

EDUARDO LENTZ CARVALHO

**PROJETO PREVENTIVO CONTRA INCÊNDIO: ESTUDO DE CASO DE
EDIFICAÇÃO RESIDENCIAL PRIVATIVA MULTIFAMILIAR**

Trabalho de conclusão de curso submetido ao
Departamento de Engenharia Civil da Universidade
Federal de Santa Catarina para obtenção do título
de Engenheiro Civil

Orientador: Prof. Luis Alberto Gómez, Dr

FLORIANÓPOLIS

2017

FICHA CATALOGRÁFICA

Lentz Carvalho, Eduardo

Projeto preventivo contra incêndio: estudo de caso de edificação privativa multifamiliar – Florianópolis, 2017.

Nº de páginas 172

Área de concentração: Prevenção contra incêndio.

Orientador: Prof Luis Alberto Gomez, Dr.

Trabalho de conclusão de curso – UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA - UFSC - CENTRO TECNOLÓGICO - CTC.

1.Prevenção; 2. Projeto; 3. Incêndio

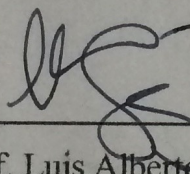
Eduardo Lentz Carvalho

**PROJETO PREVENTIVO CONTRA INCÊNDIO: ESTUDO DE CASO DE
EDIFICAÇÃO RESIDENCIAL PRIVATIVA MULTIFAMILIAR**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do Título de Engenheiro Civil, e aprovado em sua forma final pelo Departamento de Engenharia Civil.

Florianópolis, 20 de junho de 2017

Banca Examinadora:



Prof. Luís Alberto Gómez, Dr.
Orientador

Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Fernando Pelisser, Dr
Universidade Federal de Santa Catarina

Eng^a. Nezita Terezinha de Faria Trichês

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço aos meus pais, José Antonio e Tirzá, que sempre estiveram ao meu lado para incentivar e apoiar todas as minhas decisões pessoais e profissionais, não sendo diferente nesta etapa. Pela educação que me proporcionam todos os dias, o afeto e o amor de deles me transformou em quem sou hoje. Agradeço pelo privilégio de ser seu filho;

Ao meu irmão Juliano, por estar sempre presente e disposto a me tranquilizar em momentos difíceis e pelo companheirismo de toda a vida;

À minha namorada Nathália, pela compreensão e ajuda durante este processo e por todos os momentos que compartilhamos;

Ao meu professor orientador, Dr. Luis Alberto Gómez, por me mostrar o caminho, aceitar e enfrentar este desafio comigo;

Aos colegas e amigos da Triches Engenharia, em especial a Eng.^a Nezita e o Eng. João Tiago, pela cumplicidade, ensinamentos profissionais e risadas diárias;

À Construtora Ceranium por ter me cedido o projeto arquitetônico utilizado para a elaboração do estudo de caso.

Aos amigos que foram e são a minha válvula de escape;

Aos amigos que fiz no curso Engenharia Civil, com os quais tive oportunidade de trocar experiências e aprendizados ao longo deste trajeto;

A todos aqueles que de alguma forma ajudaram direta ou indiretamente para a elaboração deste trabalho;

Muito obrigado.

SUMÁRIO

FICHA CATALOGRÁFICA.....	II
AGRADECIMENTOS	II
SUMÁRIO	IV
LISTA DE ILUSTRAÇÕES	IX
LISTA DE TABELAS	XI
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	XIII
RESUMO.....	XIV
ABSTRACT	XV
1 INTRODUÇÃO.....	16
1.1 OBJETIVOS.....	17
1.1.1 Objetivo Geral.....	17
1.1.2 Objetivos Específicos.....	17
2 NOÇÕES DE FOGO E INCÊNDIO	18
2.1 A CIÊNCIA DO FOGO	18
2.1.1 Combustível	19
2.1.1.1 Combustível Sólido	19
2.1.1.2 Combustível Líquido	20
2.1.1.3 Combustível Gasoso	20
2.1.2 Comburente	20
2.1.3 Calor.....	21
2.1.3.1 Efeitos do Calor	21
2.1.3.2 Transmissão de Calor	22
2.1.3.3 Pontos e temperaturas notáveis.....	22
2.2 INCÊNDIO.....	23
2.2.1 Causas de Incêndio.....	24
2.2.2 Métodos de Extinção de Incêndio	24
2.2.3 Classes de Incêndio	25
2.2.4 Fatores Influenciadores do Incêndio	26
2.2.5 Evolução do Incêndio.....	26
2.2.6 Produto de Incêndios.....	28
3 PREVENÇÃO E COMBATE A INCÊNDIOS	29
3.1 ASPECTOS LEGAIS.....	29

3.1.1	Trâmites Legais	30
3.2	SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO	32
3.2.1	Medidas de Proteção Passiva ou Preventiva	33
3.2.2	Medidas de Proteção Ativa	33
3.2.3	Medidas de Segurança Vital ou Pleno	34
3.3	PROJETO PREVENTIVO CONTRA INCÊNDIO	34
3.3.1	Classificação das Edificações	34
3.3.1.1	Classificação Quanto a Ocupação	34
3.3.1.2	Classificação Quanto a Altura	36
3.3.1.3	Classificação Quanto a Área.....	36
3.3.1.4	Classificação Quanto ao Risco de incêndio (Carga de Incêndio).....	37
3.3.2	Definição das Medidas de Proteção Contra Incêndio	38
3.4	SISTEMA DE ILUMINAÇÃO DE EMERGÊNCIA E SINALIZAÇÃO PARA ABANDONO DE LOCAL.....	40
3.4.1	Blocos Autônomos	42
3.4.2	Conjunto de Baterias	42
3.4.3	Gerador.....	42
3.4.4	Projeto do Sistema de Iluminação de Emergência.....	42
3.4.4.1	Luminárias	43
3.4.4.2	Sinalização para Abandono de Local (SAL)	43
3.5	SISTEMA DE ALARME E DETECÇÃO DE INCÊNDIO	43
3.5.1	Tipo de Sistemas de Detecção.....	45
3.5.1.1	Sistema de Detecção Convencional.....	45
3.5.1.2	Sistema de Detecção Endereçável	45
3.5.1.3	Sistema de Detecção Analógico	46
3.5.1.4	Sistema de Detecção Algorítmico	46
3.5.2	Detectores de Incêndio.....	46
3.5.2.1	Detectores Térmicos ou de Temperatura.....	47
3.5.2.2	Detectores de Fumaça e Gás.....	47
3.5.2.3	Detectores de Chama	48
3.5.2.4	Projeto de Detectores Automáticos	48
3.5.3	Acionadores Manuais.....	49
3.5.4	Indicadores Sonoros e Visuais	50
3.5.5	Fontes de Alimentação, Circuitos, Eletrodutos e Fiação Elétrica.....	50

3.6	SISTEMA PREVENTIVO POR EXTINTORES.....	51
3.6.1	Classificação dos Extintores de Incêndio.....	51
3.6.1.1	Tipo de Agente Extintor	51
3.6.1.2	Forma de Ação Sobre o Fogo	52
3.6.1.3	Forma de Pressurização	52
3.6.1.4	Massa Total.....	52
3.6.2	Capacidade Extintora	53
3.6.3	Projeto do Sistema de Extintores de Incêndio.....	53
3.7	SISTEMA HIDRÁULICO PREVENTIVO - SHP	54
3.7.1	Componentes do Sistema	54
3.7.1.1	Canalizações	54
3.7.1.2	Reservatórios	55
3.7.1.3	Hidrantes.....	55
3.7.1.4	Mangueira	56
3.7.1.5	Mangotinho.....	57
3.7.1.6	Hidrante de Recalque.....	57
3.7.2	Dimensionamento do Sistema.....	58
3.7.2.1	Dimensionamento da RTI.....	62
3.8	INSTALAÇÕES DE GÁS COMBUSTÍVEL	62
3.8.1	Tipos de Gases	63
3.8.1.1	Gás Liquefeito de Petróleo - GLP	63
3.8.1.2	Gás Natural - GN.....	63
3.8.2	Instalações de GLP e GN	64
3.8.2.1	Central de gás	64
3.8.2.1.1	Abrigo de GLP	65
3.8.2.1.2	Central de GLP	65
3.8.2.1.3	Proteção por Extintores	67
3.8.2.1.4	Dimensionamento da Central de Gás	68
3.8.2.2	Rede de Distribuição	70
3.8.2.2.1	Dimensionamento da Tubulação - CBMSC.....	70
3.8.2.2.2	Dimensionamento da Tubulação - ABNT.....	72
3.8.2.3	Adequação de Ambientes	75
3.8.2.3.1	Dimensionamento da Ventilação Permanente.....	76
3.8.2.4	Exaustão dos Gases de Combustão	77

3.8.2.4.1	Exaustão Individual.....	77
3.8.2.4.2	Exaustão Coletiva.....	80
3.9	SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS - SPDA ...	81
3.9.1	Classes do SPDA.....	82
3.9.2	Sistema Externo de Proteção Contra Descargas Atmosféricas	83
3.9.2.1	Subsistema de Captação	83
3.9.2.2	Subsistema de Descida	84
3.9.2.3	Subsistema de Aterramento	85
3.9.3	Uso de Componentes Naturais	86
3.9.4	Materiais e Dimensões Mínimas.....	86
3.9.5	Métodos de Proteção	88
3.9.6	Medidas de Proteção Contra Acidentes a Tensão de Toque e Tensão de Passo.....	90
3.9.6.1	Medidas de Proteção Contra Tensão de Toque	90
3.9.6.2	Medidas de Proteção Contra Tensão de Passo	91
3.10	SISTEMA DE SAÍDAS DE EMERGÊNCIA.....	91
3.10.1	Constituição das Saídas de Emergência.....	92
3.10.2	Cálculo da População.....	92
3.10.3	Dimensionamento da Saída de Emergência.....	92
3.10.4	Distâncias Máximas a Serem Percorridas.....	93
3.10.5	Escadas.....	94
3.10.5.1	Determinação do Número e Tipo de Escada	95
3.10.5.2	Escada Comum	96
3.10.5.3	Escada Protegida.....	96
3.10.5.4	Escada Enclausurada	97
3.10.5.5	Escada Enclausurada a Prova de Fumaça.....	98
3.10.6	Dutos de Ventilação Natural	99
4	ESTUDO DE CASO: PROJETO PREVENTIVO CONTRA INCÊNDIO DE EDIFICAÇÃO RESIDENCIAL PRIVATIVA MULTIFAMILIAR.....	103
4.1	DESCRIÇÃO DO EMPREENDIMENTO.....	103
4.2	CLASSIFICAÇÃO DA EDIFICAÇÃO E MEDIDAS DE SEGURANÇA	104
4.3	DIMENSIONAMENTO DOS SISTEMAS DE PROTEÇÃO.....	105
4.3.1	Sistema de Saídas de Emergência.....	105
4.3.1.1	Número e Tipo de Escada.....	106
4.3.1.2	Dimensionamento das Saídas de Emergência	106

4.3.2	Instalações de Gás Combustível.....	107
4.3.2.1	Equipamentos	107
4.3.2.2	Ventilação Permanente	107
4.3.2.3	Central de gás	108
4.3.2.4	Tubulação	109
4.3.3	Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas.....	113
4.3.4	Sistema Preventivo por Extintores	114
4.3.5	Sistema Hidraulico Preventivo.....	114
4.3.6	Sistema de Iluminação de Emergência e Sinalização para Abandono de Local.....	118
4.3.7	Sistema de Alarme e detecção.....	119
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	121
5.1	SUGESTÃO PARA TRABALHOS FUTUROS	122
	REFERÊNCIAS	123
	APÊNDICE 1 - PROJETO PREVENTIVO CONTRA INCÊNDIO PROPOSTO	129
	APÊNDICE 2 - DIMENSIONAMENTO DA REDE SECUNDÁRIA - MÉTODO CBMSC	141
	APÊNDICE 3 - DIMENSIONAMENTO DA REDE SECUNDÁRIAS - MÉTODO ABNT.....	145
	ANEXO 1 - FATOR DE SIMULTANIEDADE	149
	ANEXO 2 - DIMENSIONAMENTO DA REDE PRIMÁRIA DE GÁS- CBMSC .	153
	ANEXO 3 - DIMENSIONAMENTO DA REDE SECUNDÁRIA DE GÁS- CBMSC	159
	ANEXO 4 - NÚMERO E TIPO DE ESCADA- CBMSC	163
	ANEXO 5 - PROJETO ARQUITETÔNICO	167

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 -	TRIÂNGULO DO FOGO.....	18
FIGURA 2 -	TETRAÉDRO DO FOGO.....	19
FIGURA 3 -	MECANISMO DE IGNIÇÃO DE COMBUSTÍVEL SÓLIDO.....	19
FIGURA 4 -	MECANISMO DE IGNIÇÃO DE COMBUSTÍVEL LÍQUIDO	20
FIGURA 5 -	MECANISMO DE IGNIÇÃO DE COMBUSTÍVEL GASOSO	20
FIGURA 6 -	MUDANÇAS DE ESTADO FÍSICO	21
FIGURA 7 -	EVOLUÇÃO DE UM INCÊNDIO EM UM COMPARTIMENTO	27
FIGURA 8 -	FLOXOGRAMA DE OPERAÇÃO DO SISTEMA DE DETECTORES DE INCÊNDIO	45
FIGURA 9 -	OPERAÇÃO DOS DETECTORES ÓPTICOS DE FUMAÇA	47
FIGURA 10 -	DETECTOR IÔNICO DE FUMAÇA	48
FIGURA 11 -	ACIONADOR DE ALARME.....	49
FIGURA 12 -	SIRENE AUDIOVISUAL.....	50
FIGURA 13 -	TOMADA DE INCÊNDIO DE HIDRANTE.....	56
FIGURA 14 -	TOMADA DE INCÊNDIO DE MANGOTINHO	57
FIGURA 15 -	HIDRANTE DE RECALQUE	58
FIGURA 16 -	DISPOSITIVOS ABRIGO DE GLP.....	65
FIGURA 17 -	CONJUNTO DE CONTROLE E MANOBRA	67
FIGURA 18 -	PRISMA DE VENTILAÇÃO.....	76
FIGURA 19 -	TIPOS DE EXAUSTÃO	77
FIGURA 20 -	EXAUSTÃO INDIVIDUAL COM TERMINAL TIPO TÊ	78
FIGURA 21 -	ESPECIFICAÇÃO DA ALTURA DA CHAMINÉ.....	79
FIGURA 22 -	AFASTAMENTO DOS TERMINAIS DAS CHAMINÉS.....	80
FIGURA 23 -	CHAMINÉ COLETIVA	80
FIGURA 24 -	ÂNGULO DE PROTEÇÃO	84
FIGURA 25 -	CONE DE PROTEÇÃO	89
FIGURA 26 -	ESFERA ROLANTE	90
FIGURA 27 -	ALTURA DESCENDENTE	95
FIGURA 28 -	ALTURA ASCENDENTE.....	96
FIGURA 29 -	ESCADAS PROTEGIDAS	97
FIGURA 30 -	ESCALA ENCLAUSURADA	98
FIGURA 31 -	ESCALA ENCLAUSURADA A PROVA DE FUMAÇA.....	98

