

**SECRETARIA DA SEGURANÇA PÚBLICA**  
**POLÍCIA MILITAR DO ESTADO DE SÃO PAULO**

**Corpo de Bombeiros**

**INSTRUÇÃO TÉCNICA Nº 15/2019**

**Controle de fumaça**

**Parte 1 – Regras gerais**

**SUMÁRIO**

- 1 Objetivo
- 2 Aplicação
- 3 Referências normativas e bibliográficas
- 4 Procedimentos
- 5 Subsolo
- 6 Edificações sem janelas

**ANEXO**

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

## 1 OBJETIVO

1.1 Estabelecer parâmetros técnicos para implementação do sistema de controle de fumaça, atendendo ao previsto no Regulamento de segurança contra incêndio das edificações e áreas de risco.

## 2 APLICAÇÃO

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

- a. 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. o controle e a redução da propagação de gases quentes e fumaça entre a área incendiada e áreas adjacentes, diminuindo 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 Instruções Técnicas nº 11 – Saídas de emergência, 12 – Centros esportivos e de exibição – requisitos de segurança contra incêndio e 13 – Pressurização de escada de segurança, devendo ser observado que diferentes sistemas de controle de fumaça (em rotas de fuga horizontais e verticais) devem ser compatíveis entre si.

## 3 REFERÊNCIAS NORMATIVAS E BIBLIOGRÁFICAS

Para melhor compreensão desta Instrução Técnica é recomendável consultar as seguintes normas:

ASSEMBLÉE PLÉNIÈRE DES SOCIÉTÉS D'ASSURANCES DOMMAGES. **R17: Règle d'installation - Exutoires de fumées et de chaleur.** França: CNPP, 2000.

BUILDING OFFICIALS & CODE ADMINISTRATORS INTERNATIONAL. **THE BOCA: National Building Code. 8th edition Illinois (EUA): BOCA, 1999.**

BUREAU D'ÉTUDE SÉCURITÉ INCENDIE. **INSTRUCTION TECHNIQUE 246: Relative au désenfumage dans les établissements recevant du public.** França: BATISS, 2004.

\_\_\_\_\_. **INSTRUCTION TECHNIQUE 247: Relative aux mécanismes de déclenchement des dispositifs de fermeture résistants au feu et de désenfumage.** França: BATISS, 1982.

\_\_\_\_\_. **INSTRUCTION TECHNIQUE 263: Relative à la construction et au désenfumage des volumes libres intérieurs dans les établissements recevant du public.** França: BATISS, 2001

DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG. **DIN 18232-5: Smoke and heat control installations - Part 5: Powered smoke exhaust systems; requirements, design.** Alemanha: DIN, 2012.

KLOTE, John H. et al. **Handbook of Smoke Control Engineering.** Atlanta (EUA): ASHRAE, 2012.

MINISTÉRIO DO EQUIPAMENTO, DO PLANEJAMENTO E DA ADMINISTRAÇÃO. **Decreto-lei nº 410, de 23 de dezembro de 1998. Regulamento de Segurança Contra Incêndio em Edificações do Tipo Administrativo.** Portugal.

\_\_\_\_\_. **Decreto-lei nº 414, de 31 de dezembro de 1998. Regulamento de Segurança Contra Incêndio em Edificações Escolares.** Portugal.

\_\_\_\_\_. **Decreto-lei nº 368, de 18 de setembro de 1999. Regulamento de Segurança Contra Incêndio em Estabelecimentos Comerciais.** Portugal.

NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION. **NFPA 92: Smoke Control Systems.** Estados Unidos da América: NFPA, 2015.

\_\_\_\_\_. **NFPA 92B: Guide for Smoke Management Systems in Malls, Atria, and Large Areas.** Estados Unidos da América: NFPA, 2009.

SMOKE CONTROL ASSOCIATION. **GUIDANCE FOR THE DESIGN OF SMOKE VENTILATION SYSTEMS FOR SINGLE STOREY INDUSTRIAL BUILDINGS, INCLUDING THOSE WITH MEZZANINE FLOORS, AND HIGH RACKED STORAGE WAREHOUSES.** Inglaterra: Federation Of Environmental Trade Associations, 1994.

## 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);

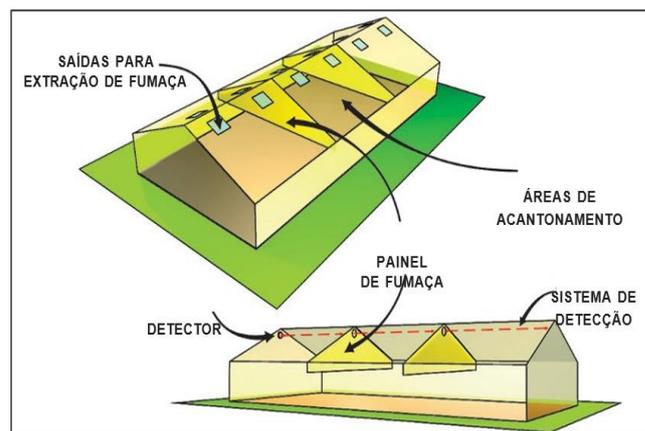


Figura 1: Acantonamento

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

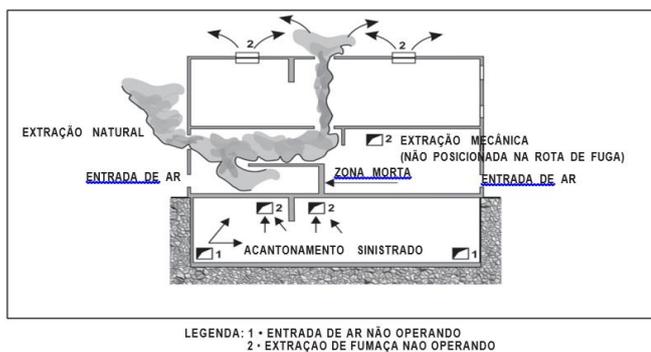


Figura 2: Zonas mortas

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 extração de fumaça e introdução de ar

Extração de fumaça	Introdução de ar limpo
Natural	Natural
Mecânica	Natural
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 Instrução 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 extração 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, indica por ocupação as partes da edificação que devem possuir controle de fumaça.

#### 4.2 Edificações elevadas (altura superior a 90 metros)

4.2.1 Nas edificações com altura superior a 90 metros é requerida a instalação de um sistema de controle de fumaça

protegendo os acessos às rotas de fuga.

4.2.2 O sistema deverá ser dimensionado conforme a Parte 5 desta IT, adotando-se:

4.2.2.1 A altura mínima da zona livre de fumaça a ser considerada para o cálculo da vazão de extração deve ser 2,20 m.

4.2.2.2 A velocidade de ar, por ponto de extração, deve ser de no máximo 5 m/s.

4.2.2.3 Deve haver, no mínimo, 2 pontos de extração por pavimento, respeitando-se a velocidade máxima e a distribuição eficaz das grelhas.

4.2.2.4 A velocidade deve ser medida considerando-se a área de face da grelha de extração.

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

4.2.3.1 A extração de fumaça deve ser feita no interior da unidade, com pontos de extração 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.

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

4.2.3.3 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, e grelha posicionada junto à porta direcionando o fluxo de ar para o piso ou através de porta com sistema de abertura automatizado.

4.2.3.4 Deve ser previsto um sistema independente de extração e introdução de ar para cada área de compartimentação existente em um mesmo pavimento, em função de critério estabelecido na IT 09 – Compartimentação vertical e horizontal.

4.2.4 Devem ser adotados os seguintes parâmetros quando se tratar de corredores definidos:

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

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

4.2.4.3 A velocidade de ar, por ponto de extração, deve ser de no máximo 5 m/s.

4.2.4.4 Deve haver, no mínimo, 2 pontos de extração por pavimento, respeitando-se a velocidade máxima e a distribuição eficaz das grelhas.

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

4.2.4.6 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.

4.2.5 Quando a edificação for composta por unidades autônomas com área superior a 300 m<sup>2</sup> e corredores definidos, o sistema deverá ser projetado e instalado, por consequência, conforme o item 4.2.3 para áreas superiores a 300 m<sup>2</sup>, e item 4.2.4 para corredores;

## 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 aberturas distribuídas uniformemente em pelo menos duas paredes distintas, 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 sistema de controle de fumaça, conforme parâmetros da Tabela 7 do Regulamento de segurança contra incêndio das edificações e áreas de risco. O dimensionamento deve ser desenvolvido conforme a Parte 6 desta IT.

**5.1.3.1** Os subsolos com área até 50 m<sup>2</sup>, independente da ocupação, deverão atender o disposto no item 13.3 da Parte 6 desta IT.

## 6 EDIFICAÇÕES SEM JANELAS

**6.1** Edificações sem janelas 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 IT 09, 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 aberturas distribuídas uniformemente em pelo menos duas paredes distintas, com área útil para 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.

**6.2.2** Para edificações com ocupação de Grupos C, I e J, quando providas de sistema de chuveiros automáticos e detecção de incêndio, não serão consideradas edificações sem janelas se os pavimentos forem dotados de portas externas, janelas ou outras aberturas com dimensões mínimas de 60 cm x 60 cm, espaçadas a não mais de 50 m nas paredes periféricas, permitindo a ventilação e operações de salvamento.

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

**6.3.1** Quando houver portas ou aberturas somente na fachada frontal e estas forem maiores do que largura e altura necessárias para a saída de emergência da edificação, o que exceder a esta área pode ser considerado para o cômputo da área destinada a ventilação.

**6.3.2** A exceção anterior somente poderá ser aplicada nos casos em que houver paredes contíguas, de outras edificações, nas demais fachadas, que impossibilitem a abertura necessária descrita no item 6.2.

**6.4** Edificações sem janelas devem ser dotadas de extração mecânica com capacidade mínima de 10 trocas do volume por hora.

**6.4.1** As edificações com ocupação de Grupos C, I e J, quando providas de sistema de chuveiros automáticos e detecção de incêndio, poderão adotar extração mecânica com capacidade mínima de 5 trocas do volume por hora em substituição as aberturas citadas no item 6.2.2

**6.4.2** Os extratores devem ser acionados automaticamente por um sistema de detecção de incêndio e alternativamente por acionamento manual remoto, em local de supervisão permanente, conforme descrito nas Partes 2 e 8 desta IT.

**6.4.3** Os extratores e dutos, para atenderem este fim, não precisam atender aos parâmetros de resistência ao fogo e à fumaça e gases quentes e de redundância de funcionamento, mencionados nos itens 8.2.5.1, 8.2.8.1 e 8.2.8.4 da Parte 2 desta IT.

**6.5** Alternativamente, as edificações sem janelas podem ser dotadas de sistema de controle de fumaça natural, dimensionado conforme a Parte 3 ou a Parte 4, ou sistema de controle de fumaça mecânico, dimensionado conforme a Parte 5, desta IT.

**6.6** Para atender os subsolos, conforme nota 4 da Tabela 7 do Regulamento de segurança contra incêndio das edificações e áreas de risco, o item 13.2 da Parte 6 desta IT deverá ser verificado.

**6.7** Em caso de exigência de implementação do sistema de controle de fumaça, conforme o Regulamento de segurança contra incêndio das edificações e áreas de risco, mesmo a edificação estando enquadradas nos itens 6.1, 6.1.1 e 6.1.2, os parâmetros a serem utilizados são os referidos no Anexo A desta parte da IT.

## ANEXO A

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

CARACTERÍSTICA DA EDIFICAÇÃO									
OCUPAÇÃO	H > 90 (sem átrio)		Subsolo		Átrio ou quebra de isolamento vertical		Exigências de outras IT		
	Locais a proteger	Partes da IT 15 a consultar	Locais a proteger	Partes da IT 15 a consultar	Locais a proteger	Partes da IT 15 a consultar	Locais a proteger	Partes da IT 15 a consultar	
<b>RESIDENCIAL</b>	-----	-----	Todos os locais com ocupação distinta de estacionamento	1, 2, 6 e 8	Átrio;	1, 2, 7 e 8	Edifícios sem janelas	Com corredores definidos	1, 2, 6 e 8
								Sem corredores	1, 2, 5 e 8
<b>SERVIÇOS DE HOSPEDAGEM</b>	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
<b>COMERCIAL</b>	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

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

CARACTERÍSTICA DA EDIFICAÇÃO									
OCUPAÇÃO	H > 90 (sem átrio)		Subsolo		Átrio ou quebra de isolamento vertical		Exigências de outras IT		
	Locais a proteger	Partes da IT 15 a consultar	Locais a proteger	Partes da IT 15 a consultar	Locais a proteger	Partes da IT 15 a consultar	Locais a proteger	Partes da IT 15 a consultar	
<b>SERVIÇOS PROFISSIONAIS</b>	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	Sem corredores	1, 2, 5 e 8
<b>EDUCACIONAL (Grupo E)</b>	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	Sem corredores	1, 2, 5 e 8
<b>LOCAL DE REUNIÃO DE PÚBLICO</b>	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	Sem corredores	1, 2, 5 e 8

## ANEXO A

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

CARACTERÍSTICA DA EDIFICAÇÃO									
OCUPAÇÃO	H > 90 (sem átrio)		Subsolo		Átrio ou quebra de isolamento vertical		Exigências de outras IT		
	Locais a proteger	Partes da IT 15 a consultar	Locais a proteger	Partes da IT 15 a consultar	Locais a proteger	Partes da IT 15 a consultar	Locais a proteger		Partes da IT 15 a consultar
SERVIÇOS AUTOMOTIVOS E ASSEMBLADOS	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
SERVIÇOS 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
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

**Notagênérica:**

1) Todos os subsolos destinados a estacionamento devem atender ao item 13.3 da Parte "6" desta IT

**SECRETARIA DA SEGURANÇA PÚBLICA**  
**POLÍCIA MILITAR DO ESTADO DE SÃO PAULO**

**Corpo de Bombeiros**

**INSTRUÇÃO TÉCNICA Nº 15/2019**

**Controle de fumaça**

**Parte 2 – Conceitos, definições e componentes do sistema**

**SUMÁRIO**

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

## 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 3: ).

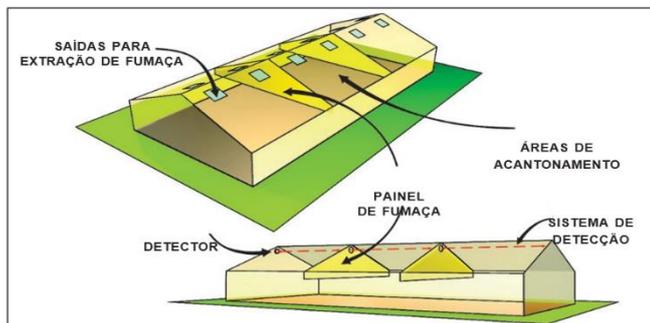


Figura 3: Acantonamento

**7.2 Altura da zona enfumaçada ( $H_f$ ):** diferença entre a altura de referência e a altura de zona livre de fumaça (Figura 4).

