

RISCO DE INCÊNDIO – ESTUDO COMPARATIVO ENTRE O MÉTODO DE MAX GREENER E A NSCI/94 – CBM/SC

Solange Pesseti Milanez de Souza (1), Nestor Back (2)

*UNESC – Universidade do Extremo Sul Catarinense
(1)solmilanez@hotmail.com, (2)nrbk@unesc.net*

Resumo

O presente estudo parte do índice de segurança contra incêndio desenvolvido por Ricardo (2010) que se baseou no Método de Max Greener, que considera além das medidas normais de proteção da edificação também medidas construtivas, fatores associados ao risco de ativação de incêndio, os quais determinam um índice mais amplo no que se refere à classificação de risco de incêndio. Dessa forma, este artigo compara o método de Max Greener e a NSCI/94 – CBM/SC em relação ao risco de incêndio e verifica qual dos métodos é mais viável economicamente. De modo que, o método de Greener se destaca nos dois quesitos.

Palavras-Chave: Risco de Incêndio, Proteção, Classificação.

1. INTRODUÇÃO

Segundo a Norma de Segurança Contra Incêndios do Corpo de Bombeiros de Santa Catarina (Decreto Estadual nº 4.909, de 18 de Outubro de 1994) a classificação de risco de incêndio é feita levando-se em conta a ocupação, a localização e a carga de fogo da edificação. A NSCI/94 considera Risco Leve as edificações classificadas como residencial, pública, escolar, reunião de público, comercial, mista e considera também como Risco Leve as edificações comerciais quando em um único pavimento ou quando edificações mistas com via de circulação independente daquela que serve o fluxo residencial, que comportem carga de fogo média estimada menor do que 60 kg/m². Risco Médio é considerado as edificações hospitalar/laboratorial, garagens, comercial, industrial, mista, especiais, edificações comerciais, industriais ou mistas quando instaladas em mais de um pavimento, com acessos dando em vias de circulação comum e com carga de fogo média estimada entre 60 e 120 Kg/m². Edificações comercial, industrial, mista e especial são classificadas como Risco Elevado e quando o somatório das unidades comerciais da edificação mista e as demais comportarem carga de fogo estimada maior do que 120 Kg/m².

Já o método proposto pelo engenheiro suíço Max Gretener considera diversos fatores, tais como: medidas normais, medidas especiais, medidas de construção, risco de incêndio, risco de ativação do incêndio e mobilidade das pessoas, obtendo-se, desta forma o fator de risco e segurança da edificação em estudo.

Em 1960 o engenheiro suíço Max Gretener, diretor da Associação de Proteção Contra Incêndios da Suíça, iniciou os estudos para tentar calcular de forma mais exata esses riscos de incêndio. Em 1965, seu método foi publicado e visava calcular os riscos em construções industriais e edificações de grande porte para atender as necessidades das companhias de seguro.

O Comitê Brasileiro de Segurança Contra Incêndio da ABNT (CB-24), por meio de sua comissão de Estudos da ABNT-CE 24:201-03, optou por esse método como base da norma sobre o potencial de riscos de incêndios em edificações. Um dos aspectos mais interessantes deste método é que considera-se características, que a legislação brasileira de modo geral não leva em consideração. Como por exemplo, a existência ou não do Corpo de Bombeiros (CB) na cidade, segundo este método duas edificações idênticas devem ser tratadas de modo diferentes, caso uma possua o CB na cidade e a outra não, ou a menor distância com o CB mais próximo (tempo de resposta do CB).

O método é composto por várias tabelas, mas para fins didáticos pode ser explicado de uma forma muito simplificada pela seguinte equação:

$$Y = \frac{N.S.E}{R.A.M} \quad \text{equação (1)}$$

Onde:

N = medidas normais

S = medidas especiais

E = medidas de construção

R = risco de Incêndio

A = risco de ativação do incêndio

M = mobilidade das pessoas

Pretende-se com este estudo: fazer uma análise entre os resultados obtidos no TCC do Estevam Ricardo que utilizou o método de Max Gretener e comparar com a

norma em vigor (NSCI/1994); realizar um estudo de caso, utilizando uma edificação comercial/residencial de 7 (sete) pavimentos e estrutura em concreto armado, comparando os resultados obtidos através das duas classificações (Max Gretener e NSCI); orçamento analisando as duas situações e verificando a mais viável economicamente.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 PROCEDIMENTO DE CÁLCULO SUGERIDO

