

**UNIVERSIDADE DO EXTREMO SUL CATARINENSE - UNESC
PÓS-GRADUAÇÃO ESPECIALIZAÇÃO EM ENGENHARIA DE SEGURANÇA NO
TRABALHO**

RENATO BONALDO RAFAEL

**ELABORAÇÃO E IMPLANTAÇÃO DO PROJETO DE PREVENÇÃO CONTRA
INCÊNDIO EM UMA INDÚSTRIA DE EMBALAGENS PLÁSTICAS NO MUNICÍPIO
DE ARARANGUÁ-SC.**

CRICIÚMA, 2014

RENATO BONALDO RAFAEL

**ELABORAÇÃO E IMPLANTAÇÃO DO PROJETO DE PREVENÇÃO CONTRA
INCÊNDIO EM UMA INDÚSTRIA DE EMBALAGENS PLÁSTICAS NO MUNICÍPIO
DE ARARANGUÁ-SC**

Monografia apresentada ao Setor de Pós-graduação da Universidade do Extremo Sul Catarinense - UNESC, para a obtenção do título de especialista em Engenharia de Segurança no Trabalho.

Orientador(a): Prof. Álvaro José Back

CRICIÚMA, 2014

Aos meus pais João de Souza Rafael e Neuza Maria Rafael (*sempre presente*), que são a inspiração para o meu sucesso.

AGRADECIMENTOS

A todos os professores do curso de Engenharia de Segurança no Trabalho pelo conhecimento transmitido e agradável convivência, em especial ao Prof. Álvaro José Back pela orientação.

Aos colegas do curso de Engenharia de Segurança no Trabalho, por toda amizade e respeito que marcaram para sempre este período com eternas lembranças.

A minha esposa Sabrina Vicente Duarte Rafael por todas as suas atitudes e principalmente por ter sido compreensiva com minha ausência.

Aos meus pais, João e Neuza “*sempre presente*”, e meus irmãos, Rosana e Rodrigo responsáveis por tudo que sou, e que nunca pouparam esforços para possibilitar a realização dos meus estudos.

Ao Sr. Ademir Maçaneiro, por disponibilizar sua edificação para ser objeto deste trabalho.

**“Nenhuma grande vitória é possível sem que
tenha sido precedida de pequenas vitórias sobre
nós mesmos.”**

(L. M. Leonov)

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Triângulo do fogo	12
Figura 2 - Tetraedro ou quadrado do fogo	12
Figura 3 - Sinalização de abandono de local no escritório.	41
Figura 4 - Central de alarme de incêndio no escritório.	42
Figura 5 - Iluminação de emergência na recepção do escritório.	42
Figura 6 - Sistemas de segurança contra incêndio na circulação do escritório.	43
Figura 7 - Iluminação de emergência na cozinha.	43
Figura 8 - Iluminação de emergência na sala de reuniões.	44
Figura 9 – Iluminação de emergência na sala de reuniões.	44
Figura 10 - Hidrante e caixa de mangueiras do escritório.	45
Figura 11 - Visão das mangueiras e do registro de globo.	45
Figura 12 - Extintor de incêndio no pavilhão 01.	46
Figura 13 - Bloco autônomo de iluminação, hidrante duplo, caixa de mangueira e botoeira do alarme de incêndio do pavilhão 01.	46
Figura 14 - Sinalização de abandono de local do portão lateral do pavilhão 01.	47
Figura 15 - Blocos autônomos de iluminação e sinalização de abandono de local do portão frontal no pavilhão 01.	47
Figura 16 - Extintor de incêndio obstruído no pavilhão 01.	48
Figura 17 - Blocos de iluminação de emergência no pavilhão 01.	48
Figura 18 - Extintor de incêndio obstruído pelas embalagens plásticas no pavilhão 01.	49
Figura 19 - Extintor de incêndio, bloco de iluminação, acionador de alarme de incêndio, hidrante duplo e caixa de mangueiras no pavilhão 02.	50
Figura 20 - Extintor de incêndio e bloco de iluminação de emergência no pavilhão 02.	50
Figura 21 - Blocos de iluminação de emergência e extintor bloqueado no pavilhão 02.	51
Figura 22 - Extintor de incêndio e bloco de iluminação de emergência no pavilhão 02.	51
Figura 23 - Blocos autônomos de iluminação e sinalização de abandono de local do portão frontal no pavilhão 02.	51

Figura 24 - Extintor de incêndio e sinalização de abandono de local do portão lateral do pavilhão 02.	52
Figura 25 - Tubulação em ferro galvanizado descendo do reservatório.....	53
Figura 26 - Escada tipo marinha com guarda-corpo para acesso ao reservatório.	53
Figura 27 - Reservatório de 5.000,00 L em fibra de vidro, tubulação de recalque e tubulação do extravasor.	54
Figura 28 - Tubulação de incêndio, registro de gaveta e válvula de retenção na saída do reservatório.	54
Figura 29 - Hidrante duplo, caixa de mangueiras nos pavilhões.....	55
Figura 30 - Hidrante duplo, caixa de mangueiras no escritório.....	55
Figura 31 - Hidrante de recalque na calçada do passeio público.....	56

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Sistemas exigidos para edificações industriais.	17
Tabela 2 - Requisitos para constituição de capacidade extintora (extintores portáteis).	21
Tabela 3 - Características dos extintores sobre rodas	21
Tabela 4 - Tipos de Mangueiras.....	24
Tabela 5 - Coeficientes de rugosidade de Hazen-Williams.	26
Tabela 6 - Dados para dimensionamento das saídas de emergência.....	28
Tabela 7 - Dimensões mínimas e distâncias entre pontos de sinalização de abandono de local.	31
Tabela 8 - Cálculo da carga de fogo.	35
Tabela 9 - Cálculo de Numero de Extintores.....	36

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	REFERENCIAL TEÓRICO	11
2.1	Prevenção e combate a incêndio	11
2.1.1	O fogo	11
2.1.1.1	Combustível	13
2.1.1.2	Calor.....	13
2.1.1.3	Comburente.....	13
2.1.2	Incêndio.....	14
2.1.3	Métodos de extinção de incêndio	14
2.1.3.1	Resfriamento	14
2.1.3.2	Abafamento	15
2.1.3.3	Isolamento.....	15
2.1.4	Classes de incêndio	15
2.1.4.1	Classe A.....	16
2.1.4.2	Classe B.....	16
2.1.4.3	Classe C.....	16
2.1.5	Normas para elaboração do projeto de prevenção contra incêndio em indústrias para o estado de Santa Catarina.....	17
2.1.5.1	Dos sistemas de prevenção de incêndio	17
2.1.5.2	Carga de incêndio	18
2.1.5.3	Sistema de proteção por extintores.....	20
2.1.5.4	Sistema hidráulico preventivo.....	22
2.1.5.5	Saídas de emergência.....	27
2.1.5.6	Iluminação de emergência	30
2.1.5.7	Da iluminação de sinalização e orientação	31
2.1.5.8	Sistema de alarme e detecção	31
3	METODOLOGIA	33
4	APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS.....	35
4.1	Cálculo da carga do fogo.....	35
4.2	Sistema de proteção por extintores.....	35
4.2.1	Da Área de Proteção	36
4.2.2	Do Caminhamento.....	36

4.2.3	Número Mínimo de Extintores - N_{min}	36
4.3	Sistema hidráulico preventivo.....	36
4.3.1	Memorial de cálculo	37
4.3.2	Cálculo da RTI	38
4.4	Instalações de gás (GLP).....	39
4.5	Cálculo das saídas de emergência e unidades de passagem.....	39
4.5.1	Cálculo das saídas de emergência	39
4.6	Sistema de alarme de incêndio	40
4.7	Sinalização de abandono de local.....	40
4.8	Iluminação de emergência	40
4.9	Inspeção da execução dos sistemas de prevenção contra incêndio	41
4.9.1	Escritório	41
4.9.2	Pavilhão 01	45
4.9.3	Pavilhão 02	49
4.9.4	Elementos do sistema hidráulico preventivo	52
5	CONCLUSÃO	57
	REFERÊNCIAS	58
	ANEXO(S)	60

1 INTRODUÇÃO

O presente trabalho tem por objetivo elaborar um projeto de prevenção contra incêndio de uma indústria de plásticos no município de Araranguá/SC. O projeto de proteção contra descargas atmosféricas é de atribuição de um engenheiro eletricista, e não será objeto deste trabalho.

O trabalho será todo baseado nas instruções normativas do Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina, que é a legislação vigente no que se trata deste assunto no estado de Santa Catarina. Assim todos os sistemas de prevenção contra incêndio serão dimensionados exclusivamente pelas instruções normativas que lhe são cabíveis.

Ainda será feita uma análise da correta instalação dos sistemas executados na edificação, de acordo com o projeto elaborado.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Prevenção e combate a incêndio

Para poder adentrar no tema de prevenção e combate a incêndio, é necessário dar um embasamento teórico sobre o fogo e seus elementos, transmissão de calor, incêndio e métodos de extinção, contribuindo desta forma para melhor compreensão do assunto e desenvolvimento do trabalho. A partir daí entra no contexto propriamente dito abrangendo as classes de incêndio, os equipamentos de combate ao incêndio inclusive os cuidados e manutenções dos mesmos, prevenção e combate ao incêndio.

Conforme Seito (2008, p.22), a prevenção se constitui em um conjunto de medidas para evitar o incêndio, ou seja, evitar a união do calor com o combustível, como também promover o treinamento das pessoas para hábitos e atitudes preventivas. Para tanto, é necessário um gerenciamento para a prática do treinamento, elaboração de um plano e um procedimento de emergência e a manutenção dos equipamentos.

