

**ABNT - Associação
Brasileira de
Normas Técnicas**

Sede:
Rio de Janeiro
Av. Treze de Maio, 13 - 28º andar
CEP 20003-900 - Caixa Postal 1660
Rio de Janeiro - RJ
Tel.: PABX (21) 3974-2300
Fax: (21) 2240-8249/2220-6436
Endereço eletrônico:
www.abnt.org.br

Copyright © 2002,
ABNT—Associação Brasileira de
Normas Técnicas
Printed in Brazil/
Impresso no Brasil
Todos os direitos reservados

AGO 2002

NBR 14880

Saídas de emergência em edifícios - Escadas de segurança - Controle de fumaça por pressurização

Origem: Projeto 24:204.03-001:2001

ABNT/CB-24 - Comitê Brasileiro de Segurança contra Incêndio

CE-24:204.03 - Comissão de Estudo de Sistemas de Controle do Movimento
da Fumaça de Incêndio

NBR 14880 - Smoke control in protected escape routes staircase pressurization

Descriptor: Staircase. Emergency exit. Safety. Building

Válida a partir de 29.09.2002

Palavra-chave: Escada. Saída de emergência. Segurança.
Edificação

12 páginas

Sumário

Prefácio

- 1 Objetivo
- 2 Referências normativas
- 3 Definições
- 4 Conceitos básicos
- 5 Edificação
- 6 Instalação e equipamentos
- 7 Ensaios de aprovação

Prefácio

A ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas - é o Fórum Nacional de Normalização. As Normas Brasileiras, cujo conteúdo é de responsabilidade dos Comitês Brasileiros (ABNT/CB) e dos Organismos de Normalização Setorial (ABNT/ONS), são elaboradas por Comissões de Estudo (CE), formadas por representantes dos setores envolvidos, delas fazendo parte: produtores, consumidores e neutros (universidades, laboratórios e outros).

Os Projetos de Norma Brasileira, elaborados no âmbito dos ABNT/CB e ABNT/ONS, circulam para Consulta Pública entre os associados da ABNT e demais interessados.

1 Objetivo

Esta Norma especifica uma metodologia para manter livres da fumaça, através da pressurização, as escadas de segurança que se constituem na porção vertical da rota de fuga dos edifícios, estabelecendo conceitos de aplicação, princípios gerais de funcionamento e parâmetros básicos para o desenvolvimento do projeto.

2 Referências normativas

As normas relacionadas a seguir contêm disposições, ao serem citadas neste texto, constituem prescrições para esta Norma. As edições indicadas estavam em vigor no momento desta publicação. Como toda norma está sujeita a revisão, recomenda-se àqueles que realizam acordos com base nesta que verifiquem a conveniência de se usarem as edições mais recentes das normas citadas a seguir. A ABNT possui a informação das normas em vigor em um dado momento.

NBR 5410:1997 - Instalações elétricas de baixa tensão

NBR 6401:1980 - Instalações centrais de ar condicionado para conforto - Parâmetros básicos de projeto - Procedimento

NBR 9077:2001 - Saídas de emergência em edifícios

NBR 9441:1998 - Execução de sistemas de detecção e alarme de incêndio - Procedimento
NBR 11742:1997 - Porta corta-fogo para saídas de emergências - Especificação
NBR 13971:1997 - Sistemas de refrigeração, condicionamento de ar e ventilação - Manutenção programada
Publicação SMACNA:1995 - HVAC Duct Construction
Publicação SMACNA:1990 - HVAC System Duct Design
Publicação SMACNA:1985 - HVAC Air Leakage Test Manual
AMCA 203:1990 - Field Performance Measurement of Fan System
ISO 6944:1985 - Fire resistance tests - Ventilation ducts

3 Definições

Para os efeitos desta Norma, aplicam-se as seguintes definições:

- 3.1 abandono de edificação:** Retirada organizada e segura da população usuária de uma edificação para local seguro.
- 3.2 altura dos edifícios:** Medida, em metros, da diferença de cota entre o último piso com ocupação permanente e o pavimento de descarga.
- 3.3 anemômetro:** Instrumento que realiza medições de velocidade do ar.
- 3.4 anemômetro de fio quente ou termoanemômetro:** Tipo de anemômetro que opera associando o efeito de troca de calor convectiva no elemento sensor (fio quente) com a velocidade do ar que passa pelo mesmo. Possibilita realizar medições de valores baixos de velocidade, em geral a partir de 0,1 m/s.
- 3.5 ar externo:** Ar oriundo do exterior da edificação.
- 3.6 áreas frias:** Recintos normalmente dotados de carga térmica de incêndio extremamente baixa.
- 3.7 condição padrão do ar:** Refere-se à condição do ar na temperatura de 20°C, ao nível do mar.
- 3.8 destravadores eletromagnéticos:** Dispositivos de controle do fechamento das portas corta-fogo, determinado pela interrupção da passagem de corrente elétrica.
- 3.9 diferencial de pressão:** Diferença de pressão entre dois ambientes contíguos.
- 3.10 escape de ar:** Vazão de ar que sai dos ambientes pressurizados, definida em projeto.
- 3.11 filtro de partículas:** Elemento destinado a realizar a retenção de partículas existentes no escoamento de ar e que estão sendo arrastadas por este fluxo.
- 3.12 grelha de insuflação:** Dispositivo utilizado nos dutos para direcionar e distribuir o ar de modo adequado.
- 3.13 manômetro:** Instrumento que realiza a medição de pressões relativas.
- 3.14 manômetro de líquido ajustável:** Tipo de manômetro que permite realizar a avaliação da diferença de pressão entre dois ambientes, através da comparação entre alturas de colunas de líquido dito manométrico. Permite o ajuste do valor inicial, antes do início da medição (ajuste do "zero").
- 3.15 parede cega:** Parede da edificação que não possui aberturas em toda sua superfície.
- 3.16 pavimento de descarga:** Pavimento que possui uma porta externa de saída.
- 3.17 registro corta-fogo:** Dispositivo cujo acionamento se destina a compartimentar ambientes ou dutos, diminuindo a propagação do calor ou gases aquecidos oriundos de um incêndio.
- 3.18 resistência ao fogo:** Propriedade de um elemento de construção em resistir à ação do fogo por determinado período de tempo, mantendo sua integridade e/ou características de vedação aos gases e chamas e/ou de isolamento térmico.
- 3.19 registro de sobrepressão:** Dispositivo que atua como regulador em ambiente que deva ser mantido em determinado nível de pressão, evitando que esta ultrapasse os valores especificados.
- 3.20 rota de fuga:** Saídas e caminhos devidamente sinalizados e protegidos, a serem percorridos pelas pessoas para um rápido e seguro abandono do local em emergência.
- 3.21 saída de emergência:** Saída devidamente sinalizada para um local seguro.
- 3.22 situação de emergência:** Qualquer evento que requeira o abandono total dos ocupantes de uma edificação.
- 3.23 trajetória de escape do ar:** Caminho percorrido pelo ar de escape até o exterior da edificação.
- 3.24 vazamento de ar:** Vazão de ar que sai do ambiente e/ou do interior da rede de dutos de modo não desejável, causando a perda de uma parcela do ar movimentado pelo ventilador.

