

Índice de segurança contra incêndio para edificações

A fire safety index for buildings

Valdir Pignatta e Silva
Hamilton da Silva Coelho Filho

Resumo

O objetivo deste trabalho é apresentar uma proposta para a normalização do procedimento de cálculo de um índice de segurança contra incêndio para edificações. Esse índice é composto de fatores que dependem da adução de água, treinamento, extintores, hidrantes, detecção, chuveiros automáticos, transmissão do alarme, brigada contra incêndio, resistência ao fogo das estruturas e das vedações de fachadas, carga de incêndio, dimensões do edifício, mobilidade das pessoas, etc. A base desta proposta é o método de análise de risco de incêndio idealizado por Gretener e o modelo para normas internacionais. O método de Gretener é tabular, e neste trabalho propõe-se utilizar um método analítico em que cada fator interveniente é determinado a partir de expressões. Comparações ao procedimento original são apresentadas.

Palavras-chave: Incêndio. Gretener. Segurança. Normalização.

Abstract

The aim of this article is to present a proposal for the standardization of the procedure for determining a fire safety index for buildings. This index is defined by a set of factors such as water adduction reliability, people trained, fire extinguishers, hydrants, detectors, sprinklers, alarm transmission, fire brigade qualification, fire resistance of structures and facade, fire load, area and height of the building, and mobility of people. This proposal is based on the method for analyzing fire risk devised by Gretener and a model for international standards. While Gretener's method is based on tables, this paper proposes an analytic method, in which each factor is determined by a formulae. Comparisons to the original procedures are presented.

Keywords: Fire. Gretener. Safety. Standardization

Valdir Pignatta e Silva
Departamento de Engenharia de
Estruturas e Geotécnica
Escola Politécnica da Universidade de
São Paulo
Av. Prof. Almeida Prado, trav. 2, n.º
271
São Paulo - SP - Brasil
CEP 05508-900
Tel.: (11) 3091-5562
E-mail: valdirpigss@usp.br

Hamilton da Silva Coelho Filho
Corpo de Bombeiros
Polícia Militar do Estado de São Paulo
Praça Clóvis Bevilácqua, 421
São Paulo - SP - Brasil
CEP 01018-001
E-mail:
hamiltoncoelho@polmil.sp.gov.br

Recebido em 08/02/07

Aceito em 20/08/07

Introdução

A segurança à vida e ao patrimônio pode ser verificada por intermédio de métodos de avaliação de risco de ocorrência e propagação de incêndio e suas conseqüências. O mais difundido método de avaliação de risco é o método de Gretener, que leva o nome do engenheiro suíço Max Gretener, que o idealizou.

Em 1960, o engenheiro Max Gretener, diretor da Associação de Proteção Contra Incêndio da Suíça, iniciou estudos sobre o cálculo do risco de incêndio em indústrias e grandes edifícios. Seu método, publicado em 1965, visava atender às necessidades das companhias de seguro. Em 1968, o Corpo de Bombeiros suíço propôs adotar esse mesmo método, também, para avaliar os meios de proteção contra incêndio das edificações.

Em 1984, a Société Suisse des Ingénieurs et des Architectes (SIA) publicou o documento SIA-81 (1984), “Método de avaliação de risco de incêndio”, tendo por base os trabalhos de Gretener, revisado por um grupo de especialistas das companhias de seguro privadas e estatais e da SIA. Esse grupo adaptou o método ao atual conhecimento e experiência suíços e internacionais. Segundo Cajot *et al.* (s.d.), os resultados desse trabalho são demonstráveis cientificamente, apesar de nem todos terem sido demonstrados.

O método Gretener também serviu de base para as normas austríacas TRVB A-100 (cálculo) e TRVB A-126 (parâmetros para o cálculo), publicadas pela Liga Federal de Combate a Incêndio da Áustria em 1987 (LIGA, 1987a; LIGA 1987b). Os valores das cargas de incêndio específicas desse método também são aceitas na Nova Zelândia (BUCHANAN, 2001) e serviram de base para a NBR 14432:2000 (ABNT, 2000b). Em dezembro de 1996, o SIA-81 foi revisado e atualizado (SIA, 1996; SILVA, 2004). O método de Gretener talvez seja o mais difundido método quantitativo de avaliação de risco. Além dos países que explicitamente o aceitam, pode ser citada farta literatura a respeito (BRE, 2005; LUNDIN, 2005; PEÑA; ROMERO, 2003; RASBASH *et al.*, 2004; ZHAO *et al.*, 2004). O método consiste em determinar um fator γ_{fi} para cada compartimento da edificação. A segurança contra incêndio estará verificada se todos γ_{fi} forem maiores ou iguais a um.

A NBR 14432:2000 permite o emprego do método de Gretener, desde que adequado à realidade brasileira. Essa adequação é o objetivo da Comissão de Estudos da ABNT CE-24:201-03, que, após anos de debates, optou por esse método

para estabelecer um índice global de segurança (γ_{fi}).

O procedimento de cálculo de γ_{fi} , proposto para a normalização brasileira, segue o método tabular original de Gretener; no entanto, como inovação, é usada uma forma analítica de cálculo, a fim de eliminar as incômodas e irreais discontinuidades criadas por um método tabular, além de facilitar a mecanização do método. Algumas alterações de ordem numérica foram introduzidas para simplificar o emprego do método. O procedimento de cálculo de γ_{fi} aqui proposto conduz a resultados semelhantes aos do método tabular original.

Dois exemplos de aplicação são detalhados e foram propositalmente escolhidos, a fim de mostrar a praticidade do procedimento e, por outro lado, alertar para as diferenças entre as exigências de segurança contra incêndio correntes no Brasil e os resultados encontrados por meio do método original empregando-se o limite de $\gamma_{fi}=1$.

O fator γ_{fi} pode ser empregado, também, como parâmetro de decisão entre alternativas de solução, ao se estudarem os meios de segurança contra incêndio em edificações existentes.

O objetivo deste trabalho é apresentar de forma detalhada o procedimento para a determinação do índice global de segurança γ_{fi} .

Procedimento de cálculo

O fator global de segurança γ_{fi} deve ser determinado pela expressão 1.

$$\gamma_{fi} = 1,3 \frac{N.S.E}{R.M.I} \quad (1)$$

onde:

N é um fator que depende das medidas normais de proteção, determinado conforme 2.1;

S é um fator que depende de medidas especiais de proteção, determinado conforme 2.2;

E é um fator que depende das medidas construtivas de proteção da edificação, determinado conforme 2.3;

R é um fator associado ao risco de incêndio, determinado conforme 2.4;

M é um fator associado à mobilidade das pessoas, determinado conforme 2.5; e

I é um fator que considera o risco de ativação do incêndio em função do tipo de uso do compartimento, determinado por meio da tabela A.1.

Medidas normais de proteção

O fator N é calculado por meio de:

$$N = \prod_{i=1}^5 n_i \quad (2)$$

Sendo n_1 a n_5 conforme os subitens a seguir:

Extintores portáteis

n_1 é um fator associado à presença de extintores portáteis. Se houver extintores suficientes, conforme a NBR 12693:1993 (ABNT, 1993), $n_1 = 1$. Nos demais casos, $n_1 = 0,9$;

Hidrantes prediais

n_2 é um fator associado à presença de hidrantes prediais. Se houver hidrantes prediais suficientes para uma primeira intervenção de pessoas treinadas, conforme a NBR 13714:2000 (ABNT, 2000a), $n_2 = 1$. Nos demais casos, $n_2 = 0,8$.

Adução de água

n_3 é um fator associado à confiabilidade de adução de água e determinado por meio da expressão 3.

$$n_3 = (1,5 p + 0,4) r \quad (3)$$

onde:

p é a pressão de saída no hidrante. Deve ser adotado $p = 0,2$ MPa para $p \leq 0,2$ MPa, e $p = 0,4$ MPa para $p \geq 0,4$ Mpa;

$r = 1,00$ para reservatório elevado com reserva de água de incêndio conforme a NBR 13714:2000 ou reservatório subterrâneo com bomba de incêndio subterrânea independente da rede elétrica;

$r = 0,90$ para reservatório elevado sem reserva de água de incêndio, com bomba de incêndio subterrânea independente da rede elétrica;

$r = 0,85$ para bombeamento independente da rede elétrica, sem reservatório;

$r = 0,70$ para bombeamento dependente da rede elétrica, sem reservatório; e

$r = 0,60$ para águas naturais.

Hidrante público

n_4 é um fator associado à presença de hidrantes públicos e determinado por meio da expressão 4.

$$n_4 = \frac{370 - d_h}{300} \quad (4)$$

onde:

d_h é a distância do hidrante público à entrada do edifício em metro. Deve ser adotado $d_h = 100$ m para $d_h \geq 100$ m, e $d_h = 70$ m para $d_h \leq 70$ m.

Treinamento

n_5 é um fator associado à presença de pessoal treinado. Se houver pessoal treinado, conforme a NBR 14726:1999 (ABNT, 1999), habituado a manipular os extintores portáteis e hidrantes localizados na edificação, que conheça, dentro dos limites da sua edificação, as possibilidades de fuga e salvamento após o alarme, $n_5 = 1$. Nos demais casos, $n_5 = 0,8$.

Medidas especiais de proteção

O fator S é calculado por meio de:

$$S = \prod_{i=1}^6 s_i \quad (5)$$

Sendo s_1 a s_6 conforme os subitens a seguir:

Modo de detecção

s_1 é um fator associado ao modo de detecção do fogo, sendo:

$s_1 = 1,05$ se houver vigilância noturna e em fins de semana com, pelo menos, duas rondas;

$s_1 = 1,10$ se houver vigilância noturna e em fins de semana com, pelo menos, rondas a cada duas horas;

$s_1 = 1,45$ se houver detecção automática conforme a NBR 9441:1998 (ABNT, 1998), com transmissão a um posto ocupado permanentemente; e

$s_1 = 1,20$ se houver chuveiros automáticos conforme a NBR 10897:1990 (ABNT, 1990).