Segundo a Norma regulamentadora 23 (NR-23), Todos os empregadores devem adotar medidas de prevenção de incêndios, em conformidade com a legislação estadual e as normas técnicas aplicáveis.

A NR-23 ainda determina que o empregador deva providenciar para todos os trabalhadores as informações sobre a utilização dos equipamentos de combate ao incêndio, os procedimentos para evacuação dos locais de trabalho com segurança e dispositivos de alarme existentes.

2.1.1 O fogo

Para o desenvolvimento deste trabalho o qual é relacionado à prevenção contra incêndio, é de extrema importância o conhecimento sobre a composição e os efeitos do fogo.

Segundo Pereira e Popovic (2007, p.24), “O fogo é um processo químico de transformação, também denominado combustão, que atinge os materiais combustíveis e inflamáveis”. Estes materiais quando misturados com o comburente, o oxigênio, e por uma fonte externa de calor, inicia uma reação química, gerando ainda mais calor, tendo como produto final luz e calor.

Além da luz e do calor, outros produtos podem ser gerados como é o caso da fumaça, água, fuligem entre outros. Segundo Ono (2004 *apud* Procoro e Duarte, 2006) o fogo é uma manifestação de combustão rápida com emissão de luz e calor, é constituído por três entidades distintas, que compõem o chamado "Triângulo do Fogo" (Figura 1).



Figura 1 – Triângulo do fogo

Fonte: www.areaseg.com.

Atualmente foi acrescentado mais um elemento ao triângulo do fogo, a reação em cadeia, formando assim o tetraedro ou quadrado de fogo (Figura 2).

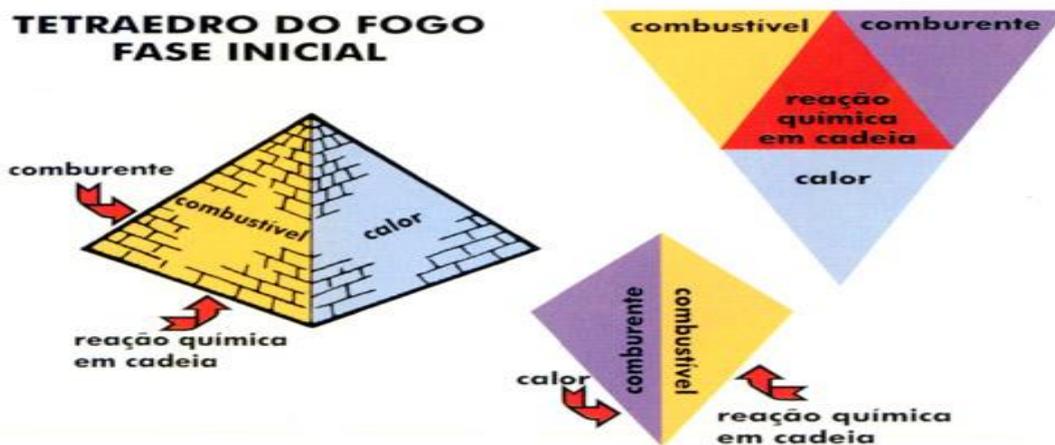


Figura 2 - Tetraedro ou quadrado do fogo

Fonte: www.users.femanet.com.br/química/matsemana/MOD_2.doc.

Segundo Camillo Júnior (2008, p.19), o combustível após entrar em combustão irá produzir ainda mais calor, o qual provocará a geração de ainda mais gases combustíveis, promovendo uma reação em cadeia. Para Secco (1970, p.14), a reação em cadeia vai continuar enquanto houver combustível. Esta reação é representada também por um quadrado do fogo.

2.1.1.1 Combustível

O combustível é o responsável pelo desenvolvimento e o alastramento do fogo, é o material que queima. Conforme Camillo Júnior (2008, p.16), o combustível é o elemento que alimenta o fogo e contribui para a sua propagação, pois onde houver combustível, o fogo caminhará por ele, podendo aumentar ou diminuir sua faixa de ação. O combustível pode ser sólido, líquido e gasoso.

O combustível é o elemento que contribui para a alimentação e propagação do fogo, e compreende com raras exceções todos os materiais que se podem imaginar tais como: papel, madeira, tecidos, óleos, carvão, podendo ser sólidos, líquidos ou gasosos. No entanto, raros são os corpos que combinam com o oxigênio no estado sólido. Para queimarem, os corpos orgânicos no estado sólido necessitam de mudar para o estado gasoso, pois apenas desta forma é possível existir a reação com o oxigênio. Da mesma forma com os combustíveis no estado líquido, que também necessitam de passar para o estado gasoso para poder reagir com o oxigênio e possibilitar a combustão (SECCO, 1970, p.11).

2.1.1.2 Calor

Para Pereira e Popovic (2007, p.26), o calor é o elemento que inicia o fogo, contribuindo para a propagação através do combustível.

É o elemento que proporciona a energia para ativação da reação entre o combustível e o comburente, promovendo a propagação e a manutenção da combustão. Como de primordial importância, o calor aumenta a temperatura dos materiais, contribuindo para a mudança do estado físico dos corpos, do estado sólido ou líquido para o estado gasoso (REIS, 1987, p.3).

2.1.1.3 Comburente

Para Pereira e Popovic (2007, p.26), a propriedade mais importante do oxigênio é oxidar os materiais, que pode ser uma reação lenta ou rápida, e quando nesta reação de oxidação existe liberação de calor, é dado o nome de combustão.

“Genericamente, o comburente é definido como “mistura gasosa que contém o oxidante em concentração suficiente para que em seu meio se desenvolva a reação de combustão” (REIS, 1987, p.2).

O comburente que está presente em quase todas as combustões é o oxigênio, que tem a propriedade de dar vida as chamas, e intensifica a combustão. Desta forma é que em ambientes escassos em oxigênio, o fogo não tem chamas, e em ambientes ricos estas são intensas e com temperaturas elevadas (SECCO, 1970, p.13).

2.1.2 Incêndio

O incêndio é considerado como uma forma de combustão sem controle, podendo atingir extensões incomuns, provoca gases, chama, calor e fumaça, que contribui para gerar queimaduras, propagar o incêndio, irritação nos olhos, lesões no aparelho respiratório entre outros malefícios, pondo em risco a vida, o meio ambiente e os bens (PEREIRA e POPOVIC, 2007, p.29).

2.1.3 Métodos de extinção de incêndio

Sendo o incêndio um evento gerador de grandes malefícios, é necessária a extinção do mesmo através dos métodos de extinção como, resfriamento, abafamento e isolamento, os quais são baseados triângulo do fogo, pois o incêndio sempre irá existir quando estes três elementos estiverem presentes na reação.

Assim, os métodos de extinção de incêndio têm a finalidade de eliminar pelo menos um destes elementos do triângulo do fogo, extinguindo desta forma a combustão.

2.1.3.1 Resfriamento

O resfriamento é o método utilizado para diminuir a temperatura do material em combustão, visando retirar o calor produzido do fogo, até a temperatura abaixo do ponto de combustão ou de ignição, e em determinados casos até abaixo do ponto de fulgor (PEREIRA e POPOVIC, 2007, p.35).

O agente mais usado para combater o incêndio através do método do resfriamento é a água, que além de existir em abundância, é o corpo que tem a maior capacidade de absorver calor (SECCO, 1970, p.15).

2.1.3.2 Abafamento

O abafamento é o método que consiste em diminuir a taxa de oxigênio do ambiente até um valor abaixo do limite necessário para a existência do fogo (PEREIRA e POPOVIC, 2007, p.36).

Para Secco (1970, p.15), o abafamento é o método de extinção que consiste na eliminação do oxigênio nas proximidades do fogo, ou na diminuição de sua porcentagem. Dos gases que compõem o ar atmosférico, o oxigênio constitui 21%, sendo o restante formado por 78% de nitrogênio e 1% de outros gases, verifica-se que apenas existirão chamas em corpos líquidos e gasosos quando a taxa de oxigênio for maior que 13%. Abaixo desta taxa não existirá chamas, sendo o fogo extinto. Já para corpos sólidos, a taxa de oxigênio deve ser menor que 8%, pois abaixo deste valor não existirá nenhuma forma de combustão. Acima de 8% para corpos sólidos, o fogo continuará sob a forma de combustão lenta sem haver chamas.

2.1.3.3 Isolamento

É o método que consiste apenas na retirada do material da rota de propagação do fogo, caso ainda não tenha sido atingido pelo mesmo. Caso em um determinado ambiente exista algum equipamento em chamas, e por algum motivo seja impraticável a extinção do fogo, deve-se neste caso afastar outros objetos da proximidade do fogo, com a finalidade de evitar a sua propagação. Este método é o mais simples. É apenas a retirada do material combustível do campo de propagação, o qual ainda não foi atingido pelo fogo (PEREIRA e POPOVIC, 2007, p.36).

2.1.4 Classes de incêndio

Com a finalidade de facilitar tanto o estudo como o combate ao incêndio, por intermédio de equipamentos com extintores, hidrantes entre outros, os incêndios são divididos em quatro classes: A, B, C e D (PEREIRA e POPOVIC, 2007, p.38).

Para Reis (1987, p.16), saber escolher o equipamento correto é de suma importância, sendo necessário o conhecimento e a identificação do incêndio. Do contrário, um erro na escolha do equipamento adequado, pode comprometer toda a operação de combate ao incêndio, podendo inclusive agravar a situação, aumentando as chamas, espalhando-as ou ainda promover novas causas de fogo como curtos-circuitos.

