

PROJETO DE PREVENÇÃO CONTRA INCÊNDIO DE ACORDO COM A NSCI/94 – CBM/SC: ESTUDO DE CASO

Maicon de Souza Matias (1), Clovis Norberto Savi (2)

*UNESC – Universidade do Extremo Sul Catarinense
(1)maicon.matias@gmail.com (2)Clovis@unesc.net*

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo a elaboração de um Projeto de Proteção Contra Incêndio em uma empresa do ramo de confecções sendo três edificações distintas: Pavilhão Industrial; Refeitório e Apoio; Administração, com uma área total construída de 5.152,44m², localizada no Bairro Rio Maina - Criciúma/SC, conforme a Norma de Segurança Contra Incêndios - NSCI/94. O mesmo prevê uma torre para os reservatórios no Pavilhão da Fábrica que será para uso exclusivo do Sistema Hidráulico Preventivo em caso de emergência, e também para uso nos vasos sanitários como forma de movimentação da água do reservatório, que é abastecido com água captada de um Poço Artesiano com a utilização de um sistema de bomba, no sentido de estabelecer uma instalação funcional e segura.

Palavras-Chave: proteção, incêndio, instalação.

1. INTRODUÇÃO

De acordo com a Norma de Segurança Contra Incêndios - NSCI/94, a classificação de risco de incêndio é feita levando-se em conta a ocupação, a localização e a carga de fogo da edificação. Esta norma considera Risco Leve as edificações classificadas como residencial, pública, escolar, reunião de público, comercial e mista. Risco Médio as edificações classificadas como hospitalar/laboratorial, garagens, comercial, industrial, mista, especiais. Edificações comerciais, industriais, mistas e especiais são classificadas como Risco Elevado quando o somatório das unidades comerciais da edificação mista e as demais comportarem carga de fogo estimada maior do que 120 kg/m². Pretende-se com este estudo: levantar os fatores que interferem no cálculo de risco de incêndio; levantar os tipos de edificações mais comumente construídos; considerar os fatores de segurança e risco destas edificações; elaborar um modelo matemático pelo uso de possibilidade de ocorrência de fatores em série ou paralelo para a ocorrência de incêndio, utilizando as fórmulas de Hazen–Williams; analisar os resultados obtidos no levantamento dos fatores de riscos e de



segurança; determinar as medidas de segurança a serem adotadas; analisar os resultados da aplicação do método; elaborar o Projeto de Prevenção Contra Incêndio. No estudo em questão foi abordado somente o Sistema Hidráulico Preventivo.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 NORMATIZAÇÃO

O projeto de prevenção contra incêndio em questão foi elaborado com base na Norma de Segurança Contra Incêndio do Estado de Santa Catarina – NSCI/94, e suas respectivas resoluções vigentes, sendo que, onde as especificações forem omissas, prevalecerão o que preconizam as normas.

2.1 CLASSIFICAÇÃO DO TIPO DE OCUPAÇÃO DAS EDIFICAÇÕES

De acordo com a norma, é analisado o tipo de edificação, esta em questão e do tipo Industrial, conforme Capítulo II, Art. 10, página 8 é classificada como: *Classificação do tipo (III) - Indústria;*

2.2 CLASSIFICAÇÃO DOS RISCOS DE INCÊNDIOS

Para efeito de determinação dos níveis de exigências dos sistemas de segurança contra incêndios, as edificações serão classificadas em função da ocupação, da localização e da carga de fogo, conforme dispõe o capítulo III, Art. 27, página 15. Por se tratar de Indústria, esta se adequa como: *Classificação do tipo (II) – RISCO MÉDIO*, porém de acordo com a RESOLUÇÃO nº 005/CAT/CCB/94, enquadra-se como **RISCO LEVE**. Sendo assim, se calculou a carga de fogo de acordo com as tabelas 01, 02 e 03, e se verificou que a mesma é inferior a 20 kg/m². Portanto, a pressão dinâmica mínima, em cada hidrante, será de 0,4 kg/cm².

