



Corpo de Bombeiros

INSTRUÇÃO TÉCNICA Nº 15/01

Controle de Fumaça

SUMÁRIO

- 1 Objetivo
- 2 Aplicação
- 3 Referências normativas e bibliográficas
- 4 Definições
- 5 Procedimentos

ANEXOS

- A- Tabela 2 e 2a- Determinação dos locais onde deve haver controle por ocupação.
- B- Tabela 3 - Classificação de riscos comerciais;
Tabela 3a – Classificação de riscos comerciais, industriais e depósitos; e
Tabela 3b – Classificação de risco para as demais ocupações.
- C- Tabela 4 - Determinação de riscos comerciais, industriais e depósitos.
- D- Tabela 5 - Taxa de porcentagem para determinar as áreas de abertura para as demais ocupações.
- E - Tabela 6 - Taxa de porcentagem para determinar as áreas de abertura para as ocupações comerciais, industriais e depósitos.
- F- Exemplo de dimensionamento de extração natural/mecânica.
- G- Átrio não padronizado – regras de dimensionamento.
- H – Modelo de dimensionamento para extração de átrio não padronizado.
- I – Eficiência dos Exaustores.

1. Objetivo

O objetivo desta Instrução é fornecer parâmetros técnicos para implementação de sistema de controle de fumaça, atendendo ao previsto no Decreto Estadual nº 46076 de 31 de agosto de 2001.

2. Aplicação

2.1. Esta Instrução Técnica se aplica ao controle de fumaça dos “Átrios, Malls, subsolos, espaços amplos e rotas horizontais”, visando:

a) manutenção de um ambiente seguro nas edificações, durante o tempo necessário para

abandono do local sinistrado, evitando os perigos da intoxicação e falta de visibilidade pela fumaça;

b) controle e redução da propagação de gases quentes e fumaça entre a área incendiada e áreas adjacentes, baixando-se a temperatura interna e limitando a propagação do incêndio; e

c) providenciar condições dentro e fora da área incendiada, que irão auxiliar nas operações de busca e resgate de pessoas, localização e controle do incêndio;

2.2. As proteções de rotas de fuga verticais devem atender as Instruções Técnicas nº11, 12 e 13, devendo ser observado que diferentes sistemas de controle de fumaça (em rotas de fuga horizontais e verticais) devem ser compatíveis entre si.

3. Referências normativas e bibliográficas

Para compreensão desta Instrução Técnica é necessário consultar as seguintes normas:

3.1. NFPA 92B – Guide for Smoke Management Systems in Malls, Atria, and Large Areas – 1995 edition – Estados Unidos;

3.2. Instruction Technique nº 246 – Relative au désenfumage dans les établissements recevant du public – journal officiel du 4 mai 1982 – França;

3.3. Instruction Technique nº 247 – Relative aux mécanismes de déclenchement des dispositifs de fermeture résistante au feu et de désenfumage – journal officiel du 4 mai 1982 – França;

3.4. Instruction Technique nº 263 – Relative à la construction et au désenfumage des volumes libres intérieurs dans les établissements recevant du public – journal officiel du 7 février 1995 et rectificatif au journal officiel de 11 de novembre 1995 – França;

3.5. Règles relatives a la conception et a l'installation d'exaustores de fumée et de chaleur – edition mai 1980 – França;

3.6. Decreto-Lei n.º 410/98 de 23 de Dezembro - regulamento de segurança contra incêndio em edificações do tipo administrativo - Ministério do Equipamento, do Planejamento e da Administração do Território – Portugal;

3.7. Decreto-Lei n.º 414/98 de 31 de Dezembro - regulamento de segurança contra incêndio em edificações escolares - Ministério do Equipamento,

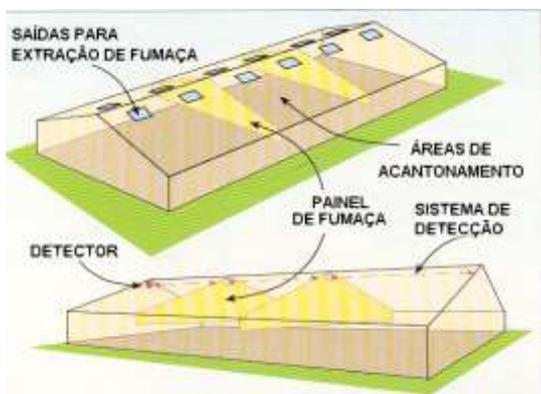
do Planejamento e da Administração do Território – Portugal;

3.8. Decreto-Lei n.º 368/99 de 18 de Setembro - regulamento de segurança contra incêndio em estabelecimentos comerciais - Ministério do Equipamento, do Planejamento e da Administração do Território – Portugal.

4. Definições e conceitos

4.1. Acantonamento: volume livre compreendido entre o chão e o teto/ telhado, ou falso teto, delimitado por painéis de fumaça; (fig.1)

Figura 1 - Acantonamento



4.2. Altura da zona enfumaçada (H_f): altura média entre a face inferior da camada de fumaça e o ponto mais elevado do teto ou telhado (fig.2);

4.3. Altura da zona livre de fumaça (H'): altura medida entre face superior do chão e a face inferior da camada de fumaça (fig.2);

4.4. Altura de referência (H): média aritmética das alturas do ponto mais alto e do ponto mais baixo da cobertura (ou do falso teto) medida a partir da face superior do piso (fig.2);

Figura 2 – Altura de referência, livre de fumaça e da zona enfumaçada

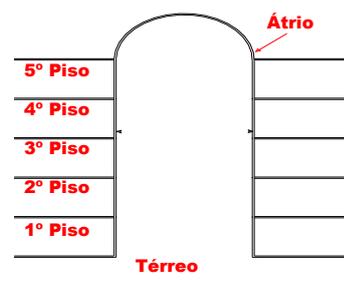


4.5. Área livre de um vão de fachada, de grelha ou de um exaustor natural de fumaça: é a área geométrica interior da abertura efetivamente desobstruída para passagem de ar, tendo em conta a eventual existência de palhetas;

4.6. Área útil de um vão de fachada, de uma boca de ventilação ou de um exaustor de fumaça: é a área equivalente a um percentual de área livre, utilizada para fins de cálculo, considerando a influência dos ventos e das eventuais deformações provocadas por um aquecimento excessivo;

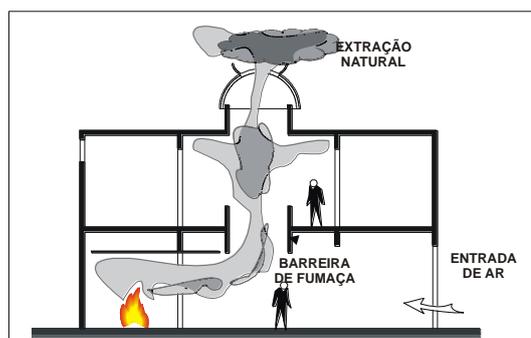
4.7. Átrio: é um espaço amplo criado por um andar aberto ou conjuntos de andares abertos, conectando dois ou mais pavimentos cobertos, com ou sem fechamento na cobertura, excetuando-se os locais destinados à escada, escada rolante, “shafts” de hidráulica, eletricidade, ar condicionado, cabos de comunicação e poços de ventilação e iluminação; (fig.3)

Figura 3 - Átrio



4.8. Barreiras de Fumaça: elemento vertical de separação montado no teto, com altura mínima e características de resistência ao fogo, que previna a propagação horizontal de fumaça de um espaço para outro; (fig.4)

Figura 4 – Barreira de fumaça



4.9. Camada de fumaça (Smoke layer): espessura acumulada de fumaça por uma barreira ou painel.

4.10. Efeito chaminé: fluxo de ar vertical dentro das edificações, causado pela diferença de temperatura interna e externa;

4.10.1. Entende-se por poços de ventilação e iluminação um espaço aberto em sua parte superior, fechado lateralmente em seus níveis por paredes, janelas, portas e etc., que não possuam nenhum tipo de ocupação em sua base, e que sejam exclusivos para iluminação e aclaramento;

4.11. Espaços adjacentes: áreas dentro de uma edificação com comunicação com corredores, malls e átrios (ex. lojas em um shopping center);

4.12. Exaustor mecânico de fumaça: dispositivo instalado em um edifício, acionado automaticamente em caso de incêndio, permitindo a extração de fumaça para o exterior por meios mecânicos;

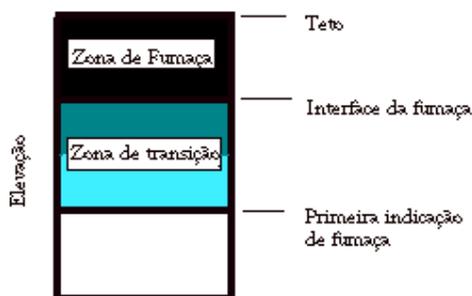
4.13. Exaustor natural de fumaça: dispositivo instalado na cobertura ou fachada de um edifício, susceptível de abertura automática em caso de incêndio, permitindo a extração da fumaça para o exterior por meios naturais;

4.14. Extração de fumaça: retirada (natural ou mecânica) da fumaça de ambientes protegidos pelo sistema de controle de fumaça;

4.15. Fumaça: partículas de ar transportadas na forma sólida, líquida e gasosa, decorrente de um material submetido a pirólise ou combustão, que juntamente com a quantidade de ar formam uma massa;

4.16. Interface da camada de fumaça (Smoke layer interface): o limite teórico entre a camada de fumaça e a zona de transição onde a fumaça está tomando volume. Na prática, a interface da camada de fumaça é um limite efetivo dentro da zona de transição, que pode ter vários metros de espessura. Abaixo desse limite efetivo, a densidade da fumaça cai a zero.(fig.5)

Figura 5 - Interface da camada de fumaça



4.17. Jato de fumaça sob o teto (Ceiling Jet): um fluxo de fumaça sob o teto, estendendo-se radialmente do ponto de choque da coluna de fogo contra o teto. Normalmente, a temperatura do jato de fumaça sob o teto será maior que a camada de fogo adjacente.

4.17.1. Nos locais dotados de teto falso, este só deve ser considerado se a somatória das áreas das aberturas nele existentes for inferior a 40% da sua área total, ou se o espaço compreendido entre o teto falso e o teto real estiver preenchido em mais de 50 % do seu volume.

4.18. Painel de fumaça: elemento vertical de separação montado no teto, com altura e característica de resistência ao fogo, utilizada para delimitar uma área de acantonamento (fig.1);

4.19. Pressurização: diferença de pressão criada em um ambiente deforma a impedir a entrada de fumaça;

4.20. Registro corta-fumaça: dispositivo utilizado no sistema de controle de fumaça, projetado para resistir à passagem de gases quentes e/ou fumaça no interior de dutos, atendendo a requisitos de resistência a fogo e estanqueidade.

4.21. Sistema de corta - controle de fumaça: um meio no qual a fumaça e gases quentes são limitados, restringidos e extraídos;

4.22. Superfície útil de um exaustor: é a superfície dada pelo fabricante, baseada na influência do vento e das deformações provocadas por uma elevação de temperatura;

4.23. Supervisão: consiste em um autoteste do sistema de controle de fumaça, onde a instalação e os dispositivos com função são monitorados para acompanhar uma falha funcional ou de integridade da instalação e dos equipamentos que controlam o sistema;

4.24. Zona enfumaçada: o espaço compreendido entre a zona livre de fumaça e a cobertura ou o teto (ver fig 1);

4.25. Zona livre de fumaça: o espaço compreendido entre o piso de um pavimento e a face inferior das barreiras de fumaça ou, nos casos em que estes não existam, a face inferior das bandeiras das portas (ver fig 1);

5. Procedimentos

5.1. Condições gerais

5.1.1. As edificações devem ser dotadas de meios de controle de fumaça que promovam a extração (mecânica ou natural) dos gases e da fumaça do local de origem do incêndio, controlando a entrada de ar (ventilação) e prevenindo a migração de fumaça e gases quentes para as áreas adjacentes não sinistradas.

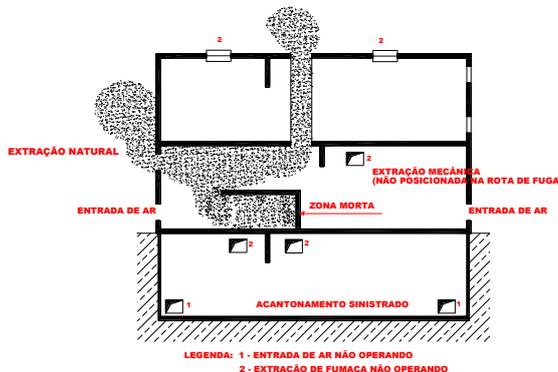
5.1.2. Para obter-se um controle de fumaça eficiente, as seguintes condições devem ser estabelecidas:

a) divisão dos volumes de fumaça a extrair por meio da compartimentação de área ou pela previsão de área de acantonamento (ver fig 1);

b) extração adequada da fumaça, não permitindo a criação de zonas mortas onde a fumaça possa vir a ficar acumulada, após o sistema entrar em funcionamento (fig 6);

Figura 6- Zonas Mortas

c) permitir um diferencial de pressão, por meio do controle das aberturas de extração de fumaça da



zona sinistrada, e fechamento das aberturas de extração de fumaça das demais área adjacentes à zona sinistrada, conduzindo a fumaça para as saídas externas ao edifício (fig. 7).

Figura 7 - Diferencial de Pressão

5.1.3. O controle de fumaça é obtido pela introdução de ar limpo e pela extração de fumaça,



pelos seguintes tipos de sistemas:

Introdução de ar limpo	Extração de fumaça
Natural	Natural
Natural	Mecânica
Mecânica	Natural
Mecânica	Mecânica

Tabela 1 - Sistemas de introdução e extração de fumaça.

5.1.4. A escolha do sistema a ser adotado fica a critério do projetista, desde que atenda as condições descritas em 5.1.2, salvo as exceções contidas nesta IT.

5.1.5. Cuidados especiais devem ser observados no projeto e execução do sistema de controle de fumaça, prevendo sua entrada em operação no início da formação da fumaça pelo incêndio, de forma a se evitar condições perigosas, como a explosão ambiental “backdraft” ou a propagação do incêndio decorrente do aumento de temperatura do local incendiado.

5.1.5.1 Para evitar as condições perigosas citadas no item anterior, deve ser previsto o intertravamento da abertura de extração de fumaça e introdução de ar somente da área sinistrada, bem como a insuflação de ar no ambiente no menor tempo possível para que não ocorra a explosão ambiental.

5.1.6. De forma genérica o controle de fumaça deve ser previsto isoladamente ou de forma conjunta para:

- 1) Espaços amplos (grandes volumes);
- 2) Átrios e Malls;
- 3) Rotas de fuga horizontais; e
- 4) Subsolos.

5.1.7. A “tabela 2 e 2a” constante do anexo “A”, indica por ocupação as partes da edificação que devem possuir controle de fumaça.

5.2. Componentes de um sistema de controle de fumaça

5.2.1. O controle de fumaça é composto, de forma genérica, pelos seguintes itens:

5.2.1.1. Sistema de extração Natural:

a. Entrada de ar, que pode ser por:

- 1) Aberturas de entrada;
- 2) Grelhas;
- 3) Venezianas; e
- 4) Abertura de ar por insuflação Mecânica.

b. Extração de Fumaça, que pode ser pelos seguintes dispositivos:

- 1) Exaustor natural, que são:
 - a) Extrator;
 - b) Abertura ou vão de extração;
 - c) Janela;
 - d) Grelha;
 - e) Veneziana de extração;
 - f) Clarabóia; e
 - g) Alçapão de extração;

c. Duto e peças especiais;

d. Registros corta-fogo e fumaça;

e. Mecanismos elétricos, pneumáticos e mecânicos de acionamento dos dispositivos de extração de fumaça.

5.2.1.2. Sistema de extração mecânica:

a. Entrada de ar, que pode ser:

- 1) Abertura ou vão de entrada;
- 2) Grelhas;
- 3) Venezianas; e
- 4) Abertura de ar por insuflação Mecânica.

b. Grelha e veneziana de extração de fumaça em dutos;

c. Duto e peças especiais;

d. Registro corta-fogo e fumaça;

- e. Ventiladores de extração mecânica de fumaça;
- f. Mecanismos elétricos, pneumáticos e mecânicos de acionamento dos dispositivos de extração de fumaça.

5.2.1.3. Outros sistemas comuns para o controle de fumaça por extração natural e mecânica:

- a. Sistema de detecção automática de fumaça e calor;
- b. Fonte de alimentação;
- c. Quadros e comandos elétricos;
- d. Acionadores automáticos e mecânicos dos dispositivos de extração de fumaça; e
- e. Sistema de supervisão e acionamento.

5.3. Características dos componentes dos sistemas de controle de fumaça

5.3.1. Barreira de fumaça

5.3.1.1. As barreiras de fumaça são constituídas por:

- a. elementos de construção do edifício, ou qualquer outro componente rígido e estável;
- b. materiais incombustíveis que apresentem TRRF igual ao previsto para as coberturas conforme IT CB Nº 08 – Segurança estrutural nas edificações, com TRRF mesmo de 15 minutos;
- c. outros dispositivos, decorrentes de inovações tecnológicas, desde que submetidos à aprovação prévia do Corpo de Bombeiros.

5.3.1.2. As barreiras de fumaça devem ter altura mínima de 0,5m, e conter a camada de fumaça (fig. 8).

Figura 8 - Detalhe de barreira de fumaça

5.3.1.3. Caso as barreiras de fumaça possuam aberturas, estas devem ser protegidas por



dispositivos de fechamento automático, ou por dutos adequadamente protegidos para controlar o movimento da fumaça pelas barreiras.

5.3.2. Grelhas e venezianas

5.3.2.1. As aberturas de introdução de ar e de extração de fumaça dispostas no interior do edifício devem permanecer normalmente fechadas por obturadores, exceto:

- 1) nos casos em que sirvam a dutos exclusivos a um piso; ou
- 2) nas instalações de ventilação e de tratamento de ar normais a edificação, e que participem no controle de fumaça.

Observação: A utilização do sistema acima citado deve fazer parte de um estudo particular, com o objetivo de se evitar a propagação para outras áreas não sinistradas, pelas grelhas e venezianas normalmente abertas para o sistema de ventilação e tratamento de ar normal a edificação.

Figura 9 - Grelha de fumaça



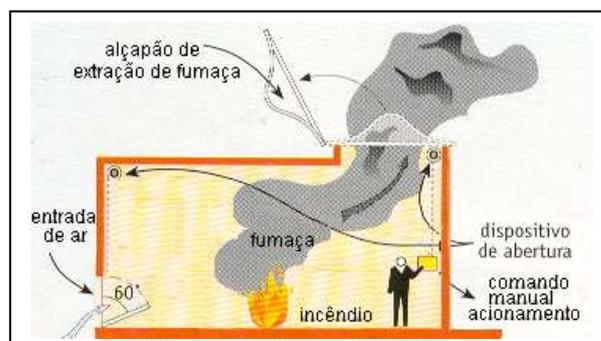
utilizada para extração de fumaça

5.3.2.3. O grau resistência ao fogo deve ser igual aos especificados para os dutos

5.3.2.4. Grelhas e venezianas quando instaladas em abertura ou vão de fachada, seu dispositivo de obturação deve permitir abertura em um ângulo superior a 60° (fig 10).

Figura 10 - Ângulo de abertura dos obturadores

5.3.2.5. A relação entre as dimensões transversais de uma veneziana ou grelha para extração de fumaça natural não deve ser superior a dois.



5.3.3. Circuitos de instalação

5.3.3.1. Os circuitos de alimentação das instalações de segurança devem ser independentes de quaisquer outros e protegidos de forma que

qualquer ruptura, sobretensão ou defeito de isolamento num circuito não danifique ou interfira em outros circuitos.

5.3.3.2. Os circuitos de alimentação dos ventiladores de controle de fumaça devem ser dimensionados para as maiores sobrecargas que os motores possam suportar e protegidos apenas contra curto-circuito.

5.3.3.3. As canalizações elétricas dos circuitos de alimentação devem ser constituídas, e protegidas, por elementos que assegurem, em caso de incêndio, a sua integridade durante o tempo mínimo de duas horas.

5.3.4. Comando dos sistemas

5.3.4.1. As instalações de controle de fumaça devem ser dotadas de dispositivo de destravamento por comandos automáticos duplicados por comandos manuais, assegurando as seguintes funções:

- 1) abertura dos registros ou dos exaustores naturais do local ou da circulação sinistrada;
- 2) interrupção das operações das instalações de ventilação ou de tratamento de ar, quando existirem, a menos que essas instalações participem do controle de fumaça;
- 3) partida dos ventiladores utilizados nos sistemas de controle de fumaça.

5.3.4.2. Nos sistemas de comando manual os dispositivos de abertura devem ser de funcionamento mecânico, elétrico, eletromagnético, pneumático ou hidráulico e acionável por comandos dispostos na proximidade dos acessos aos locais, duplicados na central de segurança, quando esta existir.

5.3.4.3. Os sistemas de comando automático devem compreender detectores de fumaça e calor, instalados nos locais, ou nas circulações, atuando em dispositivos de acionamento eletromagnéticos.

5.3.4.4. Nas instalações dotadas de comando automático deve ser assegurada a entrada em funcionamento do sistema de controle de fumaça no local sinistrado, bloqueando-se o acionamento automático dos sistemas de controle de fumaça das demais áreas adjacentes, permanecendo, entretanto, a possibilidade do acionamento por comando manual nestas áreas.

5.3.4.5. A restituição dos registros, ou dos exaustores naturais, à sua posição inicial deve ser possível, em qualquer caso, por dispositivos de acionamento manual facilmente acessível a partir do pavimento onde estejam instalados.

5.3.4.6. Nos locais equipados com instalações de extinção automática por chuveiros automáticos, deve ser assegurado que as instalações de controle de fumaça entrem em funcionamento antes daquelas.

5.3.4.7. Os sistemas de comando das instalações de extração mecânica devem assegurar que os ventiladores de extração de fumaça, só entrem em funcionamento, após a abertura dos registros de introdução de ar e de extração de fumaça do espaço sinistrado.

5.3.4.8. O comando de partida dos ventiladores não deve ser efetuado por intermédio de contactos de fim de curso nas venezianas e registros.

5.3.5. Dutos

5.3.5.1. Os dutos de um sistema de controle de fumaça devem atender as seguintes características:

- 1) ser construídos em materiais incombustíveis e ter resistência à fumaça e gases quentes por 15 minutos.
- 2) apresentar uma estanqueidade satisfatória do ar.
- 3) ter a seção mínima igual à somatória das áreas livres das aberturas que o servem em cada piso.
- 4) ter a relação entre as dimensões transversais de um duto não superior a dois.

5.3.5.2. Os dutos coletores verticais não podem comportar mais de dois desvios e qualquer um deles deve fazer com a vertical um ângulo máximo de 20°.

5.3.5.3. Em cada piso o comprimento dos ramais horizontais flexíveis de ligação ao duto coletor, não deve exceder a 2 m, a menos que seja justificado por cálculo que a tiragem requerida esta assegurada.

5.3.5.4. Para os cálculos referidos no número anterior, a fumaça deve ser considerada à temperatura de 70°C, e o ar exterior à temperatura de 21°C com uma velocidade nula.

5.3.5.5. Se os dutos atravessam locais de risco, devem ter assegurado uma resistência ao fogo equivalente ao grau das paredes que limitam estas áreas de risco.

5.3.6. Fontes de alimentação

5.3.6.1. A alimentação dos ventiladores do sistema de controle de fumaça deve ser feita a partir do quadro geral do edifício por:

- 1) Conjunto de baterias; e
- 2) Grupo gerador.

5.3.6.2. Caso o sistema de controle de fumaça seja alimentado por grupo gerador, este deve ter a sua partida automática no prazo máximo de quinze segundos em caso de falha de alimentação de energia da rede pública.

5.3.6.3. Caso o sistema de controle de fumaça seja alimentado por baterias de acumuladores, estas devem:

- 1) apenas alimentar as instalações que possuam potência compatível com a capacidade das baterias;
- 2) ser constituídas por baterias estanque, dotadas de dispositivos de carga e regulação automáticas, que devem:

- a) na presença de energia da fonte normal, assegurar a carga máxima dos acumuladores; e
- b) após descarga por falha de alimentação da energia da rede, promover a sua recarga automática no prazo máximo de trinta horas.

5.3.6.4. O tempo de autonomia deve ser de 60 minutos para edifícios com altura ≤ 30 metros e de 120 minutos para as demais ocupações.

5.3.7. Registros corta-fogo e fumaça

5.3.7.1. Os registros devem ter dispositivo de fechamento e abertura conforme a necessidade que a situação exige, baseada na lógica de funcionamento do sistema de controle de fumaça implantado.

5.3.7.2. Seu funcionamento está vinculado ao sistema de detecção de fumaça e calor.

5.3.7.3. Deve ter a mesma resistência ao fogo do ambiente onde se encontra instalado, possuindo resistência mínima de uma hora.

5.3.7.4. Devem permitir as mesmas vazões dos dutos (insuflação e extração) de onde se encontram instalados.

5.3.8. Ventiladores de extração de fumaça

5.3.8.1. Os ventiladores de extração de fumaça devem resistir, sem alterações sensíveis do seu regime de funcionamento, à passagem de fumaça em edificações com uma temperatura de 400°C, durante uma hora, em edificações até 30 m de altura, e durante duas horas, em edificações acima de 30 m de altura;

5.3.8.2. Os dispositivos de ligação dos ventiladores aos dutos devem ser constituídos por materiais incombustíveis e estáveis;

5.3.8.3. A condição dos ventiladores (em funcionamento/ parado) deve ser sinalizada na central de segurança, quando está existir.