FIGURA 32 - ABERTURAS DE ENTRADA DE AR E EXTRAÇÃO DE FUMAÇA.	99
FIGURA 33 - DUTO DE ENTRADA DE AR.....	100
FIGURA 34 - DUTO DE EXTRAÇÃO DE FUMAÇA.....	100
FIGURA 35 - RESIDENCIAL SAN MARINO	103
FIGURA 36 - SITUAÇÃO	104
FIGURA 37 - POSIÇÃO DOS ABRIGOS DE MANGUEIRA - PAVIMENTO TIPO115	115
FIGURA 38 - POSIÇÃO DOS ABRIGOS DE MANGUEIRA - PAVIMENTO SUBSOLO	116
FIGURA 39 - DISTRIBUIÇÃO DAS LUMINÁRIAS E ÁREA DE ABRANGÊNCIA - PAVIMENTO SUBSOLO	118
FIGURA 40 - SINALIZAÇÃO PARA ABANDONO DE LOCAL - PAVIMENTO TÉRREO	119
FIGURA 41 - CAMINHAMENTO PARA ACIONADOR DE INCÊNDIO - TÉRREO	120

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - PRINCIPAIS PONTOS E TEMPERATURAS DE ALGUNS COMBUSTÍVEIS OU INFLAMÁVEIS.....	23
TABELA 2 - COMPARAÇÃO ENTRE SISTEMAS DE CLASSIFICAÇÃO DE CARGA DE INCÊNDIO	25
TABELA 3 - RISCO DE INCÊNDIO EM FUNÇÃO DA OCUPAÇÃO DA EDIFICAÇÃO.....	37
TABELA 4 - RESIDENCIAL PRIVATIVA MULTIFAMILIAR	38
TABELA 5 - COMERCIAL.....	38
TABELA 6 - INDUSTRIAL.....	39
TABELA 7 - ESCOLAR GERAL	39
TABELA 8 - REUNIÃO DE PÚBLICO SEM CONCENTRAÇÃO	40
TABELA 9 - DIMENSÕES MÍNIMAS E DISTÂNCIAS ENTRE PONTO DE SAL.	43
TABELA 10 - CAPACIDADE EXTINTORA E CARGA MÍNIMA DE AGENTE EXTINTOR	53
TABELA 11 - TIPOS DE MANGUEIRA	56
TABELA 12 - DIÂMETRO DA MANGUEIRA E REQUINTE.....	57
TABELA 13 - PRESSÃO DINÂMICA MÍNIMA	58
TABELA 14 - N° DE HIDRANTES EM USO SIMULTÂNEO	58
TABELA 15 - COEFICIENTE DE RUGOSIDADE DE HANZEN-WILLIAMS.....	60
TABELA 16 - COMPRIMENTO EQUIVALENTE DE CONEXÕES	60
TABELA 17 - QUANTIDADE MÍNIMA DE EXTINTORES	67
TABELA 18 - POTÊNCIAS NOMINAIS DOS APARELHOS DE UTILIZAÇÃO..	69
TABELA 19 - TAXA DE VAPORIZAÇÃO DE RECIPIENTES DE GLP.....	70
TABELA 20 - POTÊNCIA ADOTADA	71
TABELA 21 - FATOR DE RESISTÊNCIA.....	79
TABELA 22 - NÍVEL DE PROTEÇÃO E CLASSE DO SPDA.....	82
TABELA 23 - NÍVEL DE PROTEÇÃO EM FUNÇÃO DA ESTRUTURA.....	83
TABELA 24 - VALORES MÁXIMOS DOS RAIOS DA ESFERA ROLANTE E TAMANHO DA MALHA	84
TABELA 25 - DISTÂNCIA ENTRE CONDUTORES DE DESCIDA E ENTRE ANÉIS CONDUTORES	85
TABELA 26 - MATERIAIS E DIMENSÕES MÍNIMAS PARA COMPONENTES DO SUBSISTEMAS DE CAPTAÇÃO E DESCIDA	87
TABELA 27 - MATERIAIS E DIMENSÕES MÍNIMAS PARA COMPONENTES DO SUBSISTEMA DE ATERRAMENTO	88

TABELA 28 - CÁLCULO DE POPULAÇÃO E CAPACIDADE DE PASSAGEM DAS SAÍDAS DE EMERGÊNCIA	93
TABELA 29 - DIMENSIONAMENTO DA CENTRAL DE GÁS.....	108
TABELA 30 - DIMENSIONAMENTO DA REDE PRIMÁRIA - MÉTODO CBMSC	109
TABELA 31 - DIMENSIONAMENTO DA REDE SECUNDÁRIA APTOS 102 A 702 - MÉTODO CBMSC.....	110
TABELA 32 - DIMENSIONAMENTO DA REDE PRIMÁRIA - MÉTODO ABNT	111
TABELA 33 - DIMENSIONAMENTO DA REDE SECUNDÁRIA APTOS 102 A 702 - MÉTODO ABNT	112
TABELA 34 - COMPARATIVO DOS MÉTODOS PARA A REDE PRIMÁRIA..	112
TABELA 35 - DIMENSIONAMENTO DA TUBULAÇÃO DE SHP	117

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- ABNT** – Associação Brasileira de Normas Técnicas
- ART** – Anotação de Responsabilidade Técnica
- BEP** – Barramento de Equipotencialização Principal
- CBMSC** – Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina
- CO** – Monóxido de Carbono
- CO2** – Dióxido de Carbono
- DAT** – Diretoria de Atividades Técnicas
- DEA** – Duto de Entrada de Ar
- DEF** – Duto de Extração de Fumaça
- GLP** – Gás Liquefeito de Petróleo
- GN** – Gás Natural
- IN** – Instrução Normativa
- NFPA** – National Fire Protection Association
- NBR** – Norma Brasileira Regulamentadora
- NR** – Norma Regulamentadora
- NSCI** – Norma de Segurança Contra Incêndios e Pânico
- OBM** – Organizações de Bombeiro Militar
- PPCI** – Projeto de Preventivo Contra Incêndios
- PRGLP** – Posto de Revenda de Gás Liquefeito de Petróleo
- PRE** – Plano de Regularização da Edificação
- RRT** – Registro de Responsabilidade Técnica
- RTI** – Reserva Técnica de Incêndio
- SAL** – Sinalização para Abandono Local
- SAT** – Seção de Atividades Técnicas
- SHP** – Sistema Hidráulico Preventivo
- SPDA** – Sistema de Proteção Contra Desgargas Atmosféricas

RESUMO

As Normas de Segurança Contra Incêndio e Pânico (NSCI) estabelecidas pelo Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina (CBMSC) visam padronizar as medidas de proteção e combate contra incêndios, para edificações de modo geral, afim garantir a segurança das pessoas e de bens. Dentro dos trâmites legais a aprovação de um projeto preventivo contra incêndio (PPCI) se faz necessária. O PPCI contém os sistemas e medidas de proteção contra incêndio e pânico que devem constar na edificação. Este trabalho tem como objetivo o estudo e execução do projeto preventivo contra incêndio e os sistemas de segurança que o compõem. Foram dimensionados os sistemas de segurança e de instalações de gás combustível para uma edificação residencial privativa multifamiliar.

Palavras-chave: Incêndio; Prevenção contra incêndio; PPCI; Projeto

ABSTRACT

The Fire and Panic Safety Standards established by the Fire Brigade of Santa Catarina aim to standardize measures of protection and fire fighting for general buildings in order to guarantee the safety of people and goods. Within the legal procedures, the approval of a fire preventive design for the building is necessary. The fire preventive design contains the fire and panic protection systems and measures that must appear in the building. This paper has as objective the study and execution of the fire prevention design and the security systems that compose it. Safety systems and fuel gas installations were designed for a multifamily residential building.

Key words: Fire prevention, Fire, Design

1 INTRODUÇÃO

Foi nos primórdios da humanidade que o fogo apareceu pela primeira vez. A chama maravilhou o ser humano, que não tardou a aprender a dominá-la. A capacidade de fazer fogo foi um dos grandes progressos da civilização, mudou a vida dos homens. O domínio sobre o fogo levou ao avanço tecnológico e às mais diversas aplicações que hoje são utilizadas.

É certo que o fogo trouxe muitos benefícios à sociedade, mas descontrolado torna-se extremamente destruidor. Ao longo dos anos o mundo viu episódios de pânico. Houveram incêndios que tomaram tamanhas proporções que devastaram cidades, como Roma (64 DC), Londres (1666) e Chicago (1871). Segundo Seito (2008), esse tipo de incêndio não se repetirão devido a maneira como as cidades estão moldadas hoje.

Os maiores incêndios no Brasil ainda são bem recentes. O incêndio com maior número de mortes, 250, se passou em um circo em Niteroi (RJ) em 1961. Mais recente pode-se citar também a tragédia da boate em Santa Maria (2012) que resultou em 242 vítimas. Foram incêndios como estes, com perda humana e material, que levaram às legislações para prevenção e combate aos incêndios.

Foi somente após os incêndios em prédios elevados, como o incêndio em 1972 no edifício Andraus em São Paulo e o incêndio no edifício Joelma em 1974 no Rio de Janeiro, que houve uma mobilização para mudança de legislação.

Os envolvidos com segurança contra incêndio percebem que há uma transformação em nosso país. Existe uma tendência em uniformizar as legislações estaduais e a elaboração de normas técnicas de acordo com o que acontece no país e no exterior (SEITO et al, 2008).

O Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina (CBMSC) estabelece, pelo Decreto Estadual nº 4.909, de 18 Out 1994, Normas para a Segurança Contra Incêndios e Pânico (NSCI). É neste contexto que surge o Projeto Preventivo Contra Incêndio (PPCI). Nele devem conter todos os sistemas e medidas de segurança contra incêndio e pânico de uma edificação. Este projeto deve ser composto das plantas do imóvel, bem como detalhes, memoriais descritivos e especificações de todos os sistemas (CBMSC, 2015).

Neste trabalho serão demonstrados conceitos essenciais para a realização de um projeto preventivo contra incêndio e uma descrição de todos os sistemas que o compõem. Além disso realizar-se-á um estudo de caso a fim de aplicar os conceitos apresentados.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Elaboração de um projeto preventivo contra incêndio e de instalação de gás combustível de uma edificação privativa multifamiliar observando as NSCI do CBMSC.

1.1.2 Objetivos Específicos

Este trabalho tem como objetivos específicos:

1. Abordar conceitos de fogo e condições para sua existência;
2. Revisar os conceitos de transmissão de calor;
3. Conceituar incêndio, seus tipos, classes e etapas de propagação;
4. Especificar e quantificar os sistemas de prevenção contra incêndio;
5. Elaboração de planilha eletrônica para dimensionamento do sistema hidráulico preventivo;
6. Elaboração de planilha eletrônica para dimensionamento das instalações de gás combustível;
7. Elaboração de projeto preventivo contra incêndio;
8. Discriminar e esclarecer os procedimentos de aprovação de projeto e de obtenção de habite-se do Corpo de Bombeiros.

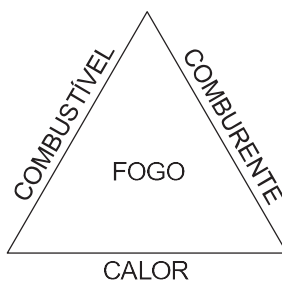
2 NOÇÕES DE FOGO E INCÊNDIO

2.1 A CIÊNCIA DO FOGO

Para melhor combater e prevenir incêndios é preciso abordar conceitos básicos sobre o fogo. A NBR 13860 - Glossário de termos relacionados com a segurança contra incêndio - define fogo como processo de combustão caracterizado pela emissão de calor e luz. Para Pereira e Popovic (2007, p.24), "O fogo é um processo químico de transformação, também denominado combustão, que atinge os materiais combustíveis e inflamáveis. Outras normas, como a ISO 8421-1 – Fire protection - Vocabulary, adicionam fumaça e chama à emissão de calor.

Primeiramente acreditava-se que para a combustão auto-sustentável era necessário uma combinação de três fatores - combustível, comburente e calor - se um deles não existisse o fogo estaria extinto. Essa teoria ganhou o nome de Triângulo do Fogo. A figura 1 ilustra esse conceito.

FIGURA 1 - TRIÂNGULO DO FOGO



Fonte: Elaboração própria

Mais tarde foi descoberto que a combinação desses fatores levava somente à ignição, a partida, da combustão. Após a ignição os combustíveis fornecem mais calor e liberam gases ou vapores combustíveis. Assim a combustão é mantida pelos produtos e calor produzidos na própria reação, caracterizando assim, uma reação em cadeia (CBMERJ, 2008). A partir desse conhecimento, foi elaborada uma nova teoria para a representação do fogo, o Tetraedro do Fogo, adicionando a reação em cadeia como fator para auto-sustentação do fogo. A figura 2 a seguir ilustra esse conceito.

FIGURA 2 - TETRAÉDRO DO FOGO



Fonte: Elaboração própria

2.1.1 Combustível

Combustível é o elemento que alimenta o fogo e contribui para sua propagação. Podem ser elementos em estado sólido, líquido ou gasoso. Cada estado tem diferente comportamento de ignição e manutenção da combustão. De maneira geral, o combustível entrará em combustão em fase gasosa, portanto combustíveis sólidos e líquidos necessitam ser transformados em gás ou vapor antes de poderem entrar em combustão.

2.1.1.1 Combustível Sólido

Em presença de energia, um combustível sólido passa por uma transformação denominada pirólise. Nesta transformação, o sólido se decompõe produzindo gases, que quando misturado com o oxigênio do ar formam uma mistura inflamável que em contato com energia ativante se inflama. Se a energia for suficiente para garantir a formação da mistura inflamável, a continuidade da combustão ocorrerá (SEITO et al, 2008). A figura 3, a seguir, mostra o mecanismo de ignição de combustível sólido.

FIGURA 3 - MECANISMO DE IGNIÇÃO DE COMBUSTÍVEL SÓLIDO



Fonte: SEITO et al, 2008, p. 37

2.1.1.2 Combustível Líquido

Um combustível líquido quando em presença de calor, passa pelo fenômeno físico da evaporação, liberando vapores que se misturam com o oxigênio do ar produzindo uma mistura inflamável. Do mesmo jeito das misturas inflamáveis dos combustíveis sólidos, precisam de uma energia ativante para entrar em ignição. A queima terá continuidade caso o líquido atinja sua temperatura de combustão (SEITO, 2008). A figura 4, a seguir, mostra o mecanismo de ignição de combustível líquido.

FIGURA 4 - MECANISMO DE IGNIÇÃO DE COMBUSTÍVEL LÍQUIDO



Fonte: SEITO et al, 2008, p. 37

2.1.1.3 Combustível Gasoso

O combustível é gasoso quando encontrado na forma de gás ou vapor em temperatura ambiente. Em contato com o ar forma a mistura inflamável que juntamente com energia ativante, se inflama (SEITO et al, 2008). A figura 5, a seguir, mostra o mecanismo de ignição de combustível gasoso.

FIGURA 5 - MECANISMO DE IGNIÇÃO DE COMBUSTÍVEL GASOSO



Fonte: SEITO, 2008, p. 38

2.1.2 Comburente

É o elemento que reage com o combustível possibilitando a combustão. O comburente mais comum é o oxigênio, que está presente no ar com concentração aproximada de 21%. O oxigênio ditará o ritmo da combustão, ambientes ricos em oxigênio produziram

chamas intensas e brilhantes. Por outro lado, ambientes com baixa concentração de oxigênio - inferior a 16% - não conseguem sustentar a combustão (SIMIANO; BAUMEL, 2013).