A classificação do risco de incêndio (α_i) será determinada por:

$$\alpha_i = \frac{N.C}{R.A} \quad \text{equação (2)}$$

Onde:

N é um fator que depende de medidas normais de proteção;

C é um fator que depende das medidas construtivas de proteção da edificação;

R é um fator associado ao risco de incêndio;

A é um fator que considera o risco de ativação do incêndio em função do tipo de uso do compartimento.

2.2 MEDIDAS NORMAIS DE PROTEÇÃO

2.2.1 Afastamento entre Edificações: O n_1 é um fator associado à distância física entre as edificações adjacentes (tabela 1).

2.2.2 Tempo-resposta: O n_2 é um fator associado ao tempo-resposta do corpo de bombeiros (tabela 2).

2.2.3 Qualidade do Corpo de Bombeiros: O n_3 é um fator associado à qualidade do corpo de bombeiros e da brigada contra incêndio (tabela 3).

2.3 MEDIDAS CONSTRUTIVAS DE PROTEÇÃO

2.3.1 Estruturas: O c_1 é um fator associado à resistência ao fogo das estruturas (tabela 4).

2.3.2 Fachada: O c_2 é um fator associado à resistência ao fogo das fachadas (tabela 5).

2.3.3 Lajes: O c_3 é um fator associado à resistência ao fogo da vedação horizontal (lajes) e determinado, para ligações verticais fechadas (escadas ou outras aberturas ligando dois andares) (tabela 6).

2.3.4 Exaustão: O c_4 é um fator associado ao tipo de equipamentos de exaustão calor e fumaça (tabela 7).

2.3.5 Compartimentação: O c_5 é um fator associado às dimensões das células corta-fogo (tabela 8).

2.4 RISCO DE INCÊNDIO

2.4.1 Carga de Incêndio Mobiliária: O r_1 é um fator associado à carga de incêndio mobiliária, associado à parte combustível contida nas partes do mobiliário contida no edifício (tabela 9).

2.4.2 Carga de Incêndio Imobiliária: O r_2 é um fator associado à carga de incêndio imobiliária, associado à parte combustível contida nas partes da construção do edifício (tabela 10).

2.4.3 Combustibilidade: O r_3 é um fator associado à combustibilidade da carga de UNESC - Universidade do Extremo Sul Catarinense - Ano 2011-I.

incêndio. 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 (tabela 11).

2.4.4 Cota do Compartimento: O r_4 é um fator associado à cota do último andar do edifício (tabela 12).

2.4.5 Risco de Ativação de Incêndio: O “a” é um fator que considera o risco de ativação do incêndio em função do tipo de uso do compartimento (tabela 13).

2.5 MEDIDAS DE SEGURANÇA

2.5.1 Medidas Sinalizadoras: Visam detectar o início de incêndio e comunicá-lo aos usuários ou a guarnição mais próxima. Auxiliam também na indicação do caminho de abandono do local, até um ponto seguro (tabela 14).

2.5.2 Medidas Extintivas: Visa extinguir o incêndio o mais cedo possível, seja pela ação do homem ou mecanicamente. Atuam na eliminação de um de seus elementos essenciais, figurados no triângulo do fogo (tabela 15).

2.5.3 Medidas Preventivas: Visa anular a ativação do incêndio por descargas atmosféricas, através de equipamentos que extinguem o início do incêndio (tabela 16).

Tabela 1 – valores de n_1

Distância entre as edificações	Valores de n_1
> 3 m	1,40
> 5 m	1,20
> 10 m	1,10
> 20 m	1,00

Fonte: Silva (2007).

Tabela 2 - valores de n_2

Tempo Resposta	Valores de n_2
< 15 min.	1,00
< 30 min.	1,10
< 45 min.	1,20
< 60 min.	1,30

Fonte: Silva (2007).