5.4. Disposições gerais relativas ao controle de fumaça com extração natural

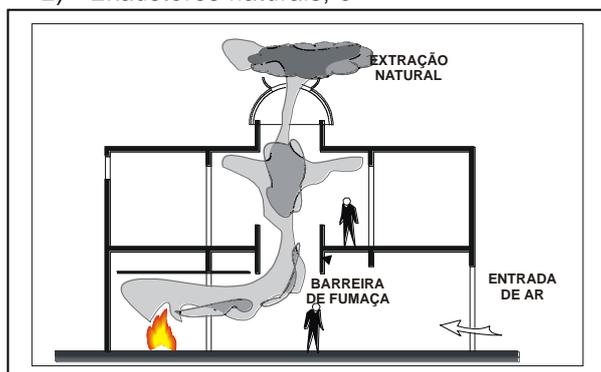
5.4.1. O controle de fumaça por extração natural é realizado por meio da introdução do ar externo e extração de fumaça, seja diretamente, seja por meio de dutos para o exterior e disposta de maneira a assegurar a ventilação satisfatória do local (ver fig 11 e 12).

Figura 11 - Exemplo de Controle de fumaça por extração natural e entrada de ar natural

Figura 12 - Exemplo de Controle de fumaça por extração natural e entrada de ar mecânica

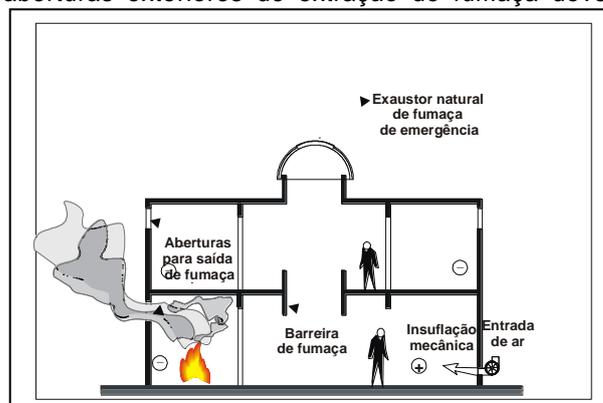
5.4.2. A extração da fumaça pode ser realizada por qualquer um dos seguintes meios:

- 1) Aberturas na fachada;
- 2) Exaustores naturais;



3) Aberturas de extração (ligadas ou não aos dutos).

5.4.3. Os exaustores naturais e as outras aberturas exteriores de extração de fumaça devem



ser instaladas de forma que à distância, medida na horizontal, a qualquer obstáculo que lhes seja mais elevado, não seja inferior à diferença de altura, com um máximo exigido de 8m.

5.4.4. Com relação à divisa do terreno, os exaustores e outras aberturas de descarga de fumaça devem distar horizontalmente no mínimo 4m.

5.4.5. Caso a condição acima não possa ser atendida, deverá ser criado um anteparo (alpendre), de forma a evitar a propagação do incêndio à edificação vizinha.

5.4.6. A abertura de introdução de ar para o controle de fumaça pode ser realizada por qualquer dos seguintes meios:

- 1) Aberturas na fachada;
- 2) Portas dos locais onde a fumaça é extraída e que dêem para o exterior;
- 3) Escadas abertas ou ao ar livre;
- 4) Aberturas de introdução posicionadas na fachada ou ligadas a dutos de captação de ar externo.

5.4.7. A abertura de introdução de ar pode ser prevista por insufladores mecânicos, desde que não haja nenhuma abertura de ar natural simultânea.

5.4.8. As aberturas de introdução de ar devem ser dispostas em zonas resguardadas da fumaça produzida em um incêndio.

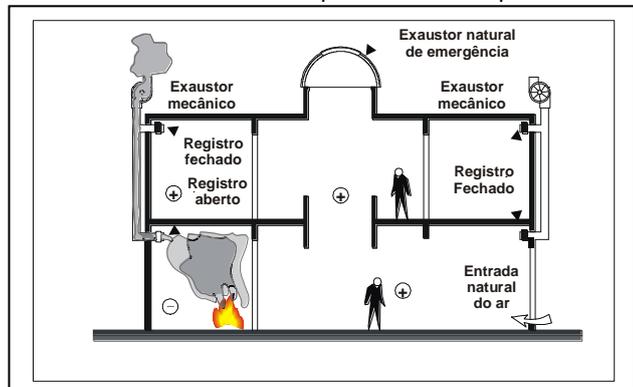
5.5. Disposições gerais relativas ao controle de fumaça com extração mecânica

5.5.1. O controle de fumaça é realizado pelas extrações mecânicas de fumaça e pela introdução do ar de forma natural ou mecânica disposta de maneira a assegurar uma ventilação do volume a proteger (fig 13 e 14).

Figura 13 - Exemplo de Controle de fumaça por extração mecânica e entrada de ar natural

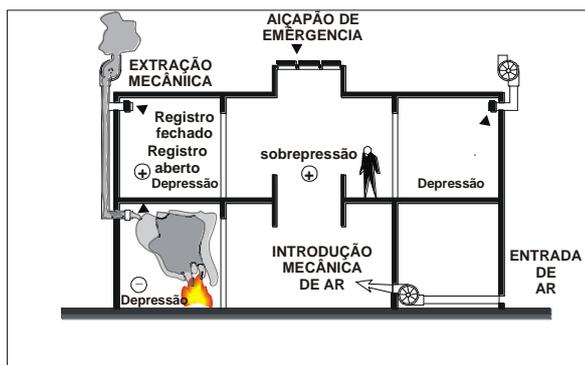
Figura 14 - Exemplo de Controle de fumaça por extração mecânica e entrada de ar mecânica

5.5.2. Esse controle pode ser complementado



por meio da sobrepressão dos espaços colocados ao abrigo da fumaça.

5.5.3. A extração de fumaça deve ser realizada pelas aberturas ligadas a ventiladores por meio de dutos;



5.5.4. A introdução de ar para controle de fumaça pode ser realizada por meios naturais ou mecânicos, da seguinte forma:

1) nas mesmas condições descritas em 5.4.5, 5.4.6 e 5.4.7; e

2) por meios mecânicos, realizados por aberturas de insuflação ligadas a ventiladores por meio de dutos.

5.5.5. Para efeito de dimensionamento, a velocidade do ar nas aberturas de insuflação deve ser inferior a 5 m/s, e a sua vazão deve ser da ordem de 60% da vazão das aberturas (ver fig.26) de extração de fumaça, à temperatura de 20°C.

5.5.6. Um sistema de ventilação ou de ar condicionado normal à edificação, pode ser utilizado para o controle de fumaça por extração mecânica, desde que:

1) atenda as mesmas exigências para um sistema exclusivo de controle de fumaça por extração mecânica; e

2) assegure o controle de abertura/fechamento de todas as aberturas normalmente abertas para o sistema normal, e que possa garantir a não intrusão

de fumaça nas demais áreas do edifício não sinistradas.

5.6. Parâmetros para dimensionamento

5.6.1. Espaços amplos

5.6.1.1. Os espaços amplos são subdivididos em:

- 1) Edificações térreas;
- 2) Grandes áreas isoladas em um pavimento; e
- 3) Edificações que possuam seus pavimentos isolados por lajes.

5.6.1.2. Para edificações térreas os seguintes parâmetros devem ser observados:

a. Extração natural dos locais

- 1) Nas edificações térreas que possuam áreas que necessitam de sistema de controle de fumaça, estas devem ser divididas em acantonamentos com uma superfície máxima de 1600 m² (fig 15)
- 2) O comprimento máximo de um lado da área de acantonamento não deve ultrapassar 60 m (fig 15).

Figura 15 - Divisão em áreas de acantonamento

3) As áreas de acantonamento devem ser delimitadas:

- a) por painéis de fumaça;
- b) pela configuração do telhado; ou
- c) pela compartimentação da área, desde que a área compartimentada atenda aos parâmetros descritos em 5.6.1.2. a. 1 e 2).
- 4) Os painéis de fumaça devem ter altura:
 - a) igual a 25% da altura média sob o teto (H),



qu
t, u
suam
altura de referência superior a 6m.

5) As superfícies das aberturas destinadas a extração da fumaça devem se situar na zona enfumaçada (H_f) no ponto mais alto possível.

6) As superfícies das aberturas destinadas a introdução de ar devem se situar na zona livre de fumaça no ponto mais baixo possível.

7) A superfície geométrica total das áreas destinadas a entrada de ar deve ser ao menos igual àquelas destinadas a extração de fumaça.

8) No caso de locais divididos em vários acantonamentos, a entrada de ar pode se fazer prevista somente pelos acantonamentos periféricos;

9) Todo ponto de um acantonamento no qual a inclinação do telhado ou teto for inferior a 10%, não deve estar separado de uma boca de extração de fumaça por uma distância horizontal superior mínima de sete vezes a altura média sob o teto;

Figura 16 - Distância entre saídas

Observação:

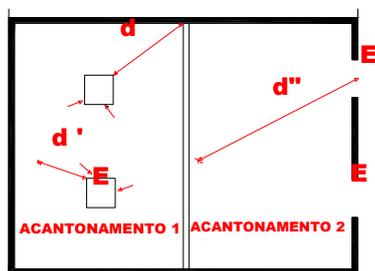
1) d, d' e d'' = distância de uma abertura de saída de fumaça;

2) d, d' e $d'' \leq 7H$ e ≤ 30 m;

10) A distância citada no item anterior não deve exceder a 30 metros;

11) Nos acantonamentos nos quais a inclinação dos telhados ou tetos for superior a 10%, as saídas de

ALTURA DE INCLINAÇÃO DO TELHADO < 10%



PLANTA BAIXA

extração de fumaça devem ser implantadas no ponto mais alto possível, a uma altura superior ou igual à altura de referência.

12) Para as ocupações que não sejam industriais, comerciais e depósitos, para o caso da superfície do acantonamento não exceder a 1000 m², a superfície útil das saídas de extração de fumaça deve corresponder a 1/200 da área de piso sob o acantonamento;

13) No caso da superfície dos locais a extrair a fumaça exceder a 1000 m², a superfície útil das saídas de extração de fumaça é determinada multiplicando-se a superfície de cada acantonamento por uma taxa (em porcentagem) obtida pelas tabelas 5 (anexo "D") e pela tabela 6 (anexo "E").

14) Para se obter a taxa citada no item anterior, deve-se preliminarmente:

- a) para edificações industriais e depósitos:
 - classificar o risco por meio das tabelas 3 e 3a (anexo "B");

- Com a classificação de risco para as áreas e ou edificações comerciais/industriais, e ainda baseado na classificação de risco e altura de estocagem para as áreas de depósito, obter o "grupo" no qual a edificação se enquadra por meio da tabela 4 (anexo "C");

- Com o "grupo" no qual a edificação se enquadra, com a altura de referência e com a altura que se pretende ter livre de fumaça, obter a taxa (porcentagem) citada no item 13) acima;

b) para as demais ocupações:

- classificar o risco baseado no tipo de ocupação conforme tabela 3b (anexo "B");

- Com a classificação de risco, com a altura de referência (H) e com a altura que se pretende ter livre de fumaça (Hf), obter a taxa (porcentagem) citada no item 13) acima.

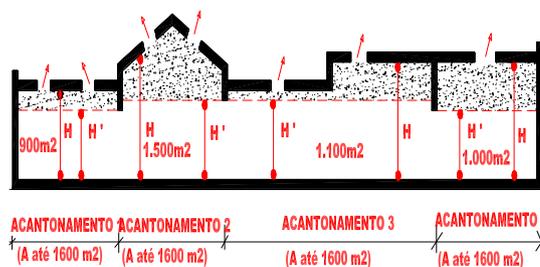
15) Um exemplo da utilização dos métodos descrito acima consta do anexo "F".

16) No acantonamento que possuir telhado com descontinuidade de altura, deve ser calculada a média das diversas alturas sob o teto ou telhado(H).

Figura 17 - Altura de referência diversificada por acantonamento

17) Quando, no mesmo local, existirem exaustores naturais no teto e aberturas de extração na fachada, estas últimas apenas podem contribuir com um terço da área total útil das aberturas de extração.

18) No caso de aberturas de extração ligada a dutos verticais, o comprimento dos dutos deve ser inferior a 40 vezes a razão entre a sua seção e o



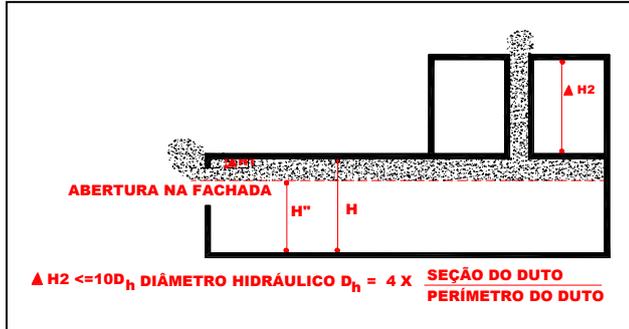
seu perímetro (fig 18).

19) A superfície útil de um exaustor natural deve ser minorada ou majorada, multiplicando-se um coeficiente de eficácia, baseada na posição (acima ou abaixo) desde exaustor em relação á altura de referência.

20) Nesse caso, a largura dos dutos esta limitada a 10 diâmetros hidráulicos ($D_h = 4 \times$ seção do duto/perímetro do duto), salvo justificação dimensionada por calculo.

Figura 18 - Diâmetro hidráulico

21) Esse coeficiente de eficácia (E) encontra-se no Anexo I, considerando-se a altura da zona enfumaçada (Hf) e da altura de referência (H).



22) O mesmo coeficiente de eficácia se aplica à superfície útil das aberturas de extração.

23) Para as aberturas nas fachadas, esse coeficiente se aplica à superfície útil dessa abertura situada dentro da zona enfumaçada.

24) O valor de “ΔH” representa a diferença de nível entre a altura de referência e a média das alturas dos pontos altos e baixo da abertura contida na zona enfumaçada.

b. Extração mecânica.

1) Os locais a extrair fumaça mecanicamente utilizam a mesma regra de divisão de acantonamento prevista para controle de fumaça natural;

2) Nas áreas de acantonamento devem ser previstas uma abertura de extração mecânica de fumaça para cada 200 metros quadrados;

3) A vazão de extração da abertura deve ser de:

a) de 1,5 m³/s para cada 100 m² para as ocupações industriais e de depósitos classificadas como “Gr 4 e GR 5”;

b) de 2,0 m³/s para cada 100 m² para as ocupações industriais e de depósitos classificadas como “Gr 6 e GR 7”;

c) de 1,0 m³/s para cada 100 m² para as demais ocupações e classificações de “GR 1 , GR2 e GR 3” de indústrias, comércio e depósitos.

4) A vazão mínima por acantonamento deve ser de:

a) 3 m³/s para industriais e depósitos com classificação de “GR6 e GR 7”;

b) 2,5 m³/s para industriais e depósitos com classificação de “GR4 e 5”;

c) 1,5 m³/s para as demais ocupações e classificações de “GR 1 , GR2 e GR 3” de indústrias, comércio e depósitos

5) Um ventilador pode servir no máximo, ao mesmo tempo, as aberturas de extração de dois acantonamentos;

a) Neste caso, sua vazão fica determinada pelo acantonamento maior;

6) As entradas de ar para este sistema podem ser feitas seja mecanicamente ou naturalmente; pelos acantonamentos periféricos.

c. Extração comum a vários ambientes,

1) Para extração mecânica comum a vários ambientes as seguintes regras devem ser observadas:

a) dois locais separados por paredes resistentes ao fogo podem ter extração de fumaça a partir de um sistema único;

b) a vazão mínima de extração deve ser superior ou igual à vazão correspondente à extração do maior acantonamento entre eles.

c) Os dutos de extração, nesses casos, devem respeitar o isolamento corta-fogo existente entre os locais.

2) É possível utilizar um sistema de extração natural e um sistema de extração mecânico desde que estejam em acantonamentos diferentes;

Figura 19 - Extração comum

5.6.1.3. Grandes áreas em um pavimento e/ou Edificações de múltiplos pavimentos que possuam seus pavimentos isolados por lajes, os seguintes parâmetros devem ser observados:



Figura 20 – Edifício com múltiplos pavimentos isolados por Lages



3) Em um mesmo pavimento a escolha do sistema de extração de fumaça para as diversas áreas deve observar o contido no item 5.1.2.

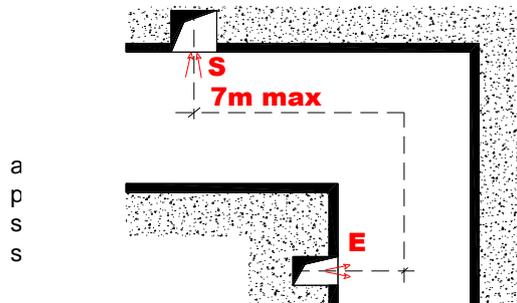
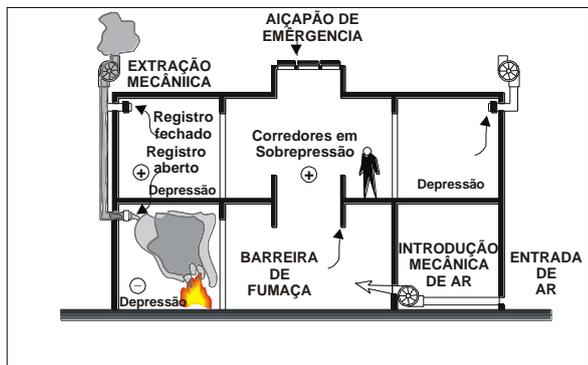
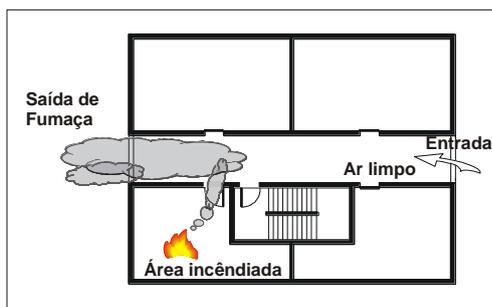
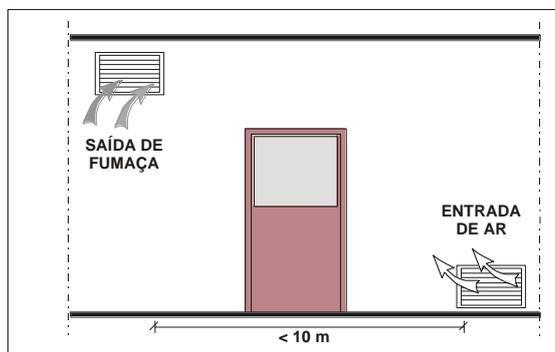


Figura 24 - Posição de aberturas de extração e introdução de ar

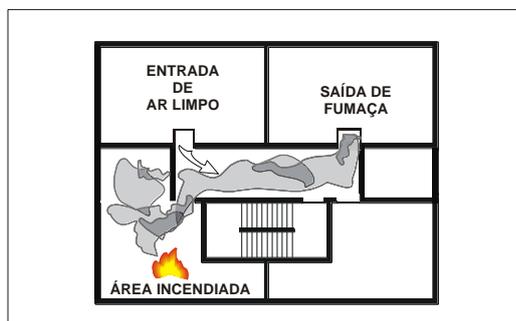
2)
 Fig



b c
ir
F e



3)
 (fig



ido

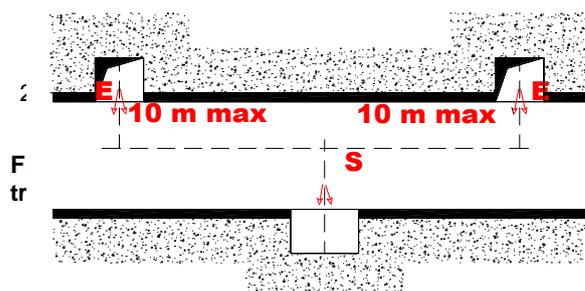
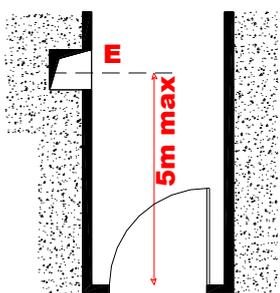


Figura 23 - Controle por sobrepessão

- c. As aberturas para introdução de ar não devem ser em número inferior às destinadas a extração de fumaça;
- d. Toda porta de acesso ao local deve distar no máximo 5m das aberturas de introdução de ar e extração de fumaça;(fig. 27)

Figura 27 – Distância de introdução de ar de portas de acesso

e. altura de referência.



de
or
er

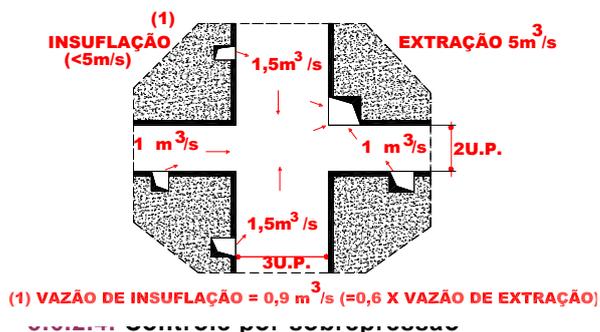
IT

a
do
da

- g. A abertura para introdução de ar deve ter a sua parte mais alta a menos de 1 m do pavimento.
- h. As aberturas existentes nas fachadas podem ser equiparadas a aberturas de introdução de ar e extração de fumaça simultaneamente, desde que:
- 1) a área livre considerada para extração de fumaça se situe na metade superior do vão e atender ao contido na letra "f." acima;
 - 2) área livre considerada para introdução se situe na metade inferior da abertura e atenda a letra "g." anterior.

- a. Para o sistema de extração mecânica adota-se o contido em 5.6.2.2 letras "a.", "d.", "f." e "g."
- b. A distância máxima, medida segundo o eixo da circulação, entre duas aberturas consecutivas de introdução e extração deve ser de:
- 1) 15 m nos percursos em linha reta;e
 - 2) 10 m nos outros percursos.
- c. As áreas da circulação compreendidas entre uma abertura para introdução de ar e uma boca de extração de fumaça devem ter uma vazão de extração não inferior a 0,5m³/s por unidade de passagem da circulação (fig 28).

Figura 28 - Resumo geral de aberturas de extração de fumaça e entrada de ar em um pavimento



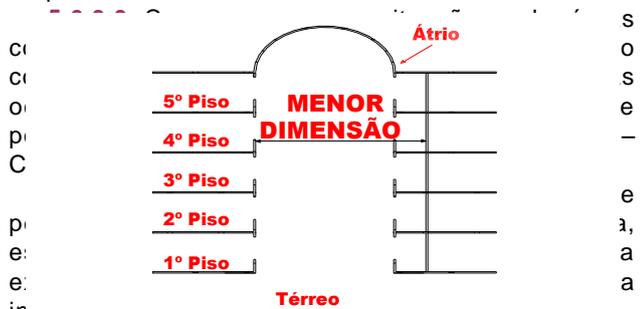
- a. O controle de fumaça por sobrepressão de rotas horizontais enclausuradas, em relação a locais sinistrados, apenas é permitido se estes dispuserem de uma instalação de controle de fumaça por sistemas mecânicos.
- b. Neste caso deve ser estabelecida uma diferença de pressões da ordem de 20 Pa entre as circulações horizontais e os locais sinistrados.
- c. Este tipo de controle é permitido para circulações que não possuam carga incêndio ou com revestimento de Classe I ou IIA quanto á propagação.
- d. No caso acima descrito, as áreas de circulação devem dispor de instalações de controle de fumaça conforme descritas em 5.6.2.3 e 5.6.2.4.
- e. Quando a circulação horizontal for dotada de antecâmara pressurizada, a diferença de pressão referida no item b) acima, deve ser criada pela antecâmara.

5.6.2.3. Extração mecânica

5.6.3. Subsolos

5.6.3.1. Os subsolos quando não forem destinados a estacionamentos devem possuir sistema de controle de fumaça com introdução de ar e extração de fumaça mecânicos.

5.6.3.2. Os parâmetros de área de acantonamento e dimensionamento devem atender ao prescrito em 5.6.1.2. "b.".



5.6.3.4. Dispensa-se da compartimentação contida na letra anterior desde que seja isolada por barreiras de fumaça conforme 5.3.1.

5.6.4. Átrios

5.6.4.1. Os átrios classificam-se quanto à comunicação com o exterior em:

a. Átrio ao Ar livre que são aqueles que possuem um volume livre fechado sob todas as suas faces laterais, cuja menor dimensão é inferior ou igual a altura da edificação, e que não comporta nenhuma oclusão em sua parte superior (fig 29).