2.1.3 Calor

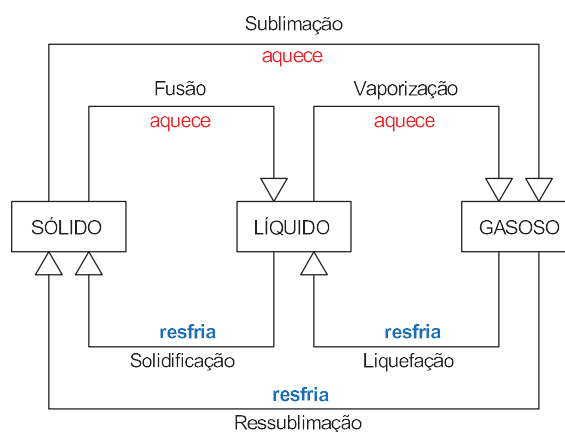
Para Halliday (2009), calor é a energia transferida de um sistema para o ambiente ou vice-versa devido a uma diferença de temperatura. No Tetraedro do Fogo ele representa a componente energética. É gerado a partir da transformação de outras formas de energia através de processos químicos e físicos.

2.1.3.1 Efeitos do Calor

A energia calorífica (calor) produzirá efeitos químicos e físicos nos corpos, e efeitos fisiológicos nos seres vivos (CBMRJ, 2008). Podemos verificar a seguir alguns desses efeitos:

- Mudança de Temperatura: O aumento ou a diminuição da temperatura do corpo. Este fato se dá mais rapidamente em corpos bons condutores de calor, como metais, e mais lentamente em maus condutores, como líquidos e gases em geral.
- Dilatação Térmica: é o fenômeno dos corpos aumentarem ou diminuírem suas dimensões com o aumento ou diminuição da temperatura. Pode ser linear (uma dimensão), superficial (duas dimensões) ou volumétrica (três dimensões).
- Mudança de estado físico: com o ganho, ou perda de energia, o corpo tende a trocar de estado físico. A figura 6 a seguir ilustra essas mudanças.

FIGURA 6 - MUDANÇAS DE ESTADO FÍSICO



Fonte: Elaboração própria

- d) Efeitos fisiológicos: o calor pode trazer inúmeros efeitos aos seres vivos, por exemplo desidratação, queimaduras e fadiga.

2.1.3.2 Transmissão de Calor

Para melhor compreender o desenvolvimento de incêndios e sua forma de propagação, é necessário estudar a maneira com que o calor é transferido de um corpo ao outro. São três os mecanismos de transferência de calor: condução, convecção e radiação.

1. Condução: a transferência de calor dá-se de corpo para corpo, de molécula em molécula. Tem como característica a transferência de energia sem a transferência simultânea de matéria. É predominante nos sólidos (CBMSC);
2. Convecção: a transferência de calor se faz pelo movimento de gases e líquidos. Quando parte de um fluido tem sua temperatura aumentada, o mesmo se expande tornando-se menos denso. O fluido que o cerca está mais frio, portanto mais pesado, fazendo com que o fluido aquecido suba. Agora o fluido mais frio ocupa o local do mais quente e o processo pode continuar de forma cíclica (Halliday, 2009);
3. Radiação: é a troca de energia através de ondas eletromagnéticas. Essas ondas podem ser chamadas de radiação térmica. Não é preciso um meio material para esse tipo de transferência de energia acontecer, podendo existir mesmo no vácuo. As ondas de radiação térmica propagam-se em todas as direções a partir da fonte de calor. A intensidade da energia varia a medida que os corpos estão mais próximos ou mais afastados da fonte.

2.1.3.3 Pontos e temperaturas notáveis.

Para a prevenção e extinção de incêndios Camillo Junior (2013), julga importante o conhecimento do comportamento dos diversos materiais frente ao calor. Sendo assim é importante conhecer o ponto de fulgor, o ponto de combustão e a temperatura de ignição dos combustíveis. A tabela 1 mostra esses pontos para alguns combustíveis/inflamáveis.

1. Ponto de Fulgor: é a temperatura mínima para que um combustível desprenda gases inflamáveis, que em contato com oxigênio do ar e chama começa a queimar. No entanto sem a chama o fogo se apaga, pois os gases produzidos não são

suficientes. É também chamado de ponto de lampejo ou *flash point*. (CAMILLO JUNIOR, 2013);

2. Ponto de Combustão: é a temperatura mínima para que um combustível desprenda gases inflamáveis, que em contato com oxigênio do ar e chama, se inflamam. Mesmo com a retirada da chama o fogo é mantido pois os gases produzidos são suficientes para garantir a reação em cadeia. É também chamado de *fire point*. (CAMILLO JUNIOR, 2013);
3. Temperatura de ignição: é aquela que permite aos gases desprendidos dos combustíveis entrarem em combustão apenas a presença do oxigênio do ar, não necessitando de alguma fonte de calor. (CAMILLO JUNIOR, 2013).

TABELA 1 - PRINCIPAIS PONTOS E TEMPERATURAS DE ALGUNS COMBUSTÍVEIS OU INFLAMÁVEIS

PRINCIPAIS PONTOS E TEMPERATURAS DE ALGUNS COMBUSTÍVEIS OU INFLAMÁVEIS		
Combustível/Inflamável	Ponto de Fulgor (°C)	Temperatura de Ignição (°C)
Acetileno	Gás	335,0
Álcool etílico	12,6	371,0
Álcool metílico	11,1	426,0
Asfalto	204,0	485,5
Benzina	-17,7	232,0
Enxofre	65,5	232,0
Gasolina	-42,0	257,0
Querosene	38 a 73,5	254,0
Óleo de emendoim	282,0	445,0
Parafina	199,0	245,0

Fonte: Adaptação de Camillo Junior, 2013

Com esses pontos e temperaturas é possível classificar os líquidos em combustíveis (com ponto de fulgor entre 70 °C e 93,3 °C) e inflamáveis (com ponto de fulgor menor que 70 °C). (CAMILLO JUNIOR, 2013).

2.2 INCÊNDIO

Com noções sobre o fogo bem estabelecidas, podemos agora tratar da tecnologia do incêndio. Para a NBR 13860 - Glossário de termos relacionados com a segurança contra incêndio, incêndio é o fogo fora de controle. Seito em 2008, salienta que a definição de incêndio não leva em consideração a dimensão do fogo, e que no Brasil, incêndios de menor porte são chamados de princípios de incêndio.

2.2.1 Causas de Incêndio

Incêndios podem ter as mais variadas causas. Geralmente as causas de incêndio são classificadas em naturais ou artificiais. Um incêndio de causas naturais é aquele gerado por fenômenos da natureza, independente de vontade humana. Incêndios artificiais podem ser divididos em acidentais e propositais. Ambos tem a atuação direta do homem. Incêndios acidentais são aqueles causados por descuido, sendo a causa mais comum de incêndio. Incêndios propositais tem origem criminosa, onde alguém provoca o incêndio.

Descuidos são a grande causa de incêndios. CAMILLO JUNIOR (2013), afirma que a desorganização e a falta de limpeza em ambientes contribui para a ocorrência de acidentes.

Podemos citar alguns causadores de incêndio em edificações de maneira geral. Instalações elétricas inadequadas, por exemplo, representam grande parte dos riscos de sinistro. "Gambiarras" estão sujeitas a curto circuito e podem gerar centelhas que ocasionam princípios de incêndio. Gases combustíveis e produtos de limpeza são outros fatores preocupantes no que diz respeito a causadores de incêndio. Vazamentos de gás podem ocasionar explosões em contato com faíscas e produtos de limpeza são altamente inflamáveis propagando o fogo rapidamente além de produzir fumaça tóxica.

2.2.2 Métodos de Extinção de Incêndio

Para a extinção de incêndios leva-se em consideração a teoria do tetraedro do fogo e os quatro elementos essenciais para sua existência. São eles: comburente (oxigênio), combustível, calor e a reação em cadeia. Logo, para extinguir o fogo basta retirar um dos componentes.

Para Camillo Junior (2013), existem quatro maneiras de se acabar com algum dos componentes do fogo. A extinção por retirada do material, abafamento, resfriamento ou extinção química.

- Extinção por retirada de combustível: quando retira-se o material combustível, evitando a alimentação do fogo. Por exemplo quando o registro de gás é fechado, o fogo do queimador se acaba.
- Extinção por retirada de oxigênio ou abafamento: consiste na retirada do comburente, oxigênio, evitando a formação da mistura inflamável.
- Extinção por retirada de calor ou resfriamento: o calor do fogo é retirado até que o combustível não possa mais gerar gases ou vapores formadores da mistura inflamável.

- Extinção química: quando interrompe-se a reação em cadeia. Agentes químicos são lançados e misturados com a mistura inflamável produzindo uma nova mistura não inflamável.

2.2.3 Classes de Incêndio

Para o combate a incêndios, os combustíveis são classificados em uma, ou mais classes de incêndio. Essas classes ajudarão na escolha do agente extintor mais adequado permitindo combater o fogo de maneira eficiente.

Existem diferentes sistemas de classificação. Os Estados Unidos, por exemplo, seguem a classificação da National Fire Protection Association (NFPA), prevendo cinco classes. Na Europa, Ásia e Austrália, são utilizadas seis classes. No Brasil, a NR 23 - Proteção Contra Incêndios, prevê apenas quatro classes de incêndio, que serão apresentadas a seguir:

CLASSE A: materiais de fácil combustão, queimando em superfície e profundidade.

São sólidos de maneira geral que quando queimam deixam resíduos. O efeito de resfriamento é essencial para sua extinção.

CLASSE B: líquidos, combustíveis ou inflamáveis, queimando somente em superfície. Não deixam resíduos depois da queima. Os efeitos de abafamento e rompimento de cadeia iônica são essenciais para sua extinção.

CLASSE C: equipamentos energizados como motores e transformadores. Sua extinção deve ser realizada com agentes extintores não condutores de eletricidade.

CLASSE D: elementos pirofóbicos como magnésio, zircônio e titânio.

A tabela 2 a seguir faz a comparação entre os três sistemas de classificação citados anteriormente.

TABELA 2 - COMPARAÇÃO ENTRE SISTEMAS DE CLASSIFICAÇÃO DE CARGA DE INCÊNDIO

COMPARAÇÃO ENTRE SISTEMAS DE CLASSES DE INCÊNDIO			
Brasil NR 23	Estados Unidos NFPA 10	Europa EN 3	Tipo de Combustível
Classe A	Classe A	Classe A	Combustíveis ordinários
Classe B	Classe B	Classe B	Líquidos Inflamáveis
		Classe C	Gases Inflamáveis
Classe C	Classe C	Classe E	Equipamentos Elétricos
Classe D	Classe D	Classe D	Pirofóbicos
	Classe K	Classe F	Oléo ou Gordura

Fonte: Adaptação de Camillo Junior, 2013

2.2.4 Fatores Influenciadores do Incêndio

Existem inúmeros fatores que podem influenciar a agressividade e o tamanho de um incêndio. Para Seito et al (2008), devido ao infinito número de elementos influenciadores não existem dois incêndios iguais. Podemos citar alguns fatores mais conhecidos como:

- Projeto arquitetônico: a forma e as dimensões da sala e edifício;
- Material combustível: o tipo de material, englobando suas características de queima e sua disposição no ambiente;
- Condições climáticas: a temperatura e umidade relativa do ambiente;
- Aberturas do ambiente: vai influenciar na quantidade de oxigênio para a combustão, bem como, a facilidade com que o incêndio propaga-se entre ambientes;
- Medidas de prevenção contra incêndio existentes;
- Medidas de proteção contra incêndio instaladas.

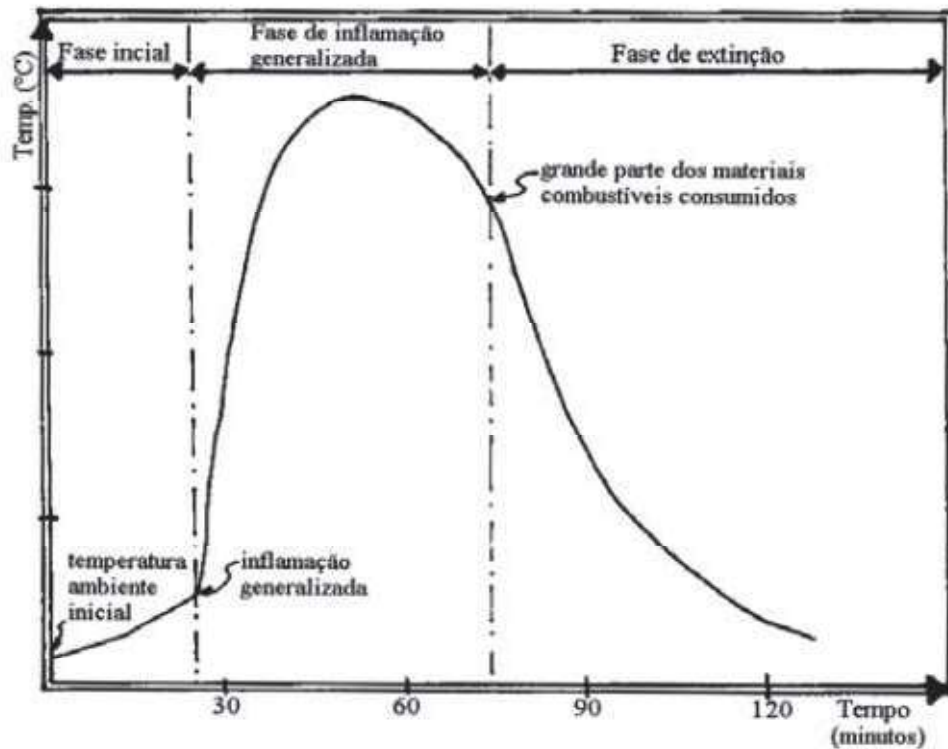
2.2.5 Evolução do Incêndio

Para Seito et al (2008), incêndios de maneira geral começam pequenos. O crescimento dos mesmos, vai depender do primeiro material ignitizado, do comportamento ao fogo dos materiais adjacentes e da distribuição dos mesmos no ambiente.

Podemos dividir em três fases a evolução de um incêndio dentro de um ambiente. A primeira fase caracteriza-se como uma pré-ignição, elevando vagarosamente a temperatura. Em seguida ocorre o crescimento do fogo, com surgimento de chamas e aquecimento do ambiente. Então uma terceira fase, caracterizada pela diminuição gradual da temperatura das chamas e do ambiente.

O gráfico da figura 7 a seguir, demonstra a elevação de temperatura dentro de um ambiente em situação de incêndio ao longo do tempo.

FIGURA 7 - EVOLUÇÃO DE UM INCÊNDIO EM UM COMPARTIMENTO



Fonte: SEITO et al, 2008, p.59

Na fase inicial, o incêndio está reduzido a um foco. O primeiro material combustível junto à uma fonte de ignição e possivelmente algum material adjacente. Podemos dividir esta etapa em fase de abrasamento e fase de chamejamento. No abrasamento, tem-se uma combustão lenta, sem formação de chama, produzindo gases combustíveis e fumaça que preenchem vagarosamente o compartimento. No chamejamento, as chamas começam a aparecer, aumentando a taxa de aquecimento e geração de fumaça. Nesta etapa, a temperatura do ambiente aumenta gradualmente.

