SECRETARIA DE ESTADO DOS NEGÓCIOS DA SEGURANÇA PÚBLICA

POLÍCIA MILITAR DO ESTADO DE SÃO PAULO

Corpo de Bombeiros

INSTRUÇÃO TÉCNICA Nº 15/2004

Controle de Fumaça

Parte I – Regras Gerais

SUMÁRIO

1 Objetivo

2 Aplicação

3 Referências normativas e bibliográficas

4 Procedimentos

ANEXOS

A Tabela 2 - Determinação dos locais onde deve haver controle por ocupação

1 OBJETIVO

O objetivo desta Instrução é fornecer parâmetros técnicos para implementação de sistema de controle de fumaça, atendendo ao previsto no Decreto Estadual n° 46.076/01.

2 APLICAÇÃO

2.1 Esta Instrução Técnica se aplica ao controle de fumaça dos "átrios, *malls*, subsolos, espaços amplos e rotas horizontais", visando:

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

c) a prever 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 Conforme a aplicação a que se destina o sistema de controle de fumaça, haverá implicações nas características dos materiais empregados, tempo de autonomia e vazões de extração.

2.3 As escadas e rotas de fuga verticais devem atender às Instruções Técnicas n° 11, 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 Tecnique n° 246 – Relative au désenfumage dans les établissements recevant du public – journal officiel du 4 mai 1982 – França;

3.3 Instruction Tecnique n° 247 – Relative aux mécanismes de déclenchement des dispositifis de fermeture résistant au feu et de désenfumage – journa officiel du 4 mai 1982 – França;

3.4 Instruction Tecnique n° 263 – Relative à la construction et au désenfumage des volumes libres intérieurs dans les établisssements recevant du public – journa 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'exutores de fumeé et de chaleur – edition mai 1980 – França;

3.6 Decreto-lei n° 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° 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° 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;

3.9 Guia de projeto de sistemas de ventilação de fumaça para edificações industriais de andar único, incluindo aqueles com mezaninos e depósitos com estantes altas – Ventilation Of Smoke Association (Hevac) – Inglaterra;

3.10 DIN V 18232-5 Rauch- und Wärmefreihaltung - Teil 5: Maschinelle Rauchabzugsanlagen (MRA); - Alemanha;

3.11 BOCA (Building Official & Code Administrators Internacional, Country Club Hills, edição 1999 – National Building Code – Illinois - USA).

4 PROCEDIMENTOS

4.1 Condições gerais

4.1.2 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.

4.1.3 Para obter 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 Figura 1);

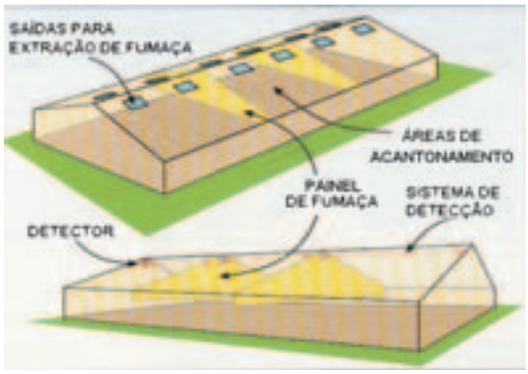


Figura 1 - Acantonamento

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 (ver Figura 2);

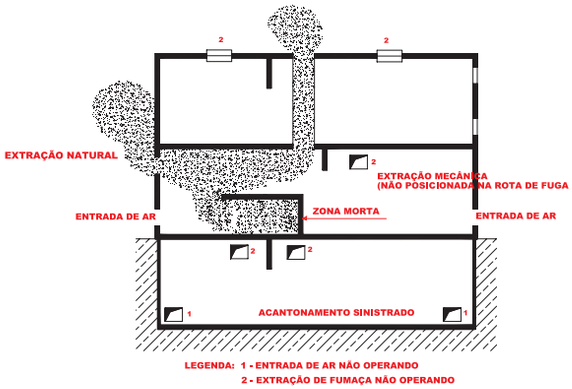


Figura 2 - Zonas mortas

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 (ver Figura 3).

Obs: Para edifícios horizontais de um único pavimento, com sistema de controle de fumaça natural, com impossibilidade técnica de prever entrada de ar no acantonamento, esta poderá ser prevista ou complementada pelas aberturas de extração de fumaça dos acantonamentos adjacentes á área incendiada.

Figura 3 - Diferencial de pressão

4.1.4 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

4.1.4.1 A escolha do sistema a ser adotado fica a critério do projetista, desde que atenda as condições descritas em 4.1.2, salvo as exceções contidas nesta IT.

4.1.5 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, *ou projetando a camada de fumaça em determinada altura*, 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.

4.1.5.1 Para evitar as condições perigosas citadas no item anterior, deve ser previsto o *acionamento em conjunto* da abertura de extração de fumaça da área sinistrada, com a introdução de ar no menor tempo possível, para que não ocorra a explosão ambiental.

4.1.6 De forma genérica, o controle de fumaça deve ser previsto isoladamente ou de forma conjunta para:

1) Espaços amplos (grandes volumes);

2) Átrios, *malls* e corredores;

3) Rotas de fuga horizontais;

4) Subsolos.

4.1.7 A "Tabela 2" constante do Anexo A, indica por ocupação as partes da edificação que devem possuir controle de fumaça.

Anexo A

Tabela 2

Determinação dos locais onde deve haver controle de fumaça

CARACTERÍSTICA DA EDIFICAÇÂO										
Ocupação		H > 60m (Sem ÁTRIO)		Subsolos		ÁTRIO ou QUEBRA DE ISOLAMENTO VERTICAL		EXIGÊNCIA DE OUTRAS ITs		
		Locais a proteger	Partes da IT-15 a consultar	Locais a proteger	Partes da IT-15 a consultar	Locais a proteger	Partes da IT-15 a consultar	Locais a proteger		Partes da IT-15 a consultar
Residencial		---------	---------	Todas os locais com ocupação distinta de estacionamento; (2) (3).	1,2, 6 e 8	Átrio; Corredores;	1,2, 7 e 8	IT 11 (Edifícios sem janelas)	Com corredores definidos	1,2,6 e 8
									Sem corredores	1,2,5 e 8
SERVIÇOS DE HOSPEDAGEM	HOTÉIS–RESIDENCIAIS; APART-HOTÉIS	---------	---------	Todas os locais com ocupação distinta de estacionamento; (2) (3).	1,2, 6 e 8	Átrio; Corredores; Áreas adjacentes a corredores, destinadas à concentração de pessoas;	1,2, 7 e 8	IT 11 (Edifícios sem janelas)	Com corredores definidos	1,2,6 e 8
									Sem corredores	1,2,5 e 8
	Demais Ocupações	Corredores; (1)	1,2,6 e 8	Todas os locais com ocupação distinta de estacionamento; (2) (3).	1,2, 6 e 8	Átrio; Corredores; Áreas adjacentes a corredores, destinadas à concentração de pessoas;	1,2, 7 e 8	IT 11 (Edifícios sem janelas)	Com corredores definidos	1,2,6 e 8
		Áreas adjacentes a corredores, destinadas a concentração de pessoas e comércio;(4) (ex.: restaurante, lojas, auditórios e salões de convenções)	1,2, (4 ou 5) e 8						Sem corredores	1,2,5 e 8
COMERCIAL		Corredores; (1)	1,2,6 e 8	Todas os locais com ocupação distinta de estacionamento; (2) (3).	1,2, 6 e 8	Átrio; Corredores; Áreas adjacentes a corredores, destinadas à concentração de pessoas;	1,2, 7 e 8	IT 09; (aumento de área de compartimentação)		1,2, (3 ou 5) e 8
		Áreas adjacentes a corredores, destinadas a concentração de pessoas e comércio;(4) (ex.: restaurante, lojas, auditórios e salões de convenções)	1,2, (4 ou 5) e 8					IT 11 (Edifícios sem janelas)	Com corredores definidos	1,2,6 e 8
									Sem corredores	1,2,5 e 8

capitulo15 319
2/28/05 4:23:29 PM

Continuação do Anexo A

Tabela 2

Determinação dos locais onde deve haver controle de fumaça

CARACTERÍSTICA DA EDIFICAÇÂO									
Ocupação	**H > 60m (Sem ÁTRIO)**		**Subsolos**		**ÁTRIO ou QUEBRA DE ISOLAMENTO VERTICAL**		**EXIGÊNCIA DE OUTRAS ITs**		
	Locais a proteger	Partes da IT a consultar	Locais a proteger	Partes da IT a consultar	Locais a proteger	Partes da IT a consultar	Locais a proteger		Partes da IT a consultar
Serviços Profissionais	Corredores; (1)	1,2,6 e 8	Todas os locais com ocupação distinta de estacionamento; (2) (3).	1,2,6 e 8	Átrio; Corredores;	1,2, 7 e 8	IT 09; (aumento de área de compartimentação)		1,2, (3 ou 5) e 8
	Áreas adjacentes a corredores, destinadas à concentração de pessoas e comércio (4) (ex.: restaurante, lojas, auditórios e salões de convenções)	1, 2, (4 ou 5) e 8					IT 11 (Edifícios sem janelas)	Com corredores definidos	1,2,6 e 8
								Sem corredores	1,2,5 e 8
Educacional (Grupo E)	Corredores; (1)	1,2, 6 e 8	Todas os locais com ocupação distinta de estacionamento; (2) (3).	1,2,6 e 8	Átrio; Corredores; Áreas adjacentes a corredores, destinadas à concentração de pessoas;	1,2,7 e 8	IT 11 (Edifícios sem janelas)	Com corredores definidos	1,2,6 e 8
	Áreas adjacentes a corredores, destinadas à concentração de pessoas e comércio(4) (ex.: restaurante, lojas, auditórios e salões de convenções)	1,2, (4 ou 5) e 8						Sem corredores	1,2,5 e 8
Local de reunião de público	Corredores; (1)	1, 2,6 e 8	Todos os locais com ocupação distinta de estacionamento; (2) (3).	1,2,6 e 8	Átrio; Corredores; Áreas adjacentes a corredores, destinadas à concentração de pessoas;	1,2,7 e 8	IT 11 (Edifícios sem janelas)	Com corredores definidos	1,2,6 e 8
	Áreas adjacentes a corredores, destinadas à concentração de pessoas e comércio;(4) (ex.: restaurante, lojas, auditórios e salões de convenções)	1, 2, (4 ou 5) e 8						Sem corredores	1,2,5 e 8

capitulo15 320 2/28/05 4:23:31 PM

Continuação do Anexo A

Tabela 2

Determinação dos locais onde deve haver controle de fumaça

CARACTERÍSTICA DA EDIFICAÇÃO									
Ocupação	**H > 60m (Sem ÁTRIO)**		**Subsolos**		**ÁTRIO ou QUEBRA DE ISOLAMENTO VERTICAL**		**EXIGÊNCIA DE OUTRAS ITs**		
	Locais a proteger	Partes da IT a consultar	Locais a proteger	Partes da IT a consultar	Locais a proteger	Partes da IT a consultar	Locais a proteger		Partes da IT a consultar
Serviços automotivos e assemelhados	Corredores; [1]	1,2,6 e 8	Todos os locais com ocupação distinta de estacionamento; [2] [3].	1,2,6 e 8	Átrio; Corredores; Áreas adjacentes a corredores, destinadas à concentração de pessoas;	1,2,7 e 8	IT 11 (Edifícios sem janelas)	Com corredores definidos	1,2,6 e 8
	Áreas adjacentes a corredores, destinadas à concentração de pessoas e comércio [4] (ex.: restaurante, lojas, auditórios e salões de convenções)	1,2, (4 ou 5) e 8						Sem corredores	1,2,5 e 8
Serviço de Saúde	Corredores; [1]	1,2,6 e 8	Todos os locais com ocupação distinta de estacionamento; [2] [3].	1,2,6 e 8	Átrio; Corredores; Áreas adjacentes a corredores, destinadas à concentração de pessoas;	1,2,7 e 8	IT 11 (Edifícios sem janelas)	Com corredores definidos	1,2,6 e 8
	Áreas adjacentes a corredores, destinadas à concentração de pessoas e comércio[4] (ex.: restaurante, lojas, auditórios e salões de convenções)	1,2, (4 ou 5) e 8						Sem corredores	1,2,5 e 8

capitulo15 321
2/28/05 4:23:32 PM

Continuação do Anexo A
Tabela 2
Determinação dos locais onde deve haver controle de fumaça

CARACTERÍSTICA DA EDIFICAÇÃO									
Ocupação	**H > 12m para I3, J3 e J4 (Sem ÁTRIO); H > 60 m para I1, I2, J1 e J2;**		**Subsolos**		**ÁTRIO ou QUEBRA DE ISOLAMENTO VERTICAL**		**EXIGÊNCIA DE OUTRAS ITs**		
	Locais a proteger	Partes da IT a consultar	Locais a proteger	Partes da IT a consultar	Locais a proteger	Partes da IT a consultar	Locais a proteger		Partes da IT a consultar
INDUSTRIAL	Corredores; (1)	1,2,6 e 8	Todas os locais com ocupação distinta de estacionamento; (2) (3).	1,2, 6 e 8	Átrio; Corredores;	1,2, 7 e 8	IT 9; (aumento de área de compartimentação)		1,2, (3 ou 5) e 8
	Áreas adjacentes a corredores, destinadas à concentração de pessoas e comércio(4)	1,2, (3 ou 5) e 8			Áreas adjacentes a corredores, destinadas à concentração de pessoas;	1,2 (3ou 6) e 8	IT 11 (Edifícios sem janelas)	Com corredores definidos	1,2,6 e 8
								Sem corredores	1,2, (3 ou 5) e 8
DEPÓSITO	Corredores; (1)	1,2,6 e 8	Todas os locais com ocupação distinta de estacionamento; (2) (3).	1,2, 6 e 8	Átrio; Corredores;	1,2, 7 e 8	IT 9; (aumento de área de compartimentação)		1,2, (3 ou 5) e 8
	Áreas adjacentes a corredores, destinadas à concentração de pessoas e comércio(4)	1,2, (3 ou 5) e 8			Áreas adjacentes a corredores, destinadas à concentração de pessoas;	1,2 (3ou 6) e 8	IT 11 (Edifícios sem janelas)	Com corredores definidos	1,2,6 e 8
								Sem corredores	1,2, (3 ou 5) e 8

Notas específicas:

(1) Dispensa-se da proteção de sistema de controle de fumaça para corredores cujo caminhamento entre a porta de saída das unidades autônomas e uma escada protegida seja igual ou inferior a 10 m;
(2) Todos os subsolos destinados a estacionamento devem atender ao item 11.7 da Parte "6" desta IT;
(3) Dispensa-se da previsão de sistema de controle de fumaça os subsolos ocupados, quando tratar-se de edificações de grupo A, B, C, D, E, G, H, I e J, desde que estes subsolos não estejam interligados a átrios, não ultrapassem até dois níveis, e possuam: área compartimentada de até 500 m², sistema de detecção de fumaça, controle de material de acabamento e revestimento do tipo I ou II-A (IT nº 10) e no mínimo duas saídas de emergência conforme IT nº 11, em extremidades opostas do subsolo (permitindo sempre alternativa de escape de pessoas). Fica obrigatória a ventilação e exaustão, natural ou mecânica do ambiente, conforme item 11.7 da Parte 6 desta IT.
Obs : Para as ocupações citadas no item acima excetua-se da dispensa da previsão de sistema de controle de fumaça, os subsolos:
- de ocupações do tipo "B" – quando destinados as áreas de quartos;
- de ocupações do tipo C, D, G, I e J – quando com lotação atendendo a IT nº 11 - Saídas de emergência;
- de ocupações do tipo H – quando destinados a áreas de serviço com pacientes, com internação e atendimento (consulta);

(4) Dispensa-se da proteção se a área adjacente for subdividida em compartimento inferior a 300 m².

SECRETARIA DE ESTADO DOS NEGÓCIOS DA SEGURANÇA PÚBLICA

POLÍCIA MILITAR DO ESTADO DE SÃO PAULO

Corpo de Bombeiros

INSTRUÇÃO TÉCNICA Nº 15/2004

Controle de Fumaça

Parte 2 – Conceitos, definições e componentes do sistema

SUMÁRIO

5 Definições e conceitos

6 Componentes do sistema

5 DEFINIÇÕES E CONCEITOS

5.1 Acantonamento: volume livre compreendido entre o chão e o teto/ telhado, ou falso teto, delimitado por painéis de fumaça (Figura 4).

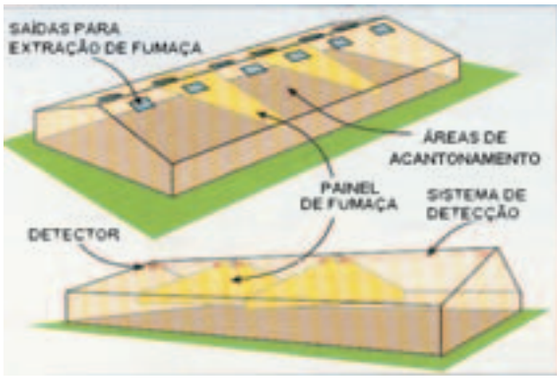


Figura 4 – Acantonamento

5.2 Altura da zona enfumaçada (Hf): Altura média entre a face inferior da camada de fumaça e o ponto mais elevado do teto ou telhado (Figura 5).

5.3 Altura da zona livre de fumaça (H'): altura medida entre face superior do chão e a face inferior da camada de fumaça (Figura 5).

5.4 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 (Figura 5).

Figura 5 – Altura de referência, livre de fumaça e da zona enfumaçada

5.5 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.

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

5.7 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; (Figura 6)

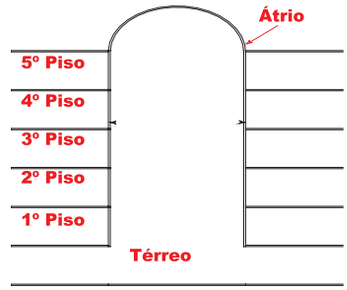


Figura 6 - Átrio

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 (Figura 8).

5.8 Camada de fumaça (*smoke layer*): espessura acumulada de fumaça por uma barreira ou painel.

5.9 Dimensões do incêndio: As dimensões de base do maior incêndio com o qual um sistema de ventilação deve lidar, podendo ser no formato de um quadrado ou de um círculo.

5.10 Entrada de ar limpo: Ar fresco, em temperatura ambiente, livre de fumaça que entra no acantonamento, durante as operações de exaustão de fumaça, para substituir a fumaça quente a ser extraída.

5.11 Efeito chaminé: Fluxo de ar vertical dentro das edificações, causado pela diferença de temperatura interna e externa.

5.12 Espaços adjacentes: Áreas dentro de uma edificação com comunicação com corredores, malls e átrios (ex. lojas em um *shopping center*).

5.13 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.

5.14 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.

5.15 Extração de fumaça: Retirada (natural ou mecânica) da fumaça de ambientes protegidos pelo sistema de controle de fumaça.

5.16 Fluxo de calor: A energia total de calor transportada pelos gases quentes na área incendiada.

5.17 Fumaça: Partículas de ar transportadas na forma sólida, líquidas e gasosas, decorrentes de um material submetido a pirólise ou combustão, que juntamente com a quantidade de ar formam uma massa.

5.18 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 (Figura 7).

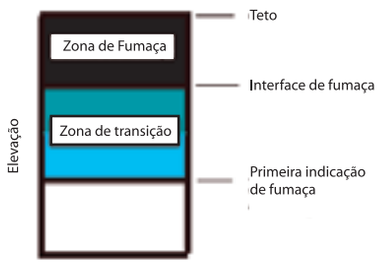


Figura 7 - Interface da camada de fumaça

5.19 Jato de fumaça sob o teto (*Ceiling Jet*): um fluxo de fumaça horizontal 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.

5.20 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 (Figura 1).

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

5.22 Produção de calor: O calor total gerado pela fonte de fogo.

5.23 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.

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

5.25 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.

5.26 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.

5.27 Zona enfumaçada: O espaço compreendido entre a zona livre de fumaça e a cobertura ou o teto.

5.28 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.