Figura 29 - Átrio ao ar livre

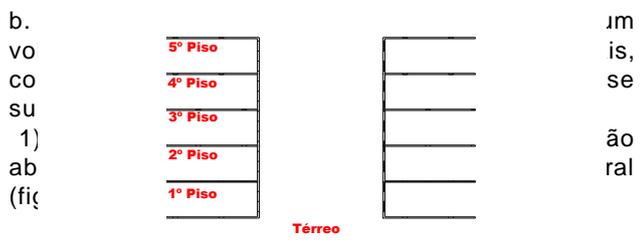


Figura 30 - Átrio coberto aberto

2) Átrios cobertos fechados cujos níveis (à exceção do nível inferior) são fechados por uma parede, mesmo se ela comporta aberturas, balcões ou uma circulação horizontal aberta (fig 31 e 32);

Figura 31

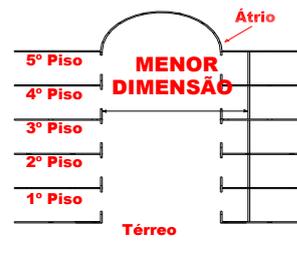
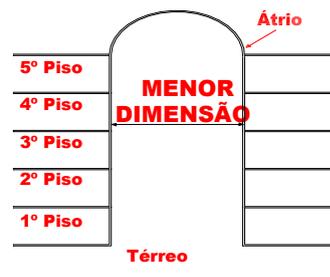


Figura 32



c. Os átrios para efeito desta IT, classificam-se quanto a:

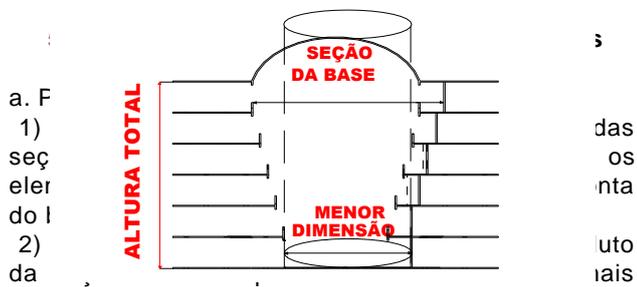
- 1) paredes verticais para os átrios fechados (fig. 29 e 30);
- 2) pontas dos balcões e paredes verticais para os átrios abertos sobre uma face e fechados para a outra (fig. 31);

Figura 33 - Átrio considerado aberto de um lado e fechado do outro

e. A dimensão do diâmetro do cilindro citado na letra anterior deve ser de $\sqrt{7h}$ (raiz quadrada de sete vezes a altura), sendo h a altura do piso mais baixo ao piso mais alto do átrio (fig 34).

Figura 34 - Dados relativos a um átrio coberto padronizado

f. Os átrios não padronizados são todos aqueles que não atendem a regra estabelecida na alínea "d." acima.



- 1) das seções de base.
- 2) O elemento de base do átrio é o teto do último nível do átrio.
- 3) A menor dimensão de um átrio, como o diâmetro do cilindro reto descrito em 5.6.4.1 "e." (fig 35).
- 4) Para cada nível, a seção de vazio entre elementos de construção deve ser ao menos igual a metade dessa seção da base.
- 5) A fim de impedir a invasão dos andares superiores pela fumaça, será indispensável isolar do átrio os níveis situados na metade superior do volume a extrair a fumaça por elementos de construção fixos, dispostos na periferia do vazio entre os elementos de construção (ponta dos balcões ou paredes verticais) (fig33).
- 6) Esses elementos podem ser vidros ou outro material de difícil inflamabilidade.
- 7) A colocação desses elementos não tem influência sobre a determinação da menor dimensão do átrio.
- 8) O contido no item 5) anterior poderá ser substituído pela colocação em sobrepessão das áreas adjacentes e que se comunicam com o átrio, desde que no dimensionamento da vazão de

extração do mesmo, seja computado estas vazões adicionais.

Figura 35 – Fechamento do átrio

5.6.4.3. Métodos de Controle de Fumaça para Átrios Padronizados



nao ultrapassa a 8 metros, e a seção de base tem dimensões mínimas de 5m x 5 m.

- 2) Os sistemas de controle de fumaça podem ser obtidos:
 - a) naturalmente pelas aberturas instaladas na parte alta do átrio, por meio de uma superfície livre igual a 1/100 da seção de base com um mínimo de 2 m²; e
 - b) mecanicamente com uma vazão de extração igual a 1 m³/s para cada 100 m² de seção de base, e com um mínimo de 3 m³/s.
 - 3) No controle de fumaça por extração natural, as entradas de ar devem ter uma superfície livre equivalente àquelas das extrações de fumaça.
 - 4) No controle de fumaça por extração mecânica, a velocidade da passagem de ar deve ser inferior ou igual a 2 m/s para as aberturas de ar naturais, e a 5 m/s para as entradas de ar mecânicas;
 - 5) Para as áreas adjacentes, caso seja exigida o controle de fumaça, estas devem:
 - a) serem separadas por barreiras de fumaça;
 - b) atender os critérios contidos em 5.6.1.3 (Grandes áreas isoladas em um pavimento e edificações de múltiplos andares que possuam seus pavimentos isolados por lajes), 5.6.2 (rotas de fuga horizontal e Mall) e 5.6.3 (Subsolos)
- c. Átrios com carga incêndio inferior a 190 Mj/m² e Classe I e IIA quanto a propagação de chama e emissão de fumaça.**

1) Os sistemas de controle de fumaça podem ser obtidos:

a) naturalmente pelas aberturas instaladas na parte alta do átrio, por meio de uma superfície livre igual a 1/100 da seção de base, com um mínimo de 2 m²;

b) mecanicamente, com uma vazão de extração igual a 1 m³/s por para cada 100 m² da seção de base, e com um mínimo de 3 m³/s;

c) Para ambos os casos a introdução de ar pode ser natural ou mecânica;

d) Para o controle de fumaça por extração natural, as introduções de ar devem ter uma superfície livre equivalente àquela das extrações de fumaça.

e) Para o controle de fumaça por extração mecânica, as introduções de ar devem ter a mesma vazão adotada para extração de fumaça, permitindo uma velocidade média de 2m/s para introdução de ar natural e 5m/s para introdução de ar mecânica.

d. Demais átrios padronizados

1) Os sistemas de controle de fumaça podem ser obtidos:

a) naturalmente por meio de aberturas situadas na parte alta do átrio, por meio de uma superfície livre igual a 1/15 da seção de base do volume do átrio;

b) mecanicamente efetuada na parte alta, equivalente a doze trocas por hora do volume da base do átrio;

2) As introduções de ar devem estar situadas na parte baixa do átrio, devendo:

a) para sistema natural, ter uma superfície livre equivalente àquela das extrações de fumaça;

b) para sistema mecânico, ter a mesma vazão adotada para extração de fumaça, permitindo uma velocidade média de 2m/s para introdução de ar natural e 5m/s para introdução de ar mecânica.

e. Átrios não padronizados

1) Três alternativas diferentes poderão ser utilizadas para o dimensionamento do controle de fumaça:

a) Modelo em escala usando escala física reduzida, seguindo regras estabelecidas, no qual testes em pequena escala são conduzidos para determinar os requisitos e necessidades do sistema de controle de fumaça a ser projetado.

b) Álgebra, que são equações fechadas derivadas primariamente da correlação de resultado experimental de grande e pequena escala.

c) Modelos dimensionados por programas (computador) usando ambos, teoria e valores empiricamente derivados para estimar as condições no espaço.

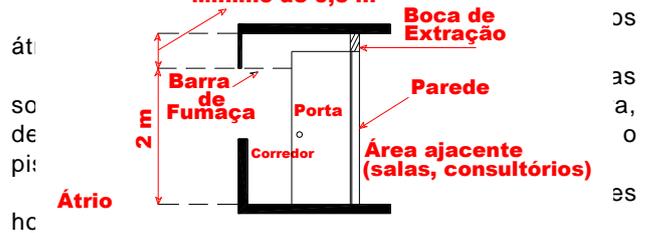
2) Esta IT detalha o modelo algébrico, entretanto outros modelos podem ser utilizados por profissionais habilitados, que devem apresentar os resultados ao Corpo de Bombeiros por meio de Comissão Técnica.

3) No caso da utilização do Modelo em Escala ou de Modelo dimensionados por programas (computador), uma vasta literatura encontra-se na NFPA 92B;

4) Para dimensionar o sistema algébrico deve-se aplicar os conceitos e formulas contido no Anexo "G".

5.6.5. Espaços adjacentes aos átrios

5.6.5.1. Entende-se por espaços adjacentes ao átrio as lojas, circulações horizontais, escritórios e de



hc

a. ter extração de fumaça por sistemas mecânicos;

b. prever painéis de fumaça perpendiculares e com a mesma altura das barreiras de fumaça, citada em 5.3.1, e espaçadas a cada 30 m formando áreas de acomodação de fumaça;

c. ter no mínimo duas aberturas de extração de fumaça posicionadas no teto em cada área de acomodação de fumaça;

1) A distância máxima, medida segundo o eixo da circulação, entre duas aberturas consecutivas de extração deve ser de:

a) 10 m nos percursos em linha reta; e

b) 7 m nos outros percursos.

d. Ter as aberturas de introdução de ar, abaixo da zona enfumaçada, posicionada na metade inferior da altura média do teto ou telhado.

5.6.5.5. Os demais espaços adjacentes ao átrio são classificados em:

a. Locais fechados com acesso à circulação por meio de uma porta, e separados do átrio por uma circulação horizontal aberta (ex.: escritórios, consultórios, quartos e etc) (fig.36);

b. Locais diretamente abertos à circulação horizontal, porém separados do átrio por uma circulação horizontal (ex.: lojas comerciais, galerias de exposição, restaurantes e etc) (fig.37);

c. Locais diretamente abertos sob o átrio (fig. 38).

5.6.5.6. Locais fechados com acesso à circulação por meio de uma porta, e separados do átrio por uma circulação horizontal aberta.

Figura 36 – Exemplo de Locais fechados com acesso à circulação por meio de uma porta

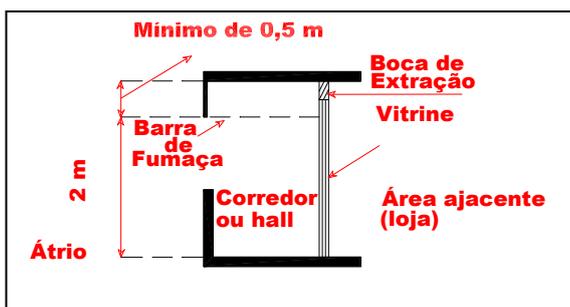
5) os subsolos devem atender á 5.6.3 e o item 2) acima;

a. Estes locais devem ter:

- 1) controle de fumaça específico de acordo com está IT;
- 2) extração de fumaça na circulação horizontal, (Ex: malls com uma vazão de 4m³/s por cada área de acomodação de fumaça);
- 3) uma velocidade média nas aberturas de introdução de ar da circulação horizontal de 5m/s; e
- 4) atender item 5.6.5.4.

5.6.5.7. Locais diretamente abertos à circulação horizontal, porém separados do átrio por uma circulação horizontal.

Figura 37 - Exemplo de Locais diretamente abertos porém separados do átrio por uma circulação horizontal



a. Caso estes locais tenham área de construção inferior ou igual a 300 m² por unidade:

- 1) dispensa-se o controle de fumaça destes espaços adjacentes;
- 2) deve-se prever o controle de fumaça das circulações horizontais, com uma vazão de 8m³/s por cada área de acomodação de fumaça; e
- 3) ter uma velocidade média nas aberturas de introdução de ar da circulação horizontal de 5m/s.
- 4) atender item 5.6.5.4; e
- 5) os subsolos que devem atender á 5.6.3 e o item 2) acima;

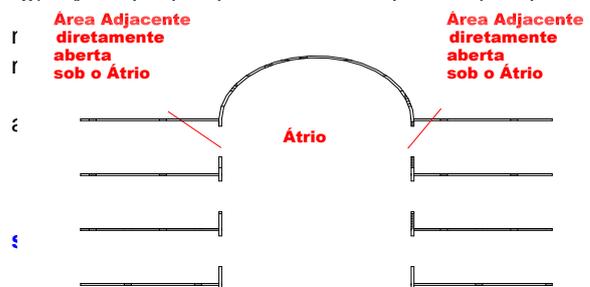
b. Caso estes locais tenham área superior a 300 m² por unidade, devem:

- 1) ter controle de fumaça específico de acordo com está IT;
- 2) ter extração de fumaça na circulação horizontal, com uma vazão de 4m³/s por cada área de acomodação de fumaça;
- 3) ter uma velocidade média nas aberturas de introdução de ar da circulação horizontal de 5m/s;
- 4) Atender item 5.6.5.4;e

5.6.5.8. Locais diretamente abertos sob o átrio.

Figura 38 - Exemplo de Locais diretamente abertos sob o átrio

- 1) Estes locais devem ser divididas em áreas de acantonamento de no máximo 1600 m².
- 2) O controle de fumaça destas áreas deve ser mecânico, posicionadas junto ao teto, com uma vazão de 1 metro cúbico por segundo para cada 100 metros quadrados de área de acantonamento, com uma vazão mínima de 10,5 m³/s para cada acantonamento.



5.7.1.1. Todo sistema de controle de fumaça deve ser submetido a uma simulação de falha de análise, para determinar o impacto de erros de projeto, operação indevida do sistema ou operação parcial de cada componente principal do sistema.

5.7.1.2. Particularmente merecem atenção os sistemas que tem por objetivo manter uma pressão ou o equilíbrio entre áreas adjacentes , visando controlar o movimento da fumaça para o átrio.

5.7.1.3. Deve ser previsto que a falha na operação de um determinado componente, poderá causar a reversão do fluxo de fumaça e a queda da camada de fumaça a níveis perigosos.

5.7.1.4. Deverá ainda ser verificado, quando da ocorrência de uma falha, o grau em que as operações de controle de fumaça serão reduzidas e

a probabilidade de se determinar estas falhas durante a operação do sistema.

5.7.2. Quanto à confiabilidade.

5.7.2.1. A confiabilidade no sistema de controle de fumaça depende de seus componentes individuais, da dependência funcional entre estes, bem como no grau de redundância previsto.

5.7.2.2. Uma avaliação deve ser elaborada para cada componente do sistema e/ou o seu conjunto, a fim de verificar se o sistema não sofre uma pane quando submetido a um incêndio.

5.7.2.3. Desta forma, além da previsão de uma manutenção constante e de testes de funcionamento do sistema, torna-se necessária uma análise total sobre a sua confiabilidade.

5.7.2.4. A supervisão dos componentes aumenta a confiabilidade no sistema, pode ser obtida por meio das indicações audiovisuais da ocorrência de uma falha, que possibilita a rápida solução do problema.

5.7.3. Quanto aos testes periódicos

5.7.3.1. Devem ser criados alguns meios para testar periodicamente o sistema, a fim de se verificar, e confiar, na performance e funcionamento correto do sistema de controle de fumaça.

5.7.3.2. Esses meios de teste não devem ser obtidos por equipamentos especiais, mas baseado nos próprios equipamentos constituintes do próprio sistema.

5.8. Equipamentos e Controle

5.8.1. Informações Gerais

5.8.1.1. A dinâmica, flutuação, coluna e estratificação da fumaça, juntamente com a largura e altura dos átrios, devem ser considerados na escolha do sistema de controle de fumaça.

5.8.1.2. Cuidados especiais devem ser adotados para edificações que tenham temperaturas internas elevadas, decorrente da capacidade dos elementos construtivos de fechamento lateral e cobertura do átrio suportarem este acréscimo de temperatura.

5.8.2. Sistema de renovação do ar

5.8.2.1. Os sistemas de ar condicionados podem ser adaptados para funcionar na admissão de ar externo, desde que, as grelhas estejam posicionadas corretamente e possuam capacidade e permitam velocidades apropriadas.

5.8.2.2. Neste caso, estes sistemas devem prevenir a admissão de ar, até que o fluxo de exaustão tenha sido estabilizado, visando evitar a entrada de ar não controlada na área de fogo.

5.8.2.3. Quanto a utilização na exaustão de fumaça, geralmente os sistemas de ar condicionado não têm a capacidade para este fim, decorrente de não possuírem grelhas para exaustão, localizadas nos locais apropriados para uma eficiente exaustão

5.8.2.4. Caso o sistema de ar condicionado não integrar o sistema de controle de fumaça, cuidados especiais devem ser observado para que:

- a. o sistema de ar condicionado seja desligado imediatamente quando da ocorrência do incêndio;
- b. sejam previstos meios internos aos dutos, a fim de se evitar a propagação de fumaça e gases nocivos a outros para áreas adjacentes e pisos superiores ao local sinistrado.

5.8.3. Sistemas de controle

5.8.3.1. A simplicidade deve ser o objetivo do gerenciamento do sistema de controle de fumaça.

5.8.3.2. Sistemas complexos devem ser evitados, pois:

- a. tendem a ser confusos;
- b. podem não ser instalados corretamente;
- c. podem não permitir testes apropriados;
- d. geralmente não refletem a realidade em caso de um incêndio.

5.8.4. Coordenação

5.8.4.1. O sistema de gerenciamento deve coordenar completamente o sistema de controle de fumaça.

5.8.4.2. Devem gerenciar a sinalização de todos os sistemas que interferem ou contribuem com o sistema de controle de fumaça (sistema de chuveiros automáticos, sistema de ar condicionado, sistema de detecção e etc.).

5.8.5. Tempo de resposta

5.8.5.1. A ativação do sistema de controle de fumaça deve iniciar-se imediatamente após receber o comando/aviso de ativação.

5.8.5.2. O gerenciamento deve ativar todos os componentes que compõe o sistema de controle de fumaça na seqüência necessária e projetada para um perfeito funcionamento.

5.8.5.3. Cuidados especiais devem ser observados quando do desligamento do sistema de controle de fumaça, a fim de evitar danos.

5.8.5.4. O tempo total de resposta, incluindo aquele necessário para a detecção, parada de operação do sistema de ar condicionado (quando houver) e entrada em operação do sistema de controle de fumaça, devem ser projetados para que

o ambiente interno da edificação não se torne perigosos.

5.8.6. Instrumentalização e supervisão dos sistemas de controle de fumaça

5.8.6.1. Cada componente ou parte do sistema precisa de meios para assegurar que entre em operação quando necessário.

5.8.6.2. Os meios podem variar de acordo com a complexidade do sistema.

5.8.6.3. As seguintes confirmações devem ser observadas:

- a. acionamento de ventiladores e insufladores de ar externo.
- b. ativação de exaustores por meio de pressão do duto,
- c. ativação de insufladores de ar;
- d. problemas de energia ou controle dos sistemas de instalação elétrica;
- e. obstruções ao fluxo de ar e extração de fumaça;
- f. falha geral no sistema; e
- g. outras essenciais ao bom funcionamento do sistema;

5.8.7. Acionamento manual

5.8.7.1. O acionamento manual de todos os sistemas deve estar localizado numa área central.

5.8.7.2. Tais controles devem estar aptos a superar quaisquer falhas de acionamento automático.

5.8.8. Fornecimento elétrico

5.8.8.1. Instalações elétricas devem atender aos requisitos das Normas Técnicas Oficiais.

5.8.8.2. Essas instalações devem estar localizadas em áreas, que não serão afetadas pelo incêndio.

5.8.9. Materiais

5.8.9.1. Materiais e equipamentos utilizados para o controle de sistemas de fumaça devem ser apropriados ao fim a que se destinam.

5.8.10. Testes

5.8.10.1. O sistema de controle de fumaça e seus e subsistemas, devem ser testado nos critérios especificados em projeto.

5.8.10.2. Os procedimentos de teste são divididos em três categorias:

- a. testes dos componentes do sistema;
- b. testes de aceitação; e
- c. testes periódicos e de manutenção.

5.8.11. Testes dos componentes do sistema

5.8.11.1. Os objetivos dos testes dos componentes do sistema são de estabelecer que a instalação final satisfaça os requisitos do projeto, funcione corretamente e esteja pronta para os testes de aceitação.

5.8.11.2. A responsabilidade pelos testes é da firma instaladora, acompanhada pelo projetista.

5.8.11.3. Antes do teste, o responsável técnico por ele deve verificar a integridade da edificação, incluindo os seguintes aspectos arquitetônicos:

- a. Integridade de qualquer parte, andar ou outra obstrução que resista à passagem da fumaça;
- b. o projeto de fogo esperado (caso seja dimensionado);
- c. o perfeito fechamento de portas e elementos de construção considerados no projeto de controle de fumaça;
- d. a rapidez, volume, sensibilidade, calibragem, voltagem e amperagem .

5.8.11.4. Os resultados dos testes devem ser documentados por escrito.

5.8.11.5. O teste deve incluir os seguintes subsistemas, na medida que podem afetar ou ser afetados pela operação do sistema de gerenciamento de fumaça:

- 1) sinalização de detecção do incêndio.
- 2) sistema de gerenciamento de energia;
- 3) equipamento de ar condicionado;
- 4) sistema de controle de temperatura;
- 5) fontes de energia;
- 6) interrupção de energia;
- 7) sistemas automáticos de supressão;
- 8) operação automática de portas e fechamentos;e
- 9) outros sistemas que interferem no sistema de controle de fumaça;

5.8.12. Testes de Aceitação

5.8.12.1. O teste de aceitação deve confirmar que as instalações finais dos equipamentos/subsistemas que integram o sistema de controle de fumaça estão de acordo com o projeto e funcionamento apropriadamente.

5.8.12.2. Todas as documentações dos testes dos componentes do sistema devem estar disponíveis para inspeção.

5.8.12.3. Os seguintes parâmetros precisam ser mensurados durante a aceitação do teste:

- a. taxa volumétrica total;
- b. velocidades do fluxo de ar;
- c. direções do fluxo de ar;
- d. enclausuramento de abertura das portas (quando constantes do projeto);
- e. diferenciais de pressão;e
- f. temperatura ambiente.

5.8.12.4. Antes de iniciar o teste de aceitação, todo o equipamento da edificação devem ser colocados em funcionamento, incluindo os equipamentos que não são utilizados no sistema de controle de fumaça, mas que podem influenciar em seu desempenho, tais como a exaustão nos banheiros, elevadores, casa de máquinas e outros sistemas similares.

5.8.12.5. A velocidade do vento, direção, e temperatura externa devem ser registradas para cada dia de teste.

5.8.12.6. O sistema alternativo de energia da edificação também deve ser testado.

5.8.12.7. O teste de aceitação deve demonstrar de que os resultados esperados em projeto estão sendo obtidos.

5.8.12.8. Os testes com bombas de fumaça não fornecerão calor, e flutuação da fumaça como um fogo real, e não se prestam para avaliar a real performance do sistema.

5.8.12.9. Mediante conclusão dos testes de aceitação, uma cópia de todos os documentos de teste operacionais deverá ser entregue ao proprietário, e estar disponível na edificação.

5.8.13. Manuais e instruções

5.8.13.1. As informações visando sobre a operação básica e manutenção do sistema, devem ser fornecidas ao proprietário.

5.8.14. Testes para obtenção do AVCB

5.8.14.1. Um teste geral de funcionamento deve ser executado, quando da vistoria para obtenção do AVCB.

5.8.15. Modificações

5.8.15.1. Caso ocorra mudança na edificação, um novo projeto de controle de fumaça deve ser elaborado, e após sua implantação, ser realizados todos os testes descritos acima.

5.8.16. Testes periódicos

5.8.16.1. Uma manutenção deve incluir testes periódicos de todos os equipamentos, como sistema de acionamento, ventiladores, obturadores e controles dos diversos componentes do sistema.

5.8.16.2. Os equipamentos que compõem o sistema de controle de fumaça devem ser mantidos de acordo com as recomendações dos fabricantes.

5.8.16.3. Os testes periódicos devem verificar se o sistema instalado continua a operar de acordo com o projeto aprovado.

5.8.16.4. A frequência de teste deve ser semestral, e realizada por pessoas que possuem conhecimento da operação, funcionamento do teste e manutenção dos sistemas.

5.8.16.5. Os resultados dos testes devem ser registrados.

5.8.16.6. Para este teste, o sistema de controle de fumaça deverá ser operado na seqüência especificada em projeto.

5.9. Outros métodos de dimensionamento

5.9.1. Os objetivos da proteção por controle de fumaça contidos nesta instrução podem encontrar uma variedade de metodologias de dimensionamento.