Tabela 3 - valores de n_3

Qualidade do Corpo de Bombeiros						
Valores de n_3						
Corpo de bombeiros oficial	Classe de brigada contra incêndio da empresa					
	Classe 1 ≥ 10 pessoas treinadas para extinção, durante a jornada de trabalho	Classe 2 ≥ 20 pessoas treinada para extinção durante a jornada de trabalho, com comandante	Classe 3 Idem classe 2, porém com intervenção além do horário de trabalho	Classe 4 idem classe 3, com grupo de quatro pessoas de plantão nos fins de semana	sem brigada	
Corpo de bombeiros que não se enquadra nas categorias descritas abaixo	1,2	1,3	1,4	1,5	1,00	
20 pessoas treinadas convocadas por telefone. Plantão aos fins de semana. Equipe de intervenção motorizada.	1,3	1,4	1,5	1,6	1,15	
Idem anterior com caminhão pipa e bombeamento	1,4	1,5	1,6	1,7	1,30	
Idem anterior com caminhão de 12000 litros.	1,45	1,55	1,65	1,75	1,35	
Idem anterior com caminhão de 24000 litros	1,5	1,6	1,70	1,80	1,40	
Idem anterior com serviço de plantão permanente	1,55	1,65	1,75	1,85	1,45	

Fonte: Silva (2007).

Tabela 4 - valores de c_1

Material	Resistência	Valores de c_1
Madeira	< 30min	1,00
Aço	< 60min	1,20
Concreto	> 60min	1,30

Fonte: Silva (2007)

Tabela 5 - valores de c_2

Material	Resistência	Valores de c_2
Vidro	< 30min	1,00
Metal	30min	1,10
Concreto	≥ 60min	1,15

Fonte: Silva (2007)

Tabela 6 - valores de c_3

Resistência ao Fogo das Vedações Horizontais				
Resistência ao fogo dos elementos de vedação horizontal	Número de andares	Valores de c_3		
		Circulação vertical		
		Fechada	Protegida (abertas com chuveiros)	Sem proteção
< 30min	≤ 2	1,05	1,00	1,00
30min	≤ 2	1,15	1,05	1,00
≥ 60min	≤ 2	1,20	1,10	1,00

Fonte: Silva (2007)

Tabela 7 – valores de c_4

Tipo de Equipamento Exaustão	Valores de c_4
Exaustor de fumaça e de calor	1,20
Sem equipamento	1,00

Fonte: Silva (2007)

Tabela 8 – valores de c_5

Dimensões das Células Corta-Fogo	Valores de c_5		
	Área da ventilação/área do compartimento		
	≥ 10 %	< 10 %	< 5 %
Área de piso da célula (*)			
≤ 50 m ²	1,40	1,30	1,20
< 100m ²	1,30	1,20	1,10
≤ 200m ²	1,20	1,10	1,00

* Células são subdivisões de um compartimento, com no máximo 200 m² e resistência ao fogo dos elementos de vedação de no mínimo 30 min.

Fonte: Silva (2007)

Tabela 9 – valores de r_1

Carga de Incêndio (mobiliária) Específica, Em Relação à Área de Piso					
Qm (MJ/m ²)	r_1	Qm (MJ/m ²)	r_1	Qm (MJ/m ²)	r_1
<50	0,6	401 - 600	1,3	5001 - 7000	2,0
51 - 75	0,7	601 - 800	1,4	70001 - 10000	2,1
76 - 100	0,8	801 - 1200	1,5	10001 - 14000	2,2
101 - 150	0,9	1201 - 1700	1,6	14001 - 20000	2,3
151 - 200	1,0	1701 - 2500	1,7	20001 - 28000	2,4
201 - 300	1,1	2501 - 3500	1,8	> 28000	2,5
301 - 400	1,2	3501 - 5000	1,9		

Fonte: Silva (2007)

Tabela 10 – Valores de r_2

Estrutura	Valores de r_2		
	Elementos da fachada e telhado		
	Incombustível (1)	Combustível protegido (2)	Combustível (3)
Incombustível (1)	1,0	1,05	1,1
Combustível protegido (4)	1,1	1,15	1,2
Combustível (5)	1,2	1,25	1,3

Fonte: Silva (2007)

