

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE RORAIMA

Diretoria de Prevenção e Serviços Técnicos

NORMA TÉCNICA Nº. 15/2021

Controle de fumaça

Parte 3 – controle de fumaça natural em indústrias, depósitos e áreas de armazenamento em comércio

SUMÁRIO

9 Disposições gerais relativas ao controle de fumaça com extração natural

ANEXOS

B Eficiência dos exaustores

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

D Tabela 5 – Determinação de risco para as ocupações

E Tabela 6 – Taxa de porcentagem para determinação das aberturas

F Exemplos de aplicação

9 DISPOSIÇÕES GERAIS RELATIVAS AO CONTROLE DE FUMAÇA COM EXTRAÇÃO NATURAL

9.1 O controle de fumaça por extração natural é realizado por meio da introdução do ar externo e extração de fumaça, seja diretamente, seja por meio de dutos para o exterior, disposto para assegurar a ventilação do local (ver Figuras 11 e 12).

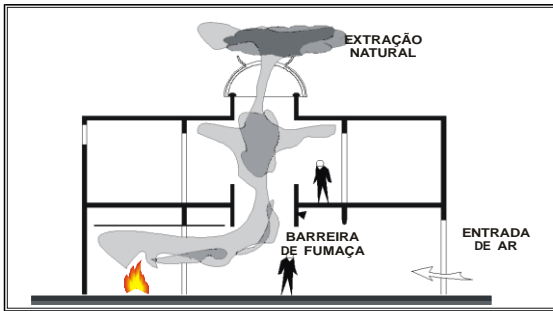


Figura 11 - Exemplo de controle de fumaça por extração natural e entrada de ar natural

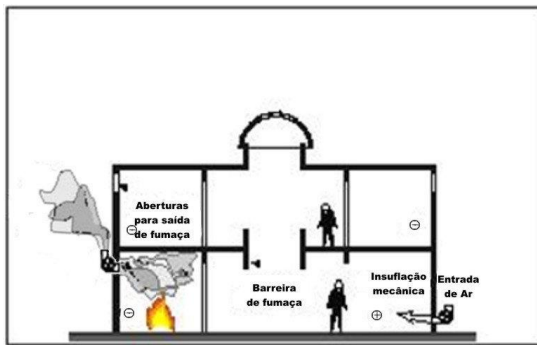


Figura 12 - Exemplo de controle de fumaça por extração mecânica e entrada de ar mecânica

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

9.2.1 Aberturas na fachada;

9.2.2 Exaustores naturais;

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

9.3 Os exaustores naturais e as outras aberturas exteriores de extração de fumaça devem ser instalados de forma que a distância, medida na horizontal, a qualquer obstáculo que lhes seja mais elevado, não seja inferior à diferença de altura, com um máximo exigido de 8 m.

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

9.4.1 Caso a condição acima não possa ser atendida, deverá ser criado um anteparo (alpendre), de forma a evitar a propagação do incêndio à edificação vizinha.

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

9.5.1 Aberturas na fachada

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

9.5.3 Escadas abertas ou ao ar livre;

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

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

9.7 Para edifícios com sistema de controle de fumaça natural com impossibilidade técnica de prever entrada de ar no acantonamento, esta poderá ser prevista ou complementada pelas aberturas de extração de fumaça dos acantonamentos adjacentes à área incendiada.

9.8 Parâmetros de projeto

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

9.8.1.1 Nas edificações térreas que possuam áreas que necessitam de sistema de controle de fumaça, estas devem ser divididas em acantonamentos com uma superfície máxima de 1.600 m² (Figura 13).

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

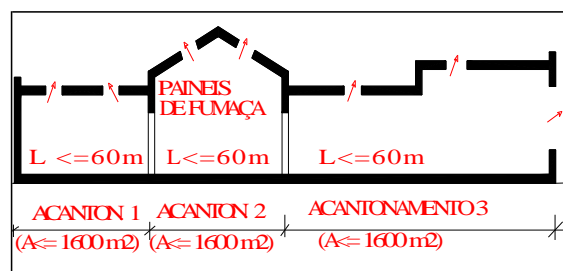


Figura 13 - Divisão em áreas de acantonamento

9.8.1.3 As áreas de acantonamento devem ser delimitadas:

9.8.1.3.1 por barreiras de fumaça;

9.8.1.3.2 pela configuração do telhado;

9.8.1.3.3 pela compartimentação da área, desde que a área compartimentada atenda aos parâmetros descritos nos itens 7.8.1.1 e 7.8.1.2.

