



INSTRUÇÃO TÉCNICA

IT 09

Controle de Fumaça e Gases

1ª VERSÃO

2017

bombeiros.pa.gov.br
Diretoria de Serviços
Técnicos

PARÁ
BOMBEIROS
CORPO

1. OBJETIVO

1.1 Fornecer parâmetros técnicos para implementação de sistema de controle de fumaça, atendendo ao previsto no Regulamento de Segurança Contra Incêndio e Pânico das edificações e áreas de risco do Estado do Pará.

1.2 Padronizar critérios para análise de processos de segurança contra incêndio e pânico em Minas Gerais.

1.3 Orientar os profissionais que atuam na elaboração de projetos e execução de obras submetidas à aprovação do Corpo de Bombeiros Militar do Pará (CBMPA).

2. APLICAÇÃO

2.1 Esta Instrução Técnica (IT) se aplica nas edificações onde é exigida a medida de segurança Controle de Fumaça prevista na IT01 (Procedimentos Administrativos) em função da sua altura, uso/ocupação e população.

2.2 O sistema de controle de fumaça deverá ser projetado visando:

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 redução da propagação de gases quentes e fumaça entre a área incendiada e áreas adjacentes, retardando a elevação da 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.

2.3 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;

2.4 As escadas e rotas de fuga verticais devem atender às Instruções Técnicas de Saídas de emergência.

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

Lei nº 5.088 que dispõe sobre a prevenção contra incêndio e pânico no Estado do Pará.

Decreto Estadual nº 357, de 21 de agosto de 2007 – Institui o Regulamento de Segurança contra Incêndio e Pânico das edificações e áreas de risco para os fins da Lei nº 5.731, de 15 de dezembro de 1992 e estabelece outras providências.

NBR-7505 - Armazenagem de líquidos inflamáveis e

combustíveis. Parte 1: Armazenagem em tanques estacionários. Instrução Técnica 01 (IT01) – Procedimentos administrativos – CBMPA

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

Instrução Técnica Nº 15 – Controle de Fumaça – CBPMESP.

ABNT NBR 16401 – Instalações de ar condicionado – Sistemas centrais e unitários.

ABNT NBR 7199 – Vidros na construção civil – Projeto, execução e aplicações.

NFPA 92 – Standard for Smoke Control Systems.

NPT 015 – Controle de Fumaça – CBMPR.

Instruction Technique nº 246 – Relative au désenfumagedans les établissementsrecevant du public – journal officiel du 4 mai 1982 – França.

Instruction Technique nº 247 – Relativeauxmécanismes de déclenchementdesdispositifs de fermetureàrésistantaufeu de désenfumage – journaofficialdu 4 mai 1982 – França.

Instruction Technique nº 263 – Relative à laconstruction et audésenfumagedes volumes libres intérieursdanslesétablissementsrecevantdupublic – journaofficialdu 7 février 1995 et rectificatifaujournalofficial de 11 de novembre 1995 – França.

Règlesrelatives a laconception et a l’installation d’exutores de fumeé et de chaleur – (Julho2006) – França.

4. DEFINIÇÕES

Para os efeitos desta Instrução Técnica aplicam-se as definições constantes no Regulamento de Segurança Contra Incêndio e Pânico, Referências Normativas e IT 02 (Terminologia de Proteção Contra Incêndio e Pânico), complementadas pelas seguintes definições:

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

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

4.3 Altura da zona livre de fumaça (H'): altura medida entre o piso e a face inferior da camada de fumaça.

4.4 Altura de referência (H): média aritmética das alturas do ponto mais alto e do ponto mais baixo da cobertura (ou

do falso teto) medida a partir do piso.

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

4.6 Área útil de um exaustor mecânico de fumaça: área fornecida pelo fabricante, baseada na influência do vento e das deformações provocadas por uma elevação de temperatura.

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

4.8 Átrio: espaço amplo criado por um andar aberto ou conjuntos de andares abertos, conectando dois ou mais pavimentos cobertos, com ou sem fechamento na cobertura, excetuando-se os locais destinados à escada, escada rolante, e *shafts*.

4.9 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.

4.10 Camada de fumaça: espessura acumulada de fumaça por uma barreira ou painel.

4.11 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.

4.12 Entrada de ar: abertura que permite a entrada de ar fresco, em temperatura ambiente, livre de fumaça, na edificação ou compartimento durante as operações de extração de fumaça.

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

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

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

4.16 Exaustor natural de fumaça: dispositivo instalado na cobertura ou fachada de um edifício, susceptível de abertura automática em caso de incêndio, permitindo a

extração da fumaça para o exterior por meios naturais.

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

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

4.19 Fumaça: partículas transportadas na forma sólida, líquida e gasosa, decorrentes de um material submetido à pirólise ou combustão que juntamente com certa quantidade de ar formam uma massa.

4.20 Interface da camada de fumaça: 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.

4.21 Jato de fumaça sob o teto: 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.

4.22 Queima estável: queima que ocorre em ambiente sujeito a controle por equipamentos de prevenção e combate a incêndio e pânico, tais como sistema de chuveiros automáticos, nebulizadores.

4.23 Queima instável: queima que ocorre sem controle da fumaça ou calor por acionamento de sistemas preventivos.

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

4.25 Painel de fumaça: para efeito desta instrução técnica, sinônimo de barreira de fumaça.

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

4.27 Produção de calor: calor total gerado pela fonte de fogo.

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

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

4.30 Supervisão: auto teste do sistema de controle de fumaça, onde a instalação e os dispositivos com função são monitorados para acompanhar uma falha funcional ou de integridade da instalação e dos equipamentos que controlam o sistema.

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

4.32 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.

4.33 Zona Morta: compartimento no interior da edificação que propicie acúmulo de fumaça.

5. PROCEDIMENTOS

5.1 Requisitos do Sistema de Controle de Fumaça

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

5.1.2 Para obter um controle de fumaça eficiente as seguintes condições devem ser estabelecidas:

a) divisão dos volumes de fumaça a extrair por meio da compartimentação de área ou pela previsão de área de acantonamento (ver item 4.1);

b) extração adequada da fumaça, não permitindo a criação de zonas mortas onde a fumaça possa vir a ficar acumulada, após o sistema entrar em funcionamento (ver item 4.33);

c) sempre que necessário, 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 o exterior da edificação, nos casos de controles automatizados.

5.1.3 O controle de fumaça pode ser previsto de forma isolada ou conjunta para as áreas da edificação.

5.1.3.1 As áreas destinadas a rotas de fuga de ocupações distintas ou áreas adjacentes podem ser separadas das áreas com controle de fumaça.

5.1.3.2 A separação das áreas prevista no item anterior pode ser obtida por compartimentação, conforme IT de Compartimentação horizontal e compartimentação vertical.

5.1.3.3 Na impossibilidade de separação ou compartimentação das áreas previstas no item 5.1.3.1, o controle de fumaça deverá ser projetado para todas as áreas da edificação de acordo com o

previsto no Regulamento de Segurança Contra Incêndio e Pânico.

5.1.3.4 Caso o sistema de ar - condicionado não integre o sistema de controle de fumaça, cuidados especiais devem ser observado para que:

a) o sistema de ar-condicionado seja desligado imediatamente quando da ocorrência do incêndio;

b) sejam previstos meios internos aos dutos, a fim de se evitar a propagação de fumaça e gases nocivos para áreas adjacentes e pisos superiores ao local sinistrado.

5.1.4 As exigências desta Instrução Técnica não impedem a exigência de outras medidas previstas pelas demais Instruções Técnicas para a edificação.

5.1.4.1 Medidas que evitem espécies de concentrações tóxicas em uma camada de fumaça (por exemplo, CO, HCl, HCN) devem ser tomadas sem que haja prejuízo do funcionamento do sistema de controle de fumaça.

5.2 Tipos de Sistemas de Controle de Fumaça

5.2.1 Para definição do tipo de sistema de controle de fumaça a ser projetado deverão ser observadas as características da edificação e qual tipo de sistema se aplica.

5.2.2 O tipo de sistema de controle de fumaça é definido pelo mecanismo adotado para a entrada de ar e a extração de fumaça, conforme Tabela 1.

Tabela 1: Tipo de sistema por entrada de ar e extração de fumaça

TIPO	CONTROLE	ENTRADA DE AR	EXTRAÇÃO DE FUMAÇA
1	Natural	Natural	Natural
2	Mecânico	Mecânica	Mecânica
3	Combinado	Natural	Mecânica

5.2.3 O sistema de controle natural (Tipo 1) não é permitido para qualquer uma das seguintes situações:

a) edificações ou pavimentos sem janelas com área superior a 500m² ou população superior a 100 pessoas;

b) áreas de circulação dos átrios cobertos (ver item 11.5.2);

c) quando a área de abertura de entrada de ar for menor que a área das aberturas para extração de fumaça, exceção ao previsto em 6.3.2.1;

d) edificações com altura superior a 54 metros.

5.2.4 Nos demais casos, a escolha do sistema a ser adotado ficará a critério do Responsável Técnico, desde que atenda as condições

descritas nesta Instrução Técnica.

5.3 Áreas a serem protegidas por controle de fumaça

5.3.1 O sistema de controle de fumaça deverá ser dimensionado de forma a proteger as seguintes áreas:

- a) áreas de circulação, áreas comuns;
- b) áreas de concentração de público;
- c) átrios;
- d) corredores;
- e) subsolos e edificações sem janelas;
- f) unidades autônomas com área superior a 300 m² (em edificações altas >54m);
- g) outras em que se verifique a necessidade de instalação da medida.

5.3.2 O tipo de sistema de controle de fumaça a ser adotado e as áreas a serem protegidas pelo sistema estão definidos na Tabela 2.

5.4 Componentes dos sistemas de controle de fumaça

5.4.1 Controle natural de fumaça (Tipo 1)

5.4.1.1 A entrada de ar natural pode ser composta por:

- a) aberturas de entrada de ar localizadas nas fachadas e acantonamentos adjacentes;
- b) aberturas de entrada posicionadas na fachada ou ligadas a dutos de captação de ar externo;
- c) grelhas e/ou venezianas;
- d) portas dos locais a extrair fumaça, localizadas nas fachadas e acantonamentos adjacentes;
- e) vãos das escadas abertas ou ao ar livre;
- f) e outros que atendam aos parâmetros e eficiência exigida para o sistema.

5.4.1.1.1 As aberturas de entrada de ar do sistema de controle de fumaça Tipo 1 devem ser permanentes ou automatizadas, de forma que assegurem a entrada de ar na edificação independente da atividade humana.

5.4.1.1.2 A localização das aberturas de extração deve ser avaliada considerando que as aberturas de entrada de ar e saída da extração devem estar posicionadas com base no movimento da fumaça, de forma a não interferir nas saídas das pessoas.

5.4.1.2 A extração de fumaça natural pode ser composta por:

- a) Exaustores naturais:
 - a.1) abertura ou vão de extração;
 - a.2) claraboia ou alçapão de extração;
 - a.3) dutos e peças especiais;
 - a.4) grelhas ligadas a dutos;
 - a.5) janela e/ou veneziana de extração;
 - a.6) poços ingleses;
 - b) mecanismos elétricos, pneumáticos e mecânicos de acionamento dos dispositivos de extração de fumaça;
 - c) registros corta-fogo e fumaça;
- outros que atendam aos parâmetros e eficiência exigida para o sistema.

5.4.1.2.1 As aberturas de extração devem estar localizadas longe das entradas de ar, a fim de se evitar a possibilidade de a fumaça

ser deslocada para dentro da edificação.

5.4.2 Controle mecânico de fumaça (Tipo 2)

5.4.2.1 A entrada de ar mecânica pode ser composta por abertura de ar por insuflação mecânica por meio de grelhas e/ou dutos.

5.4.2.2 A extração de fumaça mecânica pode ser composta por:

- a) duto e peças especiais;
- b) grelha de extração de fumaça em dutos;
- c) mecanismos elétricos, pneumáticos e mecânicos de acionamento dos dispositivos de extração de fumaça.
- d) registro corta-fogo e fumaça;
- e) ventiladores de controle mecânico de fumaça;

5.4.3 Controle combinado de fumaça (Tipo 3)

5.4.3.1 A entrada de ar natural pode ser composta pelos componentes discriminados no item 5.4.1.1.

5.4.3.2 A extração de fumaça mecânica pode ser composta pelos componentes discriminados no item 5.4.2.2.

6 ELEMENTOS E EQUIPAMENTOS DO SISTEMA

6.1 Áreas de acantonamentos

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

6.1.1.1 As edificações que possuam áreas e que necessitam de sistema de controle de fumaça devem ser divididas em acantonamentos com uma área máxima de 1.600 m² (Figura 1).

6.1.1.2 O comprimento máximo de um lado da área de acantonamento não deve ultrapassar 60 m (Figura 1).

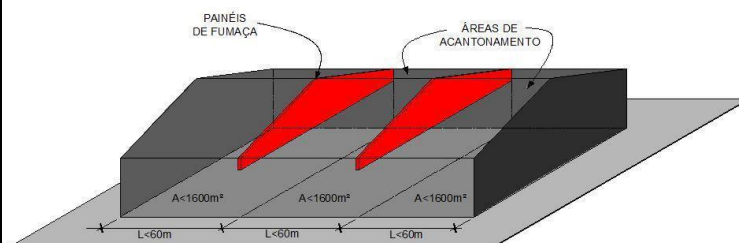


Figura 1: Divisão em áreas de acantonamento

6.1.1.3 As áreas de acantonamento podem ser delimitadas:

- a) por painéis e/ou barreiras de fumaça (Figura 2);
- b) pela configuração do telhado;

pela compartimentação da área, desde que a área compartimentada atenda aos parâmetros descritos nos itens 6.1.1.1 e 6.1.1.2.

6.2 Barreiras e painéis de fumaça

6.2.1 As barreiras de fumaça são constituídas por:

- a) elementos de construção do edifício ou qualquer outro componente rígido e estável;
- b) materiais incombustíveis para-chamas que apresentem tempo de resistência conforme IT 06 – Segurança Estrutural das Edificações, no mínimo de 60 min;

- c) podem ser utilizados vidros que atendam ao TRRF de 60 min;
- d) outros dispositivos previstos em norma brasileira reconhecida (ABNT);
- e) outros dispositivos previstos em norma internacional, desde que submetidos à aprovação prévia do Corpo de Bombeiros.

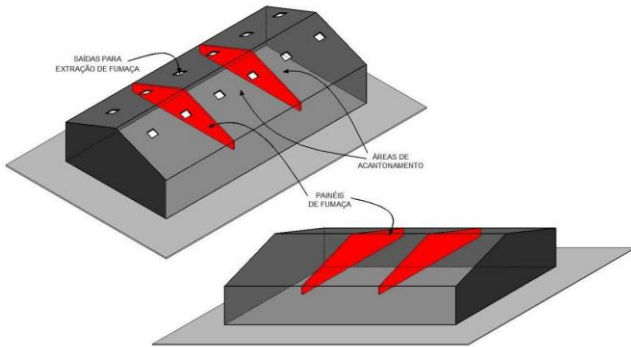


Figura 2: Elementos do sistema de controle de fumaça

6.2.2 Em edificações térreas, grandes áreas isoladas em um pavimento e edificações que possuam seus pavimentos isolados por lajes, as barreiras de fumaça devem ter altura:

- a) igual a 25% da altura de referência (H), quando esta for igual ou inferior a 6 m;
- b) no mínimo igual a 2,0 m para edificações que possuam altura de referência superior a 6 m;
- c) para fins de dimensionamento, a barreira de fumaça deve conter a camada de fumaça.

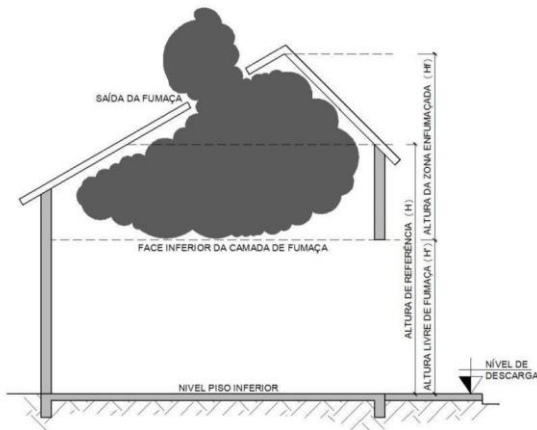


Figura 3: Altura de referência, altura livre de fumaça e zona enfumaçada

6.2.3 Salvo definições específicas nesta Instrução Técnica, as barreiras de fumaça devem ter altura mínima de 0,50 m e conter a camada de fumaça (Figura 4).

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

6.2.5 Caso as barreiras de fumaça possuam aberturas, estas devem ser protegidas por dispositivos de fechamento automático ou por dutos adequadamente protegidos para controlar o movimento da fumaça pelas barreiras.

6.2.6 As áreas com instalação de barreiras de fumaça devem dispor de exaustores naturais ou mecânicos para evitar a formação de zona morta.

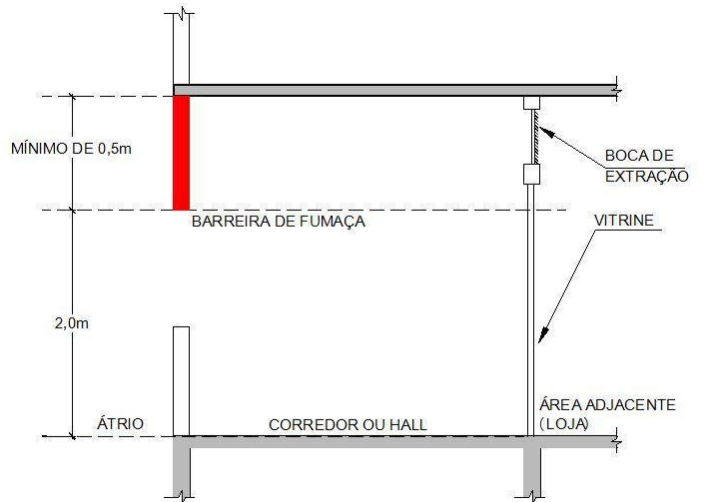


Figura 4: Detalhe de barreira de fumaça – corte

6.3 Áreas de aberturas de entrada de ar

6.3.1 As áreas das aberturas destinadas a entrada de ar devem se situar na zona livre de fumaça no ponto mais baixo possível.