Tabela 11 - valores de r_3

Tipo de Material	Valores de r_3
Altamente inflamável	1,6
Facilmente inflamável	1,4
Inflamável, facilmente combustível	1,2
Normalmente combustível	1,0
Difícilmente combustível	1,0
Incombustível	1,0

Fonte: Silva (2007)

Tabela 12 - valores de r_4 (para edifícios de múltiplos andares)

Altura do andar (*)	Valores de r_4	Altura do andar (*)	Valores de r_4
< 34m	2,00	< 13m	1,65
< 25m	1,90	< 10m	1,50
< 22m	1,85	< 7m	1,30
< 19m	1,80	< 4m	1,00
< 16m	1,75	rés do chão	1,00

(*) distância entre o nível do terreno e o nível superior da laje do piso.

Fonte: Silva (2007)

Tabela 13 - valores de "a"

Risco de Ativação do Incêndio	Valores de "a"	Ocupação
Pequena	0,85	biblioteca, correio, escola, galeria de arte, igreja, museu, livreria, frigorífico, escritório, venda de acessórios de automóveis, depósitos em geral
Normal	1,00	cinema, consultório médico, farmácia, hotel, hospital, laboratório fotográfico, indústria de papel, oficina elétrica ou mecânica, residência, restaurante, teatro, depósitos de: tintas, artigos pirotécnicos, produtos farmacêuticos, bebidas alcoólicas
Média	1,20	montagem de automóveis, hangar, indústria mecânica, depósito de nitrocelulose
Alta	1,45	laboratório químico, oficina de pintura de automóveis, indústria de bebidas alcoólicas
Muito alta	1,80	indústria de tintas e artigos pirotécnicos

Fonte: Schleich; Cajot (1997).

Tabela 14 - valores de m_{1-5}

Tipo de Equipamento	Valores de m_{1-5}	
Sinalização de abandono de local	m_1	1,05
Iluminação de emergência	m_2	1,10
Alarme de incêndio com acionamento manual	m_3	1,20
Detectores de calor e fumaça	m_4	1,30
Detectores de calor e fumaça, com transmissão automática do sinal de alarme ao corpo de bombeiros	m_5	1,50

Fonte: Gouveia (2006).

Tabela 15 - valores de m_{6-8}

Tipo de Equipamento	Valores de m_{6-8}	
Extintores portáteis	m_6	1,10

Chuveiros automáticos		m_7	1,25
Sistema de hidrantes internos à edificação, abastecidos por reservatório particular	Pressão no hidrante	$\leq 4,00$ Kgf	m_8 1,30
		$\leq 7,00$ Kgf	m_8 1,40
		$\leq 10,00$ Kgf	m_8 1,50

Fonte: Silva (2007)

Tabela 16 - valores de m_9

Tipo de Equipamento	Valores de m_9
Para-raios	1,25

Fonte: Gouveia (2006)

2.6 APLICAÇÃO DA METODOLOGIA

Conforme os casos abaixo (tabela 17), o método foi aplicado em dez edificações mais comuns na região de Criciúma:

Tabela 17- edificações utilizadas na avaliação do método

Caso	Características da edificação
01	Edificação residencial unifamiliar, térrea, estrutura em concreto, localizada a 5.000 metros do CB, com afastamento de 2 metros
02	Edificação residencial unifamiliar, dois pavimentos, estrutura em madeira, a 1.000 metros do CB, com afastamento de 2 metros
03	Edificação comercial/residencial, quatro pavimentos, estrutura em concreto, a 1.000 metros do CB, com afastamento de 2,5 metros
04	Edificação comercial/residencial, quatorze pavimentos, estrutura em concreto, a 7.500 metros do CB, com afastamento de 5 metros
05	Edificação comercial, dois pavimentos, estrutura em concreto, a 1.500 metros do CB, com afastamento de 2 metros
06	Edificação comercial, doze pavimentos, estrutura em concreto, localizada a 10.000 metros do CB, com afastamento de 5 metros
07	Edificação especial (shopping), dois pavimentos, estrutura em concreto, localizada a 5.000 metros do CB, com afastamento de 20 metros
08	Edificação especial (igreja), um pavimento, estrutura em concreto, localizada a 10.000 metros do CB, com afastamento de 10 metros