9.8.1.4 As barreiras de fumaça devem ter altura:

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

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

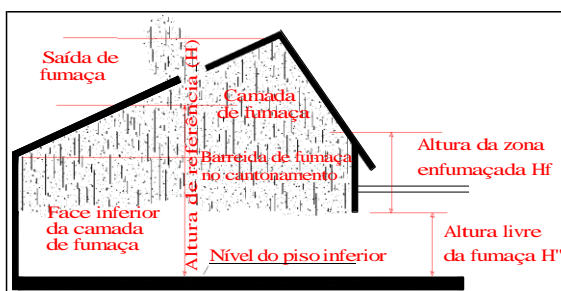


Figura 14 - Altura de referência, livre de fumaça e da zona enfumaçada.

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

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

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

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

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

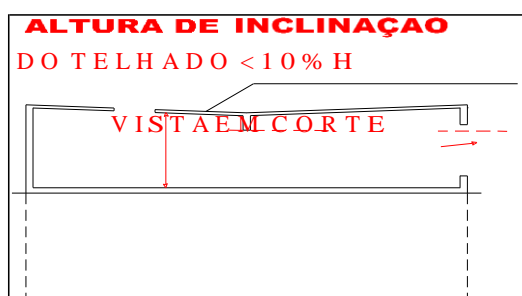


Figura 15 - Distâncias entre saídas

Observação:

- d = distância horizontal da abertura superior "EX" de extração até a barreira de fumaça ou parede limite do acantonamento;
- $d1$ = distância horizontal da abertura de extração, localizada na fachada "EX" até a barreira de fumaça ou parede limite do acantonamento;
- d e $d1 \leq 7H$;
- H é a Altura de Referência conforme definido em 5.4 (Parte 2).

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

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

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

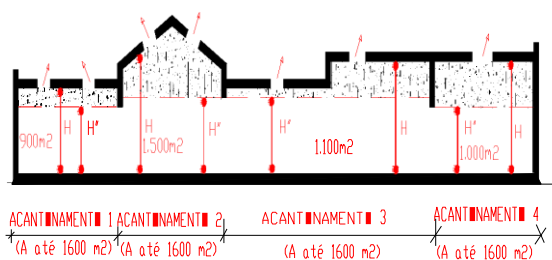


Figura 16 - Altura de referência diversificada por acantonamento

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

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

9.8.1.16 A superfície útil de um exaustor natural a ser considerada deve ser minorada ou majorada, multiplicando-se um coeficiente de eficácia, baseada na

posição (acima ou abaixo) deste exaustor em relação à altura de referência (H).

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

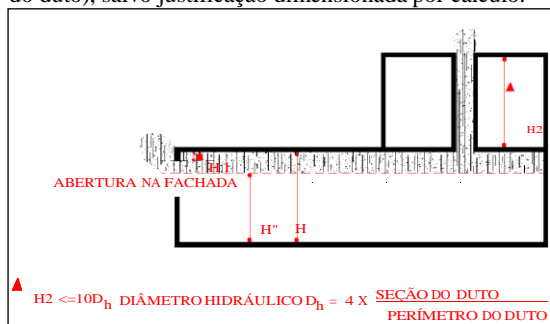


Figura 17 - Diâmetro hidráulico

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

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

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

9.8.1.21 O valor de " 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.

9.9 Parâmetros de dimensionamento

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

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

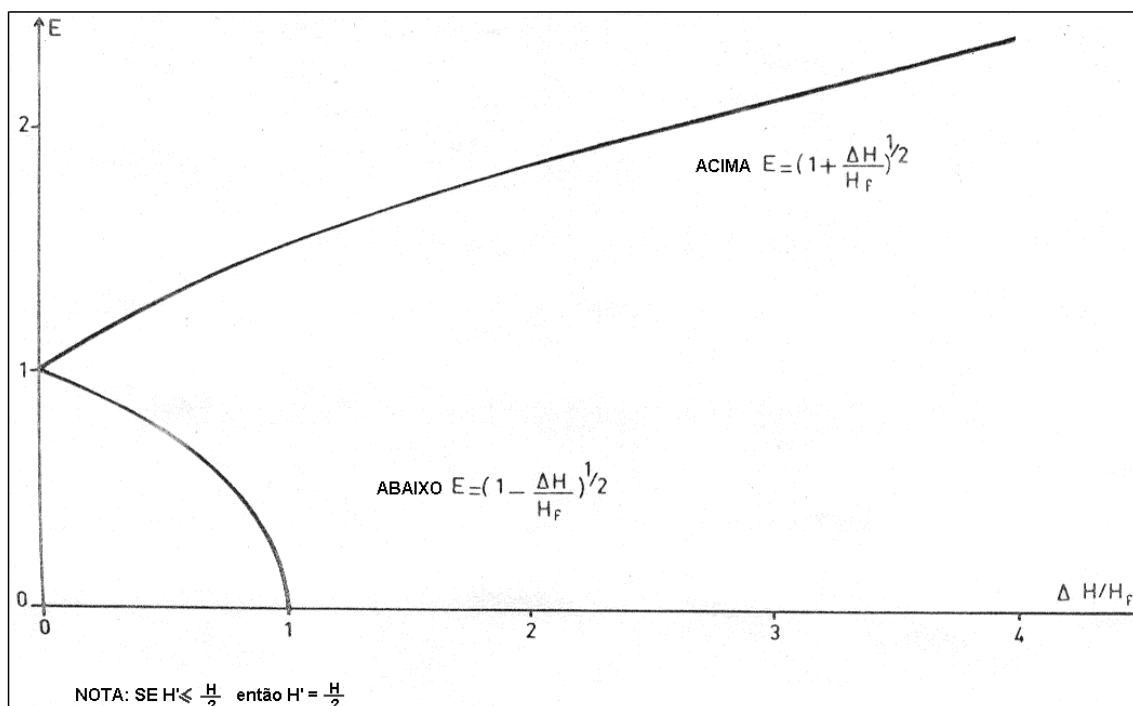
b. com a classificação de risco, obter o grupo no qual a edificação se enquadra por meio da Tabela 5 (Anexo D);