**7.3 Altura da zona livre de fumaça ( $H'$ ):** altura medida entre face superior do chão e a parte mais baixa da barreira de fumaça e, se não houver esta, entre a face superior do chão e a face inferior da camada de fumaça (Figura 4).

**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 4).

**Observação:** Quando o falso teto for vazado, com aberturas que representem uma área igual ou superior a 50% de sua superfície, este teto não deve ser considerado.

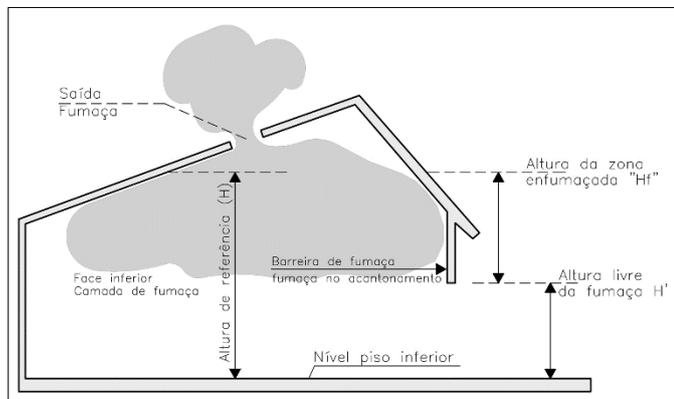


Figura 4: Altura de referência, livre de fumaça e da zona enfumaçada

**7.5 Área livre de um vão de fachada, de grelha ou de um extrator 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 extrator 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 5).

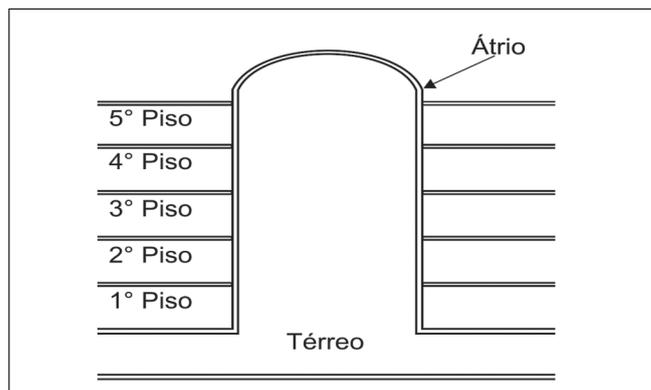


Figura 5: Átrio

**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 7).

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

**7.10 Corredor definido:** passagem no interior de edificação ou em um de seus pavimentos, considerada área comum, que delimita o espaço entre escadas e elevadores e a entrada das unidades autônomas (exemplos: apartamentos, quartos de hotéis, escritórios, consultórios).

**7.11 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.

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

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

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

**7.15 Extrator 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.

**7.16 Extrator 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.

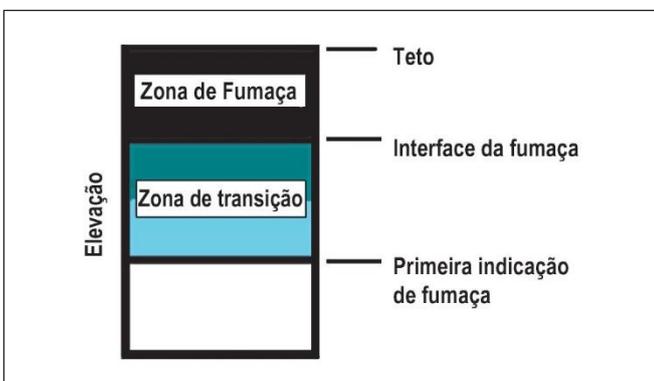
**7.17 Extração de fumaça:** retirada (natural ou mecânica) da fumaça de ambientes protegidos pelo sistema de controle de fumaça.

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

**7.19 Fumaça:** partículas de ar transportadas nas formas sólida, líquida e gasosa, decorrentes de um material submetido à pirólise ou combustão que juntamente com a quantidade de ar formam uma massa.

**7.20 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 6).

Figura 6: Interface da camada de fumaça



**7.21 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.

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

**7.23 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).

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

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

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

**7.27 Registro corta-fogo e fumaça:** dispositivos utilizados no sistema de controle de fumaça, dependendo da necessidade, projetados para resistirem à passagem de fogo, gases quentes e/ou fumaça no interior de dutos, paredes ou lajes, atendendo a requisitos de resistência a fogo, fumaça e estanqueidade.

**7.28 Sistema de controle de fumaça:** processo com conjunto de equipamentos através dos quais a fumaça e os gases quentes são limitados, restringidos e extraídos.

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

**7.30 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.

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

**7.32 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;
- b. Extração de fumaça, que pode ser pelos seguintes dispositivos:
  - 1) Extratores naturais, que são:
    - a. abertura ou vão de extração;
    - c. janela e veneziana de extração;
    - d. grelhas ligadas a dutos;
    - e. claraboia ou alçapão de extração;
    - f. poços ingleses;
    - g. dutos e peças especiais;
    - h. registros corta-fogo e fumaça;
    - i. 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 introdução 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:

- elementos de construção do edifício ou qualquer outro componente rígido e estável;
- materiais incombustíveis parachamas que apresentem tempo de resistência ao previsto para as coberturas conforme IT 08 – Resistência ao fogo dos elementos de construção, porém, com o tempo mínimo de 15 min;
- podem ser utilizados vidros de segurança, do tipo laminado, conforme NBR 7199;
- outros dispositivos, decorrentes de inovações tecnológicas, desde que submetidos à aprovação prévia do Corpo de Bombeiros.

#### 8.2.1.2 As barreiras de fumaça devem ter altura mínima de 0,50 m e conter a camada de fumaça (Figura 7).

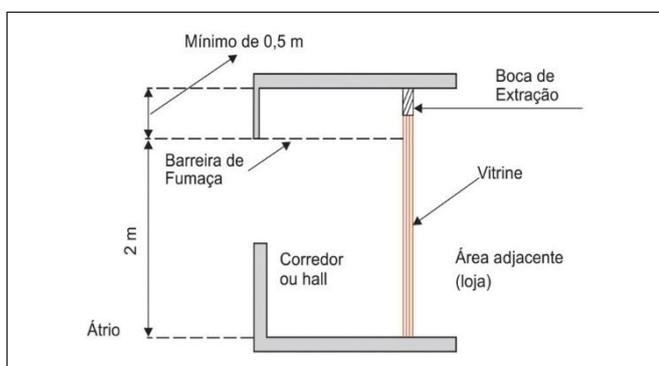


Figura 7: Detalhe de barreira de fumaça – corte

#### 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:

- nos casos em que sirvam a dutos exclusivos a um piso;
- nas instalações de ventilação e de tratamento de ar normais da edificação que participem do controle de fumaça;
- onde haja dispositivos de fechamento (registros corta-fogo e fumaça, etc.) para o sistema de dutos do acionamento, que isolem os dutos das demais partes comuns do sistema de controle de fumaça da edificação.

#### Observações:

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

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

necessário.

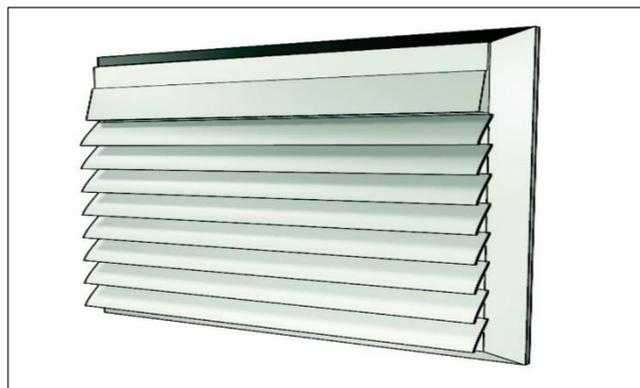
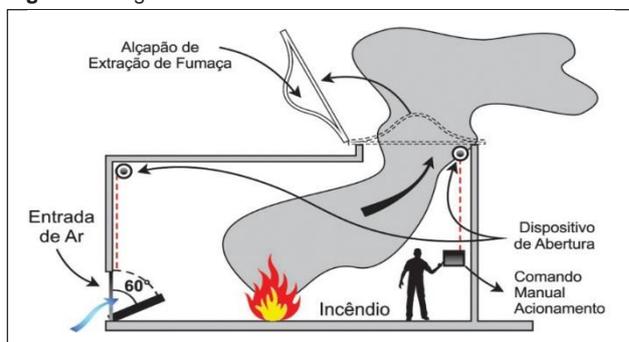


Figura 8: Grelha de fumaça

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 9).

#### Figura 9: 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 em um 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 90 minutos.

### 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:

- abertura dos registros ou dos extratores naturais do local ou da circulação sinistrada;
- interrupção das operações das instalações de ventilação ou de tratamento de ar, quando existirem, a menos que essas instalações participem do controle de fumaça;
- 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 extratores 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 minutos, 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. Como referência, o tempo de acionamento do sistema, seja o acionamento automático ou manual, deve ser de aproximadamente 10 segundos. Após o acionamento do sistema, os registros devem estar na posição totalmente aberta em aproximadamente 75 segundos e, somente após estas aberturas, os ventiladores poderão ser acionados, tendo como limite o tempo de 60 segundos para atingir sua máxima velocidade. O sistema deverá estar em pleno funcionamento em até 2 minutos e 25 segundos.

**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;
- 2) Ter resistência interna à fumaça e gases quentes de 90 min, exceto para os casos permitidos e constantes em item específico sobre edificação sem janelas conforme a Parte 1 desta IT e da nota 4 da Tabela 7 do

Regulamento de Segurança contra Incêndio nas edificações e áreas de risco;

- 3) Apresentar uma estanqueidade satisfatória do ar;
- 4) Ter a seção mínima igual às áreas livres das aberturas que o servem em cada piso;
- 5) Ter a relação entre as dimensões transversais de um duto não superior a dois;
- 6) 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;
- 2) Ter resistência interna à fumaça e gases quentes de 90 min, exceto para os casos permitidos e constantes em item específico sobre edificação sem janelas conforme a Parte 1 desta IT e da nota 4 da Tabela 7 do Regulamento de Segurança contra Incêndio nas edificações e áreas de risco;
- 3) Ter resistência externa a fogo por 90 min, quando fizer parte de um sistema utilizado para extrair fumaça de diversos ambientes ou quando utilizado para introdução de ar, exceto para os casos permitidos e constantes em item específico sobre edificação sem janelas conforme a Parte 1 desta IT e da nota 4 da Tabela 7 do Regulamento de Segurança contra Incêndio nas edificações e áreas de risco;
- 4) Apresentar estanqueidade satisfatória do ar;
- 5) Ser dimensionado para uma velocidade máxima de 10 m/s quando for construído em alvenaria ou gesso acartonado;
- 6) 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 20° C, com velocidade nula.

**8.2.5.3** 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, 90 min.

## 8.2.6 Fontes alternativas de alimentação elétrica

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

- 1) Conjunto de baterias (“*nobreak*”), quando aplicável;
- 2) 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 12 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.

**8.2.6.4** O tempo mínimo de autonomia deve ser de 120 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 90 min.

**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 ventiladores de extração de fumaça e introdução de ar 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 90 min, exceto para os casos permitidos e constantes em item específico sobre edificação sem janelas conforme a Parte 1 desta IT e da nota 4 da Tabela 7 do Regulamento de Segurança contra Incêndio nas edificações e áreas de risco.

**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 edificações com área total superior a 1.600 m<sup>2</sup>, deve ser previsto o equipamento reserva para o conjunto de ventiladores do sistema de controle de fumaça com extração e introdução de ar mecânicas. Esta redundância deve representar somente um equipamento para cada conjunto de equipamentos (N+1), tanto para extração de fumaça quanto para introdução de ar, com reversão automática em caso de falha no equipamento operante.

*Observação: N = número de ventiladores.*

# POLÍCIA MILITAR DO ESTADO DE SÃO PAULO

## Corpo de Bombeiros

### **INSTRUÇÃO TÉCNICA Nº 15/2019**

#### **Controle de fumaça**

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

#### **SUMÁRIO**

**9** Procedimentos específicos

#### **ANEXOS**

**B** Eficiência dos extratores

**C** Tabela 3: Lista de classificação de riscos comerciais, industriais e depósitos

**D** Tabela 4: Determinação de risco para as ocupações

**E** Tabela 5: Taxa de porcentagem para determinação das aberturas

**F** Exemplo de aplicação

## 9 PROCEDIMENTOS ESPECÍFICOS

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

9.1.1 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 10 e 11).

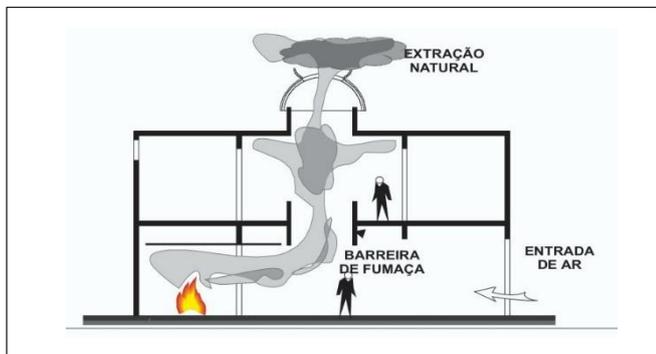


Figura 10: Exemplo de controle de fumaça por extração natural e entrada de ar natural, diretamente

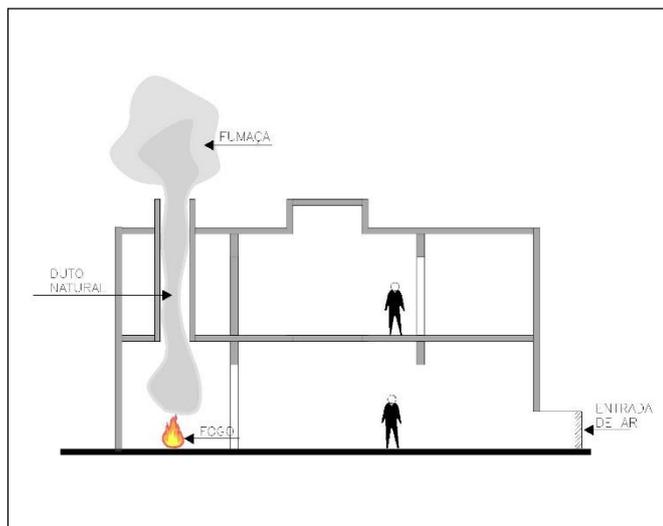


Figura 11: Exemplo de controle de fumaça por extração natural e entrada de ar natural, por meio de dutos

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

9.2.1 Aberturas na fachada;

9.2.2 Extratores naturais;

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

9.3 Os extratores 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 altura do próprio obstáculo. No entanto, a distância máxima necessária é de 8m.

9.4 Com relação à divisa do terreno e a propriedade adjacente, os extratores 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, com altura mínima de 1 m e TRRF exigido para a edificação conforme IT 08 – Segurança estrutural.