09	Edificação industrial, dois pavimentos, estrutura em concreto, localizada a 10.000 metros do CB, com afastamento de 18 metros
10	Edificação industrial, com brigada, dois pavimentos, estrutura metálica, a 16.000 metros do CB, com afastamento de 20 metros

Fonte: Estevam Ricardo (2010)

Tabela 18 – Classes de Risco de Incêndio

Risco de Incêndio	Valores de “ α_i ”
Muito Leve	$\alpha_i > 2,00$
Leve	$1,75 \leq \alpha_i < 2,00$
Médio	$1,50 \leq \alpha_i < 1,75$
Elevado	$1,00 \leq \alpha_i < 1,50$
Muito elevado	$\alpha_i > 1,00$

Fonte: Estevam Ricardo (2010)

Tabela 19 - Relação de equipamentos de acordo com os valores de “ α_i ”

Risco de Incêndio	Valores de “ α_i ”	Equipamentos Exigidos
Muito Leve	$\alpha_i > 2,00$	Extintores portáteis, iluminação de emergência ^(*)
Leve	$1,75 \leq \alpha_i < 2,00$	Extintores portáteis, iluminação de emergência, sinalização abandono ^(**)
Médio	$1,50 \leq \alpha_i < 1,75$	Extintores portáteis, iluminação de emergência, saídas de emergência, sinalização abandono
Elevado	$1,00 \leq \alpha_i < 1,50$	Extintores portáteis, iluminação de emergência, saídas de emergência, sinalização abandono, detectores de incêndio, sistema de alarme
Muito elevado	$\alpha_i < 1,00$	Extintores portáteis, iluminação de emergência, saídas de emergência, sinalização de abandono de local, detectores de incêndio, sistema de alarme, hidrantes e para-raios

(*) quando não existirem aberturas dando para o exterior

(**) nas áreas de circulação

Fonte: Estevam Ricardo (2010)

2.6.1 Resultados obtidos aplicando-se o método de Max Gretener

As edificações residenciais unifamiliares (caso 01 e 02) apresentaram um índice superior ao mínimo exigido (2,00) “ α_i ”=2,88 e “ α_i ”=2,06, respectivamente e foram classificadas como sendo de risco Muito Leve;

A edificação especial, no caso uma igreja de um pavimento (caso 08), apresentou um índice de “ α_i ”=1,85 e foi classificado com risco Leve;

As edificações comercial/residencial multifamiliar e comercial (caso 03 e 05) apresentaram um índice de $\alpha_i=1,60$ e $\alpha_i=1,61$, respectivamente e foram classificadas como sendo de risco Médio;

As edificações comercial/residencial multifamiliar, especial (shopping) e industrial (caso 04, 07 e 09) apresentaram um índice de $\alpha_i=1,18$, $\alpha_i=1,26$ e $\alpha_i=1,32$, respectivamente e foram classificadas como sendo de risco Elevado;

As edificações comercial e industrial (caso 06 e 10) apresentaram um índice inferior a 1,00, $\alpha_i=0,99$ e $\alpha_i=0,89$, respectivamente e foram classificadas como sendo de risco Muito Elevado.

Conforme resultados obtidos por Ricardo (2010) apenas as situações de caso 01 e 02 não será necessário adotar nenhum tipo de equipamento, pois as medidas normais e construtivas já atingiram o índice mínimo aceitável. Nas demais situações serão adotadas medidas de segurança para atingir o índice desejado ($\alpha_i > 2,00$) e atingir a classificação de Muito Leve.

2.6.2 Aplicação da Norma de Segurança Contra Incêndios (NSCI):

2.6.2.1 Classificação de acordo com a NSCI-1994

Caso 1: Edificação residencial unifamiliar, térrea, estrutura em concreto, localizada a 5.000 metros do CB, com afastamento de 2 metros.

Considerando $r_1=1,10$, sua carga mobiliária será de até 300MJ/m^2 ou 71700Kcal/m^2 estes valores são correspondentes a carga de incêndio específica (MJ/m^2 ou Kcal/m^2), porém a NSCI utiliza a carga de incêndio ideal (equivalente de madeira). Sabendo que poder calorífico médio da madeira (madeira padrão) é: $4550\text{Kcal/Kg} = 19\text{MJ/m}^2$, obtém-se um valor para carga de incêndio ideal igual a $15,76\text{kg/m}^2$. Conforme a NSCI considera-se Risco Leve edificação com carga de fogo média estimada menor do que 60kg/m^2 .