Em casos em que há mais de um modo de detecção, deverá ser adotado o maior valor de s_1 .

Nos demais casos, $s_1 = 1,0$.

Transmissão do alarme

s_2 é um fator associado ao modo de transmissão do alarme, sendo:

$s_2 = 1,05$ se houver um posto (portaria) ocupado permanentemente por, pelo menos, uma pessoa com acesso a um telefone;

$s_2 = 1,10$ se houver um posto ocupado permanentemente por, pelo menos, duas pessoas com acesso a um telefone.

Nos demais casos, $s_2 = 1,0$.

Qualidade do corpo de bombeiros

s_3 é um fator associado à qualidade do corpo de bombeiros local e da brigada contra incêndio, determinado por meio da expressão 6.

$$s_3 = 1 + \frac{s_{3a} + s_{3b}}{10} \quad (6)$$

onde:

$s_b = 1$ se houver brigada contra incêndio formada por, pelo menos, 10 pessoas treinadas para extinção, durante a jornada de trabalho;

$s_b = 2$ se houver brigada contra incêndio formada por, pelo menos, 20 pessoas treinadas para extinção, durante a jornada de trabalho, com comandante;

$s_b = 3$, idem ao anterior, com intervenção além do horário de trabalho;

$s_b = 4$, idem ao anterior, com grupo de quatro pessoas de plantão nos fins de semana;

$s_b = -1$ se não houver brigada contra incêndio;

$s_{cb} = 1$ se o corpo de bombeiros não se enquadrar nas categorias descritas abaixo, ou na inexistência de corpo de bombeiros;

$s_{cb} = 2$ se o corpo de bombeiros possuir, pelo menos, 20 pessoas treinadas que possam ser convocadas por telefone, plantão aos fins de semana e equipe de intervenção motorizada;

$s_{cb} = 3$, idem ao anterior com caminhão pipa e bombeamento;

$s_{cb} = 3,5$, idem ao anterior com caminhão de pelo menos 1.200 litros;

$s_{cb} = 4$, idem ao anterior com caminhão de pelo menos 2.400 litros;

$s_{cb} = 4,5$, idem ao anterior com serviço de plantão permanente; e

$s_{cb} = 6$ se houver equipe de bombeiros em plantão permanente, alojados em casernas, na zona urbana, preparados para atender às necessidades da região.

Tempo-resposta

s_4 é um fator associado ao tempo-resposta do corpo de bombeiros e determinado por meio da expressão 7.

$$s_4 = 1 + \frac{(5 - s_b)(6 - d_{cb})}{90} \quad (7)$$

onde:

d_{cb} é a distância ao corpo de bombeiros em quilômetro. Deve ser dotado $d_{cb} = 6$ km para $d_{cb} \leq 6$ km e $d_{cb} = 12$ km para $d_{cb} \geq 12$ km, ou inexistência de corpo de bombeiros no local;

s_b determinado conforme 2.2.3; e

$s_4 = 1,00$ se houver chuveiros automáticos.

Para este item foi admitida uma velocidade média de 24 km/h para a viatura do corpo de bombeiros.

Extinção

s_5 é um fator associado ao tipo de equipamentos de extinção, sendo:

$s_5 = 2,00$ se houver chuveiros automáticos com verificação anual;

$s_5 = 1,70$ se houver chuveiros automáticos;

$s_5 = 1,35$ se houver proteção automática de extinção a gás.

Nos outros casos, $s_5 = 1,0$.

Exaustão

s_6 é um fator associado ao tipo de equipamentos de exaustão de calor e fumaça. Se houver exaustor de fumaça e de calor, $s_6 = 1,2$. Nos demais casos, $s_6 = 1$.

Medidas construtivas de proteção

O fator E é calculado por meio de:

$$E = \prod_{i=1}^4 e_i \quad (8)$$

Sendo e_1 a e_4 definidos conforme os subitens a seguir:

Estruturas

e_1 é um fator associado à resistência ao fogo das estruturas e determinado por meio da expressão 9.

$$e_1 = 1 + \frac{TRF_e}{200} \quad (9)$$

onde:

TRF_e é o tempo de resistência ao fogo das estruturas, em minuto, determinado conforme a NBR 15200:2004 (ABNT, 2004) para estruturas de concreto e conforme a NBR 14323:1999 para estruturas de aço. Para estruturas formadas por outros materiais, deverão ser utilizadas as normas brasileiras apropriadas ou, na sua ausência, normas estrangeiras consagradas internacionalmente. Deve ser adotado $TRF_e = 60$ min para $TRF_e \geq 60$ min.

Fachada

e_2 é um fator associado à resistência ao fogo das fachadas e determinado por meio da expressão 10.

$$e_2 = 1 + \frac{TRF_f}{400} \quad (10)$$

onde:

TRF_f é o tempo de resistência ao fogo das paredes que compõem a fachada, em minuto. Deve ser adotado $TRF_f = 60$ min para $TRF_f \geq 60$ min.

Para o uso desse método, há necessidade de se respeitarem as exigências de compartimentação

vertical na região das fachadas, ou seja, peitoril de 1,20 m ou marquise de 90 cm, ou uma composição das duas, quando permitida pela legislação local. Em caso contrário, deve-se usar e_2 igual a 1.

Lajes

e_3 é um fator associado à resistência ao fogo da vedação horizontal (lajes) e determinado, para ligações verticais (escadas ou outras aberturas ligando dois andares) fechadas, por meio da expressão 8. Quando a ligação vertical for aberta, e_3 deve ser tomado igual a 1. Quando a ligação vertical for aberta, porém protegida (por chuveiros automáticos ou fechamento automático da abertura), os valores calculados pela expressão 11 devem ser reduzidos de 0,1, mantendo-se $e_3 \geq 1$.

$$e_3 = e_1 - 0,05 \geq 1,00 \quad (11)$$

substituindo-se TRF_e por TRF_v , que é o tempo de resistência ao fogo das lajes, em minuto.

Célula corta-fogo

e_4 é um fator associado às dimensões das células corta-fogo e determinado por meio da expressão 12. Células são subdivisões de um compartimento, com no máximo 200 m² e resistência ao fogo dos elementos de vedação de no mínimo 30 min.

$$e_4 = \frac{3000v + 800 - A_c}{750} \quad (12)$$

onde:

v é a relação entre a área de ventilação e a área de piso do compartimento;

A_c é a área da maior célula em metro quadrado; e

e_4 deve estar situado no intervalo:

$$1,0 \leq e_4 \leq 1,45 - \frac{A_c}{1000}$$

Não havendo células, e_4 deve ser tomado igual a 1,0.

Risco de incêndio

O fator R é calculado por meio da expressão 13. Os termos da expressão 13 são determinados conforme os itens Carga de incêndio mobiliária a Área do compartimento.

$$R = q \cdot c \cdot f \cdot k \cdot i \cdot h \cdot a \quad (13)$$

Carga de incêndio mobiliária

q é um fator associado à carga de incêndio mobiliária e determinado por meio da expressão 14.

$$q = 2/3 \log(q_{fi}) - 0,5 \quad (14)$$

onde:

q_{fi} é a carga de incêndio (mobiliária) específica, em MJ/m², em relação à área de piso, determinada conforme a Tabela A.1.

Combustibilidade

c é um fator associado à combustibilidade da carga de incêndio e determinado por meio da Tabela A.1. O fator de combustibilidade c quantifica a inflamabilidade e a velocidade de combustão dos materiais combustíveis presentes no compartimento em estudo. Deve ser considerado o material com maior valor de “ c ”, desde que esse material represente pelo menos 10% da carga de incêndio do compartimento.

Enfumaçamento

f é um fator associado ao enfumaçamento causado pela carga de incêndio e determinado por meio da Tabela A.1. O fator de enfumaçamento f quantifica os materiais que queimam com o desenvolvimento de fumaça intensa. Deve ser considerado o material com maior valor de “ f ”, desde que esse material represente pelo menos 10% da carga de incêndio do compartimento. Se houver material fortemente esfumacante, mas para $Q_{fi} < 10\%$, adota-se $r = 1,1$.

Toxicidade

k é um fator associado à toxicidade dos gases e determinado por meio da Tabela A.1. O fator de toxicidade k designa os materiais que, quando queimados, produzem gases corrosivos e tóxicos (envenenamento). Deve ser considerado o material com maior valor de “ k ”, desde que represente pelo menos 10% da carga de incêndio do compartimento. Se houver material que produz gases fortemente tóxicos, mas para $Q_m < 10\%$, adota-se $k = 1,1$.

Carga de incêndio imobiliária

i é um fator associado à carga de incêndio imobiliária, associado à parte combustível contida nas partes da construção do edifício e sua influência na propagação do incêndio, sendo:

$i = 1,0$ no caso de elementos de fachada, telhado e estrutura constituídos por materiais incombustíveis;

$i = 1,1$ idem ao anterior, mas com estrutura de madeira com tempo mínimo de resistência ao fogo conforme a NBR 14432:2000; e

$i = 1,2$ para os demais casos.

Se os elementos de fachada ou telhado forem constituídos de material combustível disposto em camadas, sendo a externa incombustível, deve-se acrescentar 0,05 ao valor de i determinado anteriormente. Se os elementos de fachada ou telhado forem constituídos de material

combustível, tais como madeira ou materiais sintéticos, deve-se acrescentar 0,1 ao valor de i determinado anteriormente.

