge a opção de se fazer uma ventilação por pressão positiva. A primeira ação a ser definida, refere-se ao local onde será feita a abertura superior para a saída dos produtos da

¹⁰ O efeito chaminé nos edifícios altos é o movimento vertical e natural do ar através da edificação como um todo. A magnitude deste efeito é determinada pelas diferenças de temperatura e das densidades entre o ar interno e externo da edificação.

combustão. Tal local poderá ser uma janela, o próprio teto ou as aberturas naturais de teto, existentes na edificação (clarabóias, ventiladores de teto, exaustores, alçapões).

Em seguida uma equipe deverá providenciar a abertura, propiciando a saída dos produtos da combustão. Todos os procedimentos de execução das aberturas, segue o mesmo padrão adotados para a realização da aberturas nas ventilações horizontal e vertical. Feita a abertura, deverão os bombeiros aguardar cerca de três minutos, de forma a possibilitar a saída de boa parte da fumaça, do calor e dos gases aquecidos, evitando-se assim a ocorrência de uma explosão ambiental.

A equipe determinada para efetuar a ventilação, posicionará o ventilador na entrada do ambiente, numa distância que assegure a angulação para preenchimento de toda a abertura, com o cone de vento expedido pelo equipamento. Esta distância, porém, não poderá ser demasiada, uma vez que a força do ar a ser injetado no ambiente deve criar um fluxo dentro ambiente, aumentando ligeiramente a pressão deste. Muitas vezes, a angulação dos equipamentos não é suficiente para possibilitar o total preenchimento da área da abertura. Para resolver este problema, indica-se a utilização de calços de madeira como forma de se obter a maior eficiência possível do equipamento.

Outros cuidados devem ser tomados sempre que se utilize a ventilação forçada por pressão positiva. Quando os ventiladores tiverem motores elétricos, fazer as conexões dos plug's longe de atmosferas inflamáveis ou explosivas. Deve-se evitar que pessoas circulem próximo a área de operação ou por onde corram os fios condutores de eletricidade. Não se deve, também, transportar o ventilador em funcionamento e evitar que pessoas se machuquem com o equipamento, como pode acontecer quando roupas se enroscam nas pás, ou membros entram pela proteção.

Feita a ventilação forçada por meio do ventilador, a equipe de combate adentrará a edificação, identificará o foco principal do incêndio e fará o ataque com um jato sobre o mesmo, evitando desperdiçar água ou jogar esta sobre a fumaça.

8.4- Operações de ventilação forçada por pressão negativa

Esta técnica consiste na retirada sistemática da fumaça, gases e vapores quentes do interior da edificação, através do uso de exaustores de ar. Tal técnica é utilizada quando não existe a possibilidade de se executar a ventilação natural, ou quando algum obstáculo impede a abertura de pontos de saída dos produtos da combustão, como a presença de lajes, por exemplo.

O exaustor deve ser empregado em ambientes que disponham apenas de uma abertura, pois estes ambientes não permitem o estabelecimento de um fluxo natural de ar no interior da edificação, sendo a única saída possível para retirada dos produtos da combustão a sucção através desses equipamentos.

O objetivo primordial da ventilação forçada é o restabelecimento da circulação de ar, de forma artificial e expulsar os produtos da combustão do interior da edificação. É obrigatório que os exaustores sejam posicionados na direção do vento, de forma que este auxilie no trabalho, aliviando o esforço do exaustor e arrastando a fumaça para o exterior.

Como já fora mencionado anteriormente, nos primeiros instantes de um incêndio, produtos da combustão tendem a se acumular próximo ao teto. Por essa razão, devem os exaustores ser posicionados o mais alto possível na abertura, para que tenha uma boa eficiência.

Quando se permite que o ar circule ao redor dos exaustores, por dentro e por fora das paredes da edificação, estes causam uma agitação que reduz a eficiência do equipamento. Se a área em torno do exaustor estiver aberta, a pressão atmosférica empurra o ar para a parte inferior, fazendo com que este retorne para dentro da edificação. Para prevenir a agitação do ar, a área em torno do exaustor deve ser coberta com lona ou outro material, evitando assim o refluxo de ar.

O bombeiro deve estabelecer uma via de corrente desejada e manter o fluxo de ar numa linha mais reta possível. Cada esquina é causa de turbulência e diminui a eficiência da ventilação. Deve-se evitar fazer a abertura de portas e janelas nas proximidades do exaustor, ao menos que fazendo a abertura se incrementará a circulação.

Todos os obstáculos ao fluxo de ar devem ser retirados. O exaustor deve estar livre de cortinas, escombros, ou qualquer outro meio que possa diminuir a qualidade e quantidade de ar que deva ser expulso.

Ainda, devem tomados alguns cuidados acerca do uso de exaustores. Estes devem ser colocados na posição mais alta quanto possível e em local que não seja atingido pelo incêndio. Os plug's (quando se tratar de exaustor elétrico) devem ser conectados longe das atmosferas inflamáveis ou explosivas, bem como os fios devem estar bem protegidos e a área por onde passam isoladas de forma a evitar a ocorrência de choque elétrico. O equipamento deve ser transportado desligado, evitando que roupas, cabos, ferramentas entrem em contato com as pás do exaustor.

8.5- Operação de ventilação forçada com o uso de esguicho regulável

É a ventilação que utiliza o esguicho regulável como propulsor do ar, efetuando um arrastamento de parte dos produtos da combustão do interior da edificação. Para que a ventilação forçada 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, bem como o esguicho seja utilizado de forma correta como propulsor do ar.

Na ventilação natural, a movimento da fumaça é o mesmo que o do ar, ou outro fluido qualquer. O ar tende a se deslocar de um ambiente onde a pressão seja maior, para um outro de menor pressão. Sabe-se, também que a pressão na parte superior de uma edificação incendiada, na fase de queima livre, é maior que a da parte externa. Por isso, a fumaça tende a buscar sair da edificação para o exterior utilizando a parte superior das aberturas, pois o ambiente externo possui menor pressão. Quando a fumaça quente sai de um local incendiado, provoca uma diminuição da pressão da parte inferior desse ambiente, fazendo com que o ar exterior ocupe esse espaço.

Um esguicho regulável pode tornar-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. Nunca deve ser utilizada sem o seu conhecimento,

principalmente se outros bombeiros estão no local de ocorrência e desconhecem que será feita a mudança da direção do fluxo de ar.

Em situações onde a ventilação natural torna-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. (Figura 15)

Sabe-se que um jato de neblina dirigido através de uma janela ou um vão de porta atrai grandes quantidades de fumaça e calor na direção do mesmo jato. Comparado aos exaustores de fumaça mecânicos, tem-se percebido que os jatos de neblina eliminam de duas a quatro vezes mais fumaça, segundo o tipo, o tamanho, o ângulo padrão do jato e da localização do esguicho em relação a abertura utilizada.

Assim, após adentrar na edificação, e verificada a impossibilidade de se executar a ventilação natural, o comandante da operação poderá determinar que se encontre uma abertura, seja uma janela ou uma porta, e se faça a ventilação por esguicho regulável.