Caso 2: Edificação residencial unifamiliar, dois pavimentos, estrutura em madeira, a 1.000 metros do CB, com afastamento de 2 metros.

Sendo $r_1=1,10$, ou seja, igual ao caso 1, então sua carga mobiliária será de até
UNESC - Universidade do Extremo Sul Catarinense - Ano 2011-I.

300MJ/m² ou 71700 Kcal/m² estes valores são correspondentes a carga de incêndio específica (MJ/m² ou Kcal/m²), porém a NSCI utiliza a carga de incêndio ideal (equivalente de madeira). Sabendo que poder calorífico médio da madeira (madeira padrão) é: 4550 Kcal/Kg = 19 MJ/m², obtém-se um valor para carga de incêndio ideal igual a 15,76 kg/m². Conforme a NSCI considera-se Risco Leve edificação com carga de fogo média estimada menor do que 60 kg/m².

Caso 3: Edificação comercial/residencial, quatro pavimentos, estrutura em concreto, a 1.000 metros do CB, com afastamento de 2,5 metros.

Sendo $r_1=1,30$, sua carga mobiliária será de até 600 MJ/m² ou 143400 Kcal/m². Sabendo que poder calorífico médio da madeira (madeira padrão) é: 4550 Kcal/Kg = 19 MJ/m², obtém-se um valor para carga de incêndio ideal igual a 31,52 kg/m². Conforme a NSCI considera-se Risco Leve edificação com carga de fogo média estimada menor do que 60 kg/m². Esta mesma classificação se aplica aos casos **5**, **6** e **7**, pois $r_1=1,30$ em todos os casos.

Caso 4: Edificação comercial/residencial, quatorze pavimentos, estrutura em concreto, a 7.500 metros do CB, com afastamento de 5 metros

Sendo $r_1=1,20$, sua carga mobiliária será de até 400 MJ/m² ou 95600 Kcal/m². Sabendo que poder calorífico médio da madeira (madeira padrão) é: 4550 Kcal/Kg = 19 MJ/m², obtém-se um valor para carga de incêndio ideal igual a 21 kg/m². Conforme a NSCI considera-se Risco Leve edificação com carga de fogo média estimada menor do que 60 kg/m². Esta mesma classificação se aplica ao caso **8**, pois $r_1=1,20$ também.

Caso 9: Edificação industrial, dois pavimentos, estrutura em concreto, localizada a 10.000 metros do CB, com afastamento de 18 metros.

Sendo $r_1=1,20$, sua carga mobiliária será de até 400 MJ/m² ou 95600 Kcal/m². Sabendo que poder calorífico médio da madeira (madeira padrão) é: 4550 Kcal/Kg = 19 MJ/m², obtém-se um valor para carga de incêndio ideal igual a 21 kg/m². Conforme a NSCI considera-se Risco Leve.

Caso 10: Edificação industrial, com brigada, dois pavimentos, estrutura metálica, a 16.000 metros do CB, com afastamento de 20 metros.

Sendo $r_1=1,50$, sua carga mobiliária será de até 1200 MJ/m² ou 9286800 Kcal/m². Sabendo que poder calorífico médio da madeira (madeira padrão) é: 4550 Kcal/Kg = 19 MJ/m², obtém-se um valor para carga de incêndio ideal igual a 63 kg/m². Conforme a NSCI considera-se Risco Médio edificação com carga de fogo média estimada entre 60 e 120 Kg/m².

2.6.3 Aplicação do método de Gretener em um edifício localizado na cidade de Içara-SC

Características da edificação:

Edificação comercial/residencial composta por 5 pavimentos tipo com área de 2783,54 m² cada pavimento, cobertura, térreo (com central de gás) com 2 salas comerciais, garagem e salão de festas. Estrutura em concreto armado, distante 3000 metros do corpo de bombeiros (CB), com afastamento de 4,0 metros.