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

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

Anexo B

Eficiência dos exaustores



1. Gráfico que indica a eficiência dos exaustores naturais;
2. Na determinação da superfície útil de qualquer exaustor, a superfície deve ser fornecida pelo fabricante, após ensaio em laboratório credenciado, contendo a influência do vento e das deformações provocadas pela elevação de temperatura;
3. O ensaio deve ser realizado conforme regra que consta “*Règles relatives a la conception et a l’installation d’exutores de fumée et de chaleur – edition mai 07.2006.0 (julho de 2006) - França*”; ou outra norma de renomada aceitação;
4. Para os sistemas que não forem objetos de ensaio, a superfície livre de passagem de ar será afetada por um coeficiente de 0,5.

Anexo C

Tabela 4

Lista de classificação de riscos comerciais, industriais e depósitos

“CLASSIFICAÇÃO DE RISCOS COMERCIAIS, INDUSTRIAIS E DEPÓSITOS”			
Descrição das atividades	Riscos relativos ao comércio (RC)	Riscos relativos à área de fabricação do produto (RF)	Riscos relativos 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 MADEIRAS			
Caixas de madeira	RC3	RF3	RE2
Loja de decoração	RC3	-----	RE2
Madeira torneada, artigos	RC3	RF3	RE2
Madeira envernizada, artigos	RC3	RF3	RE3
Madeira aglomerada ou compensada	RC3	RF3	RE2
Antiquidades/ objetos usados/leiloeiros/ casa de penhores	RC3	-----	RE3
Madeira, aparas	RC3	RF3	RE2
Madeira, artigos de, carpintaria	RC3	RF3	RE2
Madeira, artigos de	RC3	RF3	RE2