4 Conceitos básicos

4.1 Princípio geral da pressurização

4.1.1 Um espaço é pressurizado quando recebe um suprimento contínuo de ar que possibilite manter um diferencial de pressão entre este espaço e os adjacentes, preservando-se um fluxo de ar através de uma ou várias trajetórias de escape para o exterior da edificação.

4.1.2 Para a finalidade prevista nesta Norma, o diferencial de pressão deve ser mantido em nível adequado para impedir a entrada de fumaça no interior da escada.

4.1.3 O método estabelecido nesta Norma também se aplica às escadas de segurança nos pavimentos abaixo do pavimento de descarga.

4.1.4 O sistema de pressurização pode ser acionado em qualquer caso de necessidade de evacuação da edificação.

4.2 Estágios de pressurização

4.2.1 Sistema de um estágio é aquele que opera somente em situação de emergência.

4.2.2 Sistema de dois estágios é aquele que opera em um nível baixo de pressurização para funcionamento contínuo e, em situação de emergência, opera em um nível maior de pressurização. Este sistema é recomendável pois mantém condições mínimas de proteção em permanente operação, além de propiciar a renovação de ar no volume da escada.

4.3 Elementos básicos de um sistema de pressurização

São os seguintes:

- a) sistema de acionamento e alarme;
- b) ar externo suprido mecanicamente;
- c) trajetória de escape do ar;
- d) fonte de energia garantida.

4.4 Valores de diferenciais de pressão

O valor do diferencial de pressão utilizado para fins de projeto deve estar de acordo com o apresentado na tabela 1, não devendo ser maior que 60 Pa, com todas as portas de acesso à escada de segurança fechadas.

Para os edifícios utilizados predominantemente por crianças, idosos ou pessoas incapacitadas, recomenda-se adotar considerações especiais, a fim de assegurar que as portas possam ser abertas, apesar da força criada pelo diferencial de pressão.

Tabela 1 - Valores de diferenciais de pressão

Diferencial de pressão		
Sistema de um estágio	Sistema de dois estágios	
	1º estágio	2º estágio
50 Pa	15 Pa	50 Pa

4.5 Suprimento de ar

4.5.1 Cálculo do suprimento de ar

O suprimento de ar necessário para obter um certo diferencial de pressão é determinado pelo escape de ar para fora do espaço a ser pressurizado, quando o ar passa através de uma restrição, como, por exemplo, as frestas ao redor de uma porta. A relação entre a vazão de ar, a área da restrição e o diferencial de pressão é fornecida pela seguinte equação:

$$Q = 0,827 \times A \times (P)^{(1/N)} \quad \dots(1)$$

onde:

Q é a vazão de ar, em metros cúbicos por segundo, na condição-padrão do ar;

A é a área de restrição, em metros quadrados;

P é o diferencial de pressão, em pascal;

N é um índice que varia entre 1 a 2.

No caso de frestas grandes, tais como os espaços em torno das portas, ou de aberturas grandes, o valor de N pode ser 2,0.

No caso de trajetória de escape de ar em vãos estreitos formados pelas frestas em torno de janelas, o valor de N mais apropriado é 1,6.

4.5.2 Escape do ar em série e em paralelo

4.5.2.1 Na trajetória de escape do ar para fora de um espaço pressurizado, podem existir elementos de restrição posicionados em paralelo, tal como ilustrado na figura 1, ou em série, como apresentado na figura 2, ou ainda uma combinação destes.

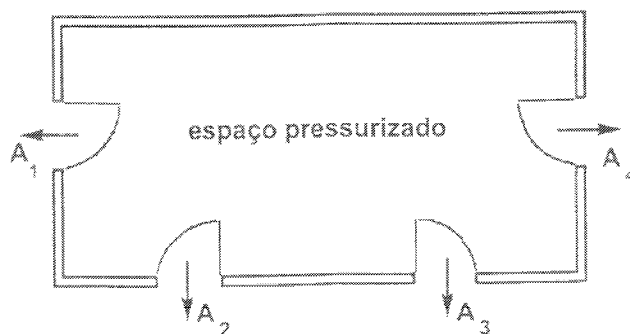


Figura 1 - Restrições em paralelo

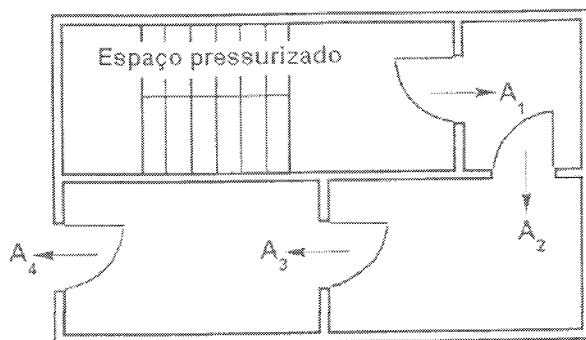


Figura 2 - Restrições em série

4.5.2.2 No caso de restrições em paralelo, como as portas da escada de segurança, a área total de escape é determinada pela simples soma de todas as áreas de escape envolvidas. Com relação à figura 1 tem-se:

$$A_{total} = A_1 + A_2 + A_3 + A_4$$

4.5.2.3 No caso de portas em série, como a porta da escada de segurança e a porta da antecâmara não ventilada, a ela associada, utilizando o exemplo da figura 2, tem-se:

$$\frac{1}{(A_{total})^2} = \frac{1}{(A_1)^2} + \frac{1}{(A_2)^2} + \frac{1}{(A_3)^2} + \frac{1}{(A_4)^2}$$