6.3.2 A soma das áreas destinadas à entrada de ar deve ser ao menos igual àquelas destinadas a extração de fumaça.

6.3.2.1 As áreas de entrada de ar poderão ser inferiores às exigidas para a extração de fumaça desde que seja comprovada a vazão necessária para garantir o fluxo constante de troca de volume de ar na edificação.

6.3.3 As áreas de aberturas de entrada de ar serão dimensionadas para os sistemas de controle de fumaça do tipo 1 e 3, adotando as tabelas de porcentagem de abertura (tabelas 6 e 7).

6.4 Áreas de abertura de extração de fumaça

6.4.1 As áreas das aberturas destinadas a extração da fumaça utilizadas no sistema tipo 1 devem se situar no ponto mais alto possível, dentro da zona enfumaçada (H_f) (Figura 3).

6.4.2 Todo acantonamento no qual a inclinação do telhado ou teto for inferior a 10%, a distância horizontal entre a barreira, ou painel de fumaça, ou parede limite do acantonamento e as saídas de extração deve ser de até sete vezes a altura de referência (Figura 5).

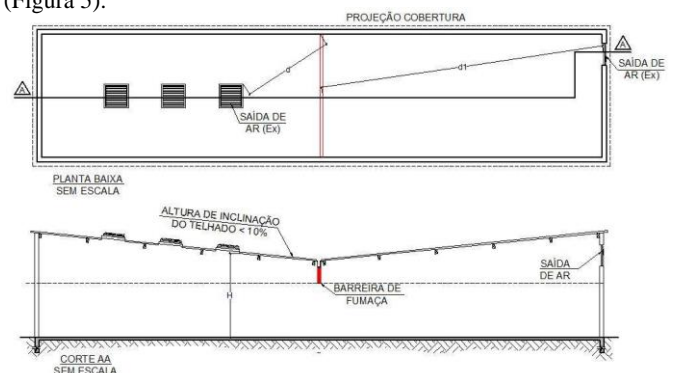
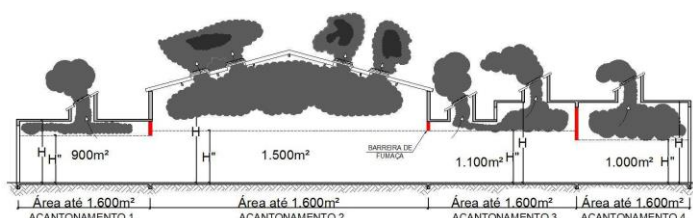


Figura 5: Distâncias entre saídas**Observação:**

- 1) d = distância horizontal da abertura superior de extração até a barreira de fumaça ou parede limite do acantonamento;
 - 2) d_1 = distância horizontal da abertura de extração, localizada na fachada até a barreira de fumaça ou parede limite do acantonamento;
 - 3) d e $d_1 \leq 7H$ e menor que 30 m;
- H é a Altura de Referência conforme definido em 4.4.

6.4.2.1 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.

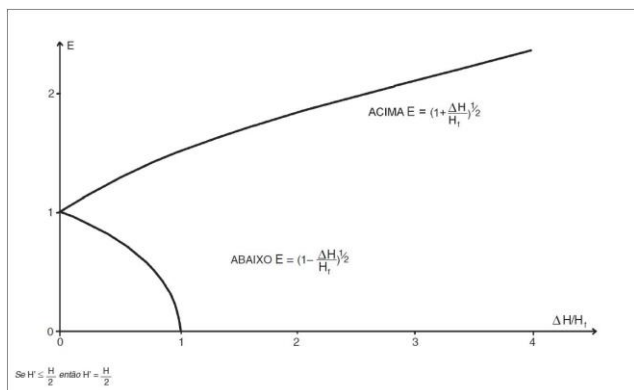
6.4.2.2 No acantonamento que possuir telhado com descontinuidade de altura, deve ser calculada a média das diversas alturas sob o teto ou telhado (H) (Figura 6).

**Figura 6:** Altura de referência diversificada por acantonamento

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

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

6.4.2.5 O coeficiente de eficácia (E) encontra-se na Figura 7 e considera a altura da zona enfumaçada (H_f) e da altura de referência (H).

**Figura 7 -** Eficiência dos Exaustores

6.4.2.5.1 Na determinação da área útil de qualquer exaustor, esta deve ser fornecida pelo fabricante, após ensaio em laboratório credenciado, contendo a influência do vento e das deformações

provocadas pela elevação da temperatura, conforme norma de renomada aceitação.

6.4.2.5.2 Para os exaustores naturais que não forem objeto de ensaio, a área livre de passagem de ar será afetada por um coeficiente de 0,5.

6.4.2.5.3 O mesmo coeficiente de eficácia se aplica à área útil das aberturas de extração.

6.4.2.5.4 Para as aberturas nas fachadas, o coeficiente de eficácia se aplica à área útil das aberturas situadas dentro da zona enfumaçada.

6.4.2.5.5 O valor de “ ΔH ” 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.

6.5 Dutos

6.5.1 Os dutos do sistema tipo 1 (natural) devem atender às seguintes características:

- a) ser construídos em materiais incombustíveis e ter resistência interna à fumaça e gases quentes de 60 min;
- b) apresentar uma estanqueidade satisfatória do ar;
- c) ter a seção mínima igual às áreas livres das aberturas que os servem em cada piso;
- d) ter a relação entre as dimensões transversais de um duto não superior a dois;
- e) 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°;
- f) em cada piso, o comprimento dos ramais horizontais de ligação ao duto vertical não deve exceder a 2,0 m, a menos que seja justificado pelo cálculo que a tiragem requerida é assegurada;
- g) para o cálculo referido na alínea anterior, a fumaça deve ser considerada à temperatura de 70°C, e o ar exterior à temperatura de 21°C, com velocidade nula.

6.5.1.1 Em edificações térreas, grandes áreas isoladas em um pavimento e edificações que possuam seus pavimentos isolados por lajes, no caso de aberturas de extração ligadas a dutos verticais, o comprimento dos dutos deve ser inferior a 40 vezes a razão entre a sua área e o seu perímetro (Figura 8). Ex.: Duto quadrado com 1,0 m de lado = 1,0 m² de área: $40 \times 1 / 4 = 10,0$ m de comprimento. Duto retangular com 1,0 x 2,0 m = 2,0 m² de área: $40 \times 2 / 6 = 13,33$ m de comprimento.

6.5.1.2 A altura dos dutos do sistema tipo 1 (natural) está limitada a 10 diâmetros hidráulicos ($D_h = 4 \times \text{área do duto} / \text{perímetro do duto}$), salvo justificação dimensionada por cálculo.

6.5.2 Os dutos dos sistemas Tipo 2 ou 3 devem atender às seguintes características:

- a) ser construídos em materiais incombustíveis e ter resistência interna à fumaça e gases quentes de 60 minutos;
- b) ter resistência externa a fogo por 60 minutos, quando fizer parte de um sistema utilizado para extrair fumaça de diversos

- ambientes ou quando utilizado para entrada de ar;
- c) apresentar estanqueidade satisfatória do ar;
 - d) ser dimensionado para uma velocidade máxima de 10 m/s quando for construído em alvenaria ou gesso acartonado;
 - e) ser dimensionado para uma velocidade máxima de 15,0 m/s quando for construído em chapa metálica.

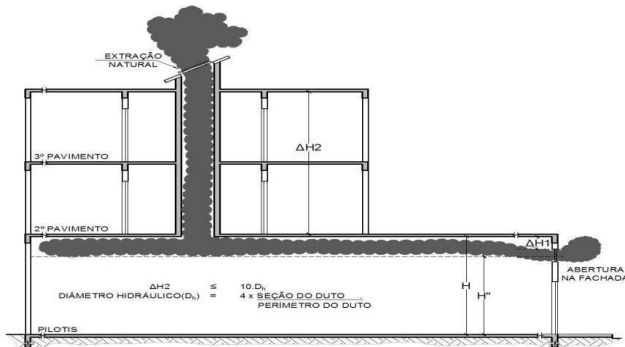


Figura 8: Diâmetro hidráulico

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

6.5.4 Quando os dutos atravessarem paredes de compartimentação ou lajes entre pavimentos compartimentados deverá ser instalado registro corta fogo (*dampers*) na passagem, com o mesmo tempo de resistência ao fogo, conforme parâmetros previstos na IT07-Compartimentação horizontal e compartimentação vertical.

6.5.5 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 60 minutos.

6.6 Grelhas e venezianas entre compartimentos

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

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

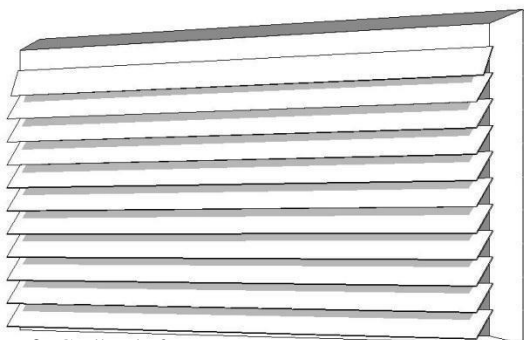


Figura 9: Grelha de fumaça

6.6.3 As aberturas de entrada de ar e de extração de fumaça em dutos, dispostas no interior do edifício (entre compartimentos) devem permanecer normalmente fechadas por obturadores.

6.6.3.1 A situação prevista no item anterior não se aplica:

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

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

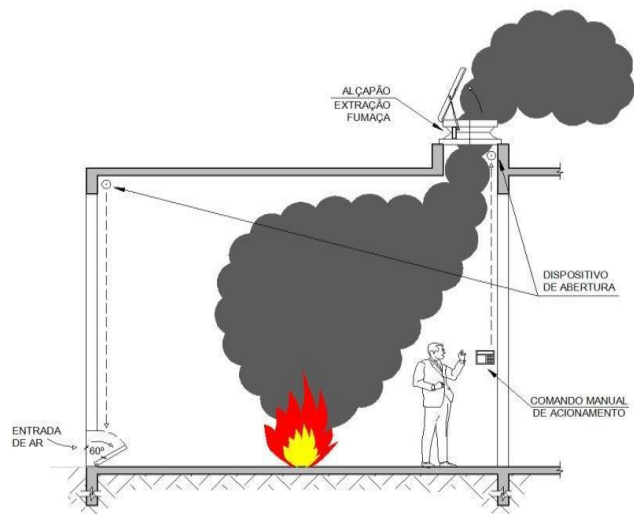


Figura 10: Ângulo de abertura dos obturadores

6.7 Circuitos de instalação elétrica

6.7.1 Os circuitos de alimentação das instalações de segurança devem ser independentes de quaisquer outros e protegidos de forma que qualquer ruptura, sobretensão ou defeito de isolamento num circuito não danifique ou interfira em outros circuitos.

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

6.7.3 As canalizações elétricas, embutidas ou aparentes, dos circuitos de alimentação do controle de fumaça mecânico devem ser constituídas e protegidas por elementos que assegurem, em caso de incêndio, a sua integridade durante o tempo mínimo de 2 h.

6.8 Comando do sistema

6.8.1 Na ausência de aberturas permanentes para entrada de ar e extração de fumaça, as instalações de controle de fumaça devem ser dotadas de dispositivo de destravamento por comandos

automáticos duplicados por comandos manuais, assegurando as seguintes funções:

- a) abertura dos registros ou dos exaustores naturais do local ou da circulação sinistrada;
- b) abertura das entradas de ar da área sinistrada e áreas adjacentes quando for o caso;
- c) interrupção das operações das instalações de ventilação ou de tratamento de ar, quando existirem, a menos que essas instalações participem do controle de fumaça;
- d) partida dos ventiladores utilizados nos sistemas de controle de fumaça mecânico.

6.8.2 Os dispositivos de abertura com comando manual devem ser de funcionamento mecânico, elétrico, eletromagnético, pneumático ou hidráulico e acionável por comandos dispostos na proximidade dos acessos aos locais, duplicados na central de segurança, portaria ou local de vigilância de 24 h.

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

6.8.4 Nas instalações dotadas de comando automático deve ser assegurada a entrada em funcionamento do sistema de controle de fumaça no local sinistrado, permanecendo, entretanto, a possibilidade do acionamento por comando manual nas áreas adjacentes.

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

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

6.8.6 Nos locais equipados com chuveiros automáticos, deve ser assegurado que as instalações de controle de fumaça entrem em funcionamento antes daqueles.

6.8.6.1 Nos depósitos e áreas de armazenamento protegidos por chuveiros automáticos do tipo ESFR (resposta e supressão rápida), 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.

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

6.8.7 Os sistemas de comando das instalações de controle mecânico devem assegurar que os ventiladores de extração de fumaça só entrem em funcionamento após a abertura dos registros de entrada de ar e de extração de fumaça do espaço sinistrado.

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

6.9 Fontes de alimentação elétrica

6.9.1 A alimentação dos ventiladores do sistema de controle de fumaça e dos atuadores das aberturas automáticas/automatizadas deve ser feita a partir do quadro geral do edifício por:

- a) conjunto de baterias (*nobreak*), quando aplicável;
- b) grupo moto-gerador (GMG).

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

6.9.3 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 estanques, dotadas de dispositivos de carga e regulação automáticas, que devem:
 - b.1)** na presença de energia da fonte normal, assegurar a carga máxima dos acumuladores;
 - b.2)** após descarga por falha de alimentação da energia da rede, promover a sua recarga automática no prazo máximo de 30 h.

6.9.4 O tempo de autonomia deve ser de 60 minutos.

6.10 Registros corta-fogo e fumaça

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

6.10.2 O funcionamento do registro deve estar vinculado ao sistema de detecção.

6.10.3 Deve ter a mesma resistência ao fogo do ambiente onde se encontra instalado, possuindo resistência mínima de 60 minutos.

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

6.11 Ventiladores de extração de fumaça e entrada de ar

6.11.1 Os exaustores de fumaça devem resistir, sem alterações sensíveis do seu regime de funcionamento, à passagem de fumaça durante o tempo mínimo de 60 minutos.

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

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

6.11.4 Para áreas superiores a 1.600 m² devem ser previstos ventiladores em duplicata tanto para extração de fumaça quanto para entrada de ar, com reversão automática em caso de falha no equipamento operante.

7 APRESENTAÇÃO DO SISTEMA NO PROCESSO DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO PÂNICO (PSCIP)

7.1 Na confecção do PSCIP o Responsável Técnico deverá incluir o quadro resumo (Anexo A) preenchido conforme o tipo de sistema adotado.

7.2 De acordo com o tipo de sistema previsto para o projeto, independente da metodologia adotada, a representação em planta deverá ser conforme IT 03 (Símbolos gráficos para projeto de segurança contra incêndio e pânico) ou nota em planta com indicação, dos seguintes itens:

- a) entrada de ar (aberturas, grelhas, venezianas e insuflação mecânica);
- b) exaustores naturais (entradas, aberturas, grelhas, venezianas, clarabóias e alçapões);
- c) exaustores mecânicos;
- d) dutos e peças especiais;
- e) registro corta-fogo e fumaça;
- f) localização dos pontos de acionamento alternativo do sistema;
- g) localização dos detectores de incêndio;
- h) localização da central de alarme/detecção de incêndio;
- i) localização da casa de máquinas dos insufladores e exaustores;
- j) localização da fonte de alimentação, quadros e comandos;
- k) distâncias dos exaustores em relação à divisa do terreno;
- l) dimensões em escala das barreiras de fumaça, altura de referência (H) e altura da zona livre de fumaça (H’).

7.2.1 As entradas de ar, exaustores e dutos deverão ser apresentadas também em corte e/ou fachada.

7.3 Os PSCIP com sistema de controle de fumaça do Tipo 2 e 3 deverão conter memorial descritivo da lógica do funcionamento.

7.3.1 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.

7.3.2 Deve ser acionada a extração de fumaça apenas da área sinistrada, concomitantemente deve ser acionada a entrada de ar da área sinistrada e também das áreas adjacentes.

7.3.3 A entrada em operação do sistema de controle de fumaça deve ocorrer 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 generalização do incêndio (*flashover*) ou a propagação do incêndio decorrente do aumento de temperatura do local incendiado.

7.3.3.1 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 entrada de ar no menor tempo possível, para que não ocorra a explosão ambiental.

7.4 Quando o sistema de controle de fumaça for projetado utilizando metodologia diversa da definida nesta instrução técnica (método de escala ou simulação computacional) o PSCIP será submetido à análise por corpo técnico.

8 DIMENSIONAMENTO DOS SISTEMAS DE CONTROLE DE FUMAÇA TIPO 1

8.1 O controle natural de fumaça (Tipo 1) é realizado por meio da introdução do ar externo e extração de fumaça, seja diretamente, ou por meio de dutos para o exterior, disposto para assegurar a ventilação do local (ver figura 11).

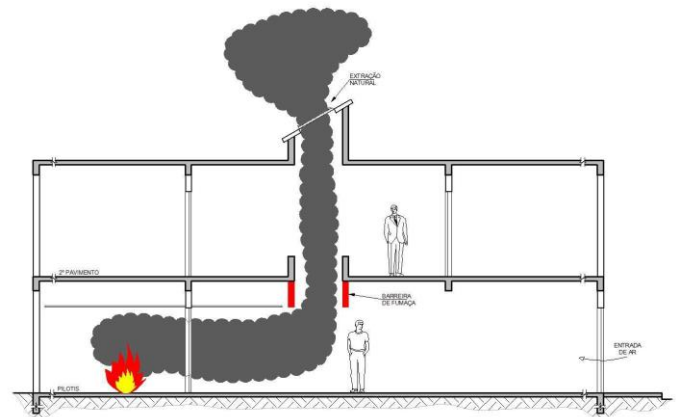


Figura 11: Exemplo de controle de fumaça natural

8.2 Os exaustores naturais e as outras aberturas de extração de fumaça devem ser instalados de forma que a distância, medida na horizontal, a qualquer obstáculo ou abertura em fachada que lhes seja mais elevado, não seja inferior à diferença de altura entre o exaustor e o obstáculo, com um máximo exigido de 8 m.