Tabela 20 – planilha de análise global de risco de incêndio

ANÁLISE GLOBAL DE RISCO DE INCÊNDIO		
Medidas e Fatores	Edificação comercial/ Residencial	
Medidas normais	n_1	1,40
	n_2	1,00
	n_3	1,45
Medidas construtivas	c_1	1,30
	c_2	1,15
	c_3	1,20
	c_4	1,00
	c_5	1,00
Risco de incêndio	r_1	1,10
	r_2	1,00
	r_3	1,20
	r_4	1,90

Ativação	a	1,00
“α_i” calculado		1,45

No caso acima, o índice calculado foi “ α_i ”=1,45, iremos adotar medidas sinalizadoras - sinalização de abandono de local, iluminação de emergência e alarme de incêndio ($m_1=1,05$, $m_2=1,10$ e $m_3=1,20$) e medidas extintivas – extintores ($m_6 = 1,10$). Gerando um coeficiente “ α_i ”=2,21, demonstrando que os equipamentos adotados foram suficientes para satisfazer o critério de segurança. Sendo classificada como Muito Leve.

Tabela 21 - Relação de equipamentos

Classificação	Área Construída Carga de Fogo N° Pavimentos	Equipamentos Exigidos
Residenciais Multifamiliares	todas	extintores portáteis e saídas de emergência
	a \geq de 750 m ² n \geq de 4 pavtos	sistema de hidrantes, para-raios
	h > de 20 m	sistema de alarme, iluminação de emergência, sinalização abandono
	todas	extintores portáteis e saídas de emergência e iluminação de emergência
	a \geq de 750 m ² n \geq de 3 pavtos	sistema de alarme, sinalização abandono
	a \geq de 750 m ² n \geq de 4 pavtos	sistema de hidrantes, para-raios
Comercial	todos	saídas de emergência
	a \geq de 50 m ² Qf \geq de 25 kg/m ²	extintores Portáteis, Iluminação de emergência, sinalização abandono (**)
	\geq de 200 m ²	iluminação de emergência(*)
	a \geq de 750 m ²	sistema de alarme(**), sinalização abandono(**) e iluminação de emergência(**)
	a \geq de 750 m ² n \geq de 4 pavtos	sistema de hidrantes, para-raios
Industrial	todas	extintores portáteis, saídas de emergência e iluminação de emergência
	\geq de 750 m ²	sistema de alarme e sinalização abandono
	a \geq de 750 m ² n \geq de 4 pavtos	para-raios
Mista	todas	extintores portáteis ,saídas de emergência e iluminação de emergência
	\geq de 750 m ²	sistema de hidrantes, iluminação, sinalização e alarme
	a \geq de 750 m ² n \geq de 4 pavtos	sistema de hidrantes, para-raios

Reunião de Público	todas	extintores portáteis, sinalização, iluminação, saídas de emergência
	≥ de 750 m ²	iluminação, sinalização e alarme
	a ≥ de 750 m ² n ≥ de 4 pavtos	sistema de hidrantes, para-raios, detectores, alarme

(*) quando não existirem aberturas dando para o exterior

(**) nas áreas de circulação e saídas de emergência

(***) com exceção de unidades isoladas com um pavimento ou duplex

(****) nas áreas de circulação e ambientes comerciais

Fonte: NSCI (1992)

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Feita a classificação das edificações da tabela 17, através dos dois métodos, Gretener e NSCI/1994 obtém-se a seguinte classificação conforme tabela abaixo:

Tabela 22- Comparação entre o índice de incêndio obtido através do método de Max Gretener e a NSCI-1994

CASOS	GRETNER	NSCI
1	Risco muito leve	Risco leve
2	Risco muito leve	Risco leve
3	Risco muito leve	Risco leve
4	Risco muito leve	Risco leve
5	Risco muito leve	Risco leve
6	Risco muito leve	Risco leve
7	Risco muito leve	Risco leve
8	Risco muito leve	Risco leve
9	Risco muito leve	Risco leve
10	Risco muito leve	Risco médio

Pode-se observar que aplicando o método de Max Gretener obtêm-se riscos de incêndio menores quando comparados com a NSCI/94.