5.9.2. Esses métodos podem ser aceitos, desde que baseados em normas de renomada aceitação, previamente submetidas à aprovação do Corpo de Bombeiros por meio de Comissão Técnica

“ANEXO A – Tabela 2 – Determinação dos locais onde deve haver controle de fumaça”

Característica da edificação	H > 60 m	Subsolos	Inexistência de isolamento vertical interna, conforme notas das tabelas 6B, 6C, 6D, 6E, 6F.3, 6H.1, 6H.2 e 6H3 do dec. Est. 46.076/2001;
Ocupação	Locais a proteger		
Serviços de Hospedagem	Corredores; ⁽¹⁾ Áreas adjacentes a corredores, destinadas a concentração de pessoas e comércio ⁽³⁾ (ex.: restaurante, lojas, auditórios e salões de convenções)	Todas os locais com ocupação distinta de estacionamento; ⁽²⁾	Átrio; Corredores; Áreas adjacentes a corredores, destinadas a concentração de pessoas e comércio; (ver 5.6.5.7 desta IT)
Comercial;	Corredores; ⁽¹⁾ Áreas adjacentes a corredores ; ⁽³⁾	Todas os locais com ocupação distinta de estacionamento; ⁽²⁾	Átrio; Corredores; Áreas adjacentes conforme especificado em 5.6.5.7 desta IT;
Serviços profissionais;	Corredores; ⁽¹⁾ Áreas adjacentes a corredores ⁽³⁾	Todas os locais com ocupação distinta de estacionamento; ⁽²⁾	Átrio; Corredores; Áreas adjacentes conforme especificado em 5.6.5.7 desta IT;
Educacional e cultura física;	Corredores; ⁽¹⁾ Áreas adjacentes a corredores, destinadas a concentração de pessoas e comércio ⁽³⁾ (ex.: restaurante, lojas, auditórios e salões de convenções)	Todas os locais com ocupação distinta de estacionamento; ⁽²⁾	Átrio; Corredores; Áreas adjacentes a corredores, destinadas a concentração de pessoas; (ver 5.6.5.7 desta IT)
Reunião Pública;	Corredores; ⁽¹⁾ Áreas adjacentes a corredores ⁽³⁾ ;	Todas os locais com ocupação distinta de estacionamento; ⁽²⁾	Átrio; Corredores; Áreas adjacentes conforme especificado em 5.6.5.7 desta IT;
Serviço de Saúde e Institucional;	Corredores; ⁽¹⁾ Áreas adjacentes a corredores, destinadas a concentração de pessoas e comércio ⁽³⁾ (ex.: restaurante, lojas, auditórios e salões de convenções)	Todas os locais com ocupação distinta de estacionamento; ⁽²⁾	Átrio; Corredores; Áreas adjacentes conforme especificado em 5.6.5.7 desta IT;

Tabela 2 a – Determinação dos locais onde deve haver controle de fumaça”

Característica da edificação	H > 60 m	Subsolos	H > 12 m
Ocupação	Qualquer classificação	Qualquer classificação	Para as classificações I-3, J-3 e J-4.
Industrial	Corredores; ⁽²⁾ Áreas adjacentes;	Todas os locais com ocupação distinta de estacionamento; ⁽²⁾	Corredores; Átrio; Áreas adjacentes;
Depósitos	Corredores; ⁽²⁾ Áreas adjacentes;	Todas os locais com ocupação distinta de estacionamento; ⁽²⁾	Corredores; Átrio; Áreas adjacentes;

Notas específicas:

(1) – Dispensa-se da proteção para corredores cujo caminamento entre a porta de saída das unidades e uma escada protegida seja igual ou inferior a 5 metros;

(2) – Todos os subsolos destinados a estacionamento devem atender ao item 5.6.6.3 a. desta IT;

(3) – Dispensa-se da proteção se a área adjacente for subdividida em compartimento inferior a 300 m²;

“ANEXO B – LISTA DE CLASSIFICAÇÃO DE RISCOS COMERCIAIS”

“TABELA 3 - CLASSIFICAÇÃO DE RISCOS COMERCIAIS”		
Descrição das atividades	Riscos relativos ao Comércio	Riscos relativos a estocagem do produto
Açougue	RC2	RE1
Alfaiatarias/costureiras	RC3	RE2
Antiquidades/ objetos usados/leiloeiros/casa de penhores	RC3	RE3
Armarinhos	RC3	RE2
Armas	RC3	RE1
Acessórios de auto	RC3	RE3
Bijuterias /joalheria	RC2	RE1
Borracheiro	RC3	RE3
Brinquedos	RC3	RE3
Câmara frigorífica	RC3	RE1
Congelados	RC3	RE1
Diversões eletrônicas	RC3	RE3
Drogaria	RC3	RE3
Artigos de escritório/ papelaria	RC3	RE2
Artigos esportivos	RC3	RE2
Jornais/revistas	RC3	RE2
Mercearia/quitandas	RC1	RE2
Lojas comerciais/supermercados	RC3 ⁽¹⁾ (áreas comuns e loja)	RE3
Máquinas em geral (mecânica)	RC1	RE1
Perfumaria, loja de artigos	RC3	RE3
Adega , vinhos	RC3	RE2
Loja de decoração	RC3	RE2
<p>Obs.: Considerado RC para as áreas comuns de shopping e lojas menores de 300 m² , sendo que para as lojas maiores que 300 m² e riscos especiais deverá ser classificado pelo risco predominante.</p>		

**“ANEXO C – LISTA DE CLASSIFICAÇÃO DE RISCOS COMERCIAIS,
INDUSTRIAIS E DEPÓSITOS”**

“TABELA 3a - CLASSIFICAÇÃO DE RISCOS COMERCIAIS, INDUSTRIAIS E DEPÓSITOS”			
Descrição das atividades	Riscos relativos ao Comércio	Riscos relativos á área de fabricação do produto	Riscos relativos á depósito de matéria prima, expedição ou depósito de produto acabado (estocagem)
Produtos Têxteis, Tecidos e Fios			
Fibras têxteis naturais, produção de algodão, cânhamo, juta, linho, lã, seda e etc;	RRC3	RF1	RE2
Tecidos estampados, alvejados e bordados	RRC3	RF1	RE2 ou RE3 ⁽¹⁾
Tecidos, algodão, cânhamo, juta, linho,ráfia, lã e etc	RRC3	RF1	RE2 ou RE3 ⁽¹⁾
Tecido, seda (artificial/ natural), meias e roupas íntimas femininas	RRC3	RF1	RE2 ou RE3 ⁽¹⁾
Têxteis, artigos (roupas, vestimentas e etc)	RRC3	RF1	RE2 ou RE3 ⁽¹⁾
Fibras sintéticas	RRC3	RF1	RE2
Tecidos sintéticos, nylon, rayon-viscose e acetato	RRC3	RF1	RE2 ou RE3 ⁽¹⁾
Ataduras	RRC3	RF1	RE2 ou RE3 ⁽¹⁾
Mallharia	RRC3	RF1	RE2
BEBIDAS			
Bebidas alcoólicas	RC3	RF1	RE2
Bebidas sem álcool (Ex.: Refrigerantes)	RC3	RF1	RE2
Cervejaria/Lúpulo	RC2	RF1	RE1
Malte	RC3	RF1	RE1
Auto/Aviões/Barcos			
Acessórios de autos	RC3	RF1	RE2 ou RE3 ⁽¹⁾
Autos	RC3	RF1	RE2 ou RE3 ⁽¹⁾
Aviões	RC3	RF1	RE2 ou RE3 ⁽¹⁾
Barcos	RC3	RF1 ou RF2	RE2 ou RE3 ⁽¹⁾
Móveis e Madeiras			
Caixas de madeira	RC3	RF1	RE2
Madeira torneada, artigos	RC3	RF1	RE2
Madeira envernizada, artigos	RC3	RF2	RE3
Madeira, aglomerada ou compensada	RC3	RF2	RE2

Continuação de Madeiras

Madeira, aparas	RC3	RF2	RE2
Madeira, artigos de, carpintaria	RC3	RF1	RE2
Madeira, artigos de	RC3	RF2	RE2
Madeira, artigos de, marcenaria	RC3	RF1	RE2
Madeira, artigos de, marchetaria	RC3	RF1	RE2
Madeira, artigos de, polimento	RC3	RF2	RE2
Madeira, artigos de, secagem	RC3	RF1	RE2
Madeira, artigos de, impregnação	RC3	RF2	RE3
Madeira, artigos de, serrada	RC3	RF1	RE2
Madeira, artigos de, talhada	RC3	RF1	RE2
Madeira, resíduos de	RC3	RF2	RE2
Madeira, vigas e tábuas	RC3	RF1	RE2
Madeiras em tronco	RC3	RF1	RE2
Madeiras, folheados	RC3	RF2	RE2
Portas de madeira	RC3	RF2	RE2
Tonéis de madeira	RC3	RF1	RE2
Janelas de madeiras	RC3	RF2	RE2
Painéis compensados de madeira	RC3	RF2	RE2
Painéis de madeira aglomerada	RC3	RF2	RE2
Palhas de madeira	RC3	RF2	RE2
Tacos de madeira	RC3	RF1	RE2
Colheres de madeira	RC3	RF1	RE2
Prateleiras de madeira	RC3	RF1	RE2
Palets de madeira	RC3	RF1	RE2
Féretros de madeira	RC3	RF2	RE3
Guarda-móveis	RC3	RF2	RE3
Guarda-roupas de madeira	RC3	RF2	RE3
Móveis de madeira	RC3	RF2	RE3
Móveis de madeira envernizada	RC3	RF2	RE3
Móveis revestidos sem espuma sintética	RC3	RF2	RE3
Móveis, carpintaria	RC3	RF2	RE3
Borracha			
Borracha	RC3	RF2	RE3
Calçados			
Calçados (sem solado de madeira ou plástico)	RC3	RF1	RE1
Calçados (com solado de madeira ou plástico)	RC3	RF2	RE2
Plásticos/Espuma			
Artigos plásticos (ex.: Sacos, Lona ,Portas plásticas)	RC3	RF1	RE2
Transformação (sem espuma)	RC3	RF1	RE2
Espuma sintética, artigos de	RC3	RF2	RE3
Rejeitos de espuma em rolos ou placas	RC3	RF2	RE4
Colchões	RC3	RF2	RE3

Papel/Cartonagem			
Papel/Papelão	RC3	RF2	RE2 ou RE3 ⁽¹⁾
Papel, aparas prensadas	RC3	RF1	RE2
Papelão betuminado	RC3	RF2	RE2 ou RE3 ⁽¹⁾
Papelão ondulado	RC3	RF2	RE2 ou RE3 ⁽¹⁾
artigos de papel	RC3	RF1	RE2
Cartonagem	RC3	RF2	RE2 ou RE3 ⁽¹⁾
Cartonagem betuminada			
Tapetes/Cordoaria/Cestaria			
Tapetes	RC3	RF2	RE2 ou RE3 ⁽¹⁾
Tapeçaria, artigos de	RC3	RF2	RE2 ou RE3 ⁽¹⁾
Cabos ou cordas	RC3	RF1	RE2
Cordoaria	RC3	RF1	RE2
Barbante	RC3	RF1	RE2
Cestaria	RC3	RF1	RE2
Embalagens			
Embalagem	RC3	RF2	RE3
Couro/Matadouro/Urdume			
Matadouro	RC1	RF1	RE1
Curtume	RC3	RF1	RE2
Couro	RC2	RF1	RE1
Couro sintético	RC3	RF2	RE2
Couro, artigos de	RC2	RF1	RE1
Couro sintético, artigos de	RC3	RF2	RE2
Urdume	RC2	RF1	RE1
Tabaco			
Tabaco	RC3	RF1	RE1
Tabaco, artigos de (Fumos, charutos e cigarros)	RC3	RF2	RE2
Metal			
Artigos de metal e aço	RC1ouRC2ouRC3 ⁽³⁾	RF1	RE1 ⁽²⁾
Aparelhos de metal e aço	RC1	RF1	RE1 ⁽²⁾
Prateleira de metal/ madeira	RC2	RF1	RE1 ⁽²⁾
Alumínio, produção	RC1	RF1	RE1 ⁽²⁾
Artigos metálicos, fund.p/injeção	RC1ouRC2ouRC3 ⁽³⁾	RF1	RE1 ⁽²⁾
Artigos metálicos, fundição	RC1ouRC2ouRC3 ⁽³⁾	RF1	RE1 ⁽²⁾
Chapas metálicas, artigos	RC1	RF1	RE1 ⁽²⁾
Chapas metálicas, embalagem	RC1	RF1	RE1 ⁽²⁾
Ferragens	RC3	RF1	RE1 ⁽²⁾
Ferramentas	RC3	RF1	RE1 ⁽²⁾
Serralharia	RC1	RF1	RE1 ⁽²⁾
Cortiça			
Cortiça	RC3	RF2	RE2
Cortiça, artigo de (ex.: painéis)	RC3	RF2	RE2
Cortinas em rolo	RC3	RF2	RE2

Eletricidade			
Aparelhos de rádio e som, televisão, domésticos, eletrônicos	RC3	RF1	RE2 ou RE3 ⁽¹⁾
Mecânico			
Montagem, fundição, usinagem, ajuste e colocação de metais	RC1ouRC2ouRC3 ⁽⁵⁾	RF1 ⁽⁵⁾	RE1 ⁽²⁾
Escovas, vassouras e pincéis			
Escovas, vassouras, Espanadores e pincéis	RC3	RF2	RE2
Feltro			
Feltro	RC3	RF1	RE1
Alimentos			
Padaria e confecção de pães, bolos e bolachas e etc	RC3	RF1	RE2
Confeitaria (chocolate e doces)	RC3	RF1	RE2
Conservas	RC2	RF1	RE1
Frigorífico/Laticínio	RC2	RF1	RE1
Azeite/Óleo comestível	RC3	RF1	RE2
Glicose	RC2	RF1	RE1
Farinhas alimentares	RC3	RF1	RE2
Açúcar (usinagem e refinamento)	RC3	RF1	RE2
Ervanarias	RC1	RF1	RE2
Fermento, levedura	RC3	RF1	RE2
Cerâmica/Louças/Vidros			
Louças(em geral)	RC2	RF1	RE1 ⁽²⁾
Cerâmica	RC2	RF1	RE1 ⁽²⁾
Vidros	RC2	RF1	RE1 ⁽²⁾
Gráficas/Tipografias			
Tipografia	RC3	RF2	RE2
Produtos Químicos/tintas			
Produtos Farmacêuticos	RC3	RF2	RE3
Tintas a base de óleo	RC3	RF2	RE2
Tintas a base de água	RC3	RF1	RE1
Fósforo	RC3	RF2	RE3
Fumo Negro	RC3	RF2	RE3
Resina natural	RC3	RF2	RE3
Sabão/detergentes	RC3	RF1	RE2
Alcatrão	RC3	RF1	RE2
Produtos de Limpeza	RC3	RF2	RTB3
Óleos: mineral, vegetal, animal	RC3	RF1	RTB2
Resinas naturais	RC3	RF2	RTB2
Resinas sintéticas	RC3	RF2	RTB3
Verniz	RC3	RF2	RTB2
Referências: (1) - classificações validas segundo a natureza das embalagens, sendo RE2 para embalagens de papelão e RE3 para embalagens de espuma/plástico; (2) – classificação válida para embalagens de papelão, caso seja embalagens de plástico para para risco RE2; (3) – classificação - RC1 quando a peça metálica não possuir embalagem; RC2 quando a peça metálica possuir embalagem de papelão; RC3 quando a peça metálica possuir embalagem de plástico.			

“ANEXO B – TABELA 3B – CLASSIFICAÇÃO DE RISCO PARA AS DEMAIS OCUPAÇÕES”

Ocupação/Usos	Descrição	Divisão	Classificação
Residencial	Alojamentos estudantis	A-1	Classe 1
	Apartamentos	A-2	Classe 1
	Pensionatos	A-3	Classe 1
	Internatos	A-3	Classe 1
	Alojamentos	A-3	Classe 1
	Mosteiros e Conventos	A-3	Classe 1
Serviços de hospedagem	Hotéis	B-1	Classe 1
	Motéis	B-1	Classe 1
	Pensões	B-1	Classe 1
	Hospedarias	B-1	Classe 1
	Pousadas	B-1	Classe 1
	Albergues	B-1	Classe 1
	Casa de Cômodos	B-1	Classe 1
	Apart-hotéis	B-2	Classe 1
Comercial	Atividades comerciais em geral	C-1; C-2 e C-3	ver tabela 3
SERVIÇOS PROFISSIONAIS, PESSOAIS E TÉCNICOS.	Agências de correios	D-1	Classe 2
	Agências de loterias	D-1	Classe 2
	Agências de despachos	D-1	Classe 2
	Processamentos de dados	D-1	Classe 1
	Escritórios	D-1	Classe 2
	Estúdio cinematográfico	D-1	Classe 3
	Estúdio de rádio	D-1	Classe 3
	Estúdio de televisão	D-1	Classe 3
	Estúdios de fotografia,	D-1	Classe 3
	Escritório de venda por correspondência	D-1	Classe 2
	Cabeleireiros e Barbearia	D-1	Classe 1
	Instaladores eletricitas	D-1	Classe 1
	Agências bancárias	D-2	Classe 2
	Câmbio e moedas	D-2	Classe 2
	Copiadora (em geral)	D-3	Classe 3
	Encadernadoras	D-3	Classe 3
	Lavanderias	D-3	Classe 1
	Oficinas elétricas	D-3	Classe 2
	Oficina de conserto	D-3	Classe 2
	Oficina de pintura	D-3	Classe 2
	Oficina de reparos	D-3	Classe 2
	Oficina mecânica	D-3	Classe 2
	Oficina de relógio	D-3	Classe 2
	Oficinas hidráulicas	D-3	Classe 2
	Oficinas de fotocópias	D-3	Classe 2
	Laboratórios bacteriológicos	D-4	Classe 3
	Laboratórios de física	D-4	Classe 3

Continua de SERVIÇOS PROFISSIONAIS, PESSOAIS E TÉCNICOS.			
	Laboratórios elétricos	D-4	Classe 3
	Laboratórios fotográficos	D-4	Classe 3
	Laboratórios metalúrgicos	D-4	Classe 3
	Laboratórios odontológicos	D-4	Classe 3
	Laboratórios químicos	D-4	Classe 3
Educacional e cultura física	Academias e similares	E-3	Classe 1
	Pré Escolas e similares	E-5	Classe 1
	Creches e similares	E-5	Classe 1
	Escolas em geral	E-1/E2/E4/E6	Classe 1
	Sauna	E-3	Classe 1
Locais de reunião pública	Bibliotecas	F-1	Classe 3
	Arquivo de documentos		Classe 3
	Museus	F-1	Classe 2
	Igrejas e Templos	F-2	Classe 1
	Centros Esportivos	F-3	Classe 1
	Estações e Terminais de Passageiros	F-4	Classe 1
	Cinemas, teatros e similares	F-5	Classe 2
	Clubes Sociais, Boates e similares	F-6	Classe 2
	Restaurantes	F-8	Classe 1
	Auditório de rádio e televisão	F-5	Classe 3
	Pavilhões temporários	F-5	Classe 3
	Exposição de automóveis	F-10	Classe 3
	Exposição de máquinas	F-10	Classe 2
	Exposição de móveis	F-10	Classe 3
Serviços automotivos	Estacionamentos	G-1/G-2	Classe 1
	Garagem, edifício de	G-1/G-2	Classe 1
	Garagens	G-1/G-2	Classe 1
	Hangares	G-5	Classe 3
	Postos de Abastecimentos	G-3	Classe 1
	Oficinas de conserto de veículos e Manutenção	G-4/G-5	Classe 1
Serviços de saúde e institucionais	Asilos	H-2	Classe 1
	Consultórios médicos ou Odontológicos	D-1	Classe 1
	Consultório de radiologia	H-6	Classe 1
	Consultório médico	H-6	Classe 1
	Estabelecimentos hidroterápicos	H-6	Classe 1
	Ambulatórios	H-3	Classe 1
	Hospitais em geral	H-1/H-3	Classe 1
	Presídios e similares	H-5	Classe 2
	Quartéis e similares	H-4	Classe 2

Ocupação/Usó	Descrição	Divisão	Classificação
Especial	Centrais hidroelétricas	M-3	Classe 3
	Centrais térmicas	M-3	Classe 3
	Central externa de aquecimento	M-3	Classe 3
	Central telefônica	M-3	Classe 3
	Estação de transformadores	M-3	Classe 3
Industrial	Atividades industriais em geral	I-1; I-2 e I-3	ver tabela 3a
Depósitos	Demais atividades não enquadradas acima	J-1 J-2 J-3 J-4	ver tabela 3a

“ANEXO C - TABELA 4”

Determinação de Riscos Para Ocupações Comerciais, Industriais e depósitos		
Categorias de Riscos	Altura máxima de estocagem em metros	Grupo à considerar decorrente da tabela 3 e 3a
RC1	-	1
RC2	-	2
RC3	-	3
RF1		3
RF2	-	4
RE1	4,0	3
	7,6(*)	4
RE2	3,0	3
	5,9	4
	7,5(*)	5
RE3	2,1	3
	4,1	4
	5,2	5
	6,3	6
	7,7(*)	7
RE4	1,2	3
	2,3	4
	3,0	5
	3,6	6
	4,4(*)	7
(*) As presentes regras não se aplicam as alturas que ultrapassam os valores indicados.		
Obs: RC = risco para áreas comerciais		
RF = risco para áreas industriais		
RE = risco para área de estocagem e depósitos		

“ANEXO D - TABELA 5”

Tabela de taxa de porcentagem para determinar as áreas de abertura das demais ocupações				
Altura média sob o teto ou telhado H (em metros)	Altura da zona livre de fumaça H'(em metros)	% de abertura		
		Classe 1	Classe 2	Classe 3
2,50 à 3	2,50	0,33	0,46	0,65
	2	0,17	0,23	0,33
3,50	3	0,43	0,61	0,86
	2,50	0,23	0,33	0,46
	2	0,14	0,19	0,27
4	3	0,30	0,43	0,61
	2,50	0,19	0,27	0,38
	2	0,12	0,17	0,23
4,50	3,50	0,38	0,54	0,77
	3	0,25	0,35	0,50
	2,50	0,16	0,23	0,33
	2	0,10	0,14	0,21
5	4	0,47	0,66	0,94
	3,50	0,31	0,44	0,63
	3	0,21	0,30	0,43
	2,50	0,15	0,21	0,29
5,50	4,50	0,56	0,79	1,12
	4	0,38	0,54	0,76
	3,50	0,27	0,38	0,54
	3	0,19	0,27	0,38
6	5	0,65	0,92	1,31
	4,50	0,46	0,64	0,91
	4	0,33	0,47	0,66
	3,50	0,24	0,34	0,48
	3	0,18	0,25	0,35
6,50	5,50	0,75	1,07	1,51
	5	0,53	0,76	1,07
	4,50	0,39	0,56	0,79
	4	0,30	0,42	0,59
	3,50	0,22	0,31	0,44

Altura média sob o teto ou telhad H (em metros)	Altura da zona livre de fumaça H'(em metros)	% de abertura		
		Classe 1	Classe 2	Classe 3
7	6	0,86	1,22	1,72
	5,50	0,62	0,87	1,23
	5	0,46	0,65	0,92
	4,50	0,35	0,50	0,71
	4	0,27	0,38	0,54
	3,50	0,20	0,29	0,41
7,50	6,50	0,97	1,37	1,94
	6	0,70	0,99	1,40
	5,50	0,53	0,75	1,07
	5	0,41	0,59	0,83
	4,50	0,32	0,46	0,64
	4	0,25	0,35	0,50
8	7	1,21	1,53	2,17
	6,50	0,79	1,12	1,58
	6	0,61	0,86	1,22
	5,50	0,48	0,67	0,95
	5	0,38	0,53	0,76
	4,50	0,30	0,42	0,60
	4	0,23	0,33	0,47
8,50	7,50	1,34	1,70	2,40
	7	0,98	1,25	1,77
	6,50	0,69	0,97	1,37
	6	0,54	0,77	1,09
	5,50	0,44	0,62	0,87
	5	0,35	0,49	0,70
	4,50	0,28	0,39	0,56
9	8	1,48	1,87	2,65
	7,50	1,09	1,39	1,96
	7	0,85	1,08	1,53
	6,50	0,61	0,87	1,23
	6	0,50	0,70	0,99
	5,50	0,40	0,57	0,81
	5	0,33	0,46	0,65
	4,50	0,26	0,37	0,53

Altura média sob	Altura da zona	% de abertura		
------------------	----------------	---------------	--	--

o teto ou telhad H (em metros)	livre de fumaça H'(em metros	Classe 1	Classe 2	Classe 3
9,50	8,50	1,64	2,05	2,90
	8	1,21	1,53	2,16
	7,50	0,95	1,20	1,70
	7	0,76	0,97	1,37
	6,50	0,56	0,79	1,12
	6	0,46	0,65	0,92
	5,50	0,38	0,53	0,75
	5	0,31	0,44	0,62
10	9	1,80	2,23	3,16
	8,50	1,34	1,67	2,37
	8	1,05	1,32	1,87
	7,50	0,85	1,07	1,52
	7	0,70	0,88	1,25
	6,50	0,52	0,73	1,04
	6	0,43	0,61	0,86
	5,50	0,36	0,50	0,71
	5	0,29	0,41	0,59
10,50	9,50	1,97	2,42	3,43
	9	1,47	1,82	2,58
	8,50	1,16	1,45	2,05
	8	0,94	1,18	1,67
	7,50	0,77	0,98	1,39
	7	0,64	0,82	1,16
	6,50	0,48	0,69	0,97
	6	0,41	0,57	0,81
	5,50	0,34	0,48	0,67
11	10	2,15	2,91	3,70
	9,50	1,61	1,98	2,80
	9	1,27	1,58	2,23
	8,50	1,04	1,30	1,83
	8	0,86	1,08	1,53
	7,50	0,72	0,91	1,28
	7	0,60	0,77	1,08
	6,50	0,46	0,65	0,91
	6	0,38	0,54	0,77
	5,50	0,32	0,46	0,64

