



## NORMA TÉCNICA DO CORPO DE BOMBEIROS Nº 43/2020

### CONTROLE DE FUMAÇA

#### Parte 1 – Regras gerais.

##### SUMÁRIO

- 1 Objetivo
- 2 Aplicação
- 3 Referências
- 4 Procedimentos
- 5 Subsolo
- 6 Edificações sem ventilação natural

##### ANEXO

A Tabela 2: Determinação dos locais onde deve haver controle de fumaça, por ocupação

#### Parte 2 – Conceitos, definições e componentes do sistema.

##### SUMÁRIO

- 7 Definições e conceitos
- 8 Componentes de um sistema de controle de fumaça

#### Parte 3 – Controle de fumaça natural em edificações comerciais, industriais e depósitos.

##### SUMÁRIO

- 9 Procedimentos específicos

##### 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 Exemplo de aplicação

#### Parte 4 – Controle de fumaça natural nas demais ocupações.

##### SUMÁRIO

- 10 Procedimentos específicos

##### 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

#### Parte 5 – Controle de fumaça mecânico.

##### SUMÁRIO

- 11 Procedimentos específicos

##### ANEXO

- J Exemplos de aplicação

#### Parte 6 – Controle de fumaça em rotas de fuga horizontais protegidas e subsolos.

##### SUMÁRIO

- 12 Rotas de fuga horizontais
- 13 Subsolos

#### Parte 7 – Átrios.

##### SUMÁRIO

- 14 Procedimentos específicos
- 15 Átrios padronizados - generalidades
- 16 Espaços adjacentes aos átrios
- 17 Átrios não padronizados

##### ANEXO

K Modelo de utilização do dimensionamento para extração de fumaça em átrio não padronizado

#### Parte 8 – Aspectos de segurança.

##### SUMÁRIO

- 18 Aspectos de segurança do projeto de sistema de controle de fumaça

**PARTE 1 – REGRAS GERAIS**

**1 OBJETIVO**

Estabelecer parâmetros técnicos para implementação de sistema de controle de fumaça, atendendo ao previsto na legislação de segurança contra incêndio e pânico do Estado de Mato Grosso.

**2 APLICAÇÃO**

**2.1** Esta Norma Técnica (IT) aplica-se ao controle de fumaça dos “átrios, malls, subsolos, espaços amplos e rotas horizontais”, visando:

- a. manutenção de um ambiente seguro nas edificações, durante o tempo necessário para abandono do local sinistrado, evitando os perigos da intoxicação e falta de visibilidade pela fumaça;
- b. controle e redução da propagação de gases quentes e fumaça entre a área incendiada e áreas adjacentes, baixando a temperatura interna e limitando a propagação do incêndio;
- c. 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 NTCB 13 – Saídas de Emergência e NTCB 14 – Pressurização de Escada de Segurança, devendo ser observados que diferentes sistemas de controle de fumaça (em rotas de fuga horizontais e verticais) devem ser compatíveis entre si.

**3 REFERÊNCIAS**

CORPO DE BOMBEIROS DA POLÍCIA MILITAR. **IT 15:** Controle de fumaça. São Paulo, 2018.

NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION. **NFPA 92B:** Standard for Smoke Management Systems in Mall, Atria an Large Spaces. EUA, 2009.

**4 PROCEDIMENTOS**

**4.1 Condições gerais**

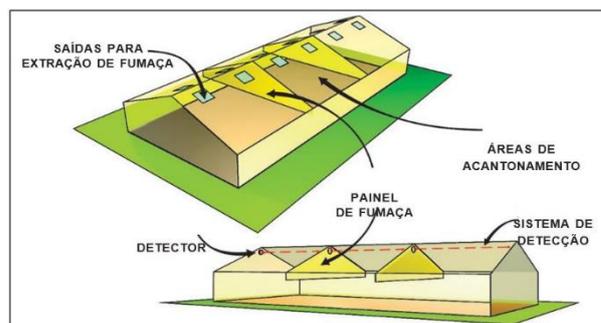
**4.1.1** As edificações devem ser dotadas de meios de controle de fumaça que promovam a extração (mecânica ou natural) dos gases e da fumaça do local de origem do incêndio, controlando a entrada de ar (ventilação) e prevenindo a

migração de fumaça e gases quentes para as áreas adjacentes não sinistradas.

**4.1.2** 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 (Figura 1);
- b. extração adequada da fumaça, não permitindo a criação de zonas mortas onde a fumaça possa vir a ficar acumulada, após o sistema entrar em funcionamento (Figura 2);
- 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 áreas adjacentes à zona sinistrada, conduzindo a fumaça para as saídas externas ao edifício.

**Figura 1:** Acantonamento.



**Figura 2:** Zonas mortas.



LEGENDA: 1 - ENTRADA DE AR NÃO OPERANDO  
2 - EXTRAÇÃO DE FUMAÇA NÃO OPERANDO

**4.1.3** O controle de fumaça é obtido pela introdução de ar limpo e pela extração de fumaça, pelos seguintes tipos de sistemas, conforme Tabela 1.

**Tabela 1:** Sistemas de introdução e extração de fumaça.

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

**4.1.3.1** A escolha do sistema a ser adotado fica a critério do projetista, desde que atenda as condições descritas nesta Norma Técnica.

**4.1.4** Não podem ser instalados, em um mesmo ambiente, sistemas de extração de fumaça natural e mecânico.

**4.1.5** A lógica de funcionamento do sistema deve ser projetada de forma que a área sinistrada seja colocada em pressão negativa em relação às áreas adjacentes.

**4.1.5.1** A exaustão de fumaça deve ser acionada apenas na área sinistrada.

**4.1.5.2** A introdução de ar deve ser acionada na área sinistrada e nas áreas de acantonamento adjacentes, quando não houver compartimentação.

**4.1.6** 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.

**4.1.6.1** 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.

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

- a. espaços amplos (grandes volumes);
- b. átrios, malls e corredores;
- c. rotas de fuga horizontais;
- d. subsolos.

**4.1.8** A Tabela 2 constante do Anexo A desta NTCB, indica por ocupação as partes da edificação que devem possuir controle de fumaça.

## 4.2 Edificações elevadas (altura superior a 60 metros)

**4.2.1** Nas edificações com altura superior a 60 metros é requerida a instalação de um sistema de controle de fumaça protegendo os acessos às rotas de fuga.

**4.2.2** Estão dispensadas da instalação de sistema de controle de fumaça as edificações elevadas que atenderem, cumulativamente, às seguintes condições:

- a. unidades autônomas com área inferior a 300 m<sup>2</sup>. A parede ou divisória que separa as unidades autônomas deve atender o tempo requerido de resistência ao fogo mínimo de 60 minutos; a porta de acesso à unidade autônoma pode ser comum;
- b. rota de fuga através de corredores onde o caminhamento entre a porta de saída das unidades autônomas e uma escada protegida seja igual ou inferior a 10 m.

**4.2.3** A dispensa citada no item anterior fica limitada a edificações com altura igual ou inferior a 90 metros.

**4.2.4** O sistema deverá ser dimensionado conforme a Parte 5 desta NTCB, adotando-se:

**4.2.4.1** A altura mínima da camada de fumaça a ser considerada para o cálculo da vazão de exaustão deve ser 2,20 m.

**4.2.4.2** A velocidade de ar, por ponto de exaustão, deve ser de no máximo 5 m/s.

**4.2.4.3** Deve haver, no mínimo, 2 pontos de exaustão por pavimento.

**4.2.4.4** A velocidade deve ser medida considerando-se a área de face da grelha de exaustão.

**4.2.5** Devem ser adotados os seguintes parâmetros quando se tratar de unidades autônomas com área superior a 300 m<sup>2</sup>.

**4.2.5.1** A exaustão de fumaça deve ser feita no interior da unidade, com pontos de exaustão distribuídos nos acessos à porta de comunicação com o núcleo do edifício, mantendo-se uma distância mínima de 2 m entre estes pontos e a porta.

**4.2.5.2** Deve ser prevista uma barreira de fumaça com dimensão mínima de 0,50 m na comunicação da unidade com o núcleo do edifício.

**4.2.5.3** A introdução de ar deve ser realizada de forma mecânica, com grelha posicionada dentro do núcleo ou no interior do conjunto (junto ao acesso à rota de fuga), próximo ao piso. Caso a introdução de ar esteja posicionada no núcleo, deve ser prevista interligação com o interior do conjunto, que pode ser realizada por grelhas posicionadas no terço inferior do pavimento, através do forro e grelha posicionada junto à porta direcionando o fluxo de ar para o piso ou através de porta com sistema de abertura automatizado.

**4.2.5.4** Deve ser previsto um sistema independente de exaustão e introdução de ar para cada área de compartimentação existente em função de critério estabelecido na NTCB 10 – Compartimentação Horizontal e Vertical.

**4.2.6** Devem ser adotados os seguintes parâmetros quando se tratar de corredores com distância maior que 10 m entre a saída das unidades autônomas e a escada de segurança.

**4.2.6.1** Os pontos de exaustão de fumaça devem estar uniformemente distribuídos, mantendo-se um distanciamento máximo de 10 m entre 2 pontos consecutivos.

**4.2.6.2** Deve haver um ponto localizado a uma distância máxima de 3 m de cada extremidade do corredor.

**4.2.6.3** A velocidade de ar, por ponto de exaustão, deve ser de no máximo 5 m/s.

**4.2.6.4** Deve haver, no mínimo, 2 pontos de exaustão por pavimento.

**4.2.6.5** A velocidade deve ser medida considerando-se a área de face da grelha de exaustão.

**4.2.6.6** A introdução de ar deve ser realizada de forma mecânica, com grelha posicionada dentro do núcleo, junto ao acesso à escada de segurança, próximo ao piso.

**4.2.7** Quando a edificação for composta por unidades autônomas com área superior a 300 m<sup>2</sup> e corredores com distância maior que 10 m entre a saída das unidades autônomas e a escada de segurança, o sistema deverá ser projetado e instalado conforme o item 4.2.5.

**4.2.8** Quando o sistema de controle de fumaça for exigido em função da altura da edificação ser superior à 90 m, apesar de existir condições citadas nas letras a. e b. do item 4.2.2, o sistema deverá ser projetado e instalado conforme o item 4.2.6.

## 5 SUBSOLO

**5.1** Subsolo é o pavimento situado abaixo do perfil do terreno.

**5.1.1** Não será considerado subsolo o pavimento que possuir ventilação natural para o exterior, com área total superior a 0,006 m<sup>2</sup> para cada metro cúbico de ar do compartimento, e tiver sua laje de cobertura acima de 1,20 m do perfil do terreno.

**5.1.2** A ventilação natural pode ser realizada por meio de qualquer abertura com comunicação direta para o exterior da edificação. Exemplo: portas, janelas, alçapões e poços com ventilação.

**5.1.3** Os subsolos devem ser dotados de exaustão ou sistema de controle de fumaça, conforme prescrito nas Tabelas 11 da NTCB 01 – Procedimentos administrativos. O dimensionamento deve ser desenvolvido conforme a Parte 6 desta NTCB.

## 6 EDIFICAÇÕES SEM VENTILAÇÃO NATURAL

**6.1** Edificações sem ventilação natural são aquelas que não possuem janelas ou aberturas nas paredes periféricas ou coberturas.

**6.1.1** Os pavimentos que não possuem aberturas para ventilação natural nas paredes periféricas devem ser considerados sem janelas.

**6.1.2** As áreas compartimentadas, conforme parâmetros da NTCB 10, que não possuem aberturas para ventilação natural nas paredes periféricas devem ser consideradas sem janelas.

**6.2** Edificações dotadas de janelas ou aberturas similares, com área de ventilação externa mínima igual a 0,006 vezes o volume do pavimento, não serão consideradas sem janelas.

**6.2.1** As aberturas localizadas no teto ou telhado devem ser consideradas como áreas de ventilação.

**6.3** As portas destinadas a saídas de emergência não serão consideradas no cômputo da área de ventilação.

**6.4** Edificações sem ventilação natural devem ser dotadas de exaustão mecânica com capacidade mínima de 10 trocas do volume por hora.

**6.4.1** Os exaustores devem ser acionados automaticamente por um sistema de detecção de incêndio.

**6.4.2** Os exaustores não precisam atender aos parâmetros de resistência ao fogo do item 8.2.8 da Parte 2 desta NTCB.

**6.5** Alternativamente, as edificações sem ventilação natural, podem ser dotadas de sistema de controle de fumaça natural, dimensionado conforme a Parte 3 ou a Parte 4 desta NTCB.

**ANEXO A – NTCB 43**

**Tabela 2:** Determinação dos locais onde deve haver controle de fumaça, por ocupação.

Característica da edificação										
Ocupação	H > 60 m (sem átrio)		Subsolos		Átrio ou quebra de isolamento vertical		Exigência de outras NTCB			
	Locais a proteger	Partes da NTCB a consultar	Locais a proteger	Partes da NTCB a consultar	Locais a proteger	Partes da NTCB a consultar	Locais a proteger		Partes da NTCB a consultar	
Residencial	-	-	Todos os locais com ocupação distinta de estacionamento.	1, 2, 6 e 8	Átrio; corredores.	1, 2, 7 e 8	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	-	Todos os locais com ocupação distinta de estacionamento.	1, 2, 6 e 8	Átrio; corredores Áreas adjacentes a corredores.	1, 2, 7 e 8	Edifícios sem janelas	Com corredores definidos	1, 2, 6 e 8	
								Sem corredores	1, 2, 5 e 8	
Serviços de hospedagem	Demais ocupações	Conforme item 4.2	1, 2, 5 e 8	Todos os locais com ocupação distinta de estacionamento.	1, 2, 6 e 8	Átrio; corredores Áreas adjacentes a corredores.	1, 2, 7 e 8	Edifícios sem janelas	Com corredores definidos	1, 2, 6 e 8
									Sem corredores	1, 2, 5 e 8
Comercial	Conforme item 4.2	1, 2, 5 e 8	Todos os locais com ocupação distinta de estacionamento.	1, 2, 6 e 8	Átrio; corredores Áreas adjacentes a corredores.	1, 2, 7 e 8	Edifícios sem janelas	Com corredores definidos	1, 2, 6 e 8	
								Sem corredores	1, 2, 5 e 8	

**ANEXO A – NTCB 43**  
(continuação)

**Tabela 2:** Determinação dos locais onde deve haver controle de fumaça, por ocupação. (continuação)

Característica da edificação									
Ocupação	H > 60 m (sem átrio)		Subsolos		Átrio ou quebra de isolamento vertical		Exigência de outras NTCB		
	Locais a proteger	Partes da NTCB a consultar	Locais a proteger	Partes da NTCB a consultar	Locais a proteger	Partes da NTCB a consultar	Locais a proteger		Partes da NTCB a consultar
Serviços profissionais	Conforme item 4.2	1, 2, 5 e 8	Todos os locais com ocupação distinta de estacionamento.	1, 2, 6 e 8	Átrio; corredores Áreas adjacentes a corredores.	1, 2, 7 e 8	Edifícios sem janelas	Com corredores definidos	1, 2, 6 e 8
								Sem corredores	1, 2, 5 e 8
Educativo (Grupo E)	Conforme item 4.2	1, 2, 5 e 8	Todos os locais com ocupação distinta de estacionamento.	1, 2, 6 e 8	Átrio; corredores Áreas adjacentes a corredores.	1, 2, 7 e 8	Edifícios sem janelas	Com corredores definidos	1, 2, 6 e 8
								Sem corredores	1, 2, 5 e 8
Local de reunião de público	Conforme item 4.2	1, 2, 5 e 8	Todos os locais com ocupação distinta de estacionamento.	1, 2, 6 e 8	Átrio; corredores Áreas adjacentes a corredores.	1, 2, 7 e 8	Edifícios sem janelas	Com corredores definidos	1, 2, 6 e 8
								Sem corredores	1, 2, 5 e 8

**ANEXO A – NTCB 43**  
(continuação)

**Tabela 2:** Determinação dos locais onde deve haver controle de fumaça, por ocupação. (continuação)

Característica da edificação									
Ocupação	H > 60 m (sem átrio)		Subsolos		Átrio ou quebra de isolamento vertical		Exigência de outras NTCB		
	Locais a proteger	Partes da NTCB a consultar	Locais a proteger	Partes da NTCB a consultar	Locais a proteger	Partes da NTCB a consultar	Locais a proteger		Partes da NTCB a consultar
Serviços automotivos e assemelhados	Conforme item 4.2	1, 2, 5 e 8	Todos os locais com ocupação distinta de estacionamento.	1, 2, 6 e 8	Átrio; corredores Áreas adjacentes a corredores.	1, 2, 7 e 8	Edifícios sem janelas	Com corredores definidos	1, 2, 6 e 8
								Sem corredores	1, 2, 5 e 8
Serviço de saúde	Conforme item 4.2	1, 2, 5 e 8	Todos os locais com ocupação distinta de estacionamento.	1, 2, 6 e 8	Átrio; corredores Áreas adjacentes a corredores.	1, 2, 7 e 8	Edifícios sem janelas	Com corredores definidos	1, 2, 6 e 8
								Sem corredores	1, 2, 5 e 8

**ANEXO A – NTCB 43**  
(continuação)

**Tabela 2:** Determinação dos locais onde deve haver controle de fumaça, por ocupação. (continuação)

Característica da edificação									
Ocupação	H > 12 m 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 NTCB		
	Locais a proteger	Partes da NTCB a consultar	Locais a proteger	Partes da NTCB a consultar	Locais a proteger	Partes da NTCB a consultar	Locais a proteger	Partes da NTCB a consultar	
Industrial	Conforme item 4.2	1, 2, 5 e 8	Todos os locais com ocupação distinta de estacionamento.	1, 2, 6 e 8	Átrio; corredores	1, 2, 7 e 8	Edifícios sem janelas	Com corredores definidos	1, 2, 6 e 8
					Átrio; corredores Áreas adjacentes a corredores.	1, 2 (3 ou 6) e 8		Sem corredores	1, 2 (3 ou 5) e 8
Depósito	Conforme item 4.2	1, 2, 5 e 8	Todos os locais com ocupação distinta de estacionamento.	1, 2, 6 e 8	Átrio; corredores	1, 2, 7 e 8	Edifícios sem janelas	Com corredores definidos	1, 2, 6 e 8
					Átrio; corredores Áreas adjacentes a corredores.	1, 2 (3 ou 6) e 8		Sem corredores	1, 2 (3 ou 5) e 8

**Nota genérica:**

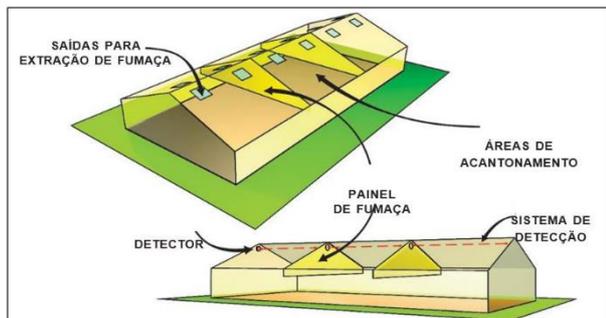
1) Todos os subsolos destinados a estacionamento devem atender ao item 13.3 da Parte “6” desta NTCB.

**PARTE 2 – CONCEITOS, DEFINIÇÕES E COMPONENTES DO SISTEMA**

**7 DEFINIÇÕES E CONCEITOS**

**7.1 Acantonamento:** volume livre compreendido entre o chão e o teto, telhado ou forro, delimitado por painéis de fumaça (Figura 4).

**Figura 4:** Acantonamento.

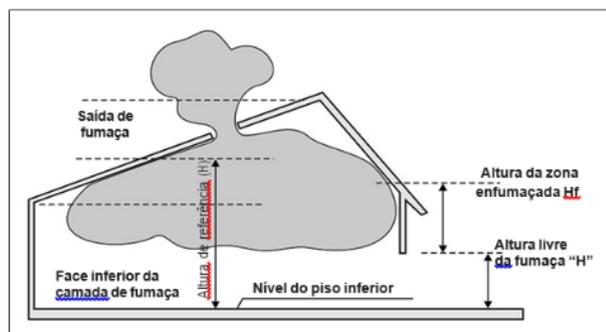


**7.2 Altura da zona enfumaçada ( $H_f$ ):** altura média entre a face inferior da camada de fumaça e o ponto mais elevado do teto ou telhado (Figura 5).

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

**7.4 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.



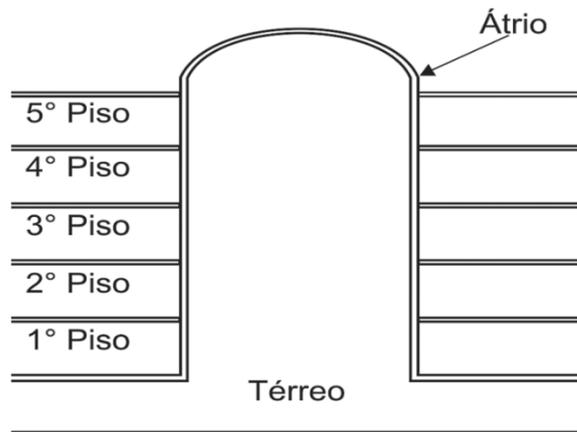
**7.5 Área livre de um vão de fachada, de grelha ou de um exaustor natural de fumaça:** área geométrica interior da abertura efetivamente desobstruída para passagem de ar, tendo em conta a eventual existência de palhetas.