2.1.4.1 Classe A

São incêndios em materiais sólidos de fácil combustão, que tem as características de queimarem em sua superfície e em profundidade e que deixam resíduos. A madeira, tecido, papel e borracha são exemplos deste material. Para este tipo de incêndio, o agente extintor mais comum é a água, que age através do método do resfriamento (PEREIRA e POPOVIC, 2007, p.38).

2.1.4.2 Classe B

São incêndios em materiais líquidos combustíveis ou inflamáveis, que queimam apenas na superfície e não deixam resíduos. Exemplos destes materiais são óleos, tintas e gasolina. Para este tipo de incêndio, o agente extintor age através do método do abafamento (PEREIRA e POPOVIC, 2007, p.38).

Tanto Reis (1987, p.16) como Secco (1970, p69), referem-se para esta classe de incêndio apenas em materiais líquidos como a gasolina, óleos, tintas, os quais queimam apenas em sua superfície sem deixar resíduos, e com método de extinção o abafamento.

2.1.4.3 Classe C

Esta classe de incêndio se caracteriza por serem em instalações elétricas ou equipamentos elétricos energizados. Nos prédios residenciais são encontrados em toda a sua instalação pontos de possíveis desencadeadores de incêndio, como quadros de distribuição de energia, geradores, subestação, motores, e instalação elétrica geral. Como este tipo de incêndio oferece risco ao operador, o agente extintor não pode ser condutor de eletricidade.

São incêndios em equipamentos elétricos energizados, como motores, quadros de distribuição de energia, casas de máquinas entre outros. A extinção deste tipo de incêndio é pelo método do abafamento. Caso estes equipamentos não estejam energizados, a classe do incêndio será função do material envolvido (PEREIRA e POPOVIC, 2007, p.39).

2.1.5 Normas para elaboração do projeto de prevenção contra incêndio em indústrias para o estado de Santa Catarina

2.1.5.1 Dos sistemas de prevenção de incêndio

Segundo o artigo 99, a Instrução Normativa 001 – Corpo de Bombeiros de Santa Catarina (CBMSC): Nas edificações INDUSTRIAIS, serão exigidos:

Tabela 1 - Sistemas exigidos para edificações industriais.

Altura	Área total	Sistema ou medida
-	-	Proteção por Extintores
-	-	Saídas de Emergência
-	-	Instalações de gás combustível (quando houver consumo de gás)
-	-	Iluminação de Emergência e Sinalização para Abandono do Local nas áreas de circulação, nas saídas de emergência e nos elevadores
-	-	Materiais de acabamento e revestimento, ver IN 018/DAT/CBMSC
-	-	Caldeiras e vasos de pressão, atender a IN 032/DAT/CBMSC
-	≥ 750m ²	Sistema de Alarme e Detecção de Incêndio
-	≥ 3000m ²	Chuveiros automáticos (desde que com carga de incêndio > 120 kg/m ²)
> 6m	≥ 750m ²	Paredes Corta-Fogo (desde que com a carga incêndio > 120 kg/m ²)
≥ 12	≥ 750 m ²	Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas (pode ser dispensado conforme a IN 010/DAT/CBMSC)
≥ 12m	≥ 750 m ²	Sistema Hidráulico Preventivo
≥ 12m	≥ 750 m ²	Plano de Emergência
> 20m	-	Dispositivo para ancoragem de cabos
> 40m	-	Local para resgate aéreo
> 60m	-	Elevador de emergência

Fonte: Instrução Normativa 003 - CBMSC

2.1.5.2 Carga de incêndio

De acordo com o artigo 4º da Instrução Normativa (IN) 003 - CBMSC, para a classificação do risco de incêndio das edificações, é utilizada a carga de incêndio. Para risco leve a carga de incêndio ideal deve ser menor que 60 kg/m², carga de incêndio ideal entre 60 e 120 Kg/m², trata-se de risco médio e carga de incêndio ideal maior do que 120 Kg/m², risco elevado

Segundo a IN 003, artigo 5º, a princípio as edificações possuem a carga de incêndio distribuídas pela ocupação do imóvel, distribuídas da seguinte forma:

I - RISCO LEVE – para ocupação tipo:

- a) Residencial privativa multifamiliar;
- b) Residencial coletiva;
- c) Comercial (exceto supermercados ou galerias comerciais);
- d) Pública;
- e) Escolar geral;
- f) Escolar diferenciada;
- g) Reunião de Público com concentração;
- h) Reunião de Público sem concentração;
- i) Hospitalar sem internação e sem restrição de mobilidade;
- j) Parques aquáticos;
- k) Atividades agropastoris (exceto silos);
- l) Riscos diferenciados;
- m) Mista (para duas ou mais ocupações previstas neste inciso, desde que exista compartimentação entre as diferentes ocupações e com saídas de emergência independentes).

II – RISCO MÉDIO – para ocupação tipo:

- a) Residencial transitória;
- b) Garagens;
- c) Mista (quando não houver compartimentação entre as diferentes ocupações ou com sobreposição de fluxo nas saídas de emergência);
- d) Industrial;
- e) Comercial (apenas supermercados ou galerias comerciais);

- f) Shopping Center;
- g) Hospitalar com internação ou com restrição de mobilidade;
- h) Postos de revenda de GLP;
- i) Locais com restrição de liberdade;
- j) Depósitos;
- k) Atividades agropastoris (apenas silos);
- l) Túneis, galerias e minas;
- m) Edificações especiais (apenas para oficinas de consertos de veículos automotores, caldeiras ou vasos sob pressão);

III – RISCO ELEVADO – para ocupação tipo:

- a) Postos para reabastecimentos de combustíveis;
- b) Edificações especiais (apenas para depósito de combustíveis, inflamáveis, explosivos ou munições).

Porém a carga de incêndio só é definida depois de calculada a carga de incêndio.

A IN 003 adota que os valores da carga de incêndio específica e carga de incêndio podem ser obtidas conforme roteiro abaixo:

- I – relacionar os materiais combustíveis encontrados na edificação ou área de risco, inclusive o mobiliário;
- II - levantamento do peso estimado dos combustíveis;
- III - relacionar os respectivos poderes caloríficos;
- IV - cálculo da quantidade de calor por combustível:

$$Q = k_i \times p_i \text{ (kcal) ou (MJ)}$$

2.5.1.2-1

Onde: Q = Quantidade de calor - (kcal ou MJ)

i = Unidade considerada - (i = varia de 1 até n, dependendo dos diferentes tipos de materiais existentes no local)

k = Poder calorífico - (kcal/kg ou MJ/kg)

p = Peso do combustível - (kg)

V - somatório das quantidades de calor: (kcal) ou (MJ)

VI - cálculo da carga de incêndio específica:

$$q_e = \sum Q/S \text{ (kcal/m}^2\text{) ou (MJ/m}^2\text{)}$$

2.5.1.2-2

Onde: q_e = valor da carga de incêndio específica - (kcal/m² ou MJ/m²)

$\sum Q$ = Somatório da quantidade de calor - (kcal ou MJ)

S = área da edificação, da área de risco ou do compartimento – (m²)

VII - cálculo da carga de incêndio ideal (equivalente em madeira) – (kg/m²)

$$q_i = q_e/K_m \text{ (kg/m}^2\text{)}$$

2.5.1.2-3

Onde: k_m = poder calorífico médio da madeira (madeira padrão) = 4550kcal/kg = 19 MJ/kg

2.1.5.3 Sistema de proteção por extintores

O extintor de incêndio é um aparelho de acionamento manual, portátil ou sobre rodas, constituído de recipiente metálico, que pode ser de aço, cobre, latão ou material equivalente e seus acessórios, que contém no seu interior um agente extintor, que pode ser expelido por um agente propelente e dirigido sobre um foco de fogo. Os extintores utilizados no sistema de proteção contra incêndio poderão ser do tipo manual ou sobre rodas, observando o que está prescrito no capítulo referente a extintores. (Instrução Normativa 006 - CBMSC, 2014, p.05).

Para CBMSC – IN 006 2014, p. 05), artigo 8º, os extintores de incêndio recebem o nome de acordo com o agente extintor que contêm:

- I - água pressurizada;
- II - espuma mecânica;
- III - pós para extinção de incêndio (BC, ABC e D);
- IV - gases (CO₂, Halotron, Fe 36, etc).

Segundo o artigo 13 da Instrução Normativa 006 – CBMSC, os extintores são certificados de acordo com a sua capacidade extintora e a condição mínima para que constituam uma unidade extintora, deve atender requisitos abaixo, no caso dos extintores portáteis (tabela 2).

Tabela 2 - Requisitos para constituição de capacidade extintora (extintores portáteis).

Agente Extintor	Capacidade	Carga mínima de agente extintor
Água	2A	10 Litros
Espuma mecânica	2A : 10B	9 Litros
Dióxido de carbono	5B : C	4kg
Pó BC	10B : C	4kg
Pó ABC	2A : 10B : C	4kg
Compostos halogenados	5B : C	2,3kg

Fonte: Instrução Normativa 006 - CBMSC

De acordo com o artigo 14º da IN 006 – CBMSC, para os extintores sobre rodas, a condição mínima deve atender a tabela 03:

Tabela 3 - Características dos extintores sobre rodas

Agente Extintor	Capacidade	Carga mínima de agente extintor
Água	10A	75 Litros
Espuma mecânica	6A : 10B	75 Litros
Dióxido de carbono	10B : C	25kg
Pó BC	20B : C	20kg
Pó ABC	10A : 20B : C	20kg

Fonte: Instrução normativa 006 – CBMSC

Ainda segundo a instrução normativa 006 – CBMSC, cada unidade extintora protege uma área máxima de 500m² para risco leve e 250m² para risco médio e elevado.