Altura média sob	Altura da zona	% de abertura
------------------	----------------	---------------

o teto ou telhad H (em metros)	livre de fumaça H'(em metros	Classe 1	Classe 2	Classe 3
11,50	10,50	2,34	3,14	3,98
	10	1,76	2,38	3,02
	9,50	1,39	1,71	2,42
	9	1,14	1,41	2,00
	8,50	0,95	1,18	1,67
	8	0,79	1,00	1,42
	7,50	0,67	0,85	1,20
	7	0,57	0,72	1,02
	6,50	0,43	0,61	0,87
	6	0,37	0,52	0,73
12	11	2,54	3,38	4,27
	10,50	1,91	2,56	3,25
	10	1,52	2,06	2,62
	9,50	1,25	1,53	2,17
	9	1,04	1,29	1,82
	8,50	0,88	1,10	1,55
	8	0,74	0,94	1,32
	7,50	0,63	0,80	1,13
	7	0,54	0,69	0,97
	6,50	0,41	0,58	0,83
6	0,35	0,50	0,70	
12,50	11,50	2,75	3,62	4,56
	11	2,08	2,76	3,49
	10,50	1,66	2,22	2,81
	10	1,36	1,84	2,34
	9,50	1,14	1,40	1,98
	9	0,96	1,19	1,69
	8,50	0,82	1,03	1,45
	8	0,70	0,88	1,25
	7,50	0,60	0,76	1,07
	7	0,51	0,65	0,92
	6,50	0,40	0,56	0,79

Altura média sob o teto ou telhad H (em metros)	Altura da zona livre de fumaça H'(em metros)	% de abertura		
		Classe 1	Classe 2	Classe 3
13	12	2,97	3,88	4,86
	11,50	2,25	2,96	3,73
	11	1,80	2,39	3,02
	10,50	1,48	1,99	2,52
	10	1,24	1,68	2,14
	9,50	1,05	1,29	1,83
	9	0,90	1,12	1,58
	8,50	0,77	0,97	1,37
	8	0,66	0,84	1,18
	7,50	0,57	0,72	1,02
	7	0,49	0,63	0,88
	6,50	0,38	0,54	0,76
13,50	12,50	3,30	4,15	5,17
	12	2,43	3,17	3,97
	11,50	1,95	2,56	3,23
	11	1,61	2,14	2,70
	10,50	1,35	1,81	2,30
	10	1,15	1,56	1,98
	9,50	0,99	1,21	1,71
	9	0,85	1,05	1,49
	8,50	0,73	0,92	1,30
	8	0,63	0,80	1,13
	7,50	0,55	0,69	0,98
	7	0,47	0,60	0,85
14	13	3,44	4,43	5,48
	12,50	2,61	3,39	4,22
	12	2,10	2,75	3,44
	11,50	1,74	2,29	2,89
	11	1,47	1,95	2,46
	10,50	1,25	1,68	2,13
	10	1,08	1,46	1,85
	9,50	0,93	1,14	1,61
	9	0,80	1,00	1,41
	8,50	0,70	0,87	1,24
	8	0,61	0,76	1,08
	7,50	0,53	0,67	0,94
		7	0,46	0,58

Altura média sob o teto ou telhad H (em metros)	Altura da zona livre de fumaça H'(em metros)	% de abertura		
		Classe 1	Classe 2	Classe 3
14,50	13,50	3,69	4,73	5,80
	13	2,81	3,62	4,48
	12,50	2,26	2,94	3,66
	12	1,88	2,46	3,08
	11,50	1,59	2,09	2,63
	11	1,36	1,80	2,28
	10,50	1,17	1,57	1,99
	10	1,01	1,37	1,74
	9,50	0,88	1,08	1,53
	9	0,77	0,95	1,35
	8,50	0,67	0,84	1,18
	8	0,58	0,73	1,04
	7,50	0,51	0,64	0,91
	7	0,46	0,58	0,82

“ANEXO E - TABELA 6”

Tabela de taxa de porcentagem para determinar as áreas de abertura de ocupações comerciais, industriais e depósitos.								
Altura média sob o teto ou telhado H (em metros)	Altura da zona livre de fumaça H (em metros)	% de abertura						
		GR 1	GR 2	GR 3	GR 4	GR 5	GR 6	GR 7
4	3	0,3	0,43	0,61	0,86	1,05	1,2	1,46
4,5	3	0,25	0,35	0,5	0,7	0,86	1,05	1,19
	3,25	0,31	0,43	0,61	0,87	1,06	1,3	1,47
5	3	0,21	0,3	0,43	0,61	0,74	0,91	1,03
	3,25	0,26	0,37	0,52	0,73	0,9	1,1	1,24
	3,5	0,31	0,44	0,63	0,88	1,08	1,33	1,5
	3,75	0,38	0,54	0,76	1,07	1,32	1,61	1,82
5,5	3	0,19	0,27	0,38	0,54	0,67	0,82	0,92
	3,25	0,23	0,32	0,46	0,65	0,79	0,97	1,1
	3,5	0,27	0,38	0,54	0,77	0,94	1,15	1,3
	3,75	0,32	0,45	0,64	0,91	1,11	1,36	1,54
	4	0,54	0,54	0,76	1,08	1,32	1,62	1,83
6	3	0,18	0,25	0,35	0,5	0,61	0,74	0,84
	3,25	0,21	0,29	0,41	0,58	0,72	0,88	0,99
	3,5	0,24	0,34	0,48	0,69	0,84	1,03	1,16
	5,72	0,4	0,4	0,57	0,8	0,98	1,2	1,36
	4	0,33	0,47	0,66	0,64	1,15	1,4	1,59
6,5	3,25	0,19	0,27	0,38	0,54	0,66	0,81	0,91
	3,50	0,22	0,31	0,44	0,63	0,77	0,94	1,06
	3,75	0,26	0,36	0,51	0,72	0,89	1,09	1,23
	4	0,3	0,42	0,59	0,84	1,03	1,26	1,42
	4,25	0,34	0,48	0,68	0,97	1,18	1,45	1,64
	6,11	0,39	0,56	0,79	1,12	1,37	1,68	1,89
7	3,5	0,2	0,29	0,41	0,58	0,71	0,87	0,98
	3,75	0,24	0,33	0,47	0,67	0,82	1	1,13
	4	0,27	0,38	0,54	0,76	0,94	1,15	1,3
	4,25	0,31	0,44	0,62	0,87	1,07	1,31	1,48
	4,5	0,35	0,5	0,71	1	1,22	1,5	1,69
	4,75	0,4	0,57	0,81	1,14	1,4	1,71	1,94
	5	0,46	0,65	0,93	1,31	1,6	1,96	2,22

Altura de referência (m)	Altura da zona enfumaçada (m)	% de abertura						
		GR 1	GR 2	GR 3	GR 4	GR 5	GR 6	GR 7
7,5	3,75	0,22	0,31	0,44	0,62	0,76	0,93	1,05
	4	0,25	0,35	0,5	0,71	0,87	1,06	1,2
	4,25	0,28	0,4	0,57	0,8	0,98	1,21	1,36
	4,5	0,32	0,46	0,64	0,91	1,12	1,37	1,55
	4,75	0,37	0,52	0,73	1,03	1,26	1,55	1,75
	5	0,41	0,59	0,83	1,17	1,43	1,76	1,98
	5,25	0,47	0,66	0,94	1,33	1,63	1,99	2,25
	5,5	0,53	0,75	1,07	1,51	1,85	2,26	2,56
8	4	0,23	0,33	0,47	0,66	0,81	0,99	1,12
	4,25	0,26	0,37	0,53	0,75	0,92	1,12	1,27
	4,5	0,3	0,42	0,6	0,84	1,03	1,27	1,43
	4,75	0,34	0,48	0,67	0,95	1,16	1,43	1,61
	5	0,38	0,53	0,76	1,07	1,31	1,6	1,81
	5,25	0,42	0,6	0,85	1,2	1,47	1,8	2,03
	5,5	0,48	0,67	0,95	1,35	1,65	2,02	2,29
	5,75	0,54	0,76	1,08	1,52	1,86	2,28	2,58
	6	0,61	0,86	1,22	1,72	2,11	2,58	2,92
8,5	4,25	0,25	0,35	0,5	0,7	0,86	1,05	1,19
	4,5	0,28	0,39	0,56	0,79	0,97	1,18	1,34
	4,75	0,31	0,44	0,63	0,88	1,08	1,33	1,5
	5	0,35	0,49	0,7	0,99	1,21	1,48	1,68
	5,25	0,39	0,55	0,78	1,1	1,35	1,66	1,87
	5,5	0,44	0,62	0,87	1,23	1,51	1,85	2,09
	5,75	0,49	0,69	0,97	1,38	1,68	2,06	2,33
	6	0,54	0,77	1,09	1,54	1,88	2,31	2,61
	6,25	0,61	0,86	1,22	1,72	2,11	2,59	2,92
	6,5	0,69	0,97	1,37	1,94	2,38	2,91	3,29

Altura	Altura da	% de abertura
--------	-----------	---------------

de referência (m)	zona enfumaçada (α)	GR 1	GR 2	GR 3	GR 4	GR 5	GR 6	GR 7
9	4,5	0,26	0,37	0,53	0,74	0,91	1,12	1,26
	4,75	0,29	0,42	0,49	0,83	1,02	1,25	1,41
	5	0,33	0,46	0,65	0,92	1,13	1,39	1,57
	5,25	0,36	0,51	0,73	1,03	1,26	1,54	1,74
	5,5	0,4	0,57	0,81	1,14	1,4	1,71	1,93
	5,75	0,45	0,63	0,89	1,27	1,55	1,9	2,15
	6	0,5	0,7	0,99	1,4	1,72	2,11	2,38
	6,25	0,55	0,78	1,1	1,56	1,91	2,34	1,64
	6,5	0,61	0,87	1,23	1,73	2,12	2,6	2,94
	6,75	0,68	0,97	1,37	1,93	2,37	2,9	3,28
	7	0,85	1,08	1,53	2,17	2,65	3,25	3,67
9,5	4,75	0,28	0,39	0,56	0,79	0,96	1,18	1,33
	5	0,31	0,44	0,62	0,87	1,07	1,31	1,48
	5,25	0,34	0,48	0,68	0,97	1,18	1,45	1,65
	5,5	1,38	1,53	0,75	1,07	1,31	1,6	1,81
	5,75	0,42	0,59	0,83	1,18	1,44	1,77	2
	6	0,46	0,65	0,92	1,3	1,59	1,95	2,2
	6,25	0,51	0,72	1,01	1,43	1,76	2,15	2,43
	6,5	0,56	0,79	1,12	1,58	1,94	2,37	2,68
	6,75	0,62	0,87	1,24	1,75	2,14	2,62	2,97
	7	0,75	0,97	1,37	1,94	2,37	2,91	3,29
	7,25	0,85	1,08	1,52	2,15	2,64	2,23	2,65
	7,5	0,95	1,2	1,7	2,4	2,94	3,61	4,08
10	5	0,29	0,41	0,59	0,83	1,01	1,24	1,4
	5,25	0,32	0,46	0,65	0,91	1,12	1,37	1,55
	5,5	0,36	0,5	0,71	1,01	1,23	1,51	1,71
	5,75	0,39	0,55	0,78	1,11	1,36	1,66	1,88
	6	0,43	0,61	0,86	1,22	1,49	1,82	2,06
	6,25	0,47	0,67	0,94	1,33	1,63	2	2,26
	6,5	0,52	0,73	1,04	1,47	1,79	2,2	2,48
	6,75	0,57	0,8	1,14	1,61	1,97	2,41	2,73
	7	0,7	0,88	1,25	1,77	2,17	2,65	3
	7,25	0,77	0,97	1,3	1,95	2,38	2,92	3,3
	7,5	0,85	1,07	1,52	2,15	2,63	3,22	3,64
	7,75	0,94	1,19	1,68	2,38	2,91	3,57	4,04
8	1,05	1,32	1,87	2,65	2,24	3,97	4,49	

Altura	Altura da	% de abertura
--------	-----------	---------------

de referência (m)	zona enfumaçada (m)	GR 1	GR 2	GR 3	GR 4	GR 5	GR 6	GR 7
10,5	5,25	0,31	0,43	0,61	0,87	1,06	1,3	1,47
	5,5	0,34	0,48	0,67	0,95	1,17	1,43	1,62
	5,75	0,37	0,52	0,74	1,05	1,28	1,57	1,77
	6	0,41	0,57	0,61	1,15	1,4	1,72	1,94
	6,25	0,44	0,63	0,89	1,25	1,54	1,88	2,13
	6,5	0,48	0,69	0,97	1,37	1,68	2,06	2,32
	6,75	0,53	0,75	1,06	1,5	1,83	2,25	2,54
	7	0,64	0,82	1,16	1,64	2,01	2,46	2,78
	7,25	0,71	0,9	1,27	1,79	2,19	2,69	3,04
	7,5	0,77	0,98	1,39	1,96	2,4	2,94	3,33
	7,75	0,85	1,08	1,52	2,15	2,64	3,23	3,65
	8	0,94	1,18	1,67	2,37	2,9	3,55	4,02
	8,25	1,04	1,31	1,85	2,61	3,2	3,92	4,43
	8,5	1,16	1,45	2,05	2,9	3,55	4,35	4,92
11	5,5	0,32	0,56	0,64	0,91	1,11	1,37	1,54
	5,75	0,35	0,5	0,7	1	1,22	1,49	1,69
	6	0,38	0,54	0,77	0,99	0,33	0,63	0,84
	6,25	0,42	0,59	0,84	1,19	1,45	1,78	2,01
	6,5	0,46	0,65	0,91	1,29	1,58	1,94	2,19
	6,75	0,5	0,7	1	1,41	1,72	2,11	2,39
	7	0,6	0,77	1,08	1,53	1,88	2,3	2,6
	7,25	0,66	0,83	1,18	1,67	2,04	2,5	2,83
	7,5	0,72	0,91	1,28	1,82	2,22	2,72	3,08
	7,75	0,78	0,99	1,4	1,98	2,42	2,97	3,36
	8	0,86	1,08	1,53	2,16	2,65	3,24	3,67
	8,25	0,94	1,18	1,67	2,36	2,89	3,55	4,01
	8,5	1,04	1,3	1,83	2,59	3,18	3,89	4,4
	8,75	1,14	1,43	2,02	2,86	3,5	4,28	4,84
9	1,27	1,58	2,23	3,16	3,87	4,74	5,36	

Altura	Altura da	% de abertura
--------	-----------	---------------

de referência (m)	zona enfumaçada (m)	GR 1	GR 2	GR 3	GR 4	GR 5	GR 6	GR 7
11,5	5,75	0,34	0,48	0,67	0,95	1,17	1,43	1,61
	6	0,37	0,52	0,73	1,04	1,27	1,56	1,76
	6,25	0,4	0,56	0,8	1,13	1,38	1,69	1,91
	6,5	0,43	0,61	0,87	1,23	1,5	1,84	2,08
	6,75	0,47	0,67	0,94	1,33	1,63	2	2,26
	7	0,57	0,72	1,02	1,44	1,77	2,17	2,45
	7,25	0,62	0,78	1,11	1,57	1,92	2,35	2,66
	7,5	0,67	0,85	1,2	1,7	2,08	2,55	2,88
	7,75	0,73	0,92	1,3	1,84	2,26	2,76	3,12
	7,5	0,79	1	1,42	2	2,45	3	3,39
	8,25	0,87	1,09	1,54	2,17	2,66	3,28	3,69
	8,5	0,95	1,18	1,67	2,37	2,9	3,55	4,01
	8,75	1,04	1,29	1,83	2,58	3,16	3,87	4,38
	9	1,14	1,41	2	2,83	2,46	4,24	4,79
	9,25	1,26	1,55	2,19	3,1	3,8	4,65	5,26
9,5	1,39	1,71	2,42	3,43	4,2	5,14	5,81	
12	6	0,35	0,5	0,7	0,99	1,22	1,49	1,68
	6,25	0,38	0,54	0,76	1,08	1,32	1,62	1,86
	6,5	0,41	0,58	0,83	1,17	1,43	1,75	1,98
	6,75	0,45	0,63	0,9	1,27	1,55	1,9	2,15
	7	0,54	0,69	0,97	1,37	1,68	2,06	2,32
	7,25	0,58	0,74	1,05	1,48	1,81	2,22	2,51
	7,5	0,63	0,8	1,13	1,6	1,96	2,4	2,72
	7,75	0,68	0,87	1,22	1,73	2,12	2,6	2,94
	8	0,74	0,94	1,32	1,87	2,29	2,81	3,17
	8,25	0,81	1,01	1,43	2,02	2,48	3,04	3,43
	8,5	0,88	1,1	1,55	2,19	2,68	3,29	3,72
	8,75	0,95	1,19	1,68	2,38	2,91	3,56	4,03
	9	1,04	1,29	1,82	2,58	3,16	3,87	4,37
	9,25	1,14	1,4	1,98	2,81	3,44	4,21	4,76
	9,5	1,25	1,53	2,17	3,06	3,75	4,6	5,2
9,75	1,37	1,87	2,37	3,36	4,11	5,04	5,69	
10	1,52	2,06	2,62	3,7	4,53	5,55	6,27	

Altura	Altura da	% de abertura
--------	-----------	---------------

de referência (m)	zona enfumaçada (m)	GR 1	GR 2	GR 3	GR 4	GR 5	GR 6	GR 7
12,5	6,25	0,37	0,52	0,73	1,03	1,27	1,55	1,75
	6,5	0,4	0,56	0,79	1,12	1,37	1,68	1,9
	6,75	0,43	0,61	0,86	1,21	1,48	1,82	2,05
	7	0,51	0,65	0,92	1,31	1,6	1,96	2,22
	7,25	0,55	0,7	1	1,41	1,73	2,11	2,39
	7,5	0,6	0,76	1,07	1,52	1,86	2,28	2,58
	7,75	0,65	0,82	1,16	1,64	2,01	2,46	2,78
	8	0,7	0,88	1,25	1,76	2,16	2,65	2,99
	8,25	0,76	0,95	1,34	1,9	2,33	2,85	3,22
	8,5	0,82	1,03	1,45	2,05	2,51	3,08	3,48
	8,75	0,89	1,11	1,56	2,21	2,71	3,32	3,75
	9	0,96	1,19	1,69	2,39	2,92	3,58	4,05
	9,25	1,04	1,29	1,83	2,58	3,16	3,87	4,38
	9,5	1,14	1,4	1,98	2,8	3,43	4,2	4,74
	9,75	1,24	1,69	2,15	3,04	3,72	4,55	5,15
	10	1,36	1,84	2,34	3,31	4,05	4,96	5,61
	10,25	1,5	2,02	2,56	3,62	4,43	5,43	6,14
10,5	1,66	2,22	2,82	3,98	4,88	5,97	6,75	
13	6,5	0,38	0,54	0,76	1,08	1,32	1,61	1,82
	6,75	0,41	0,58	0,82	1,16	1,42	1,74	1,97
	7	0,49	0,63	0,88	1,25	1,53	1,88	2,12
	7,25	0,53	0,67	0,95	1,35	1,65	2,02	2,28
	7,5	0,57	0,72	1,02	1,45	1,78	2,17	2,46
	7,75	0,62	0,78	1,1	1,56	1,91	2,34	2,64
	8	0,66	0,84	1,18	1,67	2,05	2,51	2,84
	8,25	0,72	0,9	1,27	1,8	2,2	2,7	3,05
	8,5	0,77	0,97	1,37	1,93	2,37	2,9	3,28
	8,75	0,83	1,04	1,47	2,08	2,54	3,12	3,52
	9	0,9	1,12	1,58	2,23	2,74	3,35	3,79
	9,25	0,97	1,2	1,7	2,4	2,94	3,6	4,07
	9,5	1,06	1,29	1,83	2,59	3,17	3,88	4,39
	9,75	1,14	1,55	1,98	2,79	3,42	4,19	4,74
	10	1,24	1,68	2,14	3,02	3,7	4,53	5,12
	10,25	1,35	1,82	2,31	3,27	4,01	4,91	5,55
	10,5	1,48	1,99	2,52	3,56	4,36	5,34	6,04
10,75	1,63	2,17	2,75	3,89	4,76	5,83	6,59	
11	1,8	2,39	3,02	4,27	5,23	6,4	7,24	

Altura	Altura da	% de abertura
--------	-----------	---------------

de referência (m)	zona enfumaçada (m)	GR 1	GR 2	GR 3	GR 4	GR 5	GR 6	GR 7
13,5	6,75	0,39	0,56	0,79	1,12	1,37	1,68	1,89
	7	0,47	0,6	0,85	1,2	1,47	1,8	2,04
	7,25	0,51	0,65	0,91	1,29	1,58	1,95	2,19
	7,5	0,55	0,69	0,98	1,39	1,7	2,08	2,35
	7,75	0,59	0,54	1,05	1,49	1,82	2,23	2,52
	8	0,64	0,8	1,13	1,6	1,96	2,39	2,71
	8,25	0,68	0,86	1,21	1,71	2,1	2,57	2,9
	8,5	0,73	0,92	1,3	1,83	2,25	2,75	3,11
	8,75	0,79	0,98	1,39	1,96	2,41	2,95	3,33
	9	0,85	1,05	1,49	2,11	2,58	3,16	3,57
	8,25	0,91	1,13	1,6	2,26	2,76	3,39	3,83
	8,5	0,99	1,21	1,71	2,42	2,97	3,63	4,11
	8,75	1,06	1,45	1,84	2,6	3,19	3,9	4,41
	10	1,15	1,56	1,98	2,8	3,43	4,19	4,74
	10,25	1,25	1,68	2,13	3,01	3,69	4,52	5,11
	10,5	1,35	1,81	2,3	3,25	3,98	4,88	5,51
	10,75	1,47	1,96	0	3,52	4,31	5,27	5,96
	11	1,61	2,14	2,7	3,82	4,68	5,73	6,47
	11,25	1,76	2,33	2,94	4,16	5,1	6,24	7,06
11,5	1,95	2,56	3,23	4,56	5,59	6,85	7,74	
14	7	0,46	0,58	0,82	1,16	1,42	1,74	1,96
	7,25	0,49	0,62	0,88	1,24	1,52	1,86	2,11
	7,5	0,53	0,67	0,94	1,33	1,64	2	2,26
	7,75	0,56	0,71	1,01	1,43	1,75	2,14	2,42
	8	0,61	0,76	1,08	1,53	1,87	2,29	2,59
	8,25	0,65	0,82	1,16	1,64	2	2,45	6
	8,5	0,7	0,87	1,24	1,75	2,14	2,62	2,96
	8,75	0,75	0,93	1,32	1,87	2,29	2,8	3,17
	9	0,8	1	1,41	2	2,45	3	3,39
	9,25	0,86	1,07	1,51	2,14	2,62	3,2	3,62
	9,5	0,93	1,14	1,61	2,28	2,8	3,42	3,87
	9,75	1	1,36	1,73	2,44	2,99	3,66	4,14
	10	1,08	1,46	1,85	2,62	3,2	3,92	4,44
	10,25	1,16	1,56	1,98	2,8	3,43	4,2	4,5
	10,5	1,25	1,68	2,13	3,01	3,69	4,51	5,1
	10,75	1,35	1,81	2,29	3,23	3,96	4,85	5,48
	11	1,47	1,95	2,46	3,49	4,27	5,23	5,91
	11,25	1,59	2,11	2,66	3,76	4,61	5,65	6,38
	11,5	1,74	2,29	2,89	4,08	5	6,12	6,92
11,75	1,91	2,5	3,14	4,44	5,44	6,66	7,53	
12	2,1	2,75	3,44	4,86	5,96	7,3	8,25	

Altura de referência (m)	Altura da zona enfumaçada (m)	% de abertura						
		GR 1	GR 2	GR 3	GR 4	GR 5	GR 6	GR 7
14,5	7,25	0,47	0,6	0,63	1,2	1,47	1,8	2,03
	7,5	0,51	0,64	0,91	1,28	1,57	1,93	2,18
	7,75	0,54	0,69	0,97	1,37	1,68	2,06	2,33
	8	0,58	0,73	1,04	1,47	1,8	2,2	2,49
	8,25	0,62	0,78	1,11	1,57	1,92	2,35	2,66
	8,5	0,67	0,84	1,18	1,67	2,05	2,51	2,84
	8,75	0,72	0,89	1,26	1,79	2,19	2,68	3,03
	9	0,77	0,95	1,35	1,91	2,33	2,86	3,23
	9,25	0,82	1,02	1,44	2,03	2,49	3,05	3,44
	9,5	0,88	1,08	1,53	2,17	2,65	3,25	3,67
	9,75	0,94	1,29	1,63	2,31	2,83	3,47	3,92
	10	1,01	1,37	1,74	2,47	3,02	3,7	4,18
	10,25	1,09	1,47	1,86	2,63	3,23	3,95	4,46
	10,5	1,17	1,57	1,99	2,81	3,45	4,22	4,77
	10,75	1,26	1,68	2,13	3,01	3,69	4,52	5,11
	11	1,36	1,8	2,28	3,23	3,95	4,84	5,47
	11,25	1,47	1,94	2,45	3,46	4,24	5,19	5,87
11,5	1,59	2,09	2,63	3,73	4,56	5,59	6,32	
11,75	1,72	2,26	2,84	4,02	4,92	6,03	6,81	
12	1,88	2,46	3,08	4,35	5,33	6,53	7,38	
12,25	2,06	2,68	3,34	4,73	5,79	7,09	8,02	
12,5	2,26	2,94	3,66	5,17	6,33	7,76	8,77	

Altura de referência (m)	Altura da zona enfumaçada (m)	% de abertura						
		GR 1	GR 2	GR 3	GR 4	GR 5	GR 6	GR 7
15	7,5	0,49	0,62	0,88	1,24	1,52	1,86	2,1
	6,25	0,52	0,66	0,94	1,33	1,62	1,99	2,25
	8	0,56	0,71	1	1,41	1,73	2,12	2,4
	8,25	0,6	0,75	1,07	1,51	1,85	2,26	2,56
	8,5	0,64	0,8	1,14	1,61	1,97	2,41	2,73
	8,75	0,69	0,86	1,21	1,71	2,1	2,57	2,9
	9	0,73	0,91	1,29	1,82	2,23	2,74	3,09
	9,25	0,79	0,97	1,37	1,94	2,38	2,91	3,29
	9,5	0,84	1,03	1,46	2,07	2,53	3,1	3,5
	9,75	0,9	1,22	1,55	2,2	2,69	3,3	3,73
	10	0,96	1,3	1,65	2,34	2,87	3,51	3,97
	10,25	1,03	1,39	1,76	2,49	3,05	3,74	4,22
	10,5	1,1	1,48	1,88	2,65	3,25	3,98	4,5
	10,75	1,18	1,58	2	2,83	3,46	4,24	4,8
	11	1,27	1,69	2,13	3,02	3,7	4,53	5,12
	11,25	1,37	1,81	2,28	3,22	3,95	4,83	5,47
	11,5	1,47	1,94	2,44	3,45	4,22	5,17	5,85
	11,75	1,59	2,08	2,61	3,7	4,53	5,54	6,27
	12	1,73	2,24	2,81	3,97	4,86	4,96	6,73
	12,25	1,86	2,42	3,02	4,28	5,24	6,41	7,25
12,5	2,03	2,63	3,27	4,63	5,66	6,94	7,84	
12,75	2,21	2,86	2,55	5,02	6,15	7,53	8,52	
13	2,43	3,14	3,88	5,48	6,72	8,23	9,3	

“ANEXO F - EXEMPLOS DA TUTILIZAÇÃO DAS TABELAS EXTRAÇÃO NATURAL/MECÂNICA”

1. Cálculo do controle de fumaça de um galpão industrial.

1.1 Características:

- atividade - fábrica de automóveis
- dimensões - 250 x 100 x 9 metros
- teto falso - na totalidade do galpão a 8 m do solo
- pontes rolantes - funcionamento a uma altura máxima do solo de 6 m
- portas de acesso - 2 portões com áreas de 16 m² cada e 4 portas com 2m² cada, nas paredes maiores.