Aplicando-se o método de Gretener na edificação de 7 pavimentos localizada na cidade de Içara/SC obtém-se um índice de “ α_i ”=1,45, conforme Ricardo (2010) o índice desejável é “ α_i ”≥ 2,00 adotaremos medidas sinalizadoras, tais como sinalização de abandono de local, iluminação de emergência e alarme de incêndio ($m_1=1,05$, $m_2=1,10$ e $m_3=1,20$) e medidas extintivas, nesse caso extintores ($m_6 = 1,10$). Utilizando estas medidas sinalizadoras e extintivas o coeficiente gerado foi “ α_i ”=2,21, ou seja, superior ao esperado (“ α_i ”> 2,00). Tais resultados demonstram

que os equipamentos adotados foram suficientes para satisfazer o critério de segurança e assim classificado como muito leve.

Para esta mesma edificação o CBM/SC exige a existência de para-raio. Observa-se aqui uma divergência entre os dois métodos.

3.1 VIABILIDADE ECONÔMICA

Para a edificação descrita acima, analisando as duas classificações, em termos de equipamentos o CBM/SC exige a instalação de para-raio. Desta forma iremos apenas quantificar e orçar a instalação do para-raio na referida edificação (tabela 23):

Tabela 23 - Quantificação e orçamento para instalação de para-raio

Material	Quantidade	Valor unitário (R\$)	Valor total (R\$)
Fio cobre nú # 35 mm ²	195 m	10,91	2127,45
Barra aço (galvanizada) Φ 10 mm	89 m	5,92	526,88
Haste aterramento Φ 5/8" (2,44m)	4 unidades	15,00	60,00
Conectores	100 unidades	4,80	480,00
Captos aéreos (50 cm)	8 unidades	7,00	56,00
Captor Franklin Φ 2" (5 m)	1 unidade	45,00	45,00
		Subtotal	3295,33
Acrescenta-se ao valor 30%, referente à mão de obra e instalação			988,60
		Total	4283,93

Observa-se que o custo gerado pela instalação do para-raio é de R\$ 4283,93.

4. CONCLUSÕES

O método de Gretener pode ser considerado uma ferramenta que pode trazer resultados muito úteis para a segurança contra incêndio. Pois o mesmo permite aplicar a legislação em vigor a edificações existentes, porém substituindo os sistemas exigidos por outros, desde que se mantenha o índice de segurança.

Atualmente o método de Gretener vem sendo aplicado mesmo que parcialmente nos estados de Minas Gerais e São Paulo. O Corpo de Bombeiros de SP no seu Plano de Intervenção de Incêndio possui uma planilha de levantamento de dados, em que

dentre vários dados, mede o tempo-resposta do CB em minutos e distância do CB mais próximo.

5. REFERÊNCIAS

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

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

SANTA CATARINA. Polícia Militar. Corpo de Bombeiros. **Normas de segurança contra incêndios**. Florianópolis, 1992

SANTIN, Lázaro. **Proteção contra incêndio e explosões**. Apostila da disciplina de proteção contra incêndio e explosões do curso de especialização em Engenharia de Segurança no Trabalho da Unisul. Tubarão, 2006.

SEITO, Alexandre Itiu, et al. **A Segurança Contra Incêndio No Brasil**. São Paulo: Projeto Editora, 2008.

SCHLEICH, J.B; CAJOT, L.G. Global fire safety concept for buildings. **La Revue de Métallurgie-Cahier d'Informations Techniques**. 94(1) p. 129-149. Paris, jan.1997.

RICARDO, Estevam. **Elaboração de um índice para a classificação dos riscos de incêndio de uma edificação**. 2010. 64p. Trabalho de Conclusão de Curso do Curso de Engenharia Civil, UNESC, Criciúma.

SILVA, Valdir Pignatta, et al. **Índice de segurança contra incêndio para edificações**. Departamento de Engenharia de Estruturas e Geotécnica. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2007.

<http://www.cb.sc.gov.br/ccb/dicas>. Acesso em: janeiro de 2011.



Artigo submetido à UNESC - Universidade do Extremo Sul Catarinense como requisito parcial exigido pelo Curso de Graduação em Engenharia Civil, para a obtenção do Título de Engenheiro Civil.



<http://www.abnt.org.br/cb24/comentario/admin/CE2430203TextoBaseRev12693Exintores.pdf>. Acesso em: fevereiro de 2011.