Os extintores devem ser dispostos de maneira equidistante e distribuídos de forma a cobrir a área do risco (classe de risco de incêndio), de modo que o operador percorra, do extintor até o ponto mais afastado, um caminhamento máximo de 20 metros para risco leve, 15 metros para risco médio e 10 metros. (Instrução Normativa 006 - CBMSC, 2014, p. 08).

De acordo com o artigo 17º da IN 006 - CBMSC, o caminhamento será medido através dos acessos e áreas para circulação, considerando-se todos os desvios, inclusive de obstáculos.

2.1.5.4 Sistema hidráulico preventivo

O sistema hidráulico preventivo é um sistema de extinção de incêndio do tipo fixo que utiliza água como agente extintor de fogo, constituído por uma rede de tubulações, abrigos de mangueiras, hidrantes e um reservatório superior ou inferior, dependendo do tipo de adução utilizada.

Segundo o artigo 4º da IN 007 – CBMSC, o sistema hidráulico preventivo (SHP) é constituído por uma rede de tubulações que tem a finalidade de conduzir água de uma reserva técnica de incêndio (RTI), por meio da gravidade ou pela interposição de bombas, permitindo o combate do princípio de incêndio através da abertura de hidrante para o emprego de mangueiras e esguichos e/ou o emprego do mangotinho.

De acordo com a IN 007 – CBMSC, a canalização do SHP deverá ser em tubo de ferro fundido ou galvanizado, aço preto ou cobre. As redes subterrâneas, exteriores à edificação, poderão ser com tubos de Cloreto de Polivinila Rígido (PVC), Fibrocimento ou categoria equivalente. As tubulações quando enterradas, devem estar a pelo menos 1,2m de profundidade. Nos pontos de união dos tubos de PVC ou de categoria equivalente com tubos metálicos, deve ser construído um nicho com as dimensões mínimas de 25 x 30cm, guarnecido por tampa metálica pintada de vermelho, onde estará instalada a conexão ferro galvanizado x PVC.

Ainda segundo a IN 007 – CBMSC, em qualquer situação a resistência da canalização deverá ser superior a 15kgf/cm², devendo ser dimensionada de modo a proporcionar as pressões e vazões exigidas por normas nos hidrantes hidráulicamente menos favoráveis. E as conexões e peças do sistema devem suportar a mesma pressão prevista para a canalização.

Para absorver eventuais golpes de aríete, deverá ser procedida ancoragem das juntas e/ou outras ligações nas canalizações, principalmente em sistemas automatizados.

Para IN 007 – CBMSC (2014, p. 06) “as canalizações, conexões e peças quando se apresentarem expostas, aéreas ou não, deverão ser pintadas de vermelho.”

O diâmetro interno mínimo da canalização do SHP deverá ser de 63 mm (2 ½”), ou 54 mm (2”), quando as mesmas forem constituídas de cobre. (IN 007 – CBMSC, 2014, p.)

De acordo com a IN 007 – CBMSC, a construção do reservatório das edificações pode ser em concreto armado, metálico, fibra, cloreto de polivinila – PVC ou outros materiais, desde que se garantam as resistências ao fogo, mecânicas e a intempéries.

O abastecimento do Sistema Hidráulico Preventivo poderá ser feito por reservatório superior, reservatório inferior com adução por bombas e por castelo d'água. (IN 007 – CBMSC, 2014, p.07)

Os hidrantes poderão ser concebidos com instalações internas e/ou externas, deverão sempre ocupar lugares de modo a se proceder a sua localização no menor tempo possível e estar situados em locais de fácil acesso e também devem ser dispostos de modo a evitar que, em caso de sinistro, fiquem bloqueados pelo fogo. (IN 007 – CBMSC, 2014, p.11).

Para IN 007 – CBMSC (2014, p.11), quando as edificações forem de risco médio e elevado, os hidrantes devem ser sinalizados com um quadrado de cor amarela ou vermelha com 1m de lado, pintado no piso e com as bordas de 10cm, pintados na cor branca.

Segundo o artigo 57º da IN 007 – CBMSC, para as edificações de risco leve, os hidrantes terão saída singela, e para as edificações de risco médio ou elevado, os hidrantes serão de saída dupla.

Os hidrantes devem ter o centro geométrico da tomada d'água variando entre as cotas de 1,20 e 1,50m, tendo como referencial o piso acabado, e nas edificações de risco leve os hidrantes podem apresentar adaptador Rosca X Storz, com redução para 38mm. (IN 007 – CBMSC, 2014, p.12).

De acordo com a IN 007 – CBMSC, nas edificações de risco Médio e Elevado as dimensões dos abrigos devem ser de forma que permitam abrigar com facilidade os lances de mangueira determinados para cada projeto.

A escolha do tipo de mangueira é em função do local de uso e da condição de aplicação. (IN 007 – CBMSC, 2014, p.13).

Os tipos de mangueiras estão definidos na tabela 4:

Tabela 4 - Tipos de Mangueiras.

Mangueira	Aplicação	Pressão de Trabalho (m.c.a.)	Constituição
Tipo 1	Destina-se a edifícios de ocupação residencial.	100	Mangueira com 1 reforço têxtil.
Tipo 2	Destina-se a edifícios Comerciais e industriais.	140	Mangueira com 1 reforço têxtil.
Tipo 3	Destina-se à área naval e industrial.	150	Mangueira com 2 reforços têxteis sobrepostos.
Tipo 4	Destina-se à área industrial, onde é desejável uma maior resistência à abrasão.	140	Mangueira com 1 reforço têxtil, acrescida de uma película externa de plástico.
Tipo 5	Destina-se à área industrial, onde é desejável uma alta resistência à abrasão e a superfícies quentes.	140	Mangueira com 1 reforço têxtil, acrescida de 1 revestimento externo de borracha

Nota: 100 m.c.a. = 10 kgf/cm²

Fonte: Instrução Normativa 007 - CBMSC

As mangueiras deverão resistir à pressão de trabalho mínima de acordo com o tipo de mangueira usada, conforme estabelece a tabela 3.

De acordo com a IN 007 – CBMSC (2014, p.14), quando o caminhamento da mangueira for acima de 25m, devem ser usadas duas mangueiras de 15 metros cada no abrigo de mangueiras.

As mangueiras a serem utilizadas devem atender a diâmetros mínimos para risco leve de 38 mm (1. ½”) e para riscos médio e elevado de 63 mm (2. ½”), e os requintes das mesmas devem ser de 13 mm (½”) para risco leve e 25 mm (1”) para riscos médio e elevado. (IN 007 – CBMSC, 2014, p.14).

Segundo o artigo 75 da IN 007 – CBMSC, a edificação deverá possuir um hidrante de recalque que será localizado preferencialmente junto à via pública, na calçada ou embutido em muros ou fachadas, observando-se as mesmas cotas para instalação dos hidrantes de parede.

De acordo com o artigo 76 da IN 007 – CBMSC, o hidrante de recalque deverá ser dotado de válvula angular com diâmetro de 63 mm (2. ½”), com um adaptador do tipo Storz de 63mm (2. ½”) com tampão cego.

O abrigo do hidrante de recalque deverá ser em alvenaria de tijolos ou em concreto, com as dimensões mínimas de 50 x 40 x 40 cm, dotado de dreno ligado à canalização de escoamento pluvial ou com uma camada de 5 cm de brita no fundo,

de modo a facilitar a absorção da água, quando a ligação do dreno com a canalização não puder ser efetuada. (IN 007 – CBMSC, 2014, p.14 e 15).

Critérios de dimensionamento do SHP

Para o artigo 78 da IN 007 – CBMSC (2014, p.15), o dimensionamento do sistema hidráulico preventivo deve ser em função do comprimento das tubulações, dos seus diâmetros, dos acessórios utilizados, da perda de carga na tubulação, suas conexões e mangueiras, da pressão dinâmica mínima e vazão necessária para garantir o funcionamento do sistema.

De acordo com o artigo 80 da IN 007 – CBMSC (2014, p.15), o hidrante hidráulicamente menos favorável, medido no requinte da mangueira, não poderá ter pressão inferior a:

- 0,4 kgf/cm² (4 m.c.a.), para edificações de risco leve;
- 1,5 kgf/cm² (15 m.c.a), para edificações de risco médio;
- 3,0 kgf/cm² (30 m.c.a), para edificações de risco elevado.

Para o artigo 81, da IN 007 – CBMSC (2014, p.16) fica determinado que o sistema hidráulico preventivo deve ser dimensionado para fornecer as vazões e pressões mínimas requeridas, em função da classe de risco e o funcionamento de:

- 1 Hidrante: quando instalado 1 hidrante;
- 2 Hidrantes: quando instalados de 2 a 4 hidrantes;
- 3 Hidrantes: quando instalados 5 ou 6 hidrantes;
- 4 Hidrantes: quando instalados 7 ou mais hidrantes.

Para o cálculo da vazão o coeficiente de descarga (Cd) adotado será igual a 0,98.

De acordo com a IN 007 – CBMSC, para o cálculo da vazão será utilizada, a seguinte equação:

$$Q = 0,2046xd^2x\sqrt{H} \quad \mathbf{2.5.1.4-1}$$

Onde: Q = vazão, [l/min];

d = diâmetro mínimo do requinte do esguicho, [mm];

H = pressão dinâmica mínima, [m.c.a.].

Para o cálculo da perda de carga no esguicho, a seguinte equação:

$$Je = 0,0396xH \quad \mathbf{2.5.1.4-2}$$

Onde: J_e = perda de carga no esguicho, [m.c.a.];

H = pressão dinâmica, [m.c.a.]

Esta equação só é aplicável para: $13\text{mm} \leq \text{diâmetro requinte} \leq 25\text{mm}$.