2. Resolução.

2.1.1 geral:

- área total do galpão:
$$S = 250 \times 100 = 25.000 \text{ m}^2$$
- os acantonamentos centrais de fumaça devem ter áreas compreendidas entre 1000 a 1600 m² e dimensões lineares inferiores a 60 m.
- pode adaptar-se a criação de 16 acantonamentos com uma área aproximada de 1550 m² cada

Acantonamento	A	B	C	D	E	F	G	H
Área	1550	1550	1550	1550	1550	1550	1550	1550
Acantonamento	I	J	K	L	M	N	O	P
Área	1550	1550	1550	1550	1550	1550	1550	1550

2.1.2 para extração de fumaça natural:

- a altura de referência H será de 8 m, tendo em conta a existência de teto falso
H = 8 m;
- a zona livre de fumaça terá uma altura de 6 m, condicionada pelo trabalho das guias a 6 m de altura, o que impõe a instalação de painéis de acantonamento com 2 m de altura.
- pela Tabela 3a e em função da atividade exercida:
 - categoria de risco – RF1 – para área industrial.
 - categoria de risco – RE3 – para área de depósito.

- da Tabela 6 e de acordo com $H = 8$ e $H' = 6$ m
 - GR = 3 – para área industrial, com % de abertura de 1,22.
 - GR = 6 – para área de depósitos, com % de abertura de 2,58 para acantonamento da área industrial.

- A superfície útil de exaustão deverá ser de:

– para área industrial por acantonamento:

$$\frac{1550 \times 1,22}{100} = 18,91 \text{ m}^2$$

sendo utilizado 6 exaustores, naturais de $\pm 3\text{m}^2$ de 8 exaustores de $\pm 2.5 \text{ m}^2$.

– para área de depósitos:

$$\frac{1550 \times 2,58}{100} = 39,99 \text{ m}^2$$

sendo utilizado 10 exaustores, naturais de $\pm 4\text{m}^2$ ou 14 exaustores naturais de $\pm 3,5 \text{ m}^2$.

2.1.3 para extração mecânica:

- por acantonamento deve ter 6 (seis) aberturas de extração de fumaça com uma vazão de extração de:
 - 1) para área industrial (GR3): $2,6 \text{ m}^3/\text{s}$;
 - 2) para área de depósitos (GR6) : $5,1 \text{ m}^3/\text{s}$.
- cada acantonamento, caso seja previsto insuflação mecânica, deve ter uma vazão de entrada de ar limpo de:
 - 1) para área industrial : $9,3 \text{ m}^3/\text{s}$;
 - 2) para área de depósitos : $18,6 \text{ m}^3/\text{s}$.

“ANEXO “G” – ÁTRIO NÃO PADRONIZADOS PROCEDIMENTOS DE CÁLCULO”

1. Considerações do Projeto

1.1. Opções de um Projeto

1.1.1. Metodologias

1.1.1.1. Os objetivos de um projeto de controle de fumaça devem incluir o gerenciamento da fumaça dentro do átrio e/ou quaisquer outras áreas adjacentes, que se comuniquem diretamente com o átrio.

1.1.1.2. Baseado no item anterior, a fonte formadora da fumaça poderá ser um incêndio (fogo) dentro do átrio ou dentro das áreas adjacentes.

1.1.1.3. Os objetivos do projeto de controle de fumaça devem incluir:

- a. manutenção da interface da camada de fumaça em uma altura predeterminada;
- b. manutenção do controle de fumaça em todas as áreas adjacentes ao átrio, pelo tempo necessário para que toda a população de uma edificação acesse a uma rota de fuga protegida;
- c. limitar a propagação da fumaça para outras áreas;
- d. possibilitar uma visibilidade adequada aos ocupantes de uma edificação, permitindo também a brigada de incêndio encontrar e extinguir o foco de incêndio;
- e. extrair a fumaça que se tenha acumulado no átrio em um determinado tempo; e
- f. limitar a temperatura da camada de fumaça.

1.1.2. Seleção dos métodos

1.1.2.1. Os métodos apresentados para controlar a fumaça, dependem do espaço nos quais a fumaça e a sua fonte geradora serão controlados, que podem ser:

a. Controle da fumaça no átrio.

1) Para controlar a fumaça formada por um foco de incêndio no interior do átrio, deve-se:

- a) remover a fumaça, a fim de limitar a sua acumulação; ou
- b) remover a fumaça dentro de um gradiente, suficiente, para aumentar o tempo em que a fumaça preencha todo este espaço.

b. Controle de fumaça formada por um foco de incêndio, que se inicia nas áreas adjacentes ao atrio:

- 1) remover a fumaça dentro dessas áreas adjacentes conforme item 5.6 desta IT;ou
- 2) retardar a propagação da fumaça para o interior do átrio;ou
- 3) evitar a propagação da fumaça para dentro do átrio, por meio da previsão de um fluxo de ar para dentro das áreas adjacentes (fluxo de ar invertido) conforme item 2.10 deste anexo.

1.1.3. Considerações Gerais

1.1.3.1. A seleção dos vários objetivos de um projeto de controle de fumaça, bem como os seus métodos de controle dependem:

- a. do tipo da ocupação das dependências ao redor do átrio, bem como a sua localização;
- b. da altura e dimensão das aberturas que se comunicam com o átrio;
- c. das barreiras que separam as áreas adjacentes ao átrio;
- d. da posição das áreas de refúgio, se existir;e
- e. do projeto básico de incêndio, utilizado para dimensionar a produção de fumaça, verificando a existência de mecanismos de supressão automática de incêndio (chuveiros automáticos) e a existência de meios de ventilação do local.

1.1.3.2. Limitações do projeto de controle de fumaça

a. **Quanto ao acúmulo de fumaça:**

- 1) Não é um objetivo do projeto de controle de fumaça, prevenir a acumulação da fumaça para áreas localizadas em níveis mais elevados ao teto do átrio.
- 2) Interrupção (quebra) do nível da interface da fumaça.

1.1.3.3. Aspectos do projeto.

a. Quanto à falha na análise

- 1) Todo sistema de controle de fumaça deve ser submetido a uma simulação de falha de análise, para determinar o impacto de erros de projeto, operação indevida do sistema ou operação parcial de cada componente principal do sistema.
- 2) Particularmente merecem atenção os sistemas que tem por objetivo manter uma pressão ou o equilíbrio entre áreas adjacentes, visando controlar o movimento da fumaça para o átrio.
- 3) Deve ser previsto que a falha na operação de um determinado componente, poderá causar a reversão do fluxo de fumaça e a queda da camada de fumaça a níveis perigosos.
- 4) Deverá ainda ser verificado, quando da ocorrência de uma falha, o grau em que as operações de controle de fumaça serão reduzidas e a probabilidade de se determinar estas falhas durante a operação do sistema.

b. Quanto à confiabilidade.

- 1) A confiabilidade no sistema de controle de fumaça depende de seus componentes individuais, da dependência funcional entre estes, bem como no grau de redundância previsto.
- 2) Uma avaliação deve ser elaborada para cada componente do sistema e/ou o seu conjunto, a fim de verificar se o sistema não sofre uma pane quando submetido a um incêndio.
- 3) Desta forma, além da previsão de uma manutenção constante e de testes de funcionamento do sistema, torna-se necessária uma análise total sobre a sua confiabilidade.
- 4) A supervisão dos componentes aumenta a confiabilidade no sistema, e pode ser obtida por meio das indicações audiovisuais da ocorrência de uma falha, que possibilita a rápida solução do problema.

c. Quanto aos testes periódicos

- 1) Devem ser criados alguns meios para testar periodicamente o sistema, a fim de se verificar, e confiar, na performance e funcionamento correto do sistema de controle de fumaça.
- 2) Esses meios de teste não devem ser obtidos por equipamentos especiais, mas baseado nos próprios equipamentos constituintes do próprio sistema.

d. Fogo no interior dos átrios

- 1) O sistema de controle de fumaça deve controlar os níveis de fumaça nos pavimentos acima do piso térreo do átrio, ou limitar a quantidade de fumaça que se propaga para as áreas adjacentes ao mesmo.
- 2) Os seguintes critérios devem ser observados:
 - a) O foco do incêndio (fogo) deve ser detectado de imediato, antes que o nível de fumaça ou sua taxa de decréscimo exceda os objetivos propostos no projeto de controle de fumaça. Deve ser observado o tempo de reação dos ocupantes da edificação para perceberem a emergência, e o tempo necessário para abandono da área protegida pelo sistema permitindo um abandono seguro da edificação;
 - b) O sistema de ventilação e ar condicionado comum à edificação, devem ter sua operação interrompida, a fim de se evitar que afete o funcionamento do sistema de controle de fumaça;
 - c) A fumaça deve ser removida do átrio acima da interface da camada de fumaça;
 - d) Deve ser prevista a entrada de ar limpo, a fim de possibilitar a exaustão da fumaça.
 - Está entrada de ar limpo de ser resguardada, evitando que entre ar contaminado (fumaça) da própria edificação.

e. Ativação automática

- 1) A configuração (tipo, forma e tamanho) do átrio deve ser considerada ao selecionar-se o tipo de detector a ser utilizado para ativar o sistema de controle de fumaça.
- 2) Quanto à possibilidade de estratificação da fumaça, devem ser avaliadas:
 - a) a interferência das áreas adjacentes ao átrio na estratificação da temperatura da fumaça.
 - b) A altura do átrio, sua forma arquitetônica e a existência de ventilações na cobertura (ex.: clarabóias), que são importantes fatores para determinar a estratificação.
 - c) Os fatores ambientais, tais como correntes de ar circulares e o movimento mecânico do ar condicionado no interior da edificação, devem ser considerados para selecionar o tipo e localização do detector.
- 3) A ativação automática do sistema de controle de fumaça poderá ser iniciada por:
 - a) detectores de incêndio tipo pontual;
 - b) detectores de incêndio tipo linear (feixe direcional);
 - c) outros detectores que sirvam para o caso; e
 - d) uma combinação dos sistemas citados anteriormente.

4) Em regra geral, todos os sistemas de detecção do incêndio devem acionar o sistema de controle de fumaça, entretanto, meios de detecção e acionamento não convencionais (botões de chamada de elevador e sistemas de abertura de portas) podem ser utilizados desde que, façam parte de um estudo particular e com aceitação prévia do Corpo de Bombeiros.

5) Deve-se prever uma lógica de operação dos dispositivos de detecção e acionamento do sistema de controle de fumaça por meio da integração de todos esses sistemas.

6) Nesta lógica a ser empregada, a dualidade de sistema deve ser utilizada, a fim de se evitar a operação desnecessária, e conseqüente ativação do sistema de controle de fumaça.

7) Os detectores pontuais podem ser utilizados nas áreas adjacentes ao átrio, onde se tem baixa altura do pavimento, e posicionados com base nos efeitos de estratificação e correntes de ar causadas por forças mecânicas e naturais.

8) Os detectores do tipo linear (feixe) podem ser usados no interior dos átrios, desde que bem posicionados para detectar o incêndio em seu início.

a) Decorrente de problemas relativos a estratificação da fumaça e movimentação de correntes de ar naturais ou mecânicas internas ao átrio, pode ser necessário posicionar detectores intermediários ao átrio (altura) a fim de atender a necessidade de uma imediata detecção do incêndio e conseqüente rápida ativação do sistema de controle de fumaça.

f. Ativação manual

1) Um sistema manual para acionamento e parada do sistema de controle de fumaça, deve ser previsto em local de fácil acesso

g. Nível de exaustão

1) O nível de exaustão deve ser estabelecido no projeto de incêndio usando os procedimentos contidos no item 2 deste anexo;

2) Os seguintes fatores devem ser considerados:

a) a quantidade de exaustão, que deve ser determinada pelo projeto da altura (altura permitida) da camada de fumaça;

b) em um espaço com uma ampla extensão, a coluna de fumaça pode se dividir por todos os lados do espaço; e

c) o impacto da fumaça contra a parede.

h. Proteção das áreas adjacentes

1) Para impedir o movimento da fumaça do átrio para as áreas adjacentes por meio de um fluxo de ar, requer-se a previsão de uma velocidade desse ar transversalmente pela abertura, de forma a exceder a velocidade de ar que ocorre na entrada da coluna de fogo.

2) Um método de calcular esta velocidade está demonstrado em 2.10 deste anexo.

i. Fogo em áreas adjacentes ao átrio.

1) As formas possíveis de relação entre o átrio e as áreas adjacentes podem ser:

a) Áreas adjacentes isoladas do átrio, e

b) Áreas adjacentes abertas em comunicação com o átrio.

j. Fogo com origem em áreas isoladas

1) Nas edificações que possuíam as áreas adjacentes, com configurações construtivas que efetivamente separarem o átrio destas áreas, de forma que a diferença de pressão entre a zona de fogo e zona que não tenham fogo possa ser controlado, o átrio pode então ser considerado como zona controlada pelo sistema de controle de fumaça previsto para a área adjacente .

k. Fogo em áreas abertas em comunicação

1) As áreas comuns podem ser projetadas para permitir que a fumaça se propague para o átrio.

2) Neste caso, a fumaça que propaga para o átrio deve ser gerenciada pelo sistema de controle de fumaça, a fim de se manter uma camada de fumaça dentro de parâmetros estipulados pelo projeto.

3) A taxa de exaustão para o átrio, precisa ser avaliada para as seguintes condições:

a) condição de propagação da coluna de fumaça para o átrio; e

b) a coluna do fogo ocorrendo no interior do átrio.

- 4) O sistema de controle de fumaça deve ser capaz de gerenciar qualquer uma das condições acima, porém não necessita gerenciar as duas simultaneamente.
- 5) Uma vez no interior do átrio, deve ser considerada a possibilidade da fumaça adentrar aos andares superiores ou impingir sobre os tetos desses andares.
 - a) Neste caso, deve ser avaliada a consequência desta fumaça adentrando as áreas adjacentes.
- 6) As áreas adjacentes também podem ser projetadas para prevenir o movimento de fumaça dentro das áreas grandes (átrio).
 - a) Desta forma, o projeto de controle de fumaça requer uma exaustão suficiente da área adjacente;
 - b) A quantidade de exaustão necessária para esta situação pode exceder em muito a capacidade dos sistemas de ar condicionado normal à edificação, necessitando-se a instalação de um sistema de controle de fumaça exclusivo para a área adjacente.
- 7) A previsão de aberturas de exaustão deve ser avaliada cuidadosamente, sendo que as aberturas de entrada de ar e saída da exaustão dever estar posicionadas com base no movimento da fumaça, e de forma a não interferir com as saídas das pessoas.
- 8) A localização das saídas da exaustão para o exterior deve estar localizada longe das entradas de ar externo, a fim de se evitar a probabilidade da fumaça ser recirculada para dentro da edificação.

2. Dimensionamento por Cálculo Algébrico

2.1. Dados gerais

2.1.1. Os procedimentos deste item, são de cálculos baseados em equação para os vários parâmetros de um projeto de controle de fumaça.

2.1.2. Os procedimentos de cálculo representam um conjunto de equações baseadas na NFPA92b.

2.2. Estabelecimento de um ambiente com duas camadas.

2.2.1. A demora em ativar a exaustão pelos ventiladores, pode permitir que a fumaça desça abaixo de uma altura projetada para a camada de fumaça.

2.2.2. A acumulação da fumaça gerada inicialmente nos níveis inferiores pode ser agravada pela estratificação da temperatura vertical da fumaça gerada inicialmente (nos primeiros instantes), e consequentemente atrasar o transporte desta fumaça para os níveis de saída superior do átrio.

2.2.3. Porém com a exaustão e a ventilação, propostos pelo projeto do sistema de controle de fumaça, pode-se esperar a formação de uma camada de fumaça inferior que seja mais limpa e clara.

2.3. Projeto do fogo (chama)

2.3.1. Considerações gerais

2.3.1.1. Todos os cálculos de projeto de controle de fumaça são baseados na taxa de calor liberada pela chama (fogo).

2.3.1.2. Deste modo, como um primeiro passo, o projeto do tamanho de fogo precisa ser determinado, baseado em uma análise de engenharia das características do combustível e/ou materiais consumidos pelo fogo.

2.3.1.3. O fogo pode ser considerado de duas formas:

- a. Estável; e
- b. Instável.

2.3.2. Meios de delimitar a propagação do fogo

2.3.2.1. Efeito dos chuveiros automáticos sobre o tamanho do fogo

a. A não ser que exista uma razão para se esperar que o fogo continue a propagar depois de ativação dos chuveiros automáticos, poderá ser considerado o efeito deste sistema de supressão sobre o tamanho do projeto de fogo, a fim de parar o seu crescimento.

b. Resumindo, o projeto do fogo é o tamanho estimado do fogo, no momento da atuação dos chuveiros automáticos.

c. Assume-se então, que o fogo continuará a queimar dentro de um determinado tamanho, até que o combustível envolvido seja todo consumido, e que, não ocorrerá nenhum outro efeito adicional além da aspersão do chuveiro sobre a chama.

2.3.2.2. Distância de Separação.

- a. Na avaliação do tamanho do projeto do fogo, deve ser verificado o tipo de material que ira queimar (combustível), o espaçamento entre esses materiais e a configuração (disposição) no ambiente.
- b. Do estudo da configuração dos materiais no ambiente, será determinado o provável tamanho esperado de fogo, ou seja, aquele que será envolvido pelo fogo.
- c. Baseado no item anterior, um determinado tamanho de projeto de fogo deverá ser ampliado, se outros materiais estiverem dentro da distância de separação, R, indicada na Figura 47 e determinada de Equação (1).
- d. Deve-se observar que se o acondicionamento do material (combustível) não for circular, um raio equivalente precisa ser dimensionado, equacionando-se o andar onde se encontra acondicionado o material, pela suposição de que este esteja dentro de um círculo de raio equivalente.
- e. A área total de piso onde se encontra o material deve ser considerada nos cálculos, por exemplo, se o acondicionamento do material (combustível) consiste em mobiliário conforme ilustrada na Figura 48, a área do acondicionamento do material deve incluir aquela coberta por toda a mobília inclusive a área entre os móveis

Equação 1

$$R = [Q/(12\pi q'')]^{1/2}$$

Onde:

R = Distância de separação em (ft);

Q= taxa de liberação de calor do fogo (btu/sec);

q'' = Fluxo de calor radiante requerido para ignição sem chama (btu/ft²-sec)

Figura 39 - Distância de separação R.

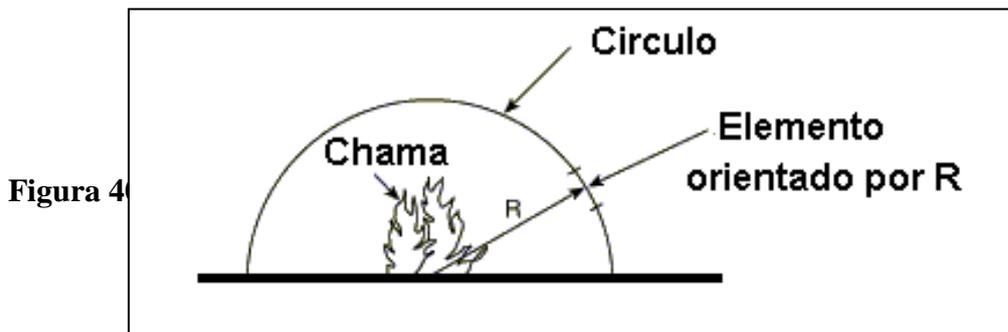
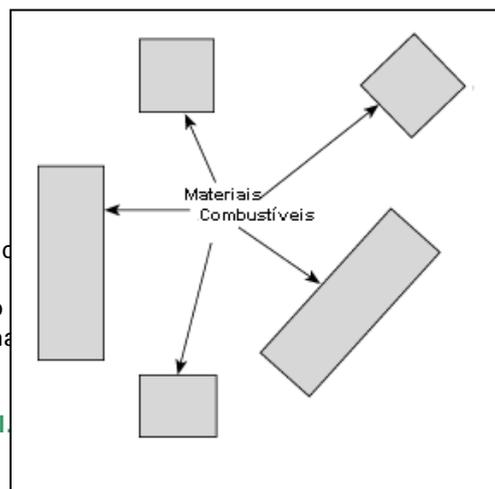


Figura 4



- f. Não existe uma especificação para todas as situações.
- g. O tamanho do projeto de fogo deve ser determinado com base no tipo e quantidade de combustível.
- h. Em 2.3.5.4. um tamanho de projeto de fogo é recomendado, devido à falta de dados disponíveis.

2.3.3. Fogo estável.

de fogo, que seja aplicável para todas as situações. Um tamanho de projeto de fogo é recomendado, devido à falta de dados disponíveis.

2.3.3.1. Fogo estável é definido como um fogo que possui uma constante taxa de liberação de calor, esperando-se que o mesmo cresça rapidamente até um limite.

2.3.3.2. A sua propagação fica restringida pelo controle ativo (sistema de supressão automático) do fogo, ou por uma distância de separação suficiente para os materiais combustíveis próximos.

2.3.4. Fogo instável

2.3.4.1. Um fogo instável é aquele que varia em relação ao tempo. Um perfil do tempo ao quadrado (t-quadrado) será utilizado para expressar o fogo instável. Então, a taxa de liberação de calor será dada pela Equação (2).

Equação 2

$$Q = 1000 (t/tg)^2$$

Onde

Q = taxa de liberação de calor do fogo (btu/sec)

t = tempo depois da ignição efetiva (sec)

tg = tempo de crescimento (sec)

2.3.4.2. Na equação “g” é o intervalo de tempo para a ativação efetiva dos meios de detecção e supressão, para que o fogo exceda a 1055 W (1000 Btu/sec).

2.3.4.3. Um perfil t-quadrado pode ser usado para os propósitos de engenharia, quando estão envolvidas áreas grandes, decorrentes da dinâmica das ignições secundárias.

2.3.4.4. Assim, um perfil t-quadrado será utilizado nos casos em que o crescimento do fogo for limitado pelas atividades de controle de fogo (supressão) ou pela distância de separação dos combustíveis próximos, visando prevenir ignições adicionais dos materiais (combustíveis) adjacentes.

2.3.4.5. Decorrido esse tempo, entende-se que o fogo não crescerá em tamanho.

2.3.5. Fontes de informação para taxas de liberação de calor

2.3.5.1. Uma quantidade limitada de informações sobre taxa de liberação de calor para alguns materiais/combustíveis estão disponíveis nas literaturas. (exemplo: anexo D da NFPA 92B)

2.3.5.2. Isto decorre do fato que os detalhes para construção de móveis e materiais ainda não estão bem determinados.

2.3.5.3. Se as informações sobre a taxa de liberação de calor não estiverem disponíveis, poderá ser estimada uma taxa média para o projeto por área de material/combustível.

2.3.5.4. Uma taxa típica de liberação de calor por unidade de piso em edifícios de escritórios é de 228 Kw/m² (20Btu/ft²-sec) e de 500 Kw/m² (44 Btu/ft²-sec) para ocupações comerciais e quartos residenciais..

2.3.6. Cuidados

2.3.6.1. Projetistas e analistas devem acautelar-se em adotar e limitar uma taxa de liberação de calor abaixo de 1055 W , pois poucas situações estão incluídas nesta condição, aliado ao fato de se ficar difícil de mantê-las durante a vida da edificação.