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

aquecimento excessivo.

**7.7 Átrio:** espaço amplo criado por um andar aberto ou conjuntos de andares abertos, conectando 2 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.



**7.8 Barreiras de fumaça:** elemento vertical de separação montado no teto, com altura mínima e características de resistência ao fogo, que previna a propagação horizontal de fumaça de um espaço para outro (Figura 8).

**7.9 Camada de fumaça smoke layer:** espessura acumulada de fumaça por uma barreira ou painel.

**7.10 Dimensões do incêndio:** as dimensões de base do maior incêndio com o qual um sistema de controle de fumaça deve lidar, podendo ser no formato de um quadrado ou de um círculo.

**7.11 Entrada de ar limpo:** ar fresco, em temperatura ambiente, livre de fumaça, que entra no acantonamento durante as operações de extração de fumaça.

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

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

**7.14 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.

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

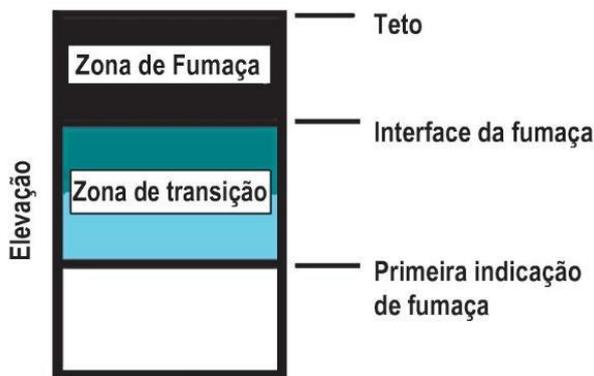
**7.16 Extração de fumaça:** retirada (natural ou mecânica) da fumaça de ambientes protegidos pelo sistema de controle de fumaça.

**7.17 Fluxo de calor:** a energia total de calor transportada pelos gases quentes na área incendiada.

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

**7.19 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.



**7.20 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.

**7.21 Núcleo do pavimento:** área de acesso do pavimento onde se concentram os elevadores e, normalmente, as escadas de segurança.

**7.22 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).

**7.23 Pleno:** ambiente criado pela interposição de elementos de acabamento como, por exemplo, forros, divisórias e elementos estruturais como, por exemplo, lajes e paredes.

**7.24 Pressurização:** diferença de pressão criada em um ambiente, com a finalidade de impedir a entrada de fumaça.

**7.25 Produção de calor:** calor total gerado pela fonte de fogo.

**7.26 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.

**7.27 Sistema de corta-controle de fumaça:** conjunto de equipamentos através dos quais a fumaça e os gases quentes são limitados, restringidos e extraídos.

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

**7.29 Supervisão:** 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.

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

**7.31 Zona livre de fumaça:** 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.

## 8 COMPONENTES DE UM SISTEMA DE CONTROLE DE FUMAÇA

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

### 8.1.1 Sistema de extração natural

a. Entrada de ar, que pode ser por:

- 1) Aberturas de entrada localizadas nas fachadas e acantonamentos adjacentes;
- 2) Pelas portas dos locais a extrair fumaça, localizadas nas fachadas e acantonamentos

- adjacentes;  
 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. claraboia ou alçapão de extração;
- e. poços ingleses;
- f. dutos e peças especiais;
- g. registros corta-fogo e fumaça;
- h. mecanismos elétricos, pneumáticos e mecânicos de acionamento dos dispositivos de extração de fumaça.

### 8.1.2 Sistema de extração mecânica

**a.** Entrada de ar, que pode ser por:

- 1) Abertura ou vão de entrada;
- 2) Pelas portas;
- 3) Pelos vãos das escadas abertas;
- 4) Abertura de ar por insuflação mecânica por meio de grelhas;
- 5) Escadas pressurizadas.

**b.** Extração de fumaça, 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.

**c.** podem ser utilizados plenos para entrada de ar, mas nunca para extração de fumaça.

### 8.1.3 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.

## 8.2 Características dos componentes dos sistemas de controle de fumaça

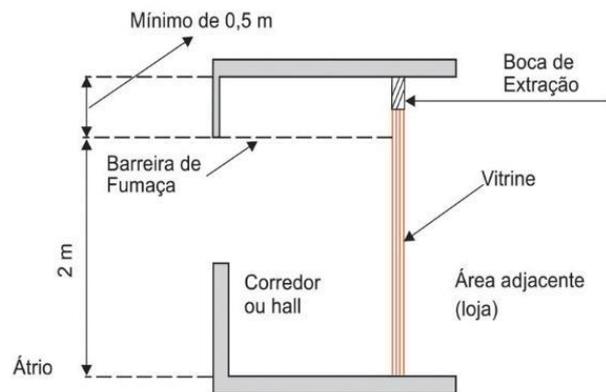
### 8.2.1 Barreira de fumaça

#### 8.2.1.1 As barreiras de fumaça são constituídas por:

- a. elementos de construção do edifício ou qualquer outro componente rígido e estável;
- b. materiais incombustíveis parachamas que apresentem tempo de resistência ao previsto para as coberturas conforme NTCB 11 – Resistência ao Fogo dos Elementos de Construção, porém, com o tempo mínimo de 15 min;
- c. podem ser utilizados vidros de segurança, do tipo laminado, conforme NBR 7199;
- d. outros dispositivos, decorrentes de inovações tecnológicas, desde que submetidos à aprovação prévia do Corpo de Bombeiros Militar.

**8.2.1.2** As barreiras de fumaça devem ter altura mínima de 50 cm e conter a camada de fumaça (Figura 8).

**Figura 8:** Detalhe da barreira de fumaça - corte.



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

**8.2.1.4** 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.

### 8.2.2 Grelhas e venezianas

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

- a. nos casos em que sirvam a dutos exclusivos a um piso;
- b. nas instalações de ventilação e de tratamento de ar normais da edificação que participem do controle de fumaça;
- c. onde haja dispositivos de fechamento (dampers, etc.) para o sistema de dutos do

acantonamento, 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 da edificação;
- 2) Outras formas de atender ao item 8.2.2.1, podem ser aplicadas pelo projetista desde que justificadas em projeto.

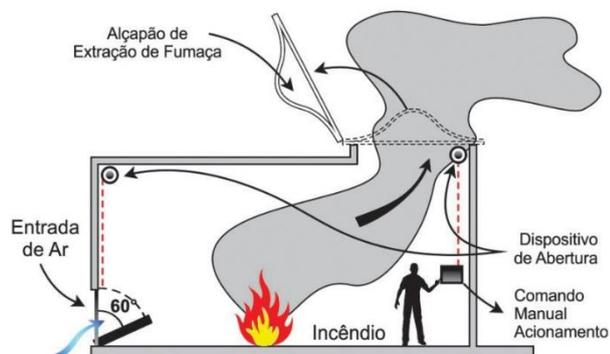
**Figura 9:** Grelha de fumaça.



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

**8.2.2.3** O dispositivo de obturação das grelhas e venezianas, quando instaladas em abertura ou vão de fachada, deve permitir abertura em um ângulo igual ou superior a 60° (Figura 10).

**Figura 10:** Ângulo de abertura dos obturadores.



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

**8.2.3 Circuitos de instalação elétrica**

**8.2.3.1** 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.

**8.2.3.2** 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.

**8.2.3.3** 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.

**8.2.4 Comando dos sistemas**

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

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

**8.2.4.2** 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.

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

**8.2.4.4** 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 extração de fumaça das demais áreas adjacentes, permanecendo, entretanto, a possibilidade do acionamento por comando manual nestas áreas.

**8.2.4.4.1** A regra acima citada pode ser desconsiderada desde que seja justificada pelo projetista que a abertura do controle de fumaça dos acantonamentos adjacentes se torne imprescindível ao funcionamento do sistema.

**8.2.4.5** 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.

**8.2.4.6** 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.

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

**8.2.4.6.2** No caso acima descrito, deve ser previsto o acionamento alternativo do sistema de controle de fumaça por botoeiras manuais.

**8.2.4.7** 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.

**8.2.4.8** O comando de partida dos ventiladores não deve ser efetuado por intermédio de contatos de fim de curso nas venezianas e registros.

## 8.2.5 Dutos

**8.2.5.1** 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 interna à fumaça e gases quentes de 60 min;
- 2) Apresentar uma estanqueidade satisfatória do ar;
- 3) Ter a seção mínima igual às áreas livres das aberturas que o servem em cada piso;
- 4) Ter a relação entre as dimensões transversais de um duto não superior a dois;
- 5) 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°.

**b.** Para sistema de controle de fumaça mecânico:

- 1) Ser construídos em materiais incombustíveis e ter resistência interna à fumaça e gases quentes de 60 min;
- 2) Ter resistência externa a fogo por 60 min, quando fizer parte de um sistema utilizado para extrair fumaça de diversos ambientes ou quando utilizado para introdução de ar;
- 3) Apresentar estanqueidade satisfatória do ar;
- 4) Ser dimensionado para uma velocidade máxima de 10 m/s quando for construído em alvenaria ou gesso acartonado;
- 5) Ser dimensionado para uma velocidade máxima de 15 m/s quando for construído em chapa metálica.

**8.2.5.2** Para o cálculo da resistência interna do duto, a fumaça deve ser considerada à temperatura de 70°C quando a edificação for dotada de sistema de chuveiros automáticos e 300°C nos demais casos e o ar exterior à temperatura de 21°C, com velocidade nula.

**8.2.5.3** Quando os dutos atravessarem paredes de compartimentação ou lajes entre pavimentos compartimentados deverá ser instalado registro corta fogo na passagem, com o mesmo tempo de resistência ao fogo, conforme parâmetros previstos na NTCB 10 - Compartimentação horizontal e compartimentação vertical.

**8.2.5.4** Os dutos utilizados para o transporte de fumaça a 70°C deverão ser construídos em chapa de aço galvanizada obedecendo às recomendações da NBR 16401. Os dutos utilizados para o transporte de fumaça a 300°C devem ser construídos em chapa de aço carbono com bitola mínima 16 MSG, de construção soldada nas juntas longitudinais e flangeadas nas juntas transversais, com vedação resistente à fumaça e gases quentes por, no mínimo, 60 min.

## 8.2.6 Fontes de alimentação elétrica

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

- a.** Conjunto de baterias (nobreak), quando aplicável;
- b.** Grupo motogeradores (GMG).

**8.2.6.2** Caso o sistema de controle de fumaça seja alimentado por grupo motogerador, este deve ter a sua partida automática com comutação máxima de 15 segundos, em caso de falha de alimentação de energia da rede pública.

**8.2.6.3** Caso o sistema de controle de fumaça

seja alimentado por baterias de acumuladores, estas devem:

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

- 1) Na presença de energia da fonte normal, assegurar a carga máxima dos acumuladores;
- 2) Após descarga por falha de alimentação da energia da rede, promover a sua recarga automática no prazo máximo de 30 h.
- 3) O tempo mínimo de autonomia deve ser de 60 min.

### **8.2.7 Registros corta-fogo e fumaça**

**8.2.7.1** 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.

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

**8.2.7.3** Deve ter a mesma resistência ao fogo do ambiente onde se encontra instalado, possuindo resistência mínima de 1 h.

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

### **8.2.8 Ventiladores de extração de fumaça e introdução de ar**

**8.2.8.1** Os exaustores de fumaça devem resistir, sem alterações sensíveis do seu regime de funcionamento, à passagem de fumaça, considerando a temperatura adotada conforme o item 8.2.5.2, durante o tempo mínimo de 60 min.

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

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

**8.2.8.4** Para áreas superiores a 1.600 m<sup>2</sup>, devem ser previstos ventiladores em duplicata tanto para extração de fumaça quanto para introdução de ar, com reversão automática em caso de falha no equipamento operante.

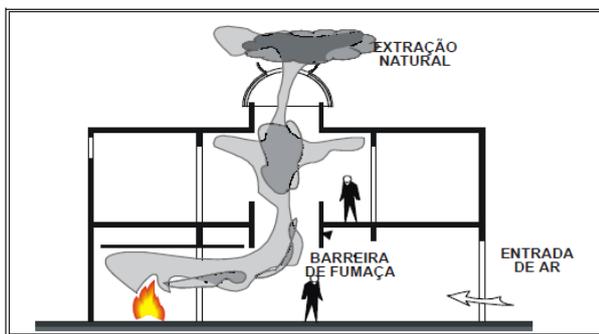
## PARTE 3 – CONTROLE DE FUMAÇA NATURAL EM EDIFICAÇÕES COMERCIAIS, INDUSTRIAIS E DEPÓSITOS

### 9 PROCEDIMENTOS ESPECÍFICOS

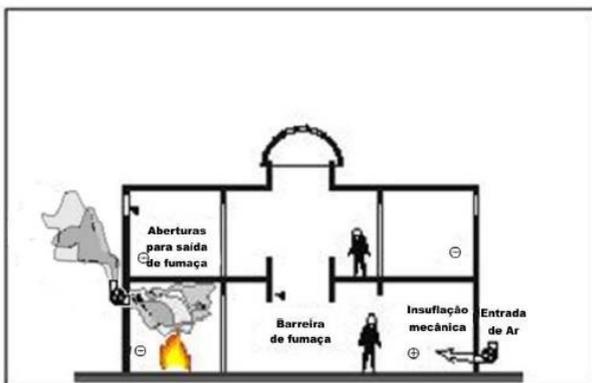
Aplica-se às edificações comerciais (Grupo C), industriais (Grupo I) e depósitos (Grupo J).

**9.1** 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 (Figuras 11 e 12).

**Figura 11:** Controle de Fumaça por extração natural e entrada de ar natural.



**Figura 12:** Controle de Fumaça por extração mecânica e entrada de ar mecânica.



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

**9.2.1** Aberturas na fachada.

**9.2.2** Exaustores naturais.

**9.2.3** Aberturas de extração (ligadas ou não aos dutos).

**9.3** Os exaustores naturais e as outras aberturas exteriores de extração de fumaça devem ser instalados de forma que a 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.

**9.4** 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.

**9.4.1** 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.

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

**9.5.1** Aberturas na fachada.

**9.5.2** Portas dos locais onde a fumaça é extraída e que deem para o exterior.

**9.5.3** Escadas abertas ou ao ar livre.

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

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

**9.7** Para edifícios 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 à área incendiada.

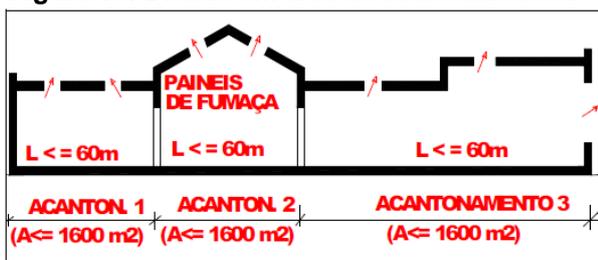
**9.8** Parâmetros de projeto

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

**9.8.1.1** 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<sup>2</sup> (Figura 13).

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

Figura 13: Divisão em área de acantonamento.



9.8.1.3 As áreas de acantonamento devem ser delimitadas:

9.8.1.3.1 por barreiras de fumaça.

9.8.1.3.2 pela configuração do telhado.

9.8.1.3.3 pela compartimentação da área, desde que a área compartimentada atenda aos parâmetros descritos nos itens 9.8.1.1 e 9.8.1.2.

9.8.1.4 As barreiras de fumaça devem ter altura:

- igual a 25% da altura média sob o teto (H), quando esta for igual ou inferior a 6 m;
- no mínimo igual a 2 m para edificações que possuam altura de referência superior a 6 m;
- para fins de dimensionamento, a barreira de fumaça deve conter a camada de fumaça.

9.8.1.5 As superfícies das aberturas destinadas a extração da fumaça devem se situar no ponto mais alto possível, dentro da zona enfumaçada ( $H_f$ ). Ver Figura 14.

Figura 14: Altura de referência livre de fumaça e da zona enfumaçada.



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

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

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

9.8.1.9 Na impossibilidade de se prever aberturas

para introdução de ar nas fachadas da edificação, podem ser consideradas as aberturas de extração de fumaça dos acantonamentos vizinhos.

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

Figura 15.a: Distância entre saídas (Planta de Corte).



Figura 15.b: Distância entre saídas (Planta Baixa).



Observação:

- $d$  = distância horizontal da abertura superior "EX" de extração até a barreira de fumaça ou parede limite do acantonamento;
- $d1$  = distância horizontal da abertura de extração, localizada na fachada "EX" até a barreira de fumaça ou parede limite do acantonamento;
- $d$  e  $d1 \leq 7H$ ;
- $H$  é a Altura de Referência conforme definido em 7.4 (Parte 2).

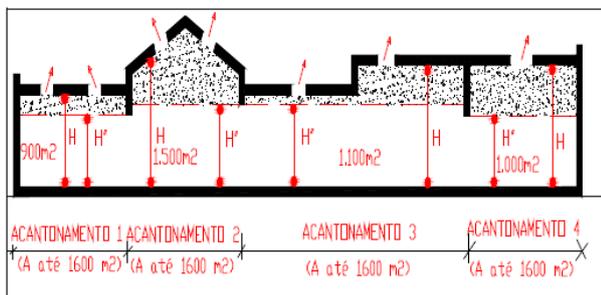
9.8.1.11 A distância citada no item anterior não deve exceder a 30 m.

9.8.1.12 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.

9.8.1.13 No acantonamento que possuir telhado

com descontinuidade de altura, deve ser calculada a média das diversas alturas sob o teto ou telhado (H). Ver Figura 16.

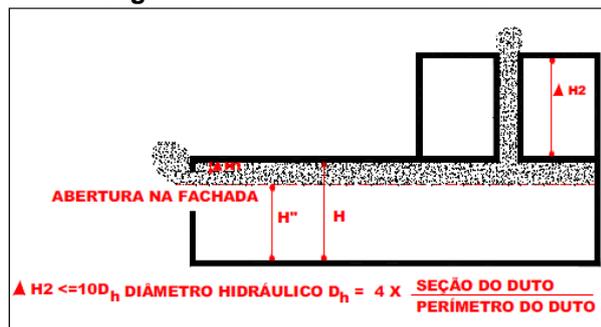
**Figura 16:** Altura de referência diversificada por acantonamento.



**9.8.1.14** Quando, no mesmo local, existirem exaustores naturais no teto e aberturas de extração na fachada, estas últimas podem contribuir apenas com um terço da área total requerida para aberturas de extração.

**9.8.1.15** No caso de aberturas de extração ligadas a dutos verticais, o comprimento dos dutos deve ser inferior a 40 vezes a razão entre a sua seção e o seu perímetro (Figura 17).

**Figura 17:** Diâmetro Hidráulico.



**9.8.1.16** A superfície útil de um exaustor natural a ser considerada deve ser minorada ou majorada, multiplicando-se um coeficiente de eficácia, baseada na posição (acima ou abaixo) deste exaustor em relação à altura de referência (H).

**9.8.1.17** Nesse caso, a altura dos dutos está limitada a 10 diâmetros hidráulicos ( $D_h = 4 \times$  seção do duto/perímetro do duto), salvo justificação dimensionada por cálculo.

**9.8.1.18** Esse coeficiente de eficácia (E) encontra-se no Anexo B, considerando-se a altura da zona enfumaçada ( $H_f$ ) e da altura de referência (H).

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

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

**9.8.1.21** O valor de “ $\Delta H$ ” representa a diferença de nível entre a altura de referência e a média das alturas dos pontos alto e baixo da abertura contida na zona enfumaçada.