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 dêem 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, não sendo permitido o uso de extração natural em ambientes cobertos, incluindo átrios, com altura de referência superior a 15 metros.

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 12).

9.8.1.2 O comprimento máximo de um lado da área de acantonamento não deve ultrapassar 60 m (Figura 12).

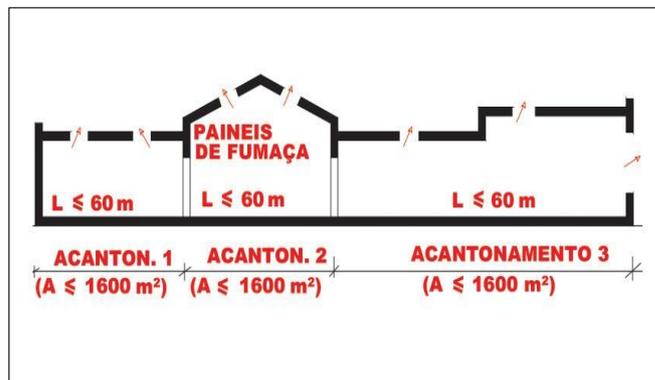


Figura 12: Divisão em áreas de acantonamento

9.8.1.3 As áreas de acantonamento devem ser delimitadas:

9.8.1.3.1 por painéis 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 Os painéis de fumaça devem ter altura:

- igual a 25% da altura de referência (H), quando esta for igual ou inferior a 6 m;
- 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

camada de fumaça (Figura 13).

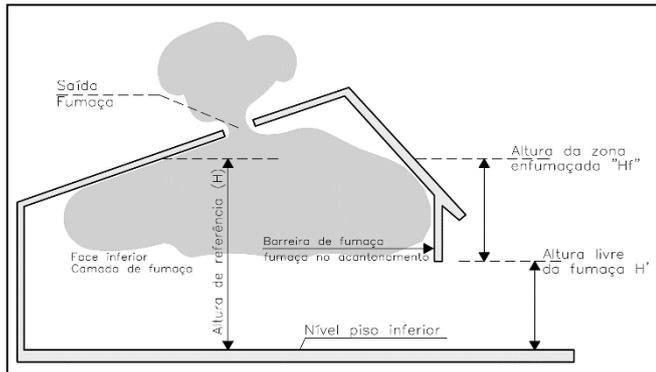


Figura 13: Altura de referência, livre de fumaça e da zona enfumaçada

**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 e destas para qualquer ponto do perímetro do acantonamento deve ser de até quatro vezes a altura de referência (Figura 14).



Figura 14: Distâncias entre saídas

**Observação:**

- 1)  $d$  = distância horizontal da abertura superior "EX" de extração até a barreira de fumaça ou parede limite do acantonamento;
- 2)  $d_1$  = distância horizontal da abertura de extração, localizada na fachada "EX" até a barreira de fumaça ou parede limite do acantonamento;
- 3)  $d$  e  $d_1 \leq 4H$  e nunca superior a 30 metros;
- 4)  $H$  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 ( $H$ ) (Figura 15).

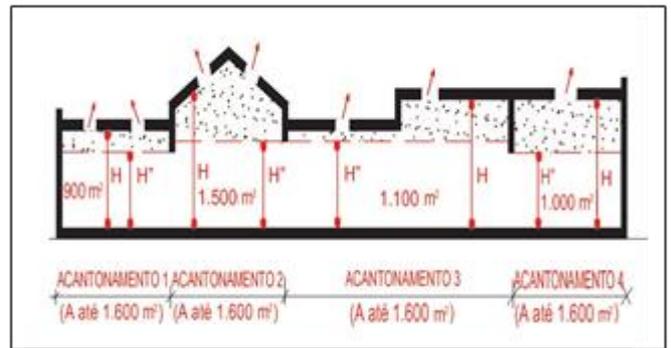


Figura 15: Altura de referência diversificada por acantonamento

**9.8.1.14** Quando, no mesmo local, existirem extractores 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, a altura dos dutos está limitada a 10 diâmetros hidráulicos ( $D_h = 4 \times$  seção do duto / perímetro do duto), salvo justificativa dimensionada por cálculo. Estes dutos verticais não podem ter mais que dois desvios, com ângulo máximo de 20° cada (Figura 16).

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

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

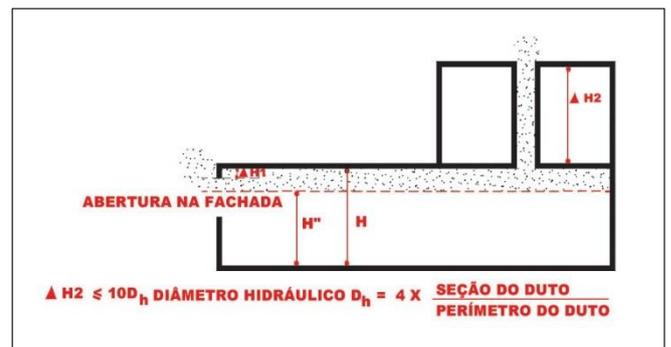


Figura 16: Diâmetro hidráulico

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

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

**9.8.1.20** 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:

- a. para as edificações comerciais industriais e depósitos, classificar o risco por meio da Tabela 3 (Anexo C);

- b. com a classificação de risco, obter o grupo no qual a edificação se enquadra por meio da Tabela 4 (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 4.*

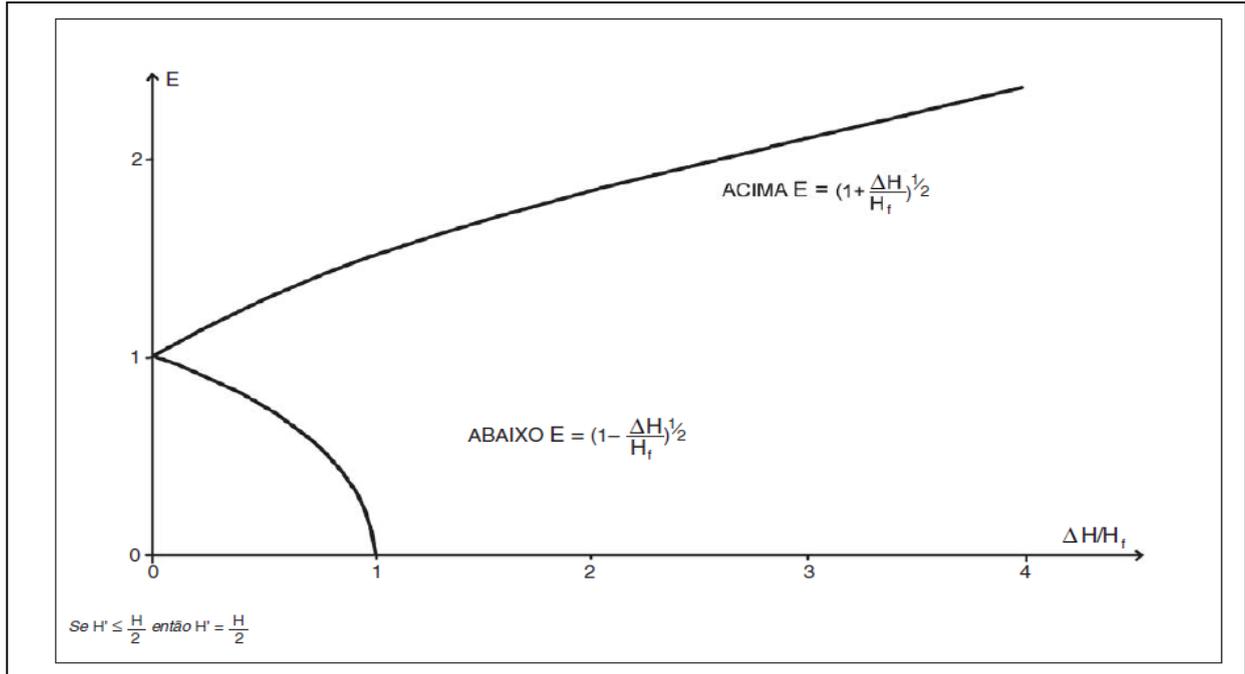
- c. obtido o grupo no qual a edificação se enquadra e se baseando na altura de referência e na altura da zona livre de fumaça (dados de projeto), se obtém a taxa (porcentagem) de extração de fumaça com o emprego do contido na Tabela 5 (Anexo E).

**9.9.2** A área efetiva de extração de fumaça ( $A_{ef}$ ) deve ser calculada multiplicando-se a área de cada acantonamento pela taxa de extração de fumaça, adotando-se como valor mínimo:

- a. Área efetiva mínima de 1,5 m<sup>2</sup> para área de acantonamento até 300 m<sup>2</sup>.
- b. Área efetiva mínima de 0,5% da área de acantonamento, para área de acantonamento maior do que 300 m<sup>2</sup> e menor ou igual a 1.000 m<sup>2</sup>.
- c. Área efetiva mínima de 5 m<sup>2</sup> para área de acantonamento maior do que 1.000 m<sup>2</sup>.

## ANEXO B

### Eficiência dos extratores



#### Notas:

- 1) Gráfico que indica a eficiência dos extratores naturais.
- 2) No gráfico, a curva acima do coeficiente de eficácia equivalente a 1 ( $E=1$ ) significa que o extrator está acima da altura de referência ( $H$ ) e a curva abaixo significa que o extrator está abaixo da altura de referência;
- 3) Para  $\Delta H$  nulo,  $E = 1$ ;
- 4) Na determinação da superfície útil de qualquer extrator, 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 (fator  $k$ );
- 5) O ensaio deve ser realizado conforme regra que consta "Règle d'installation d'exutoires de fumée et de chaleur - França; ou outra norma de renomada aceitação;
- 6) A área livre de passagem de ar dos extratores que não possuem ensaios de resistência ao fogo deve ter sua eficiência reduzida em 50 % (fator  $k = 0,5$ );
- 7) O fator  $k$ , para extratores que possuem os ensaios de resistência ao fogo, deverá ser fornecido pelos fabricantes;
- 8)  $A_{ef}$  (área livre efetiva) = área de acantonamento x percentual de abertura, conforme Tabela 5;
- 9)  $A_c$  (área livre corrigida) =  $A_{ef} / (E \times k)$ .

## ANEXO C

**Tabela 3:** Lista de classificação de riscos comerciais, industriais e depósitos

<b>“CLASSIFICAÇÃO DE RISCOS COMERCIAIS, INDUSTRIAIS E DEPÓSITOS”</b>			
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 e etc.	RC3	RF3	RE2
Tecidos estampados, alvejados e bordados	RC3	RF3	RE2 ou RE3 <sup>(1)</sup>
Tecidos, algodão, cânhamo, juta, linho, rafia, lã etc.	RC3	RF3	RE2 ou RE3 <sup>(1)</sup>
Tecido, 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/lúpulo	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
Antiguidades/objetos usados/leiloeiros/casa de penhores	RC3	-----	RE3
Madeira, aparas	RC3	RF3	RE2
Madeira, artigos de, carpintaria	RC3	RF3	RE2
Madeira, artigos de	RC3	RF3	RE2
Madeira, artigos de, marcenaria	RC3	RF3	RE2
Madeira, artigos de, marchetaria	RC3	RF3	RE2

## ANEXO C

Tabela 3: Lista de classificação de riscos comerciais, industriais e depósitos (cont.)

<b>“CLASSIFICAÇÃO DE RISCOS COMERCIAIS, INDUSTRIAIS E DEPÓSITOS”</b>			
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)
Madeira, artigos de, polimento	RC3	RF3	RE2
Madeira, artigos de, secagem	RC3	RF3	RE2
Madeira, artigos de, impregnação	RC3	RF3	RE3
Madeira, artigos de, serrada	RC3	RF3	RE2
Madeira, artigos de, talhada	RC3	RF3	RE2
Madeira, resíduos de	RC3	RF3	RE2
Madeira, vigas e tábuas	RC3	RF3	RE2
Madeiras em tronco	RC3	RF3	RE2
Madeiras, folheados	RC3	RF3	RE2
Portas de madeira	RC3	RF3	RE2
Tonéis de madeira	RC3	RF3	RE2
Janelas de madeiras	RC3	RF3	RE2
Painéis compensados de madeira	RC3	RF3	RE2
Painéis de madeira aglomerada	RC3	RF3	RE2
Palhas de madeira	RC3	RF3	RE2
Tacos de madeira	RC3	RF3	RE2
Colheres de madeira	RC3	RF3	RE2
Prateleiras de madeira	RC3	RF3	RE2
Palets de madeira	RC3	RF3	RE2
Féretros de madeira	RC3	RF3	RE3
Guarda-móveis	RC3	RF3	RE3
Guarda-roupas de madeira	RC3	RF3	RE3
Móveis de madeira	RC3	RF3	RE3
Móveis de madeira envernizada	RC3	RF3	RE3
Móveis revestidos sem espuma sintética	RC3	RF3	RE3
Móveis, carpintaria	RC3	RF3	RE3
<b>BORRACHA</b>			
Borracha	RC3	RF4	RE3
Espuma de borracha e borracha esponjosa	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 (ex.: sacos, lona, portas plásticas)	RC3	RF3	RE2
Transformação (sem espuma)	RC3	RF3	RE2
Espuma sintética, artigos de	RC3	RF4	RE4

## ANEXO C

Tabela 3: Lista de classificação de riscos comerciais, industriais e depósitos (cont.)

<b>“CLASSIFICAÇÃO DE RISCOS COMERCIAIS, INDUSTRIAIS E DEPÓSITOS”</b>			
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)
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/papelaria	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	RC3	RF3	RE3
<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/ URDUIME</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

## ANEXO C

Tabela 3: Lista de classificação de riscos comerciais, industriais e depósitos (cont.)

<b>“CLASSIFICAÇÃO DE RISCOS COMERCIAIS, INDUSTRIAIS E DEPÓSITOS”</b>			
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)
Tabaco, artigos de (fumos, charutos e cigarros)	RC3	RF2	RE2
<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>
Prateleira de metal/madeira	RC2	RF2	RE1 <sup>(2)</sup>
Alumínio, produção	RC1	RF2	RE1 <sup>(2)</sup>
Artigos metálicos, fund.p/injeção	RC1 ou RC2 ou RC3 <sup>(3)</sup>	RF1	RE1 <sup>(2)</sup>
Artigos 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
Serralharia	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>(2)</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>

## ANEXO C

**Tabela 3:** Lista de classificação de riscos comerciais, industriais e depósitos (cont.)

<b>“CLASSIFICAÇÃO DE RISCOS COMERCIAIS, INDUSTRIAIS E DEPÓSITOS”</b>			
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>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
Ervanarias	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>
Cimento	RC1	RF1	RE2
<b>GRÁFICAS/ TIPOGRAFIAS</b>			
Tipografia	RC3	RF3	RE4
<b>PRODUTOS 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/ detergentes	RC3	RF3	RE3
Alcatrão	RC3	RF4	RE2
Produtos de limpeza	RC3	RF2	RE3
Óleos: mineral, vegetal, animal	RC3	RF4	RE3
Resinas naturais	RC3	RF4	RE2
Resinas sintéticas	RC3	RF4	RE3
Verniz	RC3	RF4	RE2

**Referências:**

- 1) Classificações válidas segundo a natureza das embalagens, sendo RE2 para embalagens de papelão e RE3 para embalagens de espuma/plástico;
- 2) Classificação válida para embalagens de papelão, caso sejam embalagens de plástico para risco RE2;
- 3) Classificação - RC1, quando a peça metálica não possuir embalagem; RC2, quando a peça metálica possuir embalagem de papelão; RC3, quando a peça metálica possuir embalagem de plástico.
- 4) Considerado RC para as áreas comuns de shoppings e lojas menores de 300 m<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.