Madeira, artigos de, marcenaria	RC3	RF3	RE2
Madeira, artigos de, marchetaria	RC3	RF3	RE2
Madeira, artigos de, polimento	RC3	RF3	RE2
Madeira, artigos de, secagem	RC3	RF3	RE2
Madeira, artigos de, impregnação	RC3	RF3	RE3
Madeira, artigos de, serrada	RC3	RF3	RE2
Madeira, artigos de, talhada	RC3	RF3	RE2
Madeira, resíduos de	RC3	RF3	RE2
Madeira, vigas e tábuas	RC3	RF3	RE2
Madeiras em tronco	RC3	RF3	RE2
Madeiras, folheados	RC3	RF3	RE2
Portas de madeira	RC3	RF3	RE2
Tonéis de madeira	RC3	RF3	RE2
Janelas de madeiras	RC3	RF3	RE2
Painéis compensados de madeira	RC3	RF3	RE2
Painéis de madeira aglomerada	RC3	RF3	RE2
Palhas de madeira	RC3	RF3	RE2
Tacos de madeira	RC3	RF3	RE2
Colheres de madeira	RC3	RF3	RE2
Prateleiras de madeira	RC3	RF3	RE2
Palets de madeira	RC3	RF3	RE2
Féretros de madeira	RC3	RF3	RE3
Guarda-móveis	RC3	RF3	RE3
Guarda-roupas de madeira	RC3	RF3	RE3
Móveis de madeira	RC3	RF3	RE3
Móveis de madeira envernizada	RC3	RF3	RE3
Móveis revestidos sem espuma sintética	RC3	RF3	RE3
Móveis, carpintaria	RC3	RF3	RE3
BORRACHA			
Borracha	RC3	RF4	RE3
Espuma de borracha e borracha 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
Armarinhos	RC3	-----	RE2
Cartonagem betuminada	RC3	RF4	RE2 ou RE3 ^{(1) (5)}
TAPETES/ CORDOARIA/ CESTARIA			
Tapetes	RC3	RF3	RE2 ou RE3 ⁽¹⁾
Tapeçaria, artigos de	RC3	RF3	RE2 ou RE3 ⁽¹⁾
Cabos ou cordas	RC3	RF3	RE2
Cordoaria	RC3	RF3	RE2
Barbante	RC3	RF3	RE2
Cestaria	RC3	RF3	RE2
EMBALAGENS			
Embalagem	RC3	RF3	RE3
LOJAS COMERCIAIS			
Lojas comerciais/ supermercados	RC3 ⁽⁴⁾	-----	RE3
Perfumaria/ loja de artigos	RC3	-----	RE3
Bijuterias/ joalherias	RC2	-----	RE1
COURO/ MATADOURO/ URDUME			
Matadouro	RC1	RF2	RE1
Curtume	RC3	RF2	RE2
Couro	RC2	RF2	RE1
Couro sintético	RC3	RF3	RE2
Couro, artigos de	RC2	RF3	RE1
Couro sintético, artigos de	RC3	RF3	RE2
Urdume	RC2	RF2	RE1
TABACO			
Tabaco	RC3	RF2	RE2
Tabaco, artigos de (fumos, charutos e cigarros)	RC3	RF2	RE2
METAL			
Artigos de metal e aço	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
Serralharia	RC1	RF1	RE1 ⁽²⁾
CORTIÇA			
Cortiça	RC3	RF2	RE2
Cortiça, artigo de (ex.: painéis)	RC3	RF2	RE2
Cortinas em rolo	RC3	RF2	RE2
ELETRICIDADE			
Aparelhos de rádio e som, televisão, domésticos, eletrônicos, diversões eletrônicas	RC3	RF3	RE2 ou RE3 ⁽¹⁾
MECÂNICO			
Máquinas em geral (mecânica)	RC1	-----	RE1
Montagem, fundição, usinagem, ajuste e colocação de metais.	RC1 ou RC2 ou RC3 ⁽⁵⁾	RF2	RE1 ⁽²⁾
ESCOVAS, VASSOURAS E PINCÉIS			
Escovas, vassouras, espanadores e pincéis	RC3	RF3	RE2
FELTRO			
Feltro	RC3	RF3	RE2 ou RE3 ⁽¹⁾
ALIMENTOS			
Padaria e confecção de pães, bolos e bolachas etc.	RC3	RF2	RE2
Confeitaria (chocolate e doces)	RC3	RF2	RE2
Congelados	RC3	----	RE1
Conservas	RC2	RF2	RE1
Frigorífico/ Laticínio	RC2	RF1	RE1
Azeite/ Óleo comestível	RC3	RF4	RE3
Glicose	RC2	RF1	RE1
Farinhas alimentares	RC3	RF3	RE2
Açúcar (usinagem e refinamento)	RC3	RF3	RE2
Ervanarias	RC1	RF1	RE2
Mercearias/ Quitandas	RC1	----	RE2
Açougue	RC2	----	RE1
Fermento, levedura	RC3	RF1	RE2
CERÂMICA/ LOUÇAS/ VIDROS			
Louças (em geral)	RC2	RF1	RE1 ⁽²⁾
Cerâmica	RC2	RF1	RE1 ⁽²⁾
Vidros	RC2	RF1	RE1 ⁽²⁾
Cimento	RC1	RF1	RE2
GRÁFICAS/ TIPOGRAFIAS			
Tipografia	RC3	RF3	RE4
PRODUTOS QUÍMICOS/ TINTAS			
Produtos Farmacêuticos/Drogaria	RC3	RF2	RE3
Tintas a base de óleo	RC3	RF4	RE2

Tintas a base de água	RC3	RF2	RE1
Fósforo	RC3	RF4	RE3
Fumo negro	RC3	RF4	RE3
Resina natural	RC3	RF4	RE3
Sabão/ detergentes	RC3	RF3	RE3
Alcatrão	RC3	RF4	RE2
Produtos de limpeza	RC3	RF2	RE3
Óleos: mineral, vegetal, animal	RC3	RF4	RE3
Resinas naturais	RC3	RF4	RE2
Resinas sintéticas	RC3	RF4	RE3
Verniz	RC3	RF4	RE2

Referências:

(1) Classificações válidas segundo a natureza das embalagens, sendo RE2 para embalagens de papelão e RE3 para embalagens de espuma/plástico;

(2) Classificação válida para embalagens de papelão, caso sejam embalagens de plástico para risco RE2;

(3) Classificação - RC1, quando a peça metálica não possuir embalagem;

RC2, quando a peça metálica possuir embalagem de papelão;

RC3, quando a peça metálica possuir embalagem de plástico.