Cota do compartimento

h é um fator associado à cota do andar do compartimento considerado e determinado por meio das expressões 15, 16 e 17.

Para edifícios térreos:

$$h = \left(\frac{H - 7}{12} \right) \left(\frac{q_{fi} - 200}{1000} \right) + 1 \quad (15)$$

onde:

H é a maior altura livre interna do edifício, em metro;

q_{fi} é a carga de incêndio (mobiliária) específica, em MJ/m², em relação à área de piso, determinada conforme a Tabela A.1; e

h está situado no intervalo $1,00 \leq h \leq 1,50$.

Para edifícios de múltiplos andares:

$$h = 1,15 (\log H) + 0,3 \quad (16)$$

onde:

H é a distância entre o nível do terreno e o nível superior da laje do piso do compartimento; e

o parâmetro h está situado no intervalo $1,00 \leq h \leq 2,5$

Para andares em subsolo:

$$h = 3,35 (\log H) - 0,6 \quad (17)$$

onde:

H é a distância entre o nível do piso do andar do compartimento, no subsolo, e o nível do terreno.

Área do compartimento

a é um fator associado à área do compartimento e considera a probabilidade de propagação horizontal de um incêndio e a influência das possibilidades de acesso do corpo de bombeiros. É determinado pela expressão 18 e 19.

$$\text{para } \alpha \leq 0,12: a = 0,35 (2 + 7\alpha - \alpha^2) \quad (18)$$

$$\text{para } \alpha > 0,12: a = 0,4 - \alpha + 50 \alpha^2 \quad (19)$$

onde:

$$\alpha = A/10.000;$$

A é a área do compartimento, em metro;

sendo $a \leq 5,00$.

Para compartimentos localizados junto às fachadas do edifício em andar inferior ou igual ao sétimo, os valores de A podem ser divididos por $(\ell/b)^{1/3}$, onde

ℓ e b são, respectivamente, o comprimento e a largura do compartimento.

Mobilidade

M é um fator associado à mobilidade das pessoas, determinado conforme a expressão 20. Deve ser aplicado a museus, lojas de departamentos, serviços de hospedagem, locais para exposições, locais de entretenimento, salas para reunião, restaurantes, escolas e serviços de saúde. Deve estar situado no intervalo $1 \leq M \leq 2,5$.

$$M = \frac{\beta}{13 - \frac{H}{6} - \text{Log}A} \quad (20)$$

onde:

A é a área do compartimento, em metro;

H é a distância entre o nível do terreno e o nível superior da laje do piso do compartimento; e

$\beta = 9$ para serviços de hospedagem, $\beta = 10$ para museu, loja de departamentos, local para exposições, local para entretenimento, sala para reunião, igreja, restaurante e escola, e $\beta = 11$ para serviços de saúde. Para outros usos, ver Tabela A.1. Para os usos em que não for fornecido o valor de β , usar $M = 1$.

Comparações entre o procedimento proposto e o original

O procedimento de cálculo de γ_{fi} , originalmente proposto por Gretener, é tabular e sem interpolações. Essa forma de cálculo introduz descontinuidades que inexistem na prática. Pequenas variações de dimensões geométricas, por exemplo, podem conduzir a grandes variações nos resultados. Além disso, o uso do computador em grande escala induz a criação de procedimentos de cálculo que facilitem sua automatização.

Neste trabalho, propõe-se manter os parâmetros e, em média, os valores originais, no entanto, alterando a forma de calculá-los.

Além da forma de cálculo dos parâmetros e de pequenos ajustes numéricos, procurou-se adaptar alguns aspectos a fim de facilitar a criação de expressões e outros que poderiam trazer dúvidas na aplicação do método. Destacam-se:

(a) na determinação de “ s_4 ”, considera-se a distância ao quartel mais próximo do corpo de bombeiros, e não o tempo-resposta, como no método original, a fim de não trazer dúvidas ao se aplicar o método;

(b) na determinação de “M”, considera-se a área do compartimento, e não o número de pessoas que o usarão, como no método original, a fim de não trazer dúvidas ao se aplicar o método;

(c) na determinação de “h”, considera-se a altura da edificação, e não o número de andares, como no método original, a fim de facilitar o procedimento analítico; e

(d) em alguns casos, adotaram-se limites a favor da segurança, quando aplicados a edifícios de maior altura do que os explicitamente considerados no método original.

Apresentam-se a seguir comparações entre resultados encontrados na determinação de alguns fatores conforme o procedimento proposto neste trabalho e o original.

Nas Figuras 1 e 2 são apresentadas comparações entre a proposta do subitem Adução de Água deste trabalho e o método original, para o fator n_3 . Nesses gráficos, C1, C2, C4 e C5 correspondem respectivamente a $r=1,00$, $r=0,90$, $r=0,70$ e $r=0,60$, descritos no item Adução de Água.

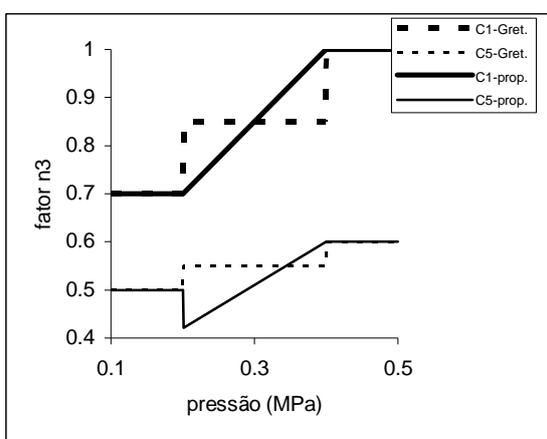


Figura 1 - Fator n_3 para classes C1 e C5

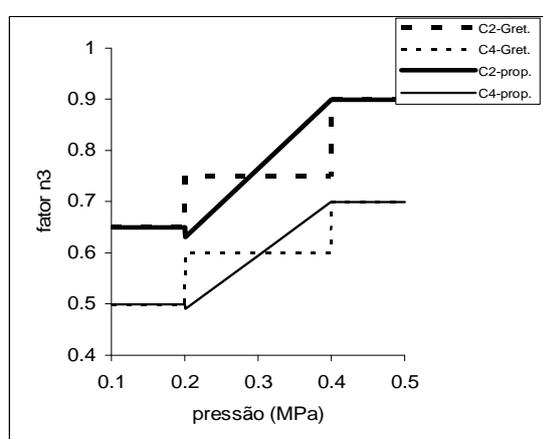


Figura 2 - Fator n_3 para classes C2 e C4

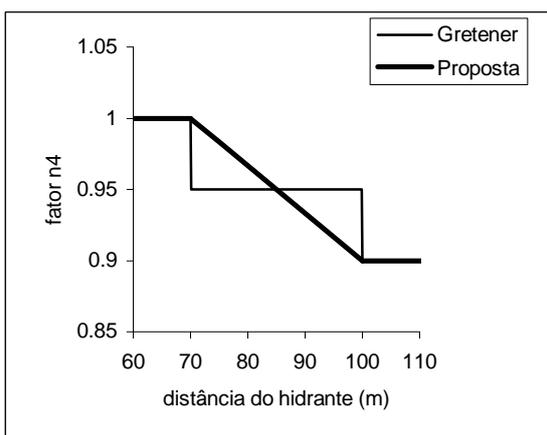


Figura 3 - Fator n_4

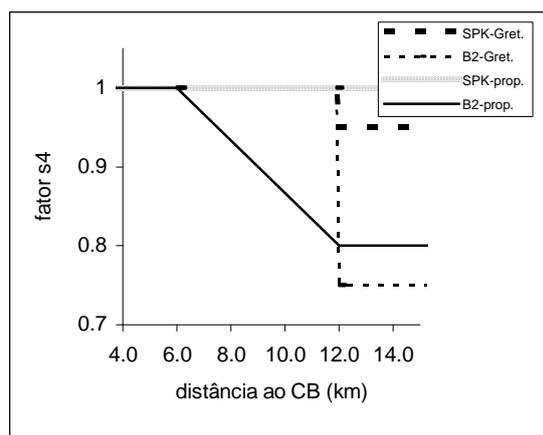


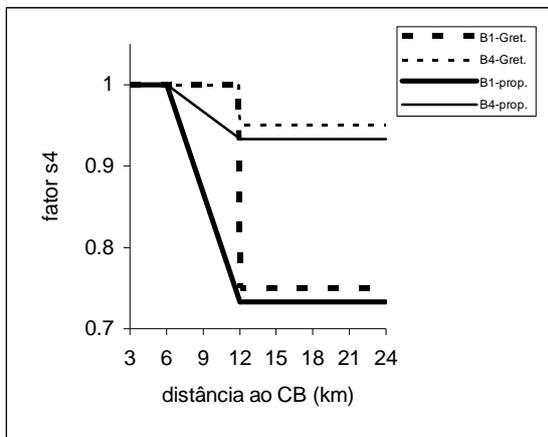
Figura 4 - Fator s_4 para proteção por chuveiros automáticos ou classe B2

Na Figura 3 é apresentada uma comparação entre a proposta do item Hidrante Público deste trabalho e o método original, para o fator n_4 . Nas Figuras 4 e 5 são apresentadas comparações entre a proposta do item Tempo-resposta deste trabalho e o método original, para o fator s_4 . Nesses gráficos, B1, B2, B3 e B4 correspondem respectivamente a $s_b = 1,00$, $s_b = 2$, $s_b = 3$ e $s_b = 4$, descritos no item Qualidade do Corpo de Bombeiros. “SPK” significa proteção por chuveiros automáticos, e “sem” corresponde a edifícios em que não há brigada contra incêndio ou chuveiros automáticos.