Tabela 01 – Planilha de cálculo da carga de fogo

CALCULO CARGA DE FOGO - PAVILHAO DA FABRICA								
Material Combustível	Peso do Combustível	Poder Calorífico	Quantidade de Calor	Equivalente em Madeira	Área do Ambiente	Carga de Fogo Ideal	Coefficiente de correção	Carga de Fogo Corrigida
	Kg	Kcal/Kg	Kcal	Kg	m ²	Kg/m ²		
Móveis de Madeira	2.000,00	4.000,00	8.000.000,00	1.818,18	3.627,04	0,50	1,40	0,70
Artefatos de Madeira	1.200,00	4.000,00	4.800.000,00	1.090,91	3.627,04	0,30	1,40	0,42
Livros	1.000,00	4.000,00	4.000.000,00	909,09	3.627,04	0,25	1,20	0,30
Plásticos	500,00	7.500,00	3.750.000,00	852,27	3.627,04	0,23	1,00	0,23
Roupa	60.000,00	5.000,00	300.000.000,00	68.181,82	3.627,04	18,80	0,80	15,04
Papel	2.000,00	4.000,00	8.000.000,00	1.818,18	3.627,04	0,50	1,00	0,50
Borracha	500,00	7.500,00	3.750.000,00	852,27	3.627,04	0,23	1,00	0,23
Poliuretano	1.000,00	5.500,00	5.500.000,00	1.250,00	3.627,04	0,34	1,00	0,34
PVC Flexível	200,00	5.500,00	1.100.000,00	250,00	3.627,04	0,07	1,20	0,08
Látex	250,00	10.500,00	2.625.000,00	596,59	3.627,04	0,16	1,00	0,16
TOTAIS	68.650,00		341.525.000,00	77.619,32	3.627,04	21,40		18,03

Fonte: Autor (2012)

Tabela 02 – Planilha de cálculo da carga de fogo

CALCULO CARGA DE FOGO - REFEITORIO E APOIO								
Material Combustível	Peso do Combustível	Poder Calorífico	Quantidade de Calor	Equivalente em Madeira	Área do Ambiente	Carga de Fogo Ideal	Coefficiente de correção	Carga de Fogo Corrigida
	Kg	Kcal/Kg	Kcal	Kg	m ²	Kg/m ²		
Móveis de Madeira	2.500,00	4.000,00	10.000.000,00	2.272,73	679,11	3,35	1,40	4,69
Artefatos de Madeira	350,00	4.000,00	1.400.000,00	318,18	679,11	0,47	1,40	0,66
Plásticos	200,00	7.500,00	1.500.000,00	340,91	679,11	0,50	1,00	0,50
Roupa	150,00	5.000,00	750.000,00	170,45	679,11	0,25	0,80	0,20
Papel	200,00	4.000,00	800.000,00	181,82	679,11	0,27	1,00	0,27
Açúcar	20,00	4.000,00	80.000,00	18,18	679,11	0,03	1,00	0,03
Alcool	20,00	9.600,00	192.000,00	43,64	679,11	0,06	1,00	0,06
Gordura e Óleos Vegetais	20,00	10.000,00	200.000,00	45,45	679,11	0,07	1,00	0,07
TOTAIS	3.460,00		14.922.000,00	3.391,36	679,11	4,99		6,47

Fonte: Autor (2012)

Tabela 03 – Planilha de cálculo da carga de fogo

CALCULO CARGA DE FOGO - ADMINISTRAÇÃO								
Material Combustível	Peso do Combustível Kg	Poder Calorífico Kcal/Kg	Quantidade de Calor Kcal	Equivalente em Madeira Kg	Área do Ambiente m ²	Carga de Fogo Ideal Kg/m ²	Coefficiente de correção	Carga de Fogo Corrigida
Móveis de Madeira	3.500,00	4.000,00	14.000.000,00	3.181,82	846,29	3,76	1,40	5,26
Artefatos de Madeira	450,00	4.000,00	1.800.000,00	409,09	846,29	0,48	1,40	0,68
Plásticos	100,00	7.500,00	750.000,00	170,45	846,29	0,20	1,00	0,20
Roupa	450,00	5.000,00	2.250.000,00	511,36	846,29	0,60	0,80	0,48
Papel	1.000,00	4.000,00	4.000.000,00	909,09	846,29	1,07	1,00	1,07
Alcool	10,00	9.600,00	96.000,00	21,82	846,29	0,03	1,00	0,03
TOTAIS	5.510,00		22.896.000,00	5.203,64	846,29	6,15		7,73

Fonte: Autor (2012)