## ANEXO D

Tabela 4: Determinação de risco para ocupações

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

**Tabela 5:** Taxa de porcentagem para determinação das áreas de aberturas

Tabela de taxa de porcentagem para determinar as áreas de aberturas de ocupações comerciais, industriais e depósitos								
Altura de referência (em m)	Altura da zona livre de fumaça H' (em m)	% de abertura						
		GR 1	GR 2	GR 3	GR 4	GR 5	GR 6	GR 7
4	3	0,3	0,43	0,61	0,86	1,05	1,2	1,46
4,5	3	0,25	0,35	0,5	0,7	0,86	1,05	1,19
	3,25	0,31	0,43	0,61	0,87	1,06	1,3	1,47
5	3	0,21	0,3	0,43	0,61	0,74	0,91	1,03
	3,25	0,26	0,37	0,52	0,73	0,9	1,1	1,24
	3,5	0,31	0,44	0,63	0,88	1,08	1,33	1,5
	3,75	0,38	0,54	0,76	1,07	1,32	1,61	1,82
5,5	3	0,19	0,27	0,38	0,54	0,67	0,82	0,92
	3,25	0,23	0,32	0,46	0,65	0,79	0,97	1,1
	3,5	0,27	0,38	0,54	0,77	0,94	1,15	1,3
	3,75	0,32	0,45	0,64	0,91	1,11	1,36	1,54
	4	0,38	0,54	0,76	1,08	1,32	1,62	1,83
6	3	0,18	0,25	0,35	0,5	0,61	0,74	0,84
	3,25	0,21	0,29	0,41	0,58	0,72	0,88	0,99
	3,5	0,24	0,34	0,48	0,69	0,84	1,03	1,16
	3,75	0,28	0,4	0,57	0,8	0,98	1,2	1,36
	4	0,33	0,47	0,66	0,94	1,15	1,40	1,59
6,5	3,25	0,19	0,27	0,38	0,54	0,66	0,81	0,91
	3,50	0,22	0,31	0,44	0,63	0,77	0,94	1,06
	3,75	0,26	0,36	0,51	0,72	0,89	1,09	1,23
	4	0,30	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	0,20	0,29	0,41	0,58	0,71	0,87	0,98
	3,75	0,24	0,33	0,47	0,67	0,82	1,00	1,13
	4	0,27	0,38	0,54	0,76	0,94	1,15	1,30
	4,25	0,31	0,44	0,62	0,87	1,07	1,31	1,48
	4,5	0,35	0,50	0,71	1,00	1,22	1,50	1,69
	4,75	0,40	0,57	0,81	1,14	1,40	1,71	1,94
	5	0,46	0,65	0,92	1,31	1,60	1,96	2,22

## ANEXO E

**Tabela 5:** Taxa de porcentagem para determinação das áreas de aberturas (cont.)

Tabela de taxa de porcentagem para determinar as áreas de aberturas de ocupações comerciais, industriais e depósitos								
Altura de referência (em m)	Altura da zona livre de fumaça H' (em m)	% de abertura						
		GR 1	GR 2	GR 3	GR 4	GR 5	GR 6	GR 7
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
8,5	4,25	0,25	0,35	0,5	0,7	0,86	1,05	1,19
	4,5	0,28	0,39	0,56	0,79	0,97	1,18	1,34
	4,75	0,31	0,44	0,63	0,88	1,08	1,33	1,5
	5	0,35	0,49	0,7	0,99	1,21	1,48	1,68
	5,25	0,39	0,55	0,78	1,1	1,35	1,66	1,87
	5,5	0,44	0,62	0,87	1,23	1,51	1,85	2,09
	5,75	0,49	0,69	0,97	1,38	1,68	2,06	2,33
	6	0,54	0,77	1,09	1,54	1,88	2,31	2,61
	6,25	0,61	0,86	1,22	1,72	2,11	2,59	2,92
	6,5	0,69	0,97	1,37	1,94	2,38	2,91	3,29

## ANEXO E

**Tabela 5: Taxa de porcentagem para determinação das áreas de aberturas (cont.)**

Tabela de taxa de porcentagem para determinar as áreas de aberturas de ocupações comerciais, industriais e depósitos								
Altura de referência (em m)	Altura da zona livre de fumaça H' (em m)	% de abertura						
		GR 1	GR 2	GR 3	GR 4	GR 5	GR 6	GR 7
9	4,5	0,26	0,37	0,53	0,74	0,91	1,12	1,26
	4,75	0,29	0,42	0,6	0,83	1,02	1,25	1,41
	5	0,33	0,46	1,65	0,92	1,13	1,39	1,57
	5,25	0,36	0,51	0,73	1,03	1,26	1,54	1,74
	5,5	0,4	0,57	0,81	1,14	1,4	1,71	1,93
	5,75	0,45	0,63	0,89	1,27	1,55	1,9	2,15
	6	0,5	0,7	0,99	1,4	1,72	2,11	2,38
	6,25	0,55	0,78	1,1	1,56	1,91	2,34	1,64
	6,5	0,61	0,87	1,23	1,73	2,12	2,6	2,94
	6,75	0,68	0,97	1,37	1,93	2,37	2,9	3,28
	7	0,85	1,08	1,53	2,17	2,65	3,25	3,67
9,5	4,75	0,28	0,39	0,56	0,79	0,96	1,18	1,33
	5	0,31	0,44	0,62	0,87	1,07	1,31	1,48
	5,25	0,34	0,48	0,68	0,97	1,18	1,45	1,65
	5,5	0,38	0,53	0,75	1,07	1,31	1,16	1,81
	5,75	0,42	0,59	0,83	1,18	1,44	1,77	2
	6	0,46	0,65	0,92	1,3	1,59	1,95	2,2
	6,25	0,51	0,72	1,01	1,43	1,76	2,15	2,43
	6,5	0,56	0,79	1,12	1,58	1,94	2,37	2,68
	6,75	0,62	0,87	1,24	1,75	2,14	2,62	2,97
	7	0,75	0,97	1,37	1,94	2,37	2,91	3,29
		7,25	0,85	1,08	1,52	2,15	2,64	3,25
	7,5	0,95	1,2	1,7	2,4	2,94	3,61	4,08
10	5	0,29	0,41	0,59	0,83	1,01	1,24	1,4
	5,25	0,32	0,46	0,65	0,91	1,12	1,37	1,55
	5,5	0,36	0,5	0,71	1,01	1,23	1,51	1,71
	5,75	0,39	0,55	0,78	1,11	1,36	1,66	1,88
	6	0,43	0,61	0,86	1,22	1,49	1,82	2,06
	6,25	0,47	0,67	0,94	1,33	1,63	2	2,26
	6,5	0,52	0,73	1,04	1,47	1,79	2,2	2,48
	6,75	0,57	0,8	1,14	1,61	1,97	2,41	2,73
	7	0,7	0,88	1,25	1,77	2,17	2,65	3
	7,25	0,77	0,97	1,3	1,95	2,38	2,92	3,3
	7,5	0,85	1,07	1,52	2,15	2,63	3,22	3,64
		7,75	0,94	1,19	1,68	2,38	2,91	3,57
	8	1,05	1,32	1,87	2,65	3,24	3,97	4,49

## ANEXO E

**Tabela 5: Taxa de porcentagem para determinação das áreas de aberturas (cont.)**

Tabela de taxa de porcentagem para determinar as áreas de aberturas de ocupações comerciais, industriais e depósitos								
Altura de referência (em m)	Altura da zona livre de fumaça H' (em m)	% de abertura						
		GR 1	GR 2	GR 3	GR 4	GR 5	GR 6	GR 7
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	0,81	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	1,09	1,33	1,63	1,84
	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	

## ANEXO E

**Tabela 5:** Taxa de porcentagem para determinação das áreas de aberturas (cont.)

Tabela de taxa de porcentagem para determinar as áreas de aberturas de ocupações comerciais, industriais e depósitos								
Altura de referência (em m)	Altura da zona livre de fumaça H' (em m)	% de abertura						
		GR 1	GR 2	GR 3	GR 4	GR 5	GR 6	GR 7
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	3,46	4,24	4,79
	9,25	1,26	1,55	2,19	3,1	3,8	4,65	5,26
9,5	1,39	1,71	2,42	3,43	4,2	5,14	5,81	
12	6	0,35	0,5	0,7	0,99	1,22	1,49	1,68
	6,25	0,38	0,54	0,76	1,08	1,32	1,62	1,86
	6,5	0,41	0,58	0,83	1,17	1,43	1,75	1,98
	6,75	0,45	0,63	0,9	1,27	1,55	1,9	2,15
	7	0,54	0,69	0,97	1,37	1,68	2,06	2,32
	7,25	0,58	0,74	1,05	1,48	1,81	2,22	2,51
	7,5	0,63	0,8	1,13	1,6	1,96	2,4	2,72
	7,75	0,68	0,87	1,22	1,73	2,12	2,6	2,94
	8	0,74	0,94	1,32	1,87	2,29	2,81	3,17
	8,25	0,81	1,01	1,43	2,02	2,48	3,04	3,43
	8,5	0,88	1,1	1,55	2,19	2,68	3,29	3,72
	8,75	0,95	1,19	1,68	2,38	2,91	3,56	4,03
	9	1,04	1,29	1,82	2,58	3,16	3,87	4,37
	9,25	1,14	1,4	1,98	2,81	3,44	4,21	4,76
	9,5	1,25	1,53	2,17	3,06	3,75	4,6	5,2
9,75	1,37	1,87	2,37	3,36	4,11	5,04	5,69	
10	1,52	2,06	2,62	3,7	4,53	5,55	6,27	

## ANEXO E

**Tabela 5: Taxa de porcentagem para determinação das áreas de aberturas (cont.)**

Tabela de taxa de porcentagem para determinar as áreas de aberturas de ocupações comerciais, industriais e depósitos								
Altura de referência (em m)	Altura da zona livre de fumaça H' (em m)	% de abertura						
		GR 1	GR 2	GR 3	GR 4	GR 5	GR 6	GR 7
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	2,9	2,9	3,28
	8,75	0,83	1,04	1,47	2,08	3,12	3,12	3,52
	9	0,9	1,12	1,58	2,23	3,35	3,35	3,79
	9,25	0,97	1,2	1,7	2,4	3,6	3,6	4,07
	9,5	1,06	1,29	1,83	2,59	3,88	3,88	4,39
	9,75	1,14	1,55	1,98	2,79	4,19	4,19	4,74
	10	1,24	1,68	2,14	3,02	4,53	4,53	5,12
	10,25	1,35	1,82	2,31	3,27	4,91	4,91	5,55
10,5	1,48	1,99	2,52	3,56	5,34	5,34	6,04	
10,75	1,63	2,17	2,75	3,89	5,83	5,83	6,59	
11	1,8	2,39	3,02	4,27	6,4	6,4	7,24	

## ANEXO E

**Tabela 5:** Taxa de porcentagem para determinação das áreas de aberturas (cont.)

Tabela de taxa de porcentagem para determinar as áreas de aberturas de ocupações comerciais, industriais e depósitos								
Altura de referência (em m)	Altura da zona livre de fumaça H' (em m)	% de abertura						
		GR 1	GR 2	GR 3	GR 4	GR 5	GR 6	GR 7
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	0,74	1,05	1,49	1,82	2,23	2,52
	8	0,64	0,8	1,13	1,6	1,96	2,39	2,71
	8,25	0,68	0,86	1,21	1,71	2,1	2,57	2,9
	8,5	0,73	0,92	1,3	1,83	2,25	2,75	3,11
	8,75	0,79	0,98	1,39	1,96	2,41	2,95	3,33
	9	0,85	1,05	1,49	2,11	2,58	3,16	3,57
	9,25	0,91	1,13	1,6	2,26	2,76	3,39	3,83
	9,5	0,99	1,21	1,71	2,42	2,97	3,63	4,11
	9,75	1,06	1,45	1,84	2,6	3,19	3,9	4,41
	10	1,15	1,56	1,98	2,8	3,43	4,19	4,74
	10,25	1,25	1,68	2,13	3,01	3,69	4,52	5,11
	10,5	1,35	1,81	2,3	3,25	3,98	4,88	5,51
	10,75	1,47	1,96	2,55	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	3
	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	

## ANEXO E

**Tabela 5: Taxa de porcentagem para determinação das áreas de aberturas (cont.)**

Tabela de taxa de porcentagem para determinar as áreas de aberturas de ocupações comerciais, industriais e depósitos								
Altura de referência (em m)	Altura da zona livre de fumaça H' (em m)	% de abertura						
		GR 1	GR 2	GR 3	GR 4	GR 5	GR 6	GR 7
14	11,25	1,59	2,11	2,66	3,76	4,61	5,65	9,38
	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
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	

## ANEXO E

**Tabela 5:** Taxa de porcentagem para determinação das áreas de aberturas (cont.)

Tabela de taxa de porcentagem para determinar as áreas de aberturas de ocupações comerciais, industriais e depósitos								
Altura de referência (em m)	Altura da zona livre de fumaça H' (em m)	% de abertura						
		GR 1	GR 2	GR 3	GR 4	GR 5	GR 6	GR 7
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

### 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 8 m
- extratores – estarão localizados no nível do teto; não certificados
- 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>	A	B	C	D	E	F	G	H
<b>Área</b>	1550	1550	1550	1550	1550	1550	1550	1550
<b>Acantonamento</b>	I	J	K	L	M	N	O	P
<b>Área</b>	1550	1550	1550	1550	1550	1550	1550	1550

Tabela 6: Áreas de acantonamento

##### 2.2 Para extração de fumaça natural

- a altura de referência H será de 8 m.

$$H = 8 \text{ m.}$$

- a zona livre de fumaça terá uma altura de 6 m, condicionada pelo trabalho das guas a 6 m de altura, o que impõe a instalação de painéis de acantonamento com 2 m de altura.
- pela Tabela 3, baseado na atividade exercida:
  - categoria de risco – RF2 – para área industrial.
  - categoria de risco – RE3 – para área de depósito.
- da Tabela 4 e 5, para H = 8 e H' = 6 m.
  - GR = 3 – para área industrial, com % de abertura de 1,22.
  - GR = 5 – para área de depósitos, com % de abertura de 2,11.