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

8.3.1 Caso a condição acima não possa ser atendida, deverá ser criado um anteparo incombustível, de forma a evitar a propagação do incêndio à edificação vizinha.

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

8.5 Parâmetros de dimensionamento

8.5.1 Para obter a área de extração de fumaça do sistema Tipo 1 para ocupação comercial, industrial e depósitos deve-se:

- a) para as edificações comerciais, industriais e depósitos, classificar o risco por meio da Tabela 3;
- b) com a classificação de risco, obter o grupo no qual a edificação se enquadra por meio da Tabela 4;
- c) obtido o grupo no qual a edificação se enquadra, baseando-se na altura de referência e na altura que se pretende ter livre de

fumaça (dados de projeto), obtém-se a porcentagem para a determinação das áreas de abertura de extração de fumaça com o emprego da Tabela 5;

d) a área de extração (A_e) será obtida pelo produto da porcentagem de abertura ($\%_a$) e área total da edificação ou área do acantonamento para os casos em que for calculada a abertura para cada acantonamento (A), conforme a equação 1:

Onde:

A_e = área de extração;

$\%_a$ = porcentagem de abertura (ex: 0,3% = 0,3/100);

A = área total da edificação ou área do acantonamento para os casos em que for calculada a abertura para cada acantonamento.

e) a área de entrada de ar a ser utilizada deverá ser no mínimo igual a área de extração de fumaça.

8.5.1.1 Nos casos de depósitos e áreas de armazenamento, o grupo de risco depende, também, da altura de estocagem, conforme se observa na Tabela 4.

8.5.1.2 Caso a altura de estocagem da edificação se encontre entre linhas da Tabela 4, deverá ser adotado o valor imediatamente acima para efeito de enquadramento do grupo a considerar.

Exemplo: Depósito com altura de estocagem real de 5,8 m enquadrado como RE3, considerar a altura imediatamente acima na Tabela 4, ou seja, 6,3 m e grupo 6.

8.5.1.3 Alturas superiores às encontradas na Tabela 5 devem ser submetidas à análise por Corpo Técnico.

8.5.1.4 Para fins de arranjo da área de acantonamento, posição dos exaustores naturais e outros parâmetros para previsão dos equipamentos, devem ser atendidos o item 6.1.

8.5.2 Para se obter a área de extração de fumaça do sistema Tipo 1 para demais ocupações, deve-se determinar a área útil das saídas de extração considerando:

- altura de referência e a altura que se pretende ter livre de fumaça (dados de projeto);
- classificação obtida na Tabela 6;
- multiplicação da área de cada acantonamento pela taxa (em porcentagem) obtida na Tabela 7.

9 DIMENSIONAMENTO DOS SISTEMAS DE CONTROLE DE FUMAÇA TIPO 2

9.1 O controle de fumaça (Tipo 2) é realizado pela introdução do ar e extração de fumaça de forma mecânica, disposta de maneira a assegurar a ventilação do local.



Figura 12: Exemplo de controle de fumaça por controle mecânico e entrada de ar mecânica

9.2 O controle de fumaça mecânico (Tipo 2) deve ter características conforme o item 5.4.2 e poderá:

- ser um sistema específico, destinado exclusivamente à extração de fumaça;
- utilizar o sistema de ventilação ou ar-condicionado normal à edificação, com dupla função, de forma a atender às funções a que normalmente são projetados e também atender a função de extração de fumaça;
- 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.

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

- atender às mesmas exigências para um sistema exclusivo de controle de fumaça por controle mecânico;
- assegurar o controle (abertura/ fechamento) de todas as partes que compõem o sistema, garantindo a não intrusão de fumaça nas demais áreas não sinistradas do edifício.

9.4 A entrada mecânica de ar deverá atender aos seguintes itens:

9.4.1 Ser realizadas por aberturas de insuflação ligadas a ventiladores por meio de dutos.

9.4.2 As aberturas de insuflação deverão ser posicionadas no terço inferior do acantonamento, visando evitar turbulências que podem espalhar a fumaça ou o fogo.

9.4.3 Preferencialmente a abertura para introdução de ar deve ter a sua parte mais alta a menos de 1,0 m do piso do pavimento.

9.4.4 Para efeito de dimensionamento, a velocidade do ar nas aberturas de insuflação deve ser inferior a 5,0 m/s, e sua vazão volumétrica deve ser da ordem de 60% da vazão das aberturas de extração de fumaça, à temperatura de 20°C.

9.5 A extração mecânica de fumaça deverá atender aos seguintes itens:

9.5.1 A abertura para extração de fumaça deve ter a sua parte mais baixa no mínimo a 2,0 m do piso do pavimento, e serem situadas no terço superior da altura de referência.

9.5.2 A extração poderá ser realizada por dispositivos ligados a ventiladores por intermédio de dutos ou por ventiladores instalados diretamente na área a proteger.

9.5.3 A extração deve ser acionada automaticamente por um sistema de detecção de fumaça.

9.6 Os parâmetros do sistema de controle mecânico de fumaça (Tipo 2) deverão ser obtidos utilizando-se a sequência de fatores, cálculos, e tabelas relacionadas a seguir.

9.6.1 Para dimensionamento da extração mecânica de fumaça os seguintes fatores devem ser observados:

- tamanho do incêndio (I_a);
- taxa de liberação de calor (Q');
- altura da camada de fumaça em relação ao piso;
- taxa total de liberação de calor (Q_t);
- tempo para a camada de fumaça descer até a altura de projeto;
- altura da chama;
- massa de fumaça a ser extraída;
- extração de fumaça;
- dimensionamento dos exaustores (VEX).

9.6.1.1 As características da edificação bem como os fatores abaixo relacionados também podem influenciar no dimensionamento do sistema de controle de fumaça Tipo 2:

- espessura da camada de fumaça;
- temperatura do ambiente;
- temperatura da fumaça;
- obstáculos;
- altura de estocagem (h_E).

9.6.2 Tamanho do incêndio (I_a)

9.6.2.1 A dimensão do incêndio depende do tipo de queima esperada e de se estabelecer uma condição de estabilidade para que o mesmo seja mantido em um determinado tamanho.

9.6.2.2 Em edificações com proteção por chuveiros automáticos, o tamanho do incêndio nas edificações deve ser conforme tabela abaixo:

9.6.2.2.1 Nas edificações do grupo J (depósitos) o tamanho do incêndio será o resultado do produto da área (A) constante na tabela 8 pela altura de estocagem, conforme equação 2 a seguir:

Onde:

I_a = Tamanho do incêndio
 A = Área obtida através da tabela 8
 h_E = Altura de estocagem

9.6.2.3 Em edificações sem proteção por chuveiros automáticos, para fins de consideração de queima estável, será aceita a instalação parcial de sistema de chuveiros automáticos para a proteção de pavimentos sem janelas com ocupação distinta de estacionamento de veículos nas edificações onde este sistema (chuveiros automáticos) não é obrigatório.

9.6.3 Taxa de liberação de calor (Q')

9.6.3.1 A taxa de liberação de calor específica deverá ser

obtida através da tabela 9.

9.6.3.2 A taxa de liberação de calor total (Q_t) é obtida pelo produto do tamanho do incêndio (I_a) pela taxa de liberação de calor (Q') obtida através da tabela 9, conforme a equação 3:

Onde:

Q_t = taxa de liberação de calor total;
 Q' = taxa de liberação de calor obtida através da tabela 9;
 I_a = tamanho do incêndio.

9.6.4 Altura da camada de fumaça

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

9.6.4.2 A altura livre devido à presença do jato de fumaça pode alcançar no máximo 85% da altura do pavimento/edificação, devendo estar no mínimo a 2,0 m acima do piso.

9.6.4.3 Onde houver depósito de mercadorias, a camada de fumaça deve ser projetada a 0,5 m acima do topo dos produtos estocados/armazenados.

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

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

9.6.5.2 Para definição da posição da camada de fumaça com nenhum sistema de extração em funcionamento deverão ser utilizados os seguintes parâmetros:

9.6.5.2.1 Com a queima 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 4.a (Queima estável):

Onde:

z = altura de projeto da camada de fumaça acima do piso (m)
 H = altura do teto acima da superfície de fumaça (m)
 t = tempo (s)
 Q_t = taxa de liberação de calor total de queima estável (kW)
 A = área do acantonamento (m²).

9.6.5.2.2 Para a queima na condição instável, utilizar a equação 4.b (Queima instável):

Onde:

z = altura de projeto da camada de fumaça acima do piso (m)
 H = altura do teto acima da superfície de fumaça (m)
 t = tempo (s)
 t_g = tempo de crescimento do incêndio (s)
 A = área do acantonamento (m²).

Notas:

- (1) As equações (4.a e 4.b) avaliam a posição da camada a qualquer tempo depois da ignição, onde os cálculos abrangem $z/H > 1,0$.
- (2) Na equação “ t_g ” é o intervalo de tempo para a ativação efetiva dos meios de detecção e supressão, ou o intervalo de tempo até para que a taxa de liberação de calor do incêndio atinja 1.055 W.

9.6.5.3 Para definição da posição da camada de fumaça com o sistema de extração em funcionamento deverão ser observadas as seguintes condições:

- a) para a vazão mássica de extração de fumaça igual à vazão mássica de fumaça fornecida pelo incêndio:
a.1) depois que o sistema de extração estiver operando por um determinado período de tempo, será estabelecido uma posição de equilíbrio na altura da camada de fumaça em relação ao piso, desde que a vazão mássica de extração seja igual à vazão mássica fornecida pela coluna à base do fogo;
a.2) uma vez determinada esta posição, deve ser mantido o equilíbrio, desde que as vazões mássicas permaneçam iguais.
- b) para vazão mássica de extração de fumaça diferente da vazão mássica de fumaça fornecida pelo incêndio:
b.1) no caso em que a vazão mássica (m) fornecida pela coluna de fumaça à base do fogo for maior que a vazão mássica de extração (m_e), as equações 4.a e 4.b deverão ser utilizadas com o valor de correção constante da Tabela 10.

9.6.6 Altura da chama

9.6.6.1 Na determinação da altura da chama proveniente da base do fogo, deve-se adotar a equação 5:

Onde:

z_1 = limite de elevação da chama (m)
 Q_c = porção convectiva da taxa de liberação de calor, estimada em 70% da taxa de liberação de calor total (Q_t) em kW

9.6.7 Dimensionamento da massa de fumaça a ser extraída

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

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

9.6.7.2 Para a condição ($z > z_1$), a massa de fumaça gerada é determinada pela equação 6.a:

Equação 6.a (condição $z > z_1$)

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 (m)
 Q_c = porção convectiva da taxa de liberação de calor, estimada em 70% da taxa de liberação de calor “ Q ” (kW)

9.6.7.3 Para a condição ($z \leq z_1$), a massa de fumaça gerada é determinada pela equação 6.b :

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 (m)
 Q_c = porção convectiva da taxa de liberação de calor, estimada em 70% da taxa de liberação de calor “ Q ” (kW).

9.6.8 Volume de fumaça produzido

9.6.8.1 Para se obter o volume de fumaça a extrair do ambiente, deve ser utilizada a equação 7:

Onde:

V = volume produzido pela fumaça (m³/s)
 m = vazão mássica da coluna de fumaça (kg/s), para a altura z
 ρ = densidade da fumaça (kg/m³), de acordo com a temperatura adotada.

9.6.8.2 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 7 para a seleção dos ventiladores e dimensionamento dos dutos principais de extração de fumaça.

9.6.9 Será possível dispensar a previsão dos acantonamentos, desde as duas condições a seguir sejam atendidas:

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

9.6.10 Espessura da camada de fumaça

9.6.10.1 Para edificações que não possuam armazenamento elevado (acima de 1,5 m), a espessura da camada de fumaça não pode ser menor que 15% da altura da edificação.

9.6.10.2 Para edificações que possuam área de armazenamento elevada (acima de 1,5 m), o Responsável Técnico deve considerar:

- a)** possibilidade de ocorrer o *flash over*;
b) possibilidade de a fumaça esfriar e estratificar, decorrente:
b.1) da altura da camada de fumaça estar afastada com relação à origem do incêndio;
b.2) da existência de sistema de chuveiros automáticos, que esfriam a fumaça e gases quentes.

9.6.11 Temperatura ambiente

9.6.11.1 Para fins de cálculo, deve ser prevista uma temperatura

ambiente de 20°C.

9.6.12 Temperatura da camada de fumaça

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

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

9.6.13 Extração de fumaça

9.6.13.1 Distribuição de grelhas de extração de fumaça em espaços amplos:

9.6.13.2 As grelhas devem ser distribuídas no ambiente de forma mais uniforme possível, obedecendo ao mínimo de uma grelha a cada 300 m² de área de abrangência.

9.6.13.3 A quantidade de grelhas para sistema de controle de fumaça mecânico deverá considerar a vazão de fumaça definida na tabela 11 abaixo:

9.7 Obstáculos dentro da edificação

9.7.1 Os mezaninos são obstáculos que devem ser considerados na extração de fumaça do sistema Tipo 2.

9.7.2 Existem 2 tipos de mezaninos a serem considerados:

- mezaninos permeáveis, que são aqueles cujo teto ou piso superior possui 25% de aberturas, permitindo o escape e fluidez da fumaça pelo mesmo;
- mezaninos sólidos, que são aqueles que não permitem o escape da fumaça.

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

9.7.4 Os mezaninos sólidos devem atender à seguinte regra:

- a característica da coluna de fumaça saindo por um mezanino depende da característica da queima, largura da coluna de fumaça e da altura do teto acima do fogo;
- para dimensionar a massa de fumaça sob um mezanino, deve ser utilizada a equação 8:

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_b = altura acima da sacada (m)

H = altura da sacada acima do combustível (m)

- quando Z_b for aproximadamente 13 vezes a largura do acantonamento, a coluna de fumaça deve ter a mesma vazão mássica adotada no item 9.6.7.2 ;

- quando Z_b 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.

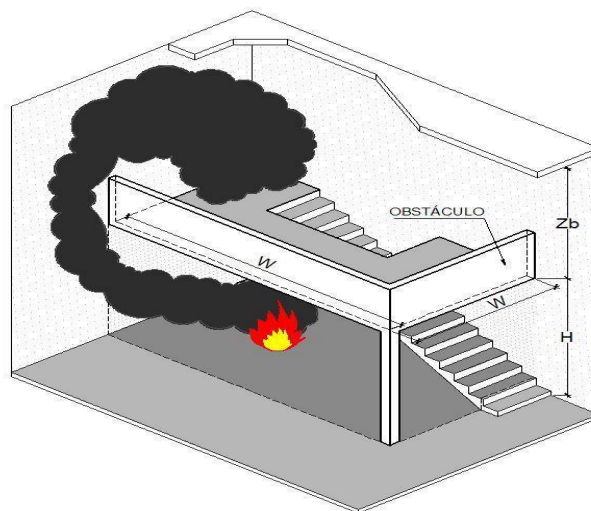


Figura 13: Dados e parâmetros utilizados para equação 8

10 DIMENSIONAMENTO DOS SISTEMAS DE CONTROLE DE FUMAÇA TIPO 3

10.1 O controle de fumaça combinado (Tipo 3) é realizado pela extração de fumaça mecânica e pela introdução do ar de forma natural, disposta de maneira a assegurar a ventilação do local.

10.2 Introdução natural de ar

10.2.1 A entrada de ar natural para controle de fumaça Tipo 3 pode ser realizada da seguinte forma:

- por meio de portas, janelas, venezianas e outras, posicionadas abaixo da camada de fumaça;
- caso a velocidade de entrada de ar seja superior a 1,0 m/s, a camada de fumaça deve ser projetada a 1,5 m acima das aberturas consideradas;
- caso a velocidade de entrada de ar seja menor que 1,0 m/s, a camada de fumaça pode ser projetada a 0,5 m acima das aberturas consideradas;
- a velocidade máxima de entrada de ar não deve ser superior a 5,0 m/s;
- a entrada 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;
- a entrada de ar para os pavimentos superiores das edificações descritas no item anterior pode ser realizada pelas aberturas localizadas no térreo. Será considerada, para fins de cálculo, a área efetiva de abertura entre os pavimentos composta por átrios, escadas não enclausuradas e escadas rolantes;
- atender ao Item 5.4.1.1.1.

10.2.2 A abertura de entrada de ar deve ser dimensionada de forma que assegure o fluxo de ar igual ao obtido para extração de fumaça natural (Tipo 1, conforme item 8.5), com variação

máxima aceitável de 10%.

10.3 Extração mecânica de fumaça

10.3.1 O cálculo da vazão para dimensionamento e projeção da extração mecânica da fumaça deverá ser realizado através dos parâmetros e método algébrico apresentado no item 9.

10.4 Modelos dimensionados por programas (computador) usando teoria e valores empiricamente derivados para estimar as condições da edificação poderão ser utilizados por profissionais habilitados, mantendo a condição de avaliação do CBMMG, por Corpo Técnico, quanto à sua aplicabilidade.

11 CASOS ESPECIFICOS

11.1 Edificações elevadas (altura superior a 54 metros)

11.1.1 A instalação de sistema de controle de fumaça é dispensada nas edificações verticais que atenderem todas as condições abaixo:

- a) unidades autônomas com área inferior a 300 m²;
- b) rota de fuga através de corredores onde o caminhamento entre a porta de saída das unidades autônomas e uma escada enclausurada protegida (EP), enclausurada à prova de fumaça (PF) ou à prova de fumaça pressurizada (PFP) seja igual ou inferior a 10 m;
- c) parede ou divisória que separa as unidades autônomas deve atender o tempo requerido de resistência ao fogo mínimo de 60 minutos;
- d) altura da edificação igual ou inferior a 90 m.

11.1.1.1 As edificações que não obtiverem a dispensa citada no item 11.1.1 deverão atender aos parâmetros do item 11.1.4.

11.1.2 O sistema de controle de fumaça para edificações elevadas deverá ser dimensionado, adotando-se:

- a) altura mínima da camada de fumaça em relação ao piso de 2,20 m para o cálculo da vazão de extração;
- b) velocidade de ar, por ponto de extração, de no máximo 5,0 m/s;
- c) no mínimo dois pontos de extração por pavimento.