6 COMPONENTES DE UM SISTEMA DE CONTROLE DE FUMAÇA

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

6.1.1 Sistema de extração natural

a. Entrada de ar, que pode ser por:
- **1)** Aberturas de entrada localizadas nas fachadas;
- **2)** Pelas portas dos locais a extrair fumaça, localizadas nas fachadas;
- **3)** Pelos vãos das escadas abertas;
- **4)** Abertura de ar por insuflação mecânica por meio de grelhas e venezianas.

b. Extração de fumaça, que pode ser pelos seguintes dispositivos:
- **1)** Exaustores naturais, que são:
  - **a)** Abertura ou vão de extração;
  - **b)** Janela e veneziana de extração;
  - **c)** Grelhas ligadas a dutos;
  - **d)** Clarabóia ou alçapão de extração.
  - **e)** Dutos e peças especiais;
  - **f)** Registros corta-fogo e fumaça;
  - **g)** Mecanismos elétricos, pneumáticos e mecânicos de acionamento dos dispositivos de extração de fumaça.

6.1.2 Sistema de extração mecânica

a. Entrada de ar, que pode ser:
- **1)** Abertura ou vão de entrada;
- **2)** Pelas portas;
- **3)** Pelas escadas protegidas ou não;
- **4)** Abertura de ar por insuflação mecânica por meio de grelhas;
- **5)** Escadas pressurizadas.

b. Extração de ar, que pode ser pelos seguintes dispositivos:
- **1)** Grelha de extração de fumaça em dutos;
- **2)** Duto e peças especiais;
- **3)** Registro corta-fogo e fumaça;
- **4)** Ventiladores de extração mecânica de fumaça;
- **5)** Mecanismos elétricos, pneumáticos e mecânicos de acionamento dos dispositivos de extração de fumaça.

6.1.3 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) Sistema de supervisão e acionamento.

6.2 Características dos componentes dos sistemas de controle de fumaça

6.2.1 Barreira de fumaça

6.2.1.1 As barreiras de fumaça são constituídas por:
a) Elementos de construção do edifício ou qualquer outro componente rígido e estável;
b) Materiais incombustíveis pára-chamas que apresentem tempo de resistência ao previsto para as coberturas conforme IT nº 08 – Segurança estrutural nas edificações, porém, com o tempo mínimo de 15 min;
c) Outros dispositivos, decorrentes de inovações tecnológicas, desde que submetidos á aprovação prévia do Corpo de Bombeiros.

6.2.1.2 As barreiras de fumaça devem ter altura mínima de 0,50 m, e conter a camada de fumaça (Figura 8).

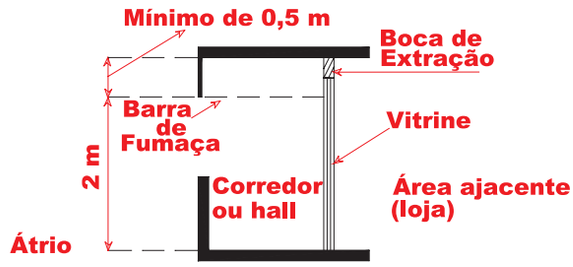


Figura 8 - Detalhe de barreira de fumaça-corte

6.2.1.3 O tamanho da barreira de fumaça depende do tamanho da camada de fumaça adotada em projeto.

6.2.1.4 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.

6.2.2 Grelhas e venezianas

6.2.2.1 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;
2) Nas instalações de ventilação e de tratamento de ar normais a edificação, e que participem no controle de fumaça;
3) Onde tenha para o sistema de dutos do acantonamento, dispositivos de fechamento (*dumpers* etc.), que isolem os dutos das demais partes comuns do sistema de controle de fumaça da edificação.

Observações:
1) A utilização do sistema acima citado deve fazer parte de um estudo particular, com o objetivo de se evitar a propagação de fumaça para outras áreas não sinistradas, pelas grelhas e venezianas normalmente abertas para o sistema de ventilação e tratamento de ar normal a edificação.
2) Outras formas de atender ao item 6.2.2.1, podem ser aplicadas pelo projetista desde que justificadas em projeto.

Figura 9 - Grelha de fumaça

6.2.2.2 As grelhas e venezianas devem ser de materiais incombustíveis utilizados na condução de ar, podendo conter dispositivos corta-fogo (ex. *dumpers*) quando necessário.

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

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

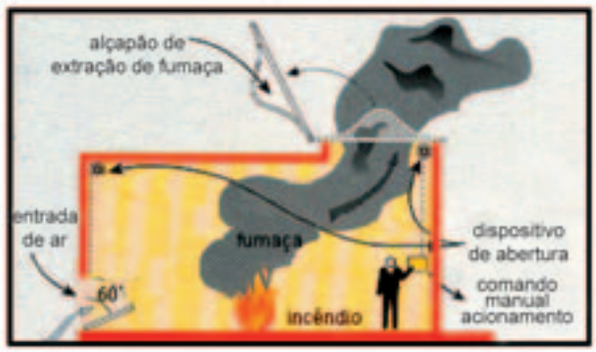


Figura 10 - Ângulo de abertura dos obturadores

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

6.2.2.6 Para sistema de controle de fumaça mecânico a quantidade e dimensões das grelhas devem atender à tabela abaixo:

Espessura da camada de fumaça no ponto de sucção ou corte de um ventilador individual ou grelha de exaustão (metros)	Corrente volumétrica por ponto de sucção ou ventilador individual(m3/seg)
≥0,5[1]	≤0,2
≥1,0	≤1,2
≥1,5	≤3,5
≥2,0	≤7,0
≥2,5	≤12,0
[1] aplicável também para camadas de fumaça de altura <0,5 m, desde que os pontos de sucção estejam posicionados para cima.	

Tabela 3 - Máxima corrente volumétrica por ponto de sucção ou ventilador individual

6.2.3 Circuitos de instalação

6.2.3.1 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.

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

6.2.3.3 As canalizações elétricas, embutidas ou aparentes, 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 2 h.

6.2.4 Comando dos sistemas

6.2.4.1 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.

6.2.4.2 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, portaria ou local de vigilância de 24 h.

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

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

6.2.4.4.1 A regra acima citada, poderá ser desconsiderada desde que, seja justificada pelo projetista que a abertura do Controle de Fumaça dos acantonamentos adjacentes se torne imprescindíveis ao funcionamento do sistema.

6.2.4.5 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.

6.2.4.6 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.

6.2.4.6.1 Nos depósitos e áreas de armazenamento protegido por chuveiros automáticos do tipo ESFR, o sistema de controle de fumaça poderá ser acionado com um retardo de no máximo 15 min, a fim de não interferir no acionamento do sistema de chuveiros automáticos.

Obs: No caso acima descrito, deverá ser previsto o acionamento do Sistema de Controle de Fumaça, além da forma automática, por botoeiras manuais.

6.2.4.7 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.

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

6.2.5 Dutos

6.2.5.1 Os dutos de um sistema de controle de fumaça devem atender às seguintes características:

a. Para sistema de controle de fumaça natural:
- **1)** Ser construídos em materiais incombustíveis e ter resistência à fumaça e gases quentes de:
  - **a)** 15 min quando utilizados para fins de rotas de fuga;
  - **b)** 60 min quando utilizados para aumento da área de compartimentação (ver IT nº 09).
- **2)** Apresentar uma estanqueidade satisfatória do ar;
- **3)** Ter a seção mínima igual as áreas livres das aberturas que o servem em cada piso,

4) Na extração natural, ter a relação entre as dimensões transversais de um duto não superior a dois;
5) 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°;
6) 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;
7) Para os cálculos referidos no número anterior, a fumaça deve ser considerada à temperatura de 70°C, quando o sistema de controle de fumaça for utilizado para rotas de fuga e 300°C, quando utilizado em substituição à compartimentação horizontal, e o ar exterior à temperatura de 21°C com uma velocidade nula.

b. Para sistema de controle de fumaça mecânico:
1) Apresentar estanqueidade satisfatória do ar;
2) Ter **resistência ao fogo** de:
a) 30 min quando utilizados para fins de rotas de fuga;
b) 60 min quando utilizados para atender parâmetros de aumento na compartimentação de área (ver IT nº 09);
c) Ser dimensionado para uma velocidade máxima de 15 m/s.

6.2.5.2 Se os dutos atravessam locais de risco, tanto para controle de fumaça natural/mecânico, nesta passagem deverá ser previsto registro corta fogo equivalente à resistência das paredes que limitam estas áreas de risco (ver parâmetros na IT nº 09).

6.2.6 Fontes de alimentação

6.2.6.1 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 (*no break*), quando aplicável;
2) Grupo motogeradores (GMG);
3) Ligação independente.

6.2.6.2 Para edifícios do tipo residencial, o sistema de controle de fumaça poderá ser efetuado por meio de ligação independente, dispensando-se da necessidade do GMG.

6.2.6.3 Caso o sistema de controle de fumaça seja alimentado por grupo motogerador, este deve ter a sua partida automática com comutação máxima de quinze segundos, em caso de falha de alimentação de energia da rede pública.

6.2.6.4 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 regulagem automáticas, que devem:
a) Na presença de energia da fonte normal, assegurar a carga máxima dos acumuladores;
b) Após descarga por falha de alimentação da energia da rede, promover a sua recarga automática no prazo máximo de trinta horas.

6.2.6.5 O tempo de autonomia deve ser de 60 min para edifícios com altura ≤ 30 m e de 120 min para as demais ocupações.

6.2.7 Registros corta-fogo e fumaça

6.2.7.1 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.

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

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

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

6.2.8 Ventiladores de extração de fumaça

6.2.8.1 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 1 h, em edificações até 30 m de altura, e durante 2 h, em edificações acima de 30 m de altura.

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

6.2.8.3 A condição dos ventiladores (em funcionamento/parado) deve ser sinalizada na central de segurança, portaria ou local de vigilância de 24 h.

SECRETARIA DE ESTADO DOS NEGÓCIOS DA SEGURANÇA PÚBLICA

POLÍCIA MILITAR DO ESTADO DE SÃO PAULO

Corpo de Bombeiros

INSTRUÇÃO TÉCNICA Nº 15/2004

Controle de Fumaça

Parte 3 – Controle de fumaça natural em indústrias, depósitos e áreas de armazenamento em comércios

SUMÁRIO

7 Disposições gerais relativas ao controle de fumaça com extração natural

ANEXOS

B Eficiência dos exaustores

C Tabela 4 – lista de classificação de riscos comerciais, industriais e depósitos

D Tabela 5 – determinação de risco para as ocupações

E Tabela 6 – taxa de porcentagem para determinação das aberturas

F Exemplos de aplicação

7 DISPOSIÇÕES GERAIS RELATIVAS AO CONTROLE DE FUMAÇA COM EXTRAÇÃO NATURAL

7.1 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, disposto para assegurar a ventilação do local (ver Figuras 11 e 12).

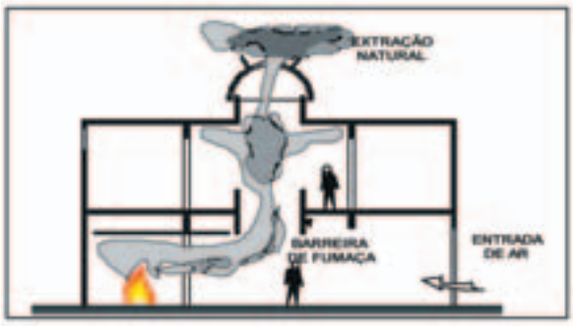


Figura 11 - Exemplo de controle de fumaça por extração natural e entrada de ar natural

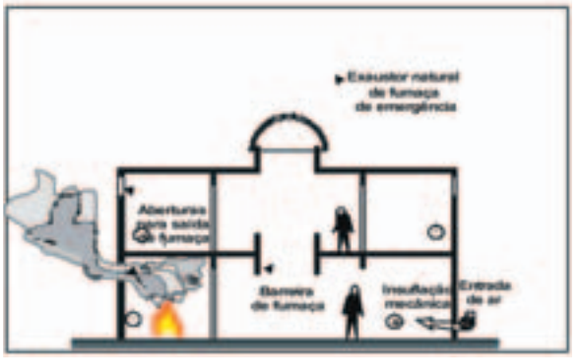


Figura 12 - Exemplo de controle de fumaça por extração natural e entrada de ar mecânica

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

7.2.1.1 Aberturas na fachada;

7.2.1.2 Exaustores naturais;

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

7.2.2 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 8 m.

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

7.2.4 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.

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

7.2.5.1 Aberturas na fachada;

7.2.5.2 Portas dos locais onde a fumaça é extraída e que dêem para o exterior;

7.2.5.3 Escadas abertas ou ao ar livre;

7.2.5.4 Aberturas de introdução posicionadas na fachada ou ligadas a dutos de captação de ar externo.

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

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

7.3 Parâmetros de projeto

7.3.1 Os parâmetros abaixo se aplicam em edificações térreas, grandes áreas isoladas em um pavimento e edificações que possuam seus pavimentos isolados por lajes.

7.3.1.1 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 1.600 m^2 (Figura 13).

7.3.1.2 O comprimento máximo de um lado da área de acantonamento não deve ultrapassar 60 m (Figura 13).

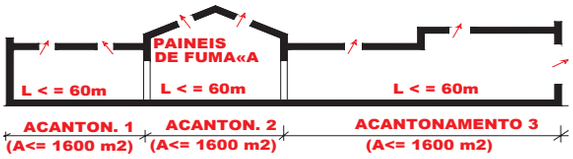


Figura 13 - Divisão em áreas de acantonamento

7.3.1.3 As áreas de acantonamento devem ser delimitadas:

1) Por barreiras de fumaça;
2) Pela configuração do telhado;
3) Pela compartimentação da área, desde que a área compartimentada atenda aos parâmetros descritos nos itens 7.3.1.1 e 7.3.1.2.

7.3.1.4 As barreiras de fumaça devem ter altura:

a) Igual a 25% da altura média sob o teto (H), quando está for igual ou inferior a 6 m;
b) No mínimo igual a 2 m para edificações que possuam altura de referência superior a 6 m.

c. para fins de dimensionamento, a barreira de fumaça deve conter a camada de fumaça.

7.3.1.5 As superfícies das aberturas destinadas a extração da fumaça devem se situar na zona enfumaçada (Hf), no ponto mais alto possível. (Figura 14)

Figura 14 – Altura de referência, livre de fumaça e da zona enfumaçada

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

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

7.3.1.8 No caso de locais divididos em vários acantonamentos, a entrada de ar pode ser realizada pelos acantonamentos periféricos.

7.3.1.9 Na impossibilidade de se prever aberturas para introdução de ar nas fachadas da edificação, poderão ser consideradas as aberturas de extração de fumaça dos acantonamentos vizinhos.

7.3.1.10 Todo acantonamento no qual a inclinação do telhado ou teto for inferior a 10%, a distância entre as saídas de extração deve ser de sete vezes a altura média sob o teto (Figura 15).

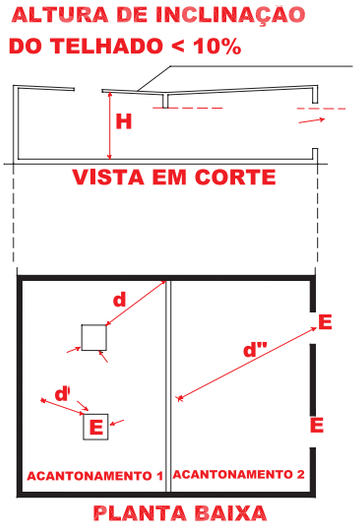


Figura 15 - Distância entre saídas

Observação:

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

2) d, d' e d'' ≤ 7H e ≤ 30 m.

7.3.1.11 A distância citada no item anterior não deve exceder a 30 m.

7.3.1.12 Nos acantonamentos nos quais a inclinação dos telhados ou tetos for superior a 10%, as saídas de extração de fumaça devem ser implantadas no ponto mais alto possível, a uma altura superior ou igual à altura de referência.

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

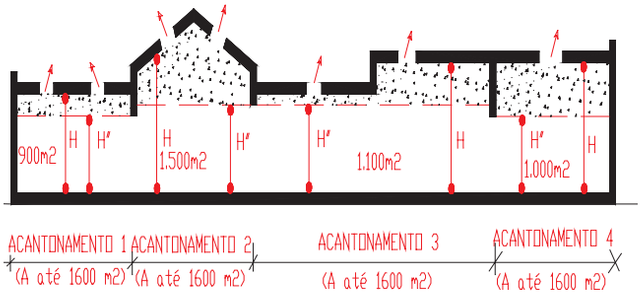


Figura 16 - Altura de referência diversificada por acantonamento

7.3.1.14 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.

7.3.1.15 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 secção e o seu perímetro (Figura 17).

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

7.3.1.17 Nesse caso, a largura dos dutos esta limitada a 10 diâmetros hidráulicos (Dh = 4 x seção do duto/ perímetro do duto), salvo justificação dimensionada por cálculo.

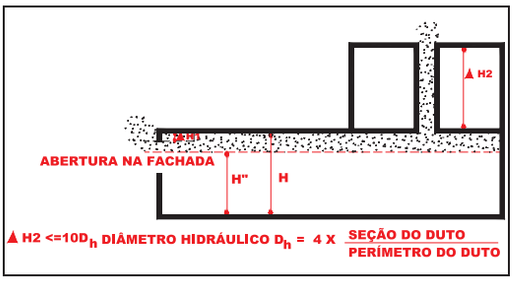


Figura 17 - Diâmetro hidráulico

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

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

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

7.3.1.21 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.

7.4 Parâmetros de dimensionamento

7.4.1 Para obter a área de extração de fumaça a serem previstas, deve-se, preliminarmente:

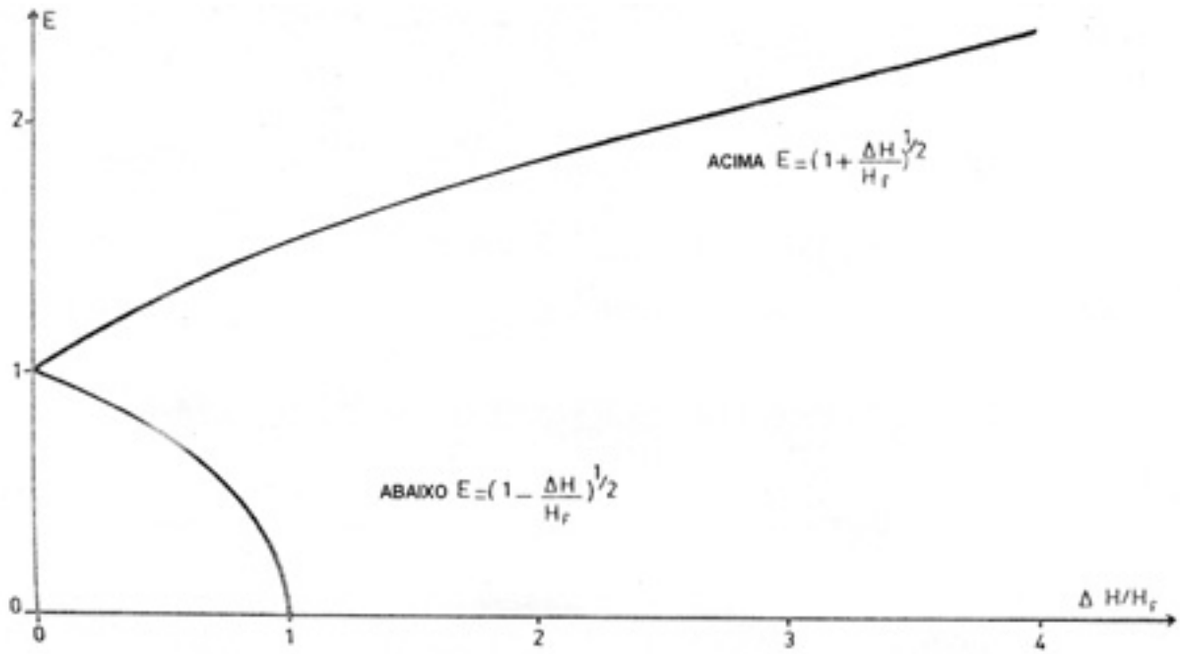
a) Para as edificações comerciais industriais e depósitos, classificar o risco por meio da Tabela 4 (Anexo C);

b) Com a classificação de risco, obter o grupo no qual a edificação se enquadra por meio da Tabela 5 (Anexo D);

Observação: *Nos casos dos depósitos e áreas de armazenamento, o grupo de risco depende, também, da altura de estocagem, conforme se observa na Tabela 5.*

c) Obtido o grupo no qual a edificação se enquadra, e baseando-se nas alturas de referência e na altura que se pretende ter livre de fumaça (dados de projeto), obstem-se a taxa (porcentagem) de extração de fumaça com o emprego da Tabela 6 (Anexo E).

Anexo B
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 fumeé et de chaleur – edition mai 1980 – França "; ou outra norma de renomada aceitação.