##### • NA ÁREA INDUSTRIAL

- a superfície útil de extração deve ser de:

$$A_{ef} = \frac{1.550 \times 1,22}{100} = 18,91 \text{ m}^2$$

##### • NA ÁREA DE DEPÓSITOS

$$A_{ef} = \frac{1.550 \times 2,11}{100} = 32,71 \text{ m}^2$$

##### • CÁLCULO DO COEFICIENTE DE EFICÁCIA

- H = 8 m
- H<sub>f</sub> = H – H' = 8 – 6 = 2 m

- considerando que  $\Delta H$  equivale a 0, pois os extratores estão no nível do teto.

Assim,  $\Delta H / H_f = 0/2 = 0$

- conforme Anexo B, para  $\Delta H$  nulo,  $E = 1$  e fator  $k = 0,5$ , pois o extrator não é certificado.

Assim temos:

$A_c = \frac{A_{ef}}{E \times k}$ , onde  $A_c =$  Área de extração corrigida

Na área industrial,  $A_c = \frac{18,91}{1 \times 0,5} = 37,82 \text{ m}^2$

- podendo ser utilizados 13 extratores naturais de  $\pm 3 \text{ m}^2$  ou 16 extratores de  $\pm 2,5 \text{ m}^2$ , em cada acantonamento.

Na área de depósitos,  $A_c = \frac{32,71}{1 \times 0,5} = 65,42 \text{ m}^2$

- podendo ser 17 extratores naturais de  $\pm 4 \text{ m}^2$  ou 19 extratores naturais de  $\pm 3,5 \text{ m}^2$ , em cada acantonamento.

• **ENTRADA DE AR**

- Deverá haver no mínimo  $38 \text{ m}^2$  e  $66 \text{ m}^2$  de área de abertura para entrada de ar para parte industrial e de depósitos, respectivamente;

- Essas aberturas devem estar localizadas abaixo da camada de fumaça, no terço inferior da altura de referência.

**SECRETARIA DA SEGURANÇA PÚBLICA**  
**POLÍCIA MILITAR DO ESTADO DE SÃO PAULO**

**Corpo de Bombeiros**

**INSTRUÇÃO TÉCNICA Nº 15/2019**

**Controle de fumaça**

**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

## 10 PROCEDIMENTOS ESPECÍFICOS

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

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

### 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 da zona 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** A área efetiva de extração de fumaça ( $A_{ef}$ ) deve ser calculada multiplicando-se a área de cada acantonamento pela taxa de extração de fumaça, adotando-se como valor mínimo:

- a. Área efetiva mínima de 1,5 m<sup>2</sup> para área de acantonamento até 300 m<sup>2</sup>.
- b. Área efetiva mínima de 0,5% da área de acantonamento, para área de acantonamento maior do que 300 m<sup>2</sup> e menor ou igual a 1.000 m<sup>2</sup>.
- c. Área efetiva mínima de 5 m<sup>2</sup> para área de acantonamento maior do que 1.000 m<sup>2</sup>.

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

## ANEXO G

Tabela 7: Classificação de risco para as demais ocupações

Ocupação/Uso	Descrição	Divisão	Classificação
<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	B-1	Classe 1
	Motéis	B-1	Classe 1
	Pensões	B-1	Classe 1
	Hospedarias	B-1	Classe 1
	Pousadas	B-1	Classe 1
	Albergues	B-1	Classe 1
	Casa de cômodos	B-1	Classe 1
	Apart-hotéis	B-2	Classe 1
<b>Comercial</b>	Atividades comerciais em geral	C-1; C-2 e C-3	<b>ver tabela 4 (parte 3)</b>
<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	

## ANEXO G

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

Ocupação/Usó	Descrição	Divisão	Classificação
<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-6	Classe 1
	Sauna	E-3	Classe 1
<b>Locais de reunião de público</b>	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	
<b>Serviços automotivos</b>	Estacionamentos	G-1/ G-2	Classe 1
	Garagem, edifício de	G-1/ G-2	Classe 1
	Garagens	G-1/ G-2	Classe 1
	Hangares	G-5	Classe 3
	Postos de abastecimentos	G-3	Classe 1
	Oficinas de conserto de veículos e manutenção	G-4/G-5	Classe 1

## ANEXO G

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

Ocupação/Us o	Descrição	Divisão	Classificação
<b>Serviços de saúde e institucionais</b>	Asilos	H-2	Classe 1
	Consultórios médicos ou odontológicos	D-1	Classe 1
	Consultório de radiologia	H-6	Classe 1
	Consultório médico	H-6	Classe 1
	Estabelecimentos hidroterápicos	H-6	Classe 1
	Ambulatórios	H-3	Classe 1
	Hospitais em geral	H-1/ H-3	Classe 1
	Presídios e similares	H-5	Classe 2
	Quartéis e similares	H-4	Classe 2
<b>Especial</b>	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
<b>Industrial</b>	Atividades industriais em geral	I-1/ I-2 e I-3	<b>ver tabela 4 (parte 3)</b>
<b>Depósitos</b>	Demais atividades não enquadradas acima	J-1/ J-2/ J-3 e J-4	<b>ver tabela 4 (parte 3)</b>

## ANEXO H

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

Tabela de taxa de porcentagem para determinar as áreas de aberturas das demais ocupações				
Altura de referência (em m)	Altura da zona livre de fumaça H' (em m)	% de abertura		
		Classe 1	Classe 2	Classe 3
2,50	2	0,23	0,33	0,47
3	2,25	0,23	0,32	0,46
	2	0,17	0,23	0,33
3,50	2,65	0,27	0,39	0,55
	2,50	0,23	0,33	0,46
	2	0,14	0,19	0,27
4	3	0,30	0,43	0,61
	2,50	0,19	0,27	0,38
	2	0,12	0,17	0,23
4,50	3,50	0,38	0,54	0,77
	3	0,25	0,35	0,50
	2,50	0,16	0,23	0,33
	2	0,10	0,14	0,21
5	4	0,47	0,66	0,94
	3,50	0,31	0,44	0,63
	3	0,21	0,30	0,43
	2,50	0,15	0,21	0,29
5,50	4,50	0,56	0,79	1,12
	4	0,38	0,54	0,76
	3,50	0,27	0,38	0,54
	3	0,19	0,27	0,38
6	5	0,65	0,92	1,31
	4,50	0,46	0,64	0,91
	4	0,33	0,47	0,66
	3,50	0,24	0,34	0,48
	3	0,18	0,25	0,35
6,50	5,50	0,75	1,07	1,51
	5	0,53	0,76	1,07
	4,50	0,39	0,56	0,79
	4	0,30	0,42	0,59
	3,50	0,22	0,31	0,44

## ANEXO H

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

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

## ANEXO H

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

Tabela de taxa de porcentagem para determinar as áreas de aberturas das demais ocupações				
Altura de referência (em m)	Altura da zona livre de fumaça H' (em m)	% de abertura		
		Classe 1	Classe 2	Classe 3
9,50	8,50	1,64	2,05	2,90
	8	1,21	1,53	2,16
	7,50	0,95	1,20	1,70
	7	0,76	0,97	1,37
	6,50	0,56	0,79	1,12
	6	0,46	0,65	0,92
	5,50	0,38	0,53	0,75
	5	0,31	0,44	0,62
10	9	1,80	2,23	3,16
	8,50	1,34	1,67	2,37
	8	1,05	1,32	1,87
	7,50	0,85	1,07	1,52
	7	0,70	0,88	1,25
	6,50	0,52	0,73	1,04
	6	0,43	0,61	0,86
	5,50	0,36	0,50	0,71
	5	0,29	0,41	0,59
10,50	9,50	1,97	2,42	3,43
	9	1,47	1,82	2,58
	8,50	1,16	1,45	2,05
	8	0,94	1,18	1,67
	7,50	0,77	0,98	1,39
	7	0,64	0,82	1,16
	6,50	0,48	0,69	0,97
	6	0,41	0,57	0,81
	5,50	0,34	0,48	0,67
11	10	2,15	2,91	3,70
	9,50	1,61	1,98	2,80
	9	1,27	1,58	2,23
	8,50	1,04	1,30	1,83
	8	0,86	1,08	1,53
	7,50	0,72	0,91	1,28
	7	0,60	0,77	1,08
	6,50	0,46	0,65	0,91
	6	0,38	0,54	0,77
		5,50	0,32	0,46

## ANEXO H

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

Tabela de taxa de porcentagem para determinar as áreas de aberturas das demais ocupações				
Altura de referência (em m)	Altura da zona livre de fumaça H' (em m)	% de abertura		
		Classe 1	Classe 2	Classe 3
11,50	10,50	2,34	3,14	3,98
	10	1,76	2,38	3,02
	9,50	1,39	1,71	2,42
	9	1,14	1,41	2,00
	8,50	0,95	1,18	1,67
	8	0,79	1,00	1,42
	7,50	0,67	0,85	1,20
	7	0,57	0,72	1,02
	6,50	0,43	0,61	0,87
12	11	2,54	3,38	4,27
	10,50	1,91	2,56	3,25
	10	1,52	2,06	2,62
	9,50	1,25	1,53	2,17
	9	1,04	1,29	1,82
	8,50	0,88	1,10	1,55
	8	0,74	0,94	1,32
	7,50	0,63	0,80	1,13
	7	0,54	0,69	0,97
	6,50	0,41	0,58	0,83
	6	0,35	0,50	0,70
12,50	11,50	2,75	3,62	4,56
	11	2,08	2,76	3,49
	10,50	1,66	2,22	2,81
	10	1,36	1,84	2,34
	9,50	1,14	1,40	1,98
	9	0,96	1,19	1,69
	8,50	0,82	1,03	1,45
	8	0,70	0,88	1,25
	7,50	0,60	0,76	1,07
	7	0,51	0,65	0,92
	6,50	0,40	0,56	0,79

## ANEXO H

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

Tabela de taxa de porcentagem para determinar as áreas de aberturas das demais ocupações				
Altura de referência (em m)	Altura da zona livre de fumaça H' (em m)	% de abertura		
		Classe 1	Classe 2	Classe 3
13	12	2,97	3,88	4,86
	11,50	2,25	2,96	3,73
	11	1,80	2,39	3,02
	10,50	1,48	1,99	2,52
	10	1,24	1,68	2,14
	9,50	1,05	1,29	1,83
	9	0,90	1,12	1,58
	8,50	0,77	0,97	1,37
	8	0,66	0,84	1,18
	7,50	0,57	0,72	1,02
	7	0,49	0,63	0,88
	6,50	0,38	0,54	0,76
13,50	12,50	3,30	4,15	5,17
	12	2,43	3,17	3,97
	11,50	1,95	2,56	3,23
	11	1,61	2,14	2,70
	10,50	1,35	1,81	2,30
	10	1,15	1,56	1,98
	9,50	0,99	1,21	1,71
	9	0,85	1,05	1,49
	8,50	0,73	0,92	1,30
	8	0,63	0,80	1,13
	7,50	0,55	0,69	0,98
	7	0,47	0,60	0,85
14	13	3,44	4,43	5,48
	12,50	2,61	3,39	4,22
	12	2,10	2,75	3,44
	11,50	1,74	2,29	2,89
	11	1,47	1,95	2,46
	10,50	1,25	1,68	2,13
	10	1,08	1,46	1,85
	9,50	0,93	1,14	1,61
	9	0,80	1,00	1,41
	8,50	0,70	0,87	1,24
	8	0,61	0,76	1,08
	7,50	0,53	0,67	0,94
	7	0,46	0,58	0,82

## ANEXO H

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

Tabela de taxa de porcentagem para determinar as áreas de aberturas das demais ocupações				
Altura de referência (em m)	Altura da zona livre de fumaça H' (em m)	% de abertura		
		Classe 1	Classe 2	Classe 3
14,50	13,50	3,69	4,73	5,80
	13	2,81	3,62	4,48
	12,50	2,26	2,94	3,66
	12	1,88	2,46	3,08
	11,50	1,59	2,09	2,63
	11	1,36	1,80	2,28
	10,50	1,17	1,57	1,99
	10	1,01	1,37	1,74
	9,50	0,88	1,08	1,53
	9	0,77	0,95	1,35
	8,50	0,67	0,84	1,18
	8	0,58	0,73	1,04
7,50	0,51	0,64	0,91	
7	0,46	0,58	0,82	
15	13	2,43	3,14	3,88
	12,50	2,03	2,63	3,27
	12	1,72	2,24	2,81
	11,50	1,47	1,94	2,44
	11	1,27	1,69	2,13
	10,50	1,10	1,48	1,88
	10	0,96	1,30	1,65
	9,50	0,84	1,03	1,46
	9	0,73	0,91	1,29
	8,50	0,64	0,80	1,14
	8	0,56	0,71	1,00
	7,50	0,49	0,62	0,88

# ANEXO I

## 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 – portões com áreas de 8 m<sup>2</sup> cada e 8 portas com 2 m<sup>2</sup> cada, nas paredes maiores.
- extratores – estarão localizados em um duto que se projeta 1 m acima da altura de referência; possuem certificação, conforme fabricante (fator k = 0,7)

### 2 Resolução.

#### 2.1 Geral:

- área total do teatro:

$$S = 100 \times 60 = 6000 \text{ m}^2$$

- os acantonamentos centrais de fumaça devem ter áreas compreendidas entre 1000 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 1200 m<sup>2</sup> cada (20 m x 60 m).

Acantonamento	A	B	C	D	E
Área	1200	1200	1200	1200	1200

Tabela 9: Áreas de acantonamento

#### 2.2 Para extração de fumaça natural:

- a altura de referência H será de 8 m;
- a zona livre de fumaça terá uma altura de 4 m, o que impõe a instalação de painéis de acantonamento com 4 m de altura.
- pela Tabela 7 e em função da atividade exercida:
  - TEATRO – F5 – Classe 2;
- da Tabela 8 e de acordo com H = 8 e H' = 4 m
  - Classe 2 – para teatro, com % de abertura de 0,33.
- A superfície útil de extração deve ser de:
  - para cada acantonamento:

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

- Como A<sub>ef</sub> mínima é de 5 m<sup>2</sup>, adota-se A<sub>ef</sub> = 5 m<sup>2</sup>

#### • CÁLCULO DO COEFICIENTE DE EFICÁCIA

- H = 8 m
- H<sub>f</sub> = H – H' = 8 – 4 = 4 m
- Considerando que os extratores são colocados 1 m acima da altura de referência H, tem-se que ΔH = altura do extrator – H = 9 – 8 = 1

Assim, ΔH/ H<sub>f</sub> = 1/4 = 0,25

- Conforme Anexo B (Parte 3), para ΔH positivo, E = (1 +  $\frac{\Delta H}{H_f}$ )<sup>1/2</sup> e;

$$H_f$$

- fator k = 0,7, pois o extrator possui certificação indicada pelo fabricante.

$$E = (1 + \frac{\Delta H}{H_f})^{1/2} = (1 + 0,25)^{1/2} = 1,1$$

$$H_f$$

Assim temos:

$A_c = \frac{A_{ef}}{E \times k}$ , onde  $A_c$  = Área de extração corrigida

Na área industrial,  $A_c = \frac{5}{1,1 \times 0,7} = 6,5 \text{ m}^2$

Devem ser utilizados 4 extratores com  $1,7 \text{ m}^2$  de área livre cada, em cada acantonamento.