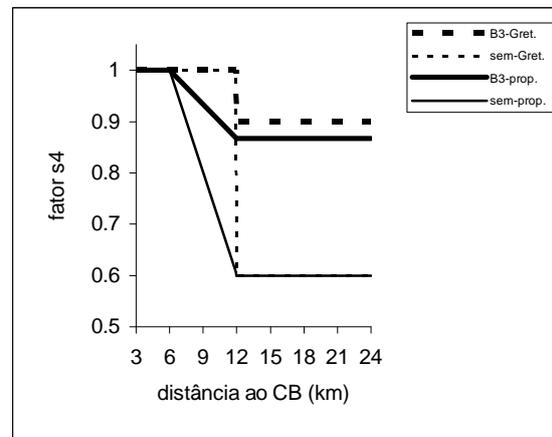
Nas Figuras 6 a 8 são apresentadas comparações entre as propostas dos subitens Estruturas, Fachada e Lajes deste trabalho e o método original para os fatores e_1 , e_2 e e_3 , respectivamente aplicados à resistência ao fogo de estruturas, fachadas e vedações horizontais.

Nas Figuras 9 e 10 são apresentadas comparações entre as propostas do subitem Célula Corta-fogo deste trabalho e o método original, para o fator e_4 .

Nas Figura 12 é apresentada uma comparação entre a proposta do item Cota do Compartimento deste trabalho e o método original, para o fator h dos edifícios de múltiplos andares. Na Figura 13, o mesmo é feito para o fator a , conforme proposta do item Área do Compartimento deste trabalho.



(a)



(b)

Figura 5 - (a) Fator s_4 para classes B1, B3, B4 e (b) sem brigada

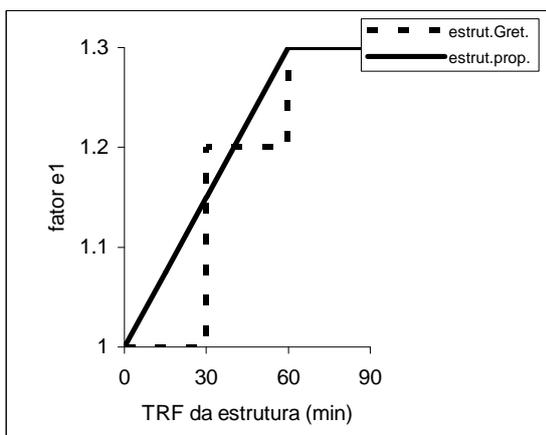


Figura 6 - Fator e_1 (estruturas)

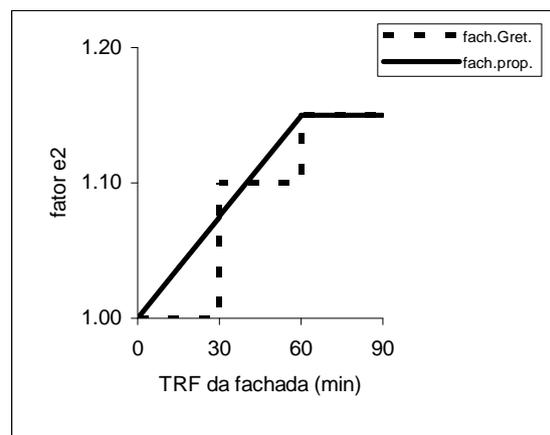


Figura 7 - Fator e_2 (fachadas)

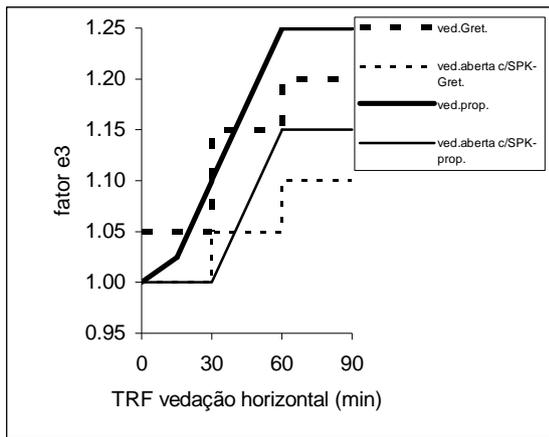


Figura 8 - Fator e_3 (lajes)

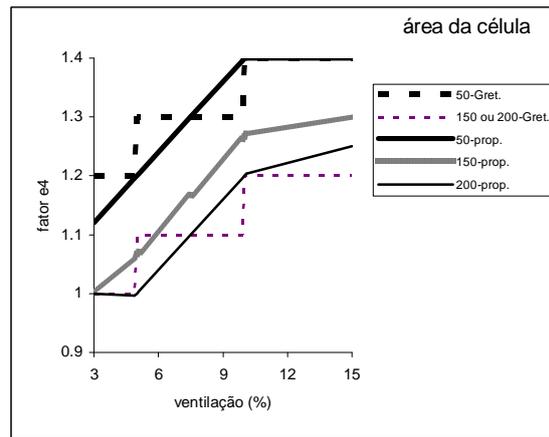


Figura 9 - Fator e_4 para células de 50, 150 e 200 m²

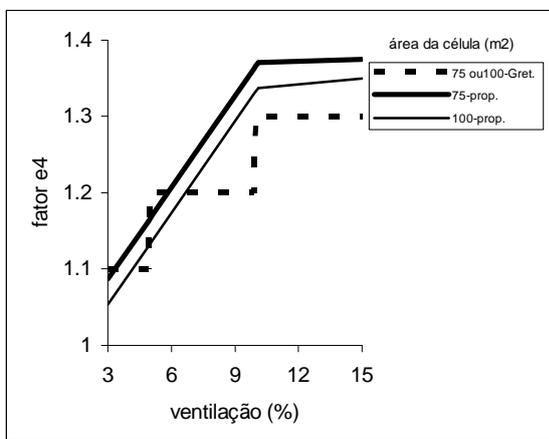


Figura 10 - Fator e_4 para células de 75 m² e 100 m²

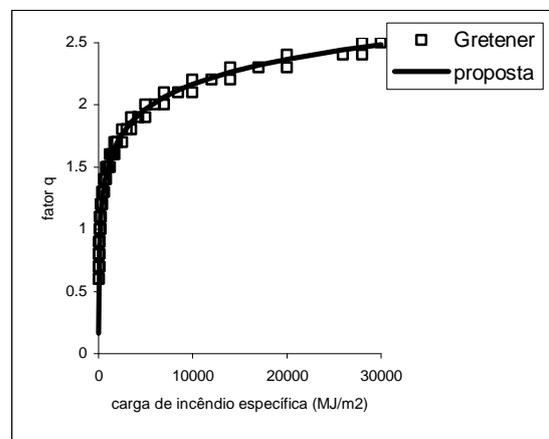


Figura 11 - Fator q

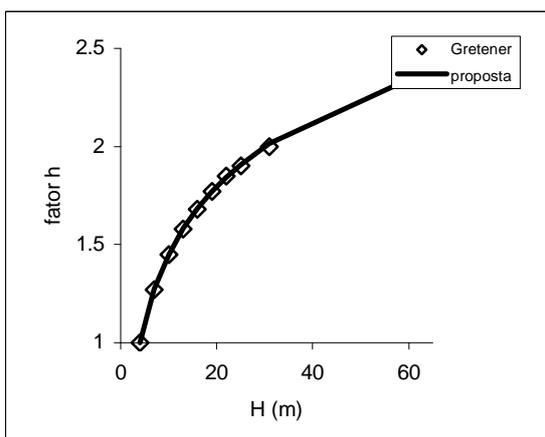


Figura 12 - Fator h para edifícios de múltiplos andares

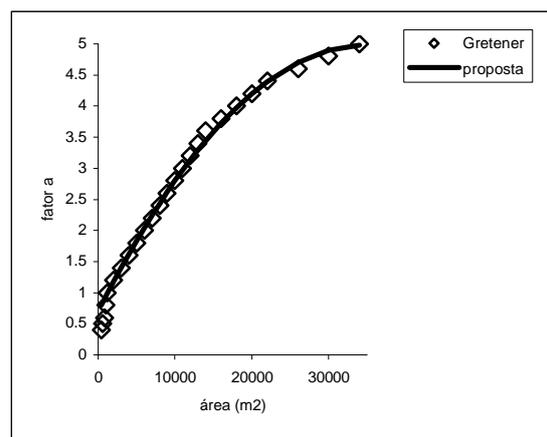


Figura 13 - Fator a

Nas Figuras 14 a 23 são apresentadas comparações entre a proposta do item Mobilidade deste trabalho e o método original, para o fator M, para diversos locais de acesso de público. Para essas comparações com o método de Gretener original utilizou-se a seguinte relação entre número de pessoas e área:

- (a) hotel – 1 pessoa por 15 m²;
- (b) locais de exposição, entretenimento ou reuniões e restaurante – 1 pessoa por 1 m²;

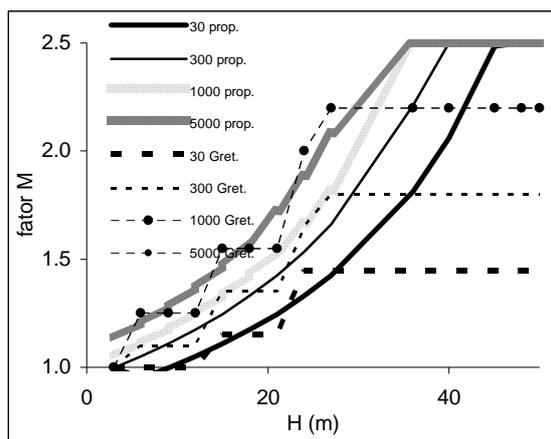


Figura 14 - Fator M para local de exposições, local de entretenimento, sala para reunião e restaurante, com 30 pessoas, 300 pessoas, 1.000 pessoas e 5.000 pessoas

- (c) escola – 1 pessoa por 1,5 m²;
- (d) loja de departamentos e museus – 1 pessoa por 3 m²; e
- (e) serviços de saúde – 1 pessoa por 7 m².