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

11.1.3 Caso a entrada de ar esteja posicionada no núcleo (área comum), deve ser prevista interligação com o interior do conjunto (unidades autônomas), que pode ser realizada por grelhas posicionadas no terço inferior do pavimento, através do forro e grelha posicionada junto à porta direcionando o fluxo de ar para o piso ou através de porta com sistema de abertura automatizado.

11.1.4 Devem ser adotados os seguintes parâmetros quando se tratar de corredores com distância maior que 10,0 m entre a saída das unidades autônomas e a escada de emergência:

- a) os pontos de extração de fumaça devem estar uniformemente distribuídos, mantendo-se um distanciamento máximo de 10,0 m entre dois pontos consecutivos;
- b) deve haver um ponto localizado a uma distância máxima de 3,0 m de cada extremidade do corredor;
- c) a velocidade de ar, por ponto de extração, deve ser de no máximo 5,0 m/s;
- d) deve haver, no mínimo, dois pontos de extração por pavimento;
- e) a velocidade deve ser medida considerando-se a área de face da grelha de extração;
- f) a entrada de ar deve ser realizada de forma mecânica, com grelha posicionada junto ao acesso à escada de emergência, próximo ao piso.

11.1.5 Quando a edificação for composta por unidades autônomas com área superior a 300 m² e corredores com distância maior que 10,0 m entre a saída das unidades autônomas e a escada de emergência, o sistema deverá ser projetado e instalado conforme o item 11.1.6.1.

11.1.6 Unidades autônomas com área superior a 300 m²

11.1.6.1 Devem ser adotados os seguintes parâmetros quando se tratar de unidades autônomas com área superior a 300 m²:

- a) 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 2,0 m entre estes pontos e a porta;
- b) deve ser prevista uma barreira de fumaça com dimensão mínima de 0,5 m na comunicação da unidade com o núcleo do edifício;
- c) a entrada 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;
- d) deve ser previsto um sistema independente de extração e entrada de ar para cada área de compartimentação existente em função de critério estabelecido na IT07 - Compartimentação horizontal e compartimentação vertical.

11.2 Construções subterrâneas ou subsolos

11.2.1 Para os efeitos desta Instrução Técnica, considera-se construção subterrânea ou subsolo a edificação, ou parte dela, na qual o piso se encontre abaixo da cota do pavimento da descarga, ressalvando o especificado em 11.2.3.

11.2.2 A exaustão da fumaça e introdução de ar será dimensionada conforme o item 11.3.

11.2.3 Não serão considerados subsolos os pavimentos nas condições seguintes:

- a) o pavimento que for provido, em pelo menos dois lados de, no mínimo, 2,0 m² de aberturas permanentes inteiramente acima do solo a cada 15,0 m lineares de parede periférica;
- b) estas aberturas tenham peitoril a não mais de 1,20 m acima do piso interno e que não tenham medida alguma menor que

0,6m (luz/vão/abertura), de forma a permitir operações de salvamento provenientes do exterior;

c) estas aberturas sejam de fácil manuseio, tanto do lado interno como do externo, sendo facilmente identificáveis, interna e externamente.

11.3 Edificações sem janelas

11.3.1 As edificações sem janelas são aquelas edificações, ou parte delas, que não possuem meios de acesso direto ao exterior através de suas paredes periféricas, ressalvados os casos descritos em 11.3.2.

11.3.1.1 As edificações sem janelas ou pavimentos sem janelas, com área superior a 500 m² ou população superior a 100 pessoas, deverão possuir sistema de controle de fumaça Tipo 2 (Mecânico) ou Tipo 3 (Combinado) através de extração mecânica com capacidade mínima de 10 trocas do seu volume por hora, acionada automaticamente por um sistema de detecção de fumaça ou de forma manual.

11.3.2 Uma edificação térrea ou porção dela não é considerada sem janelas quando:

- o pavimento tem portas ao nível do solo, painel de acesso ou janelas externas espaçadas a não mais de 50,0 m nas fachadas; e
- estas aberturas possuam dimensões mínimas de 0,6 m x 0,6m.

11.3.3 Os sistemas de controle de fumaça para pavimentos sem janelas e edificações sem janelas devem ser projetados com entrada de ar mecânica ou natural e extração de fumaça mecânica, sempre que a população do pavimento for superior a 100 pessoas.

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

- para corredores protegidos, o item 11.4;
- para áreas adjacentes aos corredores ou para áreas sem corredores protegidos, conforme item 9.6 .

11.3.5 Quando a área ocupada for constituída por ambientes com área inferior a 100 m², as grelhas de extração de fumaça podem ser posicionadas apenas na circulação. O dimensionamento deve ser realizado conforme o item 9.

11.3.6 Os dutos para tomada de ar devem ter resistência externa a fogo por 60 minutos,

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

11.3.8 A utilização de dutos para extração de fumaça natural fica restrita a sua utilização na vertical.

11.3.9 Uma edificação não térrea não é considerada sem janelas quando:

- existam acessos conforme a alínea “b” do item 5.4.1.1 desta Instrução Técnica;

b) todos os pavimentos acima do térreo tiverem aberturas de acesso ou janelas em dois lados do prédio, pelo menos, espaçadas, no mínimo, 15,0 m nestas paredes, com pelo menos 0,6 m de largura livre por 1,10 m de altura livre.

11.4 Rotas de fuga horizontais

11.4.1 O controle de fumaça pode ser realizado por qualquer um dos três tipos: natural, mecânico, ou combinado, respeitando-se o previsto na Tabela 2.

11.4.2 Controle natural (Tipo 1)

11.4.2.1 Nas instalações de controle natural as aberturas para entrada de ar e extração de fumaça devem ser alternadamente distribuídas, tendo em conta a situação dos locais de risco (Figura 14).

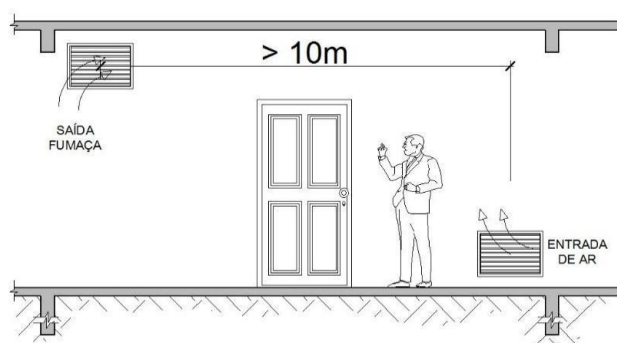


Figura 14: Posição de aberturas de extração e entrada de ar

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

- 10,0 m nos percursos em linha reta;

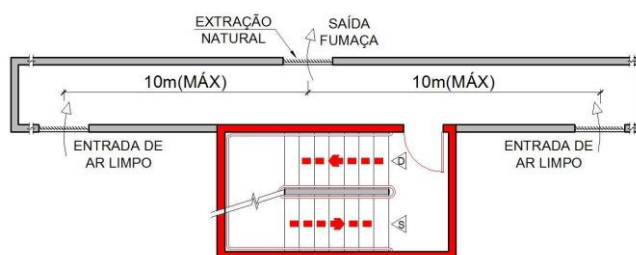


Figura 15: Distância em linha reta de aberturas de extração

- 7,0 m nos outros percursos.

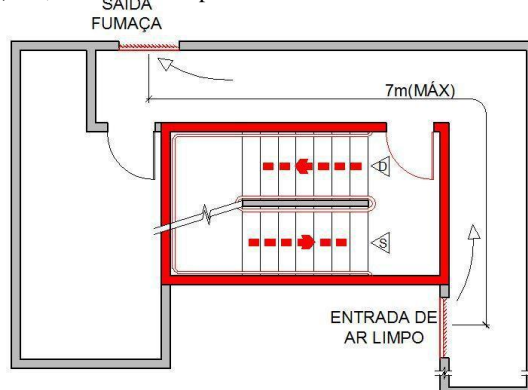


Figura 16: Distância de extração de aberturas em trajeto diverso

11.4.2.3 As aberturas para entrada de ar não devem ser em número inferior às destinadas à extração de fumaça.

11.4.2.4 Toda porta de acesso ao local deve distar no máximo 5,0 m das aberturas de entrada de ar (Figura 17).

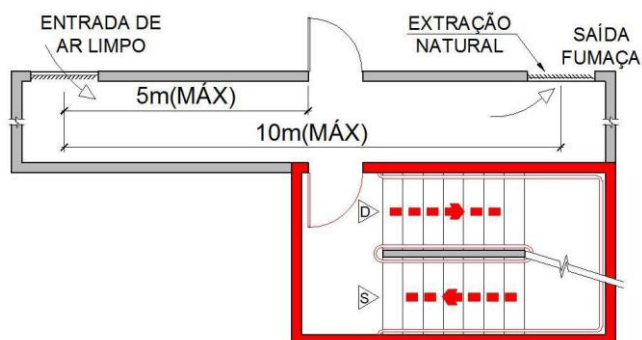


Figura 17: Distância de entrada de ar de portas de acesso

11.4.2.5 As aberturas de entrada de ar e extração de fumaça devem ter a área livre mínima de 0,10 m² por unidade de passagem da rota de fuga onde se encontram instaladas. Quando o número de unidades de passagem resultar em fração deverá haver arredondamento para o numeral inteiro acima.

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

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

11.4.2.8 A abertura para entrada de ar deve ter a sua parte mais alta a menos de 1,0 m do piso do pavimento.

11.4.2.9 As aberturas existentes nas fachadas podem ser equiparadas às aberturas de entrada 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 11.4.2.2;
- b) área livre considerada para entrada de ar se situe na metade inferior da abertura e atenda ao item 5.4.1.1.1.

11.4.3 Controle mecânico (Tipo 2) ou combinado (Tipo 3)

11.4.3.1 Para os sistemas Tipo 2 ou 3 adota-se o contido nos itens 11.4.2.4, 11.4.2.7 e 11.4.2.8.

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

- a) 15,0 m nos percursos em linha reta;

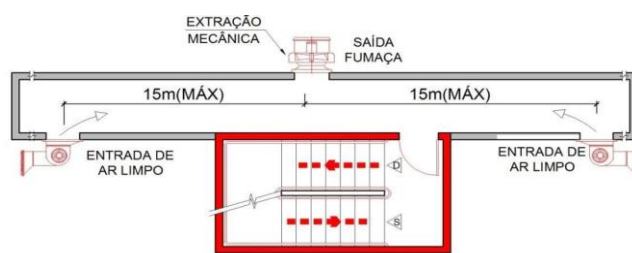


Figura 18 a: Distância em linha reta de aberturas de extração para Tipo 2

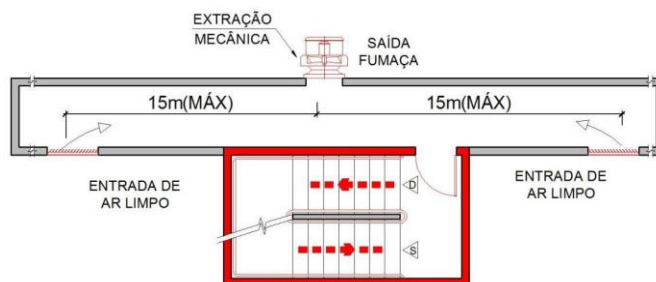


Figura 18 b: Distância em linha reta de aberturas de extração para tipo 3

b) 10,0 m nos outros percursos.

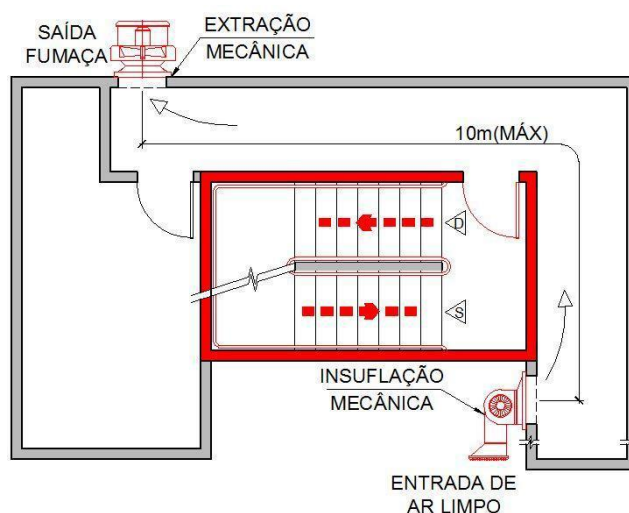


Figura 19 a: Distância de extração de aberturas em trajeto diverso tipo 2.

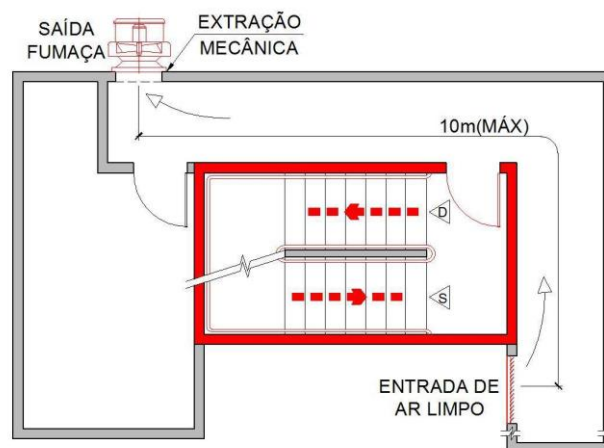


Figura 19 b: Distância de extração de aberturas em trajeto diverso tipo 3

11.4.3.3 As áreas de circulação compreendidas entre uma abertura para entrada de ar e uma boca de extração de fumaça devem ter uma vazão de extração não inferior a $0,5 \text{ m}^3/\text{s}$ por unidade de passagem da circulação (Figura 20). Para rotas de fuga com largura variável, deve ser adotada a largura média entre 2 pontos consecutivos de extração de fumaça e entrada de ar.

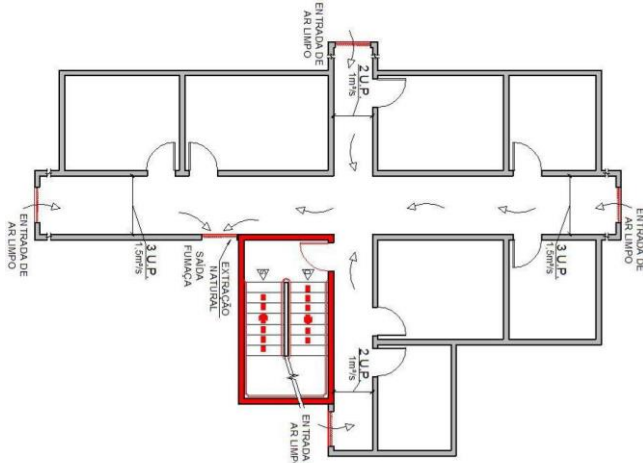


Figura 20: Rotas de fuga com largura variável

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

11.4.3.5 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.

11.4.4 Controle por sobrepressão

11.4.4.1 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.

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

11.4.4.3 Esse tipo de controle é permitido para circulações que não possuam carga de incêndio ou possuam revestimento de Classe I conforme IT 38 – Controle de materiais de acabamento e de revestimento.

11.4.4.4 No caso acima descrito, as áreas de circulação devem dispor de instalações de controle de fumaça conforme descritas nos itens 11.4.3.1 ou 11.4.3.2.

11.4.4.5 Quando a circulação horizontal for dotada de antecâmara pressurizada, a diferença de pressão referida no item 11.4.4.2, deve ser criada pela antecâmara.

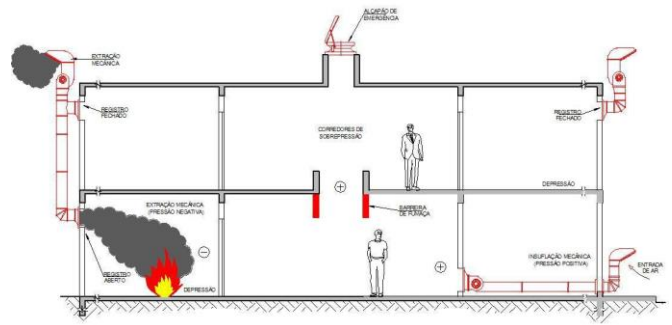


Figura 21: Controle por sobrepressão

11.5 Átrios

11.5.1 Os átrios das edificações deverão possuir o Controle de Fumaça sempre que houver a exigência da medida de segurança para a ocupação, conforme a IT 01.

11.5.2 Os átrios classificam-se, quanto à comunicação com o exterior:

a) **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 22).

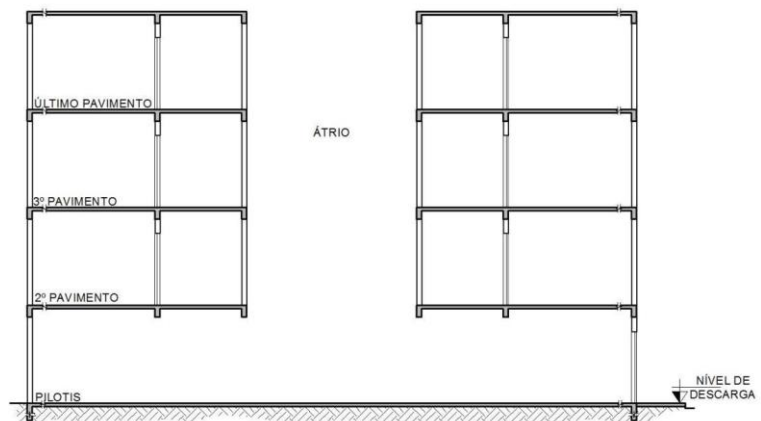


Figura 22: Átrio ao ar livre

b) **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 abertos e fechados.

c) **Átrios cobertos abertos:** nos quais os níveis são abertos permanentemente sobre o volume central (Figura 23).

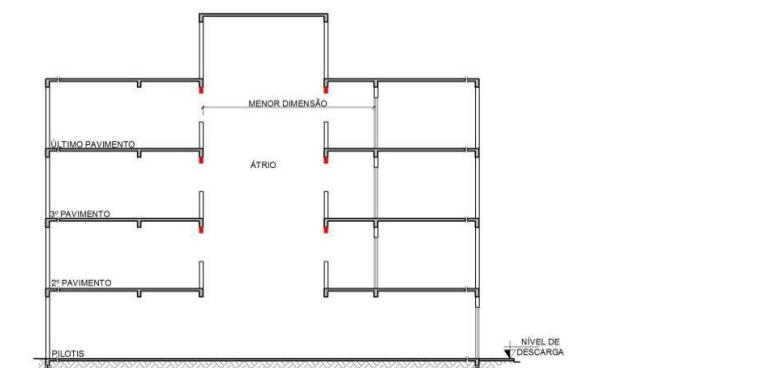


Figura 23: Átrio coberto aberto

d) 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 24 e 25).