A fórmula de Hazen-Williams abaixo, é adotada para o cálculo da perda de carga unitária das tubulações e mangueiras:

$$J = \frac{10,65 \times Q^{1,852}}{C^{1,852} \times D^{4,87}} \quad \text{2.5.1.4-3}$$

Onde: J = perda de carga unitária da tubulação, [m/m];

Q = vazão, [m^3/s];

C = coeficiente de rugosidade de Hazen-Williams, [adimensional];

D = diâmetro interno do tubo (ou diâmetro nominal – DN), [m].

Os valores do coeficiente de rugosidade das paredes internas das tubulações e mangueiras de Hazen-Williams, estão na tabela 5 abaixo:

Tabela 5 - Coeficientes de rugosidade de Hazen-Williams.

Tipo de tubulação	Coeficiente de rugosidade
Ferro fundido e Aço preto	100
Aço galvanizado	120
Mangueiras de incêndio (borracha)	140
Cobre e PVC	150

Fonte: Instrução normativa 007 - CBMSC

O artigo 97 da IN 007 – CBMSC (2014, p.19), determina que a reserva técnica de incêndio (RTI), deve ser dimensionada para que forneça ao sistema uma autonomia mínima de 30 minutos em uso.

Para o dimensionamento da reserva técnica de incêndio deverão ser consideradas as seguintes vazões:

- Risco leve - a vazão no hidrante mais favorável, acrescido de 2 minutos por hidrante excedente a quatro;
- Risco médio e risco elevado – as vazões nos hidrantes mais desfavoráveis, considerando em uso simultâneo:
 - a) 1 Hidrante: quando instalado 1 hidrante;
 - b) 2 Hidrantes: quando instalados de 2 a 4 hidrantes;

- c) 3 Hidrantes: quando instalados 5 ou 6 hidrantes;
- d) 4 Hidrantes: quando instalados 7 ou mais hidrantes; e acrescer 2 minutos por hidrantes excedentes a quatro.

Conforme o § 1º, do artigo 98 da IN 007 – CBMSC (2014, p.19), nas edificações de risco leve, a RTI mínima deve ser de 5.000 litros.

2.1.5.5 Saídas de emergência

Segundo AMBROSI (2008) as saídas de emergências são necessárias para que as pessoas presentes na edificação tenham a possibilidade de abandonar o local de forma segura e rápida, em caso de sinistro. As saídas devem ser um caminho contínuo devidamente protegido, sinalizado e iluminado, constituído por portas, corredores, escadas e rampas.

De acordo com o artigo 4º da IN 009 – CBMSC (2014, p.5), as condições mínimas que as saídas de emergência devem atender nas edificações são, garantir que sua população possa abandoná-las, em caso de incêndio, completamente protegida em sua integridade física e permitir o fácil acesso de auxílio externo, no caso os bombeiros, para o combate ao fogo e a retirada da população.

Conforme o artigo 57º da IN 009 – CBMSC (2014, p.24), as Saídas de Emergência devem ser dimensionadas em função da população da edificação e/ou área de risco, devendo ser determinada em função da natureza da ocupação da edificação.

A população de cada pavimento da edificação é calculada pelos coeficientes da tabela 6 abaixo, considerando a sua ocupação.

De acordo com o artigo 61 da IN 009 – CBMSC, a unidade de passagem será fixada em 55 cm.

Tabela 6 - Dados para dimensionamento das saídas de emergência.

Classe de Ocupação	Cálculo da População	Capacidade (nº de pessoas por unidade de passagem)		
		Corredores e Circulação	Escadas e Rampas	Portas
- Comercial; - Garagens; - Industrial; - Depósitos; - Pública; - Especiais; -Riscos diferenciados; -Hospitalar sem internação e sem restrição de mobilidade	1 pessoa p/ 9m ² de área bruta	100	60	100
-Residencial privativa multifamiliar; - Residencial coletiva.	2 pessoas/ dormitórios	60	45	100
- Residencial transitória;	1,5 pessoas/dormitório	60	45	100
- Hospitalar com internação ou com restrição de mobilidade.	1,5 pessoas/leito	30	22	30
- Reunião de público com Concentração (locais fechados). Obs: para locais abertos vide IN24/DAT/CBMSC	Boates, Clubes noturnos em geral, Salões de Baile, Restaurantes dançantes, Bares dançantes, Clubes sociais e assemelhados, Circos. Auditórios ou salas de reunião com mais de 100m ² , Teatros, cinemas, óperas, Templos religiosos sem assentos (cadeira, banco ou poltrona).	100	75	100

Estádios, Ginásios e piscinas cobertas com arquibancadas, arenas em geral.	2 pessoas/m ² de área para assistentes			
- Reunião de público sem concentração;	1 pessoa/m ² de área bruta			
- Parque aquático.				
- Escolar geral;	1 Aluno/m ²	100	60	100
- Escolar diferenciada.				
- Shopping center;	1 Pessoa/ 5m ² de área bruta	60	60	100
- Locais com restrição de liberdade.				

Nota: As Igrejas e Templos quando retirarem os assentos (bancos, cadeiras ou poltronas), passam a ser tratados como locais de reunião de público com concentração de público.

Fonte: Instrução Normativa 009 – CBMSC

A largura das saídas de emergência, isto é, dos acessos, escadas, rampas e portas, é dada pela seguinte fórmula:

$$N = \frac{P}{Ca} \quad \text{2.1.5.5-1}$$

Onde: N = número de unidades de passagem (se fracionário, arredondar para mais);

P = população (ver Tabela 5);

Ca = capacidade da unidade de passagem (ver Tabela 5). (IN 009 – CBMSC, 2014, p. 25).

Conforme a IN 009 – CBMSC (2014), a largura mínima para as saídas de emergência deve ser de 1,20 metros, nas edificações em geral.

Conforme a Norma regulamentadora 23, todos os locais de trabalho deverão dispor de saídas, em número suficiente e dispostas de modo com que as pessoas que se encontram nesses locais possam abandoná-los com rapidez e segurança, em caso de emergência. As aberturas, saídas e vias de passagem devem ser claramente sinalizadas com placas ou sinais luminosos, indicando a direção da saída. Nenhuma saída de emergência poderá estar fechada à chave ou presa durante a jornada de trabalho. Dispositivos de travamento que permitam a abertura com facilidade podem ser instalados nas saídas de emergência.

2.1.5.6 Iluminação de emergência

Segundo a IN 011 - CBMSC (2014, p. 4), A iluminação de emergência se trata do conjunto de componentes e equipamentos que, em funcionamento, proporcionam a Iluminação suficiente e adequada para que os usuários da edificação encontrem as saídas para o exterior da edificação de maneira fácil e segura, no caso de interrupção da alimentação normal, como também, a execução das manobras de interesse da segurança e intervenção do socorro e garantindo a continuação do trabalho naqueles locais onde não pode haver interrupção da Iluminação.

O sistema de iluminação entra em funcionamento quando há falta de energia da concessionária, para que assim as pessoas que estiverem na edificação possam visualizar as rotas de fuga em caso de emergência.

As luminárias de emergência devem ser dispostas de forma que permitam que os usuários da edificação possam ver os obstáculos a sua frente em caso de fuga em uma emergência.

Segundo a IN 011 – CBMSC, o sistema de Iluminação de Emergência deve ter uma autonomia mínima de 1 hora em funcionamento, garantindo além do tempo previsto para a evacuação, o tempo que o pessoal da intervenção e de segurança necessitam para localizar pessoas perdidas ou para terminar o resgate em caso de incêndio.

De acordo com AMBROSI (2008), a iluminação de emergência pode ser de dois tipos:

a) Sistema autônomo, onde cada bloco autônomo, luminária e placa de saída possuem suas próprias baterias. Uma das vantagens é a praticidade deste sistema, pois basta fixar e ligar o equipamento na rede elétrica. Uma desvantagem é o custo de manutenção destes equipamentos, pois de cada 2 a 3 anos é necessário a substituição de todas as baterias.

b) Sistema centralizado utiliza uma central de iluminação de emergência, que é composta por um banco de baterias que alimenta todas as luminárias. O número de luminárias por circuito poderá ser de no máximo 20. Este sistema também exige um cuidado especial quanto ao cálculo de autonomia e da fiação a ser utilizada e geralmente tem um custo um pouco mais alto do que o sistema autônomo. A vantagem

é que ao término da vida útil das baterias, basta substituir as mesmas que ficam localizadas no banco de baterias próximas a central.

Conforme o artigo 24 da IN 011 – CBMSC (2014, p.10) a fixação dos pontos de luz pode ser feita em paredes, teto ou suspensas, devendo ser realizada de modo que as luminárias não fiquem instaladas em alturas superiores às aberturas do ambiente.

Ainda no artigo 25 da IN 011 – CBMSC (2014, p.10), a distância máxima entre dois pontos de iluminações de ambiente deve ser equivalente a quatro vezes a altura da instalação destes em relação ao nível do piso.

2.1.5.7 Da iluminação de sinalização e orientação

A Sinalização para Abandono do Local deve assinalar todas as mudanças de direção, obstáculos, saídas e escadas. (IN 013 – CBMSC, 2014, p.4)

Conforme o artigo 7 da IN 013 – CBMSC (2014, p.4), a sinalização para Abandono de Local (SAL) não poderá ser maior que as previstas na tabela 7.

Tabela 7 - Dimensões mínimas e distâncias entre pontos de sinalização de abandono de local.