(4) Considerado RC para as áreas comuns de shoppings e lojas menores de 300 m², sendo que para as lojas maiores que 300 m² e riscos especiais deverão ser classificados pelo risco predominante;

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

Anexo D

Tabela 5

Determinação de risco para ocupações

Determinação de riscos para ocupações comerciais, industriais e depósitos.		
Categorias de risco	Altura máxima de estocagem (em m)	Grupo a considerar decorrente da tabela 4
RC1	-	1
RC2	-	2
RC3	-	3
RF1 e RF2		3
RF3 e RF4	-	4
RE1	4,0	3
	7,6 (*)	4
RE2	3,0	3
	5,9	4
	7,5(*)	5
RE3	2,1	3
	4,1	4
	5,2	5
	6,3	6
	7,7(*)	7
RE4	1,2	3
	2,3	4
	3,0	5
	3,6	6
	4,4(*)	7

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

Obs: RC = risco para áreas comerciais
 RF = risco para áreas industriais
 RE = risco para área de estocagem e depósitos

Anexo E

Tabela 6

Taxa de porcentagem para determinação das áreas de aberturas

Tabela de taxa de porcentagem para determinar as áreas de abertura de ocupações comerciais, industriais e depósitos.								
Altura de referência (em m)	Altura da zona livre de fumaça H (em m)	% de abertura						
		GR 1	GR 2	GR 3	GR 4	GR 5	GR 6	GR 7
4	3	0,3	0,43	0,61	0,86	1,05	1,2	1,46
4,5	3	0,25	0,35	0,5	0,7	0,86	1,05	1,19
	3,25	0,31	0,43	0,61	0,87	1,06	1,3	1,47
5	3	0,21	0,3	0,43	0,61	0,74	0,91	1,03
	3,25	0,26	0,37	0,52	0,73	0,9	1,1	1,24
	3,5	0,31	0,44	0,63	0,88	1,08	1,33	1,5
	3,75	0,38	0,54	0,76	1,07	1,32	1,61	1,82
5,5	3	0,19	0,27	0,38	0,54	0,67	0,82	0,92
	3,25	0,23	0,32	0,46	0,65	0,79	0,97	1,1
	3,5	0,27	0,38	0,54	0,77	0,94	1,15	1,3
	3,75	0,32	0,45	0,64	0,91	1,11	1,36	1,54
	4	0,54	0,54	0,76	1,08	1,32	1,62	1,83
6	3	0,18	0,25	0,35	0,5	0,61	0,74	0,84
	3,25	0,21	0,29	0,41	0,58	0,72	0,88	0,99
	3,5	0,24	0,34	0,48	0,69	0,84	1,03	1,16
	3,75	0,4	0,4	0,57	0,8	0,98	1,2	1,36
	4	0,33	0,47	0,66	0,64	1,15	1,4	1,59
6,5	3,25	0,19	0,27	0,38	0,54	0,66	0,81	0,91
	3,50	0,22	0,31	0,44	0,63	0,77	0,94	1,06
	3,75	0,26	0,36	0,51	0,72	0,89	1,09	1,23
	4	0,3	0,42	0,59	0,84	1,03	1,26	1,42
	4,25	0,34	0,48	0,68	0,97	1,18	1,45	1,64
	4,5	0,39	0,56	0,79	1,12	1,37	1,68	1,89
7	3,5	0,2	0,29	0,41	0,58	0,71	0,87	0,98
	3,75	0,24	0,33	0,47	0,67	0,82	1	1,13
	4	0,27	0,38	0,54	0,76	0,94	1,15	1,3
	4,25	0,31	0,44	0,62	0,87	1,07	1,31	1,48
	4,5	0,35	0,5	0,71	1	1,22	1,5	1,69
	4,75	0,4	0,57	0,81	1,14	1,4	1,71	1,94
	5	0,46	0,65	0,93	1,31	1,6	1,96	2,22

Altura de referência (em m)	Altura da zona livre de fumaça H (em m)	% de abertura						
		GR 1	GR 2	GR 3	GR 4	GR 5	GR 6	GR 7
7,5	3,75	0,22	0,31	0,44	0,62	0,76	0,93	1,05
	4	0,25	0,35	0,5	0,71	0,87	1,06	1,2
	4,25	0,28	0,4	0,57	0,8	0,98	1,21	1,36
	4,5	0,32	0,46	0,64	0,91	1,12	1,37	1,55
	4,75	0,37	0,52	0,73	1,03	1,26	1,55	1,75
	5	0,41	0,59	0,83	1,17	1,43	1,76	1,98
	5,25	0,47	0,66	0,94	1,33	1,63	1,99	2,25
	5,5	0,53	0,75	1,07	1,51	1,85	2,26	2,56
8	4	0,23	0,33	0,47	0,66	0,81	0,99	1,12
	4,25	0,26	0,37	0,53	0,75	0,92	1,12	1,27
	4,5	0,3	0,42	0,6	0,84	1,03	1,27	1,43
	4,75	0,34	0,48	0,67	0,95	1,16	1,43	1,61
	5	0,38	0,53	0,76	1,07	1,31	1,6	1,81
	5,25	0,42	0,6	0,85	1,2	1,47	1,8	2,03
	5,5	0,48	0,67	0,95	1,35	1,65	2,02	2,29
	5,75	0,54	0,76	1,08	1,52	1,86	2,28	2,58
	6	0,61	0,86	1,22	1,72	2,11	2,58	2,92
8,5	4,25	0,25	0,35	0,5	0,7	0,86	1,05	1,19
	4,5	0,28	0,39	0,56	0,79	0,97	1,18	1,34
	4,75	0,31	0,44	0,63	0,88	1,08	1,33	1,5
	5	0,35	0,49	0,7	0,99	1,21	1,48	1,68
	5,25	0,39	0,55	0,78	1,1	1,35	1,66	1,87
	5,5	0,44	0,62	0,87	1,23	1,51	1,85	2,09
	5,75	0,49	0,69	0,97	1,38	1,68	2,06	2,33
	6	0,54	0,77	1,09	1,54	1,88	2,31	2,61
	6,25	0,61	0,86	1,22	1,72	2,11	2,59	2,92
	6,5	0,69	0,97	1,37	1,94	2,38	2,91	3,29