Para o fator M das figuras 20 e 21 esta proposta conduz a resultados muito favoráveis à segurança. Tendo em vista a simplicidade da expressão do item Mobilidade e o tipo de uso da edificação resolveu-se manter a proposta.

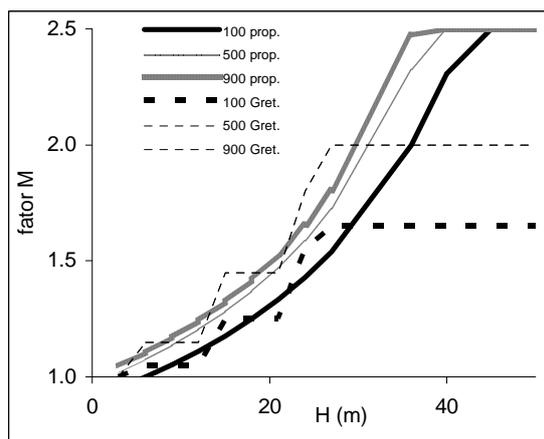


Figura 15 - Fator M para local de exposições, local de entretenimento, sala para reunião e restaurante, com 100 pessoas, 500 pessoas e 900 pessoas

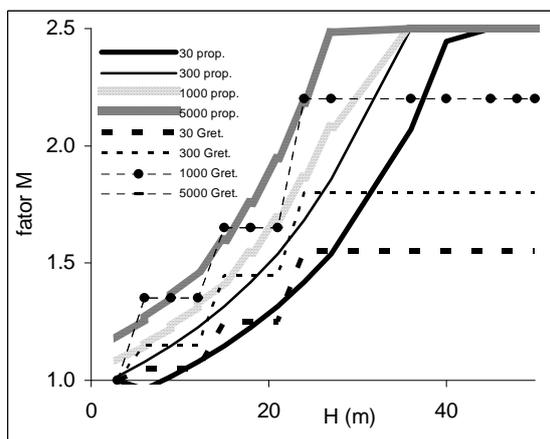


Figura 16 - Fator M para local de hospedagem com 30 pessoas, 300 pessoas, 1.000 pessoas e 5.000 pessoas

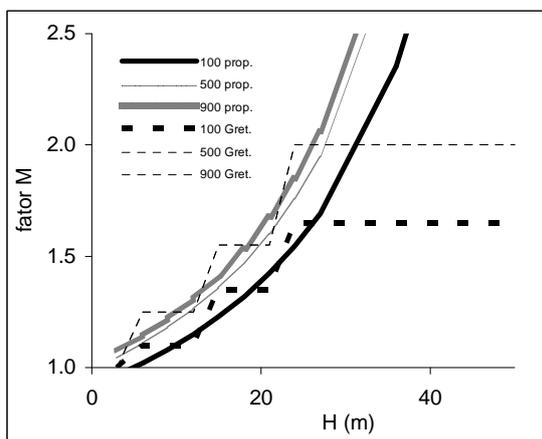


Figura 17 - Fator M para local de hospedagem com 100 pessoas, 500 pessoas e 900 pessoas

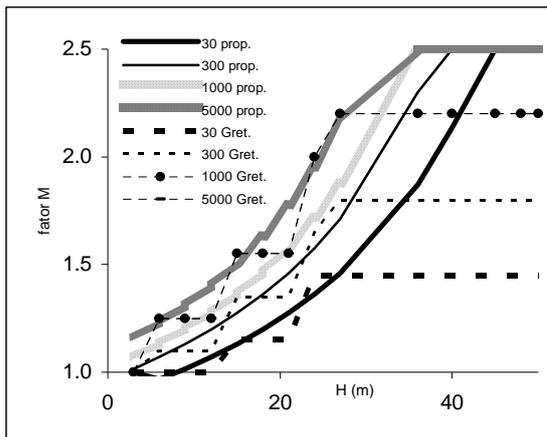


Figura 18 - Fator M escola com 30 pessoas, 300 pessoas, 1.000 pessoas e 5.000 pessoas

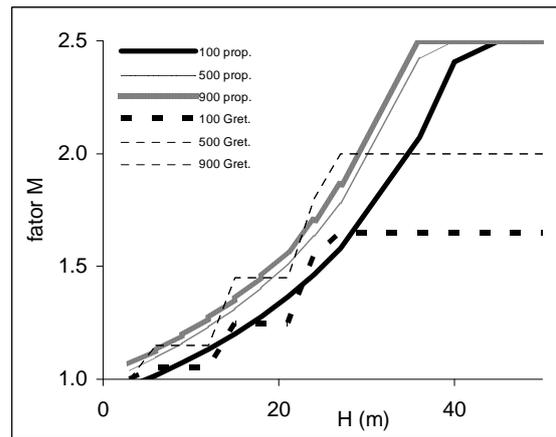


Figura 19 - Fator M para escola com 100 pessoas, 500 pessoas e 900 pessoas

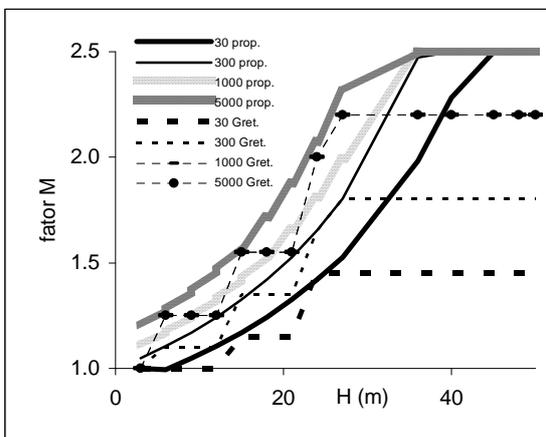


Figura 20 - Fator M para loja de departamentos e museus com 30 pessoas, 300 pessoas, 1.000 pessoas e 5.000 pessoas

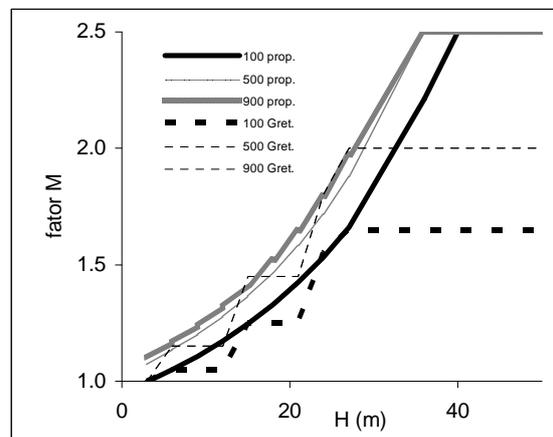


Figura 21 - Fator M para loja de departamentos e museus com 100 pessoas, 500 pessoas e 900 pessoas

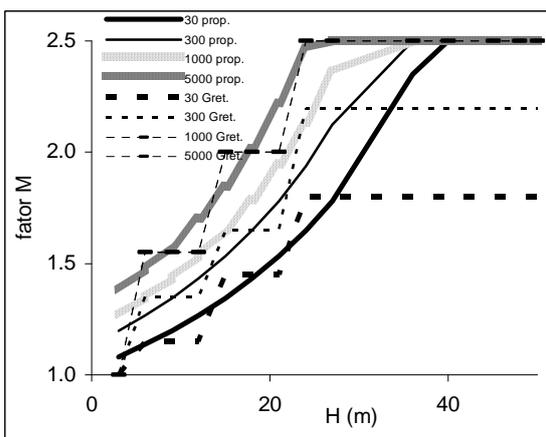


Figura 22 - Fator M para hospital com áreas de compartimento de 30 pessoas, 300 pessoas, 1.000 pessoas e 5.000 pessoas

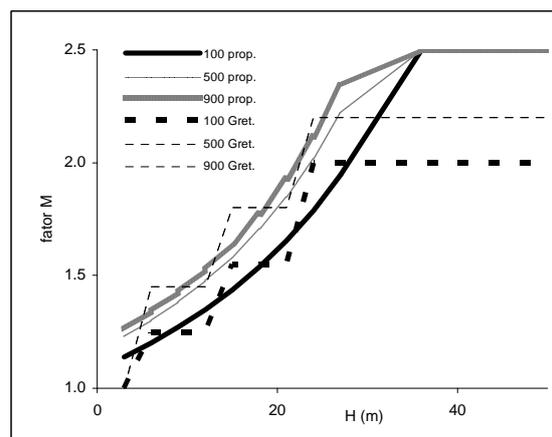


Figura 23 - Fator M para hospital com áreas de compartimento de 100 pessoas, 500 pessoas e 900 pessoas

Nas Figuras 1 a 23 foram apresentadas comparações entre os resultados obtidos para diversos parâmetros intervenientes no método, seguindo a forma aqui proposta e a original do Método de Gretener. Como se pode notar, há casos em que esses resultados parciais são, em média, próximos, e, em vista da variabilidade e da quantidade de parâmetros envolvidos, os resultados finais de cálculo de γ_{fi} serão similares. Excluir as incômodas e irreais discontinuidades e proporcionar maior facilidade para a automatização do procedimento são razões suficientes para a forma apresentada neste trabalho ser considerada para fins de normalização.