O esguicho deve estar regulado na posição de 60°, fazendo uma cobertura de 85 a 90% da abertura. Um esguicho de 63,5 mm remove muito mais fumaça do que um de 38 mm, e quanto maior a pressão maior será a quantidade de fumaça arrastada. (Figura 15)

Quanto maior for a abertura existente na edificação, maior será o fluxo de ar. Por essa razão, uma porta pode trazer mais benefícios que uma janela. Quando as aberturas são muito grandes, como as encontradas em grandes edificações, utiliza-se um esguicho maior ou mantém-se o ângulo de abertura do esguicho a 60°, afastando-se da abertura de saída e aumentando-se a pressão. Mas em hipótese alguma, deve-se aumentar a abertura do esguicho, pois quando a trajetória da água se aproxima de um ângulo reto, com o fluxo de ar, muita energia que estava movendo o ar, se perde. (Figura 16)

Existem três desvantagens no uso de jatos neblinados para ventilação forçada. Haverá um incremento nos danos causados pela água dentro da estrutura, como também um gasto adicional de água, bem como, um incremento no gelo nas áreas ao redor do edifício, quando se tratar de regiões frias e com formação de gelo.

8.6- Operação de ventilação com ataque indireto

Apesar de grande parte da literatura não considerar o ataque indireto como sendo uma forma de ventilação por não criar um fluxo de ar no interior da edificação e não necessitar de aberturas para saída dos produtos da combustão, tal técnica de ataque pode auxiliar em muito o trabalho de expulsão dos destes produtos.

O ataque indireto consiste no lançamento de água, em forma de neblina, durante um pequeno tempo, variando de 20 (vinte) a 30 (trinta) segundos, no ambiente em chamas, e aquecido, fazendo com que a água lançada se transforme em grande quantidade de vapor, que buscará sair do ambiente através das aberturas existentes.

Para que esta técnica de ataque tenha eficiência como forma de expulsão dos produtos da combustão, faz-se necessário que a temperatura interna esteja acima dos 100°C, para proporcionar a evaporação da água lançada. Para isso o incêndio deverá estar na fase de queima livre ou na de queima lenta. Cada litro de água lançado produzirá uma quantidade de 1700 (mil e setecentos) litros de vapor.

Um cuidado especial a ser adotado refere-se ao fato da possibilidade de ocorrência de explosões ambientais (tanto o backdraft, como o flashover). Para se evitar tais acontecimentos, recomenda-se que a abertura a ser utilizada para o lançamento da água seja aberta de maneira lenta, com os bombeiros posicionados de forma a protegerem-se, usando as paredes da edificação como barreira. É extremamente perigoso efetuar a abertura da porta ficando na frente desta.

O ataque indireto só pode ser realizado após ter-se a absoluta certeza de que não mais existem vítimas no local, pois a grande produção de vapor poderia conduzi-las a morte.

Utilizando todos os equipamentos de proteção individual e respiratória, devidamente checados, os bombeiros se aproximarão da abertura com uma linha de ataque pressurizada. Deverão proteger-se usando as paredes como escudo e efetuarem a abertura de maneira lenta e gradual. Havendo a possibilidade de se efetuar uma abertura no teto, é recomendável que se execute tal procedimento, utilizando para isso todas as técnicas descritas nas operações de ventilação vertical.

Efetuada a abertura do acesso, ainda pelo lado externo, o bombeiro efetuará o lançamento de água em forma de neblina, no teto do ambiente (este é o ponto mais aquecido), por cerca de 20 (vinte) a 30 (trinta) segundos. O tempo não poderá exceder ao descrito, pois poderá causar desequilíbrio no balanço térmico¹¹. (Figura 17)

A quantidade de água a ser lançada deverá ser de uma vez e meia o volume do ambiente, sendo a vazão determinada em litros por minuto, possibilitando o controle pela abertura do esguicho. Um esguicho regulável de 38 milímetros (1,5 polegadas), sob uma pressão de 5,5 quilos por centímetros quadrados, tem uma vazão de cerca de 360 (trezentos e sessenta) litros por minuto.

Logo após ter sido feita a aplicação da água, os bombeiros deverão aguardar a estabilização do ambiente. Será percebido que a luminosidade das labaredas diminuem e o som característico da combustão desaparece. Tal processo de estabilização será rápido, e os sinais descritos serão logo percebidos.

Tão logo o ambiente esteja estabilizado, os bombeiros poderão adentrar na edificação com a linha de ataque pressurizada e o esguicho fechado, identificando os focos

¹¹ Os produtos da combustão, pelo efeito da convecção tendem a permanecer no teto, pois estão aquecidos e são menos densos do que o ar frio. Com a quebra deste balanço térmico, poderá fazer com que os tais produtos se distribuam pelo ambiente, pois a parte superior também estará resfriada.

remanescentes do incêndio e combata-los com jatos isolados, evitando o desperdício de água e o aumento dos danos.

9- Ações Táticas de Ventilação

Segundo Alan Brunacini¹², por ser uma atividade de apoio às ações de combate a incêndios, toda a tática deve estar subordinada a estratégia geral de combate, recaindo sobre o comandante da operação toda a responsabilidade pelas ações a serem desencadeadas. Do comandante deverão emergir as ordens para a consecução dos objetivos finais, por isso, toda a estratégia da ventilação deverá estar intimamente ligada a estrutura hierárquica da operação.

A adoção de um sistema de comando de operações é de fundamental importância para o bom andamento dos trabalhos a serem realizados na cena de emergência, pois organiza as ações, define claramente quem é o responsável pelo bom andamento das atividades e centraliza as decisões. Segundo o Major Marcos de Oliveira¹³, o princípio fundamental de um sistema de comando é a unidade de comando, que pode ser definida de acordo com a dimensão do evento. Poderá ser adotado um comando único, quando a responsabilidade pelo gerenciamento cabe a uma só pessoa, ou de comando unificado, quando reúne várias organizações, que deliberam sobre o que deve ser feito. Com base no comando unificado se desencadeiam as outras ramificações das ações específicas, que acabam subordinadas a um único comandante de operações.

A ventilação é uma função crítica de apoio. O comandante desenvolve melhor as condições da operação sempre que faz uso desta tática de forma rápida e efetiva nos incêndios confinados. Por isso, na opinião de Brunacini¹⁴, na cena de emergência, todos

¹² BRUNACINI, Alan. **Mando em Incendios**. San Jose: Unidade de capacitação do Corpo de Bombeiros da Costa Rica, 1985; p.216-28.

¹³ OLIVEIRA, Marcos de. **Comando em Operações de Incêndio: Material de Referência**. Florianópolis: 2001.

¹⁴ Op. Cit.

devem compreender como a ventilação reforça as prioridades estratégicas básicas. Para que a técnica seja empregada de maneira eficaz, deve o comandante da operação dispor de um plano de ação, de maneira a realizar as operações com eficácia e segurança. Os elementos básicos que cercam a opção da ventilação por parte do comandante de operações incluem:

- Necessidade de se ventilar;
- Regulação do tempo da ventilação;
- Tipo de ventilação necessária;
- Organização das unidades de apoio.

Em regra todos os incêndios confinados requerem o uso da ventilação para remover os produtos da combustão da área do incêndio. O comandante e os chefes de setores devem avaliar as condições de desenvolvimento do incêndio, através da utilização das técnicas de avaliação do incêndio empregado para classificar a estratégia geral do combate em ofensivo, defensivo e marginal e logo selecionar o tipo apropriado de ventilação a ser executada. As condições do incêndio e a ventilação estão intimamente relacionadas e devem ser balanceadas. Na maioria dos casos, devem ser aplicados para incêndios de pequeno porte, trabalhos de ventilação ligeiras e para incêndios de grande porte e com as chamas ardendo livremente, trabalhos de ventilação mais pesadas.