• **ENTRADA DE AR**

- Deverá haver no mínimo  $6,5 \text{ m}^2$  de área de abertura para entrada de ar;
- Essas aberturas devem estar localizadas abaixo da camada de fumaça, no terço inferior da altura de referência.

**SECRETARIA DA SEGURANÇA PÚBLICA**  
**POLÍCIA MILITAR DO ESTADO DE SÃO PAULO**

**Corpo de Bombeiros**

**INSTRUÇÃO TÉCNICA Nº 15/2019**

**Controle de fumaça**

**Parte 5 – Controle de fumaça mecânico**

**SUMÁRIO**

11 Procedimentos específicos

**ANEXO**

J Exemplos de aplicação

## 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 extração 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, diminuindo 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 da Parte 2 desta IT.

**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 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 10:** Dimensões do incêndio

Categorias de risco	Tamanho do 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 10 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 11.

Tabela 11: 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 pública	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	2500
Paletes de madeira, empilhados	2150
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

Ocupações	Taxa de liberação de calor (KW/m <sup>2</sup> )
Garrafas em PVC empacotadas em caixas de papelão com divisórias	655
Garrafas de polietileno empacotadas em caixas de papelão	1195
Escaninhos de polietileno, cheios, empilhados	1000
Sacos de lixo de polietileno em caixas empilhadas	380
Filmes de plástico em rolo	980
Filmes de polipropileno em rolo	1280
Tubos de polipropileno empacotados em caixas de papelão com divisórias empilhadas	850
Isolamento de poliuretano empacotado e empilhado	265
Painéis isolados de poliuretano rígido, espuma em caixas de papelão com divisórias, empilhadas	370
Painel isolado em poliestireno espuma rígido, empilhado	675
Garrafas de poliestireno em caixas de papelão	2695
Garrafas de poliestireno empacotadas em caixas de papelão com divisórias, empilhadas	2720
Tubos de poliestireno em caixas de papelão	805
Tubos de poliestireno colocados em caixas de papelão, empilhadas	1105
Partes de brinquedo de poliestireno empilhadas	305
Partes de brinquedo de poliestireno	390
Livros, móveis	720
Álcool	740
Gasolina	1590
Óleo combustível	1470

### 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 2,20 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 0,50 m 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:

- quando nenhum sistema de extração de fumaça está em operação;
- quando a vazão mássica de extração de fumaça for igual ou superior à vazão fornecida à coluna da camada de fumaça;
- quando a vazão de extração 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 extração em funcionamento.

- 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)

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

Onde:

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

**H** = altura do teto acima da base do fogo (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:

- 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  $z/H \geq 0,2$ ;

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

**11.13.3** Posição da camada de fumaça com a extração de fumaça em operação.

- vazão mássica de extração de fumaça igual à vazão mássica de fumaça fornecida pelo incêndio.

- Depois que o sistema de extração estiver operando por um determinado período, será estabelecida uma posição de equilíbrio na altura da camada de fumaça, desde que vazão mássica de extração for igual à vazão mássica fornecida pela coluna à base do fogo;
- Uma vez determinada esta posição, deve ser mantido o equilíbrio, desde que as vazões mássicas permaneçam iguais.

- vazão mássica de extração de fumaça diferente da vazão mássica de fumaça fornecida pelo incêndio.

- Com a vazão mássica fornecida pela coluna de fumaça à base do fogo maior que a vazão mássica de extração, não haverá uma posição de equilíbrio para camada de fumaça;
- Neste caso, a camada de fumaça irá descer, ainda que lentamente, em função da vazão mássica de extração ser menor;
- Nesta condição, deve ser utilizado o valor de correção constante da Tabela 12.

**Tabela 12:** Fator de ajuste da vazão mássica mínima de extração:

z/H	t / t <sub>0</sub>					
	(m / m <sub>e</sub> ) ou (V / V <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 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 extração de fumaça (ver equação 1) (s)

**m** = vazão mássica de extração 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)

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

Onde:

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

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

#### 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:

- altura (**z**) da camada de fumaça ser superior à altura (**z<sub>1</sub>**) da chama, ou seja: (**z > z<sub>1</sub>**);
- altura da camada de fumaça (**z**) igual ou inferior à altura (**z<sub>1</sub>**) da chama, ou seja: (**z ≤ z<sub>1</sub>**).

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

#### Equação (3)

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

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

**Q<sub>c</sub>** = 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 ≤ z<sub>1</sub>**), a massa de fumaça gerada é determinada pela seguinte equação:

#### Equação (4)

$$m = 0,032 Q_c^{3/5} z \quad (z \leq z_1)$$

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

$Q_c$  = 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 ( $0,92 kg/m^3$  para  $70^\circ C$  e  $0,55 kg/m^3$  para  $300^\circ C$ ).

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

- a. edificação seja do grupo J (depósito); e
- 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 do local atendido pelo sistema.

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  $20^\circ C$ .

#### 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.  $70^\circ C$  quando a edificação for dotada de proteção por sistema de chuveiros automáticos;
- b.  $300^\circ C$  quando a edificação não for dotada de proteção por sistema de chuveiros automáticos.

#### 11.21 Extração de fumaça

11.21.1 Distribuição de grelhas de extração 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  $300 m^2$  de área de abrangência.

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

Tabela 13: Máxima vazão 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 extração (metros)	Vazão volumétrica por ponto de sucção ou ventilador individual ( $m^3/seg$ )
$\geq 0,5$ (1)	$\leq 0,2$ (2)
$\geq 1,0$	$\leq 1,2$
$\geq 1,5$	$\leq 3,5$
$\geq 2,0$	$\leq 7,0$
$\geq 2,5$	$\leq 12,0$

(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 vazão volumétrica de maior magnitude por ponto de extração pode ser admitida mediante avaliação em Comissão Técnica Recursal.

#### 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 nas aberturas de entrada de ar não deve ser superior a  $2 m/s$  e a vazão volumétrica deve ser igual à de extração;
- 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 e 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.
- 4) Para efeito de dimensionamento, a velocidade do ar nas aberturas de insuflação não deve ser superior 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 50% 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. 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)

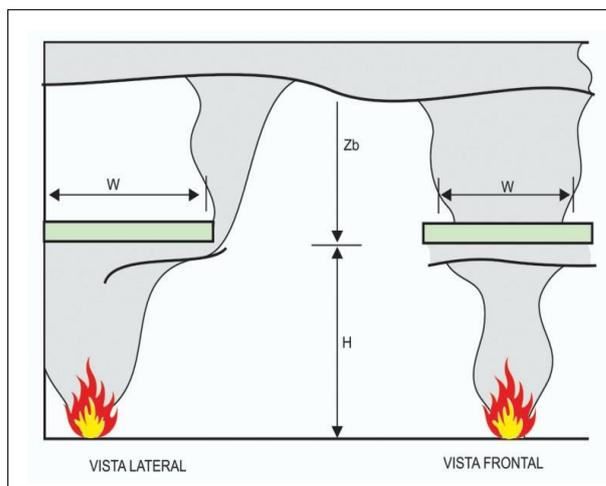
**W** = extensão da coluna saindo das sacadas (m)

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

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

c. 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 IT;

d. 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 17:** Coluna de fumaça saindo de um mezanino

**ANEXO J**  
**Exemplos de aplicação**  
**Exemplo 1**

**1 Dados do ambiente:**

- a. escritórios;
- b. área de 500,00 m<sup>2</sup>;
- c. dimensão: 20,00 m x 25,00 m x 3,00 m;
- d. edifício protegido por chuveiros automáticos de teto;
- e. edificação protegida por sistema de detecção.
- f. Altitude: 800 m

**2 Dados para projeto:**

- a. classificação segundo IT 14: risco médio;
- b. dimensão do incêndio esperado segundo Tabela 10 – Parte 5:

Tamanho do incêndio = 4,00 m x 4,00 m;

Perímetro = 16 m;

Área = 16,00 m<sup>2</sup>;

Taxa de liberação de calor segundo Tabela 11 – Parte 5 = 228,00 Kw/m<sup>2</sup>.

**3 Dimensionamento:**

- a. taxa total de liberação de calor (Q) = 228,00 x 16,00 = 3.648,00 Kw;
- b. altura da camada de fumaça adotada em projeto (z) = 2,20 m;
- c. tempo para a fumaça atingir a altura de projeto:
- d. Pela equação (1): (cálculo da altura da camada de fumaça, sem nenhum sistema entrar em funcionamento)
- e.  $z/H = 1,11 - 0,28 \ln [(tQ^{1/3} / H^{4/3}) / (A/H^2)]$ ;
- f.  $2,20/3,0 = 1,11 - 0,28 \ln [(t \cdot 3.648^{1/3} / 3^{4/3}) / (500/3^2)]$ ;
- g. **t = 60,23 s.**
- h. altura da chama:
- i. Pela Equação (2) -  $z_1 = 0,166 Qc^{2/5}$
- j.  $z_1 = 0,166 (3.648 \times 0,7)^{2/5}$
- k. **z<sub>1</sub> = 3,83 m**
- l. como z < z<sub>1</sub>, temos para cálculo da massa de fumaça a utilização da Equação (4):

**EQUAÇÃO (4)**

$$m = 0,032 Qc^{3/5} z \quad (z < z_1);$$

$$m = 0,032 \times 2.553,6^{3/5} \times 2,20;$$

$$m = 7,795 \text{ kg/s.}$$

- a. cálculo da Vazão Volumétrica:

**EQUAÇÃO (5)**

Para atingir os objetivos descritos em 11.20.1 letra a (ρ = 0,92 kg/m<sup>3</sup> para 70° C):

$$V = m/\rho;$$

$$V = 7,795 / 0,92;$$

$$V = 8,47 \text{ m}^3/\text{s.}$$

- a. 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 extrator**

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

$$V_e = 8,47 \times 1,25$$

$$V_e = 10,59 \text{ m}^3/\text{s} \quad (38.124 \text{ m}^3/\text{h})$$

- b. cálculo da entrada de ar, conforme item 11.22.2

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

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

$$V_v = 10,59 \times 0,6$$

$$V_v = 6,35 \text{ m}^3/\text{s} \text{ (22.874 m}^3/\text{h)}$$

## Exemplo 2

### 1 Dados do ambiente:

- a. escritórios;
- b. área de 500,00 m<sup>2</sup>;
- c. dimensão: 20,00 m x 25,00 m x 3,00 m;
- d. edifício sem proteção por chuveiros automáticos de teto;
- e. edificação protegida por sistema de detecção.
- f. Altitude: 800 m

### 2 Dados para projeto:

- a. classificação segundo IT 14: risco médio;
- b. dimensão do incêndio esperado segundo Tabela 9 – Parte 5:

Tamanho do incêndio = 4,00 m x 4,00 m;

Perímetro = 16 m;

Área = 16,00 m<sup>2</sup>.

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

### 3 Dimensionamento:

- a. taxa total de liberação de calor (Q) = 228,00 x 16,00 = 3.648,00 kW;
- b. altura da camada de fumaça adotada em projeto (z) = 2,20 m;
- c. 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)

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

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

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

- d. altura da chama:

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

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

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

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

#### EQUAÇÃO (4)

$$m = 0,032 Q_c^{3/5} z \text{ (} z < z_1 \text{);}$$

$$m = 0,032 \times 2.553,6^{3/5} \times 2,20;$$

$$m = 7,795 \text{ Kg/s.}$$

- f. 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° C):

$$V = m/\rho$$

$$V = 7,795/0,55;$$

$$V = 14,172 \text{ m}^3/\text{s.}$$

- g. 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 extrator

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

$$V_e = 14,172 \times 1,25$$

$$V_e = 17,72 \text{ m}^3/\text{s} \text{ (63.777 m}^3/\text{h)}$$

- h. cálculo da entrada de ar, conforme item 11.22.2

#### $V_v$ : vazão de entrada de ar (natural)

$$V_v = V_e$$

$$V_v = 17,72 \text{ m}^3/\text{s} \text{ (63.777 m}^3/\text{h)}$$

## Exemplo 3

### 1 Dados do edifício:

- a. depósito de livros (J-4);
- b. área de 1000,00 m<sup>2</sup>;
- c. dimensão: 20,00 m x 50,00 m x 6,00 m;
- d. estocagem em prateleiras fixas com altura de 4,00 m;
- e. edifício protegido por chuveiros automáticos de teto;
- f. edificação protegida por sistema de detecção;
- g. Altitude: 800 m

### 2 Dados para projeto:

- a. classificação segundo IT 14: risco médio;
- b. dimensão do incêndio esperado segundo Tabela 9 – Parte 5:
- c. Tamanho do incêndio = 6,00m x 6,00m;
- d. Perímetro = 24 m;
- e. Área = 36,00 m<sup>2</sup>;
- f. Taxa de liberação de calor segundo Tabela 10 – Parte 5 = 720,00 kW/m<sup>2</sup>/m;

### 3 Dimensionamento:

- a. taxa total de liberação de calor (Q) = 720,00 x 36,00 x 4,00 = 103.680,00 kW;
- b. altura da camada de fumaça adotada em projeto (z) = 4,50 m
- c. tempo para a fumaça atingir a altura de projeto:
- d. Pela Equação (1): (Cálculo da altura da camada de fumaça, sem nenhum sistema entrar em funcionamento)

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

$$4,5/6,0 = 1,11 - 0,28 \ln [(t \cdot 103.680^{1/3} / 6^{4/3}) / (1000 / 6^2)];$$

$$t = 23,3 \text{ s}$$

- e. altura da chama:

$$1. \text{ Pela Equação (2) - } z_1 = 0,166 Qc^{2/5}$$

$$z_1 = 0,166 (103.680 \times 0,7)^{2/5}$$

$$z_1 = 14,6 \text{ m.}$$

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

#### EQUAÇÃO (4)

$$m = 0,032 Qc^{3/5} z (z < z_1);$$

$$m = 0,032 \times 103.680^{3/5} \times 4,5;$$

$$m = 118,8 \text{ Kg/s.}$$

- g. 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):

$$V = m/\rho$$

$$V = 118,8/0,92$$

$$V = 129,1 \text{ m}^3/\text{s}$$

- h. 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 extrator

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

$$V_e = 129,1 \times 1,25$$

$$V_e = 161,4 \text{ m}^3/\text{s} \text{ (581.040 m}^3/\text{h)}$$

- i. cálculo da entrada de ar, conforme item 11.22.2.