2.4. Detecção do Fogo e Atuação dos Chuveiros automáticos.

2.4.1. Geral

2.4.1.1. As respostas dos detectores de incêndio colocados sob o teto podem ser estimadas pelo aumento da temperatura que provém da chama em tais locais.

a. O aumento da temperatura depende do raio da base da chama e do calor transmitido pelo seu eixo vertical.

b. Como regra, para os espaços onde a altura entre a base da chama e o teto seja menor ou igual a 0,6 vezes o raio da chama, deve-se considerar o aumento da temperatura no teto igual à temperatura localizada na base da chama.

2.4.1.2. Temperatura de Resposta.

a. Detectores de temperatura do tipo pontual instalado no teto.

1) A resposta de um detector pontual montado no teto pode ser estimada considerando o acréscimo de temperatura dos gases da chama (fogo) .

2) Dependendo em particular do modelo do detector e origem do fogo, uma indicação realista de acréscimo de temperatura da concentração gases combustíveis comuns, causaria a descoberta do incêndio por um detector em aproximadamente 10° C (20° F).

2.4.2. Temperatura da fumaça sob o teto

2.4.2.1. Fogos estáveis

a. Para a proporção entre a altura da base da chama e o teto menor que 0,6 vezes o raio da chama, o acréscimo da temperatura da fumaça dentro do plume (ceiling jet) pode ser estimada em função do tempo, baseando-se em teorias gerais e quantidades limitadas de dados experimentais. Para $X \leq 100$:

Equação 3

$$X = 4.6 \cdot 10^{-4} Y^2 + 2.7 \cdot 10^{-15} Y^6$$

Para $X \leq 100$

Onde:

$$X = t Q^{1/3} / H^{4/3}$$

$$Y = \Delta T H^{5/3} / Q^{2/3}$$

E, onde:

t = tempo da ignição (ativação) (sec)

Q = taxa de liberação de calor (fogo estável) (btu/sec)

H = altura do teto acima da superfície do fogo (ft)

ΔT = aumento da temperatura no teto. (°F)

1) A equação 3 está baseada em informações experimentais derivadas de investigações em salas de várias formas, caracterizadas pela proporção (relação) da área seccional transversal horizontal de uma sala pelo quadrado da altura do cômodo (A/H^2).

2) As salas incluem aquelas relações com A/H^2 de 0.9 (num cômodo sem ventilação) á 7.0 (num cômodo com ventilação mecânica numa taxa de 1.0 de troca de ar por hora, com tetos lisos sem obstrução).

3) O uso da equação (3) para $A/H^2 > 7.0$ visa a superestimar o aumento da temperatura no decorrer do tempo.

2.4.2.2. Fogo instável.

a) Para fogos t-quadrado (veja equação (2)), o aumento da temperatura do jato de fumaça (ceiling jet) sob o teto, associado à proporção entre a altura da base da chama e o teto (que deve ser menor que 0,6 do raio da chama), pode ser estimada em função do tempo.

Equação 4

$$\Delta T = 27.400 [t / (tg^{2/5} H^{4/5}) - 0,22]^{4/3} / [tg^{4/5} H^{3/5}]$$

(ΔT em °F; t e tg em sec; H em ft)

b) A equação 4 está embasada em correlações aceitas empiricamente, decorrentes de investigações com tetos amplos, lisos e sem obstruções, avaliando-se a relação entre o raio da chama e a altura entre a base da chama e o teto, sendo $r / H = 0.3$.

c) A equação (4) foi também verificada para outras informações experimentais em tetos limitados, onde $A/H^2 = 7.4$, $tg = 480$ sec, e a existência de uma taxa de ventilação de 1.0/troca de ar por hora.

d) A equação 4 é a mais apropriada se $A/H^2 \leq 7.4$, $t \leq 480$ sec e a taxa de ventilação não exceder a 1.0 da troca de ar por hora.

2.5. Estratificação de Fumaça.

2.5.1.1. O movimento ascendente da fumaça no plume depende da fluabilidade da fumaça dentro dos ambientes.

2.5.1.2. O potencial para estratificação relaciona a diferença da temperatura entre o teto e os níveis de piso do átrio ou espaço amplo.

2.5.1.3. Existe uma altura máxima na qual a fluidez do plume (coluna) de fumaça aumentará, logo no início do incêndio após a ignição, que depende da taxa de liberação de calor convectiva e a variação de temperatura ambiental no interior do átrio ou espaço amplo.

2.5.1.4. Esta altura é determinada pela equação n° "5":

Equação 5

$$Z_m = 14.7 Q_c^{1/4} (\Delta T/dz)^{-3/8}$$

Onde:

z_m = altura máxima da fumaça acima da superfície do fogo (ft).

Q_c = porção convectiva da taxa de liberação de calor (btu/sec).

$\Delta T/dz$ = taxa de mudança da temperatura ambiental baseada na altura (°F/ft).

2.5.1.5. A porção convectiva da taxa da troca de calor, Q_c , pode ser estimada como 70 por cento da taxa de liberação de calor total (Q).

2.5.1.6. Assumindo que a temperatura ambiente varia linearmente com a altura, a Q_c mínima requer superar a diferença de temperatura ambiente e direcionar a fumaça para o teto ($z_m = H$), conforme a Equação (6):

Equação 6

$$Q_{c,min} = 2,39 \times 10^{-5} H^{5/2} \Delta T_0^{3/2}$$

Onde:

$Q_{c,min}$ = taxa mínima liberação de calor convectiva para superar a estratificação (btu/sec)

H = altura do teto acima da superfície do fogo (ft)

ΔT_0 = diferença de temperatura ambiental entre o teto e o nível do fogo (°F)

2.5.1.7. Alternativamente, uma expressão (equação 7) pode se utilizada, em termos de aumentar a temperatura ambiental entre o piso e o teto, suficientemente para prevenir que o plume (coluna) de fumaça, derivado da taxa de calor convectivo (Q_c) alcance a altura (H) do teto.

Equação 7

$$\Delta T_0 = 1300 Q_c^{2/3} H^{-5/3}$$

Onde:

ΔT_0 = diferença de temperatura ambiental entre o teto e o nível do fogo (°F)

Q_c = porção convectiva da taxa de liberação de calor (btu/sec).

H = altura do teto acima da superfície do fogo (ft).

2.5.1.8. Finalmente, como uma terceira alternativa (equação 8), a altura máxima até o teto, para que o plume (coluna) de fumaça, derivada da Q_c , tenha potência suficiente para alcançar o teto, dentro da diferença de temperatura ambiental, reescrevendo-se a equação (7):

Equação 8

$$H_{max} = 74 Q_c^{2/5} \Delta T_0^{3/5}$$

Onde:

H_{max} = altura do teto acima da superfície do fogo (ft).

Q_c = porção convectiva da taxa de liberação de calor (btu/sec).

ΔT_0 = diferença de temperatura ambiental entre o piso da superfície do fogo e o teto (°F).

2.6. Condições Perigosas.

2.6.1.1. As condições perigosas são aquelas que ocorrem como resultado de temperaturas inaceitáveis, escurecimento da fumaça, ou espécies de concentrações tóxicas (por exemplo, CO, HCl, HCN) em uma camada de fumaça.

2.6.1.2. As equações para calcular a profundidade da camada de fumaça, aumento de temperatura, densidade óptica, tipos de concentração durante o estágio de acumulação da fumaça e de quase-estabilidade, estão mencionados na tabela 7.

a. Estas equações são utilizadas para fogo com taxas constantes de liberação de calor e fogos t-quadrado.

2.6.1.3. Também podem ser utilizadas para calcular as condições dentro da camada de fumaça quando existir condições de ventilação.

a. Os conceitos deste item são baseados na manutenção do nível da camada de fumaça, por meio dessa camada num cenário com ventilação.

b. Antes da operação do sistema de exaustão, e por um período de tempo depois dessa operação inicial, existe um cenário de acumulação de fumaça, no qual o nível da camada de fumaça utilizados nos cálculos de ventilação, pode estar dentro da camada de fumaça.

Tabela 7 - Equações para calcular as propriedades da camada de fumaça

Estágios de acumulação da fumaça			
Parâmetros	Fogos Estáveis	Fogos T-quadrado	Estágios da ventilação
ΔT	$[\exp(Q_n/Q_o)] - 1$	$[\exp(Q_n/Q_o)] - 1$	$[60(I-\chi_1)Q_c]/(\rho_o c_p V)$
D	$(D_m Q T)/[\chi_\alpha \Delta H_c A(H-z)]$	$(D_m a t^3)/[3\chi_\alpha \Delta H_c A(H-z)]$	$(60 D_m Q)/(\chi_\alpha \Delta H_c V)$
Yi	$(f_i Q T)/[\rho_o \chi_\alpha \Delta H_c A(H-z)]$	$(f_i a t^3)/[3\rho_o \chi_\alpha \Delta H_c A(H-z)]$	$(60 f_i Q)/(\rho_o \chi_\alpha \Delta H_c V)$

Onde:

A = área de espaço seccional cruzada horizontal (ft²);
 Cp = calor específico do ar-ambiente;
 D = L - 1 log (I_o/I), densidade óptica;
 L = extensão da luz através da fumaça (ft);
 I_o = intensidade da luz no ar limpo;
 I = intensidade da luz na fumaça;
 D_m DV/mf, = massa de densidade óptica (ft²/lb) medida num teste de vapor contendo toda a fumaça proveniente do material ensaiado;
 mf = a taxa de massa incandescente (lb/sec);
 V = Taxa de vazão volumétrica (ft³/sec);
 f_i = fator de produção de espécies i (espécies lb i/lb combustível);
 H = altura do teto (ft);
 ΔH_c = calor da combustão completa (Btu/lb);
 Q = taxa de liberação do calor do fogo (Btu/sec);
 Q_c = porção convectiva da taxa de liberação de calor (Btu/sec);
 Q_n = ∫ (1-χ₁) Q dt
 Para fogos estáveis: Q_n = (I-χ₁) Q t (Btu);
 Para fogos t²: Q_n = (I-χ₁) a t^{3/3} (Btu);
 Q_o = ρ_o C_p T_o A(H-z) (Btu);
 t = tempo para ignição (sec);
 ΔT = aumento da temperatura na camada de fumaça (oF);
 V = taxa de ventilação volumétrica;
 Y_i = fração de massa das espécies i (espécies lb i/lb de fumaça);
 z = altura do topo do combustível à camada de fumaça (ft);
 a = coeficiente do crescimento do fogo t² (Btu/sec³);
 ρ_o = densidade do ar ambiente (lb/ft³);

χ_α = fator de eficiência da combustão (-), valor máximo de 1;
 χ_1 = fator de perda de calor total da camada de fumaça aos limites do átrio, valor máximo de 1, aumento máximo de temperatura ocorrerá se $\chi_1 = 0$.

2.7. Altura da interface da camada de fumaça a qualquer tempo

2.7.1. Geral

2.7.1.1. A posição da interface da camada de fumaça a qualquer tempo pode ser determinada pelas relações que reportam a três situações:

- nenhum sistema de exaustão de fumaça em operação;
- a taxa de massa de exaustão de fumaça é igual à taxa de massa de fumaça fornecida do plume até a camada de fumaça;
- a taxa de massa de exaustão de fumaça é menor que a taxa de fumaça fornecida para do plume até a camada de fumaça.

2.7.2. Posição da camada de fumaça com nenhum sistema de exaustão operante

2.7.2.1. Fogos estáveis

- Para fogos estáveis, a altura das primeiras indicações da fumaça acima da superfície (nível) de fogo, 'z', pode ser estimada a qualquer tempo, 't', pela Equação (9) (onde os cálculos abrangendo $z/H > 1.0$, significam que a camada de fumaça não começou a descer).

Equação 9

$$z/H = 0.67 - 0.28 \ln [(tQ^{1/3} / H^{4/3}) / (A/H^2)]$$

Onde:

- z = altura das primeiras indicações de fumaça acima da superfície do fogo (ft);
- H = altura do teto acima da superfície de fumaça (ft);
- T = tempo (sec);
- Q = taxa de liberação de calor de fogo estável (btu/sec);
- A = área seccional cruzada do espaço sendo preenchido com fumaça (ft²).

- A equação (9) é baseada em informações experimentais provenientes de investigações utilizando áreas uniformes (seccionais-transversais) baseadas em uma altura com proporções A/H^2 que pode variar de 0.9 a 14 e para valores de $z/H \geq 0.2$.

c) Esta equação é usada para o caso com a pior condição – fogo fora de quaisquer paredes.

- A equação fornece uma estimativa conservadora de perigo, porque "z" relaciona a altura onde existe a primeira indicação de fumaça, ao invés da posição da interface da camada de fumaça.

2.7.2.2. Fogos instáveis

- A altura das primeiras indicações da fumaça acima da superfície (nível) do fogo, z, também pode ser estimada para fogos t-quadrado.

b. Da teoria básica e das evidências experimentais limitadas, a altura das primeiras indicações da fumaça acima da superfície (nível) do fogo, z, pode ser estimada para um determinado tempo de acordo com a relação constante da Equação (10) (onde os cálculos abrangendo $z/H > 1.0$ significam que a camada de fumaça não iniciou a descer):

Equação 10

$$z/H = 0.23 [t / (t_g^{2/5} H^{4/5} (A/H^2)^{3/5})]^{-1.45}$$

z = altura das primeiras indicações de fumaça acima da superfície do fogo (ft);

H = altura do teto acima da superfície de fumaça (ft);
t = tempo (sec);
Q = taxa de liberação de calor de fogo estável (btu/sec);
A = área seccional cruzada do espaço sendo preenchido com fumaça (ft²).
tg = crescimento do tempo (sec).

1) Da equação (10) conclui-se :

- está baseada em informações experimentais provenientes de investigações com proporções A/H² variando de 1.0 a 23 e para valores de z/H ≥ 0,2.
- está baseada em áreas uniformes seccionais transversais e relativas altura;
- é usada para o pior caso – fogo fora de quaisquer paredes.
- fornece uma estimativa conservadora de risco porque “z” relaciona a altura onde existe uma primeira indicação de fumaça, ao invés da posição da interface da camada de fumaça.

2) As equações 9 e 10 são usadas para avaliar a posição da camada a qualquer tempo depois da ignição.

3) Para fogos estáveis, o consumo total de massa requerida para sustentar a taxa constante de liberação de calor, durante um período de tempo necessário (conforme interesse do projeto), pode ser determinado da seguinte forma:

Equação 11

$$m = Q \Delta t / Hc$$

Onde:

m = massa total combustível consumida (lb)
Q = taxa de liberação de calor do fogo (btu/sec)
 ΔT = duração do fogo (sec)
Hc = calor de combustão do combustível (btu/lb).

4) Para fogos t-quadrado, a massa total consumida acima do período de tempo pode ser determinada como:

Equação 12

$$m = 333 \Delta t^3 / (Hc tg^2)$$

Onde:

m = massa total combustível consumida (lb)
Q = taxa de liberação de calor do fogo (btu/sec)
 ΔT = duração do fogo (sec)
Hc = calor de combustão do combustível (btu/lb).
tg = crescimento do tempo (sec).

2.7.2.3. Variáveis geométricas em seções transversais e geometrias complexas

- As equações (9) e (10) são baseadas em experiências conduzidas em áreas seccionais cruzadas e uniformes.
- Na prática, pode ocorrer um espaço a ser estudado, que não apresente uma geometria uniforme, onde a descida da camada de fumaça em seções transversais variadas ou com geometrias complexas, pode ser afetada por condições tais como tetos em declive, variações nas áreas seccionais e origem da projeção do plume (coluna) de fumaça.
- Para os locais onde essas irregularidades ocorrerem, outros métodos de análise devem ser considerados.
- Esses outros métodos de análise, que podem variar em sua complexidade, mas são úteis ao lidar com geometrias complexas e não uniformes, podem ser:

- Modelos em escala;
- Modelos de campo;
- Adaptação de modelos de zona;

4) Análises de sensibilidade.

2.7.2.4. Posição da camada de fumaça com a exaustão de fumaça em operação.

a. Taxa de massa de exaustão de fumaça igual à taxa de massa de fumaça fornecida .

1) Depois que o sistema de exaustão estiver operando, por um determinado período de tempo, será encontrado uma posição de equilíbrio da interface da camada de fumaça, se a taxa de massa de exaustão for igual à taxa da massa fornecida pelo plume (coluna) à base da camada de fumaça.

2) Uma vez determinado esta posição, está deverá ser mantida desde que as taxas de massas permaneçam iguais. Veja o item 2.8 deste anexo para as taxas de massa fornecida à base da camada de fumaça para diferentes configurações do plume (coluna).

b. Taxa de massa de exaustão de fumaça diferente da taxa de massa de fumaça fornecida

1) Com a taxa de massa fornecida pelo plume (coluna) à base da camada de fumaça maior que a taxa de massa de exaustão, uma posição de equilíbrio da camada de fumaça não será encontrada.

2) Espera-se que a interface da camada de fumaça desça , ainda que lentamente decorrente das taxas menores de exaustão..

3) A tabela 8 inclui informações sobre a posição da camada de fumaça em função do tempo para colunas assimétricas de fogo estável, determinada pela desigualdade das taxas de massa.

4) Para outras configurações do plume (coluna), uma análise computadorizada se torna necessária.

Tabela 8 - Acréscimo do tempo para Interface da Camada de Fumaça para encontrar posição selecionada (colunas assimétricas e fogos estáveis)

z/H	t/t ₀					
	m/m _e					
	0.25	0.35	0.50	0.70	0.85	0.95
0.2	1.12	1.19	1.30	1.55	1.89	2.49
0.3	1.14	1.21	1.35	1.63	2.05	2.78
0.4	1.16	1.24	1.40	1.72	2.24	3.15
0.5	1.17	1.28	1.45	1.84	2.48	3.57
0.6	1.20	1.32	1.52	2.00	2.78	4.11
0.7	1.23	1.36	1.61	2.20	3.17	4.98
0.8	1.26	1.41	1.71	2.46	3.71	6.25

Onde:

z = projeto da altura da camada de fumaça acima da base do fogo

H = altura do teto acima da base do fogo

t = tempo para a camada de fumaça descer até z

t₀ = valor de t na ausência de exaustão de fumaça (veja equação 9)

m = fluxo da taxa de massa de exaustão de fumaça (menos qualquer taxa de massa dentro da camada de fumaça de outras fontes que não seja o plume).

m_e = valor de "m" requerido para manter a interface da camada de fumaça indefinidamente em z [obtido pela equação (14)].

2.8. Taxa de produção de massa de fumaça

2.8.1. Características gerais

2.8.1.1. A altura da interface da camada de fumaça pode ser mantida em um nível constante através da exaustão da mesma taxa de vazão de massa fornecida a camada pelo plume (coluna).

2.8.1.2. A taxa de massa fornecida pelo plume (coluna) dependerá de sua configuração (plume).

2.8.1.3. Três configurações de plume (coluna) de fumaça são identificadas nesta IT.

2.8.1.4. O ventilador de exaustão deve ser dimensionado e distribuído no espaço, a fim de minimizar a probabilidade de entrar (ser despejado) ar abaixo da camada de fumaça.

2.8.1.5. Para que isso aconteça, a velocidade de exaustão não deverá exceder a um valor que cause a entrada de ar fresco na camada de fumaça.

2.8.2. Plume (Colunas) de fumaça assimétricas

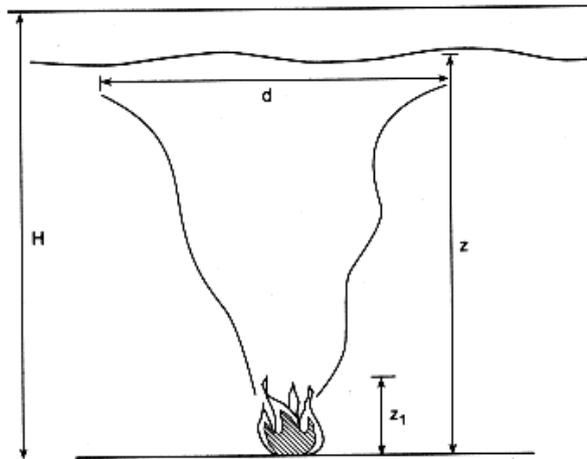
2.8.2.1. Um plume (coluna) assimétrico (ver figura 49) pode aparecer de um fogo que se origina no piso do ático, com o plume afastado de qualquer parede.

2.8.2.2. Neste caso, o ar entra de todos os lados e ao longo de toda a altura do plume, até que o plume fique envolvido (submerso) pela camada de fumaça.

Figura 49 - Plume Assimétrico

2.8.2.3
desde que
de massa
a. A defini
por:

Ec
z1
on
z1
Qc
b. A taxa c



nada baseada na taxa de entrada de ar,
do fogo, seja muito menor que a taxa
ximadamente à altura da chama é dada

ec):.

ação é dada por:

Equação 14

$$m = 0,022 Qc^{1/3} z^{5/3} + 0,0042 Qc \quad (z > z1)$$

onde:

m = taxa de vazão de massa no plume (coluna) para a altura z (lb/sec);

z = altura acima do combustível (ft);

Qc = porção convectiva da taxa de liberação de calor (btu/sec).

c. A taxa do fluxo (vazão) de massa no plume (coluna) abaixo da chama é dada por:

Equação 15

$$m = 0.0208 Qc^{3/5} z \quad (z \leq z1)$$

onde:

m = taxa de vazão de massa no plume (coluna) para a altura z (lb/sec);
 z = altura acima do combustível (ft);
 Q_c = porção convectiva da taxa de liberação de calor (btu/sec).

2.8.2.4. A taxa de massa fornecida pelo plume (coluna) à camada de fumaça é obtida pela equação (15) para alturas com fumaça claras, menores que a altura da chama (veja equação (13), caso contrário pela equação (14)).

2.8.2.5. A altura da camada de fumaça clara é selecionada pelo projeto de sua altura acima da fonte de fogo.

2.8.2.6. Deve-se notar que as equações (14) e (15) não detalham os tipos de materiais envolvidos no fogo, a não ser por meio da taxa de liberação de calor.

2.8.2.7. Isso decorre do fato que a taxa de massa de ar que entra, ser muito maior que as taxas de massa geradas pela combustão dos produtos, e que quantidade de ar que entra ser apenas uma função da intensidade, isto é, da taxa de liberação de calor do fogo.

2.8.2.8. Por razões práticas, expressar a taxa de produção de fumaça em termos de volumetria (cfm) pode ser preferível acima de uma determinada taxa de massa.

2.8.2.9. Esta forma é obtida dividindo-se a taxa de fluxo de massa pela densidade da fumaça:

Equação 16

$$V = 60 m/\rho$$

Onde:

V = taxa volumétrica da produção de fumaça (ft³/sec)

P = densidade da fumaça (lb/ft³)

2.8.2.10. Os fogos podem estar localizados perto da extremidade ou canto de um espaço aberto. Neste caso, a entrada poderá não ser por todos os lados do plume (coluna), resultando numa taxa de produção menor de fumaça do que aquela onde a entrada pode acontecer por todos os lados. Então, os cálculos de projetos conservadores devem levar em conta que a entrada ocorra por todos os lados.

2.8.3. Plume de fumaças saindo pelas sacadas.

2.8.3.1. O plume de fumaça saindo de uma sacada é aquele que flui sob e em volta de uma sacada antes de ascender, dando a impressão de sair pela sacada (veja Figura 50).

2.8.3.2. Cenários com o plume de fumaça saindo pela sacada, envolvem um acréscimo de fumaça acima da base do fogo, alcançando primeiro o teto, sacada, ou outra projeção horizontal do pavimento, para então migrar horizontalmente em direção à extremidade da "sacada."

2.8.3.3. A característica de um plume saindo pela sacada depende da característica do fogo, largura do plume, e pela altura do teto acima do fogo.

2.8.3.4. Além disto, é significativa a migração horizontal do plume até a extremidade de sacada.

2.8.3.5. Para situações envolvendo um fogo em um espaço adjacente a um átrio, a entrada de ar no plume saindo de sacada pode ser calculada de Equação n° 17.