## 9.9 Parâmetros de dimensionamento

**9.9.1** Para obter a área de extração de fumaça a ser prevista, deve-se, preliminarmente:

- para as edificações comerciais industriais e depósitos, classificar o risco por meio da Tabela 4 (Anexo C);
- com a classificação de risco, obter o grupo no qual a edificação se enquadra por meio da Tabela 5 (Anexo D);

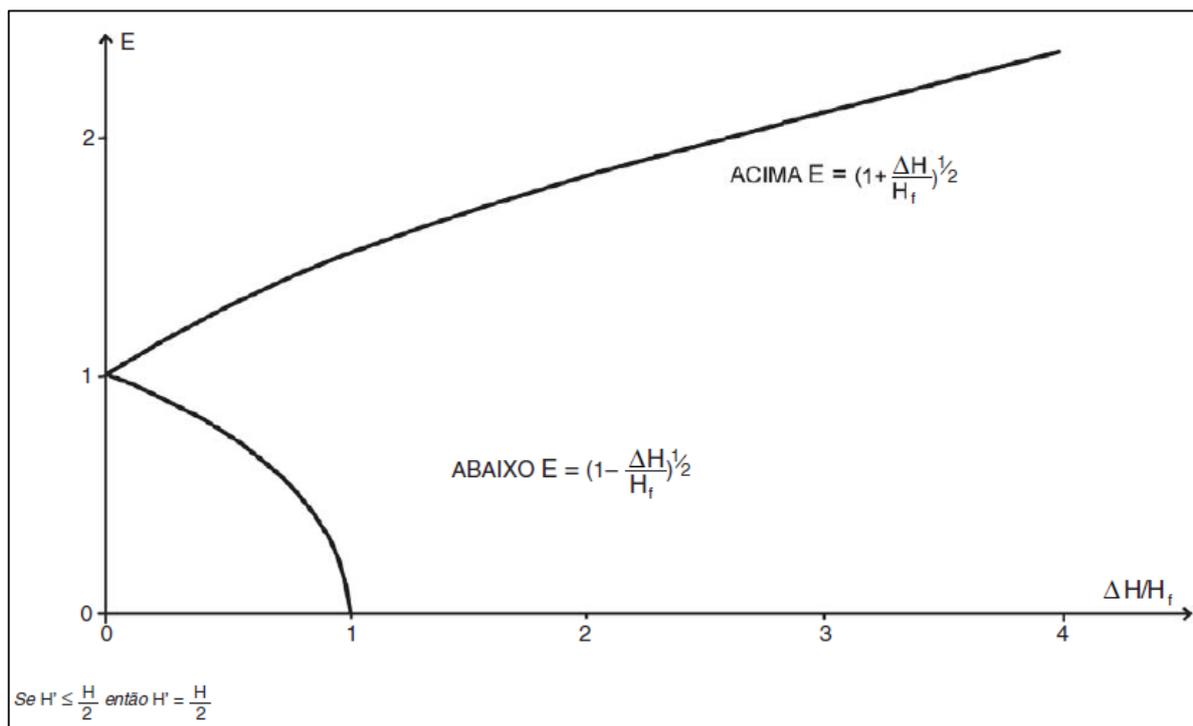
### Observação:

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

- obtido o grupo no qual a edificação se enquadra e se baseando na altura de referência e na altura que se pretende ter livre de fumaça (dados de projeto), se obtém a taxa (porcentagem) de extração de fumaça com o emprego do contido na Tabela 6 (Anexo E).

## ANEXO B – NTCB 43

## Eficiência dos exaustores

**Notas:**

1. Gráfico que indica a eficiência dos exaustores naturais;
2. Na determinação da superfície útil de qualquer exaustor, a superfície deve 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 deve ser realizado conforme regra que consta "Règles relatives a la conception et a l'installation d'exutores de fumée et de chaleur – edition mai 07.2006.0 (julho de 2006) - França; ou outra norma de renomada aceitação;
4. A área da superfície livre de passagem de ar dos equipamentos que não possuem ensaios de resistência ao fogo deve ter sua eficiência reduzida em 50%.

## ANEXO C – NTCB 43

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 a depósito de matéria prima, expedição ou depósito de produto acabado (estocagem) (RE)
<b>PRODUTOS TÊXTEIS, TECIDOS E FIOS</b>			
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 <sup>(1)</sup>
Tecidos, algodão, cânhamo, juta, linho, ráfia, lã, etc.	RC3	RF3	RE2 ou RE3 <sup>(1)</sup>
Tecidos, seda (artificial/natural), meias e roupas íntimas femininas	RC3	RF3	RE2 ou RE3 <sup>(1)</sup>
Têxteis, artigos (roupas, vestimentas, etc.)	RC3	RF3	RE2 ou RE3 <sup>(1)</sup>
Tecidos de lã natural	RC3	RF4	RE2 ou RE3 <sup>(1)</sup>
Fibras sintéticas	RC3	RF3	RE2
Tecidos sintéticos, nylon, rayon-viscose e acetato	RC3	RF3	RE2 ou RE3 <sup>(1)</sup>
Artigos esportivos	RC3	-	RE2
Ataduras	RC3	RF3	RE2 ou RE3 <sup>(1)</sup>
Alfaiatarias/costureiras	RC3	-	RE2
Malharia	RC3	RF2	RE2
<b>BEBIDAS</b>			
Bebidas alcoólicas	RC3	RF2	RE2
Bebidas sem álcool (ex.: refrigerantes)	RC3	RF1	RE2
Cervejaria	RC2	RF1	RE1
Malte	RC3	RF1	RE1
<b>AUTO/AVIÕES/BARCOS</b>			
Acessórios de autos	RC3	RF2	RE2 ou RE3 <sup>(1)</sup>
Autos	RC3	RF2	RE2 ou RE3 <sup>(1)</sup>
Aviões	RC3	RF3	RE2 ou RE3 <sup>(1)</sup>
Barcos	RC3	RF3	RE2 ou RE3 <sup>(1)</sup>
<b>MÓVEIS E MADEIRAS</b>			
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
Antiguidade/objetos usados/leiloeiros/casa de penhores	RC3	-	RE3
Madeira, aparas	RC3	RF3	RE2
Madeira, artigos de, carpintaria	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	RE2
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 madeira	RC3	RF3	RE2
Painéis compensados de madeira	RC3	RF3	RE2
Painéis de madeira aglomerada	RC3	RF3	RE2
Palhas de madeira	RC2	RF3	RE2
Tacos de madeira	RC3	RF3	RE2

Tabela 4: Lista de classificação de riscos comerciais, industriais e depósitos. (continuação)

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 a depósito de matéria prima, expedição ou depósito de produto acabado (estocagem) (RE)
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
<b>BORRACHA</b>			
Borracha	RC3	RF4	RE3
Espuma de borracha	RC3	RF4	RE4
<b>CALÇADOS</b>			
Calçados (sem solado de madeira ou plástico)	RC3	RF3	RE3
Calçados (com solado de madeira ou plástico)	RC3	RF3	RE4
<b>PLÁSTICOS/ESPUMA</b>			
Artigos plásticos	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
<b>PAPEL/CARTONAGEM</b>			
Papel/papelão/artigos de escritório	RC3	RF3	RE2 ou RE3 <sup>(1) (5)</sup>
Papel, aparas prensadas	RC3	RF3	RE2
Papelão betuminado	RC3	RF4	RE2 ou RE3 <sup>(1) (5)</sup>
Papelão ondulado	RC3	RF3	RE2 ou RE3 <sup>(1) (5)</sup>
Artigos de papel	RC3	RF3	RE2
Cartonagem	RC3	RF3	RE2 ou RE3 <sup>(1) (5)</sup>
Jornais/revistas	RC3	-	RE2
Armarinhos	RC3	-	RE2
Cartonagem betuminada	RC3	RF4	RE2 ou RE3 <sup>(1) (5)</sup>
<b>TAPETES/CORDOARIA/CESTARIA</b>			
Tapetes	RC3	RF3	RE2 ou RE3 <sup>(1)</sup>
Tapeçaria, artigos de	RC3	RF3	RE2 ou RE3 <sup>(1)</sup>
Cabos ou cordas	RC3	RF3	RE2
Cordoaria	RC3	RF3	RE2
Barbante	RC3	RF3	RE2
Cestaria	RC3	RF3	RE2
<b>EMBALAGENS</b>			
Embalagem	Embalagem	Embalagem	Embalagem
<b>LOJAS COMERCIAIS</b>			
Lojas comerciais/supermercados	RC3 <sup>(4)</sup>	-	RE3
Perfumaria/loja de artigos	RC3	-	RE3
Bijuterias/joalherias	RC2	-	RE1
<b>COURO/MATADOURO/URDUME</b>			
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
<b>TABACO</b>			
Tabaco	RC3	RF2	RE2
Tabaco, artigos de (fumos, charutos e cigarros)	RC3	RF2	RE2

## ANEXO C – NTCB 43

Tabela 4: Lista de classificação de riscos comerciais, industriais e depósitos. (continuação)

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 a depósito de matéria prima, expedição ou depósito de produto acabado (estocagem) (RE)
<b>METAL</b>			
Artigos de metal e aço	RC1 ou RC2 ou RC3 <sup>(3)</sup>	RF1	RE1 <sup>(2)</sup>
Aparelhos de metal e aço	RC1	RF1	RE1 <sup>(2)</sup>
Prateleiras de metal/madeira	RC2	RF2	RE1 <sup>(2)</sup>
Alumínio, produção	RC1	RF2	RE1 <sup>(2)</sup>
Artigos de metálicos, fund.p/injeção	RC1 ou RC2 ou RC3 <sup>(3)</sup>	RF1	RE1 <sup>(2)</sup>
Artigos de metálicos, fundição	RC1 ou RC2 ou RC3 <sup>(3)</sup>	RF1	RE1 <sup>(2)</sup>
Chapas metálicas, artigos	RC1	RF1	RE1 <sup>(2)</sup>
Chapas metálicas, embalagem	RC1	RF1	RE1 <sup>(2)</sup>
Câmara frigorífica	RC3	-	RE1
Ferragens	RC3	RF1	RE1 <sup>(2)</sup>
Ferramentas	RC3	RF1	RE1 <sup>(2)</sup>
Armas	RC3	-	RE1
Serralheria	RC1	RF1	RE1 <sup>(2)</sup>
<b>CORTIÇA</b>			
Cortiça	RC3	RF2	RE2
Cortiça, artigo de (ex.: painéis)	RC3	RF2	RE2
Cortinas em rolo	RC3	RF2	RE2
<b>ELETRICIDADE</b>			
Aparelhos de rádio e som, televisão, domésticos, eletrônicos, diversões eletrônicas	RC3	RF3	RE2 ou RE3 <sup>(1)</sup>
<b>MECÂNICO</b>			
Máquinas em geral (mecânica)	RC1	-	RE1
Montagem, fundição, usinagem, ajuste e colocação de metais	RC1 ou RC2 ou RC3 <sup>(5)</sup>	RF2	RE1 <sup>(1)</sup>
<b>ESCOVAS, VASSOURAS E PINCÉIS</b>			
Escovas, vassouras, espanadores e pincéis	RC3	RF3	RE2
<b>FELTRO</b>			
Feltro	RC3	RF3	RE2 OU RE3 <sup>(1)</sup>
<b>ALIMENTOS</b>			
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
Ervanárias	RC1	RF1	RE2
Mercearias/Quitandas	RC1	-	RE2
Açougue	RC2	-	RE1
Fermento, levedura	RC3	RF1	RE2
<b>CERÂMICA/LOUÇAS/VIDROS</b>			
Louças (em geral)	RC2	RF1	RE1 <sup>(2)</sup>
Cerâmica	RC2	RF1	RE1 <sup>(2)</sup>
Vidros	RC2	RF1	RE1 <sup>(2)</sup>
Cimentos	RC1	RF1	RE2
<b>GRÁFICAS/TIPOGRAFIAS</b>			
Tipografia	RC3	RF3	RE4

## ANEXO C – NTCB 43

Tabela 4: Lista de classificação de riscos comerciais, industriais e depósitos. (continuação)

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 a depósito de matéria prima, expedição ou depósito de produto acabado (estocagem) (RE)
<b>PRDOUTOS QUÍMICOS/TINTAS</b>			
Produtos farmacêuticos/drogaria	RC3	RF2	RE3
Tintas a base de óleo	RC3	RF4	RE2
Tintas a base de água	RC3	RF2	RE1
Fósforo	RC3	RF4	RE3
Fumo negro	RC3	RF4	RE3
Resina natural	RC3	RF4	RE3
Sabão/detergente	RC3	RF3	RE2
Alcatrão	RC3	RF4	RE3
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<sup>2</sup>, sendo que para as lojas maiores que 300 m<sup>2</sup> e riscos especiais deverão ser classificados pelo risco predominante;
- (5) Para armazenamento de papel e rolos de papel, considerar RE2 quando armazenado horizontalmente e RE3 quando armazenado verticalmente.

Obs.: RC = risco para áreas comerciais

RF = risco para áreas industriais

RE = risco para área de estocagem e depósitos

## ANEXO D – NTCB 43

Tabela 5: Determinação de risco para ocupações.

Determinação de riscos para ocupações comerciais, industriais e depósitos.		
Categorias e risco	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

(\*) A porcentagem de abertura para alturas superiores a estas deve ser obtida através de processo de progressão.

Obs.: RC = risco para áreas comerciais

RF = risco para áreas industriais

RE = risco para área de estocagem e depósitos

**ANEXO E – NTCB 43**

**Tabela 6:** Taxa de porcentagem para determinação das áreas de aberturas.

Tabela de taxa de porcentagem para determinação das áreas de aberturas de ocupações comerciais, industriais e depósitos.								
Altura de referência (em m)	Altura da zona livre de fumaça H (em m)	% abertura						
		GR1	GR2	GR3	GR4	GR5	GR6	GR7
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	0,38	0,54	0,66	0,81	0,91
	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
	3,5	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
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

## ANEXO E – NTCB 43

Tabela 6: Taxa de porcentagem para determinação das áreas de aberturas (continuação).

Tabela de taxa de porcentagem para determinação das áreas de aberturas de ocupações comerciais, industriais e depósitos.								
Altura de referência (em m)	Altura da zona livre de fumaça H (em m)	% abertura						
		GR1	GR2	GR3	GR4	GR5	GR6	GR7
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	0,48	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
	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	0,62	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	0,62	0,92	1,3	1,59	1,95	2,2
	6,25	0,51	0,72	1,01	1,43	1,76	2,15	2,43
	6,5	0,56	0,79	1,12	1,58	1,94	2,37	2,68
	6,75	0,62	0,87	1,24	1,75	2,14	2,62	2,97
	7	0,75	0,97	1,37	1,94	2,37	2,91	3,29
	7,25	0,85	1,08	1,52	2,15	2,64	2,23	2,65
	7,5	0,95	1,2	1,7	2,4	2,94	3,61	4,08
10	5	0,29	0,41	0,59	0,83	1,01	1,24	1,4
	5,25	0,32	0,46	0,65	0,91	1,12	1,37	1,55
	5,5	0,36	0,5	0,71	1,01	1,23	1,51	1,71
	5,75	0,39	0,55	0,78	1,11	1,36	1,66	1,88
	6	0,43	0,61	0,86	1,22	1,49	1,82	2,06
	6,25	0,47	0,676	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

## ANEXO E – NTCB 43

Tabela 6: Taxa de porcentagem para determinação das áreas de aberturas (continuação).

Tabela de taxa de porcentagem para determinação das áreas de aberturas de ocupações comerciais, industriais e depósitos.								
Altura de referência (em m)	Altura da zona livre de fumaça H (em m)	% abertura						
		GR1	GR2	GR3	GR4	GR5	GR6	GR7
10,5	5,25	0,31	0,43	0,61	0,87	1,06	1,3	1,47
	5,5	0,34	0,48	0,67	0,95	1,17	1,43	1,62
	5,75	0,37	0,52	0,74	1,05	1,28	1,57	1,77
	6	0,41	0,57	0,61	1,15	1,4	1,72	1,94
	6,25	0,44	0,63	0,89	1,25	1,54	1,88	2,13
	6,5	0,48	0,69	0,97	1,37	1,68	2,06	2,32
	6,75	0,53	0,75	1,06	1,5	1,83	2,25	2,54
	7	0,64	0,82	1,16	1,64	2,01	2,46	2,78
	7,25	0,71	0,9	1,27	1,79	2,19	2,69	3,04
	7,5	0,77	0,98	1,39	1,96	2,4	2,94	3,33
	7,75	0,85	1,08	1,52	2,15	2,64	3,23	3,65
	8	0,94	1,18	1,67	2,37	2,9	3,55	4,02
	8,25	1,04	1,31	1,85	2,61	3,2	3,92	4,43
8,5	1,16	1,45	2,05	2,9	3,55	4,35	4,92	
11	5,5	0,32	0,56	0,64	0,91	1,11	1,37	1,54
	5,75	0,35	0,5	0,7	1	1,22	1,49	1,69
	6	0,38	0,54	0,77	0,99	0,33	0,63	0,84
	6,25	0,42	0,59	0,84	1,19	1,45	1,78	2,01
	6,5	0,46	0,65	0,91	1,29	1,58	1,94	2,19
	6,75	0,5	0,7	1	1,41	1,72	2,11	2,39
	7	0,6	0,77	1,08	1,53	1,88	2,3	2,6
	7,25	0,66	0,83	1,18	1,67	2,04	2,5	2,83
	7,5	0,72	0,91	1,28	1,82	2,22	2,72	3,08
	7,75	0,78	0,99	1,4	1,98	2,42	2,97	3,36
	8	0,86	1,08	1,53	2,16	2,65	3,24	3,67
	8,25	0,94	1,18	1,67	2,36	2,89	3,55	4,01
	8,5	1,04	1,3	1,83	2,59	3,18	3,89	4,4
8,75	1,14	1,43	2,02	2,86	3,5	4,28	4,84	
9	1,27	1,58	2,23	3,16	3,87	4,74	5,36	
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	0,79	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	

**ANEXO E – NTCB 43**

**Tabela 6: Taxa de porcentagem para determinação das áreas de aberturas (continuação).**

Tabela de taxa de porcentagem para determinação das áreas de aberturas de ocupações comerciais, industriais e depósitos.								
Altura de referência (em m)	Altura da zona livre de fumaça H (em m)	% abertura						
		GR1	GR2	GR3	GR4	GR5	GR6	GR7
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
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	

## ANEXO E – NTCB 43

Tabela 6: Taxa de porcentagem para determinação das áreas de aberturas (continuação).

Tabela de taxa de porcentagem para determinação das áreas de aberturas de ocupações comerciais, industriais e depósitos.								
Altura de referência (em m)	Altura da zona livre de fumaça H (em m)	% abertura						
		GR1	GR2	GR3	GR4	GR5	GR6	GR7
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
	1,0	1,15	1,56	1,98	2,8	3,43	4,19	4,74
	10,25	1,25	1,68	2,13	3,01	3,69	4,52	5,11
	10,5	1,35	1,81	2,3	3,25	3,98	4,88	5,51
	10,75	1,47	1,96	0	3,52	4,31	5,27	5,96
	11	1,61	2,14	2,7	3,82	4,68	5,73	6,47
11,25	1,76	2,33	2,94	4,16	5,1	6,24	7,06	
11,5	1,95	2,56	3,23	4,56	5,59	6,85	7,74	
14	7	0,46	0,58	0,82	1,16	1,42	1,74	1,96
	7,25	0,49	0,62	0,88	1,24	1,52	1,86	2,11
	7,5	0,53	0,67	0,94	1,33	1,64	2	2,26
	7,75	0,56	0,71	1,01	1,43	1,75	2,14	2,42
	8	0,61	0,76	1,08	1,53	1,87	2,29	2,59
	8,25	0,65	0,82	1,16	1,64	2	2,45	6
	8,5	0,7	0,87	1,24	1,75	2,14	2,62	2,96
	8,75	0,75	0,93	1,32	1,87	2,29	2,8	3,17
	9	0,8	1	1,41	2	2,45	3	3,39
	9,25	0,86	1,07	1,51	2,14	2,62	3,2	3,62
	9,5	0,93	1,14	1,61	2,28	2,8	3,42	3,87
	9,75	1	1,36	1,73	2,44	2,99	3,66	4,14
	10	1,08	1,46	1,85	2,62	3,2	3,92	4,44
	10,25	1,16	1,56	1,98	2,8	3,43	4,2	4,5
	10,5	1,25	1,68	2,13	3,01	3,69	4,51	5,1
	10,75	1,35	1,81	2,29	3,23	3,96	4,85	5,48
	11	1,47	1,95	2,46	3,49	4,27	5,23	5,91
	11,25	1,59	2,11	2,66	3,76	4,61	5,65	6,38
11,5	1,74	2,29	2,89	4,08	5	6,12	6,92	
11,75	1,91	2,5	3,14	4,44	5,44	6,66	7,53	
12	2,1	2,75	3,44	4,86	5,96	7,3	8,25	

## ANEXO E – NTCB 43

Tabela 6: Taxa de porcentagem para determinação das áreas de aberturas (continuação).

Tabela de taxa de porcentagem para determinação das áreas de aberturas de ocupações comerciais, industriais e depósitos.								
Altura de referência (em m)	Altura da zona livre de fumaça H (em m)	% abertura						
		GR1	GR2	GR3	GR4	GR5	GR6	GR7
14,5	7,25	0,47	0,6	0,63	1,2	1,47	1,8	2,03
	7,5	0,51	0,64	0,91	1,28	1,57	1,93	2,18
	7,75	0,54	0,69	0,97	1,37	1,68	2,06	2,33
	8	0,58	0,73	1,04	1,47	1,8	2,2	2,49
	8,25	0,62	0,78	1,11	1,57	1,92	2,35	2,66
	8,5	0,67	0,84	1,18	1,67	2,05	2,51	2,84
	8,75	0,72	0,89	1,26	1,79	2,19	2,68	3,03
	9	0,77	0,95	1,35	1,91	2,33	2,86	3,23
	9,25	0,82	1,02	1,44	2,03	2,49	3,05	3,44
	9,5	0,88	1,08	1,53	2,17	2,65	3,25	3,67
	9,75	0,94	1,29	1,63	2,31	2,83	3,47	3,92
	10	1,01	1,37	1,74	2,47	3,02	3,7	4,18
	10,25	1,09	1,47	1,86	2,63	3,23	3,95	4,46
	10,5	1,17	1,57	1,99	2,81	3,45	4,22	4,77
	10,75	1,26	1,68	2,13	3,01	3,69	4,52	5,11
	11	1,36	1,8	2,28	3,23	3,95	4,84	5,47
	11,25	1,47	1,94	2,45	3,46	4,24	5,19	5,87
	11,5	1,59	2,09	2,63	3,73	4,56	5,59	6,32
11,75	1,72	2,26	2,84	4,02	4,92	6,03	6,81	
12	1,88	2,46	3,08	4,35	5,33	6,53	7,38	
12,25	2,06	2,68	3,34	4,73	5,79	7,09	8,02	
12,5	2,26	2,94	3,66	5,17	6,33	7,76	8,77	
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	3,55	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 – NTCB 43****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<sup>2</sup> cada e 4 portas com 2 m<sup>2</sup> cada nas paredes maiores

**2. Resolução****2.1 Geral:**

- área total do galpão:  $S = 250 \text{ m} \times 100 \text{ m} = 25.000 \text{ m}^2$
- os acantonamentos centrais de fumaça devem ter áreas compreendidas entre 1.000 m<sup>2</sup> a 1.600 m<sup>2</sup> e dimensões lineares inferiores a 60 m.
- pode adaptar-se a criação de 16 acantonamentos com uma área aproximada de 1.550 m<sup>2</sup> cada.