Tamanho da placa (L x H)	Moldura das letras (L x H)	Traço das letras	Distâncias máximas entre dois pontos de sinalização
25 x 16 cm	4 x 9 cm	1 cm	15 metros
50 x 32 cm	8 x 18 cm	2 cm	30 metros
75 x 48 cm	12 x 27 cm	3 cm	50 metros
100 x 64 cm	16 x 36 cm	4 cm	70 metros
125 x 80 cm	20 x 45 cm	5 cm	85 metros
150 x 96 cm	24 x 54 cm	6 cm	100 metros

Nota: L = largura / H = altura

Fonte: Instrução normativa 013 – CBMSC

2.1.5.8 Sistema de alarme e detecção

O sistema de alarme tem como função alertar as pessoas que há um incêndio, podendo assim o fogo ser combatido, e se necessário alertar as pessoas para saiam da edificação a tempo. Já o sistema de detecção é constituído por um dispositivo que, quando sensibilizados por fenômeno físicos e/ou químicos resultantes de uma

combustão, como chamas, calor, ele aciona o sistema de alarme não precisando da ação do homem. (AMBROSI, 2008)

O sistema de alarme e detecção é formado basicamente por uma central para supervisão dos acionadores e detectores, pelos acionadores manuais e detectores automáticos, pela fonte de alimentação da central, que são o carregador e bateria, e os indicadores sonoros e visuais.

De acordo com o artigo 26 da IN 012 – CBMSC (2014, p.7), o número de acionadores de alarme de incêndio será calculado de forma que o operador não percorra mais de 30 metros para acioná-los, no pavimento ou na área setorizada.

3 METODOLOGIA

O trabalho teve como objetivo elaborar o projeto e implantar os sistemas de prevenção contra incêndio em uma indústria de embalagens plásticas. Neste projeto foram seguidas todas as normas e instruções vigentes, assim como as boas práticas de execução para que a edificação se torne um ambiente mais seguro.

Primeiramente, utilizando a IN 001 – CBMSC, que dá as diretrizes da atividade técnica do Corpo de Bombeiros de Santa Catarina, foram definidos quais os sistemas de prevenção exigidos pela Norma. Após, caracterizar a edificação quanto ao risco de incêndio, de acordo com a IN 003 – CBMSC – Carga de incêndio, foi realizado o levantamento da quantidade de todos os materiais combustíveis da edificação, para fazer o dimensionamento da carga de fogo da edificação, cada material combustível foi multiplicado pelo seu poder calorífico específico conforme fórmula 2.5.1.2-1 para chegar na quantidade de calor de cada material, após essas quantidades de calor foram somadas e dividida pelo poder calorífico médio da madeira para encontrar a carga de incêndio ideal, através da fórmula 2.5.1.2-3, ainda para encerrar a carga de incêndio ideal foi dividida pela área da edificação para chegarmos na carga de incêndio da mesma, através da fórmula 2.5.1.2-2, assim chegando a conclusão de que a edificação é de risco leve. Com estes itens definidos foi elaborado o projeto e realizado o dimensionamento dos sistemas de prevenção exigidos pela tabela 01, que está presente na IN 001 – CBMSC – Da atividade técnica, seguindo todos os seus capítulos e instruções normativas. Nesta etapa os sistemas também foram todos locados na planta baixa da edificação, como também foi criado uma prancha com todos os detalhes para instalação dos sistemas.

No dimensionamento do sistema de extintores, por se tratar de uma edificação industrial, foi levado em consideração um caminhamento máximo de 15 metros para se chegar a um extintor e uma área de proteção por extintor de 250 m².

Para o dimensionamento do sistema hidráulico preventivo foi utilizado o software Hydros V4, da empresa AltoQI, que utiliza o método de Hanzen-Williams, que é normatizado pelo Corpo de bombeiros militar de Santa Catarina.

A execução foi feita por pessoas capacitadas, e seguindo todas as especificações de projeto.

Após a execução foi feita uma análise da instalação e do funcionamento dos sistemas instalados na edificação.

Por uma questão de ética, o nome e endereço da empresa em estudo não será identificada.

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS

4.1 Cálculo da carga do fogo

Na tabela 8 constam os valores para o cálculo da carga de fogo obtidos neste projeto. Em função do valor obtido da carga de fogo ideal que foi de 13,62 kg/m², a edificação fica classificada como risco Leve, de acordo com a IN 003 - CBMSC.

Tabela 8 - Cálculo da carga de fogo.

Tipos dos Combustíveis	Peso dos Combustíveis (kg)	Poder Calorífico (kcal/kg)	Quantidade de Calor (kcal)	Equivalente em Madeira (kg)	Área da Unidade	Carga de Fogo Ideal (kg/m ²)
Algodão	300	4300	1290000			
Borracha	450	10000	4500000			
Madeira seca	1100	5000	5500000			
Móveis de madeira	1500	5000	7500000			
Papel (em pilhas)	900	4000	3600000			
Papel	600	4100	2460000			
Plásticos	500	7500	3750000			
Polietileno	5000	10600	53000000			
PVC rígido	300	4310	1293000			
Roupas	450	5000	2250000			
Algodão	300	4300	1290000			
Borracha	450	10000	4500000			
				85143000		
				4550		
TOTAL			85143000	18.712,75	1373,81	13,62

4.2 Sistema de proteção por extintores

Sobre os extintores devem ser assinalados com um círculo ou por uma seta, conforme detalhes, exceto nas edificações residenciais.

Nas edificações industriais, depósitos, galpões, oficinas e similares, nos locais onde os extintores forem colocados, estes serão sinalizados por um círculo instalado a 20 cm da base do extintor. E um quadrado de 100 x 100 cm, pintado no piso sob os extintores conforme detalhes no projeto.

Os extintores portáteis deverão ser afixados de maneira que nenhuma de suas partes fique acima de 1,70 metro do piso e nem abaixo de 1,00 metro, exceto em escritório, devendo estar a 0,50 metro do piso acabado.

4.2.1 Da Área de Proteção

Risco Médio / II - 250 m².

4.2.2 Do Caminhamento

Risco Médio / II – 15 m.

4.2.3 Número Mínimo de Extintores - N_{min}

Na Tabela 9 constam o número mínimo de extintores bem como o número e características dos extintores indicados para cada localização.

Tabela 9 - Cálculo de Numero de Extintores.

Localização	Área (m ²)	Unidade Extintora	N ^o necessário de Extintores	Número Real Usado				Caminhamento (metros)
				Agente	Carga	Equivalente	Extintores	
Pavilhão 01	664,90	250	2,66	PQS	4 Kg	2A:20B:C	4	15
Pavilhão 02	607,17	250	2,42	PQS	4 kg	2A:20B:C	4	15
Escritório	104,73	250	0,42	PQS	4 kg	2A:20B:C	1	15
Somatório	*****	*****	5,29	PQS	4 kg	2A:20B:C	9	*****

4.3 Sistema hidráulico preventivo

Este sistema será dimensionado levando em consideração o risco leve, assim a pressão mínima na ponta do requinte da mangueira do hidrante mais desfavorável será de 0,4 kgf/cm². Nos pavilhões serão utilizados hidrantes duplos, com mangueiras de diâmetro 1.½”. Será utilizado na ponta da mangueira um jato compacto com requinte de 13 mm. Na área do escritório o hidrante será simples, com mangueiras de diâmetro 1. ½ e também na ponta da mangueira um jato compacto com requinte de 13 mm

As canalizações, quando se apresentarem expostas, aéreas ou não, deverão ser pintadas de vermelho.

Em qualquer situação a resistência da canalização deverá ser superior a 15 kg/cm², devendo ser dimensionado de modo a proporcionar as pressões e vazões exigidas por normas nos hidrantes hidráulicos menos favoráveis. As conexões e peças do sistema devem suportar a mesma pressão prevista para a canalização.

Deverá ser procedida ancoragem das juntas e/ou outras ligações em canalizações subterrâneas, com fim de absorver os eventuais golpes de aríete, principalmente em sistemas automáticos. Os hidrantes nos pavilhões terão pintados no piso, um quadrado na cor vermelha com 90 cm de lado com borda de 10 cm na cor amarela.

Os abrigos de mangueiras não poderão ser instalados a mais de 3 metros de distância do hidrante. As canalizações não podem servir de apoio e devem ser dispostas de forma tal que as gotas de água de condensação de outras redes não possam afetá-las. As canalizações só poderão ser cobertas por alvenaria, depois de convenientes testadas. As canalizações instaladas em locais com probabilidade de possível ataque pela corrosão, deverão sofrer tratamento especial. As mangueiras não poderão ultrapassar o comprimento máximo de 30 m. Quando o caminhamento for de 30 metros, as mangueiras deverão ser em dois lances de tamanhos iguais. As mangueiras deverão resistir à pressão mínima de 8,5 kg/cm².

4.3.1 Memorial de cálculo

Para o dimensionamento do sistema foi utilizado o software Hydros V4, da empresa AltoQI, que utiliza o método de Hazen-Williams, que é normatizado pelo Corpo de bombeiros militar de Santa Catarina.