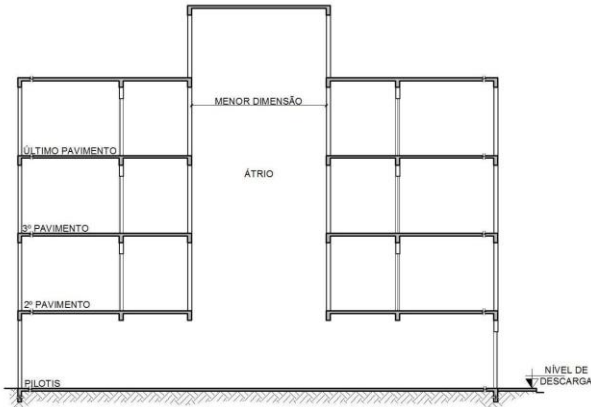


Figura 24: Modelo 1 de átrios cobertos fechados

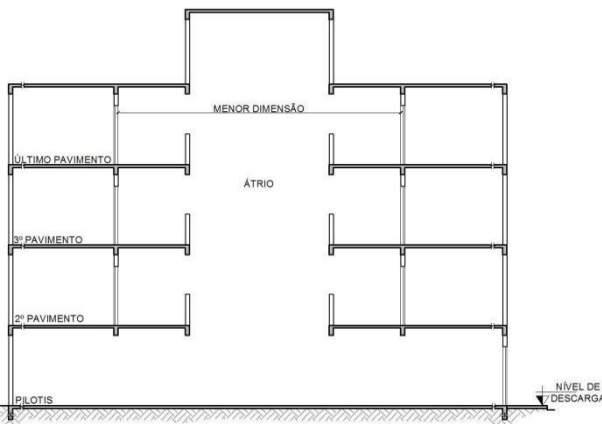


Figura 25: Modelo 2 de átrios cobertos fechados

11.5.3 Os átrios, para efeito, classificam-se quanto à padronização em:

- a) Átrios padronizados;
- b) Átrios não padronizados.

11.5.3.1 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:

- a) ponta dos balcões para os átrios abertos;
- b) paredes verticais para os átrios fechados;
- c) ponta dos balcões e paredes verticais para os átrios abertos sobre uma face e fechados para a outra (Figura 26);
- d) a dimensão do diâmetro do cilindro citado anteriormente deve ser de $\sqrt{7 \times h}$ (raiz quadrada de sete vezes a altura), sendo h a altura do piso mais baixo ao teto do pavimento mais alto do átrio (Figura 27).

11.5.3.2 Os átrios não padronizados são todos aqueles que não atendem à regra estabelecida na alínea (d) do item 11.5.3.1 acima.

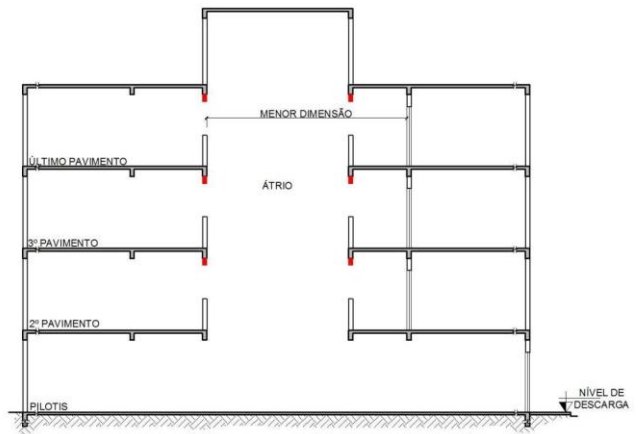


Figura 26: Átrio considerado aberto de um lado e fechado do outro

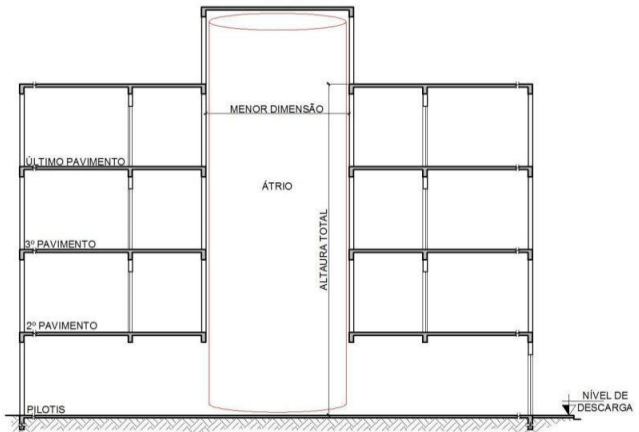


Figura 27: Dados relativos a um átrio coberto padronizado

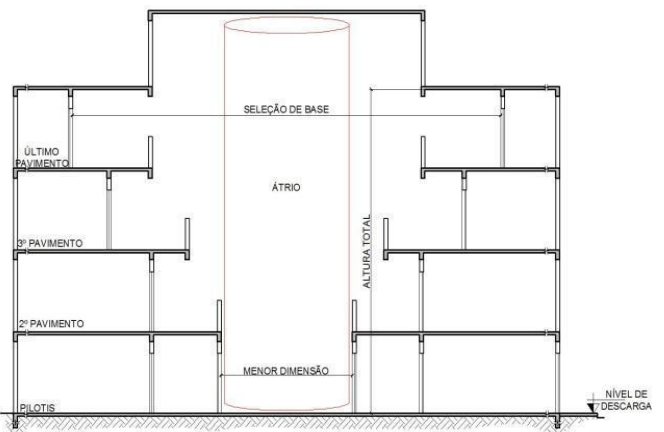


Figura 28: Exemplo de átrio não padronizado

11.5.4 Para um átrio padronizado consideram-se os itens seguintes:

- a) seção da base do átrio, como a maior das seções horizontais correspondidas entre os elementos de construção de delimitação do átrio (ponta do balcão e/ou paredes verticais) (Figuras 27 e 28);
- b) 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;
- c) a menor dimensão de um átrio, como o diâmetro do cilindro reto (Figuras 26 a 29);

- d) para cada nível, a seção de vazio entre elementos de construção deve ser ao menos igual à metade dessa seção da base;
- e) a fim de impedir a invasão dos andares superiores pela fumaça, torna-se indispensável isolar do átrio os níveis situados na metade superior do volume a extrair a fumaça por elementos de construção fixos, dispostos na periferia do vazio entre os elementos de construção (ponta dos balcões ou paredes verticais);
- f) esses elementos podem ser vidros ou outro material de baixa inflamabilidade;
- g) a colocação desses elementos não tem influência sobre a determinação da menor dimensão do átrio;
- h) o contido na alínea “f” pode ser substituído pela colocação em sobrepressão das áreas adjacentes e que se comunicam com o átrio, desde que no dimensionamento da vazão de extração do mesmo, seja computada esta vazão adicional.

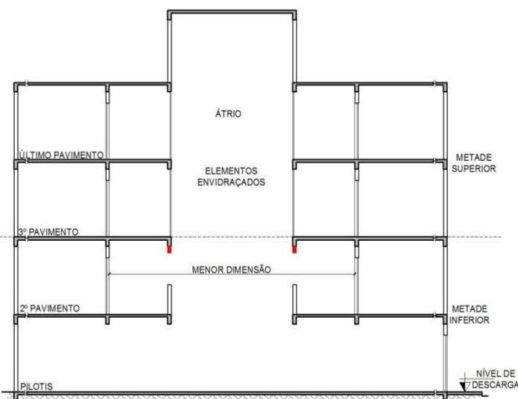


Figura 29: Fechamento do átrio

11.5.4.1. Átrios ao ar livre: o controle de fumaça se faz naturalmente pela parte superior.

11.5.4.2 Pequenos átrios: o controle de fumaça se faz atendendo aos seguintes os critérios:

- a) entende-se por pequenos átrios aqueles onde a altura do nível inferior em relação ao nível superior não ultrapassa a 8,0 m e a seção de base tem dimensões mínimas de 5,0 m x 5,0 m;
- b) a extração de fumaça pode ser obtida:
- b.1)** no sistema Tipo 1, pelas aberturas instaladas na parte alta do átrio, por meio de uma área livre igual a 1/100 da seção de base, com um mínimo de 2,0 m²;
- b.2)** nos sistemas Tipo 2 ou Tipo 3, com uma vazão de extração igual a 1,0 m³/s, para cada 100 m² de seção de base, e com um mínimo de 3,0 m³/s.
- c) as entradas de ar dos sistemas Tipo 1 ou Tipo 3 devem ter uma área livre equivalente àquelas das extrações de fumaça;
- d) no sistema Tipo 2, a vazão de entrada de ar deve ser igual a 60% (sessenta por cento) da vazão de extração;
- e) a velocidade da passagem de entrada de ar deve ser inferior ou igual a 2,0 m/s para as aberturas de ar do sistema Tipo 1 ou Tipo 3 e a 5,0 m/s para as entradas de ar do sistema Tipo 2;
- f) as áreas adjacentes, caso seja exigido o controle de fumaça, devem ser separadas por barreiras de fumaça.

11.5.4.3 Átrios com carga incêndio inferior a 300 MJ/m² e

material de acabamento e revestimento classe A e B.

- a) extração de fumaça pode ser obtida:
- a.1)** no Sistema Tipo 1, pelas aberturas instaladas na parte alta do átrio, por meio de uma área livre igual a 1/100 da seção de base, com um mínimo de 2,0 m²;
- a.2)** nos sistemas Tipo 2 ou 3, com uma vazão de extração igual a 1,0 m³/s, para cada 100 m² da seção de base, e com um mínimo de 3,0 m³/s.
- b) para os sistemas Tipo 1 ou Tipo 3, as introduções de ar devem ter uma área livre equivalente àquela das extrações de fumaça;
- c) para o sistema Tipo 2, a vazão de entrada de ar deve ser igual a 60% da vazão de extração;
- d) a velocidade máxima de entrada de ar para o sistema Tipo 2 será de 5,0 m/s e para o sistema Tipo 3 será de 2,0 m/s.
- e) As classes de material de acabamentos deverão atender ao previsto na Instrução Técnica específica.

11.5.4.4 Demais átrios padronizados

11.5.4.4.1 Os sistemas de controle de fumaça podem ser obtidos naturalmente por meio de aberturas situadas na parte alta do átrio, por meio de uma área livre igual a 1/15 da seção de base do volume do átrio; ou mecanicamente efetuada na parte alta, equivalente a 12 trocas por hora do volume do átrio.

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

- a) para sistema natural, ter uma área livre equivalente àquela das extrações de fumaça;
- b) para sistema mecânico, ter a mesma vazão adotada para extração de fumaça, permitindo uma velocidade máxima de 2,0 m/s para entrada de ar natural e 5,0 m/s para entrada de ar mecânica.

11.5.5 Espaços adjacentes aos átrios

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

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

11.5.5.3 Essas barreiras devem ser construídas sob o teto com, no mínimo, 0,5 m de altura, de forma a permitir que exista uma altura livre entre o piso e a barreira de, no mínimo 2,0 m, conforme a Figura 30.

11.5.5.4 As circulações horizontais adjacentes ao átrio devem:

- a) ter extração mecânica de fumaça (Sistemas Tipo 2 ou Tipo 3);
- b) ser dotadas de barreiras de fumaça perpendiculares com altura mínima de 0,5 m, espaçadas, no máximo, a cada 30,0 m, formando áreas de acomodação de fumaça;
- c) ter, no mínimo, duas aberturas de extração de fumaça posicionadas próximo ao teto em cada área de acomodação de fumaça.

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

- 10,0 m (dez metros) nos percursos em linha reta;
- 7,0 m (sete metros) nos outros percursos.

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

11.5.5.7 Outros mecanismos de entrada de ar podem ser utilizados, desde que seja comprovado pelo Responsável Técnico que atendam ao especificado no item anterior e que não irão causar turbilhonamento na camada de fumaça.

11.5.5.8 Os demais espaços adjacentes ao átrio são classificados em:

- 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 30);
- locais diretamente abertos à circulação horizontal, porém separados do átrio por esta circulação (ex.: lojas comerciais, galerias de exposição, restaurantes etc.) (Figura 31);
- locais diretamente abertos sob o átrio (Figura 32).

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

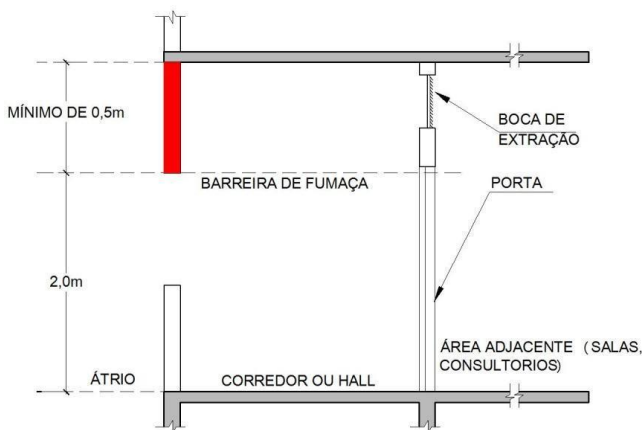


Figura 30: Exemplo de locais fechados com acesso à circulação por meio de uma porta

11.5.5.10 Esses locais devem ter controle de fumaça específico de acordo com o item 9, atendendo ao seguinte:

- possuir extração de fumaça na circulação horizontal (ex.: halls) com uma vazão de 4,0 m³/s para cada área de acomodação de fumaça;
- possuir velocidade máxima nas aberturas de entrada de ar de 5,0 m/s;
- as edificações sem janelas e pavimentos sem janelas devem atender ao item 11.3.

11.5.5.11 Locais diretamente abertos à circulação horizontal, porém separados do átrio por esta circulação.

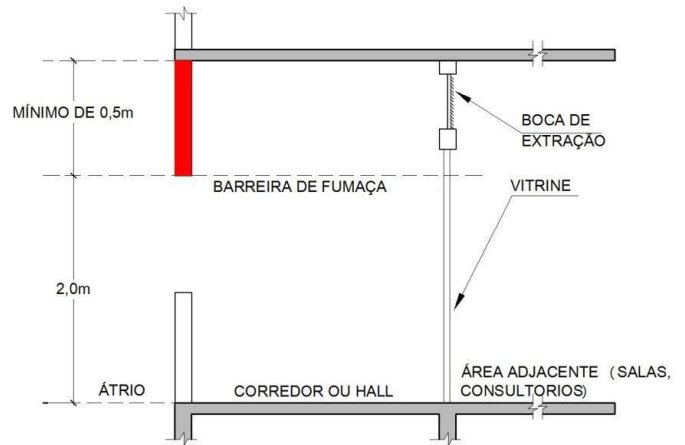


Figura 31: Exemplo de locais diretamente abertos, porém separados do átrio por uma circulação horizontal

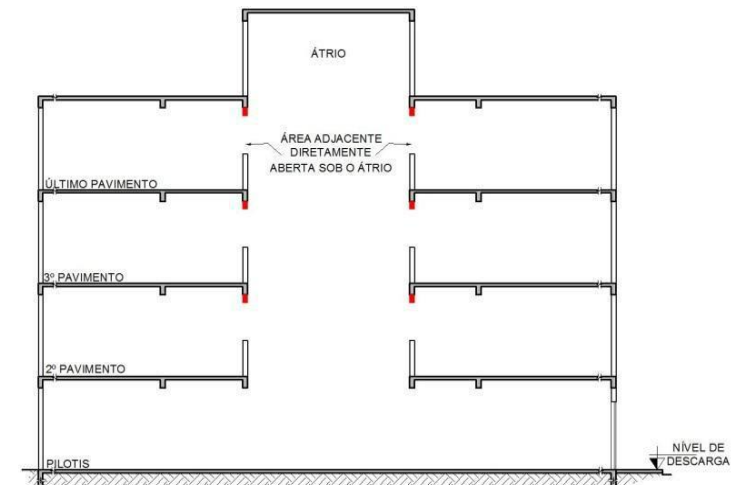


Figura 32: Exemplo de locais diretamente abertos sob o átrio

11.5.5.12 Caso esses locais tenham área de construção inferior ou igual a 300 m² por unidade autônoma, estão dispensados do sistema de controle de fumaça.

11.5.5.12.1 Deve-se prever o controle de fumaça das circulações horizontais, com uma vazão de 8,0 m³/s por cada área de acomodação de fumaça.

11.5.5.12.2 A velocidade máxima nas aberturas de entrada de ar da circulação horizontal deve ser 5,0 m/s.

11.5.5.13 Nos locais diretamente abertos sob o átrio, deve-se verificar:

- esses locais devem ser divididos em áreas de acantonamento de, no máximo, 1.600 m²;
- a extração de fumaça dessas áreas deve ser mecânica (Sistemas Tipo 2 ou Tipo 3), posicionado junto ao teto, com uma vazão de 1,0 m³/s para cada 100 m² de área de acantonamento, com uma vazão mínima de 10,0 m³/s para cada acantonamento;
- a entrada de ar para esses ambientes, independente do tipo e sistema, deve permitir uma velocidade máxima de 5,0 m/s.

11.5.6 Átrios não padronizados

11.5.6.1 Para o dimensionamento de átrios não padronizados

poderão ser apresentados os seguintes modelos:

- a) modelo em escala 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;
- b) modelo algébrico são equações fechadas derivadas primariamente da correlação de resultado experimental de grande e pequena escala;
- c) modelos dimensionados por programas (computador) usando ambos, teoria e valores empiricamente derivados para estimar as condições no espaço.

11.5.6.2 Para quaisquer modelos apresentados para dimensionamento do sistema de controle de fumaça para átrios não padronizados, o responsável técnico deverá apresentar a norma utilizada, além do previsto no Item 7, para avaliação por corpo técnico.