<b>Acantonamento</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>F</b>	<b>G</b>	<b>H</b>
<b>Área</b>	1.550	1.550	1.550	1.550	1.550	1.550	1.550	1.550
<b>Acantonamento</b>	<b>I</b>	<b>J</b>	<b>K</b>	<b>L</b>	<b>M</b>	<b>N</b>	<b>O</b>	<b>P</b>
<b>Área</b>	1.550	1.550	1.550	1.550	1.550	1.550	1.550	1.550

**2.2 Para extração de fumaça natural**

- a altura de referência H será de 8 m, tendo em conta a existência de teto falso.
- a zona livre de fumaça terá uma altura de 6 m, condicionada pelo trabalho das guias a 6 m de altura, o que impõe a instalação de painéis de acantonamento com 2 m de altura.
- pela Tabela 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 deve ser de:  $(1.550 \times 1,22)/100 = 18,91 \text{ m}^2$
- podendo ser utilizados 6 exaustores naturais de  $\pm 3 \text{ m}^2$  ou 8 exaustores de  $\pm 2,5 \text{ m}^2$ .

**NA ÁREA DE DEPÓSITOS**

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

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

**ENTRADA DE AR**

- deverá haver no mínimo 19 m<sup>2</sup> e 40 m<sup>2</sup> 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.

## **PARTE 4 – CONTROLE DE FUMAÇA NATURAL NAS DEMAIS OCUPAÇÕES**

### **10 PROCEDIMENTOS ESPECÍFICOS**

Aplica-se às demais edificações, exceto comerciais (Grupo C), industriais (Grupo I) e depósitos (Grupo J).

**10.1** Para fins de arranjo da área de acantonamento, posição dos exaustores naturais e outros parâmetros para previsão dos equipamentos, devem ser atendidos os itens 9.1 a 9.8, constantes da Parte 3 desta NTCB.

#### **10.2 Parâmetros de dimensionamento**

**10.2.1** Para obter a área de extração de fumaça a ser prevista, deve-se:

**10.2.1.1** A superfície útil das saídas de extração é determinada:

**10.2.1.1.1** pela altura de referência e a altura que se pretende ter livre de fumaça (dados de projeto);

**10.2.1.1.2** pela classificação obtida na Tabela 7 (Anexo G);

**10.2.1.1.3** pela multiplicação da área de cada acantonamento pela taxa (em porcentagem) obtida na Tabela 8 (Anexo H).

**10.2.1.2** Independente da área da edificação, a área mínima a ser considerada para extração de fumaça deve ser de 10 m<sup>2</sup>:

**10.2.1.3** Um exemplo da utilização dos métodos descrito acima consta do Anexo I.

**10.2.2** Alturas superiores às encontradas na Tabela 8 devem ser submetidas à análise por Comissão Técnica.

**ANEXO G – NTCB 43**

**Tabela 7: Classificação de risco para as demais ocupações.**

Ocupação/Usos	Descrição	Divisão	Classificação
<b>Residencial</b>	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
<b>Serviços de hospedagem</b>	Hotéis	8-1	Classe 1
	Motéis	8-1	Classe 1
	Pensões	8-1	Classe 1
	Hospedarias	8-1	Classe 1
	Pousadas	8-1	Classe 1
	Albergues	8-1	Classe 1
	Casa de cômodos	8-1	Classe 1
Apert-hotéis	8-2	Classe 1	
<b>Comercial</b>	Atividades comerciais em geral	C-1, C-2 e C-3	ver tabela 4 (parte 3)
<b>Serviços profissionais, pessoais e técnicos</b>	Agências de correios	D-1	Classe 2
	Agências de loterias	D-1	Classe 2
	Agências de despachos	D-1	Classe 2
	Processamentos de dados	D-1	Classe 1
	Escritórios	D-1	Classe 2
	Estúdio cinematográfico	D-1	Classe 3
	Estúdio de rádio	D-1	Classe 3
	Estúdio de televisão	D-1	Classe 3
	Estúdios de fotografia	D-1	Classe 3
	Escritório de venda por correspondência	D-1	Classe 2
	Cabeleireiros e barbearia	D-1	Classe 1
	Instaladores eletricitas	D-1	Classe 1
	Agências bancárias	D-2	Classe 2
	Câmbio e moedas	D-2	Classe 2
	Copiadora (em geral)	D-3	Classe 3
	Encadernadoras	D-3	Classe 3
	Lavanderias	D-3	Classe 1
	Oficinas elétricas	D-3	Classe 2
Oficina de conserto	D-3	Classe 2	
<b>Serviços profissionais, pessoais e técnicos</b>	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
	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	
<b>Educacional e cultura física</b>	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, E-2, E-4 e E-6	Classe 1
	Sauna	E-3	Classe 1

## ANEXO G – NTCB 43

Tabela 7: Classificação de risco para as demais ocupações (continuação).

Ocupação/Uso	Descrição	Divisão	Classificação
Locais de reunião de público	Bibliotecas	F-1	Classe 3
	Arquivo de documentos	F-1	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 e G-2	Classe 1
	Garagem, edifício de	G-1 e G-2	Classe 1
	Garagens	G-1 e 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 e 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 e 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 e J-4	ver tabela 4 (parte 3)

**ANEXO H – NTCB 43**

**Tabela 8:** Taxa de porcentagem para determinação das áreas de aberturas.

<b>Tabela de taxa de porcentagem para determinar as áreas de abertura das demais ocupações</b>				
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
4	2	0,14	0,19	0,27
	3	0,30	0,43	0,61
	2,50	0,19	0,27	0,38
4,50	2	0,12	0,17	0,23
	3,50	0,38	0,54	0,77
	3	0,25	0,35	0,50
	2,50	0,16	0,23	0,33
5	2	0,10	0,14	0,21
	4	0,47	0,66	0,94
	3,50	0,31	0,44	0,63
	3	0,21	0,30	0,43
5,50	2,50	0,15	0,21	0,29
	4,50	0,56	0,79	1,12
	4	0,38	0,54	0,76
	3,50	0,27	0,38	0,54
6	3	0,19	0,27	0,38
	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
6,50	3	0,18	0,25	0,35
	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
7	3,50	0,22	0,31	0,44
	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
7,50	3,50	0,20	0,29	0,41
	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
8	4	0,25	0,35	0,50
	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
8,50	4	0,23	0,33	0,47
	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
8,50	5	0,35	0,49	0,70
	4,50	0,28	0,39	0,56

**ANEXO H – NTCB 43**

**Tabela 8:** Taxa de porcentagem para determinação das áreas de aberturas (continuação).

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	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
9,50	4,50	0,26	0,37	0,53
	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
10	5,50	0,38	0,53	0,75
	5	0,31	0,44	0,62
	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
10,50	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
	9,50	1,97	2,42	3,43
	9	1,47	1,82	2,58
	8,50	1,16	1,45	2,05
11	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
	10	2,15	2,91	3,70
11,50	9,50	1,61	1,98	2,80
	9	1,27	1,58	2,23
	8,50	1,04	1,30	1,83
	8	0,86	1,08	1,53
	7,50	0,72	0,91	1,28
	7	0,60	0,77	1,08
	6,50	0,46	0,65	0,91
11,50	6	0,38	0,54	0,77
	5,50	0,32	0,46	0,64
	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
	9,50	1,25	1,53	2,17
9	1,04	1,29	1,82	
8,50	0,88	1,10	1,55	

## ANEXO H – NTCB 43

Tabela 8: Taxa de porcentagem para determinação das áreas de aberturas (continuação).

Altura de referência (em m)	Altura da zona livre de fumaça H'(em m)	% de abertura de extração		
		Classe 1	Classe 2	Classe 3
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
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
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
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	

## ANEXO H – NTCB 43

Tabela 8: Taxa de porcentagem para determinação das áreas de aberturas (continuação).

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	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
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 – NTCB 43****Exemplo de aplicação.****1 Cálculo do controle de fumaça de um teatro.****1.1 Características:**

- atividade: teatro
- dimensões: 100 m x 60 m x 8 m
- portas de acesso: 2 portões com áreas de 8 m<sup>2</sup> cada e 8 portas com 2 m<sup>2</sup> cada, nas paredes maiores.

**2 Resolução.****2.1 Geral:**

- área total do teatro:  $S = 100 \times 60 = 6.000 \text{ m}^2$
- os acantonamentos centrais de fumaça devem ter áreas compreendidas entre 1.000 m<sup>2</sup> a 1600 m<sup>2</sup> e dimensões lineares inferiores a 60 m.
- pode adaptar-se a criação de 5 acantonamentos com uma área aproximada de 1.200 m<sup>2</sup> cada (20 m x 60 m).

Acantonamento	A	B	C	D	E
Área	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200

**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 – F-5 – 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 deve ser de:
  - para cada acantonamento:  $(1.200 \times 0,33)/100 = 3,96 \text{ m}^2$

**Observação.:** deverá observar a área mínima de extração natural conforme item 10.2.1.2 desta NTCB, ou seja, no exemplo, a área mínima a ser adotada é de 10 m<sup>2</sup>.

**PARTE 5 – CONTROLE DE FUMAÇA MECÂNICO****11 PROCEDIMENTOS ESPECÍFICOS**

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

**11.2** 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.

**11.3** A extração visa:

**11.3.1** 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.

**11.3.2** 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.

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

**11.4** O controle de fumaça conforme especificado acima tem condições de emprego diferenciadas, e deve ter características conforme o item 8.2.

**11.5** O Controle de fumaça mecânico pode:

**11.5.1** Ser um sistema específico, destinado exclusivamente à extração de fumaça.

**11.5.2** Utilizar 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.

**11.5.3** Utilizar 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.

**11.6** 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:

**11.6.1** Atender às mesmas exigências para um sistema exclusivo de controle de fumaça por extração mecânica.

**11.6.2** Assegurar o controle

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

**11.7** 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 e extinção do incêndio.

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

**11.8.1** Tamanho do incêndio.

**11.8.2** Taxa de liberação de calor.

**11.8.3** Altura da camada de fumaça.

**11.8.4** Tempo para a camada de fumaça descer até a altura de projeto.

**11.8.5** Dimensão do acantonamento.

**11.8.6** Espessura da camada de fumaça.

**11.8.7** Temperatura do ambiente.

**11.8.8** Temperatura da fumaça.

**11.8.9** Introdução de ar.

**11.8.10** Obstáculos.

**11.9 Tamanho do incêndio**

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

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

**11.9.3** O fogo pode ser considerado estável quando a edificação for dotada de meios de supressão automática do incêndio (chuveiros automáticos, nebulizadores, etc).

**11.9.4** O fogo deve ser classificado como instável, quando não atender a condição especificada no item 11.9.3.

**11.9.5** O tamanho do incêndio das edificações deve ser conforme a tabela abaixo:

**Tabela 9:** Dimensões do incêndio.

Categories de risco	Tamanho de incêndio (m)	Perímetro (m)	Área (m <sup>2</sup> )
Baixo (até 300 MJ/m <sup>2</sup> )	3,0 x 3,0	12	9
Médio (de 300 a 1.200 MJ/m <sup>2</sup> )	4,0 x 4,0	16	16
Alto (acima de 1.200 MJ/m <sup>2</sup> )	6,0 x 6,0	24	36

**11.9.5.1** O tamanho do incêndio em edificações do Grupo J (depósitos) será o resultado da multiplicação da área constante na Tabela 9 pela altura de estocagem.

**11.10 Edificações sem proteção por chuveiros automáticos**

**11.10.1** Será aceita a instalação parcial de sistema de chuveiros automáticos para a proteção de subsolos com ocupação distinta de estacionamento de veículos nas edificações onde este sistema (chuveiros automáticos) não é obrigatório.

**11.11 Taxa de liberação de calor**

**11.11.1** A taxa de liberação de calor deve adotar os parâmetros da Tabela 10.

**Tabela 10:** Taxa de liberação de calor.

Ocupações	Taxa de liberação de calor (KW/m <sup>2</sup> )
Residencial	228
Serviços de hospedagem	500
Comercial	500
Serviços profissionais	228
Educacional	350
Local de reunião de público	500
Serviços automotivos	500
Serviços de saúde e institucionais	500
Indústrias	Taxa de liberação de calor (KW/m <sup>2</sup> )
I-1	60
I-2	280
I-3	500
Depósitos	Taxa de liberação de calor (KW/m <sup>2</sup> )
Engradado de madeira	2.500
Paletes de madeira, empilhados	2.150
Móveis embalados	500
Madeira serrada empilhada	500

Madeira compensada empilhada	500
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	1.195
Escaninhos de polietileno, cheios, empilhados	1.000
Sacos de lixo de polietileno em caixas empilhadas	380
Filmes de plástico em rolo	980
Filmes de polipropileno em rolo	1.280
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	2.695
Garrafas de poliestireno empacotadas em caixas de papelão com divisórias, empilhadas	2.720
Tubos de poliestireno em caixas de papelão	805
Tubos de poliestireno colocados em caixas de papelão, empilhadas	1.105
Partes de brinquedo de poliestireno empilhadas	305
Partes de brinquedo de poliestireno	390
Livros, móveis	720
Álcool	740
Gasolina	1.590
Óleo combustível	1.470

## 11.12 Altura da camada de fumaça

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

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

**11.12.3** Onde houver depósito de mercadorias, caso haja possibilidade de ocorrer o fenômeno flash over, a camada de fumaça deve ser projetada a 50 cm acima do topo dos produtos armazenados

## 11.13 Tempo para a camada de fumaça descer até a altura de projeto

**11.13.1** A posição da interface da camada de fumaça a qualquer tempo pode ser determinada pelas relações que reportam a 3 situações:

- a. quando nenhum sistema de exaustão de fumaça está em operação;
- b. quando a vazão mássica de exaustão de fumaça for igual ou superior à vazão fornecida à coluna da camada de fumaça;
- c. quando a vazão de exaustão de fumaça for menor que a vazão fornecida à coluna da camada de fumaça.

**11.13.2** 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 (1) (onde os cálculos abrangendo  $z/H > 1,0$  significam que a camada de fumaça não começou a descer).

### Equação (1)

$$z/H = 1,11 - 0,28 \times \ln [(t Q^{1/3} / H^{4/3}) / (A/H^2)]$$

Onde:

**z** = altura de projeto da camada de fumaça acima do piso (m)

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

**t** = tempo (seg)

**Q** = taxa de liberação de calor de fogo estável (kW)

**A** = área do acantonamento (m<sup>2</sup>).

1) A equação acima:

b. está baseada em informações experimentais provenientes de investigações utilizando áreas uniformes (seccionais-transversais), baseadas em uma altura com proporções  $A/H^2$  que pode

variar de 0,9 a 14 e para valores de  $z/H \geq 0,2$ ;

c. avalia a posição da camada a qualquer tempo depois da ignição.

**11.13.3** 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 estabelecida 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 determinada esta posição, deve 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, em função da vazão mássica de exaustão ser menor;

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

**Tabela 11:** Fato de ajuste da vazão mássica mínima de exaustão.

z/H	t / t <sub>0</sub>					
	(m / m <sub>e</sub> ) ou (V <sub>e</sub> / 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

Onde:

**z** = altura de projeto da camada de fumaça acima do piso

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

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

**t<sub>0</sub>** = valor de 't' na ausência de exaustão de fumaça (ver equação 1) (s)

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

**m<sub>e</sub>** = valor de "m" requerido para manter a

camada de fumaça indefinidamente em  $z$  (obtido pela equação 3)

#### 11.14 Altura da chama

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

##### Equação (2)

$$z_1 = 0,166 \times Qc^{2/5}$$

Onde:

$z_1$  = limite de elevação da chama (m)

$Qc$  = porção convectiva da taxa de liberação de calor (kW)

#### 11.15 Dimensionamento da massa de fumaça a ser extraída

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

- a. altura ( $z$ ) da camada de fumaça ser superior à altura ( $z_1$ ) da chama, ou seja: ( $z > z_1$ );
- b. altura da camada de fumaça ( $z$ ) igual ou inferior à altura ( $z_1$ ) da chama, ou seja: ( $z \leq z_1$ ).

11.15.2 Para a condição ( $z > z_1$ ), a massa de fumaça gerada é determinada pela seguinte equação:

##### Equação (3)

$$m = 0,071 \times Qc^{1/3} z^{5/3} + 0,0018 Qc (z > z_1)$$

Onde:

$m$  = vazão mássica da coluna de fumaça para a altura  $z$  (kg/s)

$z$  = altura de projeto da camada de fumaça acima do piso

$Qc$  = porção convectiva da taxa de liberação de calor, estimada em 70% da taxa de liberação de calor ( $Q$ ) (kW)

11.15.3 Para a condição ( $z \leq z_1$ ), a massa de fumaça gerada é determinada pela seguinte equação:

##### Equação (4)

$$m = 0,0208 Qc^{3/5} z (z \leq z_1)$$

Onde:

$m$  = vazão mássica da coluna de fumaça para a altura  $z$  (kg/s)

$z$  = altura de projeto da camada de fumaça acima do piso

$Qc$  = porção convectiva da taxa de liberação de calor estimada em 70% da taxa de liberação de calor ' $Q$ ' (kW).

#### 11.16 Volume de fumaça produzido

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

##### Equação (5)

$$V = m/\rho$$

Onde:

$V$  = volume produzido pela fumaça ( $m^3/s$ )

$m$  = vazão mássica da coluna de fumaça para a altura  $z$  (kg/s)

$\rho$  = densidade da fumaça em  $kg/m^3$ , de acordo com a temperatura adotada.

11.16.2 Para compensar os possíveis vazamentos nos registros de trancamento, deve ser previsto um coeficiente de vazamento mínimo de 25% a ser acrescentado sobre o resultado da Equação (5) para a seleção dos ventiladores e dimensionamento dos dutos principais de exaustão de fumaça.

#### 11.17 Acantonamento

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

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

- a. edificação seja do grupo J (depósito);
- b. edificação possua sistema de chuveiros automáticos.

#### 11.18 Espessura da camada de fumaça

11.18.1 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.

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

- a. possibilidade de ocorrer o "flash over";
- b. possibilidade de a fumaça esfriar e estratificar, decorrente:

- 1) da altura da camada de fumaça estar afastada com relação à origem do incêndio;
- 2) da existência de sistema de chuveiros automáticos, que esfriam a fumaça e gases quentes.

#### 11.19 Temperatura ambiente

11.19.1 Para fins de cálculo, deve ser prevista uma temperatura ambiente de 20° C.

## 11.20 Temperatura da camada de fumaça

**11.20.1** Para fins de dimensionamento, deve ser prevista a temperatura da camada de fumaça de:

- a. 70°C quando a edificação for dotada de proteção por sistema de chuveiros automáticos;
- b. 300°C quando a edificação não for dotada de proteção por sistema de chuveiros automáticos.

## 11.21 Exaustão de fumaça

**11.21.1** Distribuição de grelhas de exaustão de fumaça em espaços amplos:

**11.21.2** As grelhas devem ser distribuídas no ambiente de forma mais uniforme possível; deve haver, no mínimo, uma grelha a cada 300 m<sup>2</sup> de área de abrangência.

**11.21.3** A quantidade de grelhas para sistema de controle de fumaça mecânico deve atender à tabela abaixo:

**Tabela 12:** Máxima corrente volumétrica por ponto de sucção ou ventilador individual.

Espessura da camada de fumaça no ponto de sucção ou corte de um ventilador individual ou grelha de exaustão (m)	Corrente volumétrica por ponto de sucção ou ventilador individual (m <sup>3</sup> /seg)
≥ 0,5 (1)	≤ 0,2 (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.  
 2) Em locais com pé direito baixo, onde não seja possível haver maior espessura de camada de fumaça, a utilização de corrente volumétrica de maior magnitude por ponto de exaustão pode ser admitida mediante avaliação por Comissão Técnica.