Hidrantes analisados:

	Hidrante nº 02	Hidrante nº 03 (Analisado)
Peça	Incêndio Hidrante - mangueira 1.1/2 - 2x15m requinte 1.1/2 - 13 mm - Duplo	Incêndio Hidrante - mangueira 1.1/2 - 2x15m requinte 1.1/2 - 13 mm - Duplo
Pavimento	Térreo	Térreo
Nível geométrico (m)	1.30	1.30
Vazão (l/s)	1.20	1.20
Pressão (m.c.a.)	4.32	4.29

Processo de cálculo: Hazen-Williams

Tomada d'água:

Tomada d'água p/ caixa de concreto 150mm - 2.1/2" (Aço galvanizado)

Nível geométrico: 7.65 m

Trecho	Vazão (l/s)	Ø (mm)	Veloc. (m/s)	Comprimento (m)			J (m/m)	Perda (m.c.a)	Altura (m)	Desnível (m)	Pressões (m.c.a.)	
				Tubo	Equiv.	Total					Disp.	Jusante
1-2	2.40	60.00	0.85	0.54	1.90	2.44	0.0175	0.04	7.65	0.00	0.00	-0.04
2-3	2.40	60.00	0.85	0.15	2.40	2.55	0.0175	0.04	7.65	0.15	0.11	0.06
3-4	2.40	60.00	0.85	0.30	0.01	0.31	0.0175	0.01	7.50	0.30	0.36	0.36
4-5	2.40	60.00	0.85	0.50	8.22	8.72	0.0175	0.15	7.20	0.50	0.86	0.70
5-6	2.40	60.00	0.85	1.70	0.92	2.62	0.0175	0.05	6.70	1.70	2.40	2.36
6-7	2.40	60.00	0.85	1.30	0.01	1.31	0.0175	0.02	5.00	1.30	3.66	3.64
7-8	1.20	60.00	0.42	2.61	3.40	6.01	0.0049	0.03	3.70	0.00	3.64	3.61
8-9	1.20	60.00	0.42	11.62	2.40	14.02	0.0049	0.07	3.70	0.00	3.61	3.54
9-10	1.20	60.00	0.42	2.40	2.40	4.80	0.0049	0.02	3.70	2.40	5.94	5.92
10-11	1.20	60.00	0.42	0.00	20.00	20.00	0.0049	1.63	1.30	0.00	5.92	4.29

Pressões (m.c.a.)					
Estática inicial	Perda de carga			Dinâmica disponível	Mínima necessária
	Trajeto	Mangueira	Esguicho		
6.35	0.53	1.11	0.42	4.29	4.00

Situação: Pressão suficiente

				L equivalente (m)	
Material	Grupo	Item	Quant.	Unitária	Total
F°G°	Tomada d'água p/ caixa de concreto 150mm	2.1/2"	1	1.90	1.90
F°G°	Cotovelo 90	2.1/2"	3	2.40	7.20
F°G°	Luva	2.1/2"	2	0.01	0.02
F°G°	Válvula de retenção vertical c/ F°G°	2.1/2"	1	8.22	8.22
F°G°	Registro bruto de gaveta industrial	2.1/2"	1	0.92	0.92
F°G°	Te	2.1/2"	1	3.40	3.40

Conforme planilhas de cálculo acima a pressão é suficiente, com uma altura de 7,65 metros da instalação da tubulação no reservatório até o piso acabado.

4.3.2 Cálculo da RTI

Conforme a seção III, da IN007, a RTI será calculada para uma autonomia de 30 min. Mais 2 minutos para cada hidrante excedente a quatro.

Sendo assim:

Serão instalados 5 hidrantes em toda a edificação, sendo assim 1 excedente.

Autonomia = 30 min. + (2x1)

Autonomia = 32 minutos

Vazão do hidrante mais favorável:

$$Q_{\text{mais favorável}} = 143,83 \text{ L/min}$$

$$V_{RTI} = 143,83 \times 32$$

$$V_{RTI} = 4.602,56 \text{ L}$$

De acordo com a norma estadual, o volume mínimo para reserva técnica de incêndio é de 5.000,00 L., assim será utilizado um reservatório de fibra de vidro de 5.000 L.

4.4 Instalações de gás (GLP)

Na edificação não será utilizado nenhum aparelho de queima de Gás Liquefeito de Petróleo (GLP). Na cozinha serão instalados um fogão elétrico de 5 bocas e um micro-ondas.

4.5 Cálculo das saídas de emergência e unidades de passagem

4.5.1 Cálculo das saídas de emergência

Unidade de passagem = 0,55 metros.

Área Total = 1373,81 m²

População = 1 pessoa para cada 10 m² (conforme NBR 9077) – Pavilhões

1 pessoa para cada 9 m² (conforme NBR 9077) - Escritório

Pavilhão 01:

População = 61 pessoas

Portas: $61/100 = 0,61 \text{ UP} \times 0,55 \text{ m} = 0,33 \text{ m}$

O Pavilhão 01 conta com 2 portões de saída, com uma largura total de 7,80 m.

Pavilhão 02:

População = 67 pessoas

Portas: $67/100 = 0,67 \text{ UP} \times 0,55 \text{ m} = 0,37 \text{ m}$

O Pavilhão 01 conta com 2 portões de saída, com uma largura total de 8,60 m.

Escritório:

População = 12 pessoas

Portas: $12/100 = 0,12$ UP x $0,55$ m = $0,066$ m

O escritório conta com 1 porta de saída, com uma largura de 2,40 m.

4.6 Sistema de alarme de incêndio

O sistema de alarme será composto por uma central de supervisão dos pontos de detecção.

Serão instalados 03 acionadores manuais "push button", a 1,30 metros do piso útil, obedecendo a um caminhamento máximo de 30 metros e 01 central de alarme em locais apropriados, dispostos em projeto. O sistema disporá de sirenes na área do pavilhão, conforme projeto e reguladas com timbre e altura diferenciadas, a fim de facilitar a percepção da orientação.

O sistema deve ser totalmente interligado por tubulação própria, devendo a comutação da fonte ser automática com autonomia mínima de uma hora para todo o sistema.

A instalação deverá passar por prova de ensaio.

4.7 Sinalização de abandono de local

A sinalização de abandono de local será feita por luminárias autônomas com a inscrição "SAÍDA".

Serão instaladas 06 luminárias autônomas com a palavra saída sem seta e 02 luminárias autônomas com a palavra saída com seta, dupla face.

As luminárias serão fixadas em altura imediatamente acima das aberturas, de maneira que as mesmas não estejam sujeitas a serem derrubadas ou danificadas quando da operação da edificação. O nível de iluminação será superior a 30 lúmens.

4.8 Iluminação de emergência

O sistema de iluminação de emergência proposto é com luminárias do tipo bloco autônomo com dois faróis de 55w cada, no pavilhão e luminárias do tipo bloco

autônomo com 30 led's no escritório, sendo que em decorrência das dimensões da edificação, estão previstas 13 luminárias de emergência autônomas com dois faróis nos pavilhões e 05 luminárias autônomas com 30 led's conforme abaixo discriminado e conforme apresentado em plantas em anexo.

O responsável técnico pela execução do sistema, deverá prever perda de funcionamento de uma ou mais luminárias por interrupção do fio, sem perder o funcionamento de todas as outras luminárias de emergência de um circuito troncal (não são admitidas ligações em série de pontos de luz).

4.9 Inspeção da execução dos sistemas de prevenção contra incêndio

4.9.1 Escritório

Na recepção do escritório os sistemas de abandono de local, iluminação de emergência e a central do alarme de incêndio foram instalados conforme o projeto elaborado, e estão em pleno funcionamento, como podemos visualizar nas imagens abaixo (figuras 3, 4 e 5):



Figura 3 - Sinalização de abandono de local no escritório.



Figura 4 - Central de alarme de incêndio no escritório.



Figura 5 - Iluminação de emergência na recepção do escritório.

Na circulação do escritório estão instalados o extintor de incêndio, uma iluminação de emergência, uma sinalização de abandono de local, indicando a saída na recepção e um acionador de alarme de incêndio do tipo “push button”, conforme a figura 6 abaixo:



Figura 6 - Sistemas de segurança contra incêndio na circulação do escritório.
Na sala de reuniões e na cozinha as iluminações de emergência também foram instaladas de acordo com o projeto (figuras 7, 8 e 9).

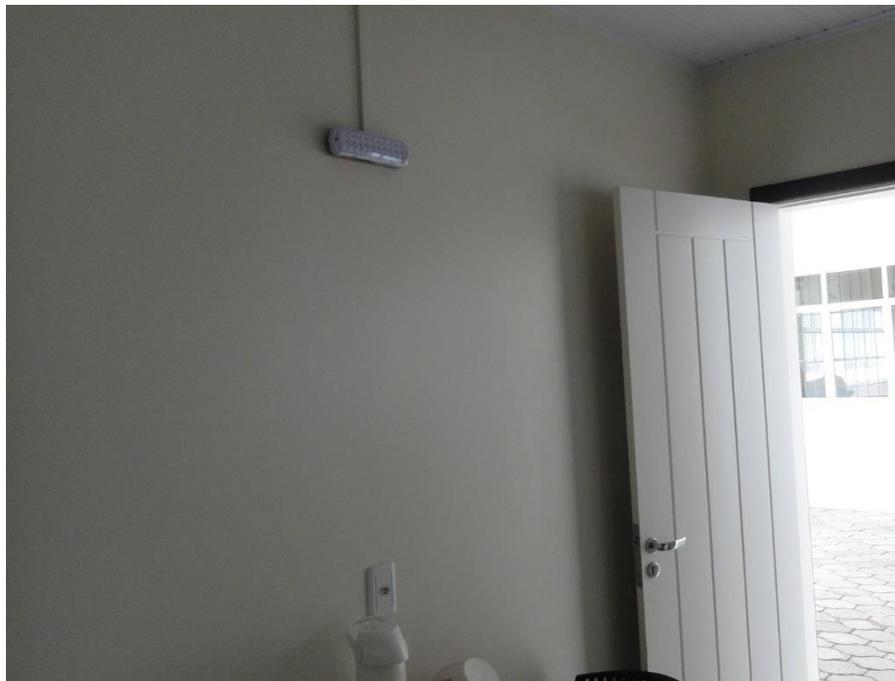


Figura 7 - Iluminação de emergência na cozinha.



Figura 8 - Iluminação de emergência na sala de reuniões.