ANEXO A: Tabelas

Tabela 2: Áreas a serem protegidas e tipos de sistema por ocupação

Ocupação		Tipo de sistema	Exigência ⁽¹⁾	Áreas onde a medida deve ser instalada
Grupo	Divisão			
A	A-2 A-3	-	Não se aplica.	-
B	B-1 B-2	2 ou 3	Altura > 54 metros.	Áreas de circulação, áreas comuns, corredores, átrios, unidades autônomas com área superior a 300 m ² .
C	C-1 C-2 C-3	2 ou 3	Altura > 54 metros.	Áreas de circulação, áreas comuns, corredores, átrios, unidades autônomas com área superior a 300 m ² e depósitos com carga incêndio superior a 300 MJ/m ² .
D	D-1 D-2 D-3 D-4	2 ou 3	Altura > 54 metros.	Áreas de circulação, áreas comuns, corredores, átrios, unidades autônomas com área superior a 300 m ² .
E	E-1 E-2 E-3 E-4 E-5 E-6	2 ou 3	Altura > 54 metros.	Áreas de circulação, áreas comuns, corredores, átrios, unidades autônomas com área superior a 300 m ² .
F ⁽³⁾	F-1 F-2 F-3 F-4 F-7 F-8 F-9 F-10	2 ou 3	Altura > 54 metros.	Áreas de concentração de público, áreas de circulação, áreas comuns, corredores, átrios, unidades autônomas com área superior a 300 m ² .
	F-5 F-6 F-11	1, 2 ou 3 ⁽²⁾	População > 500 pessoas ou Altura > 30 metros.	
	G	G-1 G-2 G-3 G-4 G-5	-	
H ⁽³⁾	H-1 H-4 H-6	-	Não se aplica.	-
	H-2 H-5	1, 2 ou 3 ⁽²⁾	Altura > 12 metros.	Áreas de circulação, áreas comuns, corredores, átrios, unidades autônomas com área superior a 300 m ² .
	H-3	1, 2 ou 3 ⁽²⁾	Altura > 30 metros.	
I	I-1 I-2	2 ou 3	Altura > 54 metros.	Áreas de circulação, áreas comuns, corredores, átrios, unidades autônomas com área superior a 300 m ² .
	I-3	1, 2 ou 3 ⁽²⁾	Altura > 12 metros.	
J	J-1	-	Não se aplica.	-
	J-2	2 ou 3	Altura > 54 metros.	Áreas de circulação, áreas comuns, corredores, átrios, unidades autônomas com área superior a 300 m ² , área utilizada como depósito.
	J-3 J-4	1, 2 ou 3 ⁽²⁾	Todas edificações	
L	L-1 L-2 L-3	-	Não se aplica.	-
M	M-1 M-2 M-4 M-5	-	Não se aplica.	-
	M-3	1, 2 ou 3 ⁽²⁾	Altura > 30 metros.	Áreas de circulação, áreas comuns, corredores, átrios, unidades autônomas com área superior a 300 m ² .

Notas:

- (1) Edificações com áreas superiores a 750 m².
(2) Para alturas superiores a 54 metros deverão ser projetados sistemas tipo 2 ou 3.
(3) A isenção prevista no Item 11.1.1 não se aplica às edificações dos grupos/ocupação F e H.

ANEXO A: Tabelas

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

Descrição das atividades	Riscos relativos ao comércio (RC)	Riscos relativos à área de fabricação do produto (RF)	Riscos relativos a depósito de matéria prima, expedição ou depósito de produto acabado (estocagem) (RE)
PRODUTOS TÊXTEIS, TECIDOS E FIOS			
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 ⁽¹⁾
Tecidos, algodão, cânhamo, juta, linho, ráfia, lã etc.	RC3	RF3	RE2 ou RE3 ⁽¹⁾
Tecido, seda (artificial/ natural), meias e roupas íntimas femininas	RC3	RF3	RE2 ou RE3 ⁽¹⁾
Têxteis, artigos (roupas, vestimentas etc.)	RC3	RF3	RE2 ou RE3 ⁽¹⁾
Tecidos de lã natural	RC3	RF4	RE2 ou RE3 ⁽¹⁾
Fibras sintéticas	RC3	RF3	RE2
Tecidos sintéticos, nylon, rayon-viscose e acetato	RC3	RF3	RE2 ou RE3 ⁽¹⁾
Artigos esportivos	RC3	-----	RE2
Ataduras	RC3	RF3	RE2 ou RE3 ⁽¹⁾
Alfaiatarias/costureiras	RC3	-----	RE2
Malharia	RC3	RF2	RE2
BEBIDAS			
Bebidas alcoólicas	RC3	RF2	RE2
Bebidas sem álcool (Ex.: Refrigerantes)	RC3	RF1	RE2
Cervejaria/lúpulo	RC2	RF1	RE1
Malte	RC3	RF1	RE1
AUTO / AVIÕES / BARCOS			
Acessórios de autos	RC3	RF2	RE2 ou RE3 ⁽¹⁾
Autos	RC3	RF2	RE2 ou RE3 ⁽¹⁾
Aviões	RC3	RF3	RE2 ou RE3 ⁽¹⁾
Barcos	RC3	RF3	RE2 ou RE3 ⁽¹⁾
MÓVEIS E MADEIRA			
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
Antiquidades/ objetos usados/leiloeiros/ casa de penhores	RC3	-----	RE3
Madeira, aparas	RC3	RF3	RE2
Madeira, artigos de carpintaria	RC3	RF3	RE2
Madeira, artigos de marcenaria	RC3	RF3	RE2
Madeira, artigos de marchetaria	RC3	RF3	RE2
Madeira, artigos de polimento	RC3	RF3	RE2
Madeira, artigos de secagem	RC3	RF3	RE2
Madeira, artigos de impregnação	RC3	RF3	RE3
Madeira, artigos de serrada	RC3	RF3	RE2
Madeira, artigos de talhada	RC3	RF3	RE2

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, resíduos de	RC3	RF3	RE2
Madeira, vigas e tábuas	RC3	RF3	RE2
Madeiras em tronco	RC3	RF3	RE2
Madeiras, folheados	RC3	RF3	RE2
Portas de madeira	RC3	RF3	RE2
Tonéis de madeira	RC3	RF3	RE2
Janelas de madeiras	RC3	RF3	RE2
Painéis compensados de madeira	RC3	RF3	RE2
Painéis de madeira aglomerada	RC3	RF3	RE2
Palhas de madeira	RC3	RF3	RE2
Tacos de madeira	RC3	RF3	RE2
Colheres de madeira	RC3	RF3	RE2
Prateleiras de madeira	RC3	RF3	RE2
Palets de madeira	RC3	RF3	RE2
Féretros de madeira	RC3	RF3	RE3
Guarda-móveis	RC3	RF3	RE3
Guarda-roupas de madeira	RC3	RF3	RE3
Móveis de madeira	RC3	RF3	RE3
Móveis de madeira envernizada	RC3	RF3	RE3
Móveis revestidos sem espuma sintética	RC3	RF3	RE3
Móveis, carpintaria	RC3	RF3	RE3
BORRACHA			
Borracha	RC3	RF4	RE3
Espuma de borracha e borracha esponjosa	RC3	RF4	RE4
CALÇADOS			
Calçados (sem solado de madeira ou plástico)	RC3	RF3	RE3
Calçados (com solado de madeira ou plástico)	RC3	RF3	RE4
PLÁSTICOS / ESPUMA			
Artigos plásticos (ex.: sacos, lona, portas plásticas)	RC3	RF3	RE2
Transformação (sem espuma)	RC3	RF3	RE2
Espuma sintética, artigos de	RC3	RF4	RE4
Rejeitos de espuma em rolos ou placas	RC3	RF4	RE4
Brinquedos	RC3	RF3	RE3
Colchões	RC3	RF4	RE4
PAPEL / CARTONAGEM			
Papel/ papelão/ artigos de escritório/ papelaria	RC3	RF3	RE2 ou RE3 ⁽¹⁾⁽⁵⁾
Papel, aparas prensadas	RC3	RF3	RE2
Papelão betuminado	RC3	RF4	RE2 ou RE3 ⁽¹⁾⁽⁵⁾
Papelão ondulado	RC3	RF3	RE2 ou RE3 ⁽¹⁾⁽⁵⁾
Artigos de papel	RC3	RF3	RE2
Cartonagem	RC3	RF3	RE2 ou RE3 ⁽¹⁾⁽⁵⁾
Jornais/ Revistas	RC3	-----	RE2

Descrição das atividades	Riscos relativos ao comércio (RC)	Riscos relativos à área de fabricação do produto (RF)	depósito de matéria prima, expedição ou depósito de produto acabado (estocagem) (RE)
Amarinhos	RC3	-----	RE2
Cartonagembetuminada	RC3	RF4	RE2 ou RE3 ⁽¹⁾⁽⁵⁾
TAPETES / CORDOARIA / CESTARIA			
Tapetes	RC3	RF3	RE2 ou RE3 ⁽¹⁾
Tapeçaria, artigos de	RC3	RF3	RE2 ou RE3 ⁽¹⁾
Cabos ou cordas	RC3	RF3	RE2
Cordoaria	RC3	RF3	RE2
Barbante	RC3	RF3	RE2
Cestaria	RC3	RF3	RE2
EMBALAGENS			
Embalagem	RC3	RF3	RE3
LOJAS COMERCIAIS			
Lojas comerciais/ supermercados	RC3 ⁽⁴⁾	-----	RE3
Perfumaria/ loja de artigos	RC3	-----	RE3
Bijuterias/ joalherias	RC2	-----	RE1
COURO / MATADOURO / CURTUME			
Matadouro	RC1	RF2	RE1
Curtume	RC3	RF2	RE2
Couro	RC2	RF2	RE1
Couro sintético	RC3	RF3	RE2
Couro, artigos de	RC2	RF3	RE1
Couro sintético, artigos de	RC3	RF3	RE2
Urdume	RC2	RF2	RE1
TABACO			
Tabaco	RC3	RF2	RE2
METAL			
Tabaco, artigos de (fumos, charutos e cigarros)	RC3	RF2	RE2
Artigos de metal e aço	RC1 ou RC2 ou RC3 ⁽³⁾	RF1	RE1 ⁽²⁾
Aparelhos de metal e aço	RC1	RF1	RE1 ⁽²⁾
Prateleira de metal/ madeira	RC2	RF2	RE1 ⁽²⁾
Alumínio, produção	RC1	RF2	RE1 ⁽²⁾
Artigos metálicos, fund. p/ injeção	RC1 ou RC2 ou RC3 ⁽³⁾	RF1	RE1 ⁽²⁾
Artigos metálicos, fundição	RC1 ou RC2 ou RC3 ⁽³⁾	RF1	RE1 ⁽²⁾
Chapas metálicas, artigos	RC1	RF1	RE1 ⁽²⁾
Chapas metálicas, embalagem	RC1	RF1	RE1 ⁽²⁾
Câmara frigorífica	RC3	-----	RE1
Ferragens	RC3	RF1	RE1 ⁽²⁾
Ferramentas	RC3	RF1	RE1 ⁽²⁾
Armas	RC3	-----	RE1
CORTIÇA			
Cortiça	RC3	RF2	RE2
Cortiça, artigo de (ex.: painéis)	RC3	RF2	RE2
Cortinas em rolo	RC3	RF2	RE2
ELETRICIDADE			
Aparelhos de rádio e som, televisão, domésticos, eletrônicos, diversões	RC3	RF3	RE2 ou RE3 ⁽¹⁾

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)
eletrônicas			
MECÂNICO			
Máquinas em geral (mecânica)	RC1	-----	RE1
Montagem, fundição, usinagem, ajuste e colocação de metais.	RC1 ou RC2 ou RC3 ⁽³⁾	RF2	RE1 ⁽²⁾
ESCOVAS / VASSOURAS / PINCÉIS			
Escovas, vassouras, espanadores e pincéis	RC3	RF3	RE2
FELTRO			
Feltro	RC3	RF3	RE2 ou RE3 ⁽¹⁾
ALIMENTOS			
Padaria e confecção de pães, bolos e bolachas etc.	RC3	RF2	RE2
Confeitaria (chocolate e doces)	RC3	RF2	RE2
Congelados	RC3	-----	RE1
Conservas	RC2	RF2	RE1
Frigorífico/ Laticínio	RC2	RF1	RE1
Azeite/ Óleo comestível	RC3	RF4	RE3
Glicose	RC2	RF1	RE1
Farinhas alimentares	RC3	RF3	RE2
Açúcar (usinagem e refinamento)	RC3	RF3	RE2
Ervanarias	RC1	RF1	RE2
Mercearias/ Quitandas	RC1	-----	RE2
Açougue	RC2	-----	RE1
Fermento, levedura	RC3	RF1	RE2
CERÂMICA / LOUÇAS / VIDROS			
Louças (em geral)	RC2	RF1	RE1 ⁽²⁾
Cerâmica	RC2	RF1	RE1 ⁽²⁾
Vidros	RC2	RF1	RE1 ⁽²⁾
Cimento	RC1	RF1	RE2
GRÁFICAS / TIPOGRAFIAS			
Tipografia	RC3	RF3	RE4
PRODUTOS QUÍMICOS / TINTAS			
Produtos Farmacêuticos/Drogaria	RC3	RF2	RE3
Tintas 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

Notas:

- 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 m², sendo que para as lojas maiores que 300 m² e riscos especiais deverão ser classificados pelo risco predominante;
- e) Para armazenamento de papel e rolos de papel, considerar RE2 quando armazenado horizontalmente e RE3 quando armazenado verticalmente.

Tabela 4: Determinação de risco para ocupações

Categorias de Risco	Altura máxima de estocagem (m)	Grupo a considerar na Tabela 5
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

Notas:

RC = risco para áreas comerciais;

RF = risco para áreas industriais;

RE = risco para área de estocagem e depósitos.

(*) A porcentagem de abertura para alturas superiores a estas deve ser obtida através de progressão dos grupos de risco

Tabela 5: Porcentagem para a determinação das áreas de abertura de ocupações comerciais, industriais e depósitos

Altura de referência H (m)	Altura da zona livre de fumaça H' (m)	% de abertura						
		GR 1	GR 2	GR 3	GR 4	GR 5	GR 6	GR 7
4,0	3,0	0,30	0,43	0,61	0,86	1,05	1,20	1,46
4,50	3,0	0,25	0,35	0,50	0,70	0,86	1,05	1,19
	3,25	0,31	0,43	0,61	0,87	1,06	1,30	1,47
5,0	3,0	0,21	0,30	0,43	0,61	0,74	0,91	1,03
	3,25	0,26	0,37	0,52	0,73	0,90	1,10	1,24
	3,50	0,31	0,44	0,63	0,88	1,08	1,33	1,50
	3,75	0,38	0,54	0,76	1,07	1,32	1,61	1,82
5,50	3,0	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	1,10
	3,50	0,27	0,38	0,54	0,77	0,94	1,15	1,30
	3,75	0,32	0,45	0,64	0,91	1,11	1,36	1,54
6,0	4,0	0,54	0,54	0,76	1,08	1,32	1,62	1,83
	3,0	0,18	0,25	0,35	0,50	0,61	0,74	0,84
	3,25	0,21	0,29	0,41	0,58	0,72	0,88	0,99
	3,50	0,24	0,34	0,48	0,69	0,84	1,03	1,16
	3,75	0,40	0,40	0,57	0,80	0,98	1,20	1,36
6,50	4,0	0,33	0,47	0,66	0,64	1,15	1,40	1,59
	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	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
7,0	4,50	0,39	0,56	0,79	1,12	1,37	1,68	1,89
	3,50	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	1,0	1,13
	4,0	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
	4,50	0,35	0,50	0,71	1,0	1,22	1,50	1,69
	4,75	0,40	0,57	0,81	1,14	1,40	1,71	1,94
7,50	5,0	0,46	0,65	0,93	1,31	1,60	1,96	2,22
	3,75	0,22	0,31	0,44	0,62	0,76	0,93	1,05
	4,0	0,25	0,35	0,50	0,71	0,87	1,06	1,20
	4,25	0,28	0,40	0,57	0,80	0,98	1,21	1,36
	4,50	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	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
8,0	5,50	0,53	0,75	1,07	1,51	1,85	2,26	2,56
	4,0	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
	4,50	0,30	0,42	0,60	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	0,38	0,53	0,76	1,07	1,31	1,60	1,81
	5,25	0,42	0,60	0,85	1,20	1,47	1,80	2,03
	5,50	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
8,50	6,0	0,61	0,86	1,22	1,72	2,11	2,58	2,92
	4,25	0,25	0,35	0,50	0,70	0,86	1,05	1,19
	4,50	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	1,50
	5,0	0,35	0,49	0,70	0,99	1,21	1,48	1,68
	5,25	0,39	0,55	0,78	1,10	1,35	1,66	1,87
5,50	0,44	0,62	0,87	1,23	1,51	1,85	2,09	