4.5.2.4 O escape total efetivo de uma combinação de restrições em série e em paralelo pode ser obtido combinando-se sucessivamente grupos simples de escape de ar isolados (portas da escada de segurança e da antecâmara do mesmo pavimento), com os outros equivalentes (portas em paralelo).

4.5.3 Áreas de escape em portas

De maneira geral, o escape de ar a partir de uma escada de segurança se dá através das frestas em torno das portas corta-fogo. As áreas típicas de escape para os tipos de portas mais usualmente encontradas estão apresentadas na tabela 2.

Tabela 2 - Áreas típicas de escape de ar para três tipos de portas

Tipo de porta	Tamanho	Área de escape PCF aberta	Área de escape PCF fechada
Porta simples, para acesso ao espaço pressurizado	2,10 m x 0,89 m	1,64 m ²	0,030 m ²
Porta simples, para saída do espaço pressurizado	2,10 m x 0,89 m	1,64 m ²	0,040 m ²
Porta dupla, para acesso ao espaço pressurizado	2,10 m x 0,89 m cada	3,28 m ²	0,045 m ²
Porta dupla, para saída do espaço pressurizado	2,10 m x 0,89 m cada	3,28 m ²	0,060 m ²
Porta de elevador de segurança	2,10 m x 0,8 m	-	0,060 m ²
NOTA - Nos demais tipos de portas corta-fogo, ou de elevadores, as dimensões devem ser avaliadas junto aos fabricantes.			

4.5.4 Vazamentos não identificados

4.5.4.1 Deve-se partir de duas hipóteses principais para calcular o suprimento de ar necessário para um sistema de pressurização:

- a) que a magnitude das áreas de escape de ar das portas corta-fogo adotadas nos cálculos aplica-se aos componentes envolvidos quando o edifício estiver terminado,
- b) que não há áreas de vazamento não identificadas nos espaços pressurizados.

Para compensar estas duas hipóteses, deve ser acrescida aos valores calculados de vazão de ar uma porcentagem de 25%.

4.5.4.2 Para vazamentos em dutos, deve ser computado um acréscimo na vazão de ar de 15% no caso de dutos metálicos e de 25% no caso de dutos construídos em alvenaria.

4.5.5 Portas abertas

4.5.5.1 Nenhuma escada de segurança pode ser eficaz se não tiver portas que lhe dêem acesso, e é inevitável que estas sejam abertas ocasionalmente. A pressurização projetada não pode ser mantida se houver grandes aberturas entre a área pressurizada e os espaços adjacentes.

Quando esta abertura for permanente, deve ser mantida uma velocidade média do ar através dessa abertura, de cerca de 4 m/s, que, entretanto, se fosse aplicada às portas, resultaria numa grande vazão de ar.

No caso de uma abertura intermitente e de curto tempo de duração, como é o caso de uma porta de acesso à escada de segurança, deve ser usada uma velocidade média do ar de no mínimo 1,0 m/s, através da área da porta aberta.

4.5.5.2 O número de portas abertas a ser utilizado nos cálculos depende do tipo da edificação, considerando o número de ocupantes e as dificuldades encontradas para o abandono, devendo obedecer aos critérios estipulados na tabela 4.

4.5.6 Verificação da velocidade de saída do ar através das portas abertas

Adotando-se a vazão de ar calculada conforme o critério estabelecido em 4.5.1 a 4.5.4, deve ser feita a verificação da velocidade de saída do ar através do número de portas abertas, estipulado em 4.5.5.

Na prática, a velocidade de saída do ar deve ser obtida dividindo-se a vazão de ar de suprimento pela área de abertura, que deverá ser calculada totalizando-se as áreas das portas abertas e das frestas ao redor das demais portas previstas para a escada de segurança.

Se a velocidade obtida neste cálculo for inferior à estipulada em 4.5.5.1, a vazão de ar de suprimento deve ser ajustada até ser satisfeito o parâmetro de velocidade mínima especificado. Neste caso, a vazão de ar necessária para satisfazer as condições relativas às portas abertas deve ser maior do que a necessária para se obter a pressurização, devendo ser então providenciado um dispositivo que impeça a pressão no interior da escada de segurança de elevar-se acima de 60 Pa em relação aos ambientes adjacentes. Este dispositivo não deve sofrer interferências em seu funcionamento pela ação de ventos adversos, e deve ser automático.

4.6 Escape do ar de pressurização

4.6.1 Aspectos gerais

É importante assegurar que todo o ar de pressurização saia do edifício em locais e condições compatíveis com os critérios adotados no projeto do sistema de pressurização.

Existem quatro métodos possíveis, para os quais as recomendações pertinentes são apresentadas em 4.6.2 a 4.6.5. Se mais de um destes métodos forem utilizados em um edifício, as exigências relativas a um método isoladamente podem ser proporcionalmente reduzidas em função da área de escape prevista em cada método.

4.6.2 Método de escape do ar pelas janelas

As frestas das janelas de cada andar podem ser utilizadas para permitir o escape de ar necessário à pressurização. A tabela 3 apresenta o comprimento total mínimo das frestas de janelas necessário para esta finalidade.