2.3 HIDRANTES DE PAREDE

Os hidrantes serão instalados em nichos de alvenaria, com porta em vidro blindex 8mm, no Prédio da Administração e Refeitório, no Pavilhão Industrial as caixas serão metálicas de sobrepor, padrão Bombeiro, sendo que todas terão a inscrição incêndio na sua parte frontal. Conforme capítulo VI, seção V, página 24, Art. 72 da NSCI/94, as linhas de mangueiras, dotadas de juntas de união, tipo Storz, não poderão ultrapassar o comprimento máximo de 30m. Assim, foram adotadas mangueiras de 30m (2x15), conforme especificação em projeto. Seguindo o que preceitua o capítulo VI, seção V, página 24, Art. 73, as mangueiras de todos os hidrantes serão de fibra têxtil, na cor branca e forrada internamente com borracha. Os esguichos terão diâmetro de 13mm. O hidrante de parede será composto, ainda, por um registro de gaveta com engate rápido (stors) em bronze diâmetro de 2 ½” e uma redução de 2 ½” para 1 ½”. Analisando o projeto, e utilizando mangueiras de 30m, este constará 12 hidrantes de parede locados conforme o projeto, obedecendo a distância máxima entre eles, de acordo com a norma.

2.4 CÁLCULO DA PRESSÃO E VAZÃO NECESSÁRIA

O projeto arquitetônico têm cota de reservatório 14,30m. Com base nessa informação, o cálculo verificará se a pressão está acima da pressão mínima exigida



por norma para o hidrante mais desfavorável. Para o cálculo, inicialmente se analisa o capítulo VI, seção III, página 23, Art. 65 e 66. Após analisados foram calculados com simultaneidade de funcionamento dos hidrantes H09; H10; H11 e H12; sendo H12 o mais desfavorável. Assim, se calcularam as pressões nos hidrantes H12, H11, H10 e H9.

- Vazão do hidrante mais desfavorável – H12,

Para o Trecho ==> H12-A, utilizou-se a equação:

$$QH_1 = 0,2046 * d^{2*} \sqrt{PM}$$

$$QH_1 = 0,2046 * 13^2 * \sqrt{4}$$

$$QH_1 = 69,15 \text{ l/min. ou } QH_1 = 0,00115 \text{ m}^3/\text{s}.$$

$$\text{Vazão: } 69,15 \text{ l/min} = 0,00115 \text{ m}^3/\text{s}$$

- Apresentação das peças, perdas de cargas equivalentes e comprimento equivalente total dos trechos em questão.

Ø requinte = 13mm (Art. 73)

Ø min tubulação 63 mm (Art. 48)

Ø mangueira 38 mm (Art. 73)

Fórmula usada para cálculo da perda de carga (Art. 68) C=120 (aço), C=140 (mangueira)

Comprimento da mangueira = 30 m (2x15m) – (Art. 72)

Reserva técnica de incêndio (RTI) mínima = 5.000L – (Art. 81), parágrafo 2;

Para o comprimento equivalente dos trechos, foi utilizada a equação abaixo, e se obtiveram os resultados conforme a tabela 04:

HP Tubulação:

$$L_{\text{tubulação}} = L_{\text{REAL}} + L_{\text{PEÇAS}}$$

Tabela 04 – Comprimento equivalente total dos trechos

HP TUBULAÇÃO				
Trecho	D mm	Lreal m	Lpeças m	Ltubulação m
H12-A	63	3,70	16,13	19,83
H11-A	63	0,00	14,76	14,76
A – B	63	32,52	3,54	36,06
H10-B	63	5,70	13,34	19,04
B – C	63	14,35	2,87	17,22
H9-C	63	15,60	6,85	22,45
C – R	75	91,46	26,46	117,92

Fonte: Autor (2012)

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após os resultados obtidos acima, foi realizado um memorial de cálculo em planilhas, demonstrando o resultado final das pressões, após o balanceamento destas, entre os pontos em hipóteses apresentadas, conforme mostrado nas tabelas 05, 06, 07, 08, 09, 10 e 11.

Tabela 05 – Cálculo da Vazão e Pressão no Hidrante menos favorável

1 - CÁLCULO DA VAZÃO NO HIDRANTE MENOS FAVORÁVEL			
	DADOS H12-A	VALOR	
P_{H12}	PRESSÃO DINÂMICA DE UTILIZAÇÃO EM (m.c.a)	4,0770	8,909 Pressão no ponto A
d_{req}	DIÂMETRO DO REQUINTE EM (mm)	13,000	-3,700 Diferença de nível
L_{mang}	COMPRIMENTO DA MANGUEIRA EM (m)	30,000	-1,131 perda de carga
Q_{H12}	VAZÃO NO HIDRANTE MENOS FAVORÁVEL		4,0785 Pressão Disponível
$Q_{H12} = 0,2046 \times d^2 \times P_{H12}^{1/2}$		=	69,8172 l/min
		=	0,00116 m ³ /s 0,001163621