Altura de referência H (m)	Altura da zona livre de fumaça H' (m)	% de abertura						
		GR 1	GR 2	GR 3	GR 4	GR 5	GR 6	GR 7
	5,75	0,49	0,69	0,97	1,38	1,68	2,06	2,33
	6,0	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
	6,50	0,69	0,97	1,37	1,94	2,38	2,91	3,29
9,0	4,50	0,26	0,37	0,53	0,74	0,91	1,12	1,26
	4,75	0,29	0,42	0,49	0,83	1,02	1,25	1,41
	5,0	0,33	0,46	0,65	0,92	1,13	1,39	1,57
	5,25	0,36	0,51	0,73	1,03	1,26	1,54	1,74
	5,50	0,40	0,57	0,81	1,14	1,40	1,71	1,93
	5,75	0,45	0,63	0,89	1,27	1,55	1,90	2,15
	6,0	0,50	0,70	0,99	1,40	1,72	2,11	2,38
	6,25	0,55	0,78	1,10	1,56	1,91	2,34	1,64
	6,50	0,61	0,87	1,23	1,73	2,12	2,60	2,94
	6,75	0,68	0,97	1,37	1,93	2,37	2,90	3,28
9,50	7,0	0,85	1,08	1,53	2,17	2,65	3,25	3,67
	4,75	0,28	0,39	0,56	0,79	0,96	1,18	1,33
	5,0	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
	5,50	1,38	1,53	0,75	1,07	1,31	1,60	1,81
	5,75	0,42	0,59	0,83	1,18	1,44	1,77	2,0
	6,0	0,46	0,65	0,92	1,30	1,59	1,95	2,20
	6,25	0,51	0,72	1,01	1,43	1,76	2,15	2,43
	6,50	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	0,75	0,97	1,37	1,94	2,37	2,91	3,29
	7,25	0,85	1,08	1,52	2,15	2,64	2,23	2,65
7,50	0,95	1,20	1,70	2,40	2,94	3,61	4,08	
10,0	5,0	0,29	0,41	0,59	0,83	1,01	1,24	1,40
	5,25	0,32	0,46	0,65	0,91	1,12	1,37	1,55
	5,50	0,36	0,50	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	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	2,0	2,26
	6,50	0,52	0,73	1,04	1,47	1,79	2,20	2,48
	6,75	0,57	0,80	1,14	1,61	1,97	2,41	2,73
	7,0	0,70	0,88	1,25	1,77	2,17	2,65	3,0
	7,25	0,77	0,97	1,30	1,95	2,38	2,92	3,30
	7,50	0,85	1,07	1,52	2,15	2,63	3,22	3,64
	7,75	0,94	1,19	1,68	2,38	2,91	3,57	4,04
	8,0	1,05	1,32	1,87	2,65	2,24	3,97	4,49
10,5	5,25	0,31	0,43	0,61	0,87	1,06	1,30	1,47
	5,50	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	0,41	0,57	0,61	1,15	1,40	1,72	1,94
	6,25	0,44	0,63	0,89	1,25	1,54	1,88	2,13
	6,50	0,48	0,69	0,97	1,37	1,68	2,06	2,32
	6,75	0,53	0,75	1,06	1,50	1,83	2,25	2,54
	7,0	0,64	0,82	1,16	1,64	2,01	2,46	2,78
	7,25	0,71	0,90	1,27	1,79	2,19	2,69	3,04
	7,50	0,77	0,98	1,39	1,96	2,40	2,94	3,33
	7,75	0,85	1,08	1,52	2,15	2,64	3,23	3,65
	8,0	0,94	1,18	1,67	2,37	2,90	3,55	4,02
	8,25	1,04	1,31	1,85	2,61	3,20	3,92	4,43
8,50	1,16	1,45	2,05	2,90	3,55	4,35	4,92	
11,0	5,50	0,32	0,56	0,64	0,91	1,11	1,37	1,54
	5,75	0,35	0,50	0,70	1,0	1,22	1,49	1,69

Altura de referência H (m)	Altura da zona livre de fumaça H' (m)	% de abertura						
		GR 1	GR 2	GR 3	GR 4	GR 5	GR 6	GR 7
	6,0	0,38	0,54	0,77	0,09	0,33	0,63	0,84
	6,25	0,42	0,59	0,84	1,19	1,45	1,78	2,01
	6,50	0,46	0,65	0,91	1,29	1,58	1,94	2,19
	6,75	0,50	0,70	1,0	1,41	1,72	2,11	2,39
	7,0	0,60	0,77	1,08	1,53	1,88	2,30	2,60
	7,25	0,66	0,83	1,18	1,67	2,04	2,50	2,83
	7,50	0,72	0,91	1,28	1,82	2,22	2,72	3,08
	7,75	0,78	0,99	1,40	1,98	2,42	2,97	3,36
	8,0	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
	8,50	1,04	1,30	1,83	2,59	3,18	3,89	4,40
11,5	8,75	1,14	1,43	2,02	2,86	3,50	4,28	4,84
	9,0	1,27	1,58	2,23	3,16	3,87	4,74	5,36
	5,75	0,34	0,48	0,67	0,95	1,17	1,43	1,61
	6,0	0,37	0,52	0,73	1,04	1,27	1,56	1,76
	6,25	0,40	0,56	0,80	1,13	1,38	1,69	1,91
	6,50	0,43	0,61	0,87	1,23	1,50	1,84	2,08
	6,75	0,47	0,67	0,94	1,33	1,63	2,0	2,26
	7,0	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
	7,50	0,67	0,85	1,20	1,70	2,08	2,55	2,88
	7,75	0,73	0,92	1,30	1,84	2,26	2,76	3,12
12,0	8,0	0,79	1,0	1,42	2,0	2,45	3,0	3,39
	8,25	0,87	1,09	1,54	2,17	2,66	3,28	3,69
	8,50	0,95	1,18	1,67	2,37	2,90	3,55	4,01
	8,75	1,04	1,29	1,83	2,58	3,16	3,87	4,38
	9,0	1,14	1,41	2,0	2,83	2,46	4,24	4,79
	9,25	1,26	1,55	2,19	3,10	3,80	4,65	5,26
	6,0	0,35	0,50	0,70	0,99	1,22	1,49	1,68
	6,25	0,38	0,54	0,76	1,08	1,32	1,62	1,86
	6,50	0,41	0,58	0,83	1,17	1,43	1,75	1,98
	6,75	0,45	0,63	0,90	1,27	1,55	1,90	2,15
	7,0	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	
7,50	0,63	0,80	1,13	1,60	1,96	2,40	2,72	
7,75	0,68	0,87	1,22	1,73	2,12	2,60	2,94	
8,0	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	
8,50	0,88	1,10	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	
9,0	1,04	1,29	1,82	2,58	3,16	3,87	4,37	
9,25	1,14	1,40	1,98	2,81	3,44	4,21	4,76	
9,50	1,25	1,53	2,17	3,06	3,75	4,60	5,20	
9,75	1,37	1,87	2,37	3,36	4,11	5,04	5,69	
10,0	1,52	2,06	2,62	3,70	4,53	5,55	6,27	
12,5	6,25	0,37	0,52	0,73	1,03	1,27	1,55	1,75
	6,50	0,40	0,56	0,79	1,12	1,37	1,68	1,90
	6,75	0,43	0,61	0,86	1,21	1,48	1,82	2,05
	7,0	0,51	0,65	0,92	1,31	1,60	1,96	2,22
	7,25	0,55	0,70	1,0	1,41	1,73	2,11	2,39
	7,50	0,60	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	0,70	0,88	1,25	1,76	2,16	2,65	2,99
	8,25	0,76	0,95	1,34	1,90	2,33	2,85	3,22
8,50	0,82	1,03	1,45	2,05	2,51	3,08	3,48	

Altura de referência H (m)	Altura da zona livre de fumaça H' (m)	8,75	0,89	1,11	1,56	2,21		3,32	3,75	
		% de abertura								
		GR 1	GR 2	GR 3	GR 4	GR 5	GR 6	GR 7		
	9,0	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		
	9,50	1,14	1,40	1,98	2,80	3,43	4,20	4,74		
	9,75	1,24	1,69	2,15	3,04	3,72	4,55	5,15		
	10,0	1,36	1,84	2,34	3,31	4,05	4,96	5,61		
	10,25	1,50	2,02	2,56	3,62	4,43	5,43	6,14		
	10,50	1,66	2,22	2,82	3,98	4,88	5,97	6,75		
13,0	6,50	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	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		
	7,50	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	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		
	8,50	0,77	0,97	1,37	1,93	2,37	2,9	3,28		
	8,75	0,83	1,04	1,47	2,08	2,54	3,12	3,52		
	9,0	0,9	1,12	1,58	2,23	2,74	3,35	3,79		
	9,25	0,97	1,2	1,7	2,4	2,94	3,6	4,07		
	9,50	1,06	1,29	1,83	2,59	3,17	3,88	4,39		
	9,75	1,14	1,55	1,98	2,79	3,42	4,19	4,74		
	10,0	1,24	1,68	2,14	3,02	3,7	4,53	5,12		
	10,25	1,35	1,82	2,31	3,27	4,01	4,91	5,55		
	10,50	1,48	1,99	2,52	3,56	4,36	5,34	6,04		
10,75	1,63	2,17	2,75	3,89	4,76	5,83	6,59			
11,0	1,8	2,39	3,02	4,27	5,23	6,4	7,24			
13,5	6,75	0,39	0,56	0,79	1,12	1,37	1,68	1,89		
	7,0	0,47	0,60	0,85	1,20	1,47	1,80	2,04		
	7,25	0,51	0,65	0,91	1,29	1,58	1,95	2,19		
	7,50	0,55	0,69	0,98	1,39	1,70	2,08	2,35		
	7,75	0,59	0,74	1,05	1,49	1,82	2,23	2,52		
	8,0	0,64	0,80	1,13	1,60	1,96	2,39	2,71		
	8,25	0,68	0,86	1,21	1,71	2,10	2,57	2,90		
	8,50	0,73	0,92	1,30	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	0,85	1,05	1,49	2,11	2,58	3,16	3,57		
	9,25	0,91	1,13	1,60	2,26	2,76	3,39	3,83		
	9,50	0,99	1,21	1,71	2,42	2,97	3,63	4,11		
	9,75	1,06	1,45	1,84	2,60	3,19	3,90	4,41		
	10,0	1,15	1,56	1,98	2,80	3,43	4,19	4,74		
	10,25	1,25	1,68	2,13	3,01	3,69	4,52	5,11		
	10,50	1,35	1,81	2,30	3,25	3,98	4,88	5,51		
	10,75	1,47	1,96	2,50	3,52	4,31	5,27	5,96		
11,0	1,61	2,14	2,70	3,82	4,68	5,73	6,47			
11,25	1,76	2,33	2,94	4,16	5,10	6,24	7,06			
11,50	1,95	2,56	3,23	4,56	5,59	6,85	7,74			
14,0	7,0	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		
	7,50	0,53	0,67	0,94	1,33	1,64	2,0	2,26		
	7,75	0,56	0,71	1,01	1,43	1,75	2,14	2,42		
	8,0	0,61	0,76	1,08	1,53	1,87	2,29	2,59		
	8,25	0,65	0,82	1,16	1,64	2,0	2,45	2,80		
	8,50	0,70	0,87	1,24	1,75	2,14	2,62	2,96		
	8,75	0,75	0,93	1,32	1,87	2,29	2,80	3,17		
9,0	0,80	1,0	1,41	2,0	2,45	3,0	3,39			

Altura de referência H (m)	Altura da zona livre de fumaça H' (m)	9,25	0,86	1,07	1,51	2,14	2,62	3,20	3,62	
		% de abertura								
		GR 1	GR 2	GR 3	GR 4	GR 5	GR 6	GR 7		
	9,50	0,93	1,14	1,61	2,28	2,80	3,42	3,87		
	9,75	1,0	1,36	1,73	2,44	2,99	3,66	4,14		
	10,0	1,08	1,46	1,85	2,62	3,20	3,92	4,44		
	10,25	1,16	1,56	1,98	2,80	3,43	4,20	4,50		
	10,50	1,25	1,68	2,13	3,01	3,69	4,51	5,10		
	10,75	1,35	1,81	2,29	3,23	3,96	4,85	5,48		
	11,0	1,47	1,95	2,46	3,49	4,27	5,23	5,91		
	11,25	1,59	2,11	2,66	3,76	4,61	5,65	6,38		
	11,50	1,74	2,29	2,89	4,08	5,0	6,12	6,92		
	11,75	1,91	2,50	3,14	4,44	5,44	6,66	7,53		
	12,0	2,10	2,75	3,44	4,86	5,96	7,30	8,25		
14,5	7,25	0,47	0,60	0,63	1,20	1,47	1,80	2,03		
	7,50	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	0,58	0,73	1,04	1,47	1,80	2,20	2,49		
	8,25	0,62	0,78	1,11	1,57	1,92	2,35	2,66		
	8,50	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	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		
	9,50	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		
	10,0	1,01	1,37	1,74	2,47	3,02	3,70	4,18		
	10,25	1,09	1,47	1,86	2,63	3,23	3,95	4,46		
	10,50	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			
11,0	1,36	1,80	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			
15,0	7,50	0,49	0,62	0,88	1,24	1,52	1,86	2,10		
	7,75	0,52	0,66	0,94	1,33	1,62	1,99	2,25		
	8,0	0,56	0,71	1,0	1,41	1,73	2,12	2,40		
	8,25	0,60	0,75	1,07	1,51	1,85	2,26	2,56		
	8,50	0,64	0,80	1,14	1,61	1,97	2,41	2,73		
	8,75	0,69	0,86	1,21	1,71	2,10	2,57	2,90		
	9,0	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		
	9,50	0,84	1,03	1,46	2,07	2,53	3,10	3,50		
	9,75	0,90	1,22	1,55	2,20	2,69	3,30	3,73		
	10,0	0,96	1,30	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		
	10,50	1,10	1,48	1,88	2,65	3,25	3,98	4,50		
	10,75	1,18	1,58	2,0	2,83	3,46	4,24	4,80		
	11,0	1,27	1,69	2,13	3,02	3,70	4,53	5,12		
	11,25	1,37	1,81	2,28	3,22	3,95	4,83	5,47		
	11,50	1,47	1,94	2,44	3,45	4,22	5,17	5,85		
	11,75	1,59	2,08	2,61	3,70	4,53	5,54	6,27		
	12,0	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		
12,50	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			
13,0	2,43	3,14	3,88	5,48	6,72	8,23	9,30			
9,0	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			
9,50	0,84	1,03	1,46	2,07	2,53	3,10	3,50			
9,75	0,90	1,22	1,55	2,20	2,69	3,30	3,73			

10,0 | 0,96 | 1,30 | 1,65 | 2,34 | 2,87 | 3,51 | 3,97

Tabela 6: Classificação de risco para as demais ocupações

Ocupação/Usos	Divisão	Descrição	Classificação
Residencial	A-1	Casas Térreas ou Sobrados	Classe 1
	A-2	Apartamentos	Classe 1
	A-3	Alojamentos	Classe 1
	A-3	Internatos	Classe 1
	A-3	Mosteiros e Conventos	Classe 1
	A-3	Pensionatos	Classe 1
Serviço de Hospedagem	B-1	Albergues	Classe 1
	B-1	Casa de Cômodos	Classe 1
	B-1	Hospedarias	Classe 1
	B-1	Hotéis	Classe 1
	B-1	Motéis	Classe 1
	B-1	Pensões	Classe 1
	B-1	Pousadas	Classe 1
	B-2	Apart-Hotéis	Classe 1
Serviço Profissional	D-1	Agências de correios	Classe 2
	D-1	Agências de loterias	Classe 2
	D-1	Agências de despachos	Classe 2
	D-1	Processamentos de dados	Classe 1
	D-1	Escritórios	Classe 2
	D-1	Estúdio cinematográfico	Classe 3
	D-1	Estúdio de rádio	Classe 3
	D-1	Estúdio de televisão	Classe 3
	D-1	Estúdios de fotografia	Classe 3
	D-1	Escritório de venda por correspondência	Classe 2
	D-1	Cabeleireiros e barbearia	Classe 1
	D-1	Instaladores eletricitistas	Classe 1
	D-2	Agências bancárias	Classe 2
	D-2	Câmbio e moedas	Classe 2
	D-3	Copiadora (em geral)	Classe 3
	D-3	Encadernadoras	Classe 3
	D-3	Lavanderias	Classe 1
	D-3	Oficinas elétricas	Classe 2
	D-3	Oficina de conserto	Classe 2
	D-3	Oficina de pintura	Classe 2
	D-3	Oficina de reparos	Classe 2
	D-3	Oficina mecânica	Classe 2
	D-3	Oficina de relógio	Classe 2
	D-3	Oficinas hidráulicas	Classe 2
	D-3	Oficinas de fotocópias	Classe 2
	D-4	Laboratórios bacteriológicos	Classe 3
	D-4	Laboratórios de física	Classe 3
	D-4	Laboratórios elétricos	Classe 3
	D-4	Laboratórios fotográficos	Classe 3
	D-4	Laboratórios metalúrgicos	Classe 3
	D-4	Laboratórios odontológicos	Classe 3
	D-4	Laboratórios químicos	Classe 3
Educação e cultura física	E-3	Academias e similares	Classe 1
	E-5	Pré-escolas e similares	Classe 1
	E-5	Creches e similares	Classe 1
	E-1/E-2/E-4/E-6	Escolas em geral	Classe 1
Local de Reunião de Público	E-3	Sauna	Classe 1
	F-1	Bibliotecas	Classe 3
	F-1	Arquivo de documentos	Classe 3
	F-1	Museus	Classe 2
Público	F-2	Igrejas e templos	Classe 1
	F-3	Centros esportivos e de exibição	Classe 1
	F-4	Estações e terminais de passageiros	Classe 1
	F-5	Cinemas, teatros e similares	Classe 2
	F-6	Boates, salões de baile, restaurantes dançantes e casas de show	Classe 2

	F-8	Restaurantes	Classe 1
	F-5	Auditório de rádio e televisão	Classe 3
	F-5	Pavilhões temporários	Classe 3
	F-9	Edificações permanentes de jardins zoológicos, parques recreativos, clubes sociais, bilhares, boliches, casas de jogos e assemelhados	Classe 2
	F-10	Exposição de automóveis	Classe 3
	F-10	Exposição de máquinas	Classe 2
	F-10	Exposição de móveis	Classe 3
	F-11	Auditórios em geral	Classe 3
Serviço Automotivo e Assemelhados	G-1	Estacionamentos, garagens automáticas, garagens de veículos de carga e coletivos	Classe 1
	G-2	Garagens coletivas sem automação	Classe 1
	G-5	Hangares	Classe 3
	G-3	Postos de abastecimento	Classe 1
	G-4	Oficinas de conserto de veículos e manutenção	Classe 1
Serviço de Saúde e Institucional	H-2	Asilos	Classe 1
	H-6	Consultórios médicos ou odontológicos	Classe 1
	H-6	Consultório de radiologia	Classe 1
	H-6	Estabelecimentos hidroterápicos	Classe 1
	H-6	Ambulatórios	Classe 1
	H-1/ H-3	Hospitais em geral	Classe 1
	H-5	Presídios e similares	Classe 2
H-4	Quartéis e similares	Classe 2	
Especial	M-3	Centrais hidroelétricas	Classe 3
	M-3	Centrais térmicas	Classe 3
	M-3	Central externa de aquecimento	Classe 3
	M-3	Central telefônica	Classe 3
	M-3	Estação de transformadores	Classe 3

Tabela 7: Porcentagem para determinação das áreas de aberturas das demais ocupações