## 11.22 Introdução do ar

**11.22.1** 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 1 m/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 1 m/s, a camada de fumaça pode ser projetada a 0,5 m acima das aberturas consideradas;

- 4) A velocidade máxima de entrada de ar não deve ser superior a 5 m/s;
- 5) Caso haja impossibilidade técnica de prever entrada de ar no acantonamento, esta pode ser prevista pelas aberturas de introdução de ar dos acantonamentos adjacentes à área incendiada;
- 6) A introdução de ar em edificações com pavimentos interligados como, por exemplo, centros comerciais shopping centers, pode ser realizada pelas portas de acesso e demais aberturas localizadas no térreo. As portas e demais aberturas utilizadas para este fim devem ter abertura automática acionada pelo sistema de detecção de fumaça;
- 7) A introdução de ar para os pavimentos superiores das edificações descritas no item anterior pode ser realizada pelas aberturas localizadas no térreo será considerada, para fins de cálculo, a área efetiva de abertura entre os pavimentos composta por átrios, escadas não enclausuradas e escadas rolantes.

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) as aberturas de insuflação no terço inferior do acantonamento, evitando turbulências que podem espalhar a fumaça ou o fogo;
- 3) Caso haja impossibilidade técnica de prever entrada de ar no acantonamento, esta pode ser prevista pelas aberturas de introdução de ar dos acantonamentos adjacentes à área incendiada; neste caso, não há necessidade de posicionar as aberturas de insuflação no terço inferior dos acantonamentos.

**11.22.2** 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.

## 11.23 Obstáculos

**11.23.1** Os mezaninos são obstáculos que devem ser considerados na extração de fumaça

**11.23.2** Existem 2 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.

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

**11.23.4** 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 (6)**

$$m = 0,36 (QW^2)^{1/3} (z_b + 0,25H)$$

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)

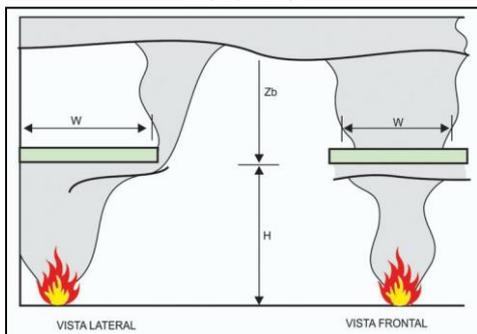
**z<sub>b</sub>** = altura acima da sacada (m)

**H** = altura da sacada acima do combustível (m)

a. quando z<sub>b</sub> for aproximadamente 13 vezes a largura do acantonamento, a coluna de fumaça deve ter a mesma vazão mássica adotada no item 11.15.2 desta NTCB;

b. quando z<sub>b</sub> for menor que 13 vezes a largura do mezanino, além do especificado no item anterior, barreiras de fumaça devem ser projetadas para que a fumaça seja contida.

**Figura 18:** Coluna de fumaça saindo de um mezanino.



**ANEXO J – NTCB 43****Exemplo de aplicação.  
Exemplo 1****1. Dados do ambiente:**

- escritórios
- área de 500 m<sup>2</sup>
- dimensão: 20 m x 25 m x 3 m
- edifício protegido por chuveiros automáticos de teto
- edificação protegida por sistema de detecção

**2. Dados para projeto:**

- classificação segundo NTCB 07: risco médio;
- dimensão do incêndio esperado segundo Tabela 9 – Parte 5:

Tamanho do incêndio = 4,00 m x 4,00 m

Perímetro = 16 m

Área = 16 m<sup>2</sup>

Taxa de liberação de calor segundo Tabela 10 – Parte 5 = 228,00 kW/m<sup>2</sup>

**3. Dimensionamento:**

- taxa total de liberação de calor (Q) = 228,00 x 16,00 = 3.648,00 kW
- altura da camada de fumaça adotada em projeto (z) = 2,20 m
- tempo para a fumaça atingir a altura de projeto:

Pela equação (1): (cálculo da altura da camada de fumaça, sem nenhum sistema entrar em funcionamento)

$$z/H = 1,11 - 0,28 \ln [(tQ^{1/3} / H^{4/3}) / (A/H^2)]$$

$$2,20/3,0 = 1,11 - 0,28 \ln [(t \cdot 3.648^{1/3} / 3^{4/3}) / (500/3^2)]$$

$$t = 60,23 \text{ s}$$

- altura da chama:

Pela Equação (2) -  $z_1 = 0,166 Q_c^{2/5}$

$$z_1 = 0,166 (3.648 \times 0,7)^{2/5}$$

$$z_1 = 3,83 \text{ m}$$

- como  $z < z_1$ , temos para cálculo da massa de fumaça a utilização da Equação (4):

**EQUAÇÃO (4)**

$$m = 0,0208 Q_c^{3/5} z \quad (z < z_1)$$

$$m = 0,0208 \times 2.553,6^{3/5} \times 2,20$$

$$m = 5,067 \text{ kg/s}$$

- cálculo da Vazão Volumétrica:

**EQUAÇÃO (5)**

- Para atingir os objetivos descritos em 11.20.1 letra a ( $\rho = 0,92 \text{ kg/m}^3$  para 70°C):

**ANEXO J – NTCB 43  
(continuação)**

$$V = m/\rho$$

$$V = 5,067/0,92$$

$$V = 5,51 \text{ m}^3/\text{s}$$

- Deve ser acrescido, para seleção dos ventiladores e dimensionamento dos dutos, o coeficiente de segurança de 25%, conforme previsto no item 11.16.2:

**V<sub>e</sub>: vazão do exaustor**

$$V_e = V \times 1,25$$

$$V_e = 5,51 \times 1,25$$

$$V_e = 6,87 \text{ m}^3/\text{s} \text{ (24.732 m}^3/\text{h)}$$

- cálculo da entrada de ar, conforme item 11.22.2

**V<sub>v</sub>: vazão do ventilador de entrada de ar**

$$V_v = V_e \times 0,6$$

$$V_v = 6,87 \times 0,6$$

$$V_v = 4,12 \text{ m}^3/\text{s} \text{ (14.839 m}^3/\text{h)}$$

**Exemplo 2****1. Dados do ambiente:**

- escritórios
- área de 500 m<sup>2</sup>
- dimensão: 20 m x 25 m x 3 m
- edifício sem proteção por chuveiros automáticos de teto
- edificação protegida por sistema de detecção.

**2. Dados para projeto:**

- classificação segundo NTCB 07: risco médio
- dimensão do incêndio esperado segundo Tabela 9 – Parte 5:

Tamanho do incêndio = 4,00 m x 4,00 m

Perímetro = 16 m

Área = 16 m<sup>2</sup>

Taxa de liberação de calor segundo Tabela 10 – Parte 5 = 228,00 kW/m<sup>2</sup>

**3. Dimensionamento:**

- taxa total de liberação de calor (Q) = 228,00 x 16,00 = 3.648,00 kW
- altura da camada de fumaça adotada em projeto (z) = 2,20 m
- tempo para a fumaça atingir a altura de projeto:

Pela equação (1): (cálculo da altura da camada de fumaça, sem nenhum sistema entrar em funcionamento)

$$z/H = 1,11 - 0,28 \ln [(tQ^{1/3} / H^{4/3}) / (A/H^2)]$$

$$2,20/3,0 = 1,11 - 0,28 \ln [(t \cdot 3.648^{1/3} / 3^{4/3}) / (500/3^2)]$$

**ANEXO J – NTCB 43  
(continuação)**

$$t = 60,23 \text{ s}$$

- altura da chama:

Pela Equação (2) -  $z_1 = 0,166 Q_c^{2/5}$

$$z_1 = 0,166 (3.648 \times 0,7)^{2/5}$$

$$z_1 = 3,83 \text{ m}$$

- como  $z < z_1$ , temos para cálculo da massa de fumaça a utilização da Equação (4):

**EQUAÇÃO (4)**

$$m = 0,0208 Q_c^{3/5} z \text{ (} z < z_1 \text{)}$$

$$m = 0,0208 \times 2.553,6^{3/5} \times 2,20$$

$$m = 5,067 \text{ Kg/s}$$

- cálculo da Vazão Volumétrica:

**EQUAÇÃO (5)**

Para atingir os objetivos descritos em 11.20.1, letra b ( $\rho = 0,55 \text{ kg/m}^3$  para  $300^\circ\text{C}$ ):

$$V = m/\rho$$

$$V = 5,067/0,55$$

$$V = 9,21 \text{ m}^3/\text{s}$$

- deve ser acrescido, para seleção dos ventiladores e dimensionamento dos dutos, o coeficiente de segurança de 25%, conforme previsto no item 11.16.2:

**$V_e$ : vazão do exaustor**

$$V_e = V \times 1,25$$

$$V_e = 9,21 \times 1,25$$

$$V_e = 11,51 \text{ m}^3/\text{s} \text{ (} 41.436 \text{ m}^3/\text{h)}$$

- cálculo da entrada de ar, conforme item 11.22.2

**$V_v$ : vazão do ventilador de entrada de ar**

$$V_v = V_e \times 0,6$$

$$V_v = 11,51 \times 0,6$$

$$V_v = 6,91 \text{ m}^3/\text{s} \text{ (} 24.862 \text{ m}^3/\text{h)}$$

## ANEXO J – NTCB 43 (continuação)

### Exemplo 3

#### 1. Dados do edifício:

- depósito de livros (J-3)
- área de 1.000 m<sup>2</sup>
- dimensão: 20 m x 50 m x 6 m
- estocagem em prateleiras fixas com altura de 4 m
- edifício protegido por chuveiros automáticos de teto
- edificação protegida por sistema de detecção.

#### 2. Dados para projeto:

- classificação segundo NTCB 07: risco médio
- dimensão do incêndio esperado segundo Tabela 9 – Parte 5:

Tamanho do incêndio = 4,00 m x 4,00 m

Perímetro = 16 m

Área = 16 m<sup>2</sup>

Taxa de liberação de calor segundo Tabela 10 – Parte 5 = 720,00 kW/m<sup>2</sup>/m

#### 3. Dimensionamento:

- taxa total de liberação de calor (Q) = 720,00 x 16,00 x 4,00 = 46.080,00 kW
- altura da camada de fumaça adotada em projeto (z) = 4,50 m
- tempo para a fumaça atingir a altura de projeto:

Pela equação (1): (cálculo da altura da camada de fumaça, sem nenhum sistema entrar em funcionamento)

$$z/H = 1,11 - 0,28 \ln [(tQ^{1/3} / H^{4/3}) / (A/H^2)]$$

$$4,50/6,0 = 1,11 - 0,28 \ln [(t 46.080^{1/3} / 6^{4/3}) / (1.000/6^2)]$$

$$t = 30,27 \text{ s}$$

- altura da chama:

Pela Equação (2) -  $z_1 = 0,166 Qc^{2/5}$

$$z_1 = 0,166 (46.080 \times 0,7)^{2/5}$$

$$z_1 = 10,55 \text{ m}$$

- como  $z < z_1$ , temos para cálculo da massa de fumaça a utilização da Equação (4):

#### EQUAÇÃO (4)

$$m = 0,0208 Qc^{3/5} z \quad (z < z_1)$$

$$m = 0,0208 \times 32.256^{3/5} \times 4,5$$

$$m = 47,47 \text{ Kg/s}$$

- cálculo da Vazão Volumétrica:

#### EQUAÇÃO (5)

Para atingir os objetivos descritos em 11.20.1, letra b ( $\rho = 0,92 \text{ kg/m}^3$  para 70°C):

**ANEXO J – NTCB 43  
(continuação)**

$$V = m/\rho$$

$$V = 47,47/0,92$$

$$V = 51,60 \text{ m}^3/\text{s}$$

- deve ser acrescido, para seleção dos ventiladores e dimensionamento dos dutos, o coeficiente de segurança de 25%, conforme previsto no item 11.16.2:

 **$V_e$ : vazão do exaustor**

$$V_e = V \times 1,25$$

$$V_e = 51,60 \times 1,25$$

$$V_e = 64,5 \text{ m}^3/\text{s} \text{ (232.200 m}^3/\text{h)}$$

- cálculo da entrada de ar, conforme item 11.22.2

 **$V_v$ : vazão do ventilador de entrada de ar**

$$V_v = V_e \times 0,6$$

$$V_v = 64,5 \times 0,6$$

$$V_v = 38,7 \text{ m}^3/\text{s} \text{ (139.320 m}^3/\text{h)}$$

**PARTE 6 – CONTROLE DE FUMAÇA EM ROTAS DE FUGA HORIZONTAIS PROTEGIDAS E SUBSOLOS**

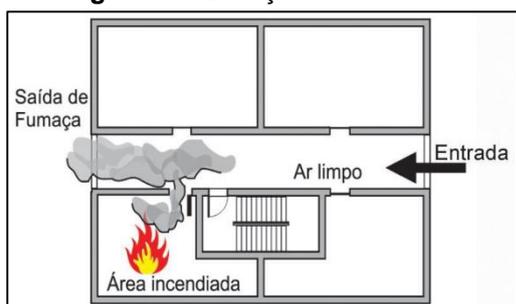
**12 ROTAS DE FUGA HORIZONTAIS**

Aplicam-se estas regras quando se tratar de rotas de fugas horizontais protegidas (compartimentadas com paredes e portas corta-fogo).

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

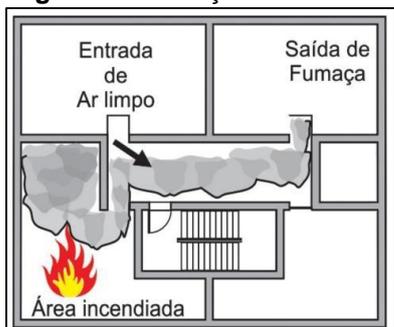
**12.1.1 Extração natural**

**Figura 19:** Extração natural.



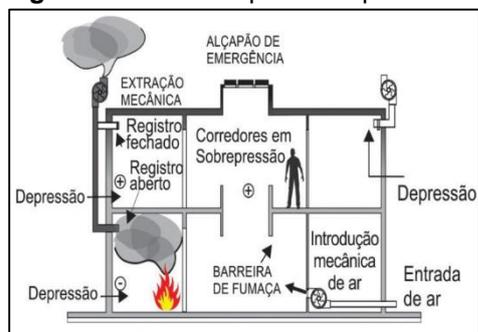
**12.1.2 Extração mecânica**

**Figura 20:** Extração mecânica.



**12.1.3 Sobrepressão relativamente ao local sinistrado**

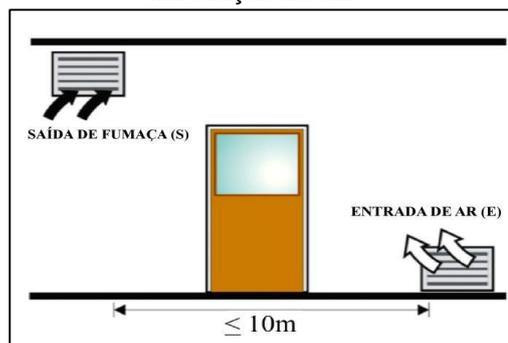
**Figura 21:** Controle por sobrepressão.



**12.1.4 Extração natural**

**12.1.4.1** 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 22).

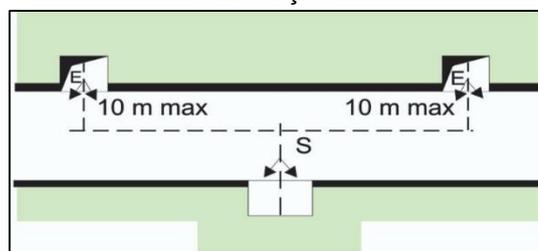
**Figura 22:** Posição de aberturas de extração e introdução de ar.



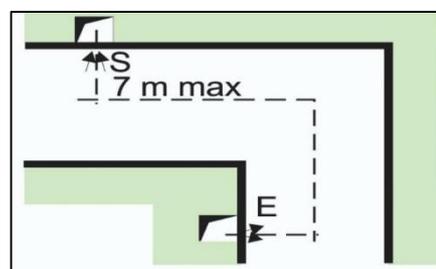
**12.1.4.2** A distância máxima, medida segundo o eixo da circulação, entre duas aberturas consecutivas de introdução e extração deve ser de:

- a. 10 m nos percursos em linha reta;

**Figura 23:** Distância em linha reta de aberturas de extração.



- b. 7 m nos outros percursos;

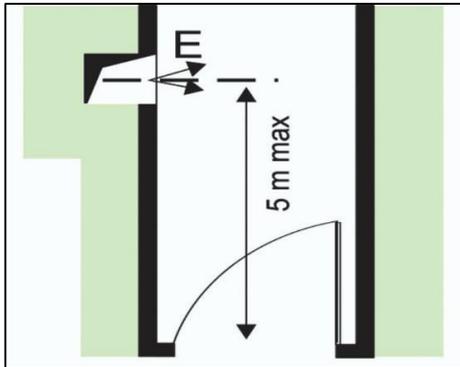


**Figura 24:** Distância de extração de aberturas em trajeto diverso.

**12.1.4.3** As aberturas para introdução de ar não devem ser em número inferior às destinadas à extração de fumaça.

**12.1.4.4** Toda porta de acesso ao local deve distar no máximo 5 m das aberturas de introdução de ar (Figura 25).

**Figura 25:** Distância de introdução de ar de portas de acesso.



**12.1.4.5** As aberturas de introdução de ar e extração de fumaça devem ter a área livre mínima de 0,10 m<sup>2</sup> por unidade de passagem da rota de fuga onde se encontram instaladas.

**12.1.4.5.1** As aberturas devem ser posicionadas em paredes externas, sem a utilização de dutos.

**12.1.4.6** Deve ser consultada a NTCB 13 – Saídas de Emergência, para definição da unidade de passagem. Para rotas de fuga com largura variável, deve ser adotada a largura média entre 2 pontos consecutivos de extração de fumaça e introdução de ar.

**12.1.4.7** 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.

**12.1.4.8** A abertura para introdução de ar deve ter a sua parte mais alta a menos de 1 m do piso do pavimento.

**12.1.4.9** As aberturas existentes nas fachadas podem ser equiparadas as 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 atenda ao contido no item 12.1.4.7;
- b. área livre considerada para introdução de ar se situe na metade inferior da abertura e atenda ao item 12.1.4.8.

## 12.1.5 Extração mecânica

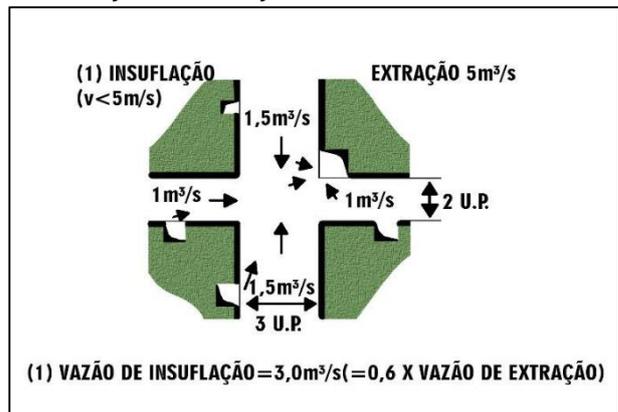
**12.1.5.1** Para o sistema de extração mecânica adota-se o contido em 12.1.4 e os subitens 12.1.4.1, 12.1.4.4, 12.1.4.7 e 12.1.4.8.

**12.1.5.2** 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.

**12.1.5.3** As áreas de 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 0,5 m<sup>3</sup>/s por unidade de passagem da circulação (Figura 26). Para rotas de fuga com largura variável, deve ser adotada a largura média entre 2 pontos consecutivos de extração de fumaça e introdução de ar.

**Figura 26:** Resumo geral de aberturas de extração de fumaça e entrada de ar em um



pavimento.

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

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

## 12.1.6 Controle por sobrepressão

**12.1.6.1** 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.

**12.1.6.2** Nesse caso deve ser estabelecida uma

diferença de pressão da ordem de 20 Pa entre as circulações horizontais e os locais sinistrados.

**12.1.6.3** Esse tipo de controle é permitido para circulações que não possuam carga incêndio ou com revestimento de Classe I conforme NTCB 12 – Controle de materiais de acabamento e de revestimento.

**12.1.6.4** No caso acima descrito, as áreas de circulação devem dispor de instalações de controle de fumaça conforme descritas nos itens 12.1.2 ou 12.1.3.

**12.1.6.5** Quando a circulação horizontal for dotada de antecâmara pressurizada, a diferença de pressão referida no item 12.1.6.2, deve ser criada pela antecâmara.

## 13 SUBSOLOS

### 13.1 Controle de Fumaça

**13.1.1** Os sistemas de controle de fumaça para subsolos, conforme prescritos na legislação de segurança contra incêndio e pânico devem ser projetados com introdução de ar, mecânica ou natural, e extração de fumaça mecânica.

**13.1.2** Para definição das vazões de extração de fumaça, deve ser consultado:

**13.1.2.1** Para corredores protegidos – item 12 da Parte 6 (Rotas de Fugas Horizontais) desta NTCB.

**13.1.2.2** Para áreas adjacentes aos corredores ou para áreas sem corredores protegidos a Parte 5 desta NTCB.

**13.1.3** Quando a área ocupada for constituída por ambientes com área inferior a 100 m<sup>2</sup>, as grelhas de exaustão de fumaça podem ser posicionadas apenas na circulação. O dimensionamento deve ser realizado pela Parte 5 desta NTCB.