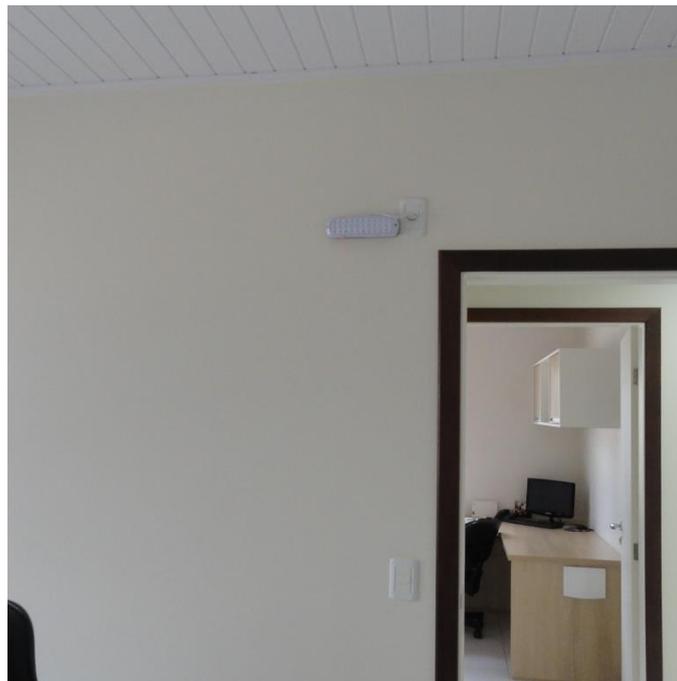


Figura 9 – Iluminação de emergência na sala de reuniões.

O hidrante que atende ao escritório da empresa foi instalado no exterior da edificação, conforme o projeto, e está de acordo como se pode ver nas figuras 10 e 11 abaixo:



Figura 10 - Hidrante e caixa de mangueiras do escritório.



Figura 11 - Visão das mangueiras e do registro de globo.

4.9.2 Pavilhão 01

No pavilhão 01 os sistemas foram instalados em conformidade com o projeto de prevenção elaborado. Figuras 12 a 18.



Figura 12 - Extintor de incêndio no pavilhão 01.



Figura 13 - Bloco autônomo de iluminação, hidrante duplo, caixa de mangueira e botoeira do alarme de incêndio do pavilhão 01.



Figura 14 - Sinalização de abandono de local do portão lateral do pavilhão 01.



Figura 15 - Blocos autônomos de iluminação e sinalização de abandono de local do portão frontal no pavilhão 01.



Figura 16 - Extintor de incêndio obstruído no pavilhão 01.



Figura 17 - Blocos de iluminação de emergência no pavilhão 01.



Figura 18 - Extintor de incêndio obstruído pelas embalagens plásticas no pavilhão 01.

Porém alguns extintores ficaram bloqueados decorrente do empilhamento das embalagens plásticas e outros materiais, como podemos ver nas figuras 16 e 18, estes materiais ser depositadas em outro local que não prejudique o acesso aos mesmos caso venha ocorrer algum incêndio no local.

4.9.3 Pavilhão 02

A instalação dos sistemas de segurança contra incêndio neste pavilhão também seguiu as locações constantes no projeto preventivo contra incêndio elaborado neste trabalho, como pode-se ver nas figuras 19 a 24 abaixo.



Figura 19 - Extintor de incêndio, bloco de iluminação, acionador de alarme de incêndio, hidrante duplo e caixa de mangueiras no pavilhão 02.



Figura 20 - Extintor de incêndio e bloco de iluminação de emergência no pavilhão 02.



Figura 21 - Blocos de iluminação de emergência e extintor bloqueado no pavilhão 02.



Figura 22 - Extintor de incêndio e bloco de iluminação de emergência no pavilhão 02.



Figura 23 - Blocos autônomos de iluminação e sinalização de abandono de local do portão frontal no pavilhão 02.



Figura 24 - Extintor de incêndio e sinalização de abandono de local do portão lateral do pavilhão 02.

No pavilhão 02 também houve a obstrução de um dos três extintores de incêndio pelo depósito inadequado das embalagens plásticas, figura 21, que devem ser depositadas em outro local que não bloqueie o acesso ao extintor.

4.9.4 Elementos do sistema hidráulico preventivo.

O sistema hidráulico preventivo também foi instalado conforme o projeto preventivo elaborado, com a construção de uma torre para abrigar o reservatório de fibra de vidro de 5.000,00 L, tubulação em ferro galvanizado e todas as peças necessárias para o bom funcionamento do sistema, conforme podemos ver nas figuras 25 a 32 abaixo.



Figura 25 - Tubulação em ferro galvanizado descendo do reservatório.



Figura 26 - Escada tipo marinheiro com guarda-corpo para acesso ao reservatório.



Figura 27 - Reservatório de 5.000,00 L em fibra de viro, tubulação de recalque e tubulação do extravasor.



Figura 28 - Tubulação de incêndio, registro de gaveta e válvula de retenção na saída do reservatório.



Figura 29 - Hidrante duplo, caixa de mangueiras nos pavilhões.



Figura 30 - Figura 29 - Hidrante duplo, caixa de mangueiras no escritório.



Figura 31 - Hidrante de recalque na calçada do passeio público.

5 CONCLUSÕES

Como podemos observar no decorrer deste trabalho, todos os sistemas de prevenção contra incêndio possuem muitas particularidades a serem consideradas na elaboração do projeto do mesmo.

Neste trabalho os sistemas foram escolhidos e dimensionados de acordo com a norma catarinense de prevenção e combate contra incêndio, para uma edificação do tipo industrial. Sempre objetivando a segurança dos trabalhadores da edificação e a proteção do patrimônio da mesma.

O atendimento da norma não garante que não ocorrerá sinistros na edificação, porém permite o início do combate pelos funcionários da empresa, que devem ser treinados para o mesmo, proporcionando assim a chegada do Corpo de Bombeiros para finalizar o combate.

Quanto a execução dos sistemas, os mesmos foram executados conforme o projeto elaborado, porém na posição de alguns extintores, por falta de conhecimento dos funcionários, foram depositadas embalagens plásticas e outros materiais que obstruem o acesso aos mesmos. Isto foi informado para a gerência que tomará as medidas para que os materiais para outro local que não atrapalhe o bom funcionamento dos sistemas de prevenção contra incêndio.

Nos últimos anos verifica-se um avanço quanto as normas de combate a incêndio no estado de Santa Catarina, e as edificações que possuem um sistema de prevenção compatível com a sua ocupação, estarão preparadas para pelo menos minimizar os danos causados por um possível sinistro.

REFERÊNCIAS

AMBROSI, Tayler. **Prevenção e Combate a Incêndios em Edificações**. 2008. 55fls. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil). Área de concentração: Prevenção de Incêndios. Universidade Regional de Blumenau, Blumenau.

ASSIS, Edílson Machado de. LEITE, Yuri Lima. **Segurança contra incêndio e sua importância em patrimônios histórico-culturais**. Disponível em: <info.ucsal.br/banmon/Arquivos/ART_070709.doc>. Acesso em: 07/05/2014.

BRASIL. Norma Regulamentadora NR-23. **Proteção contra Incêndio**, 2011.

CAMILLO JÚNIOR, Abel Batista. **Manual de Prevenção e Combate a Incêndios**. São Paulo: Editora Senac, 2008.

INSTRUÇÃO NORMATIVA 001. Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina. **Da atividade técnica**. 2014. 57p.

INSTRUÇÃO NORMATIVA 003. Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina. **Carga de incêndio**. 2014. 15p.

INSTRUÇÃO NORMATIVA 006. Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina. **Sistema preventivo por extintores**. 2014. 22p.

INSTRUÇÃO NORMATIVA 007. Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina. **Sistema hidráulico preventivo**. 2014. 38p.

INSTRUÇÃO NORMATIVA 008. Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina. **Instalações de gás combustível**. 2014. 96p.

INSTRUÇÃO NORMATIVA 009. Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina. **Sistema de saídas de emergência**. 2014. 46p.

INSTRUÇÃO NORMATIVA 010. Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina. **Sistema de proteção contra descargas atmosféricas**. 2014. 50p.

INSTRUÇÃO NORMATIVA 011. Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina. **Sistema de iluminação de emergência**. 2014. 18p.

INSTRUÇÃO NORMATIVA 012. Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina. **Sistema alarme e detecção de incêndio**. 2014. 15p.

INSTRUÇÃO NORMATIVA 013. Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina. **Sinalização para abandono de local**. 2014. 11p.

ONO, R. Proteção do Patrimônio Histórico- Cultural Contra Incêndio em Edificações de Interesse de Preservação. Palestra apresentada na Fundação Casa Rui Barbosa, Rio de Janeiro, 2004.

PEREIRA, Áderson Guimarães; POPOVIC, Raphael Rodriguez. **Tecnologia em Segurança contra Incêndio**. São Paulo: LTr, 2007.

SECCO, Cel. Orlando. **Manual de Prevenção e Combate de Incêndio**. 2.Ed. São Paulo: EGRT, 1970.

SEITO, Alexandre (coord.). GILL, Alfonso Antonio., PANNONI, Fabio Domingos., ONO, Rosaria., SILVA, Silvio Bento da., CARLO, Valfrido Del., SILVA, Valdir Pignatta e. **A Segurança Contra Incêndio no Brasil**: São Paulo: PROJETO EDITORA, 2008.496p.

ANEXO(S)

ANEXO A – Planta baixa do projeto de prevenção contra incêndio

ANEXO B– Planta de locação e situação, esquema isométrico do sistema hidráulico preventivo e esquema isométrico de alarme de incêndio

ANEXO C– Planta de detalhes