Tabela 3 - Comprimento total das frestas de janelas (em cada pavimento) necessário para o escape do ar de pressurização

Tipo de janela	Comprimento recomendado da fresta por m³/s de vazão de ar de escape
Janela basculante	1 200 m lineares
Janela de correr	3 000 m lineares

4.6.3 Método da instalação de aberturas na periferia do edifício

Quando se tratar de um edifício vedado ou não houver janelas com frestas em comprimento suficiente, devem ser instaladas aberturas de escape especiais em todos os lados do edifício, sendo que a área total efetiva para cada andar deve proporcionar uma velocidade de escape máxima do ar de 2,5 m/s.

4.6.4 Método de poços verticais

Poços verticais para escape do ar devem ser dimensionados com seção transversal para velocidade máxima do ar de 2 m/s.

Caso as aberturas de escape no poço vertical dos pavimentos ocupados sejam permanentemente abertas, deve ser adotado um poço independente para cada pavimento, para evitar a propagação de fumaça entre os pavimentos.

Um poço vertical que utilize em todos os andares um sistema de escape de ar que permanece normalmente fechado por um dispositivo resistente ao fogo e que permita a sua abertura somente nos pavimentos sinistrados, quando o sistema de pressurização entrar em funcionamento, é o esquema mais satisfatório e deve ser utilizado sempre que possível, quando for adotado um sistema de poço vertical.

4.6.5 Método de extração mecânica

A retirada do ar de pressurização pode ser feita através de extração mecânica, sendo que a taxa de extração por andar não deve ser menor do que a vazão prevista para escapar pela porta aberta da escada de segurança. O sistema de extração deve ser capaz de suportar temperaturas de até 500°C durante um período de tempo mínimo de 30 min.

Deve ser previsto um sistema independente para cada andar. No caso de um sistema comum, os dutos em cada andar devem permanecer normalmente fechados por um registro resistente ao fogo. Quando o sistema de pressurização entrar em operação, este registro deve abrir apenas nos andares em que houver fogo.

4.6.6 Condições de ventos adversas

Nos métodos descritos em 4.6.2 e 4.6.3, um dos lados do edifício deve ser descontado na avaliação da área efetiva de ventilação necessária em cada andar, de forma a se prevenir contra a influência dos ventos. Se as aberturas de escape não forem uniformemente distribuídas à volta da parede externa, o lado que tiver a maior área de escape deve ser descontado para os fins de cálculo.

5 Edificação

5.1 Aspectos gerais

5.1.1 A edificação deve ser planejada de forma a atender aos requisitos do sistema de pressurização, garantindo o seu funcionamento com relação às condições descritas nesta Norma.

5.1.2 Todos os componentes do sistema de pressurização devem ser protegidos contra o fogo por no mínimo 2 h (exceção feita às portas corta-fogo).

5.1.3 Pisos escorregadios nas proximidades das portas que dão acesso aos espaços pressurizados devem ser evitados.

5.1.4 Portas corta-fogo devem estar de acordo com a NBR 11742 e devem ser instaladas de forma a atender às premissas básicas de projeto, previstas em relação às frestas.

5.1.5 Portas de saída do espaço pressurizado devem ter dispositivos de fechamento capazes de mantê-las fechadas, mesmo sob a ação do sistema de pressurização.

5.1.6 Deve ser prevista uma sinalização orientativa nas portas corta-fogo, na sua face externa à escada de segurança, com os seguintes dizeres: "SAÍDA DE EMERGÊNCIA - ESCADA PRESSURIZADA".

5.1.7 As paredes que envolvem as escadas de segurança, bem como os dutos em alvenaria, devem ser revestidos internamente para minimizar os vazamentos não identificados.

5.1.8 Deve ser previsto um sistema de iluminação de emergência na casa de máquinas dos ventiladores de pressurização, do gerador automatizado, nos locais de acionamento manual alternativos e na central do sistema de alarme e detecção.

5.2 Edifícios com múltiplas escadas de segurança

Em edifícios com múltiplas escadas de segurança pressurizadas, deve-se utilizar sistemas independentes de pressurização para cada escada, exceto nos casos em que estas ocupem um volume aberto comum.

Não podem existir em um mesmo edifício escadas de segurança pressurizadas e não pressurizadas que atendam aos mesmos espaços, exceto quando for comprovada a não interferência de uma sobre a outra, com relação ao arraste de fumaça pela rota de fuga.

5.3 Relação entre a pressurização e o sistema de ar-condicionado

5.3.1 Os sistemas de condicionamento de ar e ventilação mecânica nas edificações devem ser projetados de modo a manter a trajetória do fluxo de ar afastada dos acessos às saídas de emergência. Sendo inevitável a circulação de ar provocada por estes sistemas em qualquer ponto das rotas de fuga, devem ser previstos dispositivos de fechamento automático que garantam o bloqueio da passagem de fumaça em caso de incêndio, evitando o seu alastramento para outros ambientes ou pavimentos.

5.3.2 Na situação de emergência, todos os sistemas de circulação de ar devem ter o funcionamento imediatamente interrompido.

5.3.3 Os dutos verticais devem estar protegidos, a fim de garantir a compartimentação vertical.

5.3.4 Sistemas de exaustão podem ser mantidos ligados, caso promovam um fluxo de ar favorável, afastando a fumaça das rotas de fuga e descarregando-a no exterior, de forma a não permitir o seu retorno ao interior da edificação.

5.3.5 O sinal que dá início a todas as operações previstas em 5.3 deve vir da mesma fonte que aciona a pressurização, na situação de emergência.

5.3.6 Detectores de fumaça dentro dos dutos de retorno do ar-condicionado ou na casa de máquinas dos condicionadores podem ser utilizados como sistema auxiliar de acionamento do sistema de pressurização, desde que adequadamente instalados e comprovada a eficiência em ensaio para verificação de funcionamento, de acordo com a NBR 9441.

5.4 Estruturas de proteção do sistema de pressurização

5.4.1 A edificação deverá proporcionar a proteção adequada contra incêndio para todos os componentes do sistema de pressurização.