O comandante da operação deve evitar ser dominado pelas condições da zona do incêndio. A ventilação é a principal ferramenta tática utilizada para controlar as circunstâncias e ajuda no controle das possíveis adversidades surgidas na zona de incêndio. Isto deve ser considerado constantemente de modo a tornar-se fator decisivo no êxito das operações e ações de combate.

A definição da ventilação é extremamente importante e deve ser cuidadosamente integrada com as atividades de resgate e ataque. O ideal seria que esta se realize diante da

equipe que adentrará a edificação com as linhas de ataque. Para o sucesso da operação, o comandante deve avaliar, decidir e logo ordenar a combinação correta de ações a serem desencadeadas. Estes passos deverão se dar na ordem e no momento exato, para que se possa completar o objetivo desejado. Tal objetivo surge da combinação e da relação do que, onde e quando produzir os resultados efetivos na zona de incêndio. A definição é a essência da coordenação, do comando e do controle.

O desenho apropriado das ações a serem desencadeadas durante o combate, permite ao coordenador do setor do teto uma semi-independência frente ao comandante da operação, de forma a assegurar as operações de ventilação. Por outro lado, exige uma sincronia de atitudes entre o pessoal empregado na abertura do teto e o pessoal do interior da edificação. Um efetivo bem treinado e preparado para agir em situações desta natureza, é capaz de coordenar o momento, as técnicas, bem como administrar os possíveis problemas surgidos.

A ventilação correta requer a colocação das unidades de apoio na posição e momento corretos para a intervenção. Os chefes de setores também devem ser posicionados e designados para realizarem as atividades de apoio de forma que supervisionem, coordenem e integrem as operações com o plano de ataque. A capacidade do comandante da operação para organizar a cena, está diretamente relacionada com sua capacidade para avaliar as condições existentes em toda a zona do incêndio. A informação dos chefes de setores é fundamental para o desenvolvimento do raciocínio do comandante.

Durante os incêndios ativos, grande parte da atividade de ventilação pode ocorrer no teto. Tal atividade requer que seja designado um chefe para cuidar daquele setor, para atuar como gerente de ações. Este poderá realizar uma avaliação crítica da estrutura, reunir e antecipar dados sobre as condições do teto, forma, localização e extensão do fogo. Assim mesmo, estará em melhor posição para controlar os trabalhos das operações, a direção efetiva do trabalho e a segurança. (Figura 18)

A ventilação se realiza basicamente para alterar as condições interiores da edificação. Logicamente, então, o interior é o melhor lugar para determinar se a ventilação é necessária, e se for, qual o tipo e onde. O setor interior pode coordenar a dimensão e o momento para as aberturas verticais com o setor de teto. Os dois setores, trabalhando em conjunto e comunicando-se constantemente aumentam, em muito, a efetividade das operações de ventilação.

O pessoal do teto está em posição de executar várias tarefas que podem ajudar ou prejudicar as operações no interior. O chefe do setor do teto, deve controlar continuamente aos bombeiros para evitar a tentação de se aventurarem sobre o fogo. Um erro comum é efetuar aberturas em locais não recomendados, podendo provocar a propagação do incêndio. Desta maneira, o fogo se propagará através destas aberturas e aumentará as perdas. As aberturas de ventilação devem estar posicionadas de forma que ajudem o resgate e a extinção.

Outro tipo de problema se refere ao uso impróprio da água sobre o incêndio. Muitas vezes, a equipe de bombeiros posicionada no teto, no momento em que o fogo e a fumaça surgem depois de efetuada a abertura de ventilação, tende a direcionar as linhas de ataque e os jatos para o interior da edificação, como forma de combater o incêndio. Tal procedimento em nada auxilia, pelo contrário, impede que a ventilação se concretize e torna sem efeito toda operação. As linhas de ataque que se encontram sobre o teto tem por objetivo a proteção dos bombeiros e impedir a propagação do fogo para outros pontos ainda não atingidos pelo incêndio. Tão logo seja realizada a efetiva abertura no telhado a equipe de teto deverá descer, resguardando-se sua integridade física, ficando de prontidão uma linha de mangueira. O chefe do setor do teto deverá manter a disciplina no local, impedindo ações prejudiciais, através do controle de todas as ações adotadas.

As posições táticas por cima do fogo são definições muito perigosas. A segurança do bombeiro sempre deve ser a responsabilidade primária do comandante da operação. É necessário que se tenha extremo cuidado ao se aproximar dos tetos com guarda-corpo muito altos e espaços internos muito amplos. Todo o pessoal do teto deve permanecer alerta às regras de segurança e ter consciência que estas regras estão embasadas tanto no perigo causado pelo fogo, como nas condições estruturais das mais diversas. Tais regras incluem:

- Analisar e identificar o teto, seu tipo, estrutura e material de que é composto;
- Verificar as condições de segurança estrutural antes de pisá-lo. Recomenda-se o uso de uma ferramenta de cabo longo para facilitar a análise;
- Estabelecer como posição inicial de exploração, a área mais segura;
- Utilizar esta área segura para uma possível retirada rápida e refúgio;
- Trabalhar sempre em parceria, no mínimo em dupla, onde um é responsável pela segurança do outro;
- Estabelecer múltiplas rotas de fuga, para caso seja necessário (pelo menos duas escadas);
- Verificar a estabilidade do teto antes de caminhar sobre uma área determinada;
- Para caminhar no teto utilizar os elementos estruturais como apoio;
- Antes de iniciar grandes cortes, deve ser efetuadas pequenas aberturas, como forma de inspeção da estrutura;
- O número de bombeiros no teto deve ser o estritamente necessário para a realização dos trabalhos;
- Os equipamentos de proteção individual e o equipamento de proteção respiratória devem sempre ser usados nas operações de teto;

- Ao terminar o trabalho, abandonar o setor e ficar a disposição do comandante da operação.

Um problema comum que surge, sempre que se efetuam operações no teto, é a permanência do grupo sobre o local por tempo demasiado. Não existe nenhuma vantagem tática, na permanência deste grupo a observar os produtos da combustão escapando pela abertura efetuada. Uma vez, encerrados os trabalhos naquele setor, é imprescindível que o chefe de setor faça a retirada do grupo do local, evitando a proliferação dos denominados “pastores de teto”.

Todas as ações planejadas devem ser seguidas e as ordens emanadas do chefe devem ser seguidas. De nada vale ter uma grande estrutura material ou humana se não existe uma boa organização das ações a serem desencadeadas. O combate a incêndio tem objetivos específicos que devem ser buscados, porém uma administração eficiente dos recursos, representará uma ferramenta adicional na consecução dos objetivos finais. E tudo começa por um bom planejamento tático.

10- Equipamentos de Ventilação Forçada

São aparatos destinados a modificar as condições ambientais, dos locais incendiados, com o objetivo de extrair fumaça, gases e calor facilitando, assim, os trabalhos de salvamento e extinção.

Podem ser usados como elementos extratores, fazendo a expulsão dos produtos da combustão do interior da edificação ou, impulsionando o ar do ambiente externo, para renovar o fluxo de ar no interior do ambiente, facilitando, sobremaneira, as atividades de extinção.

Atualmente, os equipamentos de ventilação forçada existentes, encontrados mais comumente são os hidroventiladores, os exaustores e os ventiladores.