**13.1.4** Os dutos para tomada de ar devem ter resistência externa a fogo por 60 minutos.

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

**13.1.6** Os parâmetros de área de acantonamento e dimensionamento devem atender ao prescrito no item 11.17.1 da Parte 5 (1.600 m<sup>2</sup>).

**13.1.7** Caso ocorra uma situação na qual, áreas com controle de fumaça estejam em comunicação com outras destinadas a rotas de

fuga protegidas, ou outras com ocupação distinta, estas devem ser isoladas ou compartimentadas conforme NTCB 10 – Compartimentação Horizontal e Vertical.

### 13.2 Exaustão (onde não se exige sistema de controle de fumaça)

**13.2.1** A exaustão opcionalmente instalada deve ser obedecer aos seguintes itens:

#### 13.2.1.1 Exaustão natural

**13.2.1.1.1** As aberturas para exaustão devem ser posicionadas no teto ou no terço superior das paredes. A utilização de dutos será permitida apenas para trajeto em trecho vertical.

**13.2.1.1.2** As aberturas devem ser distribuídas da forma mais uniforme possível pelo perímetro do subsolo.

**13.2.1.1.3** A somatória total da área de aberturas deve ser no mínimo, igual a 1/40 da área ocupada do subsolo.

**13.2.1.1.4** Caso a abertura de exaustão termine em um ponto que não é prontamente acessível, ela deve ser mantida desobstruída e coberta com uma grelha não combustível ou similar.

**13.2.1.1.5** Caso a abertura de exaustão termine em uma posição prontamente acessível, ela pode ser coberta por um painel, claraboia ou similar que possa ser aberto ou quebrado. A posição destes elementos deve ser claramente sinalizada.

**13.2.1.1.6** As aberturas não podem ser posicionadas em locais onde a exaustão de fumaça prejudique a rota de fuga da edificação.

#### 13.2.1.2 Exaustão mecânica

**13.2.1.2.1** A exaustão mecânica deve ser dimensionada para atender, no mínimo, 10 trocas do volume de ar por hora.

**13.2.1.2.2** A exaustão pode ser realizada através da rede de dutos do sistema de ar-condicionado.

**13.2.1.2.3** A exaustão deve ser acionada automaticamente por um sistema de detecção de fumaça.

**13.2.1.2.4** Para esse tipo de sistema, não são necessárias a proteção de dutos e a duplicata de exaustores exigidas nos itens 8.2.8.1 e 8.2.8.4 da Parte 2 desta NTCB.

### **13.3 Estacionamentos**

**13.3.1** Os subsolos destinados a estacionamento devem dispor de ventilação e exaustão permanente conforme Código de Obras do Município, caso exista previsão. Em não havendo, deverão ser seguidos os itens abaixo.

**13.3.2** O subsolo destinado a esse fim deve dispor de ventilação natural permanente garantida por aberturas, em metros quadrados, pelo menos em duas extremidades opostas ou nos tetos junto a estas paredes e que correspondam, no mínimo, à proporção de 0,006 vezes o volume total do compartimento, ambiente ou local.

**13.3.3** Os vãos de acesso de veículos, quando guarnecidos por portas vazadas ou gradeadas, poderão ser computados no cálculo dessas aberturas.

**13.3.4** A ventilação natural poderá ser substituída ou suplementada por meios mecânicos, dimensionados de forma a garantir a renovação de 05 (cinco) volumes de ar do ambiente por hora.

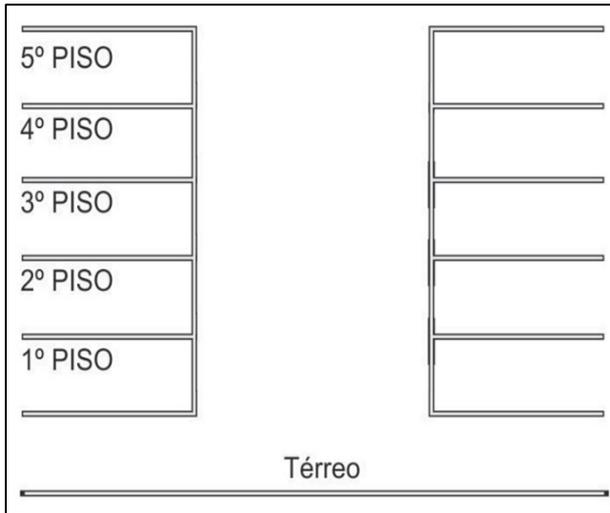
**PARTE 7 – ÁTRIOS**

**14 PROCEDIMENTOS ESPECÍFICOS**

**14.1 Classificação**

**14.1.1 Átrio ao ar livre:** aqueles que possuem um volume livre fechado sob todas as suas faces laterais, cuja menor dimensão é inferior ou igual à altura da edificação e não comportam nenhuma oclusão em sua parte superior (Figura 27).

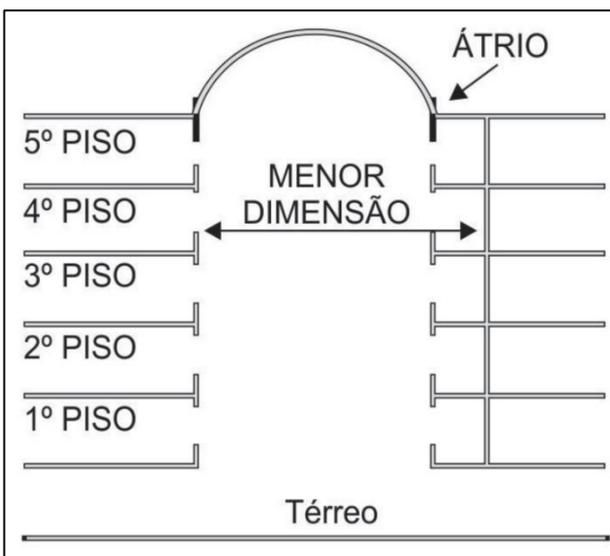
**Figura 27:** Átrio ao ar livre.



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

**14.1.2.1 Átrios cobertos abertos:** nos quais os níveis são abertos permanentemente sobre o volume central (Figura 28).

**Figura 28:** Átrio coberto aberto.



**14.1.2.2 Átrios cobertos fechados:** cujos níveis

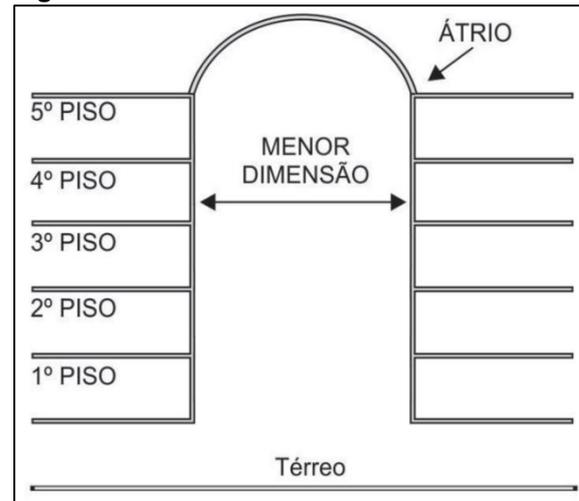
(à exceção do nível inferior) são fechados por uma parede, mesmo que ela comporte aberturas, balcões ou uma circulação horizontal aberta (Figuras 29 e 30).

**14.1.3** Os átrios, para efeito desta NTCB, classificam-se quanto à padronização em:

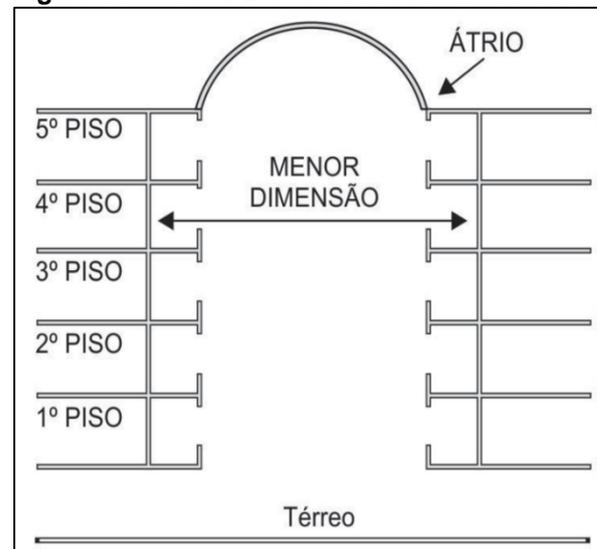
**14.1.3.1** Átrios padronizados;

**14.1.3.2** Átrios não padronizados.

**Figura 29:** Modelo 1 de átrios cobertos fechados.



**Figura 30:** Modelo 2 de átrios cobertos fechados.



**14.1.4** 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:

**14.1.4.1** Ponta dos balcões para os átrios abertos (Figura 28).

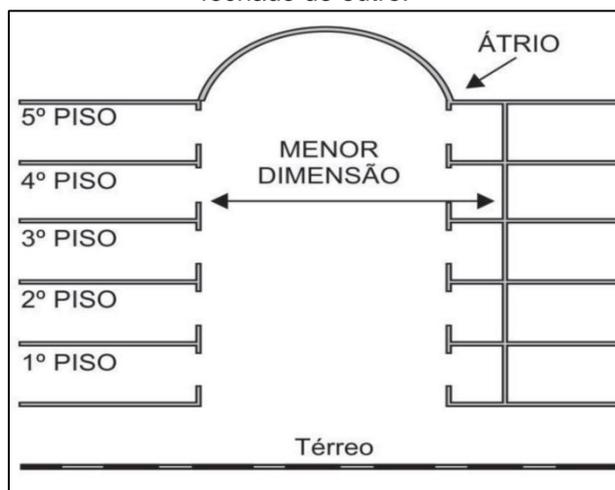
**14.1.4.2** Paredes verticais para os átrios

fechados (Figuras 29 e 30).

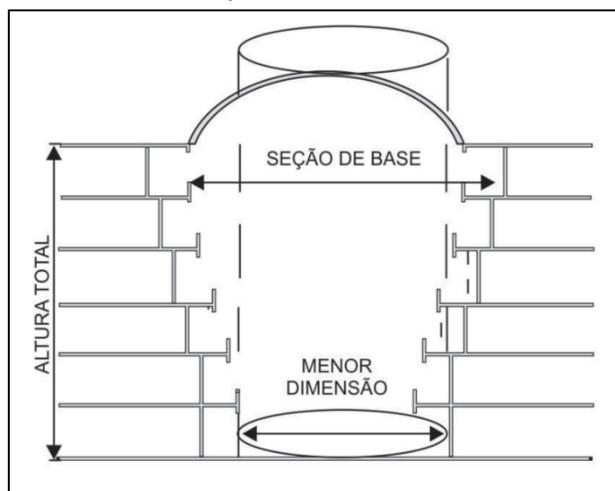
**14.1.4.3** Ponta dos balcões e paredes verticais para os átrios abertos sobre uma face e fechados para a outra (Figura 31).

**14.1.5** A dimensão do diâmetro do cilindro citado anteriormente deve ser de  $\sqrt{7h}$  (raiz quadrada de sete vezes a altura), sendo h a altura do piso mais baixo ao piso mais alto do átrio (Figura 32).

**Figura 31:** Átrio considerado aberto de um lado e fechado de outro.



**Figura 32:** Dados relativos a um átrio coberto padronizado.



**14.1.6** Os átrios não padronizados são todos aqueles que não atendem à regra estabelecida na alínea 14.1.5 acima.

## 15 ÁTRIOS PADRONIZADOS – GENERALIDADES

**15.1** Para um átrio padronizado considera-se:

**15.1.1** 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). Ver Figura 32.

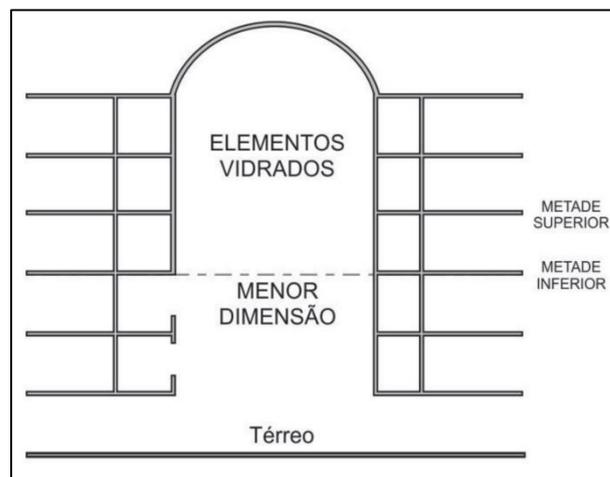
**15.1.2** O volume total de base do átrio, como o produto da seção de base pela altura entre o nível mais baixo e o teto do último nível do átrio.

**15.1.3** A menor dimensão de um átrio, como o diâmetro do cilindro reto descrito em 14.1.5 (Figura 32).

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

**15.1.5** 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). Ver Figura 33.

**Figura 33:** Fechamento do átrio



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

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

**15.1.8** O contido no item 15.1.5 pode 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.

## 15.2 Métodos de controle de fumaça para átrios padronizados

### 15.2.1 Átrios ao ar livre

**15.2.1.1** O controle de fumaça se faz naturalmente pela parte superior.

### 15.2.2 Pequenos átrios

**15.2.2.1** 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.

**15.2.2.2** 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 m<sup>2</sup>;
- b. mecanicamente, com uma vazão de extração igual a 1 m<sup>3</sup>/s, para cada 100 m<sup>2</sup> de seção de base, e com um mínimo de 3 m<sup>3</sup>/s.

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

**15.2.2.4** No controle de fumaça por extração mecânica, a vazão de introdução de ar deve ser igual a 60% (sessenta por cento) da vazão de extração.

**15.2.2.5** No controle de fumaça por extração mecânica, a velocidade da passagem de introdução 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.

**15.2.2.6** As áreas adjacentes, caso seja exigido o controle de fumaça, devem:

- a. ser separadas por barreiras de fumaça;
- b. atender aos critérios contidos nas Partes 3, 4, 5 e 6 desta NTCB.

**15.2.3 Átrios com carga incêndio inferior a 190 MJ/m<sup>2</sup> e material de acabamento e revestimento classe I e II A**

**15.2.3.1** 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 m<sup>2</sup>;
- b. mecanicamente, com uma vazão de extração igual a 1 m<sup>3</sup>/s, para cada 100 m<sup>2</sup> da seção de base, e com um mínimo de 3 m<sup>3</sup>/s.

**15.2.3.1.1** Para ambos os casos a introdução de ar pode ser natural ou mecânica.

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

**15.2.3.3** Para o controle de fumaça por extração mecânica, a vazão de introdução de ar deve ser igual a 60% da vazão de extração, permitindo uma velocidade máxima de 2 m/s para introdução de ar natural e 5 m/s para introdução de ar mecânica.

**15.2.4 Demais átrios padronizados**

**15.2.4.1** 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, com o mínimo de 4 m<sup>2</sup>;
- b. mecanicamente efetuada na parte alta, equivalente a 12 trocas por hora do volume do átrio.

**15.2.4.2** 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 máxima de 2 m/s para introdução de ar natural e 5 m/s para introdução de ar mecânica.

**15.3** Os sistemas de controle de fumaça instalados somente nos átrios das ocupações residenciais devem atender aos itens 14.1.4 e 14.1.5 desta NTCB.

**15.4** O sistema de controle de fumaça dos átrios das edificações classificadas no Grupo C (Comerciais) deve atender as seguintes condições:

- a. a somatória das áreas dos átrios deve ser equivalente a, no mínimo, 5% da área do maior pavimento da edificação;
- b. a área a ser considerada de cada átrio deve ser a área livre, descontando-se escadas ou outras obstruções situadas no mesmo volume;
- c. devem ser considerados, para a somatória prevista na letra a., apenas os átrios com dimensão igual ou superior a 36 m<sup>2</sup>;
- d. a distância entre qualquer ponto da edificação e um átrio que atenda a letra anterior deve ser de, no máximo, 90 metros;
- e. o dimensionamento deve ser realizado conforme o item 15.2.4 desta NTCB.

**15.5** O sistema de controle de fumaça dos átrios das edificações classificadas no Grupo D (Serviços profissionais) e nas Divisões H-5 e H-6 deve atender as seguintes condições:

- a. os átrios devem ser padronizados, conforme

- os itens 14.1.4 e 14.1.5 desta NTCB;
- b.** a distância entre qualquer ponto da edificação e um átrio deve ser de, no máximo, 90 metros;
- c.** o dimensionamento deve ser realizado conforme o item 15.2.4 desta NTCB.

## 16 ESPAÇOS ADJACENTES AOS ÁTRIOS

**16.1** Entende-se por espaços adjacentes ao átrio as lojas, circulações horizontais, escritórios e demais ocupações que possuam comunicação, direta ou indireta, com o átrio.

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

**16.3** Essas barreiras devem ser construídas sob o teto com, no mínimo, 0,50 m de altura, de forma a permitir que exista uma altura livre entre o piso e a barreira de, no mínimo, 2 metros, conforme ilustrado na Figura 34.

**16.4** Genericamente, as circulações horizontais adjacentes ao átrio devem:

**16.4.1** Ter extração de fumaça por sistemas mecânicos.

**16.4.2** Ser dotadas de barreiras de fumaça perpendiculares com altura mínima de 0,5 m, espaçadas, no máximo, a cada 30 metros, formando áreas de acomodação de fumaça.

**16.4.3** Ter, no mínimo, duas aberturas de extração de fumaça posicionadas no teto em cada área de acomodação de fumaça.

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

- a.** 10 metros nos percursos em linha reta;
- b.** 7 metros nos outros percursos.

**16.6** As aberturas de introdução de ar devem ser posicionadas na metade inferior da altura média do teto ou telhado, abaixo da zona enfumaçada.

**16.7** Outros mecanismos de introdução de ar podem ser utilizados, desde que seja comprovado pelo projetista que atendem ao especificado no item anterior e que não irão causar turbilhonamento na camada de fumaça.

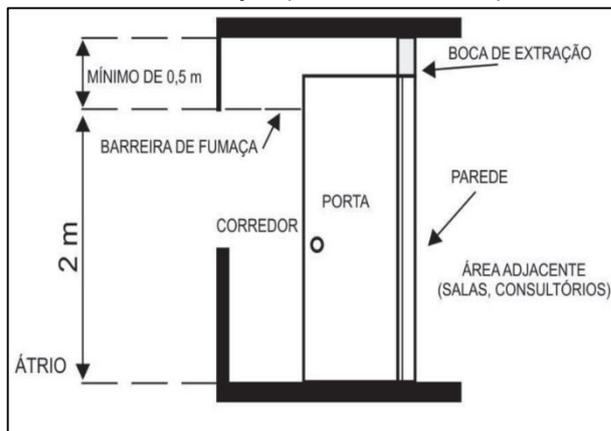
**16.8** Os demais espaços adjacentes ao átrio são classificados em:

**16.8.1** Locais fechados com acesso à circulação por meio de uma porta, e separados do átrio por uma circulação horizontal aberta (ex.: escritórios, consultórios, quartos etc.). Ver Figura 34

**16.8.2** Locais diretamente abertos à circulação horizontal, porém separados do átrio por esta circulação (ex.: lojas comerciais, galerias de exposição, restaurantes etc.). Ver Figura 35.

**16.8.3** Locais diretamente abertos sob o átrio (Figura 36).

**Figura 34:** Exemplo de locais fechados com acesso à circulação por meio de uma porta.



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

**16.9.1** Esses locais devem ter controle de fumaça específico de acordo com a parte 5 desta NTCB, atendendo aos itens seguintes:

**16.9.1.1** Devem possuir extração de fumaça na circulação horizontal (ex.: malls) com uma vazão de 4 m<sup>3</sup>/s para cada área de acomodação de fumaça).

**16.9.1.2** Devem possuir velocidade máxima nas aberturas de introdução de ar de 5 m/s.

**16.9.1.3** Os subsolos devem atender à Parte 6 desta NTCB.

**16.10 Locais diretamente abertos à circulação horizontal, porém separados do átrio por esta circulação**

**16.10.1** Caso esses locais tenham área de construção inferior ou igual a 300 m<sup>2</sup> por unidade, estão dispensados do sistema de controle de fumaça.

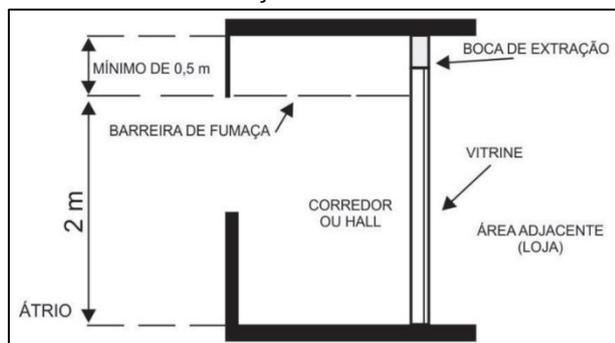
**16.10.1.1** Deve-se prever o controle de fumaça das circulações horizontais, com uma vazão de 8 m<sup>3</sup>/s por cada área de acomodação de fumaça.