Exemplos de aplicação

Apresentam-se a seguir dois exemplos de aplicação do método. Procurou-se escolher dois exemplos bem distintos em termos de segurança contra incêndio: um edifício de interesse social com dispositivos mínimos de segurança; e um edifício de escritórios com os dispositivos de segurança geralmente exigidos em São Paulo.

(a) Edifício de interesse social com as seguintes características: área total da edificação (não-compartimentada) de 750 m²; altura do piso mais elevado de 8,40 m. Não há subsolo. Contém extintores e não contém hidrantes prediais ou públicos; a adução será feita por bombeamento sem reservatório; não há brigada treinada, detecção, chuveiros automáticos ou sistema de exaustão de fumaça; alta qualidade do corpo de bombeiros, com quartel localizado a distância inferior a 6 km; isenção na verificação de TRRF; área de ventilação de 15% da área de piso (assume-se que as janelas se quebrarão em caso de incêndio); admite-se que cada apartamento seja uma célula com 45 m².

$$n_1 = 1,0$$

$$n_2 = 0,8$$

$$n_3 = (1,5 p + 0,4) r = (1,5 \cdot 0,2 + 0,4) 0,85 = 0,60$$

$$n_4 = \frac{370 - d_h}{300} = \frac{370 - 100}{300} = 0,9$$

$$n_5 = 0,8$$

$$\text{Portanto, } N = \prod_{i=1}^5 n_i = 1,0 \cdot 0,8 \cdot 0,60 \cdot 0,9 \cdot 0,8 =$$

$$0,35$$

$$s_1 = 1,0$$

$$s_2 = 1,0$$

$$s_3 = 1 + \frac{s_b + s_{cb}}{10} = 1 + \frac{-1 + 6}{10} = 1,5$$

$$s_4 = 1 + \frac{(5 - s_b)(6 - d_{cb})}{90} = 1 + \frac{(5+1)(6-6)}{90} = 1,0$$

$$s_5 = 1,0$$

$$s_6 = 1,0$$

$$\text{Portanto, } S = \prod_{i=1}^6 s_i = 1,5$$

$$e_1 = 1 + \frac{\text{TRF}_c}{200} = 1,0$$

$$e_2 = 1 + \frac{\text{TRF}_f}{400} = 1,0$$

$$e_3 = 1,0$$

$$e_4 = \frac{3000 v + 800 - A_c}{750} = \frac{3000 \cdot 0,15 + 800 - 45}{750} = 1,61$$

$$\text{Porém, } 1,0 \leq e_4 \leq 1,45 - \frac{A_c}{1000} = 1,41$$

$$\text{Então, } e_4 = 1,41$$

$$\text{Portanto, } E = \prod_{i=1}^4 e_i = 1,41$$

$$q = 2/3 \log(q_{fi}) - 0,5 = 1,15$$

$$c = 1,2$$

$$f = 1,0$$

$$k = 1,0$$

$$i = 1,0$$

$$h = 1,15 (\log H) + 0,3 = 1,36$$

$$a = 0,4 - \alpha + 50 \alpha^2 = 0,61$$

$$\alpha = A/10000 = 750/10000 = 0,075$$

$$\text{Portanto, } R = q \cdot c \cdot f \cdot k \cdot i \cdot h \cdot a = 1,15 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,36 \cdot 0,61 = 1,15$$

$$M = 1$$

Com os valores determinados, resulta:

$$\gamma_{fi} = 1,3 \frac{N \cdot S \cdot E}{R \cdot M \cdot I} = 1,3 \frac{0,35 \cdot 1,5 \cdot 1,41}{1,15 \cdot 1 \cdot 1} = 0,84.$$

(b) Edifício de escritórios com as seguintes características: área de cada andar (compartimentado verticalmente) de 500 m²; altura do piso mais elevado de 60 m; profundidade do subsolo de 8 m; contém extintores, hidrantes prediais, reservatório com reserva de água (p = 0,4 MPa), brigada treinada para atuar no período de trabalho, detecção automática com transmissão à

portaria em que se prevê uma pessoa permanente, chuveiros automáticos sem verificação anual; não há hidrante público ou sistema de exaustão de fumaça; alta qualidade do corpo de bombeiros, com quartel localizado a distância inferior a 6 km. TRRF = 90 min; Não são previstas células.

$$n_1 = 1,0$$

$$n_2 = 1,0$$

$$n_3 = (1,5 p + 0,4) r = (1,5 \cdot 0,4 + 0,4) 1,0 = 1,0$$

$$n_4 = \frac{370 - d_h}{300} = \frac{370 - 100}{300} = 0,9$$

$$n_5 = 1,0$$

$$\text{Portanto, } N = \prod_{i=1}^5 n_i = 0,9$$

$$s_1 = 1,45$$

$$s_2 = 1,05$$

$$s_3 = 1 + \frac{s_b + s_{cb}}{10} = 1 + \frac{1 + 6}{10} = 1,7$$

$$s_4 = 1 + \frac{(5 - s_b)(6 - d_{cb})}{90} = 1 + \frac{(5-1)(6-6)}{90} = 1,0$$

$$s_5 = 1,7$$

$$s_6 = 1,0$$

$$\text{Portanto, } S = \prod_{i=1}^6 s_i = 4,4$$

$$e_1 = 1 + \frac{\text{TRF}_c}{200} = 1,30$$

$$e_2 = 1 + \frac{\text{TRF}_f}{400} = 1,15$$

$$e_3 = 1,45 - 0,05 = 1,25$$

$$e_4 = 1,0$$

$$\text{Portanto, } E = \prod_{i=1}^4 e_i = 1,30 \cdot 1,15 \cdot 1,25 = 1,87$$

$$q = 2/3 \log(q_n) - 0,5 = 1,40$$

$$c = 1,4$$

$$f = 1,2$$

$$k = 1,0$$

$$i = 1,0$$

$$h = 1,15 (\log H) + 0,3 = 2,35 \text{ (andares superiores)}$$

$$h = 3,35 (\log H) - 0,6 = 2,43 \text{ (subsolos)}$$

$$a = 0,4 - \alpha + 50 \alpha^2 = 0,48$$

$$\alpha = A/10000 = 500/10000 = 0,05$$

$$\text{Portanto, } R = q \cdot c \cdot f \cdot k \cdot i \cdot h \cdot a = 1,4 \cdot 1,4 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 2,43 \cdot 0,48 = 2,74$$

$$M = 1,0$$

Com os valores obtidos, resulta:

$$\gamma_{fi} = 1,3 \frac{N \cdot S \cdot E}{R \cdot M \cdot I} = 1,3 \frac{0,9 \cdot 4,4 \cdot 1,87}{2,74 \cdot 1,0 \cdot 0,85} = 4,13.$$

A apresentação dos dois exemplos teve por finalidade demonstrar a aplicação do método e alertar sobre a grande variação no valor calculado de γ_{fi} entre dois edifícios que respeitam a legislação do Estado de São Paulo, 0,84 e 4,13. Ao se empregar o procedimento tabular original, seriam encontrados valores similares, 0,86 e 4,3.

A fixação do valor limite original de $\gamma_{fi} \geq 1$, para a verificação de segurança contra incêndio, acarretaria uma grande perturbação nos atuais costumes brasileiros. Essa definição deve ser objeto de melhor análise por parte da Comissão de Estudos da ABNT, ou, em vista de que a segurança contra incêndio no Brasil se baseia em regulamentos estaduais e municipais, deixar a critério do poder público de cada região estabelecer limites, em função da realidade regional e do nível de exigência adequada a cada tipo de ocupação.

Outra importante utilidade deste método é adotar-se o fator γ_{fi} como parâmetro de decisão ao se estudar a segurança contra incêndio em edificações existentes. No caso de a adaptação de uma edificação existente se tornar inviável em função das exigências legais de segurança contra incêndio, este método poderá ser empregado para encontrar meios alternativos de se garantir o mesmo nível de segurança contra incêndio.

Conclusão

A segurança à vida e ao patrimônio pode ser verificada por intermédio de métodos de avaliação de risco de ocorrência e propagação de incêndio e suas conseqüências. O mais difundido método de avaliação de risco é o método de Gretener, que leva o nome do engenheiro suíço Max Gretener, que o idealizou.

Neste trabalho, foi apresentada uma proposta para a determinação de um índice de segurança contra incêndio em edificações tendo por base o método suíço. A originalidade da proposta está no procedimento analítico sugerido, em contraposição ao método tabular original. Dessa forma, desaparecem as incômodas e irreais descontinuidades, além de proporcionar maior facilidade para a automatização do procedimento. Foram incluídos alguns ajustes para facilitar o emprego do método e apresentadas comparações

ao método original. O índice recomendado neste trabalho poderá servir de base para a definição dos limites mínimos de segurança contra incêndio das edificações no Brasil. Em edificações existentes, esse índice poderá também servir de justificativa para a permuta entre exigências legais de dispositivos de segurança.

Referências

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10897**: Proteção contra incêndio por chuveiro automático. Rio de Janeiro, 1990.

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12693**: Sistemas de proteção por extintores de incêndio. Rio de Janeiro, 1993.

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9441**: Execução de sistemas de detecção e alarme de incêndio. Rio de Janeiro, 1998.

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14276**: Programa de brigada de incêndio. Rio de Janeiro, 1999.

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13714**: Sistemas de hidrantes e de mangotinhos para combate a incêndio. Rio de Janeiro, 2000a.

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14432**: Exigências de resistência ao fogo de elementos construtivos de edificações. Rio de Janeiro, 2000b.