10.1- Hidroventiladores

Este equipamento é composto de uma carcaça em forma de trombone com tomadas para a entrada e saída de ar, onde se conectam os mangotes extensíveis. Na lateral está situada uma turbina hidráulica, ao qual é acoplada às pás do ventilador. Alimentado a 8 bar, necessita uma pressão de água de cerca de 1100 (mil e cem) litros por minuto, que retorna ao tanque do caminhão através de um mangote. Pode, ainda, trabalhar a uma pressão de 14 bar. Na parte central da carcaça se encontra o ventilador/ exaustor, que gera um cone de ar de 3.000 (três mil) metros cúbicos por hora, trabalhando centrifugamente.

Para seu transporte, possui um suporte de estrutura tubular com punhos, que facilita seu carregamento. O conjunto pesa aproximadamente 45 (quarenta e cinco) quilos. Pode funcionar como exaustor ou como ventilador. É indicado para todas as classes de fumaça, dentro de ambientes fechados, sótãos, poços, minas, entre outros. Seu uso também é recomendado para gases com mistura ideal de explosividade, já que não produz pontos de ignição, sendo esta sua grande vantagem. Por outro lado, seu peso e complexidade para montagem e uso durante a cena da emergência, fazem com que haja opção pelos ventiladores elétricos ou à combustão.

10.2- Ventiladores

Os ventiladores são equipamentos destinados a extrair o ar do ambiente externo e lançá-lo no ambiente interno, renovando o fluxo de ar e criando uma pressão interna levemente superior à externa. Utilizados nas operações de ventilação positiva, é um equipamento bastante simples em sua estrutura. Compõem-se, basicamente de um conjunto de motor, podendo ser elétrico ou a combustão e pás de ventilação. Possui, ainda suporte, que serve para a fixação da estrutura e como alça para transporte, e uma grade de proteção de forma a evitar contatos com as pás do ventilador.

Os ventiladores mais comuns são a combustão, sendo compostos por um motor quatro tempos, a gasolina. Sua grande vantagem está na dispensa de fios, do uso da eletricidade e de fontes alternativas de alimentação. Ainda, por ser um motor comum, é de fácil manutenção. As dimensões variam de acordo com cada modelo, tamanho ou quantidade de ar deslocada, que podem variar de 5.000 (cinco mil) a 50.000 (cinquenta mil) metros cúbicos por hora. O peso pode alternar entre 22 (vinte e dois) a 42 (quarenta e dois) quilos.

Os ventiladores com motores elétricos têm características bem parecidas com os ventiladores a combustão. O motor elétrico deve ser blindado, a prova de explosões. Toda a fiação deve ser bem isolada e as conexões de fácil operação. Sua grande desvantagem se encontra na necessidade de uma fonte de alimentação elétrica. Porém, ainda, pode representar riscos de choque elétrico, quedas e problemas de curto-circuito, uma vez que as zonas de um incêndio, sempre possuem muita água espalhada. Sua grande vantagem é o peso, que chega a ser 30% (trinta por cento) mais leve que o ventilador à combustão.

Estes equipamentos podem ter função de exaustores, desde que utilizados com o lado invertido. Também requerem cuidados especiais, não podendo ser colocados em pontos muito próximos do fogo ou em grande quantidade de calor. Equipamentos elétricos requerem cuidados com os fios de alimentação, bem como de se realizar as conexões dos plug's em locais distantes de atmosferas inflamáveis ou explosivas. Convém salientar, que os hidroventiladores são os únicos equipamentos que podem ser empregados em atmosferas explosivas.

10.3- Exaustores

Destinados a fazer a extração dos produtos da combustão do interior de edificações, estes equipamentos são muito úteis no processo de ventilação, principalmente onde se possua apenas uma abertura. Existentes no mercado nas mais diversas formas e modelos,

são compostos de motores, principalmente elétricos, e de pás, cuja rotação se dá de forma a proporcionar a sucção.

A grande preocupação com os exaustores diz respeito ao posicionamento o mais próximo possível do teto, de forma a obter-se a maior eficiência do trabalho. Deve-se, também, trabalhar com o vento a favor. Uma outra observação a ser feita, diz respeito a cobertura da abertura ao redor do exaustor, como forma de se evitar a um círculo viciosa, onde a fumaça que é extraída, acaba retornando a edificação. Devem ser adotados os mesmos cuidados dos ventiladores.

CONCLUSÃO

As mais modernas corporações de bombeiro, em todo o mundo, utilizam-se de recursos tecnológicos, bem como se dedicam ao estudo aprofundado de suas ações, buscando a cada dia melhorar o atendimento prestado a população de maneira geral. A cena de emergência foi, e será sempre, um grande laboratório. Nela se pode comprovar teorias, obter informações novas e descobrir fatos até então desconsiderados. Para isso deve-se observar tudo aquilo que é desenvolvido de maneira crítica, revendo ações e teorizando as constatações.

Sob a ótica de se desenvolver um trabalho com possibilidade de aplicação na realidade do Corpo de Bombeiros de Santa Catarina, realizamos uma pesquisa bibliográfica sobre as técnicas de ventilação em incêndios. Tal pesquisa não se preocupou em formas metodológicas clássicas, mas em apenas buscar conhecimento para padronizar condutas de aplicação destas técnicas, adaptando-as as características do Estado de Santa Catarina.

Com objetivo plenamente definido, procuramos informações na literatura nacional e estrangeira, tentando esgotar o assunto e culminando na produção de um trabalho que pode ser adotado como manual, após as discussões, correções e contribuições de pessoas especializadas, técnicas e comprometidas com a melhoria das ações desenvolvidas pelo Corpo de Bombeiros. Diante disso, pudemos chegar a algumas conclusões que, certamente,

poderão gerar ações padronizadas de conduta e criar o estímulo no estudo dos assuntos voltados as atividades de combate a sinistros.

Em primeiro lugar, deve-se destacar o emprego da técnica de ventilação durante as operações de combate a incêndios, pois esta representa uma grande ferramenta de apoio. Facilitando as ações de extinção e salvamento, possibilitando a diminuição dos danos causados pela água durante a extinção, aumentando a visibilidade, diminuindo o calor, acelerando os procedimentos de ataque, reduzindo os perigos de explosões ambientais, diminuindo a propagação da fumaça, torna muito mais efetivo o desencadeamento de atividades, aumentando a segurança e racionalizando as atividades. Portanto, é indiscutível a vantagem de se utilizar a ventilação quando se tratar de incêndios em locais confinados.

Porém, sua utilização deve se dar de maneira racional, dentro das técnicas e de procedimentos padronizados. Por isso, nos preocupamos em aprofundar a pesquisa naqueles aspectos que possam interferir nas ações de ventilação, de forma a propiciar uma fonte de pesquisa constante, ao alcance de todos os bombeiros. Uma outra preocupação diz respeito à padronização de procedimentos, como forma de facilitar o emprego e disseminação da técnica em todo o Estado. Desta maneira, buscamos listar cada passo a ser realizado, propondo a criação de um Procedimento Operacional Padrão (POP) capaz de regulamentar as ações de ventilação, evitando emprego de técnicas incorretas, ultrapassadas ou, ainda, que se agrave as condições da cena da emergência ou se perca o controle do incêndio. O padrão que entendemos ser ideal para adoção pelo Corpo de Bombeiros de Santa Catarina, está na proposta de POP, no anexo II, deste trabalho.

Uma outra questão, muitas vezes controvertida, diz respeito ao tipo de ventilação a ser escolhida durante o sinistro. Na realização do trabalho descrevemos os tipos de ventilação existentes, com suas vantagens e desvantagens e pudemos concluir que o tipo que melhor resultado produz é a ventilação natural, seja ela horizontal ou vertical. Nela não

é necessário o uso de equipamentos sofisticados e nem operações de difícil execução. O resultado é satisfatório e atende a necessidade do bombeiro.