A segunda fase, caracteriza-se pela inflamação generalizada. Com oxigenação do ambiente, o fogo progride ativamente, gerando grande quantidade de gases aquecidos, e fumaça. A temperatura do ambiente eleva-se rapidamente inflamando os outros materiais combustíveis. O fogo então, atinge sua máxima severidade. É nesta fase que há maior probabilidade de propagação do fogo para outros ambientes.

A extinção do fogo ocorre na terceira fase. O incêndio diminui sua intensidade e severidade na medida em que os materiais combustíveis vão sendo totalmente consumidos.

2.2.6 Produto de Incêndios

Os produtos resultantes de incêndio podem ser variados dependendo da composição dos materiais combustíveis. Podendo haver a formação de vapores, gases e fumaça. Incêndios bem ventilados resultam em um menor acúmulo de fumaça e gases, por outro lado, incêndios com pouco oxigênio, favorecem a combustão incompleta com grande quantidade de fumaça e gases tóxicos. (BRENTANO, 2010)

Os vapores são produtos da combustão que quando produzidos encontram-se no estado gasoso, no entanto quando entram em contato com a temperatura ambiente são resfriados tornando-se líquidos ou sólidos. Um exemplo é o vapor da água. (BRENTANO, 2010)

Os gases são os produtos da combustão que mesmo à temperatura ambiente mantêm-se nesse estado. O monóxido de carbono (CO) é o principal produto de incêndios, ele não é perceptível pelas pessoas por ser incolor, inodoro e insípido. É extremamente tóxico ao ser humano. (BRENTANO, 2010)

A fumaça é a combinação de vapores, gases e fuligem. A sua toxicidade é a que representa maior perigo à vida humana. Além disso, a fumaça, pode reduzir a visibilidade impedindo a saída dos ocupante. (BRENTANO, 2010)

3 PREVENÇÃO E COMBATE A INCÊNDIOS

3.1 ASPECTOS LEGAIS

A segurança contra incêndio no Brasil possui um total de 74 normas técnicas da ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas e CB24 - Comitê Brasileiro de Segurança Contra Incêndio. Para a regulamentação de edificações em nível nacional existe ainda uma norma regulamentadora do Ministério do Trabalho, a NR23 - Proteção contra incêndios.

As leis e decretos que regem a segurança contra incêndio seguem uma hierarquia, e tem a cada esfera de poder um aumento de detalhamento e especificidade. Segue a hierarquia:

1. Constituição Federal;
2. Constituição Estadual;
3. Lei Estadual;
4. Decretos Estaduais;
5. Normas citadas pelos decretos;
6. Leis e Decretos Municipais;
7. Portarias, Instruções Normativas e pareceres do Corpo de Bombeiros.

O artigo 144 da Constituição Federal indica as Polícias Militares e os Corpos de Bombeiros Militares como órgãos competentes para preservar a ordem pública e patrimonial. No estado de Santa Catarina, cabe ao Corpo de Bombeiros Militar à realização dos serviços de prevenção e combate a incêndios, como o estabelecimento de normas, análise de projeto de projeto de segurança contra incêndio. Para esclarecer melhor as atribuições dos Corpos de Bombeiros em Santa Catarina temos o art. 108 da Constituição Estadual:

Art. 108 — O Corpo de Bombeiros Militar, órgão permanente, força auxiliar, reserva do Exército, organizado com base na hierarquia e disciplina, subordinado ao Governador do Estado, cabe, nos limites de sua competência, além de outras atribuições estabelecidas em lei:

I - realizar os serviços de prevenção de sinistros ou catástrofes, de combate a incêndio e de busca e salvamento de pessoas e bens e o atendimento pré-hospitalar;

II - estabelecer normas relativas à segurança das pessoas e de seus bens contra incêndio, catástrofe ou produtos perigosos;

III - analisar, previamente, os projetos de segurança contra incêndio em edificações, contra sinistros em áreas de risco e de armazenagem, manipulação e transporte de

produtos perigosos, acompanhar e fiscalizar sua execução, e impor sanções administrativas estabelecidas em lei;

IV - realizar perícias de incêndio e de áreas sinistradas no limite de sua competência;

V - colaborar com os órgãos da defesa civil;

VI - exercer a polícia judiciária militar, nos termos de lei federal;

VII - estabelecer a prevenção balneária por salva-vidas; e

VIII - prevenir acidentes e incêndios na orla marítima e fluvial.

Sendo assim, o Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina através do Decreto Estadual nº 4.909, de 18 Out 1994, estabeleceu as Normas de Segurança Contra Incêndio. A partir de 2013, ocorreram reformulações nas NSCI visando uma adequação e modernização das prescrições normativas. Hoje, as NSC estão divididas em Instruções Normativas.

3.1.1 Trâmites Legais

A Lei 16.157 (SANTA CATARINA, 2013) estabelece que a concessão de alvará de construção, de habite-se ou de funcionamento pelos municípios fica condicionada ao cumprimento de requisitos mínimos para a prevenção e segurança contra incêndio e pânico nos casos de:

- regularização das edificações, estruturas e áreas de risco;
- construção;
- mudança da ocupação ou do uso;
- reforma e/ou alteração de área e de edificação; e
- promoção de evento.

No estado de Santa Catarina cabe ao Comando Geral do CBMSC, através do órgão da Diretoria de Atividades Técnicas (DAT), a normatização e a supervisão do cumprimento das disposições legais relativas aos sistemas e medidas de segurança contra incêndios e pânico.

Compete a Seção de Atividades Técnicas (SAT) das Organizações de Bombeiro Militar (OBM) de cada município, ou abrangência do município, a análise do PPCI, a vistoria de imóveis, a expedição de atestados de aprovação de projeto e vistoria e aplicação de sanções previstas pela Lei 16.157 em caso de descumprimento das INs.

A análise do PPCI é o ato de verificação das exigências dos sistemas e medidas de segurança contra incêndio e pânico previstos nas NSCI para o imóvel. Verificada a

regularidade do imóvel eo cumprimento das NSCI, o CBMSC concederá o atestado de aprovação de PPCI. O PPCI deve ser apresentado para análise nos seguintes casos (CBMSC, 2015):

- em caso de imóvel de alta complexidade;
- em caso de imóvel de baixa complexidade com área superior a 200m²;
- em caso de promoção de eventos, a critério da SAT; e
- em caso de alterações diversas em PPCI já aprovado.

Para a análise o PPCI deve ser apresentado:

- requerimento padrão;
- comprovante de recolhimento de taxa de análise;
- anotação de responsabilidade técnica (ART) ou registro de responsabilidade técnica (RRT);
- 01 jogo de plantas do projeto arquitetônico;
- 02 jogos de plantas do PPCI (um no ato do protocolo e outro em ocasião de aprovação);
- planilhas de dimensionamento dos sistemas de segurança;

Todos os desenhos devem estar em escala adequadas, sendo sugeridas pelo CBMSC as seguintes:

- 1:500 para planta de situação ou de implantação;
- 1:100 para planta de localização ou de locação;
- 1:50, 1:75 ou 1:100 para planta baixa, planta de fachada e planta de corte, conforme a área ou altura representada;
- 1:20 ou 1:25 para detalhes.

A vistoria verifica, ao inspecionar o imóvel se os sistemas e medidas de segurança contra incêndio e pânico previstos no PPCI ou PRE foram instalados de forma correta e encontram-se em condições normais de operação. A vistoria será realizada mediante ao requerimento da parte interessada ou a ex-offício do CBMSC. (CBMSC, 2015)

A expedição de atestado de vistoria de habite-se habilita a ocupação do imóvel no tocante a segurança contra incêndio e pânico. Devem ser apresentados na solicitação de vistoria (CBMSC, 2015):

- requerimento padrão;

- comprovante de recolhimento de taxa de vistoria;
- ART ou RRT de execução, de montagem ou instalação dos sistemas de segurança;
- laudo ou ensaio de funcionamento dos sistemas de segurança.

A Expedição de atestado de vistoria de funcionamento habilita o funcionamento do imóvel no tocante a segurança contra incêndio e pânico e é válido por um ano, enquanto as condições de segurança contra incêndio e pânico não forem alteradas. É necessário o atestado de vistoria de habite-se prévio para a obtenção do atestado de vistoria de funcionamento. Para a realização da vistoria de funcionamento devem ser apresentados (CBMSC, 2015):

- requerimento padrão;
- comprovante de recolhimento de taxa de vistoria;
- comprovante de implantação de brigada de incêndio e plano de emergência (caso exigidos pelo tipo de ocupação).

3.2 SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO

Para Brentano (2010), são três os principais objetivos da segurança contra incêndio: a proteção da vida humana, a proteção do patrimônio e a continuidade do processo produtivo. Seito et al (2008), separa da proteção do patrimônio a preservação ambiental e acrescenta à essa lista.

Os níveis aceitáveis de risco e foco da análise de segurança contra o fogo de cada edificação devem ser concentrados nesses objetivos. (BRENTANO, 2010).

A proteção da vida humana é o objetivo principal e deve ser o norteador para a adoção de medidas de proteção contra incêndio. A proteção do patrimônio é outro fator de destaque, sendo que as edificações são grandes investimentos, portanto as perdas em decorrência de um incêndio também. O meio ambiente, além das edificações, também pode ser muito prejudicado com incêndios, portanto vale salientar a proteção do mesmo. Em indústrias ou edificações comerciais a não interrupção do processo produtivo pode ser de grande importância, portanto adota-se como terceiro objetivo a continuidade dos processos. (BRENTANO, 2010)

Segundo Fitzgerald (1997), conforme citado por Brentano (2010, p. 38), a proteção contra incêndios pode ser organizada através das seguintes medidas estratégicas:

1. Prevenção de ignição;
2. Evitar o crescimento e propagação do fogo;

3. Detecção e Alarme;
4. Combate a incêndio;
5. Confinamento do fogo;
6. Rotas de saída para a desocupação com segurança.

A partir dessas medidas estratégicas é possível traçar medidas de proteção a fim de maximizar a segurança contra incêndio. Brentano (2010) divide essas medidas de proteção entre medidas passivas ou preventivas e medidas ativas ou de combate.

3.2.1 Medidas de Proteção Passiva ou Preventiva

São medidas que só podem ser tomadas na fase de projeto da edificação portanto incorporadas na construção. Tem como objetivo evitar ou diminuir a eclosão de um incêndio bem como sua propagação. (SILVA; VARGAS; ONO, 2010)

Para Silva, Vargas e Ono (2010) constituem proteção passiva as seguintes medidas:

1. Compartimentação (vertical e horizontal): Conter o incêndio em seu local de origem;
2. Saídas de emergência: Garantir a desocupação segura;
3. Reação ao fogo de materiais de acabamento e revestimento (escolha dos materiais);
4. Resistência ao fogo dos elementos construtivos (escolha dos materiais): garantir um maior tempo para a desocupação da edificação;
5. Confinamento do fogo;
6. Controle de fumaça: Garantir a dissipação dos gases tóxicos;
7. Separação entre edificações: Evitar a propagação do incêndio para edifícios vizinhos.

3.2.2 Medidas de Proteção Ativa

São medidas tomadas para combater o fogo já iniciado. Por isso, recebem também o nome de medidas de combate. Referem-se ao conjunto de equipamentos instalados na edificação e que serão usados pelos usuários em caso de sinistro, como os extintores, hidrantes e alarmes de incêndio. Para Silva, Vargas e Ono (2010), um sistema de proteção

ativa é constituído por instalações prediais para de detecção e alarme de incêndio, para combate de fogo e para orientação de abandono.

3.2.3 Medidas de Segurança Vital ou Pleno

O CBMSC, através da NSCI, divide ainda os sistemas e medidas de segurança em vital ou pleno. Sistema pleno seriam todas as medidas de segurança das NSCI. Os sistemas e medidas vitais variam de acordo com a ocupação da edificação, nas edificações comuns, como multifamiliares e comerciais, são considerados como vitais o sistema de iluminação de emergência, o sistema preventivo por extintores e o sistema de abandono de local.

3.3 PROJETO PREVENTIVO CONTRA INCÊNDIO

As Normas de Segurança Contra Incêndio fixam os requisitos mínimos da segurança contra incêndio para edificações e exercício de atividades. O Projeto Preventivo Contra Incêndio e Pânico (PPCI) deve conter os sistemas e medidas contra incêndio e pânico. Os mesmos devem atender as NSCI e devem ser elaborados por profissional competente, sendo este, responsável pelo detalhamento técnico dos sistemas e medidas.

Conforme a IN 001 do CBMSC (2015), os sistemas e medidas de segurança contra incêndio e pânico são exigidos de acordo com alguns parâmetros relativos à edificação em questão, são eles:

- I.** Tipo de ocupação;
- II.** Altura ou número de pavimentos;
- III.** Área construída;
- IV.** Capacidade de lotação;
- V.** Risco de incêndio (carga de incêndio); e
- VI.** Riscos especiais.

3.3.1 Classificação das Edificações

3.3.1.1 Classificação Quanto a Ocupação

A IN 01 classifica as edificações quanto à ocupação da seguinte forma:

- VII.** Residencial privativa multifamiliar;

- VIII.** Residencial coletiva (pensionatos, asilos, conventos, internatos e congêneres);
- IX.** Residencial transitória (hotéis, apart-hotéis, albergues, motéis e congêneres);
- X.** Comercial (mercantil, comercial em geral, lojas, mercados, escritórios, galerias comerciais, supermercados e congêneres);
- XI.** Shopping center;
- XII.** Industrial;
- XIII.** Mista (edificação com duas ou mais ocupações diferentes);
- XIV.** Pública (quartéis, secretarias, tribunais, delegacias, consulados e outros);
- XV.** Escolar geral (escolas de ensino fundamental, médio ou superior, creches, jardins de infância, maternal, curso supletivo, curso pré-vestibular e congêneres);
- XVI.** Escolar diferenciada (escolas de artes, artesanatos, profissionalizantes, academias de ginástica, escolas de idiomas, escolas de música e outros);
- XVII.** Hospitalar com internação ou com restrição de mobilidade (hospital, laboratório, unidades de pronto atendimento, clínica médica e congêneres quando houver internação ou ocorrer (mesmo que por breve período) a restrição de mobilidade do paciente);
- XVIII.** Hospitalar sem internação e sem restrição de mobilidade (hospital, laboratório, unidades de pronto atendimento, clínica médica e congêneres quando não houver internação ou não ocorrer a restrição de mobilidade do paciente);
- XIX.** Garagens (edifício garagem, garagens em geral, hangares, marinas e congêneres);
- XX.** Reunião de público com concentração (auditórios ou salas de reunião com mais de 100m², boates, clubes noturnos em geral, salões de baile, restaurantes dançantes, bares dançantes, clubes sociais, circos, teatros, cinemas, óperas, templos religiosos sem assentos (cadeira, banco ou poltrona), estádios, ginásios e piscinas cobertas com arquibancadas, arenas em geral);
- XXI.** Reunião de público sem concentração (auditórios ou salas de reunião com até 100m², restaurantes, lanchonetes, bares, cafês, refeitórios, cantinas, templos religiosos com assentos (cadeiras, bancos ou poltrona), museus, cartórios, piscinas cobertas sem arquibancadas, galerias de arte, bibliotecas, rodoviárias, parques de diversões, aeroportos, aeroclubes);
- XXII.** Postos para reabastecimentos de combustíveis (líquidos inflamáveis e GNV);
- XXIII.** Postos de revenda de GLP (PRGLP);
- XXIV.** Depósitos (galpões, centros de distribuição, centro atacadista);

- XXV.** Locais com restrição de liberdade (penitenciárias, presídios, centro de internação de menor infrator, manicômio, congêneres);
- XXVI.** Matas nativas e reflorestamentos;
- XXVII.** Parques aquáticos;
- XXVIII.** Atividades agropastoris, silos e olarias;
- XXIX.** Túneis, galerias e minas;
- XXX.** Riscos diferenciados:
 - (a) estação de rádio ou TV;
 - (b) centro de computação;
 - (c) subestação elétrica;
 - (d) hidroelétrica, termoelétrica ou usina eólica;
 - (e) centrais telefônicas ou de telecomunicações;
 - (f) estações de serviço (torre de transmissão de rádio, TV ou telefonia);
 - (g) portos;
- XXXI.** Edificações especiais
 - (a) oficinas de consertos de veículos automotores;
 - (b) depósito de combustíveis e/ou inflamáveis;
 - (c) depósito de explosivos e munições;
 - (d) caldeiras e vasos de pressão.