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15200**: Projeto de estruturas de concreto em situação de incêndio. Rio de Janeiro, 2004.

BRE. BUILDING RESEARCH ESTABLISHMENT. **Effect of local acts on fire risk**. Watford (UK): BRE, 2005.

BUCHANAN, A. H. **Fire engineering design guide**. Christchurch: Center for Advanced Engineering; University of Canterbury, 1999.

CAJOT, L.-G.; SCHLEICH, J.-B.; FONTANA, M.; SCHWEPPE, H.; KINDMANN, R.; KIRCHNER, U. **Accidental actions**: fire influence of the active fire protection measures. Publications of the Profil ARBED: Luxembourg, [s.d.].

LIGA FEDERAL DE COMBATE A INCÊNDIO DA ÁUSTRIA. **Brandschutztechnische Kennzahlen verschiedener Nutzungen, Langerungen, Lagergüter** [Parâmetros técnicos relativos à proteção a incêndio para diversas aplicações]. TRVB A-126, 1987a.

LIGA FEDERAL DE COMBATE A INCÊNDIO DA ÁUSTRIA. **Brandschutzeinrichtungen Rechnerischer Nachweis** [Dispositivo de proteção a incêndio. Cálculo]. TRVB A-100, 1987b.

LUNDIN, J. Development of a framework for quality assurance of performance-based fire safety designs. **Journal of Fire Protection Engineering**, Bethesda (USA), v. 15, n. 1, 2005.

PEÑA, J. F.; ROMERO, J. C. R. Análisis comparativo de los principales métodos de evaluación del riesgo de incêndio. **Revista del Instituto Nacional de Seguridad y Higiene en el Trabajo**, n. 25, Madrid, 2003.

RASBASH, D.; RAMACHANDRAN, G.; KANDOLA, B.; WATTS, J.; LAW, M. **Evaluation of fire safety**. Hoboken (USA): Wiley, 2004. 496 p.

SILVA, V. P. **Estruturas de aço em situação de incêndio**. São Paulo: Ziguarte, 2004. 256 p.

ZHAO, C. M.; LO, S. M.; LU, J. A.; FANG, Z. A simulation approach for ranking of fire safety attributes of existing buildings. **Fire Safety Journal**, Great Britain, v. 39, n. 7, 2004.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPq e aos membros da Comissão de Estudos da ABNT CE-24:201-03, pela inestimável colaboração para a confecção deste texto.

Anexo A

Tabela A.1 - Fatores a serem utilizados no método

Ocupação/Uso	Descrição	Carga de incêndio (q_{fi}) em MJ/m^2	q	c	r	k	A	β
Residencial	Alojamentos estudantis	300	1.1	1.2	1.0	1.0	1.00	9
	Apartamentos	300	1.1	1.2	1.0	1.0	1.00	9
Serviços de hospedagem	Hotéis	500	1.3	1.2	1.2	1.0	1.00	9
	Motéis	500	1.3	1.2	1.0	1.0	1.00	9
	Apart-hotéis	500	1.3	1.2	1.0	1.0	1.00	9
Comercial varejista, Loja	Açougue	40	0.6	1.0	1.0	1.0	0.85	-
	Antigüidades	700	1.4	1.2	1.0	1.0	0.85	-
	Aparelhos domésticos	300	1.1	1.0	1.2	1.0	1.20	-
	Armarinhos	800	1.4	1.2	1.0	1.0	0.85	-
	Armas	300	1.1	1.2	1.0	1.2	0.85	-
	Artigos de bijouteria, metal ou vidro	300	1.1	1.2	1.0	1.0	1.00	-
	Artigos de cera	2100	1.7	1.2	1.2	1.0	1.00	-
	Artigos de couro, borracha, esportivos	800	1.4	1.0	1.2	1.0	0.85	-
	Automóveis	200	1.0	1.4	1.2	1.0	1.20	10
	Bebidas destiladas	500	1.3	1.6	1.0	1.0	1.45	-
	Brinquedos	500	1.3	1.2	1.2	1.0	0.85	-
	Calçados	500	1.3	1.2	1.2	1.0	0.85	-
	Drogarias (incluindo depósitos)	1000	1.5	1.6	1.2	1.0	1.00	-
	Ferragens	300	1.2	1.2	1.0	1.0	0.85	-
	Floricultura	80	0.8	1.2	1.0	1.0	0.85	-
	Galeria de quadros	200	1.0	1.2	1.0	1.0	1.20	-
	Livrarias	1000	1.5	1.2	1.0	1.0	0.85	-
	Lojas de departamento ou centro de compras (Shoppings)	800	1.4	1.2	1.2	1.2	1.00	10
	Máquinas de costura ou de escritório	300	1.1	1.2	1.0	1.0	0.85	-
	Materiais fotográficos	300	1.1	1.2	1.0	1.2	0.85	-
	Móveis	400	1.2	1.2	1.2	1.0	0.85	-
	Papelarias	700	1.4	1.2	1.0	1.0	0.85	-
	Perfumarias	400	1.2	1.2	1.0	1.0	1.00	-
	Produtos têxteis	600	1.3	1.2	1.0	1.0	0.85	-
	Relojoarias	600	1.3	1.2	1.0	1.2	0.85	-
	Supermercados	400	1.2	1.2	1.2	1.2	1.00	10
	Tapetes	800	1.4	1.2	1.2	1.0	0.85	-
	Tintas e vernizes	1000	1.5	1.4	1.2	1.0	1.00	-
	Verduras frescas	200	1.0	1.0	1.0	1.0	0.85	-
	Vinhos	200	1.0	1.2	1.0	1.0	0.85	-
	Vulcanização	1000	1.5	1.2	1.2	1.0	1.20	-

Ocupação/Uso	Descrição	Carga de incêndio (q_{fi}) em MJ/m ²	q	c	r	k	A	β
Serviços profissionais, pessoais e técnicos	Agências bancárias	300	1.1	1.0	1.0	1.0	0.85	10
	Agências de correios	400	1.2	1.2	1.0	1.0	0.85	10
	Centrais telefônicas	200	1.0	1.2	1.0	1.2	1.00	-
	Cabeleireiros (cosméticos)	200	1.0	1.6	1.0	1.0	1.45	-
	Copiadora (fotocópia)	400	1.2	1.2	1.0	1.0	1.00	-
	Encadernadoras	1000	1.5	1.2	1.0	1.0	1.00	-
	Escritórios	700	1.4	1.2	1.0	1.0	0.85	-
	Estúdios de rádio ou de televisão ou de fotografia	300	1.1	1.2	1.2	1.2	1.00	-
	Laboratórios químicos	500	1.3	1.6	1.0	1.2	1.45	-
	Laboratórios (outros)	300	1.1	1.0	1.0	1.2	1.00	-
	Lavanderias	300	1.1	1.2	1.0	1.0	1.00	-
	Oficinas elétricas	600	1.3	1.0	1.2	1.0	1.00	-
	Oficinas hidráulicas ou mecânicas	200	1.0	1.0	1.0	1.0	1.00	-
	Processamentos de dados	400	1.2	1.2	1.2	1.2	1.00	-
Educacional e cultura física	Academias de ginástica e similares	300	1.0	1.0	1.0	0.85	1.00	-
	Pré-escolas e similares	300	1.1	1.0	1.0	1.0	0.85	10
	Creches e similares	300	1.1	1.2	1.0	1.0	1.00	11
	Escolas em geral	300	1.1	1.0	1.0	1.0	0.85	10
Locais de reunião de público	Bibliotecas	2000	1.7	1.2	1.0	1.0	0.85	-
	Cinemas, teatros e similares	600	1.3	1.1	1.0	1.0	1.00	10
	Clubes sociais, boates e similares	600	1.3	1.2	1.2	1.0	1.00	11
	Igrejas e templos	200	1.0	1.0	1.0	1.0	0.85	10
	Museus	300	1.1	1.2	1.0	1.2	0.85	10
	Restaurantes	300	1.1	1.2	1.0	1.0	1.00	10
Serviços automotivos e assemelhados	Estacionamentos	200	1.0	1.4	1.2	1.0	1.00	9
	Oficinas de conserto de veículos e manutenção	300	1.1	1.4	1.2	1.2	1.20	-
	Hangares	200	1.0	1.4	1.2	1.2	1.20	-
Serviços de saúde e Institucionais	Asilos	350	1.2	1.2	1.0	1.0	1.00	11
	Clínicas e consultórios médicos ou odontológicos.	200	1.0	1.2	1.0	1.0	1.00	-
	Hospitais em geral	300	1.1	1.2	1.0	1.0	1.00	11