Fonte – Autor (2012)

Tabela 06 – Cálculo da Vazão e Pressão no Hidrante menos favorável

2 - CÁLCULO DA VAZÃO NO HIDRANTE MENOS FAVORÁVEL

DADOS H11-A		VALOR	
P_{H11}	PRESSÃO DINÂMICA DE UTILIZAÇÃO EM (m.c.a)	7,0650	8,909 Pressão no ponto A
d_{req}	DIÂMETRO DO REQUINTE EM (mm)	13,000	0,000 Diferença de nível
L_{mang}	COMPRIMENTO DA MANGUEIRA EM (m)	30,000	-1,847 perda de carga
Q_{H11}	VAZÃO NO HIDRANTE MENOS FAVORÁVEL		7,0625 Pressão Disponível
$Q_{H11} = 0,2046 \times d^2 \times P_{H11}^{1/2}$		=	91,9070 l/min
		=	0,00153 m ³ /s

Fonte – Autor (2012)

Tabela 07 – Cálculo da Vazão e Pressão no Hidrante menos favorável

3 - CÁLCULO DA VAZÃO NO HIDRANTE MENOS FAVORÁVEL

DADOS H12+H11 - (A-B)		VALOR	
P_{H11+12}	PRESSÃO DINÂMICA DE UTILIZAÇÃO EM (m.c.a)		10,919 Pressão no ponto B
d_{req}	DIÂMETRO DO REQUINTE EM (mm)	13,000	-1,200 Diferença de nível
L_{mang}	COMPRIMENTO DA MANGUEIRA EM (m)		-0,810 perda de carga
Q_{H11+12}	VAZÃO NO HIDRANTE MENOS FAVORÁVEL		8,9093 Pressão Disponível A
$Q_{H11+12} = 0,2046 \times d^2 \times P_{H11+12}^{1/2}$		=	161,7242 l/min
		=	0,00270 m ³ /s

Fonte – Autor (2012)

Tabela 08 – Cálculo da Vazão e Pressão no Hidrante menos favorável

4 - CÁLCULO DA VAZÃO NO HIDRANTE MENOS FAVORÁVEL

DADOS H10-B		VALOR	
P_{H10}	PRESSÃO DINÂMICA DE UTILIZAÇÃO EM (m.c.a)	6,7250	10,919 Pressão no ponto B
d_{req}	DIÂMETRO DO REQUINTE EM (mm)	13,000	-2,400 Diferença de nível
L_{mang}	COMPRIMENTO DA MANGUEIRA EM (m)	30,000	-1,791 perda de carga
Q_{H10}	VAZÃO NO HIDRANTE MENOS FAVORÁVEL		6,7277 Pressão Disponível
$Q_{H10} = 0,2046 \times d^2 \times P_{H10}^{1/2}$		=	89,6682 l/min
		=	0,00149 m ³ /s

Fonte – Autor (2012)

Tabela 09 – Cálculo da Vazão e Pressão no Hidrante menos favorável

5 - CÁLCULO DA VAZÃO NO HIDRANTE MENOS FAVORÁVEL

DADOS A H12+H11+H10 (B-C)		VALOR	
P_{3H}	PRESSÃO DINÂMICA DE UTILIZAÇÃO EM (m.c.a)	11,652	Pressão no ponto C
d_{req}	DIÂMETRO DO REQUINTE EM (mm)	13,000	0,000 Diferença de nível
L_{mang}	COMPRIMENTO DA MANGUEIRA EM (m)		-0,733 perda de carga
Q_{3H}	VAZÃO NO HIDRANTE MENOS FAVORÁVEL	10,9192	Pressão Disponível B
$Q_{3H} = 0,2046 \times d^2 \times P_{3H}^{1/2}$		=	251,3924 l/min
		=	0,00419 m ³ /s

Fonte – Autor (2012)