Uma segunda opção a ser utilizada é a ventilação forçada com uso do esguicho regulável, pois necessita apenas de um esguicho regulável e uma linha de ataque pressurizada, que são equipamentos existentes em todas as cenas de incêndios. Não requer pessoal especializado e adicional para a execução do serviço, podendo ser realizada pela própria guarnição de combate. É extremamente efetivo, uma vez que remove de duas a quatro vezes mais os produtos da combustão, do que os exaustores. É, também, muito simples de ser empregado, agilizando as ações de extinção e salvamento.

Por último, deve-se utilizar a ventilação forçada por pressão positiva, em razão da complexidade que envolve sua operação. Alhures, é um tipo de ventilação com bons resultados e uma ótima efetividade na expulsão dos produtos da combustão. Deve ser utilizado sempre que não se puder executar as ações de ventilação natural ou por esguicho regulável. O uso da ventilação forçada por pressão negativa, ao nosso ver, deve ser deixado de lado, uma vez que pode ser substituída pela operação com esguicho regulável. Seria necessário fazer-se a aquisição de exaustores (que não existem no Corpo de Bombeiro de Santa Catarina), sendo, portanto, uma opção que podemos descartar.

Ainda, mesmo que apenas parte da literatura trate o ataque indireto como tipo de ventilação, não o entendemos como tal. Para que se possa admitir que se está efetuando ventilação, deve haver a criação de um fluxo de ar com vistas a expulsão dos produtos da combustão do interior da edificação, o que na realidade não acontece quando se emprega o ataque indireto. Por essa razão, desconsideraremos o ataque indireto como forma de ventilação, uma vez que não objetiva a criação de um fluxo de ar e visa extinguir o incêndio por abafamento.

Uma outra conclusão a que chegamos, depois de termos desenvolvido este trabalho, refere-se aos equipamentos que devemos adotar como padrão no Estado. Acreditamos, que toda viatura de combate a incêndio deva ter equipamentos para ventilação. Por isso, propomos que sejam adotados ventiladores a combustão, pois segundo verificado quando trabalhamos os equipamentos, os ventiladores a combustão são práticos, não utilizam a eletricidade, são de fácil manutenção e de fácil manejo.

Um outro ponto que se pode concluir é da necessidade de se disseminar essa técnica para todos os bombeiros do Estado. Para tanto, pode-se desenvolver um curso, de pequena duração, que capacite os soldados do fogo a execução das atividades de ventilação. Sugerimos que seja adotado um curso, com uma carga horária de 20 horas aula, cuja distribuição de disciplinas se encontra no anexo III deste trabalho. Infelizmente, não foi possível desenhar toda a estrutura desse curso durante a realização deste trabalho, mas ficamos comprometidos em estruturar esse curso, para servir de referência na formação e aperfeiçoamento de nossos bombeiros.

De uma forma geral, acreditamos que nossos objetivos, ao desenvolver este trabalho, foram alcançados. Compete agora a cada um de nós implementarmos ações para que se aplique na prática os assuntos aqui pesquisados e evidenciados. Este trabalho não tem objetivo de ser palavra final acerca do assunto, mas apenas uma colaboração para incrementarmos o estudo e a pesquisa no Corpo de Bombeiros de Santa Catarina.

ANEXOS

Anexo I- Figuras Ilustrativas Sobre Ventilação

Anexo II- Proposta de um Procedimento Operacional Padrão sobre Ventilação

Anexo III - Proposta de Programa de Matéria para Curso de Fundamentos de Ventilação em Operações de Combate e Extinção de Incêndios.

ANEXO I

Figuras Ilustrativas

Fonte: Manual CBPMSP



Figura 01: Ventilação horizontal. O fluxo de ar é ativado com duas aberturas, onde uma permite a entrada do ar fresco e outra a saída dos produtos da combustão. A abertura de entrada de ar deve ser a favor do vento.

Fonte: Manual CBPMSP

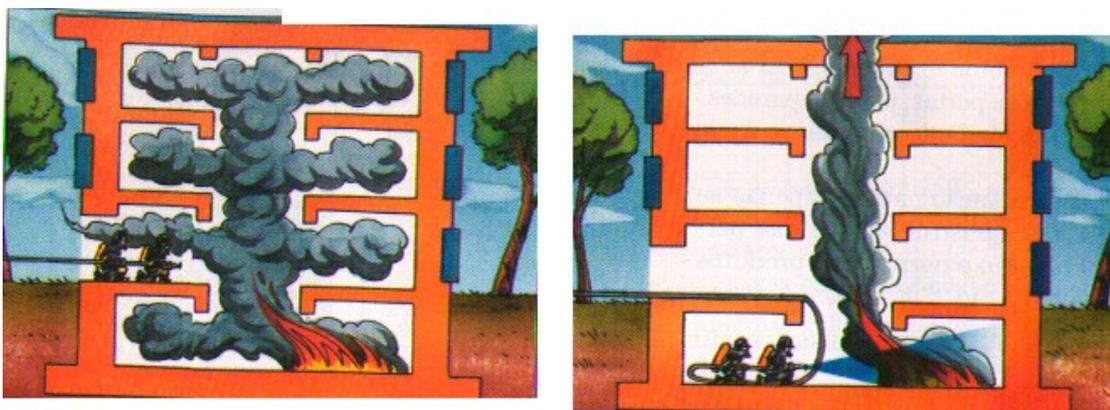


Figura 02: Ventilação vertical. Se não existir ou for criado uma rota de fuga do interior da edificação, os produtos da combustão tenderão a ocupar todos os pavimentos. Com a ventilação vertical os gases são retirados da edificação, utilizando seu princípio de convecção.

Fonte: Manual CBPMSP



Figura 03: Num incêndio a visibilidade é ruim. A ventilação melhora sobremaneira a visualização do foco do incêndio.

Fonte: Manual CBPMSP

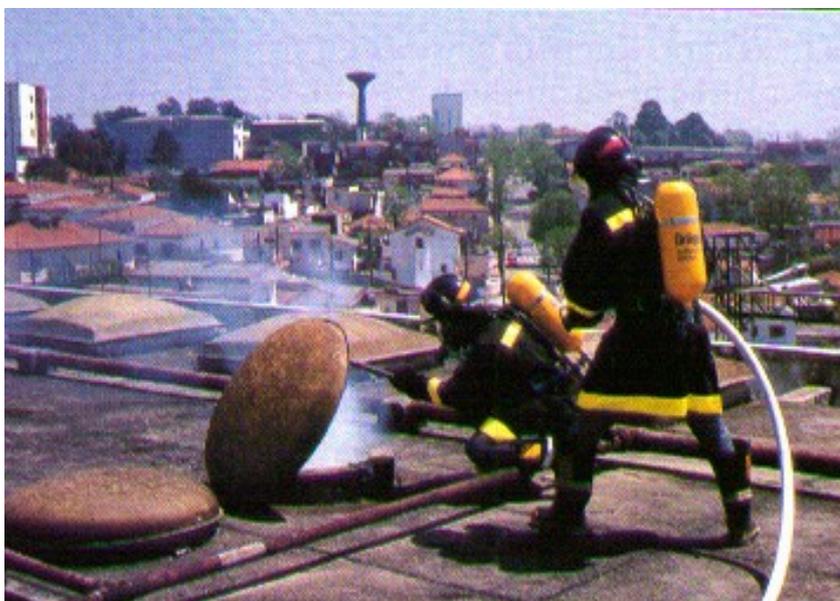


Figura 04: Os produtos da combustão são dispersos por aberturas naturais existentes na edificação. Para efetuar essas aberturas, os bombeiros devem ficar com vento pelas costas.