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

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

$$V_v = 161,4 \times 0,6 \rightarrow V_v = 96,84 \text{ m}^3/\text{s} \text{ (348.624 m}^3/\text{h)}$$

# **POLÍCIA MILITAR DO ESTADO DE SÃO PAULO**

## **Corpo de Bombeiros**

### **INSTRUÇÃO TÉCNICA Nº 15/2019**

#### **Controle de fumaça**

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

#### **SUMÁRIO**

**12** Rotas de fuga horizontais

**13** 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

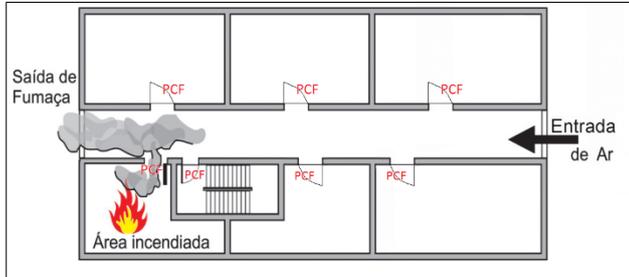


Figura 18: Extração natural

### 12.1.2 Extração mecânica

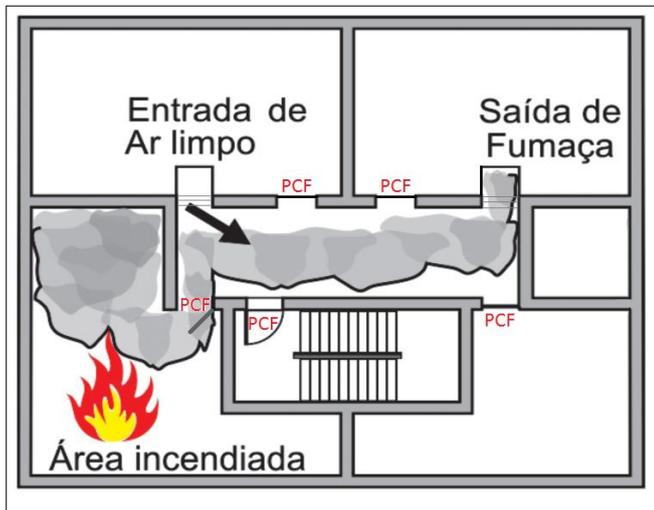


Figura 19: Extração mecânica

### 12.1.3 Sobrepressão relativamente ao local sinistrado

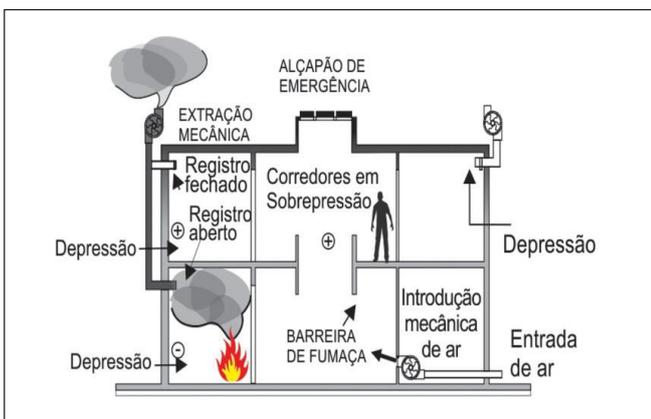


Figura 20: Controle por sobrepressão

### 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 21).

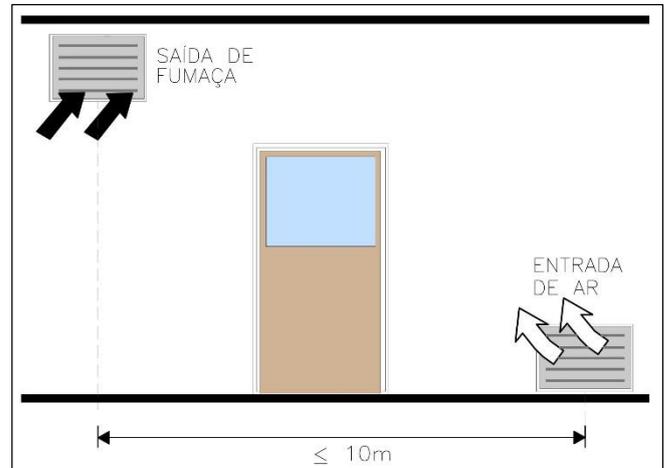


Figura 21: Posição de aberturas de extração e introdução de ar

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

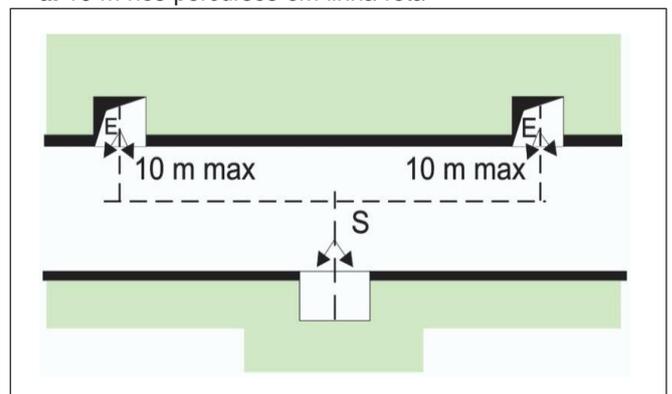


Figura 22: Distância em linha reta de aberturas de extração

b. 7 m nos outros percursos

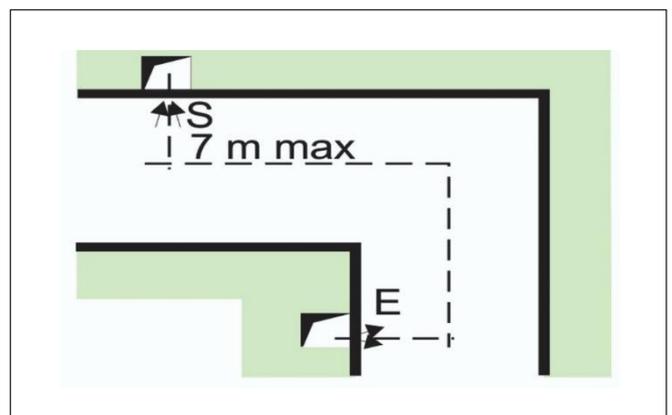
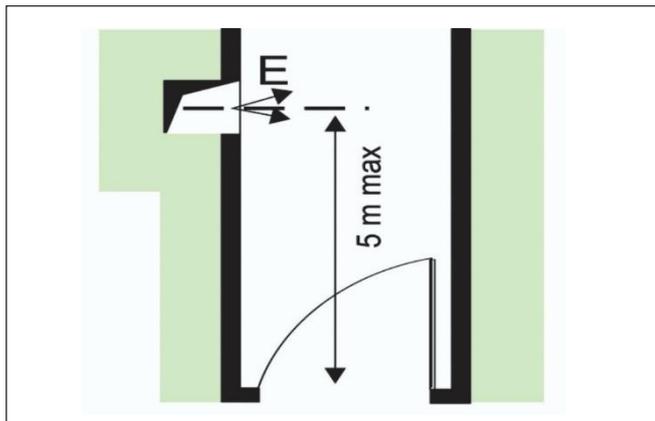


Figura 23: Distância de extração de aberturas em trajeto diverso

**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 24).



**Figura 24:** 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 IT 11 – 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.

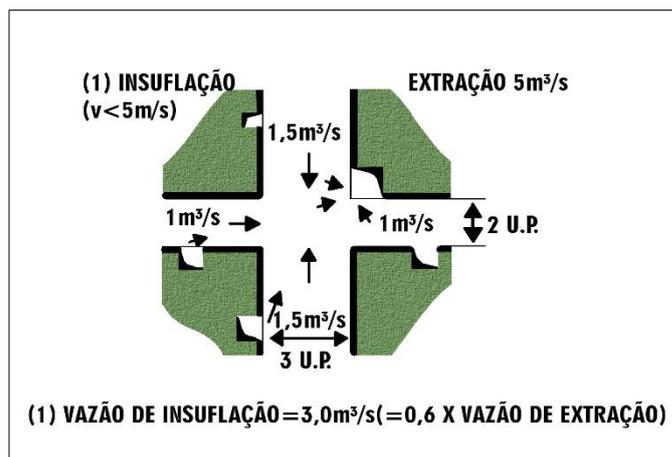
### 12.1.5 Extração mecânica

**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 25). 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 25:** 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 20Pa 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 IT 10 – 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 prescrito no Regulamento de segurança contra Incêndio das edificações e áreas de risco 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 IT.

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

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

**13.1.4** Os dutos para tomada de ar devem ter resistência externa a fogo por 90 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 IT 09 – Compartimentação horizontal e compartimentação vertical.

**13.2** Controle de fumaça, conforme nota 4 da Tabela 7 do Regulamento de segurança contra Incêndio das edificações e áreas e risco

**13.2.1** O controle de fumaça citado na nota 4 da Tabela 7 do Regulamento de segurança contra Incêndio das edificações e áreas e risco no Estado de São Paulo, deve ser realizado conforme os itens seguintes:

#### **13.2.1.1 Extração natural**

**13.2.1.1.1** As aberturas para extração 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 extração 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 extração 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 extração de fumaça prejudique a rota de fuga da edificação.

#### **13.2.1.2 Extração mecânica**

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

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

**13.2.1.2.3** A extração 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 térmica de exaustores e dutos e a redundância dos ventiladores exigidas nos itens 8.2.8.1 e 8.2.8.4 da Parte 2 desta IT.

#### **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 ininterruptamente a renovação de 05 (cinco) volumes de ar do ambiente por hora.

**SECRETARIA DA SEGURANÇA PÚBLICA**  
**POLÍCIA MILITAR DO ESTADO DE SÃO PAULO**

**Corpo de Bombeiros**

**INSTRUÇÃO TÉCNICA Nº 15/2019**

**Controle de fumaça**

**Parte 7 – Átrios**

**SUMÁRIO**

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

## 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);

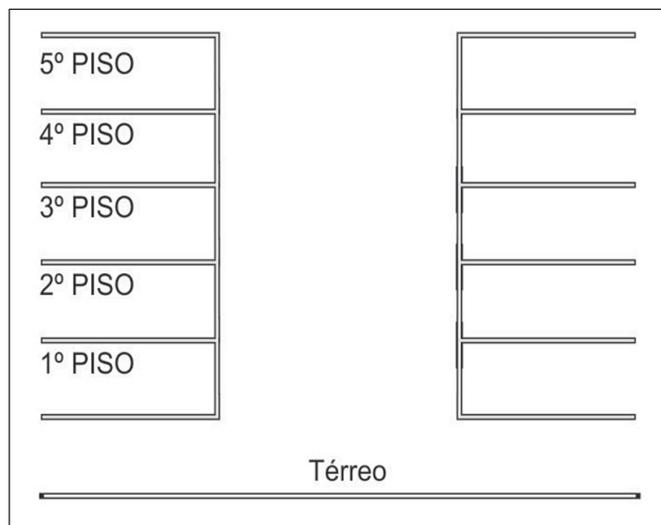


Figura 27: Átrio ao ar livre.