3.3.1.2 Classificação Quanto a Altura

A classificação quanto a altura leva em consideração os conceitos de altura descendente, altura ascendente, altura da edificação e de certa maneira o número de pavimentos. Esses conceitos serão abordados em 3.10.5.1.

3.3.1.3 Classificação Quanto a Área

As NSCI, através da IN 01, dividem as edificações em dois grupos. Aquelas com área total igual ou inferior a 750m² ou aquelas com área total superior a 750m². Para o CBMSC a área a ser computada para a determinação das medidas de segurança é a área total construída.

3.3.1.4 Classificação Quanto ao Risco de Incêndio (Carga de Incêndio)

Brentano (2010) conceitua carga de incêndio como a soma das energias caloríficas que poderiam ser liberadas pela combustão completa de todos os materiais combustíveis em um ambiente, inclusive revestimentos de paredes, divisórias, pisos e tetos. A partir do conceito de carga de incêndio surge o conceito de carga de incêndio específica, ou densidade de carga de incêndio, que é a carga de incêndio por unidade de área, expresso em megajoule por metro quadrado (MJ/m^2) ou quilocalorias por metro quadrado (kcal/m^2).

Para quantificar a carga de incêndio a IN 03 (CBMSC, 2014) utiliza o conceito de carga de incêndio ideal, que seria a massa de madeira equivalente à soma de todo material combustível do espaço considerado, expresso em quilograma de madeira padrão por metro quadrado (kg/m^2). Sendo assim, o CBMSC classifica as edificações quanto ao risco de incêndio em:

1. Risco Leve, carga de incêndio ideal menor que $60\text{kg}/\text{m}^2$;
2. Risco Médio, carga de incêndio ideal entre 60 e $120\text{kg}/\text{m}^2$;
3. Risco Elevado, carga de incêndio ideal maior que $120\text{kg}/\text{m}^2$;

A IN 03 (CBMSC, 2014) pré-estabelece uma classificação de risco de acordo com a ocupação da edificação. As edificações serão classificadas conforme a tabela 3 a seguir, adaptada do texto da IN 03.

TABELA 3 - RISCO DE INCÊNDIO EM FUNÇÃO DA OCUPAÇÃO DA EDIFICAÇÃO

RISCO DE INCÊNDIO EM FUNÇÃO DA OCUPAÇÃO DA EDIFICAÇÃO		
Risco Leve	Risco Médio	Risco Elevado
Residencial privativa multifamiliar	Residencial transitória	Postos de reabastecimento de combustíveis
Residencial coletiva	Garagens	
Comercial (exceto supermercados ou galerias)	Industrial	
Pública	Comercial (supermercados e galerias)	
Escolar geral	Shopping Center	
Escolar diferenciada	Hospitalar com internação	
Reunião de público com concentração	Postos de revenda de GLP	Edificações especiais (depósito de combustíveis, inflamáveis, explosivos ou munições)
Reunião de público sem concentração	Locais com restrição de liberdade	
Hospitalar sem internação	Depósitos	
Parques aquáticos	Atividades agropastoris (silos)	
Atividades agropastoris (exceto silos)	Túneis, galerias, minas	
	Edificações especiais (oficinas de consertos de veículos automotores, caldeiras ou vasos sob pressão)	

Fonte: CBMSC, 2014

Se existirem dúvidas quanto a classificação de risco da edificação devido as características do imóvel ou suas atividades, deve ser calculada a carga de incêndio ideal a fim de determinar corretamente a classificação.

3.3.2 Definição das Medidas de Proteção Contra Incêndio

A IN 001 (CBMSC, 2015) apresenta a tabela de definição das medidas de proteção em função da ocupação e dos outros parâmetros já comentados. Seguem as tabelas 4 a 8 para algumas ocupações de uso mais comum:

TABELA 4 - RESIDENCIAL PRIVATIVA MULTIFAMILIAR

Parâmetro mínimo	Sistema ou medida obrigatório
Independente	Proteção por extintores
Independente	Saídas de emergência
Independente	Instalações de gás combustível (quando houver consumo de gás)
Independente	Iluminação de emergência e Sinalização para abandono do local nas áreas de circulação, nas saídas de emergência e nos elevadores
Independente	Materiais de acabamento e revestimento, ver IN 018/DAT/CBMSC
Independente	Piscina de uso coletivo, atender a IN 033/DAT/CBMSC
$H \geq 4$ pvtos ou $A \geq 750m^2$	Sistema hidráulico preventivo
$H \geq 4$ pvtos ou $A \geq 750m^2$	Plano de emergência
$H \geq 20m$ ou $A \geq 750m^2$	Sistema de proteção contra descargas atmosféricas (pode ser dispensado conforme a IN 010/DAT/CBMSC)
$H > 20m$	Sistema de alarme e detecção de incêndio
$H > 20m$	Dispositivo para ancoragem de cabos
$H > 50m$	Local para resgate aéreo
$H > 60m$	Elevador de emergência
$H > 150m$	Chuveiros automáticos (sprinklers)

Fonte: IN001, CBMSC, 2015

TABELA 5 - COMERCIAL

Parâmetro mínimo	Sistema ou medida obrigatório
Independente	Saídas de emergência
Independente	Instalações de gás combustível (quando houver consumo de gás)
Independente	Iluminação de emergência e Sinalização para abandono do local nas áreas de circulação, nas saídas de emergência e nos elevadores
Independente	Materiais de acabamento e revestimento, ver IN 018/DAT/CBMSC
$A \geq 50m^2$	Proteção por extintores (ou com carga de incêndio $\geq 25 \text{ kg/m}^2$)
$A \geq 3000m^2$	Chuveiros automáticos (desde que a carga de incêndio $> 120 \text{ kg/m}^2$)
$H \geq 20m$ ou $A \geq 750m^2$	Sistema de proteção contra descargas atmosféricas (pode ser dispensado conforme a IN 010/DAT/CBMSC)
$H \geq 4$ pvtos ou $A \geq 750m^2$	Sistema hidráulico preventivo
$H \geq 4$ pvtos ou $A \geq 750m^2$	Plano de emergência
$H \geq 4$ pvtos ou $A \geq 750m^2$	Sistema de alarme e detecção de incêndio
$H > 20m$	Dispositivo para ancoragem de cabos
$H > 40m$	Local para resgate aéreo
$H > 60m$	Elevador de emergência
Brigadistas de incêndio voluntário, quando a população fixa for superior a 20 pessoas; e Brigadistas de incêndio particular, quando a população fixa for superior a 100 pessoas;	

Fonte: IN001, CBMSC, 2015

TABELA 6 - INDUSTRIAL

Parâmetro mínimo	Sistema ou medida obrigatório
Independente	Proteção por extintores
Independente	Saídas de emergência
Independente	Instalações de gás combustível (quando houver consumo de gás)
Independente	Iluminação de emergência e Sinalização para abandono do local nas áreas de circulação, nas saídas de emergência e nos elevadores
Independente	Materiais de acabamento e revestimento, ver IN 018/DAT/CBMSC
Independente	Caldeiras e vasos de pressão, atender a IN 032/DAT/CBMSC
$A \geq 750m^2$	Sistema de alarme e detecção de incêndio
$A \geq 3000m^2$	Chuveiros automáticos (desde que a carga de incêndio $> 120 kg/m^2$)
$H > 6m$ ou $A \geq 750m^2$	Paredes corta-fogo (desde que com a carga incêndio $> 120 kg/m^2$)
$H \geq 20m$ ou $A \geq 750m^2$	Sistema de proteção contra descargas atmosféricas (pode ser dispensado conforme a IN 010/DAT/CBMSC)
$H \geq 4pvtos$ ou $A \geq 750m^2$	Sistema hidráulico preventivo
$H \geq 4pvtos$ ou $A \geq 750m^2$	Plano de emergência
$H > 20m$	Dispositivo para ancoragem de cabos
$H > 40m$	Local para resgate aéreo
$H > 60m$	Elevador de emergência
Brigadistas de incêndio voluntário, quando a população fixa for superior a 20 pessoas; e Brigadistas de incêndio particular, quando a população fixa for superior a 100 pessoas	

Fonte: IN001, CBMSC, 2015

TABELA 7 - ESCOLAR GERAL

Parâmetro mínimo	Sistema ou medida obrigatório
Independente	Plano de emergência
Independente	Proteção por extintores
Independente	Saídas de emergência
Independente	Instalações de gás combustível (quando houver consumo de gás)
Independente	Iluminação de emergência e Sinalização para abandono do local nas circulações, saídas de emergência, salas de aula (exceto quando a sala possuir saída direta para o exterior), auditórios e elevadores
Independente	Materiais de acabamento e revestimento, ver IN 018/DAT/CBMSC
Independente	Piscina de uso coletivo, atender a IN 033/DAT/CBMSC
$A \geq 1500m^2$	Sistema de alarme e detecção de incêndio
$H \geq 20m$ ou $A \geq 750m^2$	Sistema de proteção contra descargas atmosféricas (pode ser dispensado conforme a IN 010/DAT/CBMSC)
$H \geq 4 pvtos$ ou $A \geq 750m^2$	Sistema hidráulico preventivo
$H > 20m$	Dispositivo para ancoragem de cabos
$H > 40m$	Local para resgate aéreo
$H > 60m$	Elevador de emergência
Brigadista de incêndio voluntário, quando a população fixa for superior a 10 pessoas	

Fonte: IN001, CBMSC, 2015

TABELA 8 - REUNIÃO DE PÚBLICO SEM CONCENTRAÇÃO

Parâmetro mínimo	Sistema ou medida obrigatório
Independe	Proteção por extintores
Independe	Saídas de emergência
Independe	Instalações de gás combustível (quando houver consumo de gás)
Independe	Iluminação de emergência e Sinalização para abandono do local nas circulações, nas saídas de emergência, nos locais de reunião de público, nos auditórios e nos elevadores
Independe	Materiais de decoração e revestimento, ver IN 018/DAT/CBMSC
Independe	Piscina de uso coletivo, atender a IN 033/DAT/CBMSC
$H \geq 20m$ ou $A \geq 750m^2$	Sistema de proteção contra descargas atmosféricas
$H \geq 4pvtos$ ou $A \geq 750m^2$	Sistema hidráulico preventivo
$H \geq 4pvtos$ ou $A \geq 750m^2$	Plano de emergência
$H \geq 4pvtos$ ou $A \geq 750m^2$	Sistema de alarme e detecção de incêndio
$H > 20m$	Dispositivo para ancoragem de cabos
$H > 40m$	Local para resgate aéreo
$H > 60m$	Elevador de emergência
Brigadistas de incêndio voluntário, quando a população fixa for superior a 10 pessoas; e Brigadistas de incêndio particular, quando a lotação máxima for superior a 2000 pessoas	

Fonte: IN001, CBMSC, 2015

3.4 SISTEMA DE ILUMINAÇÃO DE EMERGÊNCIA E SINALIZAÇÃO PARA ABANDONO DE LOCAL

A NBR 10898 – Sistema de iluminação de emergência – define o sistema de iluminação de emergência como sistema a ser instalado em edificações na falta de iluminação natural ou em caso de falha da iluminação normal instalada. Esse sistema, quando em funcionamento, deve auxiliar a evacuação de público permitindo o reconhecimento de obstáculos, permitir a execução das manobras de interesse da segurança e garantir a continuidade de luz em locais onde não se pode haver interrupção da iluminação.

Brentano (2010) separa a iluminação de emergência para fins de segurança contra incêndio em dois tipos:

1. Iluminação de aclaramento (ambiente): iluminar com intensidade suficiente os ambiente de forma a permitir o reconhecimento de obstáculos para o livre trânsito dos ocupantes;
2. Iluminação de balizamento (sinalização): orientar a direção e o sentido que os ocupantes devem seguir em caso de emergência.

O CBMSC trata de cada tipo de iluminação em uma instrução normativa separada. A IN 011 para a iluminação de aclaramento e a IN 013 para a iluminação de sinalização para abandono de local.

IN 013 (CBMSC, 2014) tem como referência a NBR 13434:2004 - Sinalização de segurança contra incêndio e pânico, no entanto, ela não trata de todos os tipos de sinalização propostos por esta norma.

A NBR 13434:2004 - Sinalização de segurança contra incêndio e pânico propõe sinalizações dos seguintes tipos:

1. Sinalização de alerta: visa alertar para áreas e materiais com risco potencial de incêndio ou explosão. São placas em formato triangular com cor de fundo amarela;
2. Sinalização de proibição: visa proibir e coibir ações capazes de conduzir ao início do incêndio ou seu agravamento. São placas em formato circular com cor de fundo branca e contorno vermelho;
3. Sinalização de orientação e salvamento: visa indicar as rotas de saída. São de formato retangular ou quadrado, com cor de fundo verde e orientação fotoluminescente. Complementam a iluminação de balizamento;
4. Sinalização de equipamentos: visa indicar a localização e o tipo de equipamento de combate a incêndio e alarme disponível no local. São placas retangulares de cor de fundo vermelha e orientação foto luminescente.

Essas sinalizações também são, de certa forma, requeridas pelo CBMSC em cada uma das IN específicas. Por exemplo, a sinalização de extintores está descrita na IN 013 e a sinalização de alerta para a central de gás na IN 008.

O sistema de iluminação pode ser classificado através do tipo de fonte de energia. A IN 011 permite as seguintes fontes de energia:

- I.** Blocos autônomos;
- II.** Centralizada por conjunto de baterias (acumuladores);
- III.** Centralizada por gerador.

Segundo a NBR 10898 - Sistema de iluminação de emergência –, as fontes de energia e seus controles devem ser instaladas em ambiente dentro da edificação, em local não acessível ao público em geral e protegido contra incêndios com paredes resistentes ao fogo por 2 horas .