Fonte: Manual CBPMSP



Figura 05: A expulsão dos produtos da combustão, dos ambientes incendiados, melhoram a visibilidade, diminuem o calor e diminuem os danos causados pela água.

Fonte: Manual CBPMSP



Figura 06: Ambiente pré-backdraft. Uma ventilação adequada diminui a possibilidade de ocorrência.

Fonte: Manual CBPMSP



Figura 07: Em alguns locais não existe possibilidade de se efetuar a ventilação. Uma boa solução seria o uso de ventilação por pressão negativa.

Fonte: Manual CBPMSP

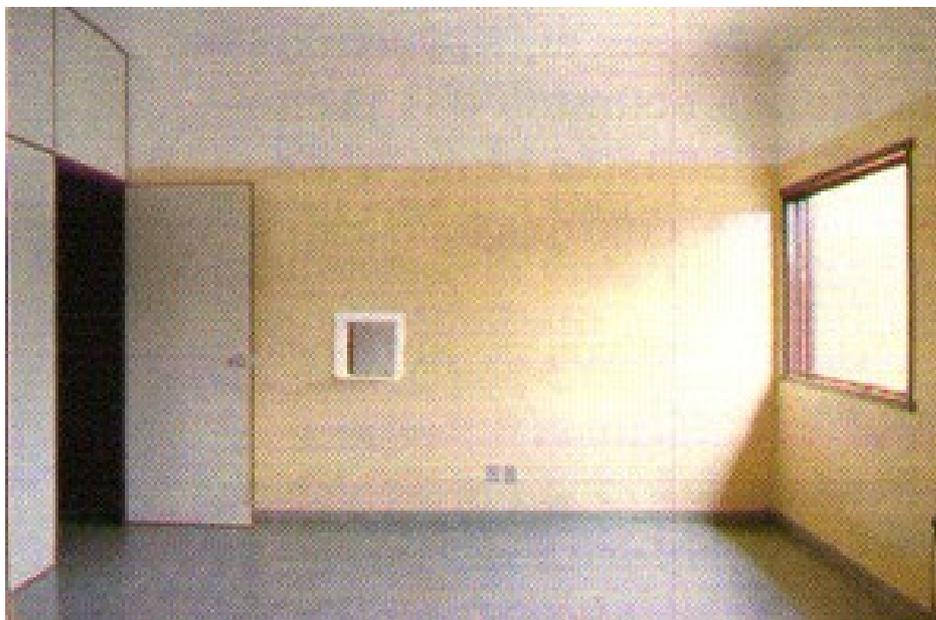


Figura 08: Na ventilação natural horizontal, utiliza-se aberturas naturais do ambiente para se renovar o fluxo de ar.

Fonte: Manual CBPMSP



Figura 09: Quando se efetua uma abertura no teto, sobre o local do incêndio, os produtos da combustão são expulsos do ambiente em razão da convecção.

Fonte: Manual CBPMSP



Figura 10: as aberturas devem ser realizadas sobre o local incendiado, pois senão causam prejuízos e têm pouca efetividade

ANEXO II

PROPOSTA DE UM PROCEDIMENTO OPERACIONAL PADRÃO SOBRE VENTILAÇÃO

**ESTADO DE SANTA CATARINA
POLÍCIA MILITAR
COMANDO DO CORPO DE BOMBEIROS
3ª SEÇÃO DO ESTADO MAIOR (BM-3/CCB)**

DIRETRIZ DE PROCEDIMENTO OPERACIONAL PADRÃO Nº / 2001

CLASSIFICAÇÃO: Procedimento Operacional Padrão n.º /2001/BM-3/CCB

ASSUNTO: Dispõe sobre as operações de ventilação em incêndios.

1. FINALIDADE:

Regular as condutas do CBPMSC em operações de ventilação em incêndios.

2. REFERÊNCIAS:

- Trabalho de Conclusão do Curso de Especialização em Bombeiros para Oficiais de Padronização das Condutas do CBPMSC em Operações de Ventilação em Incêndios.

3. OBJETIVOS:

11- Padronizar as condutas nas operações de ventilação em incêndios;

12- Criar critérios de utilização da técnica de ventilação;

13- Criar critérios para escolha do tipo de ventilação adequada.

4. DEFINIÇÃO DE TERMOS

5. **Ventilação:** Ventilação é a atividade de apoio que restabelece um fluxo de ar no interior de uma edificação em chamas, consistindo na remoção sistemática de gases quentes, fumaça e vapores, efetuando uma reposição de ar mais fresco com o objetivo de facilitar outras prioridades do combate ao incêndio.
6. **Ventilação Natural:** É o emprego do fluxo normal do ar a fim de ventilar o ambiente, sendo também empregado o princípio da convecção com o mesmo objetivo. Na ventilação natural apenas se retiram as obstruções que impedem o fluxo normal das correntes de ar e dos produtos da combustão.
7. **Ventilação Forçada:** É o emprego de equipamentos que fazem a renovação do ar do interior da edificação, onde não seja possível efetuar uma ventilação natural ou para aumentar a velocidade de retirada dos produtos da combustão quando efetuada em conjunto com a ventilação natural. Neste tipo de ventilação utilizam-se ventiladores, exaustores, entre outros métodos.
8. **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. Neste tipo 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.
9. **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.

10. **Ventilação por pressão positiva:** consiste na introdução de ar fresco dentro da estrutura da edificação, através do uso de grandes ventiladores, objetivando criar um fluxo de ar que fará com que os produtos da combustão sejam removidos por uma abertura, que normalmente seria utilizada para a ventilação natural. Neste tipo de ventilação, faz-se com que a pressão do ambiente em chamas fique levemente maior do que a do exterior.
11. **Ventilação por pressão negativa:** é o método de ventilação forçada, que consiste na retirada sistemática dos produtos da combustão do interior da edificação, através do uso de exaustores de ar.
12. **Ventilação com uso de esguicho regulável:** é o método de ventilação forçada onde se emprega água na forma neblinada, lançada do interior da edificação, através de uma abertura, utilizando-se o esguicho regulável.

5. EXECUÇÃO:

- 2- Na cena do sinistro, a decisão de se ventilar deverá partir do comandante, que tomará a decisão com base nas seguintes informações:
 1. Tipo de edificação;
 2. Características Construtivas;
 3. Presença de aberturas naturais;
 4. Direção do vento;
 5. Localização e extensão do incêndio;
 6. Necessidade de se efetuar a ventilação;
- 3- Pode o comandante da operação optar por uma ventilação horizontal, vertical, forçada por pressão positiva, forçada por pressão negativa e forçada com uso do esguicho regulável. A opção dependerá das variáveis descritas e deve seguir um

roteiro pré-definido nos anexos de “A” a “E”, de modo a não haver falhas na sua aplicação.

- 4- A ventilação natural horizontal é indicada para edificações em que o fogo não envolveu o telhado, edificações com janelas no alto das paredes perto do beirado, edificações que têm aberturas para ventilação nas paredes e edificações com espaços grandes e abertos, sem apoio debaixo do telhado, em que o fogo não é contido por retardantes ou isolantes, , executando as operações de acordo com o anexo “A”, deste POP.

- 5- A ventilação vertical é indicada quando na análise da situação, o comandante vislumbrar aberturas propícias a nível superior, observar perigo eminente ou futuro colapso da estrutura da cobertura, conseguir localizar o foco do incêndio no teto, verificar as condições de segurança presentes, executando as operações de acordo com o anexo “B”, deste POP.