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 a 110°.

capitulo15 parte 3 336 2/28/05 4:25:44 PM

Anexo C

Tabela 4

Lista de classificação de riscos comerciais, industriais e depósitos

"CLASSIFICAÇÃO DE RISCOS COMERCIAIS, INDUSTRIAIS E DEPÓSITOS"			
Descrição das atividades	Riscos relativos ao Comércio (RC)	Riscos relativos à área de fabricação do produto (RF)	Riscos relativos à depósito de matéria-prima, expedição ou depósito de produto acabado (estocagem) (RE)
Produtos Têxteis, Tecidos e Fios			
Fibras têxteis naturais, produção de algodão, cânhamo, juta, linho, lã, seda etc.;	RC3	RF3	RE2
Tecidos estampados, alvejados e bordados	RC3	RF3	RE2 ou RE3 (1)
Tecidos, algodão, cânhamo, juta, linho, ráfia, lã etc.	RC3	RF3	RE2 ou RE3 (1)
Tecido, seda (artificial/ natural), meias e roupas íntimas femininas	RC3	RF3	RE2 ou RE3 (1)
Têxteis, artigos (roupas, vestimentas etc.)	RC3	RF3	RE2 ou RE3 (1)
Tecidos de lã natural	RC3	RF4	RE2 ou RE3 (1)
Fibras sintéticas	RC3	RF3	RE2
Tecidos sintéticos, nylon, rayon-viscose e acetato	RC3	RF3	RE2 ou RE3 (1)
Artigos esportivos	RC3	----------	RE2
Ataduras	RC3	RF3	RE2 ou RE3 (1)
Alfaiatarias/costureiras	RC3	----------	RE2
Malharia	RC3	RF1	RE2
Bebidas			
Bebidas alcoólicas	RC3	RF2	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	RF2	RE2 ou RE3 (1)
Autos	RC3	RF2	RE2 ou RE3 (1)
Aviões	RC3	RF3	RE2 ou RE3 (1)
Barcos	RC3	RF3	RE2 ou RE3 (1)
Móveis e Madeiras			
Caixas de madeira	RC3	RF3	RE2
Loja de decoração	RC3	------	RE2
Madeira torneada, artigos	RC3	RF3	RE2
Madeira envernizada, artigos	RC3	RF3	RE3
Madeira, aglomerada ou compensada	RC3	RF3	RE2
Antiguidades/objetos usados/leiloeiros/ casa de penhores	RC3	----------	RE3

Madeira, aparas	RC3	RF3	RE2
Madeira, artigos de, carpintaria	RC3	RF3	RE2
Madeira, artigos de	RC3	RF3	RE2
Madeira, artigos de, marcenaria	RC3	RF3	RE2
Madeira, artigos de, marchetaria	RC3	RF3	RE2
Madeira, artigos de, polimento	RC3	RF3	RE2
Madeira, artigos de, secagem	RC3	RF3	RE2
Madeira, artigos de, impregnação	RC3	RF3	RE3
Madeira, artigos de, serrada	RC3	RF3	RE2
Madeira, artigos de, talhada	RC3	RF3	RE2
Madeira, resíduos de	RC3	RF3	RE2
Madeira, vigas e tábuas	RC3	RF3	RE2
Madeiras em tronco	RC3	RF3	RE2
Madeiras, folheados	RC3	RF3	RE2
Portas de madeira	RC3	RF3	RE2
Tonéis de madeira	RC3	RF3	RE2
Janelas de madeiras	RC3	RF3	RE2
Painéis compensados de madeira	RC3	RF3	RE2
Painéis de madeira aglomerada	RC3	RF3	RE2
Palhas de madeira	RC3	RF3	RE2
Tacos de madeira	RC3	RF3	RE2
Colheres de madeira	RC3	RF3	RE2
Prateleiras de madeira	RC3	RF3	RE2
Palets de madeira	RC3	RF3	RE2
Féretros de madeira	RC3	RF3	RE3
Guarda-móveis	RC3	RF3	RE3
Guarda-roupas de madeira	RC3	RF3	RE3
Móveis de madeira	RC3	RF3	RE3
Móveis de madeira envernizada	RC3	RF3	RE3
Móveis revestidos sem espuma sintética	RC3	RF3	RE3
Móveis, carpintaria	RC3	RF3	RE3
Borracha			
Borracha	RC3	RF4	RE3
Espuma de borracha e borracha espanjosa	RC3	RF4	RE4
Calçados			
Calçados (sem solado de madeira ou plástico)	RC3	RF3	RE3
Calçados (com solado de madeira ou plástico)	RC3	RF3	RE4
Plásticos/Espuma			
Artigos plásticos (ex.: sacos, lona, portas plásticas)	RC3	RF3	RE2
Transformação (sem espuma)	RC3	RF3	RE2
Espuma sintética, artigos de	RC3	RF4	RE4
Rejeitos de espuma em rolos ou placas	RC3	RF4	RE4
Brinquedos	RC3	RF3	RE3
Colchões	RC3	RF4	RE4

Papel/Cartonagem			
Papel/Papelão/Artigos de escritório/Papelaria	RC3	RF3	RE2 ou RE3 (1) (5)
Papel, aparas prensadas	RC3	RF3	RE2
Papelão betuminado	RC3	RF4	RE2 ou RE3 (1) (5)
Papelão ondulado	RC3	RF3	RE2 ou RE3 (1) (5)
artigos de papel	RC3	RF3	RE2
Cartonagem	RC3	RF3	RE2 ou RE3 (1) (5)
Jornais/Revistas	RC3	-------	RE2
Armarinhos	RC3	--------	RE2
Cartonagem betuminada	RC3	RF4	RE2 ou RE3 (1) (5)
Tapetes/Cordoaria/Cestaria			
Tapetes	RC3	RF3	RE2 ou RE3 (1)
Tapeçaria, artigos de	RC3	RF3	RE2 ou RE3 (1)
Cabos ou cordas	RC3	RF3	RE2
Cordoaria	RC3	RF3	RE2
Barbante	RC3	RF3	RE2
Cestaria	RC3	RF3	RE2
Embalagens			
Embalagem	RC3	RF3	RE3
Lojas Comercias			
Lojas Comercias/supermercados	RC3(4)	----------	RE3
Perfumaria /Loja de artigos	RC3	----------	RE3
Bijuterias/joalherias	RC2	----------	RE1
Couro/Matadouro/Urdume			
Matadouro	RC1	RF2	RE1
Curtume	RC3	RF2	RE2
Couro	RC2	RF2	RE1
Couro sintético	RC3	RF3	RE2
Couro, artigos de	RC2	RF3	RE1
Couro sintético, artigos de	RC3	RF3	RE2
Urdume	RC2	RF2	RE1
Tabaco			
Tabaco	RC3	RF2	RE2
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	RF2	RE1(2)
Alumínio, produção	RC1	RF2	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)

Câmara frigorífica	RC3	--------	RE1
Ferragens	RC3	RF1	RE1 (2)
Ferramentas	RC3	RF1	RE1 (2)
Armas	RC3	--------	RE1
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, diversões eletrônicas	RC3	RF3	RE2 ou RE3 (1)
Mecânico			
Máquinas em geral (mecânica)	RC1	-------	RE1
Montagem, fundição, usinagem, ajuste e colocação de metais.	RC1ouRC2ouRC3(5)	RF2	RE1 (2)
Escovas, vassouras e pincéis			
Escovas, vassouras, Espanadores e pincéis	RC3	RF3	RE2
Feltro			
Feltro	RC3	RF3	RE2 ou RE3 (1)
Alimentos			
Padaria e confecção de pães, bolos e bolachas etc.	RC3	RF2	RE2
Confeitaria (chocolate e doces)	RC3	RF2	RE2
Congelados	RC3	----	RE1
Conservas	RC2	RF2	RE1
Frigorífico/Laticínio	RC2	RF1	RE1
Azeite/Óleo comestível	RC3	RF4	RE3
Glicose	RC2	RF1	RE1
Farinhas alimentares	RC3	RF3	RE2
Açúcar (usinagem e refinamento)	RC3	RF3	RE2
Ervanarias	RC1	RF1	RE2
Mercearias/Quitandas	RC1	------	RE2
Açougue	RC2	----------	RE1
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)
Cimento	RC1	RF1	RE2
Gráficas/Tipografias			
Tipografia	RC3	RF3	RE4

Produtos Químicos/tintas			
Produtos Farmacêuticos/Drogaria	RC3	RF2	RE3
Tintas à base de óleo	RC3	RF4	RE2
Tintas à base de água	RC3	RF2	RE1
Fósforo	RC3	RF4	RE3
Fumo Negro	RC3	RF4	RE3
Resina natural	RC3	RF4	RE3
Sabão/detergentes	RC3	RF3	RE3
Alcatrão	RC3	RF4	RE2
Produtos de Limpeza	RC3	RF2	RE3
Óleos: mineral, vegetal, animal	RC3	RF4	RE3
Resinas naturais	RC3	RF4	RE2
Resinas sintéticas	RC3	RF4	RE3
Verniz	RC3	RF4	RE2

Referências:

(1) Classificações válidas 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 sejam embalagens de plástico 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.

(4) Considerado RC para as áreas comuns de *shoppings* e lojas menores de 300 m^2, sendo que para as lojas maiores que 300 m^2 e riscos especiais deverá ser classificado pelo risco predominante;

(5) Para armazenamento de papel e rolos de papel, considerar RE2 quando armazenado horizontalmente e RE3 quando armazenado verticalmente.

capitulo15 parte 3 341 2/28/05 4:25:48 PM

Anexo D

Tabela 5

Determinação de risco para ocupações

Determinação de Riscos para Ocupações Comerciais, Industriais e Depósitos		
Categorias de riscos	**Altura máxima de estocagem em m**	**Grupo a considerar decorrente da Tabela 4**
RC1	-	1
RC2	-	2
RC3	-	3
RF1 e RF2		3
RF3 e RF4	-	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 às 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 E

Tabela 6

Taxa de porcentagem para determinação das áreas de aberturas

Tabela de taxa de porcentagem para determinar as áreas de abertura de ocupações comerciais, industriais e depósitos								
Altura de referência (em m)	Altura da zona livre de fumaça H (em m)	% 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
	3,75	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
	4,5	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
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

capitulo15 parte 3 343 2/28/05 4:25:49 PM

Altura de referência (em m)	Altura da zona livre de fumaça H (em m)	% de abertura						
		GR 1	GR 2	GR 3	GR 4	GR 5	GR 6	GR 7
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
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

capitulo15 parte 3 344 2/28/05 4:25:51 PM

Altura de referência (em m)	Altura da zona livre de fumaça H (em m)	% de abertura						
		GR 1	GR 2	GR 3	GR 4	GR 5	GR 6	GR 7
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
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	0,09	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 de referência (em m)	Altura da zona livre de fumaça H (em m)	% de abertura						
		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
	8,0	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 de referência (em m)	Altura da zona livre de fumaça H (em m)	% de abertura						
		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 de referência (em m)	Altura da zona livre de fumaça H (em m)	% de abertura						
		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
	9,25	0,91	1,13	1,6	2,26	2,76	3,39	3,83
	9,5	0,99	1,21	1,71	2,42	2,97	3,63	4,11
	9,75	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

Altura de referência (em m)	Altura da zona livre de fumaça H (em 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	2.26	3,23	,395	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	3,06	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
15	7,5	0,49	0,62	0,88	1,24	1,52	1,86	2,1
	7,75	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
Exemplo de Aplicação

1. Cálculo do controle de fumaça de um galpão industrial

1.1 Características

- atividade – fábrica de automóveis
- dimensões – 250 m x 100 m x 9 m
- teto falso – na totalidade do galpão a 8 m do solo
- pontes rolantes – funcionamento a uma altura máxima do solo de 6 m
- armazenamento – altura de 5 m
- portas de acesso – 2 portões com áreas de 16 m^2 cada e 4 portas com 2 m^2 cada nas paredes maiores

2. Resolução

2.1 Geral:

- área total do galpão:
  S = 250 m x 100 m = 25.000 m^2
- os acantonamentos centrais de fumaça devem ter áreas compreendidas entre 1.000 m^2 a 1.600 m^2 e dimensões lineares inferiores a 60 m.
- pode adaptar-se a criação de 16 acantonamentos com uma área aproximada de 1.550 m^2 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

2.2 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 gruas a 6 m de altura, o que impõe a instalação de painéis de acantonamento com 2 m de altura.

- pela Tabela 4, baseado na atividade exercida:
  - categoria de risco – RF2 – para área industrial.
  - categoria de risco – RE3 – para área de depósito.

- da Tabela 5 e 6, para 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.

- **NA ÁREA INDUSTRIAL**
  - A superfície útil de exaustão deverá ser de:

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

  - Podendo ser utilizados 6 exaustores naturais de ± 3 m^2 ou 8 exaustores de ± 2.5 m^2.

capitulo15 parte 3 350 2/28/05 4:26:01 PM

- **NA ÁREA DE DEPÓSITOS**

$$\frac{1.550 \times 2,58}{100} = 39,99 \text{ m}^2$$

- podendo ser utilizado 10 exaustores naturais de ± 4 m^2 ou 14 exaustores naturais de ± 3,5 m^2.

- **ENTRADA DE AR**

- Deverá haver no mínimo 19 m^2 e 40 m^2 de área de abertura para entrada de ar para parte industrial e de depósitos, respectivamente;
- Essas aberturas devem estar localizadas abaixo da camada de fumaça

SECRETARIA DE ESTADO DOS NEGÓCIOS DA SEGURANÇA PÚBLICA

POLÍCIA MILITAR DO ESTADO DE SÃO PAULO

Corpo de Bombeiros

INSTRUÇÃO TÉCNICA Nº 15/2004

Controle de Fumaça

Parte 4 – Controle de fumaça natural demais ocupações (exceto comercial, industrial e depósitos)

SUMÁRIO

8 Disposições gerais relativas ao controle de fumaça com extração natural, para as demais edificações (exceto comercial, industrial e depósitos)

ANEXOS

G Tabela 7 – classificação de risco para as demais ocupações

H Tabela 8 – taxa em porcentagem para determinação das áreas de aberturas

I Exemplo de aplicação

8 DISPOSIÇÕES GERAIS RELATIVAS AO CONTROLE DE FUMAÇA COM EXTRAÇÃO NATURAL, PARA AS DEMAIS EDIFICAÇÕES (EXCETO COMERCIAL, INDUSTRIAL E DEPÓSITOS)

8.1 Para fins de arranjo da área de acantonamento, posição dos exaustores naturais e outros parâmetros para previsão dos equipamentos, deverá ser atendido aos itens 7.1 a 7.3 constantes da Parte 3 desta IT.

8.2 Parâmetros de dimensionamento

8.2.1 Para obter a área de extração de fumaça a serem previstas, deve-se:

1) Independente da área da edificação, a área mínima a ser considerada para extração de fumaça deve ser de 10 m^2;

2) No caso da área dos locais a extrair a fumaça exceder a 1.000 m^2, a superfície útil das saídas de extração fumaça é determinada:

- **a)** Pela altura de referência e a altura que se pretende ter livre de fumaça (dados de projeto);
- **b**) Pela classificação obtida na Tabela 7 (Anexo G);
- **c)** Pela multiplicação da área de cada acantonamento pela taxa (em porcentagem) obtida na Tabela 8 (Anexo H).

3) Um exemplo da utilização dos métodos descrito acima consta do Anexo I.

Anexo G
Tabela 7
Classificação de Risco para as demais Ocupações

Ocupação/Uso	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 4 (parte 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 eletricistas	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

capitulo15 parte 4 356 2/28/05 4:27:13 PM

	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 de público	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
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 4 (parte 3)
Depósitos	Demais atividades não enquadradas acima	J-1 J-2 J-3 J-4	ver tabela 4 (parte 3)

Anexo H

Tabela 8

Taxa de Porcentagem para Determinação das Áreas de Aberturas

Tabela de taxa de porcentagem para determinar as áreas de abertura das demais ocupações				
Altura de Referência (em m)	Altura da zona livre de fumaça H'(em m)	% de abertura de extração		
		Classe 1	Classe 2	Classe 3
2,50 a 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

capitulo15 parte 4 358 2/28/05 4:27:15 PM

Tabela de taxa de porcentagem para determinar as áreas de abertura das demais ocupações				
Altura de Referência (em m)	Altura da zona livre de fumaça H'(em m)	% de abertura de extração		
		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

Tabela de taxa de porcentagem para determinar as áreas de abertura das demais ocupações				
Altura de Referência (em m)	Altura da zona livre de fumaça H'(em m)	% de abertura de extração		
		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	O,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

Tabela de taxa de porcentagem para determinar as áreas de abertura das demais ocupações				
Altura de Referência (em m)	Altura da zona livre de fumaça H'(em m)	% de abertura de extração		
		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

Tabela de taxa de porcentagem para determinar as áreas de abertura das demais ocupações				
Altura de Referência (em m)	Altura da zona livre de fumaça H'(em m)	% de abertura de extração		
		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	0,82

Tabela de taxa de porcentagem para determinar as áreas de abertura das demais ocupações				
Altura de Referência (em m)	Altura da zona livre de fumaça H'(em m)	% de abertura de extração		
		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 I
Exemplos de Aplicação

1. Cálculo do controle de fumaça de uma padaria

1.1 Características:

- atividade - TEATRO
- dimensões - 100 m x 60 m x 8 m
- portas de acesso - 2 portões com áreas de 8 m^2 cada e 8 portas com 2 m^2 cada, nas paredes maiores.

2. Resolução.

2.1 Geral

- área total do teatro:
  S = 100 m x 60 m = 6000 m^2
- os acantonamentos centrais de fumaça devem ter áreas compreendidas entre 1000 m^2 a 1600 m^2 e dimensões lineares inferiores a 60 m.
- pode adaptar-se a criação de 5 acantonamentos com uma área aproximada de 1200 m^2 cada (20 m x 60 m);

Acantonamento	A	B	C	D	E
Área (m^2)	1200	1200	1200	1200	1200

2.2 Para extração de fumaça natural

- a altura de referência H será de 8 m.
- a zona livre de fumaça terá uma altura de 4 m, o que impõe a instalação de painéis de acantonamento com 4 m de altura.
- pela Tabela 7 e em função da atividade exercida:

  - TEATRO – F5 – Classe 2:

    • da Tabela 8 e de acordo com H = 8 e H' = 4 m.

    • classe 2 – para teatro, com % de abertura de 0,33.

    • a superfície útil de exaustão deverá ser de:

  – para cada acantonamento:

$$\frac{1200 \times 0{,}33}{100} = 3{,}96\ m^2$$

  – poderá ser utilizado 4 exaustores naturais de 1 m^2 .

  • Deverá haver no mínimo 4 m2 de área de abertura para entrada de ar, abaixo da camada de fumaça, que pela quantidade de aberturas das portas existentes são suficientes para atender ao risco.

SECRETARIA DE ESTADO DOS NEGÓCIOS DA SEGURANÇA PÚBLICA

POLÍCIA MILITAR DO ESTADO DE SÃO PAULO

Corpo de Bombeiros

INSTRUÇÃO TÉCNICA Nº 15/2004

Controle de Fumaça

Parte 5 – Controle de fumaça mecânico em edificações horizontais, áreas isoladas em um pavimento ou edificações que possuam seus pavimentos isolados

SUMÁRIO

9 Controle de fumaça mecânico em edificações horizontais, áreas isoladas em um pavimento ou edificações que possuam seus pavimentos isolados

ANEXOS

J Exemplos de aplicação

9 CONTROLE DE FUMAÇA MECÂNICO EM EDIFICAÇÕES HORIZONTAIS, ÁREAS ISOLADAS EM UM PAVIMENTO OU EDIFICAÇÕES QUE POSSUAM SEUS PAVIMENTOS ISOLADOS

9.1 O controle de fumaça é realizado pela extração mecânica de fumaça e pela introdução do ar deforma natural ou mecânica, disposta de maneira a assegurar uma exaustão do volume a proteger.

9.2 A extração de fumaça pode ser realizada por dispositivos ligados a ventiladores por meio de dutos ou por ventiladores instalados diretamente na área a proteger.

9.3 A extração visa:

9.3.1 Manter 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;

9.3.2 Controlar e reduzir a propagação de gases quentes e fumaça entre a área incendiada e áreas adjacentes, baixando a temperatura interna e limitando a propagação do incêndio;

9.3.3 Providenciar condições dentro e fora da área incendiada, que irão auxiliar nas operações de busca e resgate de pessoas, localização e controle do incêndio.

9.4 O controle de fumaça conforme especificado acima tem condições de emprego diferenciadas, e devem ter tempo de funcionamento do sistema e resistência ao fogo de seus componentes de:

9.4.1 30 min quando empregado para atingir o objetivo descrito em 9.3.1;

9.4.2 120 min quando empregado para atingir os objetivos descritos em 9.3.2 e/ou 9.3.3.