**16.10.1.2** A velocidade máxima nas aberturas de introdução de ar da circulação horizontal deve ser 5 m/s.

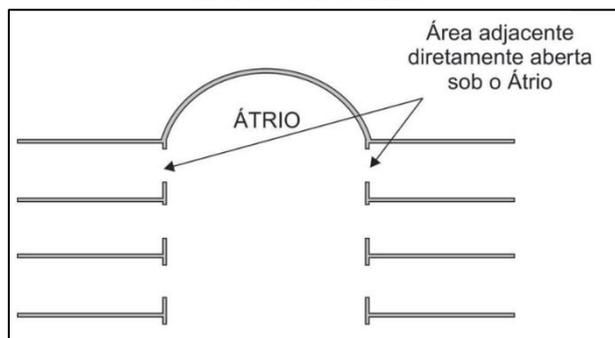
**16.10.1.3** Atender os itens 16.1 ao 16.7 desta NTCB.

**16.10.1.4** Os subsolos devem atender à Parte 6 desta NTCB.

**Figura 35:** Exemplo de locais diretamente abertos, porém separados do átrio por uma circulação horizontal.



**Figura 36:** Exemplo de locais diretamente abertos sob o átrio.



**16.10.2** Caso esses locais tenham área superior a 300 m<sup>2</sup> por unidade, devem:

- ter controle de fumaça específico de acordo com a Parte 5 desta NTCB;
- ter extração de fumaça na circulação horizontal, com uma vazão de 4 m<sup>3</sup>/s para cada área de acomodação de fumaça;
- ter uma velocidade máxima nas aberturas de introdução de ar da circulação horizontal de 5 m/s.

**16.10.3** Locais diretamente abertos sob o átrio:

- esses locais devem ser divididos em áreas de acantonamento de, no máximo, 1.600 m<sup>2</sup>;
- o controle de fumaça dessas áreas deve ser mecânico, posicionado junto ao teto, com uma vazão de 1 m<sup>3</sup>/s para cada 100 m<sup>2</sup> de área de acantonamento, com uma vazão mínima de 10 m<sup>3</sup>/s para cada acantonamento;
- a entrada de ar para esses ambientes, seja natural ou mecânica, deve permitir uma velocidade máxima de 5 m/s;
- os subsolos devem atender à Parte 6 desta

NTCB.

## 17 ÁTRIOS NÃO PADRONIZADOS

**17.1** Três alternativas diferentes podem ser utilizadas para o dimensionamento do controle de fumaça:

**17.1.1** Modelo em 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.

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

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

**17.2** Esta NTCB detalha o modelo algébrico; entretanto, outros modelos podem ser utilizados por profissionais habilitados, que devem apresentar os resultados ao Corpo de Bombeiros Militar por meio de Comissão Técnica.

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

**17.4** Para dimensionar o sistema algébrico, devem-se aplicar os seguintes conceitos e fórmulas

### 17.4.1 Metodologia

**17.4.1.1** 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.

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

**17.4.1.3** Os objetivos do projeto de controle de fumaça são:

- manter a interface da camada de fumaça em uma altura predeterminada;
- manter o controle de fumaça em todas as áreas adjacentes ao átrio pelo tempo necessário para que toda a população de uma edificação acesse uma rota de fuga segura;
- limitar a propagação da fumaça para outras

áreas;

- d.** possibilitar uma visibilidade adequada aos ocupantes da edificação, permitindo também à 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.

#### 17.4.2 Seleção dos métodos

**17.4.2.1** 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 NTCB;
- 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 17.7.9 desta NTCB.

#### 17.4.3 Considerações gerais

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

- a.** do tipo de ocupação das dependências ao redor do átrio, bem como da 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 existirem;
- e.** do tamanho do incêndio, utilizado para dimensionar a produção de fumaça.

**17.4.3.2** Para determinação do tamanho do incêndio, consultar o item 11.9 da Parte 5 desta NTCB.

**17.4.3.3** 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.

#### 17.4.3.4 Aspectos do projeto

**a. Quanto à falha na análise:** Ver item 18.1.1 – Parte 8

**b. Quanto à confiabilidade:** Ver item 18.1.2 – Parte 8

**c. Quanto aos testes periódicos:** Ver item 18.1.3 – Parte 8

**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 deve 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.: claraboias), que são importantes fatores para determinar a estratificação da fumaça;
- c. na seleção do tipo e localização dos detectores devem ser observados:

- 1) os fatores ambientais, tais como correntes de ar circulares;
- 2) 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 Militar;

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 consequente 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. devido a 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, a fim de atender à necessidade de uma imediata detecção do incêndio e consequente 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 17.5 desta parte da NTCB;

2) Os seguintes fatores devem ser considerados:

- a. o volume de exaustão de fumaça, que deve ser determinada pela altura predeterminada 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 17.7.9 desta parte da NTCB

#### 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 separem 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 se 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:

1. com a propagação da coluna de fumaça para o átrio;
2. 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 consequência 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 nas 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.

## 17.5 Dimensionamento por cálculo algébrico

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

**17.5.2** Os procedimentos de cálculo representam um conjunto de equações baseadas na NFPA 92-B.

**17.5.3** Estabelecimento de um ambiente com duas camadas.

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

**17.5.3.2** 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.

**17.5.3.3** 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.

## 17.5.4 Tipo do fogo (chama)

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

**17.5.4.2** O fogo é classificado como estável ou instável.

## 17.5.5 Fogo estável

**17.5.5.1** Considera-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.

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

**17.5.5.3** Parâmetros de definição deste tipo de fogo podem ser encontrados no item 11.9 da Parte 5 desta NTCB.

**17.5.5.4** 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, devem-se adotar os parâmetros da Tabela 9 da Parte 5 desta NTCB;

**c.** 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.

**d.** o tamanho do incêndio para uma edificação que não possua chuveiros automáticos está condicionado à existência das proteções citadas no item anterior e deve atender ao item 11.11 da Parte 5 desta NTCB;

**e.** também são considerados fogos estáveis,

aqueles que atenderem a condição de distância de separação dos materiais combustíveis da área a ser considerada, conforme item 17.5.7 desta parte da NTCB;

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

### 17.5.6 Fogo instável

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

**17.5.6.2** Presume-se que nenhum mecanismo de supressão ou outras formas de controle possam ser aplicados.

**17.5.6.3** Caracteriza-se também quando não atender à condição de distância de separação dos materiais combustíveis da área a ser considerada, conforme item 17.5.7 desta parte da NTCB.

### 17.5.7 Distância de separação

**17.5.7.1** 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.

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

**17.5.7.3** Baseado na afirmação do item anterior, um determinado tamanho de projeto de fogo deve ser ampliado, se outros materiais estiverem dentro da distância de separação, R, indicada na Figura 37 e determinada na Equação 7.

#### Equação (7)

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

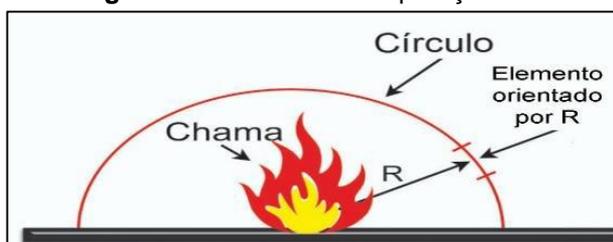
Onde:

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<sup>2</sup>).

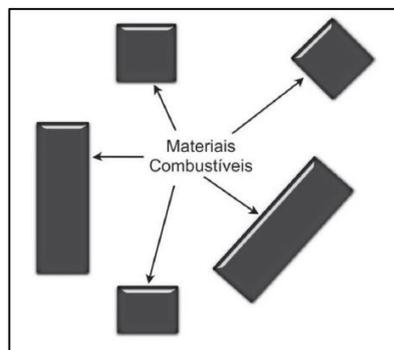
Figura 37: Distância de separação R.



**17.5.7.4** 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.

**17.5.7.5** 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 7 desta parte da NTCB.

Figura 38: Materiais combustíveis.



### 17.5.8 Taxa de liberação de calor para fogo considerado estável

**17.5.8.1** A taxa de liberação de calor, para fogo estável, deve adotar os parâmetros da Tabela 10 do item 11.11 da Parte 5 desta NTCB.

### 17.5.9 Taxa de liberação de calor para fogo considerado instável

**17.5.9.1** Um perfil do tempo ao quadrado será utilizado para expressar o fogo instável. Então, a taxa de liberação de calor será dada pela Equação (8).

**Equação (8)**

$$Q = 1.000 (t/t_g)^2$$

**Onde:**

**Q** = taxa de liberação de calor do fogo (kW)

**t** = tempo depois da ignição efetiva (s)

**t<sub>g</sub>** = tempo de crescimento (s)

**17.5.9.2** 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 kW (1.000 BTU/s).

**17.5.9.3** 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.

**17.5.9.4** 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 prevenir ignições adicionais dos materiais combustíveis adjacentes.

**17.5.9.5** Decorrido o tempo determinado pela Equação (8), entende-se que o fogo não crescerá em tamanho.

**17.5.10 Cuidados**

**17.5.10.1** 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.

**17.5.11 Detecção do fogo**

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

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

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

**17.5.11.4** 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.

**17.5.11.5** 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.

**17.5.12 Determinação da temperatura de resposta dos detectores****17.5.12.1 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.

**17.5.13 Temperatura da fumaça sob o teto****17.5.13.1 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 (9) 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 ( $A/H^2$ );

**c.** estas salas incluem as relações de  $A/H^2$ , 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 (9) para  $A/H^2 > 7,0$  visa superestimar o aumento da temperatura no decorrer do tempo.

**Equação (9)**

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

Para  $X \leq 480$

**Onde:**

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

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

### 17.5.13.2 Fogo instável

- a. para fogo instável, também denominado de t-quadrado, a equação (10) estima em função do tempo, o aumento da temperatura do jato de fumaça (ceiling jet) sob o teto;
- b. considera a 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  $t_g = 480$  s, e também com taxa de ventilação não excedendo a 1,0 troca de ar por hora.

#### Equação (10)

$$\Delta T = 2,090 [t / (t_g^{2/5} H^{4/5}) - 0,57]^{4/3} / [t_g^{4/5} H^{3/5}]$$

( $\Delta T$  em °C; t e  $t_g$  em s; H em m)

#### Onde:

- t = tempo da ignição (ativação) (s)  
 Q = taxa de liberação de calor (fogo estável) (kW)  
 H = altura do teto acima da superfície do fogo (m)  
 $\Delta T$  = aumento da temperatura no teto (°C)

### 17.5.14 Estratificação de fumaça

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

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

17.5.14.3 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.

17.5.14.4 Esta altura é determinada pela Equação (11):

#### Equação (11)

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

#### Onde:

- $z_m$  = altura máxima da fumaça acima da superfície do fogo (m)  
 $Q_c$  = porção convectiva da taxa de liberação de calor (kW)  
 $\Delta T/dz$  = taxa de mudança da temperatura ambiental baseada na altura (°C/m)

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

17.5.14.6 Assumindo que a temperatura ambiente varia linearmente com a altura, a  $Q_c$  mínima requer superar a diferença de temperatura ambiente e direcionar a fumaça para o teto ( $z_m = H$ ), conforme a Equação (12):

#### Equação (12)

$$Q_{c,min} = 1,18 \times 10^{-3} H^{5/2} \Delta T_0^{3/2}$$

#### Onde:

- $Q_{c,min}$  = taxa mínima liberação de calor convectiva para superar a estratificação (kW)  
 H = altura do teto acima da superfície do fogo (m)  
 $\Delta T_0$  = diferença de temperatura ambiental entre o teto e o nível do fogo (°C)

17.5.14.7 Como segunda alternativa, a Equação (13) pode ser utilizada, em termos de aumentar a temperatura ambiente entre o piso e o teto, suficientemente para prevenir que a coluna de fumaça, derivado da taxa de calor convectivo ( $Q_c$ ) alcance a altura (H) do teto.

#### Equação (13)

$$\Delta T^0 = 96 Q_c^{2/3} H^{5/3}$$

#### Onde:

- $\Delta T_0$  = diferença de temperatura ambiental entre o teto e o nível do fogo (°C)  
 $Q_c$  = porção convectiva da taxa de liberação de calor (kW)  
 H = altura do teto acima da superfície do fogo (m)

17.5.14.8 Como terceira alternativa, na Equação (14), pode-se avaliar a altura máxima que a coluna de fumaça, derivada da  $Q_c$ , considerando a diferença de temperatura do ambiente, tenha potência suficiente para alcançar o teto.

#### Equação (14)

$$H_{max} = 15,5 Q_c^{2/5} \Delta T_0^{3/5}$$

#### Onde:

- $H_{max}$  = altura do teto acima da superfície do fogo (m)  
 $Q_c$  = porção convectiva da taxa de liberação de calor (kW)  
 $\Delta T_0$  = diferença de temperatura do ambiente,

entre o piso que contém a superfície de fogo e o teto do átrio (°C)

#### 17.5.15 Altura da interface da camada de fumaça a qualquer tempo

**17.5.15.1** A posição da interface da camada de fumaça a qualquer tempo pode ser determinada pelas relações que reportam a 3 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.

#### 17.5.15.2 Posição da camada de fumaça com nenhum sistema de exaustão operante

a. as Equações (15) e (16) 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 (15):

#### Equação (15)

$$z/H = 1,11 - 0,28 \ln [(tQ^{1/3} / H^{4/3}) / (A/H^2)]$$

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 (s)
- Q** = taxa de liberação de calor de fogo estável (kW)
- A** = área seccional cruzada do espaço sendo preenchido com fumaça (m<sup>2</sup>)

1) Para a Equação (15):

- 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/H<sup>2</sup>, 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 evidências experimentais limitadas, a altura das primeiras indicações da fumaça acima da superfície (nível) do fogo, z, pode ser estimada para um determinado tempo, de acordo com a relação constante da equação (16):

#### Equação (16)

$$z/H = 0,91 [t/(t_g^{2/5} H^{4/5} (A/H^2)^{3/5})]^{-1,45}$$

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 (s)
- A** = área seccional cruzada do espaço sendo preenchido com fumaça (m<sup>2</sup>)
- t<sub>g</sub>** = crescimento do tempo (s)

1) Para Equação (16):

- 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/H<sup>2</sup> 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.

#### 17.5.15.3 Quantidade de fumaça formada

a. A quantidade de fumaça formada pode ser estimada conforme Equações (17) e (18) 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 (17)**

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

**Onde:**

**m** = massa total combustível consumida (kg)

**Q** = taxa de liberação de calor do fogo (kW)

**$\Delta t$**  = duração do fogo (s)

**$H_c$**  = 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 (18)**

$$m = 333 \Delta t^3 / (H_c \times t_g^2)$$

**Onde:**

**m** = massa total combustível consumida (kg)

**$\Delta t$**  = duração do fogo (s)

**$H_c$**  = calor de combustão do combustível (kJ/kg)

**$t_g$**  = crescimento do tempo (s)

**17.5.15.4 Variáveis geométricas em seções transversais e geometrias complexas**

**a.** 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;

**b.** para os locais onde essas irregularidades ocorrerem, outros métodos de análise devem ser considerados.

**c.** esses métodos de análise, que podem variar em sua complexidade, podem ser:

- 1) Modelos em escala;
- 2) Modelos de campo;
- 3) Adaptação de modelos de zona;
- 4) Análises de sensibilidade.

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

**17.5.15.5 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 deve 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 13 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 13 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 deve 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.

**Tabela 13:** Acréscimo do tempo para interface da camada de fumaça para encontrar posição selecionada (colunas assimétricas e fogos estáveis).

z/H	t / t <sub>0</sub>					
	(m / m <sub>e</sub> )					
	0,25	0,35	0,50	0,70	0,85	0,95
0,2	1,12	1,19	1,30	1,55	1,89	2,49
0,3	1,14	1,21	1,35	1,63	2,05	2,78
0,4	1,16	1,24	1,40	1,72	2,24	3,15
0,5	1,17	1,28	1,45	1,84	2,48	3,57
0,6	1,20	1,32	1,52	2,00	2,78	4,11
0,7	1,23	1,36	1,61	2,20	3,17	4,98
0,8	1,26	1,41	1,71	2,46	3,71	6,25

**Onde:**

**z** = 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)

**t<sub>0</sub>** = valor de t na ausência de exaustão de fumaça (ver Equação (15)) (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).

**m<sub>e</sub>** = valor de “m” requerido para manter a camada de fumaça indefinidamente em z, que é obtido pela Equação (20).

**17.5.16 Altura da chama**

**17.5.16.1** 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.

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

**Equação (19) – Altura da chama**

$$z_1 = 0,166 Q_c^{2/5}$$

**Onde:**

**z<sub>1</sub>** = limite de elevação da chama (m)

**Q<sub>c</sub>** = porção convectiva da taxa de liberação de calor (kW).

**17.6 Altura da camada de fumaça**

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

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

**17.6.3** 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 à camada pelo plume (coluna).

**17.7 Taxa de produção de massa de fumaça**

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

**17.7.2** Há 3 configurações de plume (coluna) de fumaça:

**17.7.2.1** Plume (colunas) de fumaça assimétricas.

**17.7.2.2** Plume de fumaças saindo pelas sacadas.

**17.7.2.3** Plume saindo por aberturas (janelas).

**17.7.3** Plume (colunas) de fumaça assimétricas

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

**17.7.3.2** 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.

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

**a.** altura (z) da camada de fumaça ser superior a altura (z<sub>1</sub>) da chama, ou seja, (z > z<sub>1</sub>);

**b.** altura da camada de fumaça (z) igual ou inferior a altura (z<sub>1</sub>) da camada de fumaça, ou seja (z ≤ z<sub>1</sub>).

**17.7.3.4** Para a condição (z > z<sub>1</sub>), a massa de fumaça gerada é determinada pela seguinte equação:

**Equação (20)**

Massa de fumaça para a condição z > z<sub>1</sub>

$$m = 0,071 Q_c^{1/3} z^{5/3} + 0,0018 Q_c (z > z_1)$$

**Onde:**

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

**z** = altura acima do combustível (m)

**Q<sub>c</sub>** = porção convectiva da taxa de liberação de calor, estimada em 70% da taxa de liberação de calor (Q) (kW).

**17.7.3.5** Para a condição (z ≤ z<sub>1</sub>), a massa de fumaça gerada é determinada pela seguinte equação:

**Equação (21)**

Massa de fumaça para a condição  $z \leq z_1$

$$m = 0.0208 Q_c^{3/5} z \quad (z \leq z_1)$$

Onde:

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

**z** = altura acima do combustível (m)

**Q<sub>c</sub>** = porção convectiva da taxa de liberação de calor estimada em 70% da taxa de liberação de calor (Q) (kW).

#### 17.7.4 Plume de fumaças saindo pelas sacadas

**17.7.4.1** 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 (ver Figura 39).

**17.7.4.2** 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.

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

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

**17.7.4.5** 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 (22).

#### Equação (22)

$$m = 0,36 (QW^2)^{1/3} (z_b + 0,25H)$$

Onde:

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

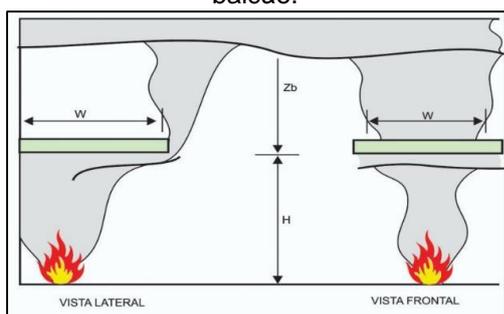
**Q** = taxa de liberação de calor (kW)

**W** = extensão da coluna saindo das sacadas (m)

**z<sub>b</sub>** = altura acima da sacada (m)

**H** = altura da sacada acima do combustível (m)

**Figura 39:** Coluna de fumaça saindo de um balcão.



**17.7.4.6** Da Equação (22) pode-se concluir:

**a.** quando  $z_b$  for aproximadamente 13 vezes a largura do espaço ( $z_b > 13 W$ ), 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 (20);

**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 (23)

Massa de fumaça para a condição  $z > z_1$

$$W = w + b$$

Onde:

**W** = largura do plume de fumaça

**w** = largura da entrada da área de origem

**b** = distância da abertura a extremidade da sacada

#### 17.7.5 Coluna de fumaça saindo por aberturas (janelas)

**17.7.5.1** A coluna de fumaça saindo por aberturas nas paredes, tais como portas e janelas, para o átrio, é configurada conforme Figuras 40 e 41.