- 6- A ventilação forçada é indicada para edificações sem janelas, incêndios em porões, áreas interiores de grandes dimensões e quando constatada a existência de Produtos Perigosos no interior da edificação.
 1. Havendo dificuldades em se efetuar a ventilação natural, horizontal ou vertical, poderá o comandante optar por uma ventilação forçada por pressão positiva, onde fará uso de ventiladores, observando todas as informações sobre tipo de estrutura da edificação, presença de aberturas, localização e extensão do incêndio, bem como seleção do local a ser ventilado, executando as ações de acordo com o anexo “C”, deste POP.
 2. Quando se optar na realização da ventilação forçada por pressão negativa, esta deverá observar a impossibilidade de realização da ventilação natural ou da

ventilação forçada por pressão positiva. Este tipo de ventilação é indicado para locais que possuam apenas uma abertura. Deverá ser adotado a seqüência descrita no Anexo “D”, deste POP.

3. Pode-se ainda adotar uma ventilação forçada com uso do esguicho regulável. Tal ventilação necessitará apenas de uma abertura (porta ou janela), com comunicação com o exterior da edificação. Este tipo de ventilação é de duas a quatro vezes mais eficiente do que a ventilação por pressão negativa. Pode ser utilizada em edificação que disponham apenas de uma abertura, bem como incrementando a ventilação natural ou a forçada por pressão positiva. Para se proceder a ventilação forçada com uso do esguicho regulável, deve-se proceder de acordo com o descrito no anexo “E”, deste POP.

6. PRESCRIÇÕES DIVERSAS:

- Na escolha do tipo de ventilação a ser adotada, recomenda-se que se tente efetuar a ventilação natural. Não sendo possível, recomenda-se a ventilação forçada por esguicho regulável, e somente após, o uso da ventilação forçada por pressão positiva. A ventilação forçada por pressão negativa, só é recomendada se nenhum outro tipo puder ser empregado. A ventilação por pressão positiva pode ser empregada sempre, em apoio a natural, para que se tenha maior velocidade na execução dos objetivos de ventilação.
- Sempre deve-se optar pelo emprego de métodos não destrutivos em primeiro lugar, buscando-se proteger a propriedade e evitando danos desnecessários, caso seja possível empregar uma outra técnica de ventilação.

- Ao executar as operações de ventilação, deverá o comandante ter ciência que esta aumenta os riscos de propagação mais rápida do fogo, devido a grande quantidade de produtos da combustão que estão saindo e o ar fresco que está entrando. Por isso, todas as etapas devem ser cumpridas e, iniciada a operação, a equipe deve estar integrada, agindo rapidamente, evitando assim, o agravamento da situação;
- Uma ventilação inadequada pode, ao contrário do objetivo inicial, criar dificuldades nas ações de busca, resgate e extinção, pois pode fazer com que se aumente o calor, a quantidade de fumaça e até a própria extensão do incêndio. Tal fato também incrementa a possibilidade de ocorrência de backdraft ou flashover;
- Quando da realização das operações de ventilação natural, vertical e horizontal, deve-se ter controle das ações frente as condições climáticas, principalmente no que se refere a falta ou excesso de vento, além do caminhamento dos produtos da combustão no ambiente, pois podem provocar a ignição de combustíveis ainda não atingidos pelo fogo;
- Sempre que se efetuar as aberturas em telhados, verificar a segurança do local (estrutura da cobertura da edificação), direção do vento, vapores quentes, novo ponto de combustão na saída dos gases, presença da rede elétrica, de pontos frágeis e só executar operações com os ambientes seguros;
- No emprego de equipamentos de ventilação forçada, alimentados por eletricidade, evitar fazer a conexão dos plug's, próximo a atmosferas com mistura ideal de ignição ou explosividade. Deve-se ter cuidado quanto a

disposição de fios na cena do sinistro, para se evitar quedas ou choques elétricos, bem como mantidas afastadas as pessoas estranhas ao serviço;

- Sempre que se posicionar os equipamentos de ventilação forçada, protegê-los da ação do calor, das chamas, da água e da possibilidade de quedas.

Quartel em Florianópolis, de _____ de 2001.

Cel PM Cmt do CBPMSC

ANEXO A

Ventilação Natural Horizontal (Lista de Checagem Rápida)

- 5– Verificar a existência de aberturas naturais, identificar a direção do vento e os materiais combustíveis existentes no interior da edificação. Obter informações do tipo de edificação, localização e extensão do incêndio, condições de segurança e do local a ser ventilado;
- 6– Verificar se toda a equipe está utilizando os equipamentos de proteção individual, inclusive, o de proteção respiratória;
- 7– Lançar uma pequena quantidade de água no telhado para se localizar o ponto exato do incêndio. O ponto onde a evaporação for mais rápida, será o foco do incêndio;
- 8– Escolher duas aberturas naturais da edificação, em desnível e em paredes opostas. A abertura inferior deverá estar a favor do vento;
- 9– Providenciar a execução da abertura superior, liberando os produtos da combustão do interior da edificação;
- 10– Providenciar a execução da abertura inferior, sendo que toda a operação se dará de maneira lenta, com os bombeiros protegidos nas paredes laterais da abertura;
- 11– Adentrar a edificação, tão logo as aberturas sejam providenciadas e os produtos da combustão comecem a sair, com uma linha de ataque, localizando e extinguindo o foco do incêndio, utilizando o mínimo de água possível.

ANEXO B

Ventilação Natural Vertical

(Lista de Checagem Rápida)

- Verificar a existência de aberturas naturais, identificar a direção do vento e os materiais combustíveis existentes no interior da edificação. Obter informações do tipo de edificação, localização e extensão do incêndio, condições de segurança e do local a ser ventilado;
- Verificar se toda a equipe está utilizando os equipamentos de proteção individual, inclusive, o de proteção respiratória;
- Determinar que uma equipe se desloque ao teto e providencie uma abertura superior, optando sempre por utilizar aberturas naturais já existentes;
- Posicionar a escada de maneira segura; ancorar os bombeiros que subirão ao teto;
- Verificar as condições do teto, usando uma ferramenta de cabo longo para forçar sobre a estrutura. Observar, se a estrutura suporta o peso dos bombeiros e dos equipamentos;
- Posicionar uma escada em gancho no teto, fixando-a pela cumeeira, devendo realizar todo o trabalho sobre esta, distribuindo todo o peso do bombeiro e dos equipamentos;
- Identificar a direção do vento, posicionando-se no telhado segundo esta;
- Providenciar uma linha de proteção para que se evite acidentes e a propagação do incêndio;
- Lançar uma pequena quantidade de água no telhado para se localizar o ponto exato do incêndio. O ponto onde a evaporação for mais rápida, será o foco do incêndio;
- Retirar as telhas com a mão, sempre protegidas por luvas, ou com auxílio de ferramentas, quando não for possível removê-las;
- Providenciar uma abertura de no mínimo um metro quadrado, podendo ser maior de acordo com a extensão do incêndio;
- Verificar a presença de obstáculos que impeçam a saída dos produtos da combustão, rompendo-os com o uso de uma ferramenta de cabo longo;
- Providenciar a abertura inferior, tão logo os produtos da combustão estiverem saindo da edificação, procedendo a abertura de maneira lenta e estando os bombeiros protegidos nas paredes laterais;
- Providenciar a retirada da equipe de teto, logo que a abertura seja executada;
- Adentrar a edificação com uma linha de ataque, identificando o foco do incêndio e extinguindo o fogo com o mínimo de água possível.