3.4.1 Blocos Autônomos

A NBR 10898 – Sistema de iluminação de emergência – caracteriza bloco autônomo como equipamentos de iluminação de emergência constituídos em um único invólucro, contendo lâmpadas incandescentes, fluorescentes, semicondutores ou fonte de luz instantânea com desempenho lumínico adequado. A norma exige ainda, a existência de um sensor que ative as luminárias na falta de tensão alternada da rede ou na falta de iluminação no ambiente.

3.4.2 Conjunto de Baterias

De acordo com a NBR 10898 – Sistema de iluminação de emergência – e a IN 011, o conjunto de baterias deve ser ligado a um circuito carregador com recarga automática, protegido por disjuntor termomagnético, sendo este o único meio de corte da alimentação. O circuito carregador deve garantir em 12 horas a recarga das baterias até 80% de sua autonomia.

3.4.3 Gerador

Para a IN 011, os dispositivos que acionam o gerador devem entrar em ação em até 12 segundos após a falta de energia. O gerador deve garantir uma autonomia mínima do sistema em uma hora e deve ser instalado em local irrestrito desde a área externa da edificação não sendo acessível através de áreas com materiais combustíveis.

Quanto ao combustível de alimentação do gerador, a IN 011, permite volume máximo de 1000L, a ser armazenado em tanques metálicos de 250L. Os tanques devem ser instalados em bacia de contenção com o volume de combustível existente.

3.4.4 Projeto do Sistema de Iluminação de Emergência

O projeto deve ser realizado de forma a prever a falta de fornecimento de energia por parte da concessionária ou pelo desligamento voluntário em caso de sinistro. Deve indicar a posição dos dispositivos de iluminação a fim de garantir a saída fácil e segura dos ocupantes. (BRENTANO, 2010).

3.4.4.1 Luminárias

As luminárias de emergência não devem causar ofuscamento, seja diretamente ou por iluminação refletiva. Brentano (2010) sugere que as luminárias sejam posicionadas perpendicularmente à direção de deslocamento a fim de evitar o ofuscamento.

O projeto do sistema de iluminação de emergência deve prever uma distribuição dos pontos de luz de forma que haja uniformidade de iluminação em todos os ambientes. A distância máxima entre luminárias deve ser de quatro vezes a altura de instalação destas em relação ao nível do piso. A IN 011 limita a altura de instalação ao nível das aberturas.

O nível de mínimo de iluminamento em nível de piso deve ser de 5 Lux em locais com desnível tais como escadas, rampas e obstáculos e de 3 Lux em locais planos como corredores, halls, elevadores e locais de refúgio.

3.4.4.2 Sinalização para Abandono de Local (SAL)

A sinalização para abandono de local deve demonstrar todas as mudanças de direção, obstáculos, saídas e escadas. A distância entre dois pontos de sinalização depende do tamanho da placa e deve respeitar a tabela 9 a seguir fornecida no artigo 7º da IN 013.

TABELA 9 - DIMENSÕES MÍNIMAS E DISTÂNCIAS ENTRE PONTO DE SAL

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

Fonte: IN 013, CBMSC, 2014

3.5 SISTEMA DE ALARME E DETECÇÃO DE INCÊNDIO

O sistema de alarme e detecção de incêndio deve detectar o fogo em seu estágio inicial para possibilitar o abandono rápido e seguro dos ocupantes e o início das ações de combate ao fogo. (Seito et al, 2008). A IN 012 - Sistema de Alarme e Detecção de Incêndio, estabelece os critérios de concepção e dimensionamento do sistema no estado de Santa

Catarina. Esta instrução normativa é baseada na NBR 17240: 2010 – Sistemas de alarme e detecção de incêndio.

O sistema é constituído dos seguintes componentes de acordo com a IN 012 (CBMSC, 2014):

- I.** Central (quadro geral de supervisão e alarme);
- II.** Acionadores manuais;
- III.** Detectores automáticos;
- IV.** Fonte de alimentação (carregador e bateria);
- V.** Indicadores sonoros e visuais.

A central deve controlar o sistema. Tem função de receber, indicar e registrar o sinal de perigo enviado pelos detectores. Além disso deve transmitir o sinal recebido em forma de alarme de incêndio. (BRENTANO, 2010).

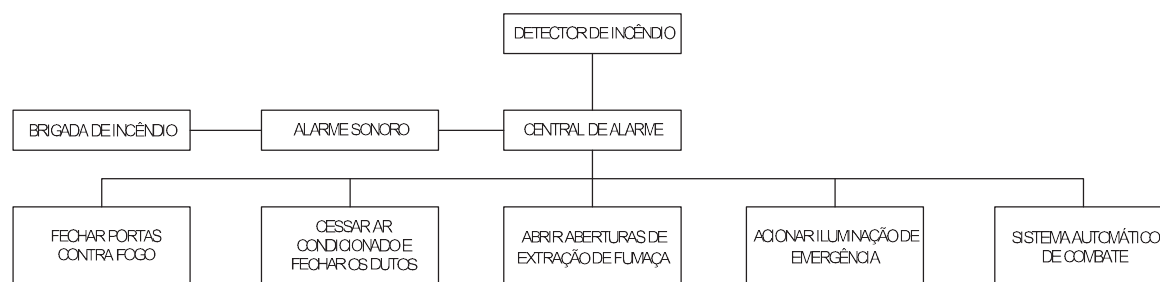
Os acionadores manuais e detectores automáticos são a parte do sistema que detecta, percebe, o incêndio e envia um sinal para a central. (SEITO et al, 2008).

Fontes de alimentação, devem garantir o funcionamento do sistema em quaisquer circunstâncias durante um tempo mínimo. (BRENTANO, 2010).

Seito e al (2008), acrescenta junto a fonte de alimentação a parte de infra estrutura, que seriam os eletrodutos e os circuitos elétricos reponsáveis pela comunicação entre detectores, central e sinalização.

A central de comando pode associar o sistema de detecção e alarme à sistemas auxiliares automatizados de combate ao fogo, como o acionamento dos exaustores de fumaça, dos chuveiros automáticos, abertura de portas e dampers, chamadas eletrônicas, etc. O fluxograma apresentado por Brentano (2010) ilustra a operação dos detectores de incêndio.

FIGURA 8 - FLOXOGRAMA DE OPERAÇÃO DO SISTEMA DE DETECTORES DE INCÊNDIO



Fonte: BRENTANO, 2010

3.5.1 Tipo de Sistemas de Detecção

A NBR 17240 – Sistemas de alarme e detecção de incêndio – classifica os sistemas de detecção em convencional, endereçável, analógico e algorítmico.

3.5.1.1 Sistema de Detecção Convencional

É composto de um ou mais circuitos de detecção, sendo cada circuito instalado em uma área protegida. Neste tipo de sistema a central identifica somente a área protegida pelo circuito de detecção onde um detector foi acionado.

Foram os primeiros a surgir no mercado, portanto possuem sistema operacional bem simples. Suas informações são geradas baseadas em transmissão de níveis de tensão e limitam-se à operação normal, alarme, falha e circuito aberto/curto. Esse tipo de central não possui CPU. (SEITO et al, 2008).

3.5.1.2 Sistema de Detecção Endereçável

É composto de um ou mais circuitos de detecção, onde cada detector recebe um endereço permitindo à central identifica-lo individualmente.

As informações são processadas em uma CPU sendo baseada em técnicas de codificação por pulso (PCM - Pulse Code Modulation), cada fabricante possui a sua. A CPU controla tudo por meio de um visor LCD e possui comunicação "half duplex", via única, o que limita o número de dispositivos no sistema uma vez que o processamento fica lento à medida que se aumenta o número de dispositivos. (SEITO et al, 2008).

3.5.1.3 Sistema de Detecção Analógico

É um sistema endereçável no qual a central monitora continuamente os valores dos dispositivos de detecção (temperatura e fumaça) e os compara com valores estabelecidos previamente permitindo o ajuste do nível de alarme dos dispositivos via central.

3.5.1.4 Sistema de Detecção Algorítmico

É um sistema analógico no qual os detectores possuem um ou mais critérios de avaliação do ambiente em função do tempo, cujos sinais são comparados com um circuito de lógica pré-programada para ativar o sistema.

3.5.2 Detectores de Incêndio

Os princípios de incêndio diferem de acordo com o material combustível, variando na rapidez e na ordem em que os produtos do incêndio são formados. Os produtos são sempre os mesmos: emissão de gases e fumaça, chamas brilhantes e aumento de temperatura. O tipo de detector mais adequado para cada ambiente vai depender do tipo de produto que se sobressai. (BRENTANO, 2010).

Os detectores podem ser automáticos ou manuais, estes chamados de acionadores.

Camillo Junior (2013) descreve detectores automáticos como sendo dispositivos que quando sensibilizados por fenômenos físicos e/ou químicos, detectam princípios de incêndio, podendo ser ativado basicamente por calor, chama ou fumaça.

Os detectores automáticos são classificados quanto a sua geometria segundo Brentano (2010) em:

1. Pontual: responde ao fenômeno somente no entorno do ponto onde está instalado;
2. Linear: responde ao fenômeno no entorno de uma linha contínua.

Os detectores também podem ser classificados quanto ao fenômeno de detecção em:

5. Termovelocimétricos;
6. De fumaça ou de gás;
7. De chamas ou ópticos.

3.5.2.1 Detectores Térmicos ou de Temperatura

São aqueles que respondem à energia calorífica gerada pelo fogo, que por convecção acumula-se na parte superior do ambiente. Acusam o aumento anormal de temperatura, que pode ter origem num princípio de incêndio. É o mais antigo tipo de detector de incêndio. (BRENTANO, 2010).

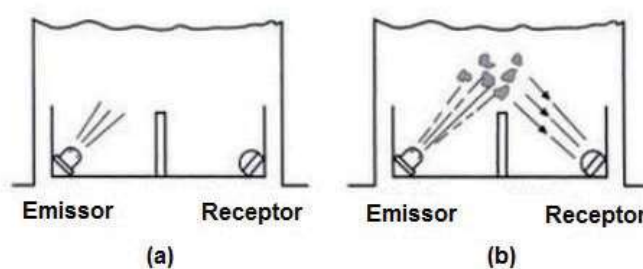
Os detectores térmicos podem ser termostáticos ou termovelocimétricos. Os termostáticos, ou de temperatura fixa, dispõem de dispositivos termossensíveis que ao atingida uma determinada temperatura, acionam o alarme. Os termovelocimétricos possuem dispositivo para detecção de um aumento rápido da temperatura, de 7°C a 8°C por minuto, quando é atingido um determinado limite aciona o alarme. (BRENTANO, 2010).

3.5.2.2 Detectores de Fumaça e Gás

São dispositivos instalados para acusar a presença de partículas de fuligem, visíveis e invisíveis, e de gás, que podem ser produtos de um princípio de incêndio. Podem ser ópticos ou iônicos.

Os detectores ópticos, ou também chamados de fotoelétricos, são baseados em uma câmara escura e funcionam com um emissor e um receptor, que detectam a presença de partículas de fumaça através da reflexão da luz ou por obscurecimento. (SEITO et al, 2008). A figura 9 demonstra o funcionamento de detectores ópticos de fumaça.

FIGURA 9 - OPERAÇÃO DOS DETECTORES ÓPTICOS DE FUMAÇA



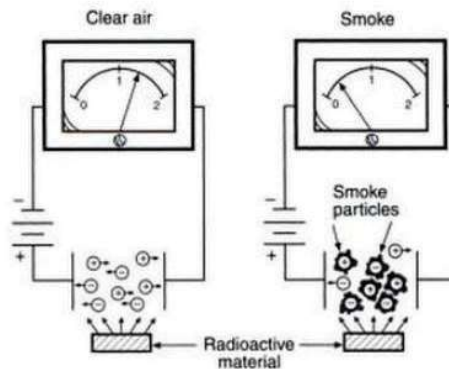
(a) Operação sem fumaça; (b) Operação com fumaça.

Fonte: Cote, 2003

Os detectores iônicos consistem em duas câmaras: uma aberta externa, de medição, e outra interna, semi-selada, de referência. Uma fonte radioativa de baixa atividade ioniza o ar dentro da câmara externa, criando um fluxo elétrico entre as câmaras. Quando a fumaça entra

na câmara externa, o fluxo elétrico diminui e a tensão aumenta. No momento em que a fumaça atingir um nível predeterminado o alarme se aciona. A figura 10 ilustra o funcionamento do detector iônico de fumaça. (BRENTANO, 2010).

FIGURA 10 - DETECTOR IÔNICO DE FUMAÇA



Fonte: Cote, 2003

3.5.2.3 Detectores de Chama

São detectores que reagem à energia radiante, aos raios ultravioletas e aos raios caloríficos infravermelhos emitidos pelas brasas incandescentes e pelas chamas do fogo. (BRENTANO, 2010).

3.5.2.4 Projeto de Detectores Automáticos

A seleção do tipo e do local de instalação de detectores deve ser efetuada, segundo a NBR 17240– Sistemas de alarme e detecção de incêndio, com base nas seguintes características:

1. Tipo predominante de fenômeno (fumaça, chama, aumento de temperatura);
2. Materiais existentes nas áreas protegidas;
3. Forma e altura do teto;
4. Condições ambientais;
5. Fenômenos perturbadores no ambiente (poeira, fumaça, gases agressivos).

A IN 012 estabelece que em locais ou parte da edificação onde a carga de incêndio for superior a 60kg/m² devem ser instalados detectores automáticos. Além desses locais, devem ser instalados detectores em locais isolados ou com risco especial como porões, casas

de máquinas, casas de bombas, cabine transformadoras, depósitos e similares. Quartos ou salas de edificações de ocupação transitória ou coletiva também devem possuir detectores automáticos.

A distribuição dos detectores é feita de modo que não existam áreas descobertas (brancas). Cada tipo de detector possui uma área de ação que pode cobrir.

O detector de fumaça, possui área de atuação de 81m², com um raio de cobertura de aproximadamente 5,08m para instalações feitas com altura inferior a 8m em tetos planos ou com vigas de até 20cm de altura.

Para detectores de temperatura, a área de atuação considerada pela IN 012 é de 36m², com um raio de cobertura de 3,40m para instalações realizadas em altura máxima de 5m ou com vigas de até 20cm de altura.

3.5.3 Acionadores Manuais

Os acionadores manuais, ilustrado pela figura 11, são dispositivos que soarão o alarme quando acionados por decisão humana. Devem ser instalados mesmo em edificações que possuam detectores automáticos uma vez que princípios de incêndio podem ser percebidos pelos ocupantes antes de sensibilizarem os detectores automáticos. (BRENTANO, 2010).

FIGURA 11 - ACIONADOR DE ALARME



Fonte: Zeus do Brasil, disponível em: <https://www.zeusdobrasil.com.br/>

Os acionadores devem ser instalados em locais visíveis de áreas comuns de acesso ou circulação da edificação, entre 1,20 e 1,50m de altura, próximos aos pontos de fuga ou dos

equipamentos de combate a incêndio. O número de acionadores será de forma com que os operadores não percorram mais de 30m para acioná-los. (IN 012, 2006).

3.5.4 Indicadores Sonoros e Visuais

Em situações de incêndio e perigo esses dispositivos chamarão a atenção dos ocupantes da edificação. Devem ter características de visibilidade e audibilidade compatível com os do ambiente onde estão instalados. (BRENTANO, 2010).