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

#### Equação (24)

$$Q = 1260 A_w H_w^{1/2}$$

Onde:

**Q** = taxa de liberação de calor (kW)

**A<sub>w</sub>** = área da abertura de ventilação (m<sup>2</sup>)

**H<sub>w</sub>** = altura da abertura de ventilação (m)

**17.7.5.3** A equação acima assume que:

**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 átrio;

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

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

**17.7.5.3.2** 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.

**17.7.5.3.3** 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 (25)**

$$a = 2.40 A_w^{2/5} H_w^{1/5} - 2.1 H_w$$

**Onde:**

**a** = altura efetiva (m)

**A<sub>w</sub>** = área da abertura de ventilação (m<sup>2</sup>)

**H<sub>w</sub>** = altura da abertura de ventilação (m)

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

**Equação (26)**

$$m = 0,071 Q_c^{1/3} (z_w + a)^{5/3} + 0,0018 Q_c$$

**Onde:**

**z<sub>w</sub>** = altura acima do topo da janela

**17.7.5.3.5** Substituindo Q<sub>c</sub> por Q proveniente da Equação 24, temos:

**Equação (27)**

$$m = 0,68 (A_w H_w^{1/2})^{1/3} (z_w + a)^{5/3} + 1,59 A_w H_w^{1/2}$$

**17.7.5.3.6** 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.

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

**17.7.6 Volume de fumaça produzido**

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

**Equação (28)**

$$V = m/\rho$$

**Onde:**

**V** = volume produzido pela fumaça (m<sup>3</sup>/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<sup>3</sup>)

**17.7.7 Influência do contato da coluna de fumaça com as paredes**

**17.7.7.1** 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.

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

**17.7.7.3** O diâmetro da coluna de fumaça pode ser estimado como:

**Equação (29)**

$$d = 0,48 (T_0 / T)^{1/2} z$$

**Onde:**

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

**T<sub>0</sub>** = temperatura no centro da coluna (°C)

**T** = temperatura ambiente (°C)

**z** = altura (m)

**17.7.7.4** 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.

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

**Equação (30)**

$$d = 0,5 z$$

**Onde:**

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

**z** = altura (m)

**17.7.8 Velocidade máxima de entrada de ar**

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

**17.7.8.2** Uma velocidade recomendada de

entrada de ar é de 1 m/s, podendo no máximo atingir 5 m/s.

### 17.7.9 Requisitos para o fluxo de ar invertido

**17.7.9.1** 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.

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

**17.7.9.3** Esta velocidade (v) pode ser calculada com a seguinte equação:

#### Equação (31)

$$v = 0,64 [gH (T_f - T_0)/T_f]^{1/2}$$

**Onde:**

**v** = velocidade do ar (m/s)

**g** = aceleração da gravidade (9,8 m/s<sup>2</sup>)

**H** = altura da abertura (m)

**T<sub>f</sub>** = temperatura da fumaça (°K)

**T<sub>0</sub>** = temperatura do ar ambiente (°K)

**17.7.9.4** 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.

**17.7.9.5** Para o primeiro caso, como a temperatura do ambiente é menor, os valores de velocidade também serão:

a. Com H = 3,3 m, T<sub>f</sub> = 74°C (considerado para espaços com sprinkler) e T<sub>0</sub> = 21°C, o limite de velocidade será de 1,37 m/s.

b. para as mesmas condições com T<sub>f</sub> = 894° C (considerado para espaços sem sprinkler), o limite de velocidade começa a 3,01 m/s.

#### Equação (32)

T<sub>f</sub> = valor da temperatura média da fumaça (°C)

$$T_f = T_0 + (Q_c/mc_p)$$

**Onde:**

**T<sub>0</sub>** = temperatura do ar ambiente (°C)

**Q<sub>c</sub>** = porção convectiva da taxa de liberação de calor, estimada em 70% da taxa de liberação de calor (Q) (kW/s)

**m** = vazão mássica da coluna de fumaça para a altura z (kg/s)

**c<sub>p</sub>** = calor específico do ar ambiente (kJ/kg °C)

**17.7.9.6** 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 (32).

#### Equação (33)

v<sub>e</sub> = velocidade do ar (m/s)

$$v_e \text{ (m/s)} = 0,057 [Q/z]^{1/3}$$

**Onde:**

**v<sub>e</sub>** = velocidade do ar (m/s)

**Q** = taxa de liberação de calor (kW)

**z** = distância acima da base do fogo à abertura (m)

Observação:

1) A velocidade (v<sub>e</sub>) 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 (31) para calcular o limite da velocidade, estabelecendo que (v=v<sub>e</sub>), onde os valores de (T<sub>f</sub> - T<sub>0</sub>) devem ser considerados como o valor de ΔT da tabela abaixo, sendo (T<sub>f</sub> = ΔT + T<sub>0</sub>).

### 17.8 Condições perigosas

**17.8.1** 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.

**17.8.2** 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 14.

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

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

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

**17.8.6** 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.

**Tabela 14:** Equações para calcular as propriedades da camada de fumaça.

Estágios de acumulação da fumaça			
Parâmetros	Fogos estáveis	Fogos t-quadrado	Estágios de ventilação
$\Delta T$	$T_0 \{[\exp (Q_n / Q_0)]-1\}$	$T_0 \{[\exp (Q_n / Q_0)]-1\}$	$[60 (1-\chi_1) Q_c] / (\rho_o c_p V)$
D	$(D_m Q t) / [\chi_a \Delta H_c A(H-z)]$	$(D_m a t^3) / [3\chi_a \Delta H_c A(H-z)]$	$(60 D_m Q) / (\chi_a \Delta H_c V)$
$Y_i$	$(f_i Q t) / [\rho_o \chi_a \Delta H_c A(H-z)]$	$(f_i a t^3) / [3\rho_o \chi_a \Delta H_c A(H-z)]$	$(60 f_i Q) / (\rho_o \chi_a \Delta H_c V)$

**Onde:**

**A** = área transversal horizontal do espaço (ft<sup>2</sup>);  
**c<sub>p</sub>** = calor específico do ar ambiente (BTU/lb.°F);  
**D** = L-1 log(I<sub>0</sub> / I), densidade ótica;  
**I<sub>0</sub>** = intensidade da luz no ar limpo;

**I** = intensidade da luz na fumaça;  
**D<sub>m</sub> DV / m<sub>f</sub>** = massa de densidade ótica (ft<sup>2</sup>/lb)  
 medida num teste de vapor contendo toda a fumaça proveniente do material ensaiado;  
**m<sub>f</sub>** = a taxa de massa incandescente (lb/s);  
**f<sub>i</sub>** = fator de produção de espécies i (lb espécies i / lb combustível);

**H** = altura do teto (ft);  
**ΔH<sub>c</sub>** = calor da combustão completa (BTU/lb);  
**Q** = taxa de liberação do calor do fogo (BTU/s);  
**Q<sub>c</sub>** = porção convectiva da taxa de liberação de calor (BTU/s);

**Q<sub>n</sub>** =  $\int (1-\chi_1) Q dt$   
 Para fogos estáveis:  $Q_n=(1-\chi_1)Qt$  (BTU);  
 Para fogos t<sup>2</sup>:  $Q_n=(1-\chi_1) a t^3/3$  (BTU);  
**Q<sub>0</sub>** =  $\rho_o c_p T_0 A (H - z)$  (BTU);  
**t** = tempo para ignição (s);

**T<sub>0</sub>** = temperatura ambiente absoluta (°R);  
**ΔT** = aumento da temperatura na camada de fumaça (°F);

**V** = taxa de ventilação volumétrica (ft<sup>3</sup>/min);  
**Y<sub>i</sub>** = fração de massa das espécies i (lb espécies i / lb fumaça);

**z** = altura do topo do combustível até a camada de fumaça (ft);

**a** = coeficiente do crescimento do fogo t<sup>2</sup> (BTU/s<sup>3</sup>);

**ρ<sub>o</sub>** = densidade do ar ambiente (lb/ft<sup>3</sup>);  
**χ<sub>a</sub>** = fator de eficiência da combustão, valor máximo de 1;  
**χ<sub>1</sub>** = fator de perda de calor total da camada de fumaça aos limites do átrio, valor máximo de 1, aumento máximo de temperatura ocorrerá se χ<sub>1</sub>=0.

## ANEXO K – NTCB 43

## Modelo de utilização do dimensionamento para extração de fumaça em átrio não padronizado

## 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: 9,86°C;
- g. detector de temperatura localizado no teto do átrio, acionado com uma diferença de temperatura de 10°C.

## 1º passo: Determinação do tempo de ativação do detector, com o fogo localizado na base do átrio e os detectores no topo do átrio:

- a. Utilizando a Equação (9):

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

Para  $X \leq 480$

Onde:

$$X = (t Q^{1/3}) / (H^{4/3}) \Rightarrow t = (X H^{4/3}) / (Q^{1/3})$$

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

Onde:

t = tempo da ignição (ativação) (seg)

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

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

$\Delta T$  = aumento da temperatura no teto (°C)

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

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

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

## 2º passo: Verificação da altura que a fumaça irá alcançar sem estratificar, para confirmar se a posição (altura) dos detectores irá acionar o sistema de controle de fumaça:

- a. Utilizando a Equação (14):

$$H_{\max} = 15,5 Q_c^{2/5} \Delta T_0^{-3/5}$$

Onde:

$H_{\max}$  = altura do teto acima da superfície do fogo (m)

$Q_c$  = porção convectiva da taxa de liberação de calor (kW)

$\Delta T_0$  = diferença de temperatura ambiental entre o piso da superfície do fogo e o teto (°C)

$$H_{\max} = 15,5 (5275 \times 0,7)^{2/5} \times 10^{-3/5} = 104 \text{ m}$$

Obs.:

1)  $Q_c = 0,7 Q$ ;

2) A altura que a fumaça atingirá sem estratificar é de 104 m, sendo que os detectores estão instalados a 36,5 m, portanto serão acionados.

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

- a. Utilizando a Equação (15):

**ANEXO K – NTCB 43**  
**(continuação)**

$$z/H = 1,11 - 0,28 \ln [(tQ^{1/3} / H^{4/3}) / (A/H^2)]$$

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 (s);

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

A = área seccional cruzada do espaço sendo preenchido com fumaça (m<sup>2</sup>).

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

Obs.:

- 1) Quando a profundidade da camada de fumaça for menor que 0,2 H, o dimensionamento obtido pela Equação (15) não prevê uma estimativa que se pode confiar (item 2 da Equação (15));
- 2) Entretanto, o resultado indica que o átrio terá um acúmulo de fumaça significativo;
- 3) O fato da camada de fumaça descer até o nível do piso não indica necessariamente condição de perigo;
- 4) Pode-se afirmar que a interface da camada de fumaça é definida quão antecipadamente será detectada a presença de fumaça.

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

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

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

**c.** Em uma terceira tentativa com t = 40 s, decorrente da previsão de detector linear, temos:

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

$$z = \{1,1 - 0,28 \ln [(120 \times 5275^{1/3} / 36,5^{4/3}) / (30,5 \times 61 / 36,5^2)]\} \times 36,5 = 26,05 \text{ m} \approx 26 \text{ m}$$

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

**4º passo: Determinação da taxa de exaustão de fumaça, 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 (19), a fim de determinar a altura da chama:

$$z_1 = 0,166 Q_c^{2/5}$$

Onde:

z<sub>1</sub> = limite de elevação da chama (m)

Q<sub>c</sub> = porção convectiva da taxa de liberação de calor (kW)

$$z_1 = 0,166 (5.275 \times 0,7)^{2/5}$$

$$z_1 = 4,45 \text{ m}$$

**ANEXO K – NTCB 43**  
**(continuação)**

**b.** com a interface da camada de fumaça sendo projetada com a altura de 26 m (z) 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 (20)):

Equação (20)

$$m = 0,071 Q_c^{1/3} z^{5/3} + 0,0018 Q_c (z > z_1)$$

Onde:

m = vazão mássica da coluna de fumaça para a altura z (kg/s)

z = altura acima do combustível (m)

$Q_c$  = porção convectiva da taxa de liberação de calor, estimada em 70% da taxa de liberação de calor (Q) (kW)

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

$$m = 257,06 \text{ kg/s}$$

**c.** para a obtenção do valor da temperatura média da camada de fumaça ( $T_f$ ) utilizamos a Equação (32).

$$T_f = T_0 + (Q_c/mc_p)$$

Onde:

$T_0$  = temperatura do ar ambiente (°C) => 21° C (conhecido)

$Q_c$  = porção convectiva da taxa de liberação de calor, estimada em 70% da taxa de liberação de calor (Q) (kW/s)

m = vazão mássica da coluna de fumaça para a altura z (kg/s)

$c_p$  = calor específico do ar-ambiente => 1,0 kJ/kg-°C (conhecido)

$$T_f = 70 + [(3692,5)/(257,06 \times 1)]$$

$$T_f = 35,4^\circ \text{ C}$$

**d.** 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 (28), temos:

$$V = m/\rho$$

Onde:

$\rho$  = densidade da fumaça (kg/m<sup>3</sup>)

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

Para o exemplo:

$$\rho = 1,2 \text{ kg/m}^3$$

$$m = 257,06 \text{ kg/s}$$

$$V = 257,06/1,2$$

$$V = 214,21 \text{ m}^3/\text{s}$$

**5° passo: Verificação se a coluna de fumaça entrará em contato com as paredes. Utilizando a Equação (30), temos:**

$$d = 0.5 z$$

### ANEXO K – NTCB 43 (continuação)

Onde:

d = diâmetro do plume de fumaça (m)  
z = altura da camada de fumaça (ft) = 26 m

$$d = 0,5 \text{ (26)} \\ d = 13 \text{ m}$$

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.

**6º passo: Determinação da temperatura da camada de fumaça depois da atuação do sistema de exaustão, visando estudar se a coluna de fumaça terá alterações.**

a. Aplicando-se as fórmulas contidas na Tabela 14:

$$\Delta T = [60 (1 - \chi_1) Q_c] / (\rho_0 c_p V)$$

Onde:

$\Delta T$  = temperatura da camada de fumaça

$\chi_1$  = fator de perda de calor total da camada de fumaça aos limites do átrio, valor máximo de 1, aumento máximo de temperatura ocorrerá se  $\chi_1 = 0$  (valor a ser considerado no exercício)

$Q_c$  = porção convectiva da taxa de liberação de calor (BTU/s).

$\rho_0$  = densidade do ar ambiente (lb/ft<sup>3</sup>)

$c_p$  = calor específico do ar-ambiente

V = taxa de vazão volumétrica (ft<sup>3</sup>/min) (letra “c” do 4º passo – multiplicar resultado de V, letra “d” do 4º passo por 2.118,88)

Para a equação temos:

$\chi_1 = 0$  (dado)

$Q_c = 3500$  BTU/s ( $Q_c = 0,7 \times Q = 0,7 \times 5.275 = 3.692,7$  kW, do 2º passo – convertido para BTU/s)

$\rho_0 = 0,075$  lb/ft<sup>3</sup> (conhecido)

$c_p = 0,24$  BTU/lb-°F (1,0 kJ/kg-°C) (conhecido da letra “c” do 4º passo)

V = 453.885,29 ft<sup>3</sup>/min (214,21 m<sup>3</sup>/s)

$$\Delta T = [60 (1-0) 3500] / [0,075 \times 0,24 \times 453.885,29] = 25,85^\circ\text{F} \\ \Delta T = -3,4^\circ\text{C}$$

**7º 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 do espaço adjacente em relação ao átrio são de 3,04 m (largura) x 1,82 m (altura) (dado do exercício);

2) A temperatura média da camada de fumaça é de 35,4°C (letra “c” do 4º passo);

3) Utilizando a Equação (31), temos:

$$v = 0,64 [gH (T_f - T_0)/(T_f)]^{1/2}$$

Onde:

v = velocidade do ar (m/s);

g = aceleração da gravidade (9,8 m/s<sup>2</sup>);

H = altura da abertura (m);

$T_f$  = temperatura da fumaça quente (°K);

$T_0$  = temperatura do ar ambiente (°K)

**ANEXO K – NTCB 43**  
**(continuação)**

Para o caso, temos:

$$H = 1,82 \text{ m}$$

$$T_f = 35,4^\circ \text{ C (308,55}^\circ \text{ K)}$$

$$T_0 = 21^\circ \text{ C (294,15}^\circ \text{ K)}$$

$$v = 0,64 [9,8 \times 1,82 \times (308,55 - 294,15)/(308,55)]^{1/2} = 0,59 \text{ m/s.}$$

**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 (33), temos:

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

Onde:

$v_e$  = 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:

$$Q = 5275 \text{ kW}$$

$$z = 26 \text{ m}$$

$$v_e = 0,057 [Q/z]^{1/3} = 0,057 [5275/ 26]^{1/3}$$

$$v_e = 0,33 \text{ m/s (menor que 1,01 m/s, portanto está OK).}$$

**PARTE 8 – ASPECTOS DE SEGURANÇA****18 ASPECTOS DE SEGURANÇA DO PROJETO DE SISTEMA DE CONTROLE DE FUMAÇA****18.1 Quanto à falha na análise**

**18.1.1.1** 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.

**18.1.1.2** 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.

**18.1.1.3** 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.

**18.1.1.4** Deve 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.

**18.2 Quanto à confiabilidade**

**18.2.1** 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.

**18.2.2** 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.

**18.2.3** 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.

**18.2.4** 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.

**18.3 Quanto aos testes periódicos**

**18.3.1** 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.

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

**18.4 Equipamentos e controle****18.4.1 Informações gerais**

**18.4.1.1** 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.

**18.4.1.2** 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.

**18.4.2 Sistema de renovação do ar**

**18.4.2.1** 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.

**18.4.2.2** 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.

**18.4.2.3** 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.

**18.4.2.4** Caso o sistema de ar-condicionado não integrar o sistema de controle de fumaça, cuidados especiais devem ser observados 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 para áreas adjacentes e pisos superiores ao local sinistrado.

### 18.4.3 Sistemas de controle

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

**18.4.3.2** 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.

### 18.4.4 Coordenação

**18.4.4.1** O sistema de gerenciamento deve coordenar completamente o sistema de controle de fumaça.

**18.4.4.2** 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.).

### 18.4.5 Tempo de resposta

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

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

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

**18.4.5.4** 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.

### 18.4.6 Instrumentalização e supervisão dos sistemas de controle de fumaça

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

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

**18.4.6.3** 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.

### 18.4.7 Acionamento manual

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

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

### 18.4.8 Fornecimento elétrico

**18.4.8.1** Instalações elétricas devem atender aos requisitos das normas técnicas oficiais.

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

### 18.4.9 Materiais

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

### 18.4.10 Testes

**18.4.10.1** O sistema de controle de fumaça e seus e subsistemas, devem ser testados nos critérios especificados em projeto.

**18.4.10.2** 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.

### 18.4.11 Testes dos componentes do sistema

**18.4.11.1** 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.

**18.4.11.2** Os testes devem ser feitos por

profissional ou entidade de reconhecida especialização, de preferência sem vínculo de qualquer espécie com a firma que executou instalação. Quando os testes forem feitos pela firma instaladora, recomenda-se que o procedimento seja feito sob a supervisão do agente fiscalizador do empreendimento, ou do projetista da instalação que poderá ser contratado para esta finalidade.

**18.4.11.3** 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.

**18.4.11.4** Os resultados dos testes devem ser documentados por escrito.

**18.4.11.5** O teste deve incluir os seguintes subsistemas, uma vez que podem afetar ou ser afetados pela operação do sistema de gerenciamento de fumaça:

- a. sinalização de detecção do incêndio;
- b. sistema de gerenciamento de energia;
- c. equipamento de ar-condicionado;
- d. sistema de controle de temperatura;
- e. fontes de energia;
- f. interrupção de energia;
- g. sistemas automáticos de supressão;
- h. operação automática de portas e fechamentos;
- i. outros sistemas que interferem no sistema de controle de fumaça.

#### **18.4.12 Testes de aceitação**

**18.4.12.1** 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.

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

**18.4.12.3** Os seguintes parâmetros precisam ser mensurados durante a aceitação do teste:

- a. taxa volumétrica de todas as grelhas de extração de fumaça e introdução de ar, considerando o isolamento de cada setor previsto

- na divisão de zonas de atuação do sistema;
- b. direção do fluxo de ar;
- c. enclausuramento de abertura das portas (quando constantes do projeto);
- d. diferenciais de pressão;
- e. temperatura ambiente.

**18.4.12.4** Antes de iniciar o teste de aceitação, todo o equipamento da edificação deve ser colocado 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.

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

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

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

**18.4.12.8** Os testes com bombas de fumaça não fornecerão calor e flutuação da fumaça como um fogo real, e não se prestam para avaliar o real desempenho do sistema.

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

#### **18.4.13 Manuais e instruções**

As informações visando à operação básica e manutenção do sistema deve ser fornecida ao proprietário.

#### **18.4.14 Testes para obtenção do Alvará de Segurança Contra Incêndio e Pânico (ASCIP)**

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

#### **18.4.15 Modificações**

**18.4.15.1** 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.

#### **18.4.16 Testes periódicos**

**18.4.16.1** Uma manutenção deve incluir testes periódicos de todos os equipamentos, como

sistema de acionamento, ventiladores, obturadores e controles dos diversos componentes do sistema.

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

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

**18.4.16.4** A frequência de teste deve ser semestral e realizada por profissionais que possuam conhecimento da operação, funcionamento do teste e manutenção dos sistemas, com Anotação, Registro ou Termo de Responsabilidade Técnica.

**18.4.16.5** Os resultados dos testes devem ser registrados.

**18.4.16.6** Para este teste, o sistema de controle de fumaça deverá ser operado na sequência especificada em projeto.

## **18.5 Outros métodos de dimensionamento**

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

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