9.5 O Controle de Fumaça mecânico quanto a sua instalação pode:

9.5.1 Ter um sistema específico, destinado exclusivamente à extração de fumaça;

9.5.2 Ter o sistema de ventilação ou ar-condicionado normal à edificação, com dupla função, de forma a atender às funções a que normalmente são projetados e, também atender a função de extração de fumaça;

9.5.3 Ter um sistema conjugado, com o emprego do sistema de ventilação ou ar-condicionado normal da edificação, complementado por um sistema de controle de fumaça auxiliar.

9.6 Nos casos em que o sistema de ventilação ou de ar-condicionado normal à edificação seja utilizado para o controle de fumaça por extração mecânica, estes devem:

9.6.1 Atender às mesmas exigências para um sistema exclusivo de controle de fumaça por extração mecânica;

9.6.2 Assegurar o controle de (abertura/ fechamento) de todas as partes que compõe o sistema, garantindo a não intrusão de fumaça nas demais áreas não sinistradas do edifício.

9.7 Como regra geral, pretende-se com o controle de fumaça, projetar e estabilizar a camada de fumaça em uma determinada altura, para que as pessoas possam sair em segurança deste ambiente, ou a brigada de incêndio possa atuar para o resgate de vítimas e controle/ extinção do incêndio.

9.8 Para elaboração do projeto de controle de fumaça, os seguintes fatores devem ser observados:

9.8.1 Tamanho do incêndio;

9.8.2 Taxa de liberação de calor;

9.8.3 Altura da camada de fumaça;

9.8.4 Tempo para a camada de fumaça descer até a altura de projeto;

9.8.5 Dimensão do acantonamento;

9.8.6 Espessura da camada de fumaça;

9.8.7 Temperatura do ambiente;

9.8.8 Temperatura da fumaça;

9.8.9 Introdução de ar;

9.8.10 Obstáculos.

9.9 Tamanho do incêndio

9.9.1 A dimensão do incêndio depende do tipo de fogo esperado, e em se estabelecer uma condição de estabilidade, para que o mesmo seja mantido em um determinado tamanho.

9.9.2 Para fins de projeto de controle de fumaça, o fogo é classificado como estável ou instável.

9.9.3 O fogo pode ser considerado estável, quando:

a) Na edificação existir meios de supressão automática do incêndio (chuveiros automáticos, nebulizadores etc.);

b) O incêndio for confinado pela previsão:

- **1)** Da atuação em conjunto de um sistema de detecção e alarme, sistema de hidrantes ou mangotinho e brigada de incêndio, deforma a confinar o incêndio;
- **2)** Da existência de uma distancia de separação entre os materiais combustíveis da área a ser protegida.

9.9.4 O emprego do conceito descrito em 9.9.3.b.1) depende do tipo de sistema de detecção projetado, da disposição dos hidrantes ou mangotinhos e da capacidade da brigada de incêndio, cabendo ao Responsável técnico pelo projeto, a previsão do sistema de detecção de incêndio em conformidade com a IT n° 19.

9.9.5 O fogo deve ser classificado como instável, quando não atender a nenhuma das condições especificada no item 9.9.3.

9.9.6 Edificações com proteção por chuveiros automáticos:

a) O tamanho do incêndio para as edificações com sistema de chuveiros automáticos (fogo estável), deve ser conforme tabela abaixo:

Categorias de Risco	Tamanho do incêndio (m)	Perímetro (m)	Área (m²)
RC1	3.0 x 3.0	12	9
RC2, RF1 e RF2	4.5 x 4.5	18	20
RC3 e RF3	6.0 x 6.0	24	36
RF4	9.0 x 9.0	36	81
RE1	3.0 x 3.0	12	9
RE2	4.5 x 4.5	18	20
RE3	6.0 x 6.0	24	36
RE4	9.0 x 9.0	36	81

Tabela 9 – Dimensões do incêndio

Obs.:

1) Para classificar as categorias de risco, consultar Anexo "C" - Tabela 4 - Parte 3;

2) As dimensões do incêndio para as áreas de estocagem, são válidas para os sistemas projetados conforme IT n° 23, NBR 10897, NBR 13792 ou NFPA 13.

9.10 Para edificações com armazenamento elevado, protegidas por sistemas de chuveiros automáticos do tipo ESFR ou convencional com *in-rack system*, o tamanho do incêndio será de 3.0 m x 3.0 m, o perímetro do fogo será de 12 m e área de 9 m².

9.11 Edificações sem proteção por chuveiros automáticos

9.11.1 Para as edificações que atendam ao item 9.9.3.b.1), não protegidas por chuveiros automáticos, deverá ser considerado o dobro do tamanho, perímetro e área do incêndio indicada na tabela 9, até o máximo de 100 m².

9.11.2 Para determinação do tamanho do incêndio das edificações, conforme item 9.9.3.b.2), quando o projetista se utilizar dados obtidos em ensaios e cálculos específicos, os seguintes parâmetros devem ser utilizados:

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 pelas chamas;

c. Baseado no item anterior, um determinado tamanho de incêndio deverá ser ampliado, se outros materiais estiverem dentro da distância de separação, R, indicada na Figura 18 e determinada pela Equação (1).

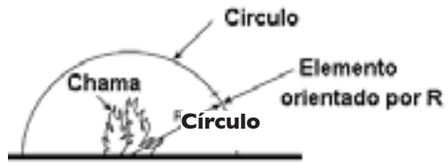


Figura 18 – Arranjo dos materiais combustíveis e distância de separação R

9.11.3 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 (Figura19).

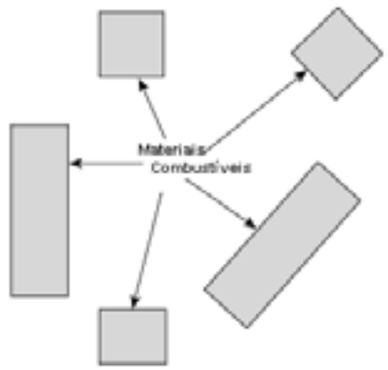


Figura 19 – Arranjo dos materiais combustíveis

9.11.4 Nos cálculos a área total de piso onde se encontra o material deve ser considerada.

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).

Obs.:

a) 1.000btu/s = 1.055 W;

b) 1btu/ft2-sec = 11,35 Kw/m².

9.11.5 Caso o fogo seja considerado instável, deverá ser considerada toda a área do acantonamento ou compartimento no dimensionamento do sistema de controle de fumaça.

9.12 Taxa de liberação de calor

9.12.1 A taxa de liberação de calor deverá adotar os parâmetros da Tabela 10.

Ocupações	Taxa de liberação de calor(KW/m2)
Residencial	228
Serviços de hospedagem	500
Comercial	500
Serviços profissionais	228
Educacional	228
Local de reunião pública	500
Serviços automotivos	500
Serviços de saúde e institucionais	500

Indústria	Taxa de liberação de calor(KW/m2/m)
RF1	60
RF2	280
RF3 e RF4	500

Depósitos	Taxadeliberaçãode calor (KW/m2/m)
Engradado de madeira	2500
Paletes de madeira, empilhados	2150
Móveis embalados	8,50
Madeira serrada empilhada	55
Madeira compensada empilhada	55
Produtos celulósicos em geral	160
Malas do correio	235
Papelão empilhado	290
Rolos de papelão	120
Caixas de papelão	150
Caixas de papelão com divisórias empilhadas	325
Caixas de papelão, produtos elétricos	145
Produtos empacotados	315
Componentes de fibra de vidro em caixas de papelão	190
Compartimentos em fibra de vidro em caixas de papelão, empilhados	275
Garrafas plásticas em caixas de papelão, empilhadas	940
Garrafas em PVC empacotadas em caixas de papelão com divisórias	655
Garrafas de polietileno empacotadas em caixas de papelão com divisórias, empilhadas	1195
Garrafas de polietileno em caixas de papelão	380
Escaninhos de polietileno, cheios, empilhados	1000
Sacos de lixo de polietileno em caixas empilhadas	380
Filmes de plástico em rolo	980
Filmes de polipropileno em rolo	1280
Tubos de polipropileno empacotados em caixas de papelão com divisórias empilhadas	850
Isolamento de poliuretano empacotado e empilhado	265
Painéis isolados de poliuretano rígido, espuma em caixas de papelão com divisórias, empilhadas	370
Painel isolado em poliestireno espuma rígido, empilhado	675
Garrafas de poliestireno em caixas de papelão	2695
Garrafas de poliestireno empacotadas em caixas de papelão com divisórias, empilhadas	2720
Tubos de poliestireno em caixas de papelão	805
Tubos de poliestireno colocados em caixas de papelão, empilhadas	1105
Partes de brinquedo de poliestireno empilhadas	305
Partes de brinquedo de poliestireno	390
Livros, móveis	720
álcool	740
gasolina	1590
Óleo combustível	1470

Tabela 10 – Taxa de liberação de calor

9.12.2 Outra forma de obter a taxa de liberação de calor é por meio de ensaios laboratoriais.

9.12.3 Na inexistência de dados referente a natureza do combustível e respectiva taxa de liberação de calor, deve-se adotar uma taxa compreendida entre 60 e 500 KW/m2/m, com uma altura mínima de estocagem de 2 m.

9.13 Altura da camada de fumaça

9.13.1 Uma altura livre de fumaça deve ser projetada de forma a garantir o escape das pessoas.

9.13.2 Esta altura devido a presença do jato de fumaça pode alcançar no máximo 85% da altura da edificação, devendo estar no mínimo á 2,5 m acima do piso da edificação.

9.13.3 Caso haja possibilidade de ocorrer o fenômeno "flash over", a camada de fumaça deverá ser projeta a 0,50 m acima do topo dos produtos armazenados.

9.14 Tempo para a camada de fumaça descer até a altura de projeto

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

a) Quando nenhum sistema de exaustão de fumaça em operação;

b) Quando a vazão mássica de exaustão de fumaça for igual ou superior à vazão fornecida a coluna da camada de fumaça;

c) Quando a vazão de exaustão de fumaça for menor que à vazão fornecida a coluna da camada de fumaça.

9.14.2 Posição da camada de fumaça com nenhum sistema de exaustão em funcionamento.

a. com o fogo na condição estável, a altura das primeiras indicações da fumaça acima da superfície do piso, 'z', pode ser estimada a qualquer tempo, 't', pela Equação (2) (onde os cálculos abrangendo z/H > 1.0 significam que a camada de fumaça não começou a descer).

Equação (2)

$$z/H = 1{,}11 - 0.28 \ln [(tQ^{1/3} / H^{4/3}) / (A/H^2)]$$

Onde:

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

H = altura do teto acima da superfície de fumaça (m);

T = tempo (sec);

Q = taxa de liberação de calor de fogo estável (Kw);

A = área do acantonamento (m^2).

1) A equação acima:

a) Está baseada em informações experimentais provenientes de investigações utilizando áreas uniformes (seccionais-transversais), baseadas em uma altura com proporções A/H2 que pode variar de 0.9 a 14 e para valores de z/H≥0.2.

b) Avalia a posição da camada a qualquer tempo depois da ignição.

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

a) Vazão mássica de exaustão de fumaça igual à vazão mássica de fumaça fornecida pelo incêndio.

1) Depois que o sistema de exaustão estiver operando por um determinado período de tempo, será estabelecido uma posição de equilíbrio na altura da camada de fumaça, desde que vazão mássica de exaustão for igual à vazão mássica fornecida pela coluna à base do fogo.

2) Uma vez determinado esta posição, deverá ser mantido o equilíbrio, desde que as vazões mássicas permaneçam iguais.

b) Vazão mássica de exaustão de fumaça diferente da vazão mássica de fumaça fornecida pelo incêndio.

1) Com a vazão mássica fornecida pela coluna de fumaça à base do fogo, maior que a vazão mássica de exaustão, não haverá uma posição de equilíbrio para camada de fumaça;

2) Neste caso, a camada de fumaça irá descer, ainda que lentamente, decorrente da vazão mássica de exaustão ser menor;

3) Nesta condição, deverá ser utilizado o valor de correção constante da Tabela 11.

z/H	t/t_0 (m/me) ou (Ve/V)					
	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

Tabela 11 – Fator de ajuste da vazão mássica mínima de exaustão

Onde:

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

H = altura do teto acima da base do fogo (m)

t = tempo para a camada de fumaça descer até z (s)

t0 = valor de t na ausência de exaustão de fumaça (veja equação 2) (s)

m = vazão massica de exaustão de fumaça (menos qualquer vazão mássica dentro da camada de fumaça decorrentes de outras fontes que não seja a coluna de fumaça)

me = valor de "m" requerido para manter a camada de fumaça indefinidamente em z [obtido pela equação 4)]

9.15 Altura da chama

9.15.1 Na determinação da altura da chama proveniente da base do fogo, deve-se adotar a seguinte equação:

Equação (3)

$$z1 = 0{,}166 \ Qc^{2/5}$$

Onde:

zl = limite de elevação da chama (m)

Qc = porção convectiva da taxa de liberação de calor (Kw)

9.16 Dimensionamento da massa de fumaça a ser extraída

9.16.1 Na determinação da massa de fumaça gerada pelo incêndio, duas condições podem ocorrer:

a) A altura (Z) da camada de fumaça ser superior a altura (Z1) da chama, ou seja: (Z>Z1);

b) A altura da camada de fumaça (Z) igual ou inferior a altura (Z1) da camada de fumaça, ou seja: (Z≤Z1).

9.16.2 Para a condição (Z>Z1), a massa de fumaça gerada é determinada pela seguinte equação:

Equação (4)

$$m = 0{,}071\ Qc^{1/3}\ z^{5/3} + 0{,}0018\ Qc\ (z > zl)$$

Onde:
m = vazão mássica da coluna de fumaça para a altura z (Kg/s)
z = altura acima do combustível (m)
Qc = porção convectiva da taxa de liberação de calo, estimada em 70% da taxa de liberação de Calor (Q) (Kw)

9.16.3 Para a condição (Z≤Z1), a massa de fumaça gerada é determinada pela seguinte equação:

Equação (5)

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

Onde:
m = vazão mássica da coluna de fumaça para a altura z (Kg/s)
z = altura acima do combustível (m)
Qc = porção convectiva da taxa de liberação de calor estimada em 70% da taxa de liberação de Calor (Q) (Kw)

9.17 Volume de fumaça produzido

9.17.1 Para se obter o volume de fumaça a extrair do ambiente, a seguinte equação deve ser utilizada:

Equação (6)

$$V = m/\rho$$

Onde:
V = volume produzido pela fumaça (m^3/s);
m = vazão mássica da colina de fumaça para a altura z (Kg/s)
ρ = densidade da fumaça adotada (para 20°C = 1,2 Kg/m^3)

9.18 Acantonamento

9.18.1 A área máxima de um acantonamento deve ser de 1.600 m^2.

9.18.2 Será possível dispensar a previsão dos acantonamentos, desde que:

a) A edificação possua sistema de chuveiros automáticos;
b) Se comprove que o fenômeno de estratificação da fumaça não ocorra, permitindo que as pessoas não se afetem pela presença da fumaça nas rotas de fuga;
c) O projetista apresente outras razões técnicas, por meio de cálculos detalhados baseados nos princípios de transferência de calor por convecção e radiação entre a camada de fumaça e a atmosfera da edificação;
d) A temperatura final da camada de fumaça seja mantida a 20°C acima da temperatura ambiente média do nível do telhado.

9.19 Espessura da camada de fumaça

9.19.1 Para edificações que não possuam armazenamento elevado (acima de 1,50 m), a espessura da camada de fumaça não pode ser menor que 15% da altura da edificação.

9.19.2 Para edificações que possuam área de armazenamento elevada (acima de 1,50m), o projetista deve considerar:

a) A possibilidade de ocorrer o *flash over*;
b) A possibilidade de a fumaça esfriar, e estratificar decorrente:
  1) Da altura da camada de fumaça estar afastada com relação a origem do incêndio;
  2) Da existência de sistema de chuveiros automáticos, que esfriam a fumaça e gases quentes;
  3) Das dimensões elevadas do acantonamento (superior a 1.600 m2).

9.20 Temperatura ambiente

9.20.1 Para fins de cálculo deverá ser prevista uma temperatura ambiente de 20°C;

9.21 Temperatura da camada de fumaça

9.21.1 Para fins de dimensionamento, deverá ser prevista a temperatura da camada de fumaça de:

a) 70°C quando empregado para atingir o objetivo descrito no item 9.3.1;
b) 300°C quando empregado para atingir os objetivos descritos nos itens 9.3.2 e/ou 9.3.3.

9.22 Introdução do ar

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

a) Naturalmente:
  1) Por meio de portas, janelas, venezianas; etc., posicionadas abaixo da camada de fumaça;
  2) Caso a velocidade de entrada de ar seja superior a 1m/s, a camada de fumaça deve ser projetada a 1,5 m acima das aberturas consideradas;
  3) Caso a velocidade de entrada de ar seja menor que 1m/s, a camada de fumaça pode ser projetada a 0,5m acima das aberturas consideradas;
  4) A velocidade máxima de entrada de ar não deve ser superior a 5m/s.
b) Por meios mecânicos:
  1) Realizadas por aberturas de insuflação ligadas a ventiladores por meio de dutos;
  2) Cuidados devem ser observados pelo projetista, a fim de posicionar os ventiladores no terço inferior do acantonamento, evitando turbulências que podem espalhar a fumaça ou o fogo.

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

9.23 Obstáculos

9.23.1 Os mezaninos são obstáculos que devem ser considerados na extração de fumaça.

9.23.2 Existem dois tipos de mezaninos a serem considerados:

a) Mezaninos permeáveis, que são aqueles cujo teto, ou piso superior, possui 25% de aberturas, permitindo o escape e fluidez da fumaça pelo mesmo;

b) Mezaninos sólidos, que são aqueles que não permitem o escape da fumaça.

9.23.3 Os mezaninos considerados permeáveis estão dispensados da previsão de sistema de controle de fumaça.

9.23.4 Os mezaninos sólidos devem atender à seguinte regra:

a) A característica da coluna de fumaça saindo por um mezanino depende da característica do fogo, largura da coluna de fumaça e da altura do teto acima do fogo;

b) Para dimensionar a entrada de ar na coluna de fumaça sob um mezanino, a seguinte fórmula deve ser atendida:

Equação (7)

m = 0.36 (QW2) 1/3 (Zb + 0.25H)

Onde:

m = taxa do fluxo de massa na coluna (Kg/s)

Q = taxa de liberação de calor (Kw)

w = extensão da coluna saindo das sacadas (m)

Zb = altura acima da sacada (m)

H – altura da sacada acima do combustível (m)

c) Quando zb for aproximadamente 13 vezes a largura do acantonamento, a coluna de fumaça deve ter a mesma vazão mássica adotado nos itens 11.5.4 e 11.5.3 desta IT;

d) Quando zb for menor que 13 vezes a largura do mezanino, barreiras de fumaça devem ser projetadas para que a fumaça seja contida, e atenderem ao especificado no item anterior.

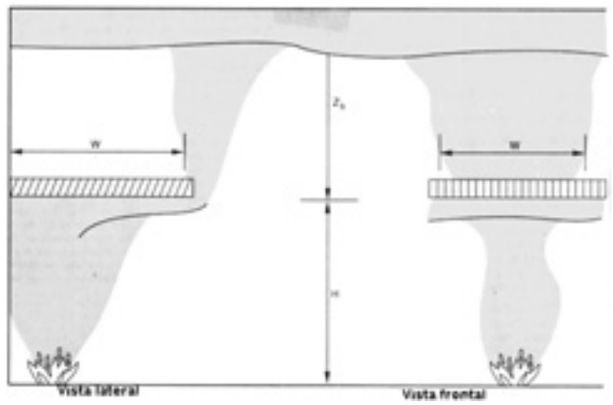


Figura 20 – Coluna de fumaça saindo de mezanino

Anexo J
Exemplos de aplicação

Exemplo 1

1. Dados do edifício:

a. Depósito de livros localizado;
b. Área de 1.000 m^2;
c. Dimensão: 20 m x 50 m x 6 m;
d. Estocagem em prateleiras fixas com altura de 4m;
e. Edifício protegido por chuveiros automáticos de teto;
f. Edificação protegida por sistema detecção.