5.4.2 Cabos elétricos e dutos de ar devem estar devidamente protegidos contra a ação do fogo em caso de incêndio, garantindo o acionamento e o funcionamento do sistema de pressurização por no mínimo 2 h.

5.4.3 O ventilador, motor elétrico e componentes elétricos, eletrônicos e de controle localizados próximos ao motor devem ser alojados em compartimentos de uso exclusivo, dotados de porta corta-fogo do tipo P-90, de construção resistente ao fogo, por no mínimo 2 h.

Caso este compartimento esteja localizado no subsolo ou outro pavimento sob risco de captar a fumaça de um incêndio, deve ser prevista no seu acesso uma antecâmara de segurança, que pode ter dimensões reduzidas em relação ao estabelecido na NBR 9077, sendo dotada de uma porta corta-fogo na entrada e uma porta estanque entre esta e o compartimento.

5.4.4 O gerador, quando utilizado, deve ter em seu compartimento o mesmo nível de proteção do ventilador.

5.4.5 Os componentes do sistema de pressurização não devem passar através de locais onde haja o armazenamento de tanques e recipientes contendo líquidos ou gases inflamáveis.

5.4.6 Tubulações de gás inflamável que passem próximo aos dutos de pressurização devem ser envolvidas por tubo-luva de proteção, feito de aço carbono, galvanizado, pintado na cor vermelha, com diâmetro nominal mínimo 1,5 vez maior que a tubulação a ser envolvida, e suportado de forma independente. O afastamento medido no plano horizontal entre a entrada e/ou saída do tubo-luva e os dutos deve ser de no mínimo 1,0 m.

5.5 Elevador de emergência

5.5.1 Quando o edifício for dotado de elevador de emergência e a porta deste abrir para um patamar dentro do volume da escada de segurança pressurizada, devem ser consideradas nos cálculos de vazão de ar de pressurização as frestas das portas deste elevador, bem como as aberturas existentes no poço do elevador, para outras áreas não pressurizadas.

5.5.2 Deve ser prevista uma área de refúgio com dimensão mínima de 1 m de extensão sobre toda a largura da porta do elevador de emergência, disposta de forma a não obstruir a passagem das pessoas pela rota de fuga em direção à escada de segurança.

5.5.3 Caso o elevador de emergência seja dotado de antecâmara pressurizada, com acesso independente ao da escada de segurança pressurizada, estes devem possuir sistemas de pressurização independentes.

6 Instalação e equipamentos

6.1 Ventilador

6.1.1 Os conjuntos moto-ventiladores devem atender a todos os requisitos exigidos para se proporcionar a pressurização requerida.

6.1.2 Devem ser previstos conjuntos moto-ventiladores em duplicata, sendo um operante e um de reserva, para atuarem especificamente na situação de emergência.

A instalação de equipamentos de reserva não é exigida nas seguintes situações:

- a) edifícios residenciais com até 60 m de altura;
- b) edifícios de escritórios com até 45 m de altura;
- c) edifícios de escola com até 9 m de altura.

6.1.3 Ventiladores que operam em paralelo devem ser dotados de registros de retenção que impeçam o refluxo do ar quando um dos equipamentos não estiver operando.

6.2 Tomada de ar

6.2.1 É necessário que o suprimento de ar usado para pressurização nunca esteja em risco de contaminação pela fumaça proveniente de um incêndio no edifício. Também devem-se adotar medidas para minimizar a influência da ação dos ventos, tanto na entrada quanto na saída, sobre o sistema de pressurização.

6.2.2 O posicionamento dos pontos de tomada de ar para o sistema de pressurização deve estar no pavimento térreo ou próximo deste.

6.2.3 A tomada de ar deve ser protegida. Para sistemas de duplo estágio, deve ser usado filtro de partículas classe G-1 conforme NBR 6401, do tipo metálico lavável. Para sistemas de um único estágio, deve ser prevista no mínimo uma tela metálica de malha quadrada com vão não superior a 12,5 mm, ou equivalente.

6.2.4 O uso da tomada de ar ao nível da cobertura só é admitido para o caso de adequação de edificação existente, onde não haja possibilidade de efetuar a tomada de ar conforme previsto em 6.2.2, e mediante aprovação das autoridades locais competentes. Neste caso, a tomada de ar deve ser separada da fumaça que sobe pelos lados do edifício por uma parede, cuja altura deve ser no mínimo 1 m acima do ponto mais alto da tomada de ar, e afastada no plano horizontal por uma distância mínima de 5 m. A tomada de ar deve igualmente estar localizada no mínimo 1 m abaixo de qualquer duto ou poço que possa descarregar fumaça durante um incêndio.

6.2.5 Caso o afastamento de 5 m citado em 6.2.3 não seja possível de se obter, este poderá ser reduzido para até 3 m, sendo que as paredes de proteção deverão ter altura de no mínimo 2 m acima do ponto mais alto da tomada de ar.

6.3 Sistema de distribuição de ar

6.3.1 Nos edifícios com vários pavimentos, a disposição preferida para um sistema de distribuição de ar para pressurização consiste em um duto vertical que corre adjacente aos espaços pressurizados.

6.3.2 Os dutos devem, de preferência, ser construídos em chapas de metal laminado, com costuras longitudinais lacradas à máquina e com material de vedação adequado. Os aspectos construtivos devem obedecer às recomendações da SMACNA - HVAC Duct Construction - Metal and Flexible, e HVAC System Duct Design. Na utilização de outros materiais construtivos, devem ser atendidas as condições de exigência relativas aos dutos metálicos.

6.3.3 Dutos de alvenaria podem ser utilizados, desde que somente para a distribuição do ar de pressurização e que sua superfície interna seja rebocada ou revestida com chapas metálicas, ou outro material incombustível, de modo a se obter uma superfície lisa e estanque a vazamentos.

6.3.4 Recomenda-se que o nível de ruído transmitido pelo sistema de pressurização ao interior da escada de segurança não ultrapasse 85 db(A), na condição de desocupada.