Os alarmes, conforme IN 012 poderão ser do tipo sirene eletrônica ou campainha. Cada pavimento deverá dispor de pelo menos um alarme sonoro de modo a ser escutado em todo o andar.

Indicadores visuais serão exigidos somente para edificações de risco médio e elevado.

A Figura 12 ilustra uma sirene audiovisual de alarme.

FIGURA 12 - SIRENE AUDIOVISUAL



Fonte: Zeus do Brasil, disponível em: <https://www.zeusdobrasil.com.br/>

3.5.5 Fontes de Alimentação, Circuitos, Eletrodutos e Fiação Elétrica

De acordo com o artigo 61 da IN 012 do CBMSC, as fontes de alimentação de emergência devem garantir o funcionamento do sistema na falta de energia da empresa concessionária. A energia do sistema pode provir de um conjunto de baterias ou por gerador, a tensão de alimentação do sistema não deverá exceder 30 Volts em corrente contínua.

Os circuitos devem alimentar no máximo 20 dispositivos entre acionadores e detectores.

A fiação elétrica deve estar contida em eletrodutos e deve ser blindada. Os cabos devem ser de uso exclusivo do sistema de detecção e alarme.

Os eletrodutos não podem ser usados para outros fins senão para as instalações dos sistemas de segurança.

3.6 SISTEMA PREVENTIVO POR EXTINTORES

Grande parte dos incêndios inicia-se através de focos de fogo de reduzidas dimensões, que pode ser facilmente extinto se utilizado o agente extintor em quantidades e tipo adequado. O extintor de incêndio é o primeiro equipamento utilizado no combate ao princípio de fogo por ser portátil, leve e de fácil manuseio. (BRENTANO, 2010).

Para o sucesso do uso do extintor de incêndio, Brentano (2010) afirma que sua ação efetiva depende do fogo ser descoberto em fases iniciais, da escolha certa do agente extintor e da correta distribuição dos extintores pela edificação.

3.6.1 Classificação dos Extintores de Incêndio

Os extintores de incêndio, segundo a Brentano (2010), podem ser classificados quanto ao tipo de agente extintor, a forma de ação sobre o fogo, a forma de pressurização e sua massa total.

3.6.1.1 Tipo de Agente Extintor

Segundo a IN 006, os extintores de incêndio podem conter quatro tipos de agente extintor:

- I.** Água pressurizada;
- II.** Espuma mecânica;
- III.** Pós para extinção de incêndio (BC, ABC e D);
- IV.** Gases (CO₂, Halotron, Fe 36, etc).

A carga do agente extintor pode ser expressa em unidade de massa (quilograma) ou de volume (litros).

3.6.1.2 Forma de Ação Sobre o Fogo

Os agentes extintores podem combater o fogo através de resfriamento, abafamento ou quebra da reação química em cadeia. Um mesmo agente extintor pode atuar sobre o fogo de mais de uma maneira. (BRENTANO, 2010).

Cada tipo de extintor tem uma ação primária e outra secundária. Os extintores de água pressurizada agem por resfriamento e abafamento, os de espuma mecânica agem por abafamento e resfriamento, os de pó químico agem através da quebra da reação em cadeia e abafamento, os de CO₂ agem por abafamento e resfriamento.

3.6.1.3 Forma de Pressurização

Todos os extintores de incêndio, segundo Brentano (2010), operam através da expulsão do agente extintor do seu interior por meio da descompressão do mesmo, ou por pressão injetada. (BRENTANO, 2010).

Para Seito et al (2008), são três os sistemas de ejeção do agente extintor:

1. Auto-ejeção: o agente extintor é gasoso e é mantido sob pressão no recipiente. É o caso de extintores de CO₂;
2. Pressurização direta: o agente extintor e o gás expelente encontram-se no mesmo recipiente;
3. Pressurização indireta: extintores que são pressurizados somente no instante de uso, o agente extintor e o gás expelente encontram-se cada um em um recipiente separado.

3.6.1.4 Massa Total

A massa total de um extintor de incêndio é constituída pelo recipiente, o agente extintor e os acessórios. O extintor pode ser classificado em portáteis, quando possuir uma massa total de até 20 kg ou sobre rodas quando sua massa total for superior a 20 kg. (BRENTANO, 2010).

3.6.2 Capacidade Extintora

O Art. 11 da IN 006 conceitua capacidade extintora como sendo a medida do poder de extinção que um extintor de incêndio possui em função de sua carga. Ela é identificada por um número que representa a capacidade extintora ou o tamanho do fogo que pode ser extinto, e uma letra maiúscula que representa a classe de fogo adequada para o extintor.

A IN 006 determina limites mínimos para as capacidades extintoras conforme a tabela 10 a seguir.

TABELA 10 - CAPACIDADE EXTINTORA E CARGA MÍNIMA DE AGENTE EXTINTOR

CAPACIDADE EXTINTORA E CARGA DO AGENTE EXTINTOR MÍNIMA				
Agente Extintor	Extintor Portátil		Extintor Sobre Rodas	
	Capacidade Extintora	Carga mínima de agente extintor	Capacidade Extintora	Carga mínima de agente extintor
Água	2A	10 litros	2A	75 litros
Espuma mecânica	2A : 10B	9 litros	2A : 10B	75 litros
Dióxido de carbono (CO ₂)	5B : C	4kg	5B : C	25kg
Pó BC	10B : C	4kg	10B : C	20kg
Pó ABC	2A : 10B : C	4kg	2A : 10B : C	20kg
Compostos halogenados	5B : C	2,3kg	-	-

Fonte: Adaptação dos Arts. 13 e 14 da IN 006, CBMSC, 2014

3.6.3 Projeto do Sistema de Extintores de Incêndio

O sistema preventivo por extintores deve ser projetado para determinar a quantidade mínima de unidades extintoras e suas respectivas localizações. (BRENTANO, 2010).

A área máxima que cada unidade extintora protege, conforme IN 006, depende do risco da edificação podendo ser de 500m² para risco leve e 250m² para risco médio ou elevado.

O Art. 16 da IN 006 indica que os extintores devem ser dispostos de maneira equidistante e distribuídos de forma a cobrir a área de risco de modo que o operador percorra, até o extintor mais afastado, um caminhamento máximo de acordo com o risco. Para o risco leve são 20m, 15m para risco médio e 10m para risco elevado.

Além das limitações de área e distância percorrida, existe ainda uma quantidade mínima de unidades extintoras por pavimento. O capítulo XII da In 006 discorre sobre o assunto, orientando para que em edificações de mais de um pavimento existam pelo menos duas unidades extintoras por pavimento.

3.7 SISTEMA HIDRÁULICO PREVENTIVO - SHP

A água pode ser considerada como o agente extintor universal, salvo algumas exceções. Pode atuar na extinção tanto por abafamento quanto por resfriamento. Por ser muito abundante e relativamente barata, é a substância mais utilizada como agente extintor. (BRENTANO, 2011)

O combate ao fogo utilizando a água pode ser realizado através de equipamentos móveis, os extintores, e equipamentos fixos divididos em equipamentos automáticos, os chuveiros automáticos (sprinklers), e os sob comando, o sistema de hidrantes e mangotinhos. (BRENTANO, 2011)

O sistema de hidrantes e mangotinhos é formado por rede de canalizações que levam água sob pressão até o local de combate ao fogo. É um sistema que depende da ação do homem, por isso sob comando. (BRENTANO, 2011)

Seito e al (2008) afirma que para o melhor desempenho do sistema, os ocupantes da edificação devem estar familiarizados com os equipamentos e aptos a utiliza-los em caso de sinistro.

A IN 007 (CBMSC, 2014), trata da concepção e do dimensionamento do sistema hidráulico preventivo que abrange o sistema de hidrantes e mangotinhos. É baseada na NBR 13714:2000 - Sistema de hidrantes e de magotinhos para combate a incêndio. O sistema de chuveiros automáticos (sprinklers) é abordado separadamente pela IN 015 (CBMSC, 2014).

Atualmente, a IN 007 passa por consulta pública (de 01/02/2017 à 30/03/2017) para sua atualização. Esta visa aproximar esta IN às normas da ABNT. No decorrer deste trabalho as novas normas não entraram em vigor.

3.7.1 Componentes do Sistema

3.7.1.1 Canalizações

As canalizações conduzem a água do reservatório superior ou inferior até os hidrantes ou mangotinhos dos pavimentos. (BRENTANO, 2011)

As canalizações, de acordo com a IN 007 (CBMSC, 2014), podem ser em ferro fundido ou galvanizado, aço preto ou cobre. Em redes subterrâneas, as tubulações podem ser em PVC rígido, fibrocimento ou equivalente e devem estar enterradas a 1,5m de

profundidade. A tubulação deve possuir prolongamento até o exterior da edificação terminando em um hidrante de recalque.

Para as tubulações de cobre, a IN 007 (CBMSC, 2014), determina que o diâmetro interno mínimo seja de 54mm (2"). Para todos os outros tipos de tubulação, o diâmetro interno mínimo deve ser de 64mm (2 1/2"). Em qualquer situação a resistência da tubulação deverá ser superior a 15kgf/cm².

3.7.1.2 Reservatórios

Os reservatórios podem ser de uso exclusivo para o combate ao incêndio, ou podem ser de uso misto com o consumo da edificação. A capacidade dos reservatórios deve conter uma reserva técnica de incêndio (RTI), que é o volume de água destinado exclusivamente ao combate a incêndio. As canalizações de consumo devem sempre ser instaladas de forma a garantir a RTI. (BRENTANO, 2011; CBMSC, 2014)

O abastecimento do sistema hidráulico preventivo pode ser realizado, de acordo com a IN 007 (CBMSC, 2014), de três maneiras:

Por Reservatório Superior: a adução será feita por gravidade, devendo o reservatório possuir diferença de altura suficiente para garantir pressões e vazões mínimas.

Por Reservatório Inferior: a adução será feita através de bombas para pressurizar a rede e garantir vazões mínimas;

Por Castelo D'água: é um caso particular de reservatório superior localizado externamente à edificação.

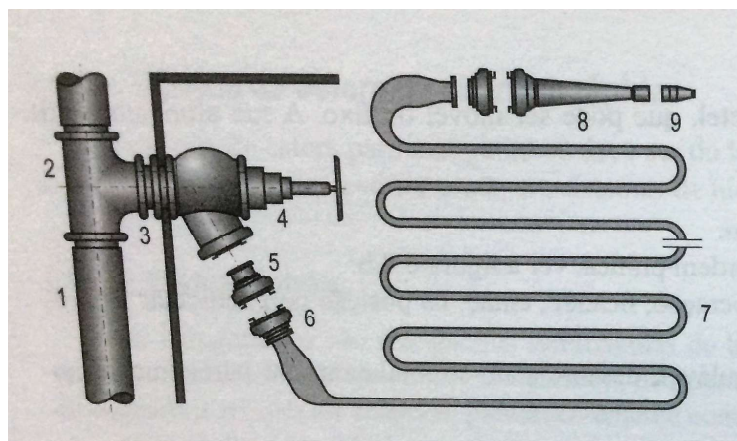
3.7.1.3 Hidrantes

É o ponto de tomada de água no qual há uma (simples) ou duas (duplo) saídas, contendo válvulas angulares com seus respectivos adaptadores, tampões, mangueiras de incêndio e demais acessórios. O centro geométrico da tomada de água deve estar entre 1,20 e 1,50m do piso acabado.

Os hidrantes devem ser alcançados no menor tempo possível, por isso, devem estar situados em locais de fácil acesso. O número adequado de hidrantes em uma edificação é determinado pela área de cobertura das mangueiras. A IN 007 exige pelo menos um hidrante em cada pavimento em edificações verticalizadas. (CBMSC, 2014)

Os componentes de uma tomada de incêndio de hidrante podem ser visualizados na figura 13 a seguir:

FIGURA 13 - TOMADA DE INCÊNDIO DE HIDRANTE



- 1) Coluna de incêndio; 2) "Tê" de saída lateral; 3) "Nipple"; 4) Registro de ângulo; 5) Adaptador com Storz; 6) Junta de união Storz; 7) Mangueira; 8) Esguicho 9) Requite
 Fonte: BRENTANO, 2011

3.7.1.4 Mangueira

Equipamento constituído essencialmente de um duto flexível dotado de uniões tipo engate rápido. As mangueiras mais utilizadas possuem comprimento de 15, 20 ou 30m.

A escolha do tipo de mangueira depende do local de uso e da condição de aplicação. Os tipos de mangueira ficam definidos pela IN 007 (CBMSC, 2014) através da tabela 11.

TABELA 11 - TIPOS DE MANGUEIRA

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: CBMSC, 2014

O diâmetro das mangueiras e dos requintes é em função do risco da edificação e constam na tabela 12 (CBMSC, 2014):

TABELA 12 - DIÂMETRO DA MANGUEIRA E REQUINTE

Risco	Diâmetro Mangueiras	Diâmetro requinte
Leve	38mm (1 ½")	13mm (1/2")
Médio e Elevado	63mm (2 ½")	25mm (1")

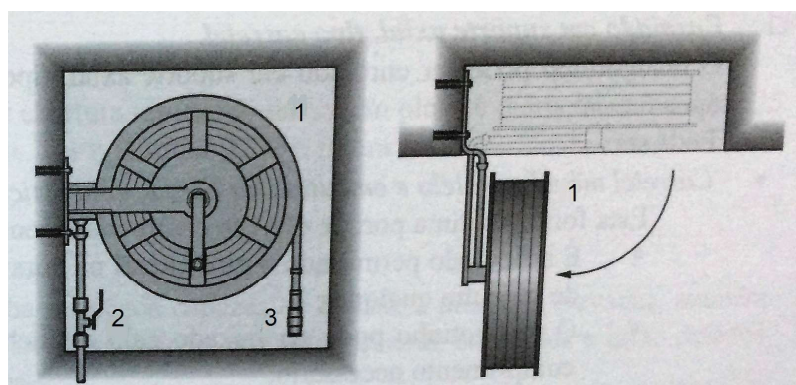
Fonte: CBMSC, 2014

3.7.1.5 Mangotinho

Ponto de tomada de água onde há uma (simples) saída contendo válvula de abertura rápida, adaptador (se necessário), mangueira semi-rígida, esguicho regulável e demais acessórios. (ABNT, 2000)

A figura 14 ilustra a tomada de incêndio de mangotinho.