2. Dados para projeto:

a. Classificação segundo Tabela 4 – Parte 3: RE 2;
b. Dimensão do incêndio esperado segundo tabela 9 – Parte 5:
1) Tamanho do incêndio = 4,5 m x 4,5 m;
2) Perímetro = 18 m;
3) Área = 20 m^2;
c. Taxa de liberação de calor segundo Tabela 10 – Parte 5 = 720 $Kw/m^2/m$;

3. Dimensionamento:

a. Taxa total de liberação de calor (Q) = 720 x 20 / 4 = 3600 Kw;
b. Altura da camada de fumaça adotada em projeto (Z) = 4,5 m
c. Tempo para a fumaça atingir a altura de projeto:
1) Pela equação n° 2: (Cálculo da altura da camada de fumaça, sem nenhum sistema entrar em funcionamento)
$z/H = 1,11 – 0.28 \ln [(tQ^{1/3} / H^{4/3}) / (A/H^2)]$;
$4,5/6,0 = 1,11 - 0.28 \ln [(t\ 3600^{1/3} / 6^{4/3}) / (1000/6^2)]$;
t = 70s
d. Altura da chama:
1) Pela equação n° 3 - $z1 = 0,166\ Qc^{2/5}$;
$Z1 = 0,166\ (3600 \times 0,7)^{2/5}$
Z1 = 3,8 m
e. Como z > z1, temos para cálculo da massa de fumaça a utilização da equação 4:
Equação (4)
$m = 0,071\ Qc^{1/3} \times z^{5/3} + 0,0018\ Qc$ (z > zl)
$m = 0,071 \times 2520^{1/3} \times 4,5^{5/3} + 0,0018 \times 2520$
m = 16,39 Kg/s
f. Cálculo da vazão volumétrica:
Equação (6)
1) Para atingir os objetivos descritos no item 9.3.1 (⊠ para 70°C):
V = m/⊠
V = 16,39/0,92
V = 17,81 m^3/s
2) Para atingir os objetivos descritos nos itens 9.3.2 e 9.3.3 (⊠ para 300°C):
V = m/⊠
V = 16,39/0,55
V = 29,79 m^3/s
g. Cálculo da entrada de ar
1) Para atingir os objetivos descritos no item 9.3.1:
V = 17,81 m^3/s x 60%
V = 10,68 m^3/s
2) Para atingir os objetivos descritos nos itens 9.3.2 e 9.3.3:
V = 29,79 m^3/s x 60%
V = 17,87 m^3/s

capitulo15 parte 5 373 2/28/05 4:28:42 PM

Exemplo 2

1. Dados do edifício:

a. Depósito de livros localizado;
b. Área de 1.000 m^2;
c. Dimensão: 20 m x 50 m x 6 m;
d. Estocagem em *racks* com altura de 4m;
e. Edifício protegido por chuveiros automáticos do tipo ESFR;

2. Dados para projeto:

a. Classificação segundo Tabela 4 – Parte 3: RE 2;
b. Dimensão do incêndio esperado segundo item 9.10:
c. Tamanho do incêndio = 3 m x 3 m;
d. Perímetro = 12 m;
e. Área = 9 m^2;
f. Taxa de liberação de calor segundo Tabela 10 – Parte 5 = 720 $Kw/m^2/m$;

3. Dimensionamento:

a. Taxa total de liberação de calor (Q) = 720 x 9 / 4 = 1.620 Kw;
b. Altura da camada de fumaça adotada em projeto (Z) = 4,5 m
c. Tempo para a fumaça atingir a altura de projeto:
1) Pela equação n° 2 :(Cálculo da altura da camada de fumaça, sem nenhum sistema entrar em funcionamento)
$z/H = 1,11 – 0.28 \ln [(tQ^{1/3} / H^{4/3}) / (A/H^2)]$;
$4,5/6,0 = 1,11 - 0.28 \ln [(t\ 1620^{1/3} / 6^{4/3}) / (1000/6^2)]$;
t = 93s
d. Altura da chama:
1) Pela equação n° 3 - $z1 = 0,166 \times Qc^{2/5}$;
$Z1 = 0,166\ (1134)^{2/5}$
Z1 = 2,77 m
e. Como z > z1, temos para cálculo da massa de fumaça a utilização da equação 4:
Equação (4)
$m = 0,071\ Qc^{1/3} \times z^{5/3} + 0,0018\ Qc$ (z > zl)
$m = 0,071 \times 1134^{1/3} \times 4,5^{5/3} + 0,0018 \times 1134$
m = 11,12 Kg/s
f. Cálculo da vazão volumétrica:
Equação (6)
1) Para atingir os objetivos descritos no item 9.3.1 (□ para 70°C):
V = m/□
V = 11,12/0,92
V = 12,09 m^3/s
2) Para atingir os objetivos descritos nos itens 9.3.2 e 9.3.3 (□ para 300°C):
V = m/□
V = 11,12/0,55
V = 20,22 m^3/s
g. Cálculo da entrada de ar
1) Para atingir os objetivos descritos no item 9.3.1:
V = 12,09 m^3/s x 60%
V = 7,25 m^3/s
2) Para atingir os objetivos descritos nos itens 9.3.2 e 9.3.3:
V = 20,22 x 60%
V = 12,13 m^3/s

capitulo15 parte 5 374 2/28/05 4:28:43 PM

Exemplo 3

1. Dados do edifício:

- **a.** Depósito de livros localizado;
- **b.** Área de 1.000 m^2;
- **c.** Dimensão: 20 m x 50 m x 6 m;
- **d.** Estocagem em *racks* com altura de 4 m;
- **e.** Edifício protegido por detetores, sistema de hidrantes e brigado de incêndio, conforme item 9.9.4.

2. Dados para projeto:

- **a.** Classificação segundo Tabela 4 – Parte 3: RE 2;
- **b.** Dimensão do incêndio esperado segundo item 9.10:
- **c.** Tamanho do incêndio = 4 m x 5 m;
- **d.** Perímetro = 12 m;
- **e.** Área = 40 m^2;
- **f.** Taxa de liberação de calor segundo Tabela 10 – Parte 5 = 720 $Kw/m^2/m$.

3. Dimensionamento:

- **a.** Taxa total de liberação de calor (Q) = 720 x 40 / 4 = 7200 Kw;
- **b.** Altura da camada de fumaça adotada em projeto (Z) = 4,5m
- **c.** Tempo para a fumaça atingir a altura de projeto:

  1) Pela equação n° 2 :(Cálculo da altura da camada de fumaça, sem nenhum sistema entrar em funcionamento)
     $z/H = 1,11 – 0.28 \ln [(tQ^{1/3} / H^{4/3}) / (A/H^2)]$
     $4,5/6,0 = 1,11 - 0.28 \ln [(t\ 7200^{1/3} / 6^{4/3}) / (1000/6^2)]$
     t = 57s
- **d.** Altura da chama:
  1) Pela equação n° 3 - $z1 = 0,166\ Qc^{2/5}$
     $Z1 = 0,166\ (7200 \times 0,7)^{2/5}$
     Z1 = 5,02 m
- **e.** Como Z1 > Z, temos para cálculo da massa de fumaça a utilização da equação 5:
  Equação (5)
  $m = 0.0208\ Qc^{3/5} \times z\ \ (z \leq zl)$
  $m = 0,0208 \times 5040^{3/5} \times 4,5$
  m = 15,58 Kg/s
- **f.** Cálculo da vazão volumétrica:
  Equação (6)
  1) Para atingir os objetivos descritos no item 9.3.1 (⊠ para 70°C):
     V = m/⊠
     V = 15,58/0,92
     V = 16,94 m^3/s
  2) Para atingir os objetivos descritos nos itens 9.3.2 e 9.3.3 (⊠ para 300°C):
     V = m/⊠
     V = 15,58/0,55
     V = 28,33 m^3/s
- **g.** Cálculo da entrada de ar
  1) Para atingir os objetivos descritos no item 9.3.1:
     V = 16,94 m^3/s x 60%
     V = 10,16 m^3/s
  2) Para atingir os objetivos descritos nos itens 9.3.2 e 9.3.3:
     V = 28,33 x 60%
     V = 16,99 m^3/s

capitulo15 parte 5 375 2/28/05 4:28:44 PM

SECRETARIA DE ESTADO DOS NEGÓCIOS DA SEGURANÇA PÚBLICA

POLÍCIA MILITAR DO ESTADO DE SÃO PAULO

Corpo de Bombeiros

INSTRUÇÃO TÉCNICA Nº 15/2004

Controle de Fumaça

Parte 6 – Controle de fumaça, mecânico ou natural, nas rotas de fuga horizontais e subsolos

SUMÁRIO

10 Rotas de fuga horizontal

11 Subsolos

10 ROTAS DE FUGA HORIZONTAL

10.1 O controle de fumaça pode ser realizado por qualquer um dos seguintes métodos:

10.1.1 Extração natural (Figura 21)

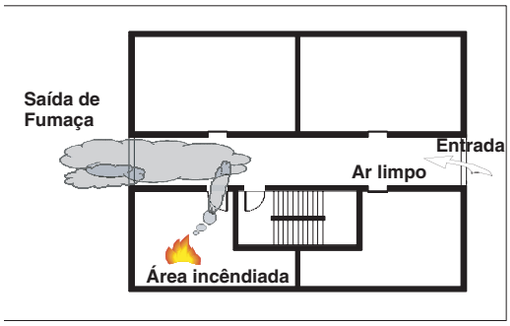


Figura 21 - Extração natural

10.1.2 Extração mecânica (Figura 22)

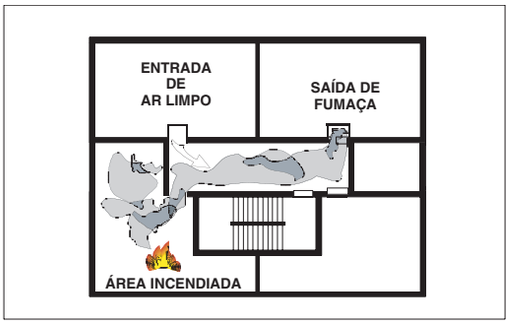


Figura 22 - Extração mecânica

10.1.3 Sobrepressão relativamente ao local sinistrado (Figura 23)

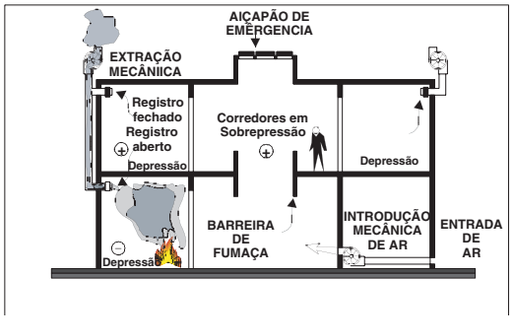


Figura 23 - Controle por sobrepressão

10.1.4 Extração natural

10.1.4.1 Nas instalações de extração natural as aberturas para introdução de ar e extração de fumaça devem ser alternadamente distribuídas, tendo em conta a situação dos locais de risco (Figura 24).

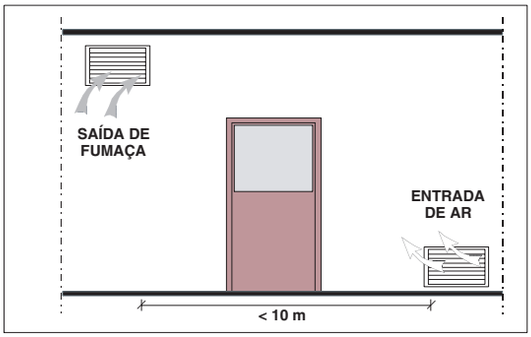


Figura 24 - Posição de aberturas de extração e introdução de ar

10.1.4.2 A distância máxima, medida segundo o eixo da circulação, entre duas aberturas consecutivas de introdução e extração deve ser de:

a. 10 m nos percursos em linha reta (Figura 25);

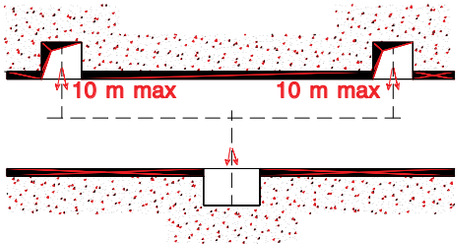


Figura 25 - Distância em linha reta de aberturas de extração

b. 7 m nos outros percursos (Figura 26).

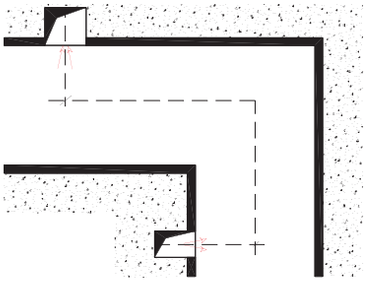


Figura 26 - Distância de extração de aberturas em trajeto diverso

10.1.4.3 As aberturas para introdução de ar não devem ser em número inferior às destinadas a extração de fumaça.

10.1.4.4 Toda porta de acesso ao local deve distar no máximo 5 m das aberturas de introdução de ar (Figura 27).

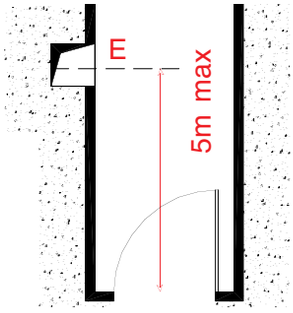


Figura 27 – Distância de introdução de ar de portas de acesso

10.1.4.5 As aberturas de introdução de ar e extração de fumaça devem ter a área livre mínima de 0,10 m² por unidade de passagem de largura rota de fuga ver onde se encontram instaladas.

10.1.4.6 Para obter a unidade de passagem consultar IT nº 11- Saídas de emergência nas edificações.

10.1.4.7 A abertura para extração de fumaça deve ter a sua parte mais baixa no mínimo a 1,8 m do piso do pavimento, e serem situadas no terço superior da altura de referência.

10.1.4.8 A abertura para introdução de ar deve ter a sua parte mais alta a menos de 1 m do piso do pavimento ou atendendo o disposto no item 14.7 da Parte 7 desta IT.

10.1.4.9 As aberturas existentes nas fachadas podem ser equiparadas a aberturas de introdução de ar e extração de fumaça simultaneamente, desde que:

- **a.** a área livre considerada para extração de fumaça se situe na metade superior do vão e atender ao contido no item 10.1.4.7;
- **b.** área livre considerada para introdução se situe na metade inferior da abertura e atender ao item 10.1.4.8.

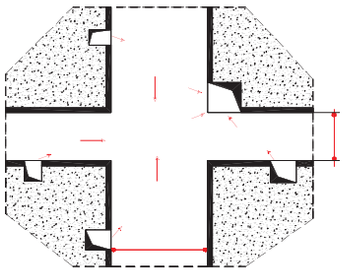
10.1.5 Extração mecânica

10.1.5.1 Para o sistema de extração mecânica adota-se o contido em 10.1.4 e os subitens 10.1.4.1, 10.1.4.4, 10.1.4.7 e 10.1.4.8.

10.1.5.2 A distância máxima, medida segundo o eixo da circulação, entre duas aberturas consecutivas de introdução e extração deve ser de:

- **a.** 15 m nos percursos em linha reta;
- **b.** 10 m nos outros percursos.

10.1.5.3 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 (Figura 28).



(1) VAZÃO DE INSUFLAÇÃO = 0,9 m /s (=0,6 X VAZÃO DE EXTRAÇÃO)

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

10.1.5.4 No caso de serem utilizadas aberturas localizadas em paredes para introdução de ar, a respectiva área livre considerada deve situar-se na metade inferior da altura de referência (H).

10.1.5.5 Quando o sistema entrar em funcionamento, a diferença de pressão entre a rota horizontal e as rotas verticais protegidas que lhe dêem acesso deve ser inferior a 60 Pa, com todas as portas de comunicação fechadas.

10.1.6 Controle por sobrepressão

10.1.6.1 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.

10.1.6.2 Nesse caso deve ser estabelecida uma diferença de pressões da ordem de 20 Pa entre as circulações horizontais e os locais sinistrados.

10.1.6.3 Esse tipo de controle é permitido para circulações que não possuam carga incêndio ou com revestimento de Classe I conforme IT nº 10.

10.1.6.4 No caso acima descrito, as áreas de circulação devem dispor de instalações de controle de fumaça conforme descritas nos itens 10.1.2 ou 10.1.3.

10.1.6.5 Quando a circulação horizontal for dotada de antecâmara pressurizada, a diferença de pressão referida no item 10.1.6.2, deve ser criada pela antecâmara.

11 SUBSOLOS

11.1 Os subsolos quando não forem destinados a estacionamentos devem possuir sistema de controle de fumaça com introdução de ar (mecânica ou natural) e extração de fumaça mecânica.

11.2 Para definição das vazões de extração de fumaça deverá ser consultado:

11.2.1 Para corredores definidos – item 10 da Parte 6 (rota de fugas horizontais) desta IT.

11.2.2 Para áreas adjacentes aos corredores ou para áreas sem corredores definidos a Parte 5 desta IT.

11.3 Os dutos para tomada de ar devem ter resistência de:

11.3.1 15 min quando utilizados para fins de rotas de fuga;

11.3.2 60 min quando utilizados para aumento da área de compartimentação (ver IT nº 9).

11.4 As entradas de ar devem ser posicionadas junto ao piso (terço inferior), nos acessos das rotas de fuga.

11.5 Os parâmetros de área de acantonamento e dimensionamento devem atender ao prescrito no item 9.18.1 da Parte 5 (1.600 m²).

11.6 Caso ocorra uma situação na qual áreas com controle de fumaça estejam em comunicação com outras destinadas a rotas de fuga, ou outras partes com ocupação distintas, estas devem ser isoladas ou compartimentadas conforme IT nº 09 – Compartimentação horizontal e compartimentação vertical.

11.7 Nos subsolos destinados a estacionamento, estas áreas devem dispor de ventilação e exaustão permanente conforme Código de Obras do Município.

11.8 Na ausência deste, deve-se seguir o Código de Obras do Município de São Paulo ou similar.

capitulo15 parte 6 381 2/28/05 4:29:25 PM

SECRETARIA DE ESTADO DOS NEGÓCIOS DA SEGURANÇA PÚBLICA

POLÍCIA MILITAR DO ESTADO DE SÃO PAULO

Corpo de Bombeiros

INSTRUÇÃO TÉCNICA Nº 15/2004

Controle de Fumaça

Parte 7 – Átrios

SUMÁRIO

12 Átrios

13 Átrios padronizados

14 Espaços adjacentes aos átrios

15 Átrios não padronizados

12 ÁTRIOS

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

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

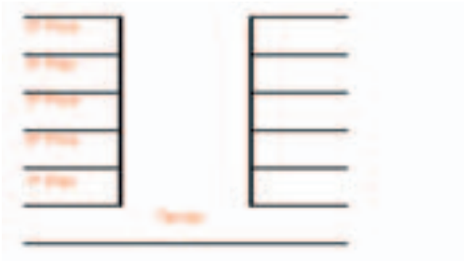


Figura 29 - Átrio ao ar livre

12.1.2 Átrio coberto, que são aqueles que possuem um volume livre fechado sob todas as sua faces laterais, com uma cobertura total ou parcial, podendo subdividir-se em:

12.1.2.1 Átrios cobertos abertos, nos quais os níveis são abertos permanentemente sobre o volume central (Figura 30).

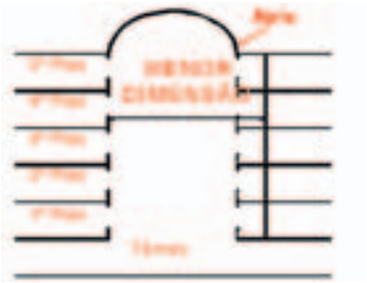


Figura 30 - Átrio coberto aberto

12.1.2.2 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 (Figuras 31 e 32).

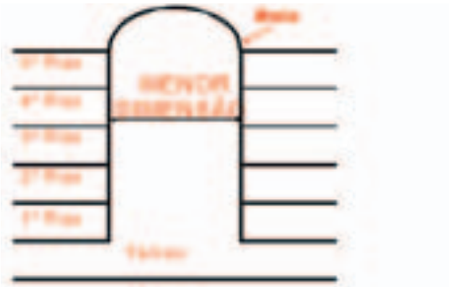


Figura 31 – Modelo 1 de átrios cobertos fechados

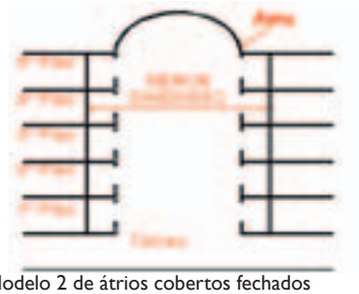


Figura 32 – Modelo 2 de átrios cobertos fechados

12.1.3 Os átrios, para efeito desta IT, classificam-se quanto à padronização em:

12.1.3.1 Átrios padronizados;

12.1.3.2 Átrios não padronizados.