6.3.5 Caso necessário, um ensaio de vazamento pode ser aplicado, com o objetivo de verificar a exatidão dos parâmetros adotados em 4.5.4, para vazamento em dutos. O método de ensaio recomendado é o especificado pelo HVAC Air Duct Leakage Test Manual da SMACNA.

6.3.6 Registros corta-fogo não devem ser usados na rede de dutos de distribuição do ar de pressurização, de modo que o seu acionamento não prejudique o suprimento de ar.

6.3.7 Os dutos e seus elementos de ancoragem, tanto para tomada de ar quanto para sua distribuição, montados em locais onde fiquem sujeitos a danos pela ação de um incêndio, devem ter características construtivas que garantam sua resistência ao fogo por no mínimo 2 h, ou estar protegidos de forma a obter características semelhantes.

6.3.8 Os revestimentos de proteção dos dutos metálicos devem apresentar as seguintes características:

- a) manutenção da integridade física e garantia da estabilidade construtiva dos dutos quando submetidos ao fogo, fumaça e gases quentes;
- b) isolamento térmico, evitando que a temperatura média no interior do duto alcance 140°C ou a máxima pontual de 180°C acima da temperatura ambiente;
- c) não propagar chamas ou gerar fumaças e gases tóxicos.

Recomenda-se utilizar materiais com certificados obtidos através de ensaios efetuados conforme metodologia prevista por Norma Brasileira ou, na sua ausência, pela ISO 6944.

6.3.9 Dutos instalados no exterior do edifício não precisam ser revestidos se atenderem aos seguintes critérios:

- a) forem montados junto a uma parede cega do edifício;
- b) distarem 3 m, medidos na projeção horizontal, de qualquer janela ou abertura localizada em áreas frias;
- c) distarem 5 m, medidos na projeção horizontal, de qualquer outra janela ou abertura localizada no próprio edifício ou de vizinhos.

6.3.10 O sistema de insuflação de ar localizada pode ser utilizado apenas nos casos de adequação de edifícios existentes, que comprovadamente não disponham de condições de ter um duto vertical para distribuição de ar ao longo da escada de segurança e que atendam aos seguintes critérios:

- a) para edifícios com até 30 m de altura inclusive, a insuflação de ar pode ser feita num único ponto, que deve estar localizado na parte superior da escada de segurança, podendo a tomada de ar ser efetuada pelo topo do edifício;
- b) para edifícios acima de 30 m e até 60 m de altura, devem ser previstos pelo menos dois pontos de insuflação sendo que um deles deve ser na parte superior da escada de segurança;
- c) a tomada de ar pelo topo da edificação deve obedecer aos requisitos de 6.2.3.

6.4 Bocas de ar

Para a pressurização de uma escada de segurança, deve ser previsto o emprego de várias grelhas de insuflação, localizadas a intervalos regulares por toda a altura da escada e posicionadas de modo a haver uma distância máxima de dois pavimentos entre grelhas adjacentes. Devem ser dotadas de registros de regulação que possibilite o balanceamento da distribuição de ar no interior da escada.

6.5 Sistema de suprimento elétrico

6.5.1 Deve ser assegurado o fornecimento de energia elétrica para o sistema de pressurização durante o incêndio, de modo a garantir o seu funcionamento e permitir o abandono seguro dos ocupantes da edificação. O fornecimento de energia alternativa deve ser provido através de grupo moto-gerador automatizado, instalado de acordo com as normas técnicas oficiais, com autonomia mínima de 4 h de funcionamento. A tabela 4 indica as situações onde a instalação dos geradores não é obrigatória.

6.5.2 Os demais sistemas de emergência (iluminação, *dampers* corta-fogo, bombas hidráulicas de pressurização e elevadores de segurança) também podem ser alimentados pelo mesmo gerador automatizado.

6.5.3 Nas situações onde é dispensado o uso de geradores, o circuito de força dos ventiladores de pressurização deve ser conectado à linha de alimentação elétrica do edifício antes da chave geral, de forma que, caso esta venha a ser desativada, não provoque o desligamento do sistema de pressurização.

6.5.4 As instalações elétricas devem estar de acordo com a NBR 5410.

6.6 Sistemas de controle de pressão

6.6.1 Considerando as diferentes condições a que é submetido o sistema, comparando as situações quando todas as portas estiverem fechadas e quando as portas forem abertas, deve ser previsto um dispositivo que impeça que a pressão no interior da escada de segurança se eleve acima de 60 Pa.

6.6.2 Para atender aos requisitos de 6.6.1, um registro de sobrepressão deve ser instalado entre o espaço pressurizado e um espaço interno à edificação, posicionado fora das áreas de risco de incêndio. A instalação deste dispositivo em paredes externas é permitida, desde que se garanta o seu funcionamento, considerando a proteção necessária contra a ação dos ventos.

6.6.3 Alternativamente ao registro de sobrepressão, podem ser adotados sistemas que modulem a capacidade dos ventiladores de pressurização, sob comando de um controlador de pressão com sensor instalado no interior da escada de segurança.

6.7 Sistema de acionamento e alarme

6.7.1 O sistema de pressurização deve ser acionado através de um sistema automatizado de detecção de fumaça, exceto em edifícios residenciais com até 60 m de altura, onde devem ser previstos acionadores manuais de alarme, com botoeira do tipo supervisionável.

6.7.2 Nos edifícios em que os detectores de fumaça forem instalados apenas para acionar o estado de emergência do sistema de pressurização, esses detectores devem ser posicionados nos *halls* de acesso à escada de segurança.

A instalação dos detectores de fumaça dentro do espaço pressurizado não é aceitável.

6.7.3 A instalação do sistema de detecção para acionamento do sistema de pressurização não isenta o uso do sistema de alarme manual, sistema de *sprinklers* ou outro sistema de prevenção ou combate a incêndios, exigidos por legislação específica.

6.7.4 A existência de sistema de *sprinklers* ou outro sistema de combate a incêndios não isenta a necessidade de instalação do sistema de detecção de fumaça e alarme como forma principal de acionamento do sistema de pressurização.