Altura de referência H (m)	Altura da zona livre de fumaça H' (m)	% de abertura de extração		
		Classe 1	Classe 2	Classe 3
2,5 a 3,0	2,50	0,33	0,46	0,65
	2,0	0,17	0,23	0,33
3,5	3,0	0,43	0,61	0,86
	2,50	0,23	0,33	0,46
	2,0	0,14	0,19	0,27
4,0	3,0	0,30	0,43	0,61
	2,50	0,19	0,27	0,38
	2,0	0,12	0,17	0,23
4,5	3,50	0,38	0,54	0,77
	3,0	0,25	0,35	0,50
	2,50	0,16	0,23	0,33
	2,0	0,10	0,14	0,21
5,0	4,0	0,47	0,66	0,94
	3,50	0,31	0,44	0,63
	3,0	0,21	0,30	0,43
	2,50	0,15	0,21	0,29
5,5	4,50	0,56	0,79	1,12
	4,0	0,38	0,54	0,76

Altura de referência H (m)	Altura da zona livre de fumaça H' (m)	% de abertura de extração		
		Classe 1	Classe 2	Classe 3
	3,50	0,27	0,38	0,54
	3,0	0,19	0,27	0,38
6,0	5,0	0,65	0,92	1,31
	4,50	0,46	0,64	0,91
	4,0	0,33	0,47	0,66
	3,50	0,24	0,34	0,48
	3,0	0,18	0,25	0,35
	2,50	0,13	0,18	0,26
6,5	5,50	0,75	1,07	1,51
	5,0	0,53	0,76	1,07
	4,50	0,39	0,56	0,79
	4,0	0,30	0,42	0,59
	3,50	0,22	0,31	0,44
7,0	6,0	0,86	1,22	1,72
	5,50	0,62	0,87	1,23
	5,0	0,46	0,65	0,92
	4,50	0,35	0,50	0,71
	4,0	0,27	0,38	0,54
	3,50	0,20	0,29	0,41
7,5	6,50	0,97	1,37	1,94
	6,0	0,70	0,99	1,40
	5,50	0,53	0,75	1,07
	5,0	0,41	0,59	0,83
	4,50	0,32	0,46	0,64
	4,0	0,25	0,35	0,50
8,0	7,0	1,21	1,53	2,17
	6,50	0,79	1,12	1,58
	6,0	0,61	0,86	1,22
	5,50	0,48	0,67	0,95
	5,0	0,38	0,53	0,76
	4,50	0,30	0,42	0,60
	4,0	0,23	0,33	0,47
8,5	7,50	1,34	1,70	2,40
	7,0	0,98	1,25	1,77
	6,50	0,69	0,97	1,37
	6,0	0,54	0,77	1,09
	5,50	0,44	0,62	0,87
	5,0	0,35	0,49	0,70
	4,50	0,28	0,39	0,56
9,0	8,0	1,48	1,87	2,65
	7,50	1,09	1,39	1,96
	7,0	0,85	1,08	1,53
	6,50	0,61	0,87	1,23
	6,0	0,50	0,70	0,99
	5,50	0,40	0,57	0,81
	5,0	0,33	0,46	0,65
	4,50	0,26	0,37	0,53
9,5	8,50	1,64	2,05	2,90
	8,0	2,21	1,53	2,16
	7,50	0,95	1,20	1,70
	7,0	0,76	0,97	1,37
	6,50	0,56	0,79	1,12
	6,0	0,46	0,65	0,92
	5,50	0,38	0,53	0,75
	5,0	0,31	0,44	0,62
10,0	9,0	1,80	2,23	3,16
	8,50	1,34	1,67	2,37
	8,0	1,05	1,32	1,87
	7,50	0,85	1,07	1,52
	7,0	0,70	0,88	1,25
	6,50	0,52	0,73	1,04
	6,0	0,43	0,61	0,86
	5,50	0,36	0,50	0,71
5,0	0,29	0,41	0,59	

Altura de referência H (m)	Altura da zona livre de fumaça H' (m)	% de abertura de extração		
		Classe 1	Classe 2	Classe 3
10,5	9,50	1,97	2,42	3,43
	9,0	1,47	1,82	2,58
	8,50	1,16	1,45	2,05
	8,0	0,94	1,18	1,67
	7,50	0,77	0,98	1,39
	7,0	0,64	0,82	1,16
	6,50	0,48	0,69	0,97
	6,0	0,41	0,57	0,81
11,0	5,50	0,34	0,48	0,67
	10,0	2,15	2,91	3,70
	9,50	1,61	1,98	2,80
	9,0	1,27	1,58	2,23
	8,50	1,04	1,30	1,83
	8,0	0,86	1,08	1,53
	7,50	0,72	0,91	1,28
	7,0	0,60	0,77	1,08
11,5	6,50	0,46	0,65	0,91
	6,0	0,38	0,54	0,77
	5,50	0,32	0,46	0,64
	10,50	2,34	3,14	3,98
	10,0	1,76	2,38	3,02
	9,50	1,39	1,71	2,42
	9,0	1,14	1,41	2,0
	8,50	0,95	1,18	1,67
12,0	8,0	0,79	1,0	1,42
	7,50	0,67	0,85	1,20
	7,0	0,57	0,72	1,02
	6,50	0,43	0,61	0,87
	6,0	0,37	0,52	0,73
	11,0	2,54	3,38	4,27
	10,50	1,91	2,56	3,25
	10,0	1,52	2,06	2,62
	9,50	1,25	1,53	2,17
	9,0	1,04	1,29	1,82
12,5	8,50	0,88	1,10	1,55
	8,0	0,74	0,94	1,32
	7,50	0,63	0,80	1,13
	7,0	0,54	0,69	0,97
	6,50	0,41	0,58	0,83
	6,0	0,35	0,50	0,70
	11,50	2,75	3,62	4,56
	11,0	2,08	2,76	3,49
	10,50	1,66	2,22	2,81
	10,0	1,36	1,84	2,34
13,0	9,50	1,14	1,40	1,98
	9,0	0,96	1,19	1,69
	8,50	0,82	1,03	1,45
	8,0	0,70	0,88	1,25
	7,50	0,60	0,76	1,07
	7,0	0,51	0,65	0,92
	6,50	0,40	0,56	0,79
	12,0	2,97	3,88	4,86
	11,50	2,25	2,96	3,73
	11,0	1,80	2,39	3,02
10,50	1,48	1,99	2,52	
10,0	1,24	1,68	2,14	
9,50	1,05	1,29	1,83	
9,0	0,90	1,12	1,58	
8,50	0,77	0,97	1,37	
8,0	0,66	0,84	1,18	
7,50	0,57	0,72	1,02	
7,0	0,49	0,63	0,88	

Altura de referência H (m)	6,50	0,38	0,54	0,76
	Altura da zona livre de fumaça H' (m)	% de abertura de extração		
		Classe 1	Classe 2	Classe 3
13,5	12,50	3,30	4,15	5,17
	12,0	2,43	3,17	3,97
	11,50	1,95	2,56	3,23
	11,0	1,61	2,14	2,70
	10,50	1,35	1,81	2,30
	10,0	1,15	1,56	1,98
	9,50	0,99	1,21	1,71
	9,0	0,85	1,05	1,49
	8,50	0,73	0,92	1,30
	8,0	0,63	0,80	1,13
	7,50	0,55	0,69	0,98
14,0	7,0	0,47	0,60	0,85
	13,0	3,44	4,43	5,48
	12,50	2,61	3,39	4,22
	12,0	2,10	2,75	3,44
	11,50	1,74	2,29	2,89
	11,0	1,47	1,95	2,46
	10,50	1,25	1,68	2,13
	10,0	1,08	1,46	1,85
	9,50	0,93	1,14	1,61
	9,0	0,80	1,0	1,41
	8,50	0,70	0,87	1,24
14,5	8,0	0,61	0,76	1,08
	7,50	0,53	0,67	0,94
	7,0	0,46	0,58	0,82
	13,50	3,69	4,73	5,80
	13,0	2,81	3,62	4,48
	12,50	2,26	2,94	3,66
	12,0	1,88	2,46	3,08
	11,50	1,59	2,09	2,63
	11,0	1,36	1,80	2,28
	10,50	1,17	1,57	1,99
	10,0	1,01	1,37	1,74
9,50	0,88	1,08	1,53	
9,0	0,77	0,95	1,35	
8,50	0,67	0,84	1,18	
8,0	0,58	0,73	1,04	
7,50	0,51	0,64	0,91	
7,0	0,46	0,58	0,82	

Tabela 8: Tamanho do incêndio

Categorias de Risco	Tamanho do Incêndio (m)	Perímetro (m)	Área (m ²)
Baixo (Até 300 MJ/m ²)	3,0 x 3,0	12	9
Médio (de 300 a 1.200 MJ/m ²)	4,0 x 4,0	16	16
Alto (acima de 1.200 MJ/m ²)	6,0 x 6,0	24	36

Tabela 9: Taxa de Liberação de Calor

Ocupações	Taxa de Liberação de Calor (kW/m ²)
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 ²)
Industrial I-1	60
Industrial I-2	280
Industrial I-3	500
Depósitos	Taxa de Liberação de Calor (kW/m ²)
Engradados de madeira	2.500
Palets de madeira (empilhados)	2.150
Móveis embalados	500
Madeira serrada empilhada	500
Madeira compensada empilhada	500
Produtos celulósicos em geral	160
Malas do correio	235
Papelão empilhado	290
Rolos de papelão	120
Caixas de papelão	150
Caixas de papelão com divisórias empilhadas	325
Caixas de papelão, produtos elétricos	145
Produtos empacotados	325
Componentes de fibra de vidro em caixas de papelão	190
Componentes de fibra de vidro em caixas de papelão (empilhados)	275
Garrafas plásticas em caixas de papelão (empilhadas)	940
Garrafas de pvc empacotadas em caixas de papelão com divisórias	655
Garrafas de polietileno empacotadas em caixas de papelão	1.195
Escaninhos de polietileno, cheios, empilhados	1.000
Sacos de lixo de polietileno em caixas empilhadas	380
Filmes de plástico em rolo	980
Filmes de polipropileno em rolo	1.280
Tubos de polipropileno empacotados em caixas de papelão com divisórias empilhadas	850
Isolamento de poliuretano empacotado e empilhado	265
Painéis isolados de poliuretano rígido, espuma em caixas de papelão com divisórias, empilhadas	370
Painel isolado em poliestireno espuma rígido, empilhado	675
Garrafas de poliestireno em caixas de papelão	2.695
Garrafas de poliestireno empacotadas em caixas de papelão com divisórias (empilhadas)	2.720

Tubos de poliestireno em caixas de papelão	805
Tubos de poliestireno em caixas de papelão (empilhadas)	1.105
Partes de brinquedos de poliestireno empilhadas	305
Partes de brinquedo de poliestireno	390
Livros, móveis	720
Álcool	740
Gasolina	1.590
Óleo combustível	1.470

Tabela 10: Fator de ajuste da vazão mássica mínima de extração

z/H	t/t ₀						
	(m/m _e) =	0,25	0,35	0,50	0,70	0,85	0,95
0,2		1,12	1,19	1,30	1,55	1,89	2,49
0,3		1,14	1,21	1,35	1,63	2,05	2,78
0,4		1,16	1,24	1,40	1,72	2,24	3,15
0,5		1,17	1,28	1,45	1,84	2,48	3,57
0,6		1,20	1,32	1,52	2,0	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 (m)

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

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

t₀ = valor de t na ausência de extração de fumaça (veja equações 4.a e 4.b) (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) (kg/s)

m_e = valor de “m” requerido para manter a camada de fumaça indefinidamente em z (obtido pela equação 6)

Tabela 11: Máxima vazão 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)	Corrente volumétrica por ponto de sucção ou ventilador individual (m³/s)
≥ 0,5 ⁽¹⁾	≤ 0,2 ⁽²⁾
≥ 1,0	≤ 1,2
≥ 1,5	≤ 3,5
≥ 2,0	≤ 7,0
≥ 2,5	≤ 12,0

Notas:

1) A tabela 11 é aplicável também para camadas de fumaça de altura < 0,5 m, desde que os pontos de sucção estejam posicionados para cima.

2) Em locais com pé direito baixo, onde não seja possível haver maior espessura de camada de fumaça, a utilização de corrente volumétrica de maior magnitude por ponto de extração pode ser admitida mediante avaliação por Corpo Técnico.

Tabela 12 – Resumo de dimensionamento do sistema de controle de fumaça

PARAMETRO A DIMENSIONAR	TIPO DE SISTEMA DE CONTROLE DE FUMAÇA		
	TIPO 01 (NATURAL)	TIPO 02 ⁽⁴⁾ (MECÂNICO)	TIPO 03 (COMBINADO)
Altura de referência (H)	Item 4.4	Não se aplica	Dimensionar conforme metodologia do Sistema Tipo 1 (Item 10.2.2)
Altura livre de fumaça (H')	Item 4.5		
Classificação do risco	Tabela 3 (Ocupações C, I e J) Item 8.5.1 "a"		
	Tabela 6 (Demais ocupações) Item 8.5.2 "b"		
Grupo de risco	Tabela 4 (Ocupações C, I e J) Item 8.5.1 "b"		
% de abertura (% _a)	Tabela 5 (Ocupações C, I e J) Item 8.5.1 "c"		
	Tabela 7 (Demais ocupações) Item 8.5.2 "c"		
Área de Extração (A _e) ⁽³⁾	Equação 1 Item 8.5.1 "d" Anexo A		
Tamanho do incêndio (I _a)	Não se aplica	Tabela 8 Item 9.6.2.2	Dimensionar conforme metodologia do Sistema Tipo 2 (Item 10.3.1)
Taxa de liberação de calor (Q')		Tabela 9 Item 9.6.3.2	
Altura da camada de fumaça		Item 8.8	
Taxa total de liberação de calor (Q _t)		Equação 3 Item 9.6.3.2 Anexo B	
Tempo para a camada de fumaça descer ⁽¹⁾		Equação 4.a ou 4.b Item 9.6.5.2 Anexo B	
Altura da chama		Equação 5 Item 9.6.6.1 Anexo B	
Massa de fumaça a ser extraída ⁽²⁾		Equação 6.a ou 6.b Item 9.6.7.2 Anexo B	
Extração/Volume de fumaça produzida (EXF)		Equação 7 Item 9.6.8.1 Anexo B	
Exaustores/vazão (VEX)		VEX= EXF x 1,25 (Item 9.6.8.2)	
Entrada de ar		Igual a A _e	

Nota:

- 1) Avaliar possibilidade da extração mecânica entrar em funcionamento (Item 9.6.5.3) e verificar a necessidade de utilizar a Tabela 10.
- 2) No caso de mezaninos e balcões deve ser utilizada a equação 8 (Item 9.7.4).
- 3) Atender ao item 6.4.2.5.
- 4) Atender o item 9.6.13.3.

ANEXO B: Quadro Resumo do Sistema de Controle de Fumaça

01	Tipo de Sistema de Controle de Fumaça ⁽¹⁾	() 1 () 2 () 3
02	Área onde será instalado sistema de controle de fumaça	Pavimento(s):
03	Quantidade de acantonamentos ⁽²⁾	
04	Área útil de entrada de ar total (m ²)	
05	Área útil de extração de fumaça total (m ²)	
06	Vazão de entrada de ar – V _v (m ³ /s)	
07	Vazão de extração de fumaça – V _e (m ³ /s)	
08	Comando automático duplicado por comando manual	Sim () Não se aplica ()
09	Alimentação por Motogerador ou baterias ⁽³⁾	Autonomia: horas Potência: kW Não se aplica()
10	Informações complementares e observações:	

Notas Específicas:

1) Tabela 01, item 5.2.2.

2) Item 6.1.

3) Preencher com a autonomia em horas e características do equipamento (Item 6.9).

Nota Geral:

A.1 Deverão ser preenchidos apenas os campos contemplados pelo projeto.

ANEXO: Equações

Equação utilizada para dimensionamento do sistema de controle de fumaça Tipo 1:**Equação 1 – Área de extração**

$$A_e = (A \times \%_a)$$

Onde:

A_e = área de extração;

$\%_a$ = porcentagem de abertura;

A = área total da edificação ou área do acantonamento para os casos em que for calculada a abertura para cada acantonamento.

Equações utilizadas para dimensionamento do sistema de controle de fumaça Tipo 2:**Equação 2 – Tamanho do incêndio**

$$I_a = A \times h_E$$

Onde:

I_a = Tamanho do incêndio

A = Área obtida através da tabela 8

h_E = Altura de estocagem

Equação 3 – Taxa de liberação de calor total

$$Q_t = I_a \times Q'$$

Onde:

Q_t = taxa de liberação de calor total;

Q' = taxa de liberação de calor obtida através da Tabela 9;

I_a = tamanho do incêndio

Equação 4 – Posição da camada de fumaça

Equação 4.a (Queima estável)

$$z = \sqrt{\frac{Q}{A}}$$

Onde:

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

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

t = tempo (s)

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

A = área do acantonamento (m²).

Equação 4.b (Queima instável)

$$z = \sqrt{\frac{Q}{A} \times t_g}$$

Onde:

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

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

t = tempo (s)

t_g = tempo de crescimento do incêndio (s)

A = área do acantonamento (m^2).

NOTA: A equação (4) avalia a posição da camada a qualquer tempo depois da ignição, onde os cálculos abrangem $z/H > 1,0$.

Equação 5 – Altura da chama

xxx

Onde:

z_1 = limite de elevação da chama (m)

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

Equação 6 – Massa de fumaça a ser extraída

Equação 6.a (condição $z > z_1$)

xxxx

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 (m)

Q_c = porção convectiva da taxa de liberação de calor, estimada em 70% da taxa de liberação de calor “Q” (kW)

Equação 6.b (condição $z \leq z_1$)

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 (m)

Q_c = porção convectiva da taxa de liberação de calor, estimada em 70% da taxa de liberação de calor “Q” (kW).

Equação 7 – Volume de fumaça produzida

xxxxx

Onde:

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

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

ρ = densidade da fumaça (kg/m^3), de acordo com a temperatura adotada.

Equação 8 – Coluna de fumaça em obstáculos

xxxxx

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_b = altura acima da sacada (m)

H = altura da sacada acima do combustível (m)