12.1.4 Os átrios padronizados caracterizam-se por permitir a inserção de um cilindro reto, cujo diâmetro se insere sobre toda a altura do átrio, dentro do espaço livre correspondente entre:

12.1.4.1 Ponta dos balcões para os átrios abertos (Figura 30);

12.1.4.2 Paredes verticais para os átrios fechados (Figuras 31 e 32);

12.1.4.3 Ponta dos balcões e paredes verticais para os átrios abertos sobre uma face e fechados para a outra (Figura 33);

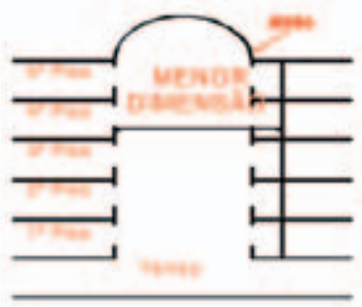


Figura 33 - Átrio considerado aberto de um lado e fechado do outro

12.1.5 A dimensão do diâmetro do cilindro citado na letra anterior deve ser de √7h (raiz quadrada de sete vezes a altura), sendo h a altura do piso mais baixo ao piso mais alto do átrio (Figura 34).

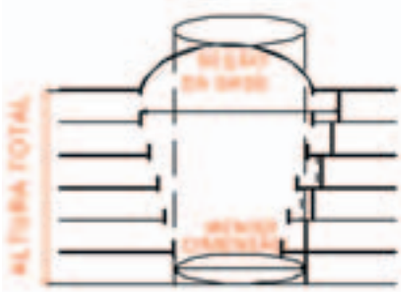


Figura 34 - Dados relativos a um átrio coberto padronizado

12.1.6 Os átrios não padronizados são todos aqueles que não atendem à regra estabelecida na alínea 12.1.5 acima.

13 ÁTRIOS PADRONIZADOS - GENERALIDADES

13.1 Para um átrio padronizado considera-se:

13.1.1 Seção da base do átrio, como a maior das seções horizontais correspondidas entre os elementos de construção delimitantes do átrio (ponta do balcão e/ou paredes verticais) - (Figura 34).

13.1.2 O volume total de base do átrio, como o produto da seção de base pela altura entre o nível mais baixo e o teto do último nível do átrio.

13.1.3 A menor dimensão de um átrio, como o diâmetro do cilindro reto descrito em 12.1.5 (Figura 34).

13.1.4 Para cada nível, a seção de vazio entre elementos de construção deve ser ao menos igual à metade dessa seção da base.

13.1.5 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) (Figura 35).

13.1.6 Esses elementos podem ser vidros ou outro material de difícil inflamabilidade.

13.1.7 A colocação desses elementos não tem influência sobre a determinação da menor dimensão do átrio.

13.1.8 O contido no item 13.1.7 poderá ser substituído pela colocação em sobrepressão das áreas adjacentes e que se comunicam com o átrio, desde que no dimensionamento da vazão de extração do mesmo, seja computada esta vazão adicional.

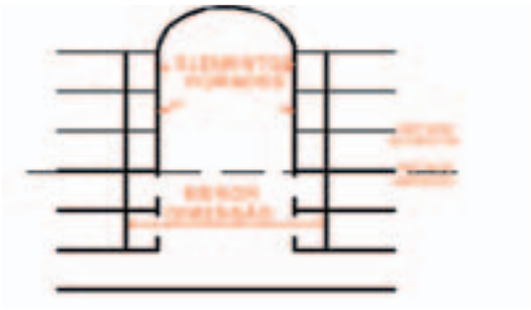


Figura 35 – Fechamento do átrio

13.2 Métodos de Controle de Fumaça para Átrios Padronizados

13.2.1 Átrios ao ar livre

13.2.1.1 O controle de fumaça se faz naturalmente pela parte superior.

13.2.2 Pequenos átrios

13.2.2.1 Entende-se por pequenos átrios aqueles onde a altura do nível inferior em relação ao nível superior não ultrapassa a 8 m, e a seção de base tem dimensões mínimas de 5 m x 5 m.

13.2.2.2 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;
- **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.

13.2.2.3 No controle de fumaça por extração natural, as entradas de ar devem ter uma superfície livre equivalente àquelas das extrações de fumaça.

13.2.2.4 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.

13.2.2.5 Para as áreas adjacentes, caso seja exigida o controle de fumaça, estas devem:

1) Ser separadas por barreiras de fumaça;
2) Atender aos critérios contidos nas Partes 3, 4, 5 e 6 desta IT.

13.2.3 Átrios com carga incêndio inferior a 190 Mj/m2 e Classe I e II A quanto à propagação de chama e emissão de fumaça

13.2.3.1 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, para cada 100 m² da seção de base, e com um mínimo de 3 m³/s.

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

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

13.2.3.4 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.

13.2.4 Demais átrios padronizados

13.2.4.1 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.

13.2.4.2 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.

14 ESPAÇOS ADJACENTES AOS ÁTRIOS

14.1 Entende-se por espaços adjacentes ao átrio as lojas, circulações horizontais, escritórios e demais ocupações que possuem comunicação direta ou indireta ao átrio.

14.2 Esses espaços devem ser separados dos átrios por meio de barreiras de fumaça fixas.

14.3 Essas barreiras devem ser construídas sobre o teto, com no mínimo de 0,50 m de altura, de forma a permitir que fique uma altura livre entre o piso e a barreira de no mínimo 2 m (Figura 35).

14.4 De forma genérica as circulações horizontais adjacentes ao átrio devem:

14.4.1 Ter extração de fumaça por sistemas mecânicos;

14.4.2 Prever barreiras de fumaça perpendiculares com altura de no mínimo 0,5 m, e espaçadas a cada 30 m, formando áreas de acomodação de fumaça;

14.4.3 Ter no mínimo duas aberturas de extração de fumaça posicionadas no teto em cada área de acomodação de fumaça.

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

14.5.1 10 m nos percursos em linha reta;

14.5.2 7 m nos outros percursos.

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

14.7 Outros mecanismos de introdução de ar podem ser utilizados, desde que comprovado pelo projetista, que atendem ao especificado no item anterior, e não irão perturbar a camada de fumaça;

14.8 Os demais espaços adjacentes ao átrio são classificados em:

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

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

14.8.3 Locais diretamente abertos sob o átrio (Figura 38).

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

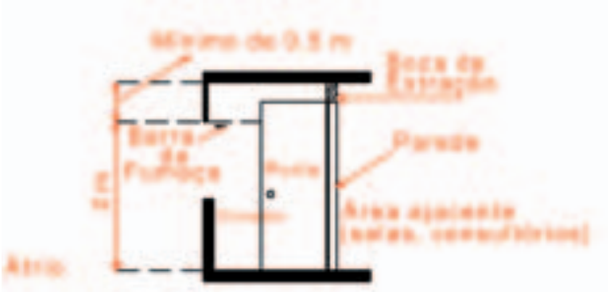


Figura 36 – Exemplo de locais fechados com acesso à circulação por meio de uma porta

14.9.1 Esses locais devem ter:

14.9.1.1 Controle de fumaça específico de acordo com esta IT;

14.9.1.2 Extração de fumaça na circulação horizontal (ex.: *malls* com uma vazão de 4m³/s para cada área de acomodação de fumaça);

14.9.1.3 Uma velocidade média nas aberturas de introdução de ar da circulação horizontal de 5m/s;

14.9.1.4 Atender ao item 14.1 ao 14.7 desta IT.

14.9.1.5 Os subsolos devem atender à Parte 6 desta IT e ao item b acima.

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

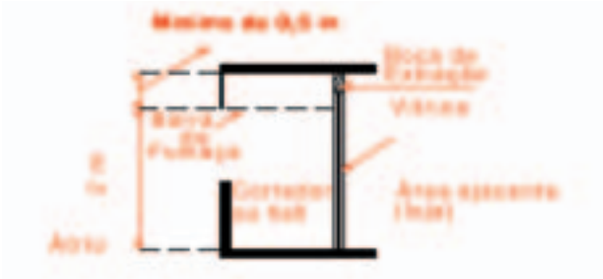


Figura 37 - Exemplo de locais diretamente abertos, porém separados do átrio por uma circulação horizontal.

14.10.1 Caso esses locais tenham área de construção inferior ou igual a 300 m2 por unidade:

14.10.1.1 Dispensa-se o controle de fumaça desses espaços adjacentes;

14.10.1.2 Deve-se prever o controle de fumaça das circulações horizontais, com uma vazão de 8m³/s por cada área de acomodação de fumaça;

14.10.1.3 Ter uma velocidade média nas aberturas de introdução de ar da circulação horizontal de 5m/s;

14.10.1.4 Atender itens 14.1 ao 14.7 desta IT.;

14.10.1.5 Os subsolos que devem atender à Parte 6 desta IT.

14.10.1.6 Caso esses locais tenham área superior a 300 m² por unidade, devem:

- **a)** Ter controle de fumaça específico de acordo com esta IT;
- **b)** Ter extração de fumaça na circulação horizontal, com uma vazão de 4m³/s para cada área de acomodação de fumaça;
- **c)** ter uma velocidade média nas aberturas de introdução de ar da circulação horizontal de 5m/s.

14.10.1.7 Atender itens 14.1 ao 14.7 desta IT e:

- **a)** Os subsolos devem atender à Parte 6 desta IT e o item b acima.

14.10.2 Locais diretamente abertos sob o átrio;

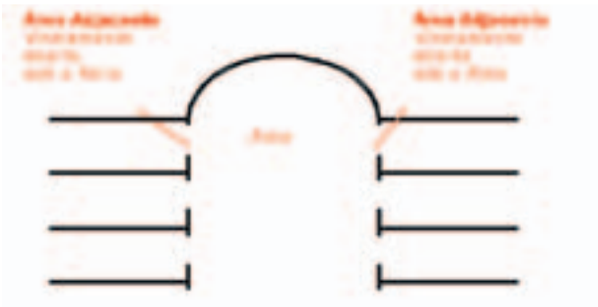


Figura 38 - Exemplo de locais diretamente abertos sob o átrio

- **a)** Esses locais devem ser divididas em áreas de acantonamento de no máximo 1.600 m²;
- **b)** O controle de fumaça dessas áreas deve ser mecânico, posicionadas junto ao teto, com uma vazão de 1 m cúbico por segundo para cada 100 m quadrados de área de acantonamento, com uma vazão mínima de 10,5 m³/s para cada acantonamento;
- **c)** A entrada de ar para esses ambientes, seja natural ou mecânica, devem permitir uma velocidade máxima de 5 m por seg;
- **d)** Os subsolos devem atender à Parte 6 desta IT e ao item b acima.

15 ÁTRIOS NÃO PADRONIZADOS

15.1 Três alternativas diferentes poderão ser utilizadas para o dimensionamento do controle de fumaça

15.1.1 Modelo em escala que utiliza 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;

15.1.2 Álgebra, que são equações fechadas derivadas primariamente da correlação de resultado experimental de grande e pequena escala;

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

15.2 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.

15.3 No caso da utilização do Modelo em Escala ou de Modelo dimensionados por programas (computador), uma vasta literatura é encontrada na NFPA 92B.

15.4 Para dimensionar o sistema algébrico devem-se aplicar os seguintes conceitos e fórmulas:

15.4.1 Metodologia

15.4.1.1 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.

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

15.4.1.3 Os objetivos do projeto de controle de fumaça devem:

- **a)** Visar à manutenção da interface da camada de fumaça em uma altura predeterminada;
- **b)** Visar à 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 segura;

c) Limitar a propagação da fumaça para outras áreas;

d) Possibilitar uma visibilidade adequada aos ocupantes da 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;

f) Limitar a temperatura da camada de fumaça.

15.4.2 Seleção dos métodos

15.4.2.1 Os métodos apresentados para gerenciar a fumaça dependem do espaço nos quais a fumaça e a sua fonte formadora serão controlados, que podem ser:

a) Controle da fumaça no interior do 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 átrio

1) Para controlar a fumaça formada por um foco de incêndio na área adjacente ao átrio, deve-se:

a) Remover a fumaça dentro dessas áreas adjacentes conforme Partes 3, 4, 5, 6 e 7 desta IT;

b) Retardar a propagação da fumaça para o interior do átrio; ou

c) 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 15.7.9 desta IT.

15.4.3 Considerações gerais

15.4.3.1 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) do tamanho do incêndio, utilizado para dimensionar a produção de fumaça.

15.4.3.2 Para determinação do tamanho do incêndio, consultar o item 9.9 da Parte 5 desta IT.

15.4.3.3 Limitações do projeto de controle de fumaça

a) Quanto ao acúmulo de fumaça:

1) Não deve ser objetivo do projeto de controle de fumaça, prevenir a acumulação da fumaça em áreas localizadas em níveis mais elevados ao teto do átrio.

2) Interrupção (quebra) do nível da interface da fumaça.

15.4.3.4 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 a 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) Dessa 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 previstos 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 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.

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;

b) 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;

c) O sistema de ventilação e ar-condicionado comum à edificação devem ter sua operação interrompida, a fim de evitar que afete o funcionamento do sistema de controle de fumaça;

d) A fumaça deve ser removida do átrio acima da interface da camada de fumaça;

e) Deve ser prevista a entrada de ar limpo, a fim de possibilitar a exaustão da fumaça;

f) A 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 avaliados:

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 da fumaça;

c) Na seleção do tipo e localização dos detectores devem ser observados:

• os fatores ambientais, tais como correntes de ar circulares;

• o movimento mecânico do ar-condicionado no interior da edificação.

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;

d) uma combinação dos sistemas acima citados.

4) Como 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 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 à estratificação da fumaça e movimentação de correntes de ar naturais ou mecânicas internas ao átrio, pode ser necessário posicionar detectores em alturas intermediárias ao átrio, a fim de atender à necessidade de uma imediata detecção do incêndio e conseqüente rápida ativação do sistema de controle de fumaça.

f) Ativação manual:

1) Deve ser previsto, em local de fácil acesso, um sistema manual para acionamento e parada do sistema de controle de fumaça.

g) Nível de exaustão:

1) O nível de exaustão deve ser estabelecido no projeto de incêndio usando os procedimentos contidos no item 15.5 desta parte da IT;

2) Os seguintes fatores devem ser considerados:

a) O volume de exaustão de fumaça, que deve ser determinada pela altura pré-determinada e permitida da camada de fumaça projetada;

b) A possibilidade, em locais amplos (grande extensão), de a coluna de fumaça se dividir para vários lados deste espaço;

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 no item 15.7.9 desta parte da IT.

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;
b) Áreas adjacentes abertas em comunicação com o átrio.

j) Fogo com origem em áreas isoladas:

1) Nas edificações que tenham as áreas adjacentes com configurações construtivas que efetivamente a separarem do átrio, 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.
a) 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;
b) A taxa de exaustão para o átrio precisa ser avaliada para uma das seguintes formas:
• com a propagação da coluna de fumaça para o átrio;
• com fogo ocorrendo no interior do átrio.
c) O sistema de controle de fumaça deve ser capaz de gerenciar qualquer uma das condições acima, porém não necessita gerenciar as duas simultaneamente;
d) Uma vez no interior do átrio, deve ser considerada a possibilidade da fumaça adentrar aos andares superiores ou impingir sobre os tetos desses andares.
• neste caso, deve ser avaliada a conseqüência desta fumaça adentrando as áreas adjacentes.

2) As áreas adjacentes também podem ser projetadas para prevenir o movimento de fumaça para dentro do átrio;
a) Desta forma, o projeto de controle de fumaça requer uma exaustão suficiente da área adjacente;
b) A quantidade de exaustão necessária que esta situação requer pode exceder em muito a capacidade dos sistemas de ar-condicionado normal à edificação, necessitando a instalação de um sistema de controle de fumaça exclusivo para a área adjacente.

3) A previsão de aberturas de exaustão deve ser avaliada cuidadosamente, sendo que as aberturas de entrada de ar e saída da exaustão devem estar posicionadas com base no movimento da fumaça, de forma a não interferir com as saídas das pessoas;

4) A localização das saídas da exaustão para o exterior deve estar localizada longe das entradas de ar limpo externo, a fim de se evitar a possibilidade de a fumaça ser recirculada para dentro da edificação.

15.5 Dimensionamento por cálculo algébrico

15.5.1 Os procedimentos deste item são de cálculos baseados em equações para os vários parâmetros de um projeto de controle de fumaça.

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

15.5.3 Estabelecimento de um ambiente com duas camadas

15.5.3.1 A demora em ativar a exaustão pelos ventiladores pode permitir que a fumaça desça abaixo da altura de projeto da camada de fumaça.

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

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

15.5.4 Tipo do fogo (chama)

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

15.5.4.2 O fogo é classificado como estável ou instável.

15.5.4 Fogo estável

15.5.4.1 Considerá-se fogo estável aquele bem definido, que possui uma constante taxa de liberação de calor, esperando-se que o mesmo cresça rapidamente até um limite.

15.5.4.2 A sua propagação fica restringida pelo controle ativo do fogo ou por uma distância de separação suficiente para os materiais combustíveis próximos.

15.5.4.3 Parâmetros de definição deste tipo de fogo podem ser encontrados no item 9.9 da Parte 5 desta IT;

15.5.4.4 Para fogos estáveis, as seguintes regras devem ser utilizadas:
a) a dimensão do incêndio depende em se estabelecer uma condição de estabilidade, ou seja, que o fogo seja mantido em um determinado tamanho (estável);
b) para as edificações que possuem sistema de chuveiros automáticos, deve-se adotar os parâmetros da Tabela 9 da Parte 5 desta IT;

c) Para depósitos com armazenamento constituídos por estantes altas e protegidos por chuveiros entre as prateleiras *(sprinkler- in rack)*, o tamanho de incêndio deve ser de 9 m^2 (ver sobre proteção somente no teto usando *sprinkler* do tipo ESFR), item 9.10 da Parte 5 desta IT;

d) Para edificações que não possuam sistema de chuveiros automáticos, o tamanho do incêndio depende:

1) Da existência de um sistema de detecção e alarme;

2) Da existência de sistema de hidrantes ou mangotinhos;

3) Da existência de uma brigada de incêndio eficiente.

a) O tamanho do incêndio para uma edificação que não possua chuveiros automáticos está condicionado à existência das proteções citadas no item anterior e deverá atender ao item 9.11 da Parte 5 desta IT;

b) Também considera fogo estável, aqueles que atenderem a condição de distância de separação dos materiais combustíveis da área a ser considerada, conforme item 15.5.7 desta parte da IT;

c) Caso o projetista não tenha certeza de que a condição descrita no item d anterior seja atendida e que o incêndio possa ficar fora de controle, o fogo deve ser considerado como instável.

15.5.6 Fogo instável

15.5.6.1 Um fogo instável é aquele que varia em relação ao tempo.

15.5.6.2 Presume-se que nenhum mecanismo de supressão ou outras formas de controle possa ser aplicado.

15.5.6.3 Caracteriza-se também quando não atender à condição de distância de separação dos materiais combustíveis da área a ser considerada, conforme item 15.5.7 desta parte da IT.

15.5.7 Distância de separação

15.5.7.1 Na avaliação do tamanho do projeto do fogo, deve ser verificado o tipo de material que irá queimar (combustível), o espaçamento entre esses materiais e a configuração (disposição) no ambiente.

15.5.7.2 Do estudo da configuração dos materiais no ambiente, será determinado o provável tamanho esperado de fogo, ou seja, aquele que será envolvido pelo fogo.

15.5.7.3 Baseado na afirmação do 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 39 e determinada de Equação 8.

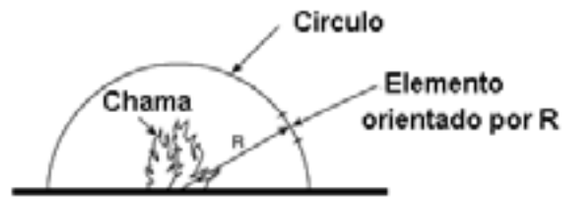


Figura 39 - Distância de separação R

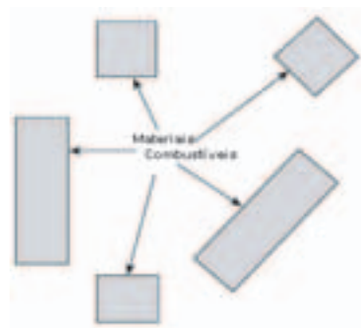


Figura 40 - Materiais combustíveis

Equação 8

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

Onde:

R = Distância de separação em (m);

Q= taxa de liberação de calor do fogo (Kw);

q" = Fluxo de calor radiante requerido para ignição sem chama (Kw/m^2)

15.5.7.4 Deve-se observar que, caso 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.

15.5.7.5 A área total de piso onde se encontra o material deve ser considerada nos cálculos, caso o acondicionamento do material combustível não atenda aos valores indicados na Equação 8 desta parte da IT.