Tabela 10 – Cálculo da Vazão e Pressão no Hidrante menos favorável

6 - CÁLCULO DA VAZÃO NO HIDRANTE MENOS FAVORÁVEL

DADOS H9-C		VALOR	
P_{H9}	PRESSÃO DINÂMICA DE UTILIZAÇÃO EM (m.c.a)	7,2950	11,652 Pressão no ponto C
d_{req}	DIÂMETRO DO REQUINTE EM (mm)	13,000	-2,400 Diferença de nível
L_{mang}	COMPRIMENTO DA MANGUEIRA EM (m)	30,000	-1,955 perda de carga
Q_{H9}	VAZÃO NO HIDRANTE MENOS FAVORÁVEL	7,2970	Pressão Disponível
$Q_{H9} = 0,2046 \times d^2 \times P_{H9}^{1/2}$		=	93,3910 l/min
		=	0,00156 m ³ /s 0,001557

Fonte – Autor (2012)

Tabela 11 – Cálculo da Vazão e Pressão no Hidrante menos favorável

17- CÁLCULO DA VAZÃO NO HIDRANTE MENOS FAVORÁVEL

DADOS C-R		VALOR	
P_C	PRESSÃO DINÂMICA DE UTILIZAÇÃO EM (m.c.a)	0,000	Pressão no ponto R
d_{req}	DIÂMETRO DO REQUINTE EM (mm)	15,500	Diferença de nível
L_{mang}	COMPRIMENTO DA MANGUEIRA EM (m)		-3,848 perda de carga
Q_C	VAZÃO NO HIDRANTE MENOS FAVORÁVEL	11,6517	Pressão Disponível C
$Q_C = 0,2046 \times d^2 \times P_C^{1/2}$		=	344,7834
		=	0,00575

Fonte – Autor (2012)



Após o cálculo das pressões, se analisou que o Reservatório com cota de 14,30m apresenta uma pressão suficiente em todos os hidrantes, isto é, uma pressão superior a 4 m.c.a., conforme exigência da norma.

3.1 CÁLCULO DA RESERVA TÉCNICA DE INCÊNDIO (R.T.I.)

Seguiu-se o que destaca o capítulo VI, seção VII, página 25, Art. 81, nos seguintes itens:

[...] b) Risco Médio e Risco Elevado - As vazões nos hidrantes mais desfavoráveis, considerando em uso simultâneo:
[...]4) Hidrantes: quando instalados mais de 6 hidrantes; e acrescer 2 minutos por hidrantes excedente a quatro.

Obteve-se:

Cálculo da vazão dos hidrantes mais desfavoráveis

$$Q_t = H_{12} * 4$$

$$69,15 * 4 = 276,60 \text{ l/min}$$

Cálculo do tempo de funcionamento dos hidrantes:

$$A_t = 60 \text{ minutos} + 16 \text{ minutos (2 minutos a cada hidrante excedente a 4 hidrantes)}$$