6.7.5 Os acionadores manuais de alarme devem, de forma complementar, acionar o sistema de pressurização em situação de emergência.

6.7.6 Um acionador manual do tipo "liga" deve ser sempre instalado em cada um dos locais abaixo descritos:

- a) na sala de controle central de serviços do edifício;
- b) no compartimento do ventilador de pressurização;
- c) na portaria ou guarita de entrada do edifício.

6.7.7 A parada do sistema de pressurização, em situação de emergência, somente poderá ser realizada de modo manual no painel de controle dos ventiladores.

6.7.8 Procedimentos devem ser adotados para testar o sistema de alarme de incêndio, sem necessariamente operar o sistema de pressurização.

6.7.9 A instalação dos detectores ou acionadores manuais de alarme devem seguir às recomendações da NBR 9441.

6.7.10 O painel da central de comando de detecção e alarme deve sinalizar o setor atingido, não sendo permitido que um laço de detecção e alarme supervisione mais de um pavimento, exceto para os edifícios residenciais, onde um laço pode supervisionar até cinco pavimentos.

6.7.11 É permitido o uso de destravadores eletromagnéticos para portas corta-fogo, sendo que o seu circuito deve estar interligado, para ser acionado através da central de comando do sistema de detecção e alarme. A porta deve ser destravada automaticamente no caso de alarme de incêndio ou falta de energia elétrica.

6.8 Sistema de escape do ar utilizado para pressurização

6.8.1 Nos edifícios em que haja necessidade de sistema de escape do ar de pressurização baseado na operação automática dos dispositivos instalados para esta finalidade, o sinal que opera tais dispositivos deve ser o mesmo que aciona os ventiladores de pressurização em caso de emergência. Sensores independentes que acionem apenas os dispositivos de escape não são permitidos.

6.8.2 Todo equipamento acionado automaticamente para proporcionar o escape do ar de pressurização para fora do edifício deve estar incluído nos procedimentos de manutenção e deve receber energia elétrica através da mesma fonte que alimenta os ventiladores de pressurização.

6.9 Procedimentos de manutenção

6.9.1 Todos equipamentos e componentes do sistema de pressurização, incluindo o sistema de detecção e alarme e os geradores automatizados, devem ser submetidos a um processo regular de manutenção.

Para a execução adequada das atividades de manutenção, a instalação deve manter as seguintes condições:

- a) facilidade de acesso;
- b) iluminação adequada;
- c) ponto de energia elétrica compatível com as atividades;
- d) casa de máquina livre e desimpedida, sem objetos que não tenham função determinada no local.

Devem ser mantidos disponíveis junto à administração do edifício os documentos técnicos referentes à instalação, tais como: projeto, memorial descritivo, manuais de operação e de manutenção e fichas de anotação das atividades de manutenção exercidas.

6.9.2 As atividades de manutenção devem ser exercidas por profissionais devidamente qualificados, sob supervisão de um engenheiro responsável.

6.9.3 Para ventiladores, componentes de distribuição, tomada e filtragem de ar, quadros elétricos, elementos de acionamento e transmissão mecânica, instrumentação e controle, deve ser atendido o disposto na NBR 13971.

6.9.4 Para o sistema de detecção e alarme, deve ser atendido o disposto na NBR 9441.

6.9.5 Para o sistema de suprimento de energia em emergência, devem ser atendidas as recomendações dos fabricantes e as normas pertinentes.

6.9.6 A periodicidade das atividades de manutenção deve ser definida em função das condições e características da instalação, bem como em atendimento às recomendações dos fabricantes dos diversos componentes, recomendando-se no mínimo uma inspeção mensal, para atividades preventivas. Integração com outras medidas ativas de proteção contra incêndio é também necessária.

O acionamento do sistema de pressurização deve estar em conformidade com o descrito em 6.7, podendo haver a sua integração com outros sistemas de prevenção e combate a incêndio, permitindo de forma secundária o acionamento do sistema.

7 Ensaio de aprovação

7.1 Aspectos gerais

7.1.1 Um ensaio de fumaça não é satisfatório para se determinar o correto funcionamento de uma instalação de pressurização, visto que não se pode garantir que todas as condições climáticas adversas possam estar presentes no momento da execução do ensaio. Entretanto, a sua realização é recomendável, pois pode eventualmente revelar rotas indesejáveis de fluxo da fumaça, provocadas por defeitos na construção.

7.1.2 O ensaio de aprovação da pressurização deve consistir em:

- a) medição do diferencial de pressão entre a escada de segurança e os espaços não pressurizados adjacentes, com todas as portas da escada de segurança fechadas,
- b) medição da velocidade do ar que sai de um conjunto representativo de portas abertas, de acordo com os critérios estabelecidos na tabela 4, que, quando fechadas, separam o espaço pressurizado dos recintos ocupados do edifício.

7.1.3 O ensaio deve ser feito quando o edifício estiver concluído, com os sistemas de condicionamento de ar, ventilação e pressurização balanceados e em condições de operar regularmente. As medições efetuadas em campo devem seguir as recomendações da AMCA 203.

7.1.4 Nos sistemas com dois estágios, as medições devem ser efetuadas somente com a operação no segundo estágio.

7.1.5 O sistema de detecção deve ser submetido aos ensaios, de acordo com a NBR 9441, também considerando as interferências da pressurização, quando o sistema de pressurização for de dois estágios.

7.2 Medição dos diferenciais de pressão

7.2.1 A medição dos diferenciais de pressão, entre os espaços pressurizados e os espaços não pressurizados adjacentes, deve ser feita com o auxílio de um manômetro de líquido ajustável, ou outro instrumento sensível e calibrado.