15.5.8 Taxa de liberação de calor para fogo considerado estável

15.5.8.1 A taxa de liberação de calor, para fogo estável, deverá adotar os parâmetros da Tabela 10 do item 9.12 da Parte 5 desta IT.

15.5.9 Taxa de liberação de calor para fogo considerado instável

15.5.9.1 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 9.

Equação 9

Q = 1.000 (t/tg)2

Onde:

Q = taxa de liberação de calor do fogo (Kw)
t = tempo depois da ignição efetiva (sec)
tg = tempo de crescimento (sec)

15.5.9.2 Na equação "tg" é o intervalo de tempo para a ativação efetiva dos meios de detecção e supressão, para que o fogo exceda a 1.055 W (1.000 Btu/sec).

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

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

15.5.9.5 Decorrido o tempo determinado pela Equação 9, entende-se que o fogo não crescerá em tamanho.

15.5.10 Cuidados

15.5.10.1 Os responsáveis pelo projeto devem acautelar-se em adotar e limitar a taxa de liberação de calor com valores abaixo de 1,055 Kw , pois poucas situações estão incluídas nesta condição, aliado ao fato de ser difícil em manter esta condição decorrente das mudanças impostas pelo usuário ao edifício.

15.5.11 Detecção do fogo

15.5.11.1 As respostas dos detectores de incêndio colocados sob o teto devem ser estimadas, para verificação da posição da camada de fumaça.

15.5.11.2 Os detectores podem atuar de diferentes formas, seja pela percepção da fumaça ou do calor.

15.5.11.3 No caso dos detectores que atuam pela fumaça, é importante verificar com os fabricantes em quanto tempo irão perceber o início do incêndio.

15.5.11.4 No caso dos detectores de temperatura, deve-se verificar o aumento da temperatura, que depende do raio da base da chama e do calor transmitido pelo seu eixo vertical.

15.5.11.5 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.

15.5.12 Determinação da temperatura de resposta dos detectores

15.5.12.1 Detectores de temperatura do tipo pontual instalado no teto

a) A resposta de um detector pontual instalado no teto pode ser estimada considerando o acréscimo de temperatura dos gases da chama (fogo);

b) Dependendo do modelo do detector e da origem do fogo, baseando-se no acréscimo de temperatura oriundo da concentração de gases combustíveis comuns, um incêndio poderia ser descoberto por um detector com aproximadamente 10° C de aumento de temperatura.

15.5.13 Temperatura da fumaça sob o teto

15.5.13.1 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 da coluna de fumaça, pode ser estimada em função do tempo, baseando-se em teorias gerais e análise de alguns experimentos;

b) A equação (10) está baseada em informações experimentais derivadas de investigações em salas de várias formas, caracterizadas pela proporção (relação) da área seccional transversal horizontal, pelo quadrado da altura do cômodo (A/H2);

c) Estas salas incluem as relações de A/H2, variando de 0.9 (num cômodo sem ventilação) a 7.0 (num cômodo com ventilação mecânica e taxa de 1.0 de troca de ar por hora, para tetos lisos sem obstrução);

d) O uso da equação (10) para A/H2 > 7.0 visa a superestimar o aumento da temperatura no decorrer do tempo.

Equação 10

$$\mathbf{X = (0{,}42\ Y^2) + (8{,}2 \times 10^{-8}\ Y^6)}$$

Para X ≤ 480

Onde:

$\mathbf{X} = (t\ Q^{1/3}) / (H^{4/3})$
$\mathbf{Y} = (\Delta T\ H^{5/3}) / (Q^{2/3})$

Onde:

t = tempo da ignição (ativação) (sec)
Q = taxa de liberação de calor (fogo estável) (Kw)
H = altura do teto acima da superfície do fogo (m)
Δ**T** = aumento da temperatura no teto (°C)

15.5.13.2 Fogo instável

a) Para fogo instável, também denominado de t-quadrado, a equação (11) estima em função do

tempo, o aumento da temperatura do jato de fumaça (*celing jet*) sob o teto;

b) Considera à proporção entre a altura da base da chama e o teto, que deve ser menor que 0,6 vezes o raio da chama;

c) 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 (r) e a altura entre a base da chama e o teto (H), sendo r / H = 0.3.;

d) Também foi aplicada para outras informações experimentais em tetos limitados, onde a relação da área do ambiente (A) e a altura do ambiente (H), sendo $A/H^2 \leq 7.4$, com tg =480 sec, e também com taxa de ventilação não excedendo á 1,0 troca de ar por hora.

Equação 11

$$\Delta T = 2.090[t/(tg^{2/5}H^{4/5}) - 0,57]^{4/3} / [tg^{4/5}H^{3/5}]$$

(ΔT em °C; t e tg em s; H em m)

15.5.14 Estratificação de fumaça

15.5.14.1 O movimento ascendente da fumaça na coluna depende da flutuabilidade desta dentro do átrio ou espaço amplo.

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

15.5.14.3 Existe uma altura máxima na qual a fluidez da 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.

15.5.14.4 Esta altura é determinada pela Equação 12

Equação 12

$$Zm = 5,54\ Qc^{1/4}\ (\Delta T/dz)^{-3/8}$$

Onde:

zm = altura máxima da fumaça acima da superfície do fogo (m).

Qc = porção convectiva da taxa de liberação de calor (Kw).

Δ**T/dz** = taxa de mudança da temperatura ambiental baseada na altura (°C/m).

15.5.14.5 A porção convectiva da taxa de troca de calor, Qc, pode ser estimada como 70% da taxa de liberação de calor total (Q).

15.5.14.6 Assumindo que a temperatura ambiente varia linearmente com a altura, a Qc mínima requer superar a diferença de temperatura ambiente e direcionar a fumaça para o teto (zm = H), conforme a Equação 13:

Equação 13

$$Qc,min = 1,18 \times 10^{-3}\ H^{5/2}\ \Delta TO^{3/2}$$

Onde:

Qc,min = taxa mínima liberação de calor convectiva para superar a estratificação (Kw)

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

Δ**T0** = diferença de temperatura ambiental entre o teto e o nível do fogo (°C)

15.5.14.7 Como segunda alternativa, a Equação 14 pode se utilizada, em termos de aumentar a temperatura ambiental entre o piso e o teto, suficientemente para prevenir que a coluna de fumaça, derivado da taxa de calor convectivo (Qc) alcance a altura (H) do teto.

Equação 14

$$\Delta TO = 96\ Qc^{2/3}\ H^{-5/3}$$

Onde:

Δ**TO** = diferença de temperatura ambiental entre o teto e o nível do fogo (°C)

Qc = porção convectiva da taxa de liberação de calor (Kw).

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

15.5.14.8 Como terceira alternativa, na Equação 15, pode-se avaliar a altura máxima que a coluna de fumaça, derivada da Qc, considerando a diferença de temperatura do ambiente, tenha potência suficiente para alcançar o teto.

Equação 15

$$Hmax = 15,5\ Qc^{2/5}\ \Delta TO^{-3/5}$$

Onde:

Hmax = altura do teto acima da superfície do fogo (m)

Qc = porção convectiva da taxa de liberação de calor (Kw)

Δ**T0** = diferença de temperatura do ambiente, entre o piso que contém a superfície de fogo e o teto do atrio (°C)

15.5.15 Altura da interface da camada de fumaça a qualquer tempo

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

a) Nenhum sistema de exaustão de fumaça em operação;

b) Taxa de massa de exaustão de fumaça sendo igual à taxa de massa de fumaça fornecida pela coluna de fumaça até a camada de fumaça;

c) Taxa de massa de exaustão de fumaça sendo menor que a taxa de massa de fumaça fornecida pela coluna de fumaça até a camada de fumaça.

15.5.15.2 Posição da camada de fumaça com nenhum sistema de exaustão operante

a) As Equações 16 e 17 abaixo descritas são utilizadas para avaliar a posição da camada a qualquer tempo depois da ignição.

b) Fogos estáveis

1) 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 16;

Equação 16

$$z/H = 1{,}11 - 0.28 \ln [(tQ^{1/3} / H^{4/3}) / (A/H^2)]$$

Onde:

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

H = altura do teto acima da superfície de fumaça (m)

T = tempo (sec)

Q = taxa de liberação de calor de fogo estável (Kw)

A = área seccional cruzada do espaço sendo preenchido com fumaça (m2)

2) Para a Equação 16:

a) Quando os cálculos resultam em um valor maior que 1,0 (z/H > 1,0), significa que a camada de fumaça ainda não começou a descer;

b) Verifica-se que está baseada em informações experimentais, provenientes de investigações utilizando áreas uniformes (seccionais-transversais) baseadas em uma altura com proporções A/H2 , que pode variar de 0.9 a 14, e com valores de z/H≥0.2;

c) É considerada como aplicada para o caso de pior condição, ou seja, fogo no centro do átrio fora de quaisquer paredes;

d) 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.

c) Fogos instáveis

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

2) Da teoria básica e de evidencias 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 17;

Equação 17

$$z/H = 0{,}91 [t/(tg^{2/5} H^{4/5} (A/H^2)^{3/5})]^{-1.45}$$

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

H = altura do teto acima da superfície de fumaça (m)

t = tempo (sec)

Q = taxa de liberação de calor de fogo estável (Kw)

A = área seccional cruzada do espaço sendo preenchido com fumaça (m^2)

tg = crescimento do tempo (sec)

3) Para Equação 17:

a) Quando os cálculos resultam em um valor maior que 1,0 (z/H > 1,0), significam que a camada de fumaça ainda não começou a descer;

b) 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.;

c) Está baseada em áreas uniformes seccionais transversais e relativas altura;

d) É considerada como aplicada para o caso de pior condição, ou seja, fogo no centro do átrio fora de quaisquer paredes;

e) Fornece uma estimativa conservadora de risco, porque "z" relaciona a altura onde existe a primeira indicação de fumaça, ao invés da posição da interface da camada de fumaça.

15.5.15.3 Quantidade de fumaça formada

a) A quantidade de fumaça formada pode ser estimada conforme Equações 18 e 19 abaixo;

1) Fogo estável.

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

Equação 18

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

Onde:

m = massa total combustível consumida (kg)

Q = taxa de liberação de calor do fogo (Kw)

ΔT = duração do fogo (sec)

Hc = calor de combustão do combustível (Kj/Kg).

b) Para fogo instável (t-quadrado), o consumo total de massa requerida, durante um período de tempo necessário (conforme interesse do projeto), pode ser determinado da seguinte forma:

Equação 19

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

Onde:

m = massa total combustível consumida (Kg)

Δ**T** = duração do fogo (sec)

Hc = calor de combustão do combustível (Kj/Kg).

tg = crescimento do tempo (sec).

15.5.15.4 Variáveis geométricas em seções transversais e geometrias complexas

1) Na prática, pode ocorrer em 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 adversas tais como: tetos em declive, variações nas áreas seccionais e origem da projeção da coluna de fumaça;

2) Para os locais onde essas irregularidades ocorrerem, outros métodos de análise devem ser considerados.

3) Esses métodos de análise, que podem variar em sua complexidade, podem ser:

a. Modelos em escala;

b. Modelos de campo;

c. Adaptação de modelos de zona;

d. Análises de sensibilidade.

a) Para sua aplicação, deve-se consultar literatura específica (Ex. NFPA-92B) e submetê-la a avaliação do Corpo de Bombeiros por meio de Comissão Técnica.

15.5.15.5 Posição da camada de fumaça com o sistema de 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, e esta se manterá, caso a taxa de massa de exaustão da camada de fumaça for igual à taxa da massa fornecida pela coluna de fumaça.

a) Uma vez determinado esta posição, a mesma deverá ser mantida, desde que as taxas de massas permaneçam iguais;

b) As taxas de massa da formação de fumaça variam conforme a forma e posição da coluna de fumaça;

c) Para determinação da massa de fumaça gerada pela coluna de fumaça, deve-se considerar o descrito no 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 pela coluna (plume) de fumaça à base da camada de fumaça, maior que a taxa de massa de exaustão da camada de fumaça, não será encontrada uma posição de equilíbrio para camada de fumaça;

2) Neste caso, a interface da camada de fumaça irá descer, ainda que lentamente decorrente das taxas menores de exaustão;

3) A Tabela 12 inclui informações sobre a posição da camada de fumaça em função do tempo, para colunas de fumaça assimétricas de fogo estável, com desigualdade de taxas de massa;

4) As informações da Tabela 12 podem ser utilizadas, quando o sistema de ar-condicionado normal à edificação for utilizado na extração de fumaça, e o projeto pretender estimar um complemento de taxa de extração de fumaça para um sistema específico, a fim de se manter a altura da camada de fumaça projetada, e se atingir uma posição de equilíbrio;

5) Também pode ser utilizada, para estimar o tempo em que a camada de fumaça irá descer até um nível considerado crítico, para verificar se este tempo é suficiente para o abandono e saídas das pessoas;

6) Caso o projeto adote a solução anterior, o mesmo deverá ser submetido a Comissão Técnica, para fins de verificação da solução adotada;

7) Para outras configurações da coluna (plume) de fumaça (não assimétricas), uma análise computadorizada se torna necessária.

z/H	t/t_0					
	m/me					
	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

Tabela 12 - Acréscimo do tempo para interface da camada de fumaça para encontrar posição selecionada (colunas assimétricas e fogos estáveis)

Onde:

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

H = altura do teto acima da base do fogo (m)

t = tempo para a camada de fumaça descer até z (s)

t0 = valor de t na ausência de exaustão de fumaça (veja

Equação 16) (s)
m = vazão mássica de exaustão de fumaça (excetuando-se qualquer vazão mássica adicional dentro da camada de fumaça, decorrente de outras fontes que não sejam a coluna de fumaça).
me = valor de "m" requerido para manter a camada de fumaça indefinidamente em z, que é obtido pela Equação 21.

15.5.16 Altura da chama

15.5.16.1 A altura da chama e sua distância em relação à interface da camada de fumaça têm influência significativa na formação do volume mássico de fumaça a extrair.

15.5.16.2 Para determinação da altura da chama proveniente da base do fogo, deve atender à seguinte equação:

Equação 20 – Altura da chama

$$z1 = 0,166\ Qc^{2/5}$$

Onde:
zl = limite de elevação da chama (m)
Qc = porção convectiva da taxa de liberação de calor (Kw)

15.6 Altura da camada de fumaça

15.6.1 Uma altura livre de fumaça deve ser projetada, de forma a garantir o escape das pessoas.

15.6.2 Esta altura devido a presença do jato de fumaça pode alcançar no máximo 85% da altura da edificação, devendo estar no mínimo á 2,5 m acima do piso de escape da edificação.

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

15.7 Taxa de produção de massa de fumaça

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

15.7.2 Há três configurações de plume (coluna) de fumaça:

15.7.2.1 Plume (colunas) de fumaça assimétricas;

15.7.2.2 Plume de fumaças saindo pelas sacadas;

15.7.2.3 Plume saindo por aberturas (janelas).

15.7.3 Plume (colunas) de fumaça assimétricas

15.7.3.1 Um plume (coluna) assimétrico pode aparecer de um fogo que se origina no piso do átrio, com o plume afastado de qualquer parede.

15.7.3.2 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.

15.7.3.3 Na determinação da massa de fumaça gerada pelo incêndio, duas condições podem ocorrer:

a) A altura (Z) da camada de fumaça ser superior a altura (Z1) da chama, ou seja, (Z>Z1);
b) A altura da camada de fumaça (Z) igual ou inferior a altura (Z1) da camada de fumaça, ou seja (Z≤Z1);

15.7.3.4 Para a condição (Z>Z1), a massa de fumaça gerada é determinada pela seguinte equação:

Equação 21
Massa de fumaça para a condição Z>Z1

$$m = 0,071\ Qc^{1/3}\ z^{5/3} + 0,0018\ Qc\ (z > zl)$$

Onde:
m = vazão mássica da colina de fumaça para a altura z (Kg/s)
z = altura acima do combustível (m)
Qc = porção convectiva da taxa de liberação de calor, estimada em 70% da taxa de liberação de calor (Q) (Kw)

15.7.3.5 Para a condição (Z≤Z1), a massa de fumaça gerada é determinada pela seguinte equação:

Equação 22
Massa de fumaça para a condição Z≤Z1

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

Onde:
m = vazão mássica da colina de fumaça para a altura z (Kg/s)
z = altura acima do combustível (m)
Qc = porção convectiva da taxa de liberação de calor estimada em 70% da taxa de liberação de Calor (Q) (Kw)

15.7.4 Plume de fumaças saindo pelas sacadas

15.7.4.1 A coluna (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 41).

15.7.4.2 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.

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

15.7.4.4 Além disto, é significante a migração horizontal do plume até a extremidade de sacada.

15.7.4.5 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 23.

Equação 23

$$m = 0.36\ (QW^2)^{1/3}\ (Zb + 0.25H)$$

Onde:
m = taxa do fluxo de massa na coluna (Kg/s)
Q = taxa de liberação de calor (Kw)
w = extensão da coluna saindo das sacadas (m)
Zb = altura acima da sacada (m)
H – altura da sacada acima do combustível (m)

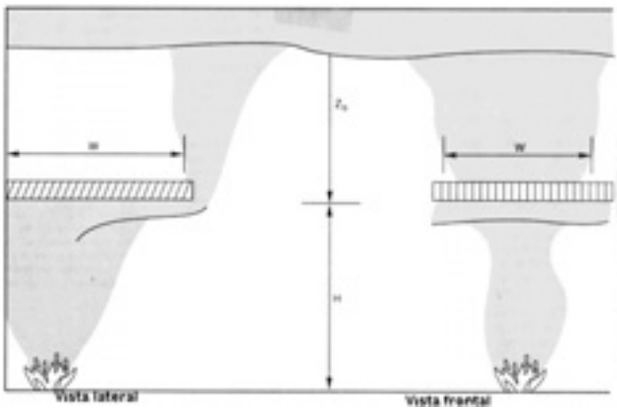


Figura 41 – Coluna de fumaça saindo de um balcão

15.7.4.5 Da Equação 23 pode-se concluir:

a) Quando zb for aproximadamente 13 vezes a largura do espaço (zb> 13 W), a coluna (plume) de fumaça saindo pela sacada, pode ser considerado como uma coluna (plume) de fumaça assimétrico, e utilizar para determinação da taxa de produção de fumaça a Equação 21;

b) Na determinação da largura da coluna (plume) de fumaça (W), esta pode ser determinada pela previsão de barreira física, projetando-se abaixo da sacada, e visando a restringir a migração de fumaça horizontal sob toda a extensão da sacada.

c) Com a existência dessas barreiras de fumaça, uma largura equivalente pode ser determinada por meio da seguinte expressão:

Equação 24
Massa de fumaça para a condição Z>Z1

$$W = w + b$$

Onde:
W = largura do plume de fumaça
w = largura da entrada da área de origem
b = distância da abertura a extremidade da sacada.

15.7.5 Coluna de fumaça saindo por aberturas (janelas)

15.7.5.1 A coluna de fumaça saindo por aberturas nas paredes, tais como portas e janelas, para o átrio, são configuradas conforme Figuras 42 e 43.

15.7.5.2 Na determinação taxa de liberação de calor, a equação abaixo pode ser utilizada:

Equação 25

$$Q = 1260\ Aw\ Hw^{1/2}$$

Onde:
Q = taxa de liberação de calor (Kw)
Aw = área da abertura de ventilação (m2)
Hw = altura da abertura de ventilação (m)

15.7.5.3 A equação acima assume que:

a) A liberação do calor é limitada pelo fornecimento de ar do espaço adjacente;

b) A geração de combustível está limitada pelo fornecimento de ar;

c) A queima do excesso de combustível ocorre fora do átrio;

d) A entrada de ar fresco ocorre fora do atrio;

e) Os métodos neste item são apenas válidos para compartimentos tendo em vista uma única abertura de ventilação.