FIGURA 14 - TOMADA DE INCÊNDIO DE MANGOTINHO



1) Carretel móvel articulado; 2) "Tê" de saída lateral; 3) Esguicho regulável

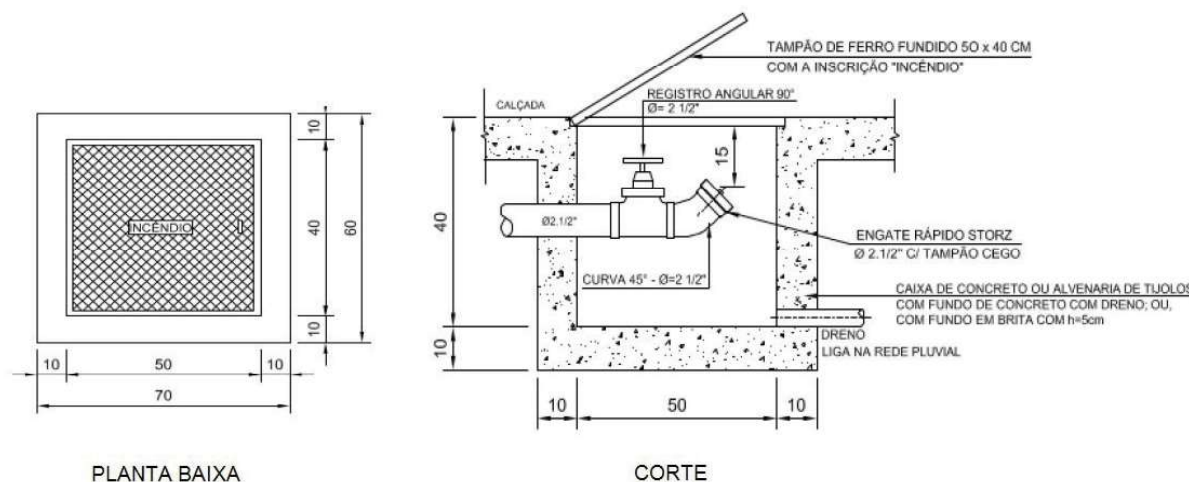
Fonte: BRENTANO, 2011

3.7.1.6 Hidrante de Recalque

É um dispositivo para uso do corpo de bombeiros, que permite quando necessário, recalcar a água de fontes externas para os hidrantes internos através de bombeamento das viaturas do corpo de bombeiros. (SILVA, VARGAS, ONO, 2010)

O hidrante de recalque deverá portar uma válvula angular com diâmetro de 63mm, dotada de rosca x Storz de 63mm com tampão cego. O detalhe do hidrante de recalque pode ser conferido na figura 15.

FIGURA 15 - HIDRANTE DE RECALQUE



Fonte: CBMSC, 2014

3.7.2 Dimensionamento do Sistema

A atual IN 007 (CBMSC, 2014), determina que o sistema hidráulico preventivo seja dimensionado para fornecer vazões e pressões mínimas. Esses parâmetros são em função do risco de incêndio da edificação e do número de hidrantes em uso simultâneo que devem ser considerados. A pressão dinâmica mínima pode ser conferida na tabela 13 e o número de hidrantes em uso simultâneo pode ser conferido na tabela 14.

TABELA 13 - PRESSÃO DINÂMICA MÍNIMA

Risco	Pressão Dinâmica no Hidrante Hidraulicamente Menos Favorável
Leve	4 m.c.a
Médio	15 m.c.a
Elevado	30 m.c.a

Fonte: CBMSC, 2014

TABELA 14 - N° DE HIDRANTES EM USO SIMULTÂNEO

N° de Hidrantes Instalados	Hidrantes em Uso simultâneo
1	1
2 a 4	2
5 ou 6	3
7 ou mais	4

Fonte: CBMSC, 2014

A vazão nos esguichos é calculada através da equação da vazão em orifícios, derivada do Teorema de Bernoulli combinado com a equação de Torricelli. (BRENTANO, 2011)

A equação da vazão fornecida pela IN 007 (CBMSC, 2014) é a que segue:

$$Q = 0,2046 \times d^2 \times \sqrt{H}$$

onde:

Q é a vazão [l/min];

d é o diâmetro do requinte do esguicho [mm];

H é a pressão dinâmica mínima [m.c.a];

0,2046 é uma constante de correção de unidades e do tipo de descarga.

A perda de carga localizada no esguicho deve ser calculada através da equação da IN 007, aplicável apenas para requintes com diâmetro entre 13 e 25mm (CBMSC, 2014):

$$J_e = 0,0396 \times H$$

onde:

J_e é a perda de carga no esguicho [m.c.a];

H é a pressão dinâmica.

A perda de carga unitária nas tubulações e mangueiras deve ser calculada utilizando a fórmula de Hazen-Williams:

$$J = \frac{10,65 \times Q^{1,852}}{C^{1,852} \times D^{4,87}}$$

onde:

J é a perda de carga unitária [m/m];

Q é a vazão [m³/s]

C é o coeficiente de rugosidade [adimensional];

D é o diâmetro do tubo.

Na tabela 15 são fornecidos os coeficientes de rugosidade de Hazen-Williams para os diversos tipos de materiais de canalização. (CBMSC, 2014)

TABELA 15 - COEFICIENTE DE RUGOSIDADE DE HANZEN-WILLIAMS

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

Fonte: CBMSC, 2014

As perdas de cargas localizadas nas conexões da tubulação devem ser calculadas através do método dos comprimentos equivalentes ou virtuais. O método consiste em transformar a conexão em um trecho reto de tubulação que gere a mesma perda de carga da conexão. A tabela 16 apresenta os comprimentos equivalentes para conexões em função do diâmetro.

TABELA 16 - COMPRIMENTO EQUIVALENTE DE CONEXÕES

mm	8	10	15	20	25	32	40	50	65	80	100	125	150
pol	1/4	3/8	1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3	4	5	6
Joelho 90?	0,23	0,35	0,47	0,7	0,94	1,17	1,41	1,88	2,35	2,82	3,76	4,7	5,64
Joelho 45?		0,16	0,22	0,32	0,43	0,54	0,65	0,86	1,08	1,3	1,73	2,16	2,59
Curva 90?			0,27	0,41	0,55	0,68	0,82	1,04	1,37	1,64	2,18		
Tê 90? Direto	0,04	0,06	0,08	0,12	0,17	0,21	0,25	0,33	0,41	0,5	0,66	0,83	0,99
Tê 90? Lateral	0,34	0,51	0,69	1,03	1,37	1,71	2,06	2,74	3,43	4,11	5,49	6,86	8,23
Tê 90? Bilateral	0,42	0,62	0,83	1,25	1,66	2,08	2,5	3,33	4,16	4,99	6,65	8,32	9,98
Tê 45? Direto			0,09	0,13	0,18	0,22	0,27	0,36	0,44	0,55	0,73		
Tê 45? Lateral			0,44	0,66	0,88	1,1	1,31	1,75	2,19	2,7	3,51		
Cruzeta Direta	0,05	0,08	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	0,41	0,49	0,59			
Cruzeta Lateral	0,34	0,5	0,67	1,01	1,35	1,68	2,02	2,69	3,36	4,02			
Entrada Normal			0,2	0,2	0,3	0,4	0,5	0,7	0,9	1,1	1,6	2	2,5
Entrada de Borda			0,4	0,5	0,7	0,9	1	1,5	1,9	2,2	3,2	4	5
Registro de Gaveta			0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,4	0,4	0,5	0,7	0,9	1,1
Registro de Globo			4,9	6,7	8,2	11,3	13,4	17,4	21	26	34	43	51
Registro de Ângulo			2,6	3,6	4,6	5,6	6,7	8,5	10	13	17	21	26
Válvula de Pé e Crivo			3,6	5,6	7,3	10	11,6	14	17	20	23	30	39
Válvula de retenção Horizontal			1,1	1,6	2,1	2,7	3,2	4,2	5,2	6,3	8,4	10,4	12,5
Válvula de retenção Vertical			1,6	2,4	3,2	4	4,8	6,4	8,1	9,7	12,9	16,1	19,3
Redução de um \varnothing		0,11	0,18	0,32	0,29	0,16	0,12	0,38	0,64	0,71			
Tê Redução Direta de um \varnothing		0,05	0,07	0,1	0,14	0,17	0,21	0,28	0,35	0,42	0,56		

Fonte: Catálogo Técnico Conexões Tupy 2007

A perda de carga total é então calculada através da fórmula:

$$\Delta h = J \times (L + L_v)$$

onde:

Δh é a perda de carga total na tubulação [m.c.a];

J é a perda de carga unitária da tubulação [m/m];

L é o comprimento real da tubulação [m];

L_v é o comprimento virtual da tubulação [m].

A altura entre o reservatório e o hidrante ou mangotinho menos favorável será calculada através da equação (CBMSC, 2014):

$$Hg = \Delta h_t + \Delta h_m + J_e + H$$

onde:

Hg é a altura entre o reservatório e o hidrante/mangotinho mais desfavorável;

Δh_t é a perda de carga total na tubulação [m.c.a];

Δh_m é a perda de carga total na mangueira [m.c.a];

J_e é a perda de carga no esguicho [m.c.a];

H é a pressão dinâmica mínima no hidrante/mangotinho mais desfavorável [m.c.a].

Caso o sistema seja abastecido através de reservatório inferior ou a altura do reservatório superior não seja suficiente para garantir a pressão dinâmica mínima no hidrante mais desfavorável, será necessário dimensionar um conjunto moto-bomba para pressurizar o sistema. No projeto preventivo contra incêndio deve constar a altura manométrica, a vazão e a potência da bomba.

A IN 007 determina que a altura manométrica da bomba deverá ser obtida pela equação:

$$H_{man} = Z + \Delta h_{suc} + \Delta h_{rec} + H$$

onde:

H_{man} é a altura manométrica da bomba [m.c.a];

Z é a altura geométrica [m.c.a];

Δh_{suc} é a perda de carga total na tubulação de sucção [m.c.a];

Δh_{rec} é a perda de carga total na tubulação de recalque [m.c.a];

H é a pressão dinâmica mínima no hidrante/mangotinho mais desfavorável [m.c.a].

A potência da bomba deverá ser calculada através da equação:

$$P_b = \frac{0,37 \times Q_b \times H_{man}}{\eta}$$

onde:

P_b é a potência da bomba [cv];

Q_b é a vazão da bomba, obtida somando-se as vazões dos hidrantes em uso simultâneo [m³/h];

H_{man} é a altura manométrica da bomba [m.c.a];

η é o rendimento da bomba [%]

0,37 é uma constante para adequar unidades e do peso específico da água.

3.7.2.1 Dimensionamento da RTI

A IN 007 (CBMSC, 2014), determina que a RTI deve ser dimensionada a fim de fornecer ao sistema hidráulico preventivo uma autonomia de 30 minutos, observando as seguintes vazões:

Para risco leve: a vazão no hidrante mais favorável (Q_+), acrescido de 2 minutos por hidrante excedente a quatro (x);

$$RTI = Q_+ \times (30 \text{ min} + x \times 2 \text{ min})$$

Para risco médio e 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 excedente a quatro.

$$RTI = \Sigma Q \times (30 \text{ min} + x \times 2 \text{ min})$$

3.8 INSTALAÇÕES DE GÁS COMBUSTÍVEL

Para Brentano (2010), um quesito interessante da norma de segurança contra incêndio de Santa Catarina é a preocupação quanto à produção, manipulação, armazenamento, distribuição e comércio de gases combustíveis.

A IN 008 do CBMSC de 2014 é a norma que dita as características mínimas de projeto das instalações de gás combustível no estado de Santa Catarina. Esta IN tem como referências as normas ABNT NBR 13103:2013 - Instalação de aparelhos a gás para uso residencial, NBR 13523:2008 – Central de Gas liquefeito de petróleo (GLP), NBR 15526:2009 – Redes de distribuição interna para gases combustíveis em instalações residenciais e comerciais.

3.8.1 Tipos de Gases

3.8.1.1 Gás Liquefeito de Petróleo - GLP

O GLP é um produto constituído de hidrocarbonetos com três ou quatro átomos de carbono (propano, propeno, butano e buteno), sendo o GLP um gás mais denso que o ar. (CBMSC, 2014).

É um gás incolor e imperceptível ao olfato humano, por esse motivo são adicionados composto a base de enxofre para melhor percepção e segurança. (ANP, 2017).

Sua combustão tem alto poder calorífico (11.300 kcal/kg) e produz baixas emissões de CO, SO_x e resíduos em partículas quando comparado com a queima de gasolina, diesel e óleo combustível, o que a torna menos agressível ao meio ambiente. (BRENTANO, 2010).

O GLP pode ser comercializado de duas maneiras: em recipientes transportáveis (de 2 a 90kg) ou a granel através do abastecimento de recipientes estacionários ou tanques. (GHISI; ROCHA; ALMEIDA, 2016).

No Brasil o GLP é principalmente utilizado em edificações residenciais em abastecimento de fogões, aquecedores de água e calefação. Em indústrias, o GLP é utilizado quando se deseja uma queima isenta de impurezas. (BRENTANO, 2010).

3.8.1.2 Gás Natural - GN

A IN 008 (CBMSC, 2014), define gás natural como sendo hidrocarbonetos combustíveis gasosos, essencialmente metano. Pode ter sua produção associada ou não à produção de petróleo. É um gás menos denso que o ar.

O GN tem um alto poder calorífico, cerca de 9400 kcal/m³ e é considerado um combustível não poluente, os produtos lançados na atmosfera dispensam de tratamento. (BRENTANO,2010).

Quando comparado com o GLP, o GN tem um menor poder calorífico, no entanto sua utilização vem ganhando espaço uma vez que os custos de transporte, estocagem e distribuição são mais baixos.

A distribuição de gás natural é feita por uma empresa concessionária (em Santa Catarina, a SCGÁS) eliminando a necessidade de estocagem e abastecimento, permitindo um fornecimento contínuo. (GHISI; ROCHA; ALMEIDA, 2016).

3.8.2 Instalações de GLP e GN

O Art. 4º da IN 008 (CBMSC, 2014) define que as instalações de GLP são constituídas de:

1. Central de gás: área delimitada e protegida fora da projeção da edificação que contém os recipientes de GLP;
2. Rede de distribuição: canalizações, dispositivos e acessórios que conduzem o gás até o ponto de consumo;
3. Reguladores e medidores de gás;
4. Adequação do ambiente: ventilação permanente onde os aparelhos a gás são instalados;
5. Exaustão dos produtos da combustão.

As instalações de GN são como as de GLP, diferenciado-se somente na central de gás, que nas instalações de GN é representada pela estação de GN.

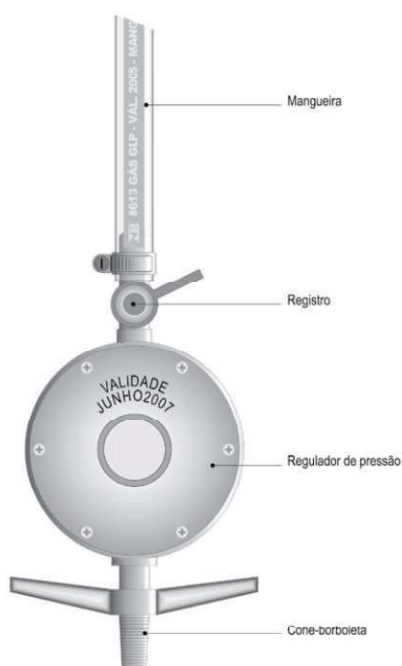
3.8.2.1 Central de gás

Central de gás é a área destinada para conter os recipientes (cilindros) e acessórios, destinados ao armazenamento de GLP. Em edificações onde a capacidade de armazenamento total da central de gás for de até 90 kg, os recipientes deverão ser armazenados em abrigos de gás. Se a capacidade total for superior a 90 kg, os recipientes devem ser armazenados em central de GLP. (CBMSC, 2014).

3.8.2.1.1 Abrigo de GLP

O abrigo de GLP deve possuir cabine de proteção dos recipientes em concreto ou alvenaria e ventilação nas portas. Deve ter fácil localização fora da edificação. No interior de cada abrigo deverá possuir um regulador