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

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

Altura de referência (em m)	Altura da zona livre de fumaça H (em m)	% de abertura						
		GR 1	GR 2	GR 3	GR 4	GR 5	GR 6	GR 7
11,5	5,75	0,34	0,48	0,67	0,95	1,17	1,43	1,61
	6	0,37	0,52	0,73	1,04	1,27	1,56	1,76
	6,25	0,4	0,56	0,8	1,13	1,38	1,69	1,91
	6,5	0,43	0,61	0,87	1,23	1,5	1,84	2,08
	6,75	0,47	0,67	0,94	1,33	1,63	2	2,26
	7	0,57	0,72	1,02	1,44	1,77	2,17	2,45
	7,25	0,62	0,78	1,11	1,57	1,92	2,35	2,66
	7,5	0,67	0,85	1,2	1,7	2,08	2,55	2,88
	7,75	0,73	0,92	1,3	1,84	2,26	2,76	3,12
	8,0	0,79	1	1,42	2	2,45	3	3,39
	8,25	0,87	1,09	1,54	2,17	2,66	3,28	3,69
	8,5	0,95	1,18	1,67	2,37	2,9	3,55	4,01
	8,75	1,04	1,29	1,83	2,58	3,16	3,87	4,38
	9	1,14	1,41	2	2,83	2,46	4,24	4,79
	9,25	1,26	1,55	2,19	3,1	3,8	4,65	5,26
9,5	1,39	1,71	2,42	3,43	4,2	5,14	5,81	
12	6	0,35	0,5	0,7	0,99	1,22	1,49	1,68
	6,25	0,38	0,54	0,76	1,08	1,32	1,62	1,86
	6,5	0,41	0,58	0,83	1,17	1,43	1,75	1,98
	6,75	0,45	0,63	0,9	1,27	1,55	1,9	2,15
	7	0,54	0,69	0,97	1,37	1,68	2,06	2,32
	7,25	0,58	0,74	1,05	1,48	1,81	2,22	2,51
	7,5	0,63	0,8	1,13	1,6	1,96	2,4	2,72
	7,75	0,68	0,87	1,22	1,73	2,12	2,6	2,94
	8	0,74	0,94	1,32	1,87	2,29	2,81	3,17
	8,25	0,81	1,01	1,43	2,02	2,48	3,04	3,43
	8,5	0,88	1,1	1,55	2,19	2,68	3,29	3,72
	8,75	0,95	1,19	1,68	2,38	2,91	3,56	4,03
	9	1,04	1,29	1,82	2,58	3,16	3,87	4,37
	9,25	1,14	1,4	1,98	2,81	3,44	4,21	4,76
	9,5	1,25	1,53	2,17	3,06	3,75	4,6	5,2
9,75	1,37	1,87	2,37	3,36	4,11	5,04	5,69	
10	1,52	2,06	2,62	3,7	4,53	5,55	6,27	