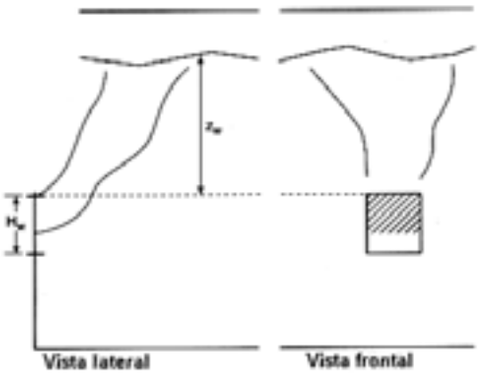


Figura 42 - Coluna de fumaça saindo por aberturas (janelas)

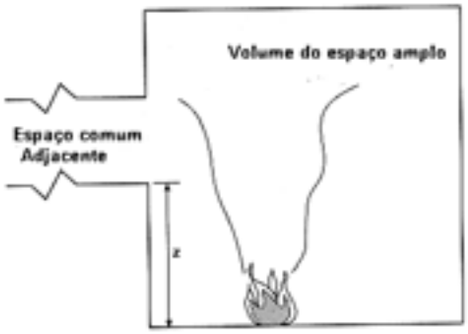


Figura 43 - Coluna de fumaça saindo por aberturas (janelas)

15.7.5.3.1 O ar que entra pelas janelas na coluna de fumaça pode ser determinado por analogia como uma coluna de fumaça assimétrica.

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

15.7.5.3.3 Como resultado dessa analogia, um fator de correção indicando a diferença entre a altura da chama real e a altura do plume assimétrico pode ser aplicado, para equacionar a assimetria do plume, de acordo com a seguinte relação:

Equação 26

$$a = 2.40\ Aw^{2/5}\ Hw^{1/5} - 2.1\ Hw$$

Onde:
a = altura efetiva (m)
Aw = área da abertura de ventilação (m^2)
Hw = altura da abertura de ventilação (m)

15.7.5.3.4 Então, a massa que entra pelo plume oriundo de janela é determinada como:

Equação 27

$$m = 0.071\ Qc^{1/3}\ (zw + a)^{5/3} + 0.0018\ Qc$$

Onde:
Zw = altura acima do topo da janela

15.7.5.3.5 Substituindo QC proveniente da Equação 18, temos:

Equação 28

$$m=0.68(AwHw^{1/2})^{1/3}(zw+a)^{5/3}+1,59AwHw^{1/2}$$

15.7.5.3.6 A altura da chama formadora da coluna de fumaça é determinada como sendo a altura da abertura que fornece a mesma entrada para a coluna de fumaça.

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

15.7.6 Volume de fumaça produzido

15.7.6.1 Para obter o volume de fumaça a extrair do ambiente, a seguinte equação deve ser utilizada:

Equação 29

$$V = m/\rho$$

Onde:
V= volume produzido pela fumaça (m^3/s);
m = vazão mássica da coluna de fumaça para a altura z (Kg/s);
ρ = densidade da fumaça adotada (para 20°C = 1,2 Kg/m^3)

15.7.7 Influência do contato da coluna de fumaça com as paredes

15.7.7.1 A coluna de fumaça ascende, no interior do átrio pode alarga-se, e entrar em contato com todas as paredes deste átrio antes de alcançar o teto.

15.7.7.2 Neste caso, a interface da fumaça deve ser considerada como sendo a altura de contato com as paredes do átrio.

15.7.7.3 O diâmetro da coluna de fumaça pode ser estimado como:

Equação 30

$$d = 0.48\ (T0\ /\ T)^{1/2}\ z$$

Onde:
d = diâmetro da coluna (baseada em excesso de temperatura) (m)
T0 = temperatura no centro da coluna (°C)
T = temperatura ambiente(°C)
z = altura (m)

15.7.7.4 Na maioria dos casos, perto do topo do átrio, a temperatura do centro da coluna de fumaça não deve ser considerada maior que a do átrio, decorrente do resfriamento causado pela entrada de ar frio ao longo da coluna.

15.7.7.5 Baseado no conceito do item anterior, de forma genérica, o diâmetro total da coluna de fumaça pode ser expresso conforme a seguinte equação:

Equação 31

$$d = 0.5\ z$$

Onde:
d = diâmetro da coluna (baseada em excesso de temperatura) (m)
z = altura (m)

15.7.8 Velocidade máxima de entrada de ar

15.7.8.1 A velocidade de entrada do ar, no perímetro do átrio, deve ser limitada aos valores de perda para não defletir (inclinar) a coluna de fogo, aumentando a taxa de entrada do ar na chama, ou perturbar a interface da fumaça.

15.7.8.2 Uma velocidade recomendada de entrada de ar é de 1 m/s, podendo no máximo atingir 5m/s;

15.7.9 Requisitos para o fluxo de ar invertido

15.7.9.1 A fim de prevenir a migração da fumaça do átrio, para as áreas adjacentes não afetadas pelo incêndio, a fumaça no átrio deve ser extraída numa vazão, que cause uma velocidade de ar média na abertura de entrada da área adjacente.

15.7.9.2 Recomenda-se que esta velocidade seja de 1,0 m/s.

15.7.9.3 Esta velocidade, v, pode ser calculada com a seguinte equação:

Equação 32

$$v = 0,64\ [gH\ (Tf - T0)/Tf]^{1/2}$$

Onde:
v = velocidade do ar (m/s)
g = aceleração da gravidade (9,8 m/sec2)
H = altura da abertura (m)
Tf = temperatura da fumaça (°C)
T0 = temperatura do ar ambiente (°C)

15.7.9.4 Dois casos podem ocorrer na determinação da velocidade:

a) As aberturas estão localizadas abaixo da interface da camada de fumaça;
b) As aberturas estão localizadas acima da interface da camada de fumaça.

15.7.9.5 Para o primeiro caso, como a temperatura do ambiente é menor, os valores de velocidade também serão:
Ex.: Com H = 3,3 m, Tf = 74 °C (considerado para espaços com *sprinkler*) e T0= 21°C, o limite de velocidade será de 1,37m/s.

a) Para as mesmas condições com Tf = 894°C (considerado para espaços sem sprinkler), o limite de velocidade começa a 3,01 m/s.

15.7.9.6 A fim de prevenir a entrada de fumaça no volume do espaço adjacente, oriunda da propagação do átrio, o ar deve ser fornecido do espaço adjacente numa taxa suficiente, que cause uma velocidade na abertura de entrada da área adjacente, que exceda o limite mínimo contido na Equação 33.

Equação 33

$$ve\ (m/sec) = 0,57\ [Q/z]^{1/3}$$

Onde:
ve = velocidade do ar (m/sec)
Q = taxa de liberação de calor (Kw)
Z = distância acima da base do fogo à abertura (m)

Observação:

1) A velocidade (vê) não deve exceder a 1,01 m/s;
2) Esta equação não deve ser usada quando z < 3,0 m;
3) Caso a abertura para o espaço comum esteja localizada acima da posição da camada de fumaça, deve-se utilizar a equação 32 para calcular o limite da velocidade, estabelecendo que (v=vê), onde os valores de (Tf – T0) devem ser considerados como o valor de ΔT da tabela abaixo, sendo (Tf = ΔT + T0).

15.8 Condições perigosas

15.8.1 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.

15.8.1.2 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 13.

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

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

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

15.8.1.6 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.

capitulo15 parte 7 400 2/28/05 4:45:32 PM

Tabela 13 - Equações para calcular as propriedades da camada de fumaça

Estágios de acumulação da fumaça			
Parâmetros	Fogos Estáveis	Fogos T-quadrado	Estágios da ventilação
ΔT	$[\exp(Q_n/Q_o)] - 1$	$[\exp(Q_n/Q_o)] - 1$	$[60(1-\chi_l)Qc]/(\chi_0 c_p V)$
D	$(D_m QT)/[\chi\chi\Delta H_c A(H-z)]$	$(D_m^{\chi t3})/[3\chi\chi\Delta H_c A(H-z)]$	$(60D_m Q)/(\chi\chi\Delta H_c V)$
Yi	$(f_i QT)/[\chi_0\chi\chi\Delta H_c A(H-z)]$	$(f_i^{\chi t3})/[3\chi_0\chi\chi\Delta H_c A(H-z)]$	$(60f_i Q)/(\chi_0\chi\chi\Delta H_c V)$

Onde:

A = área de espaço seccional cruzada horizontal (ft^2);

Cp = calor específico do ar-ambiente;

D = L –1 log (Io/I), densidade óptica;

L = extensão da luz através da fumaça (ft);

Io = intensidade da luz no ar limpo;

I = intensidade da luz na fumaça;

Dm 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 (ft^3/sec);

fi = fator de produção de espécies i (espécies lb i/lb combustível);

H = altura do teto (ft);

ΔHc = calor da combustão completa (Btu/lb);

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

Qc = porção convectiva da taxa de liberação de calor (Btu/sec);

$Qn = \int (1-_{X1}) Q\, dt$

Para fogos estáveis: $Qn = (1-_{X1} 1) Qt$ (Btu);

Para fogos t2: $Qn = (1-_{X1} 1) at^{3/3}$ (Btu);

Qo = χoCpToA(H-z) (Btu);

t = tempo para ignição (sec);

ΔT = aumento da temperatura na camada de fumaça (oF);

V = taxa de ventilação volumétrica;

Yi = 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);

χo = densidade do ar ambiente (lb/ft3);

$\chi\chi$ = fator de eficiência da combustão (-), valor máximo de 1;.

χ1 = fator de perda de calor total da camada de fumaça aos limites do átrio, valor máximo de 1, aumento máximo de temperatura ocorrerá se $X_l = 0$.

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

1. Dados do projeto:

a. Átrio retangular e uniforme;
b. Altura : 36,5 m;
c. Comprimento de 61 m e largura de 30,5 m;
d. Fogo considerado do tipo estável;
e. Projeto do fogo: 5.275 kW;
f. Diferença de temperatura interna: 9,26°C;
g. Detector de temperatura localizado no teto do átrio, acionado com uma diferença de temperatura de 10°C;

2. 1° 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 10:

$$\mathbf{X = (0{,}42\ Y^2) + (8{,}2 \times 10^{-8}\ Y^6)}$$

Para $X \leq 480$

Onde:
$X = (t\ Q^{1/3}) / (H^{4/3})$
$Y = (\Delta T\ \ H^{5/3}) / (Q^{2/3})$
Onde:
t = tempo da ignição (ativação) (sec)
Q = taxa de liberação de calor (fogo estável) (Kw)
H = altura do teto acima da superfície do fogo (m)
Δ**T** = aumento da temperatura no teto (°C)

$Y = 9{,}86\ (36{,}5)^{5/3} / (5275)^{2/3} = 13{,}07$

$X = 0{,}42\ (13{,}07)^2 + 8{,}2 \times 10^{-8}\ (13{,}07)^6 = 72{,}14$

$T = (72{,}14\ (36{,}5)^{4/3}) / (5275)^{1/3} = 502$ seg

3. 2° 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 8:

$$\mathbf{Hmax = 15{,}5\ Qc^{2/5}\ \Delta TO^{-3/5}}$$

Onde:
Hmax = altura do teto acima da superfície do fogo (m).
Qc = porção convectiva da taxa de liberação de calor (Kw).
Δ**T0** = diferença de temperatura ambiental entre o piso da superfície do fogo e o teto (°C)
Hmax $= 15{,}5\ (5275 \times 0{,}7)^{2/5} \times 10^{-3/5} = 104$m
Obs.:
1) Qc = 0,7 Q;
2) A altura que a fumaça atingirá sem estratificar é de 104 m, sendo que os detectores estão instalados a 36,5 ft, portanto serão acionados.

4. 3° passo: Determinação da profundidade da camada de fumaça quando o detector for ativado.

a. Utilizando a Equação 9:

$$\mathbf{z/H = 1{,}11 - 0.28\ ln\ [(tQ^{1/3} / H^{4/3}) / (A/H^2)]}$$

Onde:
z = altura das primeiras indicações de fumaça acima da superfície do fogo (m);
H = altura do teto acima da superfície de fumaça (m);
T = tempo (sec);
Q = taxa de liberação de calor de fogo estável (Kw);
A = área seccional cruzada do espaço sendo preenchido com fumaça (m^2).

capitulo15 parte 7 402 2/28/05 4:45:36 PM

$z/36,5= \{1,11 – 0, 28 \ln [(502 \times 5275^{1/3} / 36,5^{4/3}) / (30,5 \times 61 / 36,5^{2})]\} = 0,20$ m

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 acumulo 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 quão antecipadamente será detectada a presença de fumaça.

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

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

$z= \{1,1 – 0, 28 \ln [(120 \times 5275^{1/3} / 36,5^{4/3}) / (30,5 \times 61 / 36,5^{2})]\} \times 36,5 = 14,82$ m

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 valida 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.

5. 5° passo: Determinação da taxa de exaustão de fumaça, prevendo-se uma altura de 1,52 m, acima do piso do último pavimento (no nopavimento), e considerando o fogo localizado no centro do piso térreo do átrio (coluna de fumaça assimétrica).

a. Com a localização do fogo no centro do átrio, é esperada a formação de uma camada de fumaça assimétrica, sendo assim, deve-se primeiro utilizar a Equação 13, a fim de determinar a altura da chama:

$\mathbf{Zl = 0,166\ Qc^{2/5}}$

Onde:

zl = limite de elevação da chama (m)

Qc = porção convectiva da taxa de liberação de calor (Kw)

$\mathbf{Zl} = 0,166\ (5.275 \times 0,7)^{2/5}$

Zl = 4,45m

b. Com a interface da camada de fumaça sendo projetada com a altura de 26 m acima do nível do piso térreo do átrio, e com a altura da chama dimensionada em 4,45 m, pode-se determinar a taxa de produção de fumaça dentro da camada de fumaça (Equação 14):

Equação 14

$\mathbf{m = 0,071\ Qc^{1/3}\ z^{5/3} + 0,0018\ Qc\ (z > zl)}$

Onde:

m = vazão mássica da colina de fumaça para a altura z (Kg/s)

z = altura acima do combustível (m)

Qc = porção convectiva da taxa de liberação de calo, estimada em 70% da taxa de liberação de Calor (Q) (Kw)

$\mathbf{m} = 0,071\ (5.275 \times 0,7)^{1/3} \times (26)^{5/3} + 0,0018\ (3692,5)$

m = 257,06 Kg/s

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. Desse modo, convertendo a taxa de vazão de massa para um taxa de vazão volumétrica usando Equação 16, temos:

$\mathbf{V = m/\rho}$

Onde:

ρ = densidade da fumaça (Kg/m^3)

m = taxa de vazão de massa da coluna de fumaça para a altura z (Kg/s);

Para o exemplo:

$\rho = 1,2$ Kg/m^3

m = 257,06 Kg/s

V = 257,06/1,2

V = 214,21 m^3/s

6. 6° passo: Verificação se a coluna de fumaça entrará em contato com as paredes, como o projeto de controle de fumaça fixando a camada de fumaça em 1,52 m acima do teto do nono pavimento. Utilizando a Equação 23, temos:

d = 0.5 z

Onde:
d = diâmetro do plume de fumaça (m)
z = altura da camada de fumaça (ft) = 26 m
d = 0,5 (26)
d = 13 m
Obs.:
Como as dimensões do átrio horizontalmente são 30,5 m e 61 m, com o dado acima se constata que a coluna de fumaça tem um diâmetro menor (13 m), portanto não entra em contato com as paredes do átrio, antes de alcançar a interface da camada de fumaça prevista em projeto.

7. 7° passo: Determinação da temperatura da camada de fumaça depois da atuação do sistema de exaustão, visando a estudar se a coluna de fumaça terá alterações.

a. Aplicando-se as fórmulas contidas na Tabela 13:

$\Delta T = [60(\chi - \chi_l)Qc]/(\chi_0 c_p V)$

Onde:
ΔT = temperatura da camada de fumaça
χ = intensidade da luz na fumaça
χ_l = fator de perda de calor total da camada de fumaça aos limites do átrio, valor máximo de 1, aumento máximo de temperatura ocorrerá se $\chi_l = 0$
Qc = porção convectiva da taxa de liberação de calor (btu/sec).
χ_0 = densidade do ar ambiente (lb/ft^3)
Cp = calor específico do ar-ambiente
V = taxa de vazão volumétrica (ft^3/sec)

Para a equação temos:
χ = intensidade da luz na fumaça = 2 v.i.
χ_l = 1
Qc = 3500 btu/sec
χ_0 = 0,075 lb/ft^3
cp = 0,24 btu/lb-°F
V = 60 x 7521 ft^3/sec

ΔT = 60 (2-1) 3500/ 0,075 x 0,24 x 60 x 7521 = 25,85°F
ΔT = 32°C

8. 8° 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 3,04 m (largura) x 1,82 m (altura);
2) A temperatura da chama é de 537 °C;
3) Utilizando a Equação 24, temos:

$v = 0,64\ [gH\ (Tf - T0)/(Tf)]^{1/2}$

Onde:
v = velocidade do ar (m/s);
g = aceleração da gravidade (9,8 m/s2);
H = altura da abertura (m);
Tf = temperatura da fumaça quente (°C);
T0 = temperatura do ar ambiente (°C).

Para o caso, temos:
H = 1,82 m
Tf = 537(°C);

T0 = 21 (°C);

V = 0,64 [9,8 x 1,82 x (537 - 21)/(537)]$^{1/2}$
V = 2,64 m/s.

b. Para um fogo no átrio, determine o fluxo de ar oposto requerido para restringir que a fumaça propague para as áreas adjacentes.
Baseado na Equação 25, temos:

Ve = 0,057 [Q/z]$^{1/3}$

Onde:
ve = velocidade do ar (m/s)
Q = taxa de liberação de calor (Kw)
z = distância acima da base do fogo à abertura (m).

Para o exemplo:
Q = 5275 KW
z = 27,45m
Ve = 0,057 [Q/z]$^{1/3}$ = 0,057 [5275/ 27,45]$^{1/3}$
Ve = 0,33 m/s

SECRETARIA DE ESTADO DA SEGURANÇA PÚBLICA

POLÍCIA MILITAR DO ESTADO DE SÃO PAULO

Corpo de Bombeiros

INSTRUÇÃO TÉCNICA Nº 15/2004

Controle de Fumaça

Parte 8 – Aspectos de segurança

SUMÁRIO

16 Aspectos de segurança do projeto de sistema de controle de fumaça

16 ASPECTOS DE SEGURANÇA DO PROJETO DE SISTEMA DE CONTROLE DE FUMAÇA

16.1.1 Quanto à falha na análise

16.1.1.1 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.

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

16.1.1.3 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.

16.1.1.4 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.

16.1.2 Quanto à confiabilidade

16.1.2.1 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.

16.1.2.2 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.

16.1.2.3 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.

16.1.2.4 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.

16.1.3 Quanto aos testes periódicos

16.1.3.1 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.

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

16.2 Equipamentos e controle

16.2.1 Informações gerais

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

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

16.2.2 Sistema de renovação do ar

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

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

16.2.2.3 Quanto à 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.

16.2.2.4 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.

16.2.3 Sistemas de controle

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

16.2.3.2 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 se refletem na realidade em caso de um incêndio.

16.2.4 Coordenação

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

capitulo15 parte 8 409 28.02.05, 17:57

16.2.4.2 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 etc.).

16.2.5 Tempo de resposta

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

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

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

16.2.5.4 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.

16.2.6 Instrumentalização e supervisão dos sistemas de controle de fumaça

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

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

16.2.6.3 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;
- **g)** Outras essenciais ao bom funcionamento do sistema.

16.2.7 Acionamento manual

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

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

16.2.8 Fornecimento elétrico

16.2.8.1 Instalações elétricas devem atender aos requisitos das normas técnicas oficiais.

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

16.2.9 Materiais

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

16.2.10 Testes

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

16.2.10.2 Os procedimentos de teste são divididos em três categorias:

- **a)** Testes dos componentes do sistema;
- **b)** Testes de aceitação;
- **c)** Testes periódicos e de manutenção.

16.2.11 Testes dos componentes do sistema

16.2.11.1 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.

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

16.2.11.3 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.

16.2.11.4 Os resultados dos testes devem ser documentados por escrito.

16.2.11.5 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;
9) Outros sistemas que interferem no sistema de controle de fumaça.

16.2.12 Testes de aceitação

16.2.12.1 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.

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

16.2.12.3 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;
f) Temperatura ambiente.

16.2.12.4 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.

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

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

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

16.2.12.8 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.

16.2.12.9 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.

16.2.13 Manuais e instruções

16.2.13.1 As informações visando à operação básica e manutenção do sistema devem ser fornecidas ao proprietário.

16.2.14 Testes para obtenção do AVCB

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

16.2.15 Modificações

16.2.15.1 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.

16.2.16 Testes periódicos

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

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

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

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

16.2.16.5 Os resultados dos testes devem ser registrados.

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

16.3 Outros métodos de dimensionamento

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

16.3.2 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.