**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);

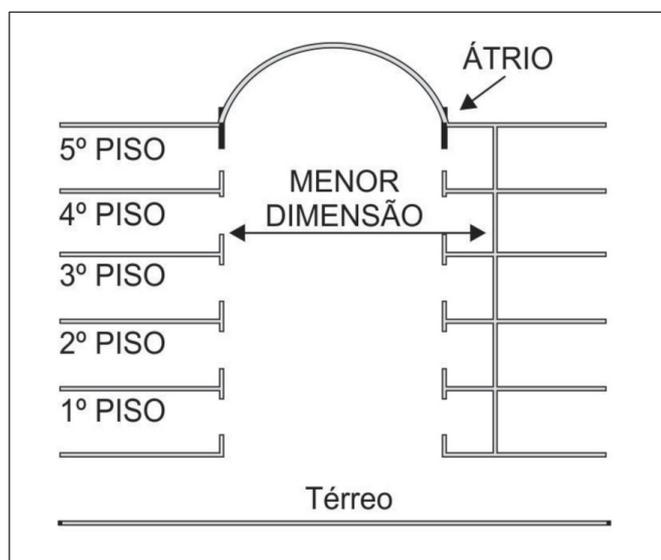


Figura 28: Átrio coberto aberto

**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 IT, classificam-se quanto à padronização em:

**14.1.3.1** Átrios padronizados;

**14.1.3.2** Átrios não padronizados.

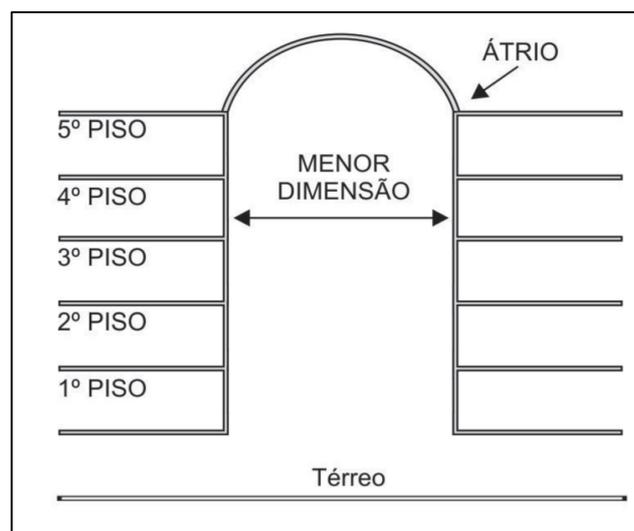


Figura 29: Modelo 1 de átrios cobertos fechados

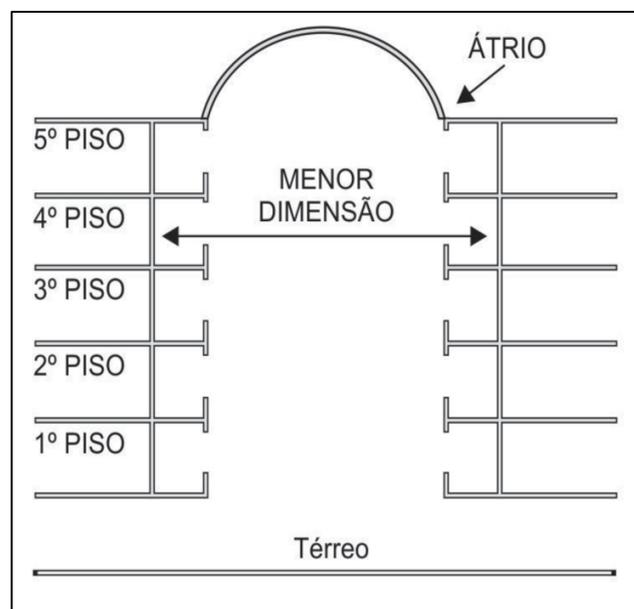


Figura 30: Modelo 2 de átrios cobertos fechados

**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 entre:

**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).

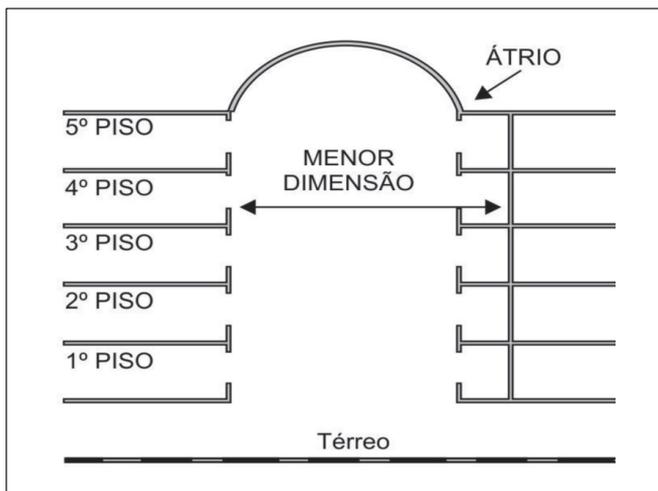


Figura 31: Átrio considerado aberto de um lado e fechado do outro

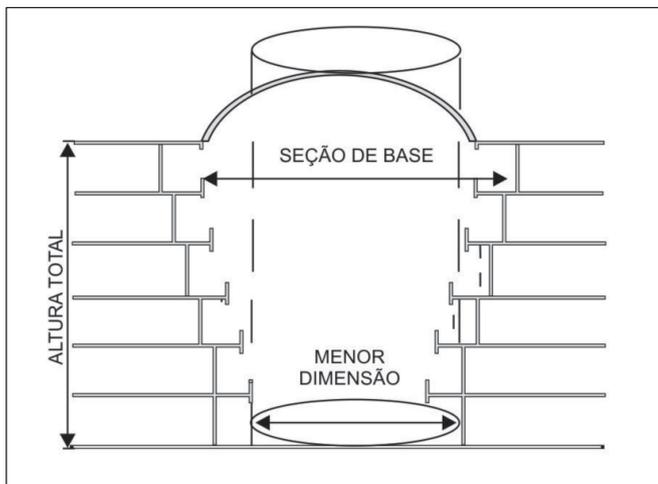


Figura 32: Dados relativos a um átrio coberto padronizado

14.1.6 Os átrios não padronizados são todos aqueles que não atendem à regra estabelecida no item 14.1.5.

## 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) (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;

### 15.2 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:

- 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>;
- 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 e introdução de ar natural, a velocidade nas aberturas de entrada de ar não deve ser superior a 2 m/s e a vazão volumétrica deve ser igual à de extração.

15.2.2.5 No controle de fumaça por extração mecânica e introdução mecânica de ar, a velocidade nas aberturas de insuflação de ar não deve ser superior a 5 m/s e a vazão volumétrica deve ser na ordem de 60% da vazão de extração, à temperatura de 20°C.

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

- ser separadas por barreiras de fumaça;
- atender aos critérios contidos nas Partes 3, 4, 5 e 6 desta IT, exceto quando essas áreas forem permanentemente desocupadas, sendo que se esta condição existir, a extração nessas áreas deve ser obrigatoriamente mecânica.

### 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:

- 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>, atentando-se para o item 9.8.1 da Parte 3 desta IT;
- 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.

15.2.3.2 No 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 No controle de fumaça por extração mecânica e introdução de ar natural, a velocidade nas aberturas de entrada de ar não deve ser superior a 2 m/s e a vazão volumétrica deve ser igual à de extração.

15.2.3.4 No controle de fumaça por extração mecânica e introdução mecânica de ar, a velocidade nas aberturas de insuflação de ar não deve ser superior a 5 m/s e a vazão volumétrica deve ser na ordem de 60% da vazão de extração, à temperatura de 20°C.

### 15.2.4 Demais átrios padronizados

15.2.4.1 Os sistemas de controle de fumaça podem ser obtidos:

- 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>,

atentando-se para o item 9.8.1 da Parte 3 desta IT;

- 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. No controle de fumaça por extração natural, ter uma superfície livre equivalente àquela das extrações de fumaça;
- b. No controle de fumaça por extração mecânica e introdução de ar natural, a velocidade nas aberturas de entrada de ar não deve ser superior a 2 m/s e a vazão volumétrica deve ser igual à de extração.
- c. No controle de fumaça por extração mecânica e introdução mecânica de ar, a velocidade nas aberturas de insuflação de ar não deve ser superior a 5 m/s e a vazão volumétrica deve ser na ordem de 60% da vazão de extração, à temperatura de 20°C.

### 15.2.5 Casos particulares

**15.2.5.1** O sistema projetado conforme a nota 2 da Tabela 6A do Regulamento de Segurança contra Incêndio das edificações e áreas e risco no Estado de São Paulo deve atender a seguinte condição:

- a. O dimensionamento deve ser realizado conforme o item 15.2.4 desta IT.

**15.2.5.2** O sistema projetado conforme a nota 9 da Tabela 6C do Regulamento de Segurança contra Incêndio das edificações e áreas e risco no Estado de São Paulo 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 (distância horizontal) deve ser de, no máximo, 90 metros;
- e. O dimensionamento deve ser realizado conforme o item 15.2.4 desta IT.

**15.2.5.3** O sistema projetado conforme a nota 7 da Tabela 6D ou a nota 9 da Tabela 6H.3 do Regulamento de Segurança contra Incêndio das edificações e áreas e risco no Estado de São Paulo deve atender as seguintes condições:

- a. Os átrios devem ser padronizados, conforme os itens 14.1.4 e 14.1.5 desta IT;
- b. A distância entre qualquer ponto da edificação e um átrio (distância horizontal) deve ser de, no máximo, 90 metros;
- c. O dimensionamento deve ser realizado conforme o item 15.2.4 desta IT.

## 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 33.

**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:**

**16.5.1** 10 metros nos percursos em linha reta;

**16.5.2** 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.

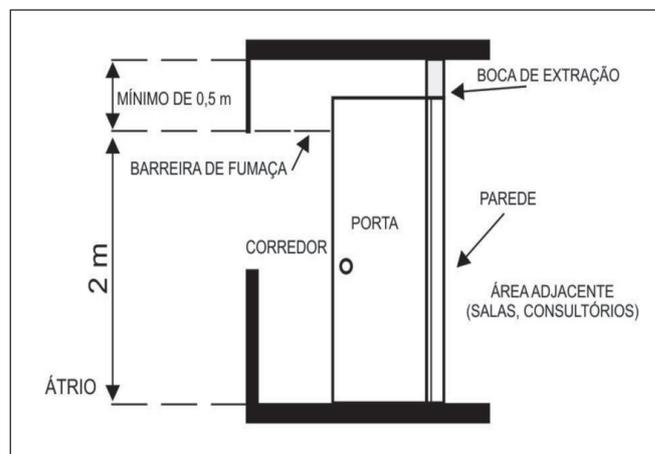
**16.8 Os demais espaços adjacentes ao átrio são classificados em:**

**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.) (Figura 33);

**16.8.2** Locais diretamente abertos à circulação horizontal, porém separados do átrio por esta circulação (ex.: lojas comerciais, galerias de exposição, restaurantes etc.) (Figura 34);

**16.8.3** Locais diretamente abertos sob o átrio (Figura 35).

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



**Figura 33:** Exemplo de locais fechados com acesso à circulação por meio de uma porta

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

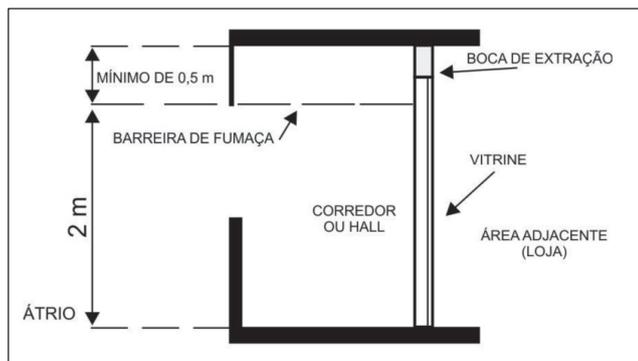
seguintes:

**16.9.1.1** Devem possuir extração de fumaça na circulação horizontal com uma vazão mínima de 4 m<sup>3</sup>/s em uma área de acomodação de fumaça.

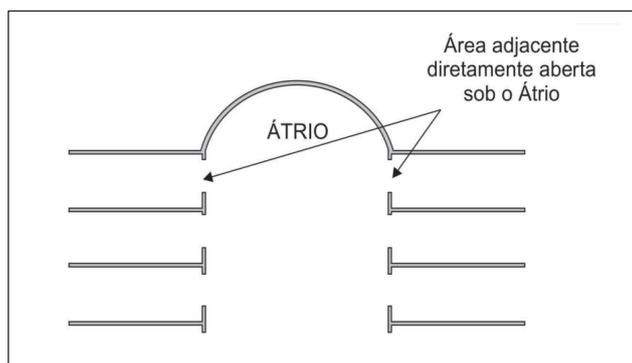
**16.9.1.2** Devem possuir velocidade máxima nas aberturas de introdução de ar de 5 m/s.

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

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



**Figura 34:** Exemplo de locais diretamente abertos, porém separados do átrio por uma circulação horizontal



**Figura 35:** Exemplo de locais diretamente abertos sob o átrio

**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 mínima de 8 m<sup>3</sup>/s em uma 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 IT.

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

**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 IT;
- ter extração de fumaça na circulação horizontal, com uma vazão mínima de 4 m<sup>3</sup>/s em uma 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 em um 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 IT.

## 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 que utiliza escala física reduzida, seguindo regras estabelecidas, no qual testes em pequena escala são conduzidos para determinar os requisitos e necessidades do sistema de controle de fumaça a ser projetado;

**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 *softwares* de modelagem para análise de mecânica dos fluidos, usando teoria e valores empiricamente derivados para estimar as condições no espaço.

**17.2** As alternativas citadas anteriormente, bem como outros modelos que podem ser utilizados por profissionais habilitados, devem ser apresentados ao Corpo de Bombeiros através de Comissão Técnica Ordinária.

**17.3** No caso da utilização do Modelo em Escala ou de Modelo dimensionados por *softwares* de modelagem para análise de mecânica dos fluidos, uma vasta literatura pode ser encontrada nas NFPA 92 e NFPA 92-B, bem como no *Handbook of Smoke Control Engineering* – ASHRAE.

**SECRETARIA DA SEGURANÇA PÚBLICA**  
**POLÍCIA MILITAR DO ESTADO DE SÃO PAULO**

**Corpo de Bombeiros**

**INSTRUÇÃO TÉCNICA Nº 15/2019**

**Controle de fumaça**

**Parte 8 – Aspectos de segurança**

**SUMÁRIO**

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

## **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 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 semestralmente 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 extração tenha sido estabilizado, visando a evitar a entrada de ar não controlada na área de fogo.

**18.4.2.3** Quanto à utilização na extração de fumaça, geralmente os sistemas de ar-condicionado não têm a capacidade para este fim, decorrente de não possuírem grelhas para extração, localizadas nos locais apropriados para uma extração.

**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, conforme IT 09.

### **18.4.3 Sistemas de controle**

**18.4.3.1** A simplicidade deve ser o objetivo do gerenciamento do sistema de controle de fumaça, desde que observadas as premissas do item 8.2.4 da Parte 2 desta IT.

#### **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 em até 10 segundos 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, conforme item 8.2.4.7 da Parte 2 desta IT.

**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, observando sempre o item 8.2.4.7 da Parte 2 desta IT.

### **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 extratores 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 em área de supervisão permanente.

**18.4.7.2** Tais controles devem estar aptos a superar quaisquer falhas de acionamento automático, observando-se as premissas do item 8.2.4 desta IT.

#### **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**

**18.4.9.1** 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 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. comissionamento;
- 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 o comissionamento.

**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 empresa que executou instalação. Quando os testes forem feitos pela empresa 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 Comissionamento**

**18.4.12.1** O comissionamento deve confirmar que o sistema, em conjunto com as instalações finais dos equipamentos/subsistemas com todos os componentes que integram o sistema de controle de fumaça, está de acordo com o projeto e apresenta funcionamento apropriado. Devem ser comissionados, no mínimo e se pertinente ao sistema, os seguintes componentes:

- a. extrator mecânico (ventilador e motor) em funcionamento com energia elétrica e com grupo gerador;
- b. manobra automática de energia normal para emergência (grupo motogerador);
- c. reversão de ventilador normal para o reserva,
- d. qualidade da energia elétrica fornecida (amperagem/voltagem/frequência/aterramento);
- e. equilíbrio de fases;
- f. extrator natural com respectivos atuadores;
- g. registros corta-fogo e/ou fumaça;
- h. registros de entrada de ar;
- i. registros de sobre pressão;
- j. venezianas e grelhas de ar;
- k. rede de dutos;
- l. vazão de ar;
- m. variadores de frequência com sensores de pressão;
- n. quadros elétricos com os componentes;
- o. fiação e ligações elétricas;
- p. sistema de supervisão e controles;
- q. sistema de alarme;
- r. interligação com os detectores de fumaça;
- s. instalação, apoios, fixações e sustentações de todos os componentes do sistema;

**18.4.12.2** Além dos componentes citados no item 18.4.12.1, os seguintes parâmetros precisam ser mensurados durante o comissionamento:

- 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 e abertura das portas (quando constantes do projeto);

d. diferenciais de pressão;

e. temperatura ambiente.

**18.4.12.3** Antes de iniciar o comissionamento, 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 extração nos banheiros, elevadores, casa de máquinas e outros sistemas similares.

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

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

**18.4.12.6** O comissionamento deve demonstrar de que os resultados esperados em projeto estão sendo obtidos.

**18.4.12.7** 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.

**18.4.12.8** O relatório de comissionamento deve ser enviado via *upload* pelo Sistema Via Fácil Bombeiros, conforme item 7.2.8.1 da IT 01 – Procedimentos Administrativos, quando houver a solicitação da primeira vistoria no local, sendo que a não apresentação caracterizará a ineficiência do sistema.

**18.4.12.9** Mediante conclusão do comissionamento, uma cópia de todos os documentos de teste operacionais deve ser entregue ao proprietário e estar disponível na edificação para eventual consulta em vistoria técnica.

#### **18.4.13 Manuais e instruções**

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

#### **18.4.14 Testes para obtenção do AVCB**

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

#### **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 nos itens anteriores.

#### **18.4.16 Testes periódicos com emissão de Relatório de Inspeção**

**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, sendo que os parâmetros a serem observados são os mesmos citados nos itens 18.4.12.1 e 18.4.12.2.

**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, bem como a devida responsabilidade técnica registrada junto ao respectivo Conselho Profissional.

**18.4.16.5** Os resultados dos testes devem ser registrados através de Relatório de Inspeção e mantidos na edificação, devendo se atentar para a frequência mencionada no item anterior, sendo que a não apresentação, se houver a solicitação do Corpo de Bombeiros, caracterizará a ineficiência do sistema.

**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 por meio de Comissão Técnica Recursal.