Altura de referência (em m)	Altura da zona livre de fumaça H (em m)	% de abertura						
		GR 1	GR 2	GR 3	GR 4	GR 5	GR 6	GR 7
13,5	6,75	0,39	0,56	0,79	1,12	1,37	1,68	1,89
	7	0,47	0,6	0,85	1,2	1,47	1,8	2,04
	7,25	0,51	0,65	0,91	1,29	1,58	1,95	2,19
	7,5	0,55	0,69	0,98	1,39	1,7	2,08	2,35
	7,75	0,59	0,54	1,05	1,49	1,82	2,23	2,52
	8	0,64	0,8	1,13	1,6	1,96	2,39	2,71
	8,25	0,68	0,86	1,21	1,71	2,1	2,57	2,9
	8,5	0,73	0,92	1,3	1,83	2,25	2,75	3,11
	8,75	0,79	0,98	1,39	1,96	2,41	2,95	3,33
	9	0,85	1,05	1,49	2,11	2,58	3,16	3,57
	9,25	0,91	1,13	1,6	2,26	2,76	3,39	3,83
	9,5	0,99	1,21	1,71	2,42	2,97	3,63	4,11
	9,75	1,06	1,45	1,84	2,6	3,19	3,9	4,41
	10	1,15	1,56	1,98	2,8	3,43	4,19	4,74
	10,25	1,25	1,68	2,13	3,01	3,69	4,52	5,11
	10,5	1,35	1,81	2,3	3,25	3,98	4,88	5,51
	10,75	1,47	1,96	0	3,52	4,31	5,27	5,96
	11	1,61	2,14	2,7	3,82	4,68	5,73	6,47
11,25	1,76	2,33	2,94	4,16	5,1	6,24	7,06	
11,5	1,95	2,56	3,23	4,56	5,59	6,85	7,74	
14	7	0,46	0,58	0,82	1,16	1,42	1,74	1,96
	7,25	0,49	0,62	0,88	1,24	1,52	1,86	2,11
	7,5	0,53	0,67	0,94	1,33	1,64	2	2,26
	7,75	0,56	0,71	1,01	1,43	1,75	2,14	2,42
	8	0,61	0,76	1,08	1,53	1,87	2,29	2,59
	8,25	0,65	0,82	1,16	1,64	2	2,45	6
	8,5	0,7	0,87	1,24	1,75	2,14	2,62	2,96
	8,75	0,75	0,93	1,32	1,87	2,29	2,8	3,17
	9	0,8	1	1,41	2	2,45	3	3,39
	9,25	0,86	1,07	1,51	2,14	2,62	3,2	3,62
	9,5	0,93	1,14	1,61	2,28	2,8	3,42	3,87
	9,75	1	1,36	1,73	2,44	2,99	3,66	4,14
	10	1,08	1,46	1,85	2,62	3,2	3,92	4,44
	10,25	1,16	1,56	1,98	2,8	3,43	4,2	4,5
	10,5	1,25	1,68	2,13	3,01	3,69	4,51	5,1
	10,75	1,35	1,81	2,29	3,23	3,96	4,85	5,48
	11	1,47	1,95	2,46	3,49	4,27	5,23	5,91
	11,25	1,59	2,11	2,66	3,76	4,61	5,65	6,38
11,5	1,74	2,29	2,89	4,08	5	6,12	6,92	
11,75	1,91	2,5	3,14	4,44	5,44	6,66	7,53	
12	2,1	2,75	3,44	4,86	5,96	7,3	8,25	

Altura de referência (em m)	Altura da zona livre de fumaça H (em m)	% de abertura						
		GR 1	GR 2	GR 3	GR 4	GR 5	GR 6	GR 7
14,5	7,25	0,47	0,6	0,63	1,2	1,47	1,8	2,03
	7,5	0,51	0,64	0,91	1,28	1,57	1,93	2,18
	7,75	0,54	0,69	0,97	1,37	1,68	2,06	2,33
	8	0,58	0,73	1,04	1,47	1,8	2,2	2,49
	8,25	0,62	0,78	1,11	1,57	1,92	2,35	2,66
	8,5	0,67	0,84	1,18	1,67	2,05	2,51	2,84
	8,75	0,72	0,89	1,26	1,79	2,19	2,68	3,03
	9	0,77	0,95	1,35	1,91	2,33	2,86	3,23
	9,25	0,82	1,02	1,44	2,03	2,49	3,05	3,44
	9,5	0,88	1,08	1,53	2,17	2,65	3,25	3,67
	9,75	0,94	1,29	1,63	2,31	2,83	3,47	3,92
	10	1,01	1,37	1,74	2,47	3,02	3,7	4,18
	10,25	1,09	1,47	1,86	2,63	3,23	3,95	4,46
	10,5	1,17	1,57	1,99	2,81	3,45	4,22	4,77
	10,75	1,26	1,68	2,13	3,01	3,69	4,52	5,11
	11	1,36	1,8	2,28	3,23	3,95	4,84	5,47
	11,25	1,47	1,94	2,45	3,46	4,24	5,19	5,87
	11,5	1,59	2,09	2,63	3,73	4,56	5,59	6,32
	11,75	1,72	2,26	2,84	4,02	4,92	6,03	6,81
12	1,88	2,46	3,08	4,35	5,33	6,53	7,38	
12,25	2,06	2,68	3,34	4,73	5,79	7,09	8,02	
12,5	2,26	2,94	3,66	5,17	6,33	7,76	8,77	