Ocupação/Us	Descrição	Carga de incêndio (q_{fi}) em MJ/m ²	q	c	r	k	A	β
Industrial	Aparelhos eletroeletrônicos, fotográficos, ópticos	400	1.2	1.0	1.2	1.2	1.20	-
	Acessórios para automóveis	300	1.1	1.2	1.2	1.2	0.85	-
	Acetileno	700	1.4	1.6	1.0	1.0	0.85	10
	Alimentação	800	1.4	1.2	1.0	1.0	1.20	-
	Artigos de borracha, cortiça, couro, feltro, espuma	600	1.3	1.2	1.2	1.0	1.20	-
	Artigos de argila, cerâmica ou porcelanas	200	1.0	1.0	1.0	1.0	1.00	-
	Artigos de bijuteria	200	1.0	1.0	1.0	1.0	1.00	-
	Artigos de cera	1000	1.5	1.2	1.2	1.0	1.00	-
	Artigos de gesso	80	0.8	1.0	1.0	1.0	1.00	-
	Artigos de mármore	40	0.6	1.0	1.0	1.0	0.85	-
	Artigos de peles	500	1.3	1.0	1.0	1.0	1.00	-
	Artigos de tabaco	200	1.0	1.2	1.2	1.0	1.00	-
	Artigos de vidro	80	0.8	1.0	1.0	1.0	1.00	-
	Automotiva e autopeças (exceto pintura)	300	1.1	1.2	1.2	1.2	1.20	-
	Automotiva e autopeças (pintura)	500	1.3	1.4	1.2	1.2	1.45	10
	Aviões	600	1.3	1.4	1.2	1.2	1.20	-
	Balanças	300	1.1	1.0	1.0	1.2	1.20	-
	Baterias/Acumuladores	800	1.4	1.2	1.2	1.0	1.00	-
	Bebidas destiladas	500	1.3	1.6	1.0	1.0	1.45	-
	Bebidas não alcoólicas	80	0.8	1.0	1.0	1.0	1.00	-
	Bicicletas	200	1.0	1.0	1.2	1.0	1.20	-
	Brinquedos	500	1.3	1.2	1.2	1.0	1.20	-
	Café	400	1.2	1.0	1.0	1.0	1.00	-
	Caixotes, barris ou pallets de madeira	1000	1.5	1.2	1.0	1.0	1.20	-
	Calçados	600	1.3	1.2	1.2	1.0	1.00	-
	Cera de polimento	2000	1.7	1.4	1.2	1.0	1.20	10
	Cerâmica	200	1.0	1.0	1.0	1.0	1.00	-
	Cereais	1700	1.6	1.4	1.0	1.0	1.45	-
	Cervejarias	80	0.8	1.0	1.0	1.0	1.00	-
	Chocolate	400	1.2	1.0	1.0	1.0	1.20	-
	Cimento	40	0.6	1.0	1.0	1.0	1.00	-
	Cobertores, tapetes	600	1.3	1.2	1.2	1.0	1.00	-
	Colas	800	1.4	1.2	1.2	1.0	1.20	-
	Colchões (exceto espuma)	500	1.3	1.4	1.2	1.0	1.20	-
	Condimentos, conservas	40	0.6	1.0	1.0	1.0	1.00	-
	Confeitarias	400	1.2	1.2	1.0	1.0	1.00	-
	Congelados	800	1.4	1.2	1.0	1.0	1.00	-
	Couro sintético	1000	1.5	1.2	1.2	1.2	1.00	-
	Defumados	200	1.0	1.2	1.0	1.0	1.2	-
	Discos de música	600	1.3	1.2	1.2	1.0	1.45	-
	Doces	800	1.4	1.2	1.0	1.0	1.00	-
	Espumas	3000	1.8	1.4	1.2	1.0	1.20	-

Ocupação/Us	Descrição	Carga de incêndio (q_{fi}) em MJ/m ²	q	c	r	k	A	β
	Farinhas (amido/albumina)	2000	1.7	1.2	1.0	1.0	1.45	-
	Feltros	600	1.3	1.2	1.0	1.0	1.00	-
	Fermentos	800	1.4	1.2	1.0	1.0	1.20	-
	Fiações	600	1.3	1.2	1.2	1.0	1.00	-
	Fibras sintéticas	300	1.1	1.2	1.2	1.0	1.00	-
	Fios elétricos	300	1.1	1.0	1.2	1.0	1.00	-
	Flores artificiais	300	1.1	1.2	1.2	1.0	1.00	-
	Forragem	2000	1.7	1.2	1.0	1.0	1.20	-
	Fundições de metal	40	0.6	1.0	1.0	1.0	1.00	-
Industrial	Refrigeradores	1000	1.5	1.2	1.2	1.0	1.00	--
	Gelatinas	800	1.4	1.2	1.0	1.0	1.20	--
	Gesso	80	0.8	1.0	1.0	1.0	1.00	-
	Gorduras comestíveis	1000	1.5	1.4	1.2	1.0	1.20	
	Gráficas (empacotamento)	2000	1.7	1.2	1.0	1.0	1.00	-
	Gráficas (produção)	400	1.2	1.6	1.2	1.0	1.45	-
	Guarda-chuvas	300	1.1	1.2	1.0	1.0	1.00	-
	Instrumentos musicais	600	1.3	1.2	1.0	1.0	1.20	-
	Janelas e portas de madeira	800	1.4	1.2	1.0	1.0	1.45	-
	Jóias	200	1.0	1.0	1.0	1.0	1.00	-
	Laboratórios farmacêuticos	300	1.1	1.0	1.0	1.0	1.00	-
	Laboratórios químicos	500	1.3	1.6	1.0	1.2	1.45	-
	Lápis de madeira	500	1.3	1.2	1.0	1.0	1.45	-
	Lâmpadas	40	0.6	1.0	1.0	1.0	1.00	-
	Laticínios	200	0.8	1.0	1.0	1.0	1.00	-
	Malharias	300	1.1	1.2	1.2	1.0	1.0	-
	Máquinas de lavar de costura ou de escritório	300	1.1	1.2	1.2	1.0	1.00	-
	Massas alimentícias	1000	1.6	1.2	1.0	1.0	1.20	-
	Mastiques	1000	1.5	1.2	1.0	1.0	1.00	-
	Materiais sintéticos ou plásticos	2000	1.7	1.4	1.2	1.1	1.45	-
	Materiais sintéticos ou plásticos (artigos em)	600	1.3	1.2	1.2	1.0	1.45	-
	Materiais sintéticos ou plásticos (estampagem)	400	1,2	1,2	1,2	1,0	1,00	
	Metalúrgica	200	1.0	1.0	1.0	1.0	1.00	-
	Montagens de automóveis	300	1.1	1.3	1.2	1.2	1.20	-
	Motocicletas	300	1.1	1.2	1.2	1.0	1.20	-
	Motores elétricos	300	1.1	1.0	1.2	1.0	1.20	-
	Móveis	600	1.3	1.2	1.0	1.0	1.20	-
	Óleos comestíveis	1000	1.5	1.4	1.2	1.0	1.20	-
	Padarias	1000	1.5	1.2	1.2	1.0	1.20	-
	Papéis (acabamento)	500	1.3	1.2	1.0	1.0	1.00	-
	Papéis (preparo de celulose)	80	0.8	1.0	1.0	1.0	0.85	-
		Papéis (procedimento)	800	1.4	1.2	1.0	1.0	1.00

Ocupação/Uso	Descrição	Carga de incêndio (q_{fi}) em MJ/m ²	q	c	r	k	A	β
Industrial	Papelões betuminados	2000	1.7	1.4	1.2	1.0	1.45	-
	Papelões ondulados	800	1.4	1.2	1.0	1.0	1.00	-
	Pedras	80	0.8	1.0	1.0	1.0	1.00	-
	Perfumes	300	1.1	1.6	1.0	1.0	1.45	-
	Pneus	700	1.4	1.2	1.2	1.0	1.20	-
	Produtos adesivos	1000	1.5	1.6	1.2	1.0	1.45	-
	Produtos de adubo químico	200	1.0	1.4	1.0	1.0	1.20	-
	Produtos alimentícios (expedição)	1000	1.5	1.2	1.0	1.0	1.00	-
	Produtos com ácido acético	200	1.0	1.0	1.0	1.0	1.00	-
	Produtos com ácido carbônico	40	0.6	1.0	1.0	1.0	1.00	-
	Produtos com ácido inorgânico	80	0.8	1.2	1.0	1.0	1.00	-
	Produtos com alcatrão	800	1.4	1.4	1.2	1.0	1.20	-
	Produtos com amido	2000	1.7	1.4	1.0	1.0	1.45	-
	Produtos com soda	40	0.6	1.2	1.0	1.0	1.00	-
	Produtos de limpeza	2000	1.7	1.4	1.2	1.0	1.20	-
	Produtos graxos	1000	1.5	1.4	1.2	1.0	1.20	-
	Produtos refratários	200	1.0	1.2	1.0	1.0	1.0	-
	Rações	2000	1.7	1.2	1.0	1.0	1.20	-
	Relógios	300	1.1	1.0	1.0	1.2	1.00	-
	Resinas	3000	1.8	1.6	1.2	1.0	1.45	-
	Roupas	600	1.3	1.2	1.2	1.0	1.00	-
	Sabões	200	1.0	1.2	1.2	1.0	1.00	-
	Sacos de papel	800	1.4	1.2	1.0	1.0	1.00	-
	Sacos de juta	500	1.3	1.2	1.2	1.0	1.00	-
	Sorvetes	80	0.8	1.0	1.0	1.0	1.00	-
	Sucos de fruta	200	1.0	1.0	1.0	1.0	1.00	-
	Tapetes	600	1.3	1.2	1.2	1.0	1.00	-
	Têxteis em geral	700	1.4	1.2	1.2	1.0	1.0	-
	Tintas e solventes	4000	1.9	1.6	1.2	1.0	1.80	10
	Tintas látex	800	1.4	1.2	1.2	1.0	1.20	-
	Tintas não-inflâmáveis	200	1.0	1.0	1.0	1.0	1.00	-
	Transformadores	300	1.1	1.2	1.2	1.2	1.20	-
	Tratamento de madeira	3000	1.8	1.0	1.0	1.0	1.00	-
	Tratores	300	1.1	1.0	1.0	1.0	1.20	-
	Vagões	200	1.0	1.2	1.2	1.0	1.00	-
	Vassouras ou escovas	700	1.4	1.2	1.0	1.0	1.00	-
	Velas de cera	1300	1.6	1.2	1.0	1.0	1.00	-
	Vidros ou espelhos	200	1.0	1.0	1.0	1.0	1.00	-
	Vinagres	80	0.8	1.0	1.0	1.0	1.00	-