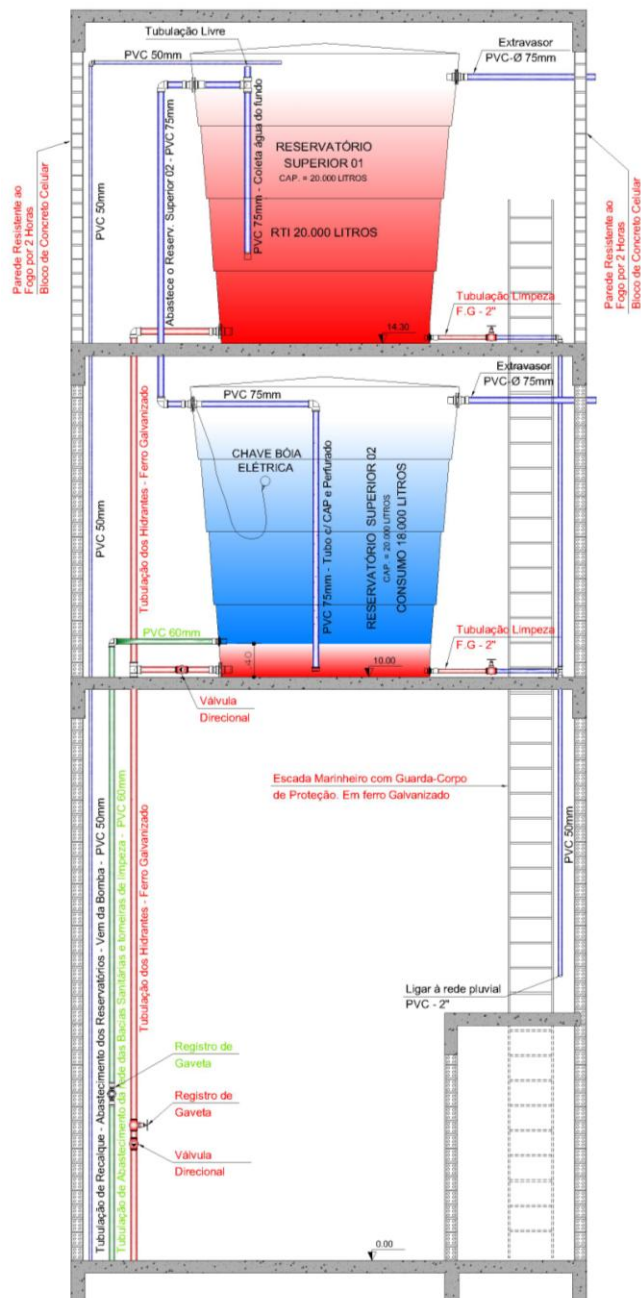
$$RTI = 276,60 \text{ l/min} * (76)$$

$$RTI = 21.021 \text{ litros} = 21,02 \text{ m}^3$$

3.2 RESERVATÓRIOS

De acordo com o cálculo da R.T.I., o volume necessário é de 21.021 litros, assim precisaria adotar um reservatório de 25.000 litros. Por questões arquitetônicas, o reservatório com capacidade de 25.000 litros não seria possível ser instalado. Por esse motivo, serão utilizados dois reservatórios de fibra de vidro com capacidade para 20.000 litros, num total de 40.000 litros. Sendo um na cota de 14,30m e outro na cota de 10,00m. Neste caso, necessitaria de uma segunda hipótese para a verificação se a pressão está acima da pressão mínima exigida, por norma para o hidrante mais desfavorável na cota de 10,00m, conforme detalhado na figura 01.

Figura 01 – Corte Reservatório do Pavilhão da Fábrica



Fonte – Autor (2012)



4. CONCLUSÕES

Conforme cálculos obtidos volume reservado exclusivo para RTI no reservatório com cota de 14,30m é de 20.000 litros, considerado uma diferença de apenas 5% faltante para atender a norma, que é de 21.021 litros. Por esta razão, foi feita a verificação da pressão necessária em uma segunda hipótese, isto é, no reservatório com cota de 10,00m, o qual foi seguido o mesmo roteiro de cálculo da hipótese anterior, nos hidrantes mais desfavoráveis. Com base nos cálculos das pressões dessa hipótese, se analisou que apresenta pressão insuficiente apenas no Hidrante H12, sendo que, nos demais, a pressão é superior a 4 m.c.a., atendendo a norma. Assim, ficou definido que serão utilizados dois reservatórios de fibra de vidro com capacidade para 20.000 litros, num total de 40.000 litros, sendo interligados os dois reservatórios, disponibilizando 40.000 litros, onde estarão locados em cotas de níveis diferentes. Assim sendo, se utiliza uma válvula de retenção no reservatório inferior, liberando a reserva somente quando esgotar toda a água do superior.



REFERÊNCIAS

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

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14323** - Dimensionamento de estruturas de aço e de estruturas mistas aço-concreto de edifícios em situação de incêndio. Rio de Janeiro, 1999.

BERTO, A. F. **Medidas de proteção contra incêndio**: aspectos fundamentais a serem considerados no projeto arquitetônico dos edifícios. 1991- Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo. São Paulo, 1991

GOMES, Ary Gonçalves, **Sistemas de prevenção contra incêndios**. Rio de Janeiro: Interciência, 1998.

GOUVEIA, A. M. C.. **Análise de Risco de Incêndio em Sítios Históricos**. Brasília, DF. IPHAN / Monumenta, 2006.

LUZ NETO, Manoel Altivo da. **Condições de segurança contra incêndio**. Brasília: Ministério da Saúde, 1995.

MONTEIRO, S. D. **Proposta urbanística para segurança contra incêndio das zonas edificadas, em Cuiabá**. Depto. de Engenharia. UFMT, Cuiabá, MT. 1992.

OLIVEIRA, Marcos de. **Manual de estratégias táticas e técnicas de combate a incêndio estrutural**. Florianópolis: Editograf, 2005.

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.

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_seg/extprev.htm

http://www.bombeiros.com.br/br/utpub/instrucoes_tecnicas/it%2017.pdf

<http://www.abnt.org.br/cb24/comentario/admin/CE2430203TextoBaseRev12693Extintores.pdf>

<http://www.fundacentro.gov.br/dominios/ctn/anexos/cdNr10>