Altura de referência em (m)	Altura da zona livre de fumaça H (em m)	% de abertura						
		GR 1	GR 2	GR 3	GR 4	GR 5	GR 6	GR 7
15	7,5	0,49	0,62	0,88	1,24	1,52	1,86	2,1
	7,75	0,52	0,66	0,94	1,33	1,62	1,99	2,25
	8	0,56	0,71	1	1,41	1,73	2,12	2,4
	8,25	0,6	0,75	1,07	1,51	1,85	2,26	2,56
	8,5	0,64	0,8	1,14	1,61	1,97	2,41	2,73
	8,75	0,69	0,86	1,21	1,71	2,1	2,57	2,9
	9	0,73	0,91	1,29	1,82	2,23	2,74	3,09
	9,25	0,79	0,97	1,37	1,94	2,38	2,91	3,29
	9,5	0,84	1,03	1,46	2,07	2,53	3,1	3,5
	9,75	0,9	1,22	1,55	2,2	2,69	3,3	3,73
	10	0,96	1,3	1,65	2,34	2,87	3,51	3,97
	10,25	1,03	1,39	1,76	2,49	3,05	3,74	4,22
	10,5	1,1	1,48	1,88	2,65	3,25	3,98	4,5
	10,75	1,18	1,58	2	2,83	3,46	4,24	4,8
	11	1,27	1,69	2,13	3,02	3,7	4,53	5,12
	11,25	1,37	1,81	2,28	3,22	3,95	4,83	5,47
	11,5	1,47	1,94	2,44	3,45	4,22	5,17	5,85
	11,75	1,59	2,08	2,61	3,7	4,53	5,54	6,27
	12	1,73	2,24	2,81	3,97	4,86	4,96	6,73
	12,25	1,86	2,42	3,02	4,28	5,24	6,41	7,25
12,5	2,03	2,63	3,27	4,63	5,66	6,94	7,84	
12,75	2,21	2,86	2,55	5,02	6,15	7,53	8,52	
13	2,43	3,14	3,88	5,48	6,72	8,23	9,3	

Anexo F Exemplo de aplicação

1. Cálculo do controle de fumaça de um galpão industrial

1.1 Características

- atividade – fábrica de automóveis
- dimensões – 250 m x 100 m x 9 m
- teto falso – na totalidade do galpão a 8 m do solo
- pontes rolantes – funcionamento a uma altura máxima do solo de 6 m
- armazenamento – altura de 5 m
- portas de acesso – 2 portões com áreas de 16 m² cada e 4 portas com 2 m² cada nas paredes maiores

2. Resolução

2.1 Geral:

- área total do galpão:

$$S = 250 \text{ m} \times 100 \text{ m} = 25.000 \text{ m}^2$$
- os acantonamentos centrais de fumaça devem ter áreas compreendidas entre 1.000 m a 1.600 m² e dimensões lineares inferiores a 60 m.
- pode adaptar-se a criação de 16 acantonamentos com uma área aproximada de 1.550 m² cada.

Acantonamento	A	B	C	D	E	F	G	H
Área	1550	1550	1550	1550	1550	1550	1550	1550
Acantonamento	I	J	K	L	M	N	O	P
Área	1550	1550	1550	1550	1550	1550	1550	1550

2.2 Para extração de fumaça natural

- a altura de referência H será de 8 m, tendo em conta a existência de teto falso.

$$H = 8 \text{ m.}$$
- a zona livre de fumaça terá uma altura de 6 m, condicionada pelo trabalho das gruas a 6 m de altura, o que impõe a instalação de painéis de acantonamento com 2 m de altura.
- pela Tabela 4, baseado na atividade exercida:
 - categoria de risco – RF2 – para área industrial.
 - categoria de risco – RE3 – para área de depósito.
- da Tabela 5 e 6, para H = 8 e H' = 6 m.
 - GR = 3 – para área industrial, com % de abertura de 1,22.
 - GR = 6 – para área de depósitos, com % de abertura de 2,58 para acantonamento da área industrial.
- **NA ÁREA INDUSTRIAL**
 - A superfície útil de exaustão deve ser de:

$$\frac{1.550 \times 1,22}{100} = 18,91 \text{ m}^2$$
 - Podendo ser utilizados 6 exaustores naturais de $\pm 3 \text{ m}^2$ ou 8 exaustores de $\pm 2,5 \text{ m}^2$.
- **NA ÁREA DE DEPÓSITOS**
 - $$\frac{1.550 \times 2,58}{100} = 39,99 \text{ m}^2$$
 - podendo ser utilizado 10 exaustores naturais de $\pm 4 \text{ m}^2$ ou 14 exaustores naturais de $\pm 3,5 \text{ m}^2$.
- **ENTRADA DE AR**
 - Deverá haver no mínimo 19 m² e 40 m² de área de abertura para entrada de ar para parte industrial e de depósitos, respectivamente;
 - Essas aberturas devem estar localizadas abaixo da camada de fumaça.