ANEXO C

Ventilação Forçada Por Pressão Positiva (Lista de Checagem Rápida)

13. Verificar a existência de aberturas naturais, identificar a direção do vento e os materiais combustíveis existentes no interior da edificação. Obter informações do tipo de edificação, localização e extensão do incêndio, condições de segurança e do local a ser ventilado;
14. Verificar se toda a equipe está utilizando os equipamentos de proteção individual, inclusive, o de proteção respiratória;
15. Determinar que se proceda uma abertura superior, utilizando as mesmas técnicas definidas para a ventilação natural;
16. Posicionar o ventilador na entrada do ambiente, numa distância que assegure a angulação para preenchimento de toda a abertura, com o cone de vento expedido pelo equipamento;
17. Efetuar a abertura inferior lentamente, protegendo-se nas paredes laterais;
18. Acionar o equipamento, longe de atmosferas inflamáveis ou explosivas;
19. Aguardar a saída dos produtos da combustão pela abertura superior;
20. Adentrar a edificação, tão logo os produtos da combustão estejam saindo, com uma linha de ataque pressurizada, identificando e extinguindo o foco do incêndio, utilizando o mínimo de água possível.

ANEXO D

Ventilação Forçada Por Pressão Negativa (Lista de Checagem Rápida)

- 7- Verificar a existência de aberturas naturais, identificar os materiais combustíveis existentes no interior da edificação. Obter informações do tipo de edificação, localização e extensão do incêndio, condições de segurança e do local a ser ventilado;
- 8- Verificar se toda a equipe está utilizando os equipamentos de proteção individual, inclusive, o de proteção respiratória;
- 9- Identificar a direção do vento, para que se possa posicionar o exaustor a seu favor;
- 10- Posicionar o exaustor num ponto próximo ao teto, para fazer a expulsão dos produtos da combustão que, em razão do efeito da convecção, estão localizados próximos ao teto;
- 11- Providenciar a cobertura das laterais do exaustor, para evitar que os produtos da combustão retornem para o ambiente;
- 12- Acionar o exaustor longe de atmosferas inflamáveis ou explosivas;
- 13- Aguardar a saída dos produtos da combustão pela abertura superior;
- 14- Adentrar a edificação, tão logo os produtos da combustão estejam saindo, com uma linha de ataque pressurizada, identificando e extinguindo o foco do incêndio, utilizando o mínimo de água possível.

ANEXO E

Ventilação com uso do Esguicho Regulável (Lista de Checagem Rápida)

- Verificar a existência de aberturas naturais, identificar a direção do vento e os materiais combustíveis existentes no interior da edificação. Obter informações do tipo de edificação, localização e extensão do incêndio, condições de segurança e do local a ser ventilado;
- Verificar se toda a equipe está utilizando os equipamentos de proteção individual, inclusive, o de proteção respiratória;
- Determinar que uma equipe efetue a abertura natural próximo ao teto, ou sobre este;
- Posicionar a equipe que adentrará a edificação, junto ao acesso;
- Efetuar que a abertura de acesso lentamente e com os bombeiros protegidos nas paredes laterais da edificação;
- Determinar que a linha de ataque adentre a edificação, usando a mangueira pressurizada como cabo guia, buscando localizar uma abertura que tenha comunicação com o exterior;
- Regular o esguicho para que este esteja num ângulo de 60°, lançando água pela abertura, a partir do interior e de forma que o cone de água ocupe de 85 a 90% da área da abertura. Se a abertura é grande, deve o bombeiro afastar-se um pouco desta, até que se atinja a cobertura da área descrita anteriormente;
- Verificar a saída dos produtos da combustão e o aumento da visibilidade no ambiente;
- Localizar e extinguir o foco incêndio, dirigindo-se até ele com o esguicho fechado e utilizando a menor quantidade de água possível.

ANEXO III

Proposta de Programa de Matéria para Curso de Fundamentos de Ventilação em Operações de Combate e Extinção de Incêndios

PROGRAMA DE MATÉRIA			
Sigla	Disciplina		Horas/Aula
VCEI	FUNDAMENTOS DE VENTILAÇÃO EM OPERAÇÕES DE COMBATE E EXTINÇÃO DE INCÊNDIOS		20
Objetivos: Executar as manobras de ventilação de forma segura e eficiente, utilizando as ferramentas e equipamentos necessários, como integrante de uma guarnição de combate a incêndios.			
PLANO DE UNIDADE DIDÁTICA			
Lição	Nome	Assuntos	C/H
01	Fundamentos Teóricos	Conceito; Objetivos; Vantagens, Considerações Gerais; Problemas Relacionados; Tipos; Ações Táticas.	05
02	Equipamentos de Proteção Individual	Capacete, capa, bota, luva, cinto, lanterna; Equipamentos de Proteção Respiratória: Tipos, características, uso, manutenção; Prática em ambientes de incêndio.	05
03	Fundamentos Operacionais	Operações de Ventilação Natural: Horizontal e vertical. Equipamentos de ventilação. Prática em ambientes de Incêndio.	05
04	Fundamentos Operacionais	Operações de Ventilação Forçada: por pressão positiva, por pressão negativa, com uso do esguicho regulável. Prática em ambientes de Incêndio.	05
Verificação Final			

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 15- AFFONSO, Luiz Antônio de Moraes. **Ventilação Forçada com Uso do Esguicho Regulável**. São Paulo: CBPMSP, 2000.
- 16- ASSOCIAÇÃO INTERNACIONAL DE CAPACITAÇÃO DE BOMBEIROS. **Práticas y teorias para bomberos**. 6. ed. Publicações de Proteção Contra Incêndios, 1991; p.283-302.
- 17- BRUNACINI, Alan. **Mando em Incendios**. San Jose: Unidade de capacitação do Corpo de Bombeiros da Costa Rica, 1985; p.216-28.
- 18- CORPO DE BOMBEIROS DA POLÍCIA MILITAR DE SÃO PAULO. **Manual de Fundamentos: Ventilação**. São Paulo: 1996; p. 1-12.
- 19- KATO, Miguel F. SEITO, Alexandre I. **Fumaça no incêndio: movimentação no edifício e seu controle**. São Paulo: IPT, 1985.
- 20- FALCÃO. Roberto José K. **Tecnologia de Proteção Contra Incêndio**. Rio de Janeiro: 1995; p. 242-53.
- 21- NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION. **Small community fire departments: Ventilation**. Quincy: NFPA, 1982; p. 207-37.
- 22- OLIVEIRA, Marcos de. **Comando em Operações de Incêndio: Material de Referência**. Florianópolis: 2001.
- 23- POLÍCIA MILITAR DE SANTA CATARINA. **Teoria e prática de combate a incêndio**. Florianópolis: PMSC, 1998.
- 24- RICHMAN, Harold. **Truck Company Fireground Operations**. 2.ed. Quincy: NFPA, 1986; p. 39-78.
- 25- SECCO, Orlando. **Manual de Prevenção e Combate de Incêndio**. 3. ed. São Paulo: ABPA, 1982.
- 26- SEITO, Alexandre I. BERTO, Antônio F. **Fumaça no incêndio- escadas de segurança**. São Paulo: IPT, 1985.
- 27- TAJUELO, Luis Guadaño. **Manual del bombero: técnicas de atuação em siniestros**. Madrid: MAPFRE, 1994; p. 142-4.