7.2.2 Um local conveniente para medir o diferencial de pressão é através de uma porta fechada. Pequenas sondas são colocadas de cada lado da porta, sendo que uma das sondas passa através de uma das frestas da porta, ou por baixo dela. As duas sondas a seguir são ligadas ao manômetro por meio de tubos flexíveis. É importante que o tubo que passa através da fresta da porta, efetivamente atravesse-a e penetre suficientemente no espaço pressurizado, para que a extremidade livre fique em uma região de ar parado. Sugere-se que esta sonda tenha uma dobra em "L" (com pelo menos 50 mm de comprimento), para que depois da inserção através da fresta, a sonda possa ser girada formando um ângulo reto em relação à fresta. Este processo introduzirá a extremidade livre em uma região de ar parado.

7.2.3 É importante que a inserção da sonda não modifique as características de vazamento da porta, por exemplo, afastando a superfície da porta do rebaixo no batente. A posição da sonda de medição deve ser escolhida de acordo com este critério.

7.3 Correção de divergências no nível de pressurização obtido

7.3.1 Caso o nível de pressurização obtido nas medições alcance valores menores que 90% do valor indicado no projeto, os motivos dessa divergência devem ser detectados e corrigidos. Há três razões principais que explicam a não obtenção do nível de pressurização projetado:

- a) vazão de ar insuficiente;
- b) áreas de vazamento para fora do espaço pressurizado excessivas;
- c) áreas de escape para fora do edifício insuficientes.

7.3.2 Deve ser medida a vazão de ar dos ventiladores e a vazão de ar através de todas as grelhas de insuflação, a fim de se detectarem os níveis de vazamento e o suprimento total de ar que chega à escada de segurança. Para efetuar o ensaio de vazamento, recomenda-se adotar os procedimentos previstos no HVAC Air Duct Leakage Test Manual da SMACNA. Essas medições devem ser efetuadas com as portas da escada de segurança fechadas.

7.3.3 Caso a vazão de ar que entra na escada de segurança esteja em conformidade com o especificado no projeto, devem ser verificadas as frestas em redor das portas, dando-se especial atenção à folga na sua parte inferior. Se qualquer porta, tiver folgas em desacordo com o previsto na tabela 2, estas devem ser corrigidas. Os vazamentos adicionais encontrados devem ser eliminados.

7.3.4 Caso a vazão de ar não atinja o nível previsto, o escape de ar a partir dos espaços não pressurizados deve ser examinado, para se ter certeza que está em conformidade com o indicado em 4.6. Se as áreas previstas para o escape do ar para fora da edificação forem inadequadas, estas devem ser aumentadas para os valores recomendados. Como alternativa, pode-se aumentar a vazão de ar até atingir o nível desejado de pressurização, mesmo diante de vazamentos adicionais não localizados, ou de condições inadequadas de escape de ar.

7.3.5 O diferencial de pressão medido não deve exceder 60 Pa.

7.4 Medição da velocidade média do ar através das portas abertas

7.4.1 Esta medição deve ser tomada com um instrumento calibrado. Recomenda-se o uso de um anemômetro de fio quente ou outro com resolução equivalente.

7.4.2 A velocidade média através da porta aberta deve ser obtida pela média aritmética de pelo menos 12 medições em pontos uniformemente distribuídos no vão da porta.

7.4.3 O número de portas abertas durante a realização das medições deve corresponder ao número adotado em projeto e estar de acordo com o recomendado em 4.5.5.

Tabela 4 - Resumo de exigências para os diversos tipos de edificações com sistema de pressurização de escada

Ocupação	Critério de altura	Número de portas corta-fogo abertas	Necessidade de gerador automatizado	Necessidade de sistema de detecção de fumaça
RESIDENCIAL	Até 60 m	1	NÃO	NÃO
	Acima de 60 m	2	SIM	SIM
SERVIÇO, HOSPEDAGEM (HOTEL, MOTEL, FLATS) E ASSEMBLHADOS	Até 30 m	2	SIM	SIM
	Acima de 30 até 60 m	3	SIM	SIM
COMERCIAL (SOMENTE SHOPPING CENTERS E SIMILARES)	Até 12 m	2	SIM	SIM
	Acima de 12 m	3	SIM	SIM
SERVIÇOS PROFISSIONAIS PESSOAIS E TÉCNICOS (ESCRITÓRIOS, AGÊNCIAS BANCÁRIAS E SIMILARES), CONSULTÓRIOS E CLÍNICAS SEM INTERNAÇÃO	Até 21 m	1	NÃO	SIM
	Acima de 21 até 60 m	2	SIM	SIM
	Acima de 60 até 90 m	3	SIM	SIM
EDUCACIONAL (ESCOLAS E SIMILARES)	Até 30 m	2	NÃO	SIM
	Acima de 30 até 60 m	3	SIM	SIM
LOCAIS DE REUNIÃO DE PÚBLICO (MUSEUS, IGREJAS, AUDITÓRIOS, BOATES E SIMILARES)	Até 12 m	2	SIM	SIM
	Acima de 12 m	3	SIM	SIM
SERVIÇOS DE SAÚDE E INSTITUCIONAIS (HOSPITAIS, CLÍNICAS COM INTERNAÇÃO), QUARTÉIS E SIMILARES, PRESÍDIOS E SIMILARES	Até 12 m	2	SIM	SIM
	Acima de 12 até 30 m	3	SIM	SIM

NOTAS

1 Para efeito dos cálculos de vazão de ar, caso o número de portas da escada de segurança seja inferior ao número de pavimentos do edifício, considerar que a altura do edifício é correspondente ao número de portas existentes.

2 Para efeito dos cálculos de vazão de ar, caso o número de portas da escada de segurança seja superior ao número de pavimentos do edifício, considerar como abertas todas as portas do(s) pavimento(s) dotado(s) de maior número de portas.

3 A necessidade de gerador automatizado e de sistema de detecção de fumaça está sempre vinculada ao critério de altura do edifício.

4 Para os edifícios com ocupação do tipo serviço de hospedagem, serviços profissionais, pessoais e técnicos, educacionais e serviços de saúde e institucionais, deve ser considerada nos cálculos uma porta aberta adicional para cada 30 m de altura que ultrapassar a última faixa de altura referenciada.