Equação 17

$$m = 0.12 (QW^2)^{1/3} (Z_b + 0.25H)$$

onde:

m = taxa do fluxo de massa na coluna (lb/sec)

Q = taxa de liberação de calor (btu/sec)

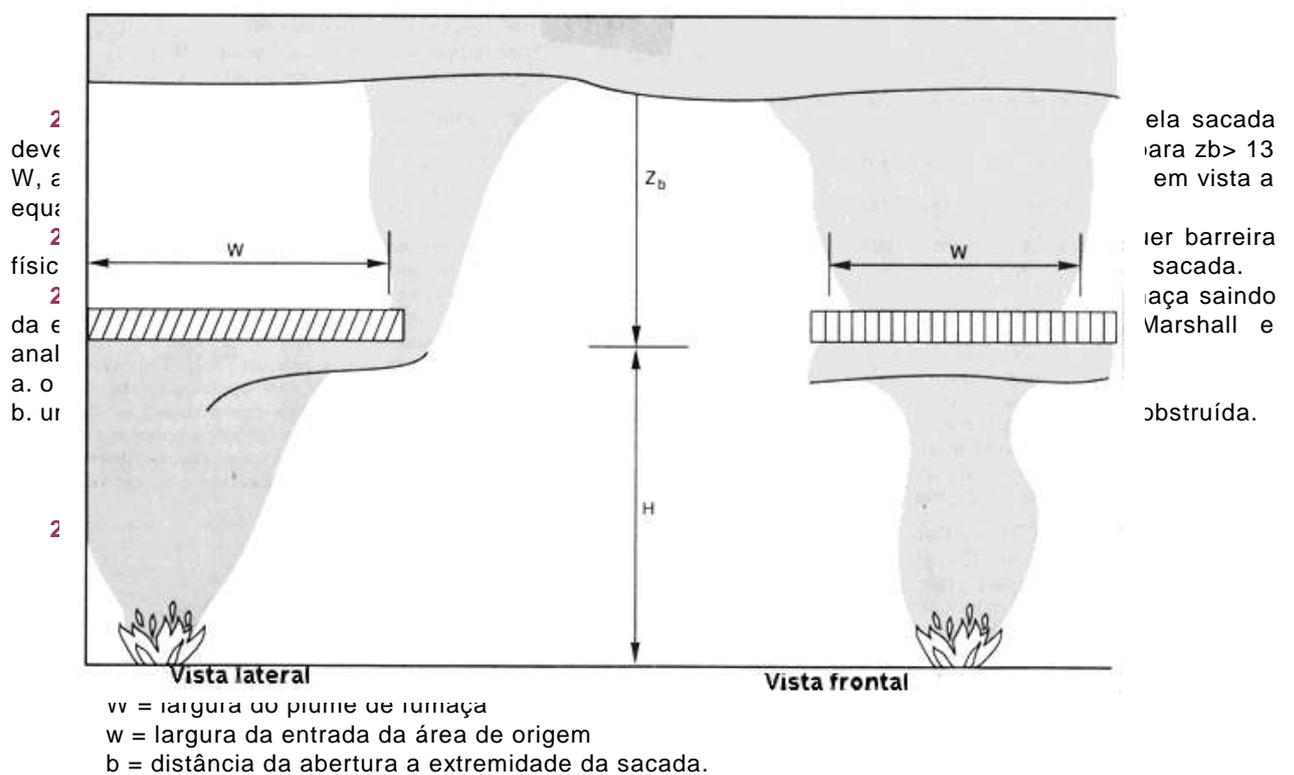
w = extensão da coluna saindo das sacadas (ft)

Z_b = altura acima da sacada (ft)

H = altura da sacada acima do combustível (ft)

2.8.3.6. Equação (17) deve ser considerada como uma aproximação para um complexo problema

Figura 50 - Plume saindo de um balcão



2.8.4. Plume saindo por aberturas (janelas)

2.8.4.1. Plume originando-se de aberturas nas paredes, tais como portas e janelas, numa área grande e aberta, são mencionadas como Plumes saindo por aberturas (janelas) (veja figura 51).

2.8.4.2. Depois do flashover no compartimento, a taxa de liberação de calor pode ser aquela orientada pela taxa (pelo fluxo) de ar através da abertura, isto é, o fogo está “controlado pela ventilação”.

2.8.4.3. A taxa de liberação de calor pode ser relacionada às características de uma abertura ventilada.

2.8.4.4. Baseado em informações experimentais de madeira e poliuretano, a taxa de liberação de calor é dada por:

Equação 18

$$Q = 61,2 A_w H_w^{1/2}$$

Onde:

- Q = taxa de liberação de calor (btu/sec)
- A_w = área da abertura de ventilação (ft²)
- H_w = altura da abertura de ventilação (ft)

2.8.4.5. A equação acima assume que:

- 1) a liberação do calor é limitada pelo fornecimento de ar no compartimento;
 - 2) a geração de combustível é limitada pelo fornecimento de ar;
 - 3) a queima do excesso de combustível ocorre fora do compartimento; e
 - 4) a entrada de ar fresco ocorre fora do compartimento.
- 5) Os métodos neste item são apenas válidos para compartimentos tendo em vista uma única abertura de ventilação.

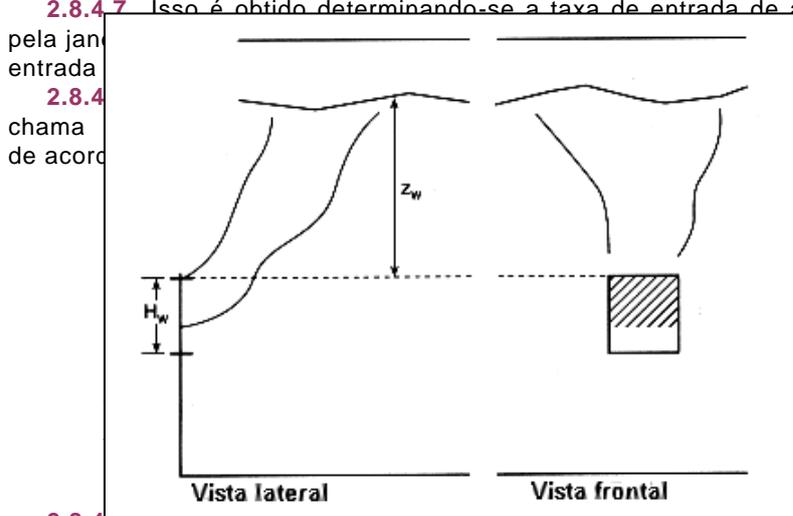
Figure 51- Plume saindo por aberturas (janelas)

2.8.4.6. O ar que entra pelas janelas no plume fumaça pode ser determinado por analogia com um plume assimétrico.

2.8.4.7. Isso é obtido determinando-se a taxa de entrada de ar na ponta da chama que são emitidas pela janela e pode permitir a mesma quantidade de

2.8.4.8. indicando a diferença entre a altura da chama e a equacionar-se a assimetria do plume,

de acordo



2.8.4.9. Então, a massa que entra pelo plano chamado de janela, é determinada como:

Equação 20

$$m = 0.022 Q_c^{1/3} (z_w + a)^{5/3} + 0.0042 Q_c$$

Onde:

Z_w = altura acima do topo da janela

2.8.4.10. Substituindo Q_c proveniente da equação (18), temos:

Equação 21

$$m = 0.077 (A_w H_w^{1/2})^{1/3} (z_w + a)^{5/3} + 0.18 A_w H_w^{1/2}$$

2.8.4.11. A altura da chama geradora do plume é determinada como sendo a altura da abertura que fornece a mesma entrada do plume de fumaça.

2.8.4.12. Qualquer outra entrada acima da chama é considerada como se fosse a mesma de um fogo pela abertura.

2.8.5. Influencia do contato do plume de fumaça com as paredes

2.8.5.1. Da mesma forma que um plume ascende, ele também alarga-se, e pode entrar em contato com todas as paredes no espaço aberto antes de alcançar o teto.

2.8.5.2. Neste caso, a interface da fumaça pode ser considerada como sendo a altura de contato com as paredes adjacentes.

2.8.5.3. O diâmetro do plume pode ser estimado como:

Equação 22

$$d = 0.48 [(T_0 + 460)/(T + 460)]^{1/2} z$$

Onde:

d = diâmetro da coluna (baseada em excesso de temperatura) (ft)

T_0 = temperatura no centro da coluna (°F)

T = temperatura ambiente(°F)

z = altura (ft)

2.8.5.4. Em muitos casos , perto do topo do átrio, a temperatura do centro do plume de fumaça não pode ser considerada maior que a do ar ambiente , devido ao resfriamento causado pela entrada de ar frio ao longo do plume.

2.8.5.5. Então, genericamente o diâmetro total do plume de fumaça pode ser avaliado como:

Equação 23

$$d = 0.5 z$$

onde:

d = diâmetro da coluna (baseada em excesso de temperatura) (ft)

z = altura (ft)

2.9. Velocidade máxima do ar fornecido

2.9.1.1. A velocidade do ar renovado no perímetro de espaços abertos deve ser limitada aos valores de perda para não defletir (inclinarem) o plume de fogo, que poderá aumentar a taxa de entrada do ar, ou perturbar a interface da fumaça.

2.9.1.2. Uma velocidade máxima recomendada de ar renovado é de 200 fpm (1 m/sec).

2.10. Requisitos para o fluxo de ar invertido

2.10.1.1. A fim de prevenir a origem de fumaça num espaço comum, oriunda da propagação em áreas grandes, o espaço comum deve ser exaurido numa taxa suficiente que cause uma velocidade de ar média na abertura de entrada da área grande que exceda o limite mínimo.

2.10.1.2. O limite de velocidade, v , pode ser calculado assim :

Equação 24

$$v = 38 [gH (T_f - T_0)/T_f + 460]^{1/2}$$

Onde:

v = velocidade do ar (fpm)
g = aceleração da gravidade (32,2 ft/sec²)
H = altura da abertura (ft)
T_f = temperatura da fumaça quente (°F)
T₀ = temperatura do ar ambiente (°F)

2.10.1.3. Por exemplo, com H = 3,3 m (10 ft), T_f = 74 °C (165°F) (considerado para espaços com sprinkler) e T₀ = 21 °C (70°F), o limite de velocidade começa a 270 fpm. Para as mesmas condições com T_f = 1640 °F (considerado para espaços sem sprinkler), o limite de velocidade começa a 594 fpm.

2.10.1.4. A fim de prevenir a entrada de fumaça no volume do espaço adjacente, oriunda da propagação em áreas grandes (átrio), o ar deve ser fornecido do espaço comum numa taxa suficiente, que cause uma velocidade na abertura de entrada da área adjacente que exceda o limite mínimo contido na equação (25).

2.10.1.5. Dois casos podem ser diferenciados:

a. No primeiro caso, a abertura para a área adjacente está localizada abaixo da posição da camada de fumaça e o espaço amplo (átrio) está exposto à fumaça da coluna localizada próxima ao seu perímetro, no qual o limite de velocidade (vê) do ar, pode ser calculado como:

Equação 25

$$v_e \text{ (fpm)} = 17 [Q/z]^{1/3}$$

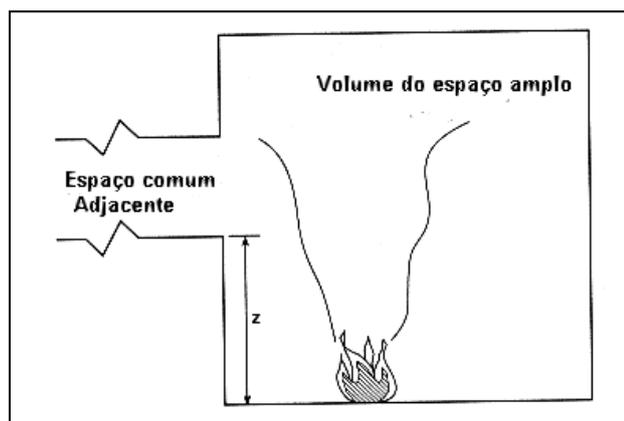
Onde:

v_e = velocidade do ar (fpm)
Q = taxa de liberação de calor (btu/sec)
Z = distância acima da base do fogo à abertura (ft)

Observação

- 1) A velocidade (vê) não deve exceder a 200 fpm.
- 2) Esta equação não deve ser usada quando z < 10 ft.
- 3) Caso a abertura para o espaço comum esteja localizada acima da posição da camada de fumaça, deve-se utilizar a equação (24) para calcular o limite de velocidade (estabelecendo-se que v=v_e), onde T_f - T₀ é o valor de ΔT da tabela 7 e T_f = ΔT + T₀

Figura 52 – Medida da distância acima da base do fogo até o topo da abertura



“Anexo H - Modelo de utilização do dimensionamento para extração de fumaça em átrio”

1. Dados do projeto:
 - a. Átrio retangular e uniforme;
 - b. Altura : 120 ft (36,5 m);
 - c. Comprimento de 200 ft (61 m) e largura de 100 ft (30,5 m);
 - d. Fogo considerado do tipo estável;
 - e. Projeto do fogo: 5.000 btu/s (5.275 Kw);
 - f. Diferença de temperatura interna : 50°F (20°C);
 - g. Detector de fumaça localizado no teto do átrio acionado com uma diferença de temperatura de 18°F (7,78°C);

2. 1º passo : Determinação do tempo de ativação do detector, com o fogo localizado na base do átrio e os detectores no topo do átrio:
 - a. Utilizando a equação “3”

$$Y = \Delta T H^{5/3} / Q^{2/3}$$
$$X = 4.6 \cdot 10^{-4} Y^2 + 2.7 \cdot 10^{-15} Y^6$$
$$t = (X H^{4/3}) / Q^{1/3}$$

onde:

t = tempo da ignição (ativação) (sec);
Q = taxa de liberação de calor (fogo estável) (Btu/sec);
H = altura do teto acima da superfície do fogo (ft);
 ΔT = aumento da temperatura no teto. (°F);

$$Y = 18 \cdot 120^{5/3} / 5000^{2/3} = 179,7$$

$$X = 4.6 \cdot 10^{-4} \cdot 179,7^2 + 2.7 \cdot 10^{-15} \cdot 179,7^6 = 14,94$$

$$T = (14,94 \cdot 120^{4/3}) / 5000^{1/3} = 517 \text{ sec}$$

3. 2º passo : Verificação da altura que a fumaça irá alcançar sem estratificar, para confirmar se a posição (altura) dos detectores irá acionar o sistema de controle de fumaça.
 - a. Utilizando a equação n° “8”:

$$H_{\max} = 74 Q_c^{2/5} \Delta T_0^{3/5}$$

Onde:

H_{max} = altura do teto acima da superfície do fogo (ft).
Q_c = porção convectiva da taxa de liberação de calor (Btu/sec).
 ΔT_0 = diferença de temperatura ambiental entre o piso da superfície do fogo e o teto (°F).

$$H_{\max} = 74 (5000 \cdot 0,7)^{2/5} 50^{3/5} = 186 \text{ ft}$$

Obs.: 1) Q_c = 0,7 Q;

2) A altura que a fumaça atinge sem estratificar é de 186 ft, sendo que os detectores estão instalados a 120 ft, portanto serão acionados.

4. 3º passo : Determinação da profundidade da camada de fumaça quando o detector for ativado.
 - a. Utilizando a equação n° “9”:

$$z = \{0,67 - 0,28 \ln [(tQ^{1/3}/H^{4/3})/(A/H^2)]\} H$$

$$z = \{0,67 - 0,28 \ln [(517 \cdot 5000^{1/3} / 120^{4/3}) / (100 \cdot 200 / 120^2)]\} 120 = 0,66 \text{ ft}$$

- obs.: 1) Quando a profundidade da camada de fumaça for menor que 0,2 H, o dimensionamento obtido pela equação "9" não prevê uma estimativa que se pode confiar.
 2) Entretanto, o resultado indica que o átrio terá um acúmulo de fumaça significativo;
 3) O fato da camada de fumaça descer até o nível do piso não indica necessariamente condição de Perigo.
 4) Pode-se afirmar que a interface da camada de fumaça é definida quando antecipadamente será detectada a presença de fumaça;
 5) Sendo assim, deverá ser verificado por meio da tabela 7 qual será a opacidade causada pela fumaça.

5. 4º Passo – Determinar a opacidade causada pela camada de fumaça (tabela 7).

$$D = (DmQt)/[\chi_a \Delta H_c A(H-z)]$$

Onde:

D =	Densidade Óptica (ft ⁻¹)
Dm =	1089 ft ² /lb para uma mistura de hidrocarbonetos e materiais com celulose;
Q =	5.000 btu/sec;
T =	517 sec;
χ_a =	0,7;
ΔH_c =	10.500 btu/lb para uma mistura de hidrocarbonetos e materiais com celulose;
A =	20.000 ft ² ;
H-z =	119 ft;

Aplicando os dados acima na fórmula, o resultado é:

$$D = 0,16 \text{ ft}^{-1};$$

- a. A distância de visão afim de visualizar um sinal de pode ser calculado como:

$$DS = 1,3$$

Onde

S = distância de visão de um sinal, sendo assim:

$$S = 1,3/D$$

$$S = 1,3/0,16 = 8 \text{ ft}$$

- b. Em uma segunda tentativa com t = 120 s, decorrente da previsão de detector linear, temos:

$$z = \{0,67 - 0,28 \ln [(tQ)^{1/3}/H^{4/3}]/(A/H^2)\} H$$

$$z = \{0,67 - 0,28 \ln [(120 \cdot 5000)^{1/3} / 120^{4/3}] / (100 \cdot 200 / 120^2)\} 120 = 49,2 \text{ ft}$$

obs.: 1) A comparação dos vários cálculos no exemplo acima demonstra a diferença quando da aplicação de detectores distintos.

2) Esta substituição de tipo de detector é válida para antecipar a detecção do incêndio, e conseqüentemente se prever uma interface da camada de fumaça em uma posição mais elevada, e que atenda as expectativas do projeto de controle de fumaça.

6. 5º Passo - Determinação da taxa de exaustão de fumaça, prevendo-se uma altura de 5 ft, acima do piso do último pavimento (nono pavimento), e considerando o fogo localizado no centro do piso térreo do átrio.

- a. Com a localização do fogo no centro do átrio é esperada a formação de um plume de fumaça assimétrico, sendo assim, deve-se primeiro utilizar a equação de nº 13, afim de determinar a altura da chama:

$$Z_1 = 0,533 Q_c^{2/5}$$

onde:

z_1 = limite de elevação da chama (ft);
 Q_c = porção convectiva da taxa de liberação de calor (btu/sec).

$$Z_1 = 0,533 (5.000 0,7)^{2/5}$$
$$Z_1 = 13,9 \text{ ft}$$

- b. Com a interface da camada de fumaça sendo projetada com a altura de 85 ft acima do nível do piso térreo do átrio, e com a altura da chama dimensionada em 13,9 ft, pode-se determinar a taxa de produção de fumaça dentro da camada de fumaça (equação 14):

Equação 14

$$m = 0.022 Q_c^{1/3} z^{5/3} + 0.0042 Q_c \quad (z > z_1)$$

onde:

m = taxa de vazão de massa no plume (coluna) para a altura z (lb/sec);
 z = altura acima do combustível (ft);
 Q_c = porção convectiva da taxa de liberação de calor (btu/sec).

$$m = 0.022 (5.000 0,7)^{1/3} (85)^{5/3} + 0,0042 (3.500)$$
$$m = 564 \text{ lb/sec}$$

- c. Se a taxa de extração de for igual à taxa de produção de fumaça, a profundidade de camada de fumaça será estabilizada em uma altura predeterminada no projeto de controle de fumaça. Deste modo, convertendo a taxa de vazão de massa para um taxa de vazão volumétrica usando Equação "16", temos:

$$V = 60 m/\rho$$

Onde:

ρ = densidade da fumaça (lb/ft³)

m = taxa de vazão de massa no plume (coluna) para a altura z (lb/sec);

Para o exemplo:

$$\rho = 0.075 \text{ lb/ft}^3$$
$$m = 564 \text{ lb/sec}$$

$$V = 564/0.075$$
$$V = 7521 \text{ ft}^3/\text{sec}$$
$$V = 60 7521 = 451.260 \text{ scfm}$$

7. 6° Passo - Verificação se o plume de fumaça entrará em contato com as paredes, com o projeto de controle de fumaça estipulando que a camada de fumaça ficará 5 ft acima do piso do nono pavimento. Utilizando a equação n° "23", temos:

$$d = 0.5 z$$

onde:

d = diâmetro do plume de fumaça (ft)

z = altura da camada de fumaça (ft) = 85 ft

$$d = 0.5 (85)$$
$$d = 42,5 \text{ ft}$$

obs.: Como as dimensões do átrio horizontalmente são 100 ft e 200 ft, com o dado acima se constata que o plume de fumaça tem um diâmetro menor (42, 5 ft), portanto não entra em contato com as paredes antes de alcançar a interface da camada de fumaça prevista em projeto.

8. 7º Passo - Determinação da temperatura da Camada de fumaça depois da atuação do sistema de exaustão, visando estudar se o plume de fumaça terá alterações.

a. Aplicando-se as formulas contidas na tabela 7:

$$\Delta T = [60(I-\chi_1)Q_c]/(\rho_0 C_p V)$$

Onde:

ΔT = temperatura da camada de fumaça;

I = intensidade da luz na fumaça;

χ_1 = fator de perda de calor total da camada de fumaça aos limites do átrio, valor máximo de 1, aumento máximo de temperatura ocorrerá se $\chi_1 = 0$;

Q_c = porção convectiva da taxa de liberação de calor (btu/sec).

ρ_0 = densidade do ar ambiente (lb/ft³)

C_p = calor específico do ar-ambiente

V = Taxa de vazão volumétrica (ft³/sec)

Para a equação temos:

I = intensidade da luz na fumaça = 2 v.i.;

$\chi_1 = 1$;

$Q_c = 3500$ btu/sec;

$\rho_0 = 0,075$ lb/ft³;

$c_p = 0,24$ btu/lb-°F

$V = 60\ 7521$ ft³/sec.

$$\Delta T = 60 (2-1) 3500 / 0,075 0,24 60\ 7521 = 26^\circ\text{F}$$

9. 8º Passo - Determinação do fluxo de ar oposto

- a. O fogo localizado no espaço adjacente ao átrio, com a determinação do fluxo de ar oposto (invertido) para manter a fumaça neste espaço adjacente:

- 1) As aberturas no átrio são de 10 ft (largura) x 6 ft (altura);
- 2) A temperatura da chama é de 1000 °F;
- 3) Utilizando a equação n° "24" temos:

$$v = 38 [gH (T_f - T_0)/(T_f + 460)]^{1/2}$$

onde:

v = velocidade do ar (fpm);

g = aceleração da gravidade (32.2 ft/sec²);

H = altura da abertura (F);

T_f = temperatura da fumaça quente (°F);

T_0 = temperatura do ar ambiente (°F).

Para o caso, temos:

$H = 6$ ft;

$T_f = 1000$ (°F);

$T_0 = 70$ (°F);

$$V = 38 [32,2 \cdot 2 \cdot (1000 - 70)/(1000 + 460)]^{1/2}$$

$$V = 426 \text{ fpm.}$$

- b. Para um fogo no átrio, determine o fluxo de ar oposto requerido para restringir fumaça propague para as áreas adjacentes.

Baseado na equação n 25, temos

$$V_e = 17 [Q/z]^{1/3}$$

Onde:

v_e = velocidade do ar (fpm)

Q = taxa de liberação de calor (Btu/sec)

z = distância acima da base do fogo à abertura (ft).

Para o exemplo:

$Q = 5.000 \text{ btu/sec};$

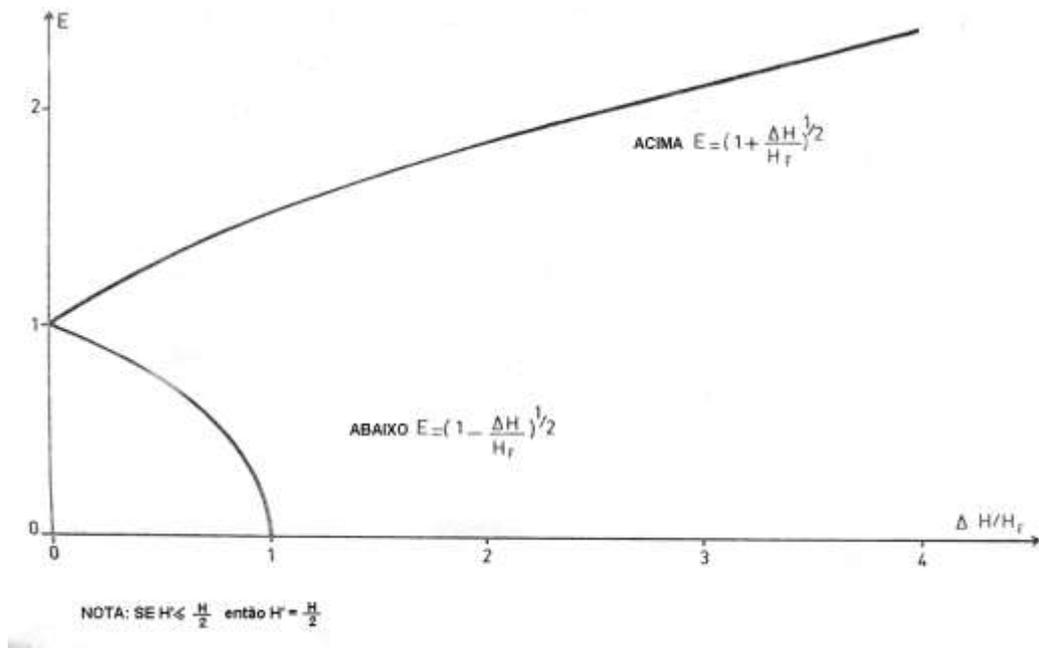
$z = 90 \text{ ft}$

$$V_e = 17 [Q/z]^{1/3} = 17 [5000/90]^{1/3}$$

$V_e = 64,8 \text{ fpm}$

“ANEXO I - EFICIÊNCIA DOS EXAUSTORES”

1. Gráfico que indica a eficiência dos exaustores naturais.



2. Na determinação da superfície útil de qualquer exaustor, a superfície dever ser fornecida pelo fabricante, após ensaio em laboratório credenciado, contendo a influência do vento e das deformações provocadas pela elevação de temperatura.
3. O ensaio deverá ser realizado conforme regra que consta “Règles relatives a la conception et a l’installation d’exutores de fumée et de chaleur – edition mai 1980 – França”;
4. Para os sistemas que não forem objetos de ensaio a superfície livre de passagem de ar será afetada por um coeficiente de 0,3, na condição de todas as vezes que o exaustor se abrir a menos de 110°, e por um coeficiente de 0,5 quando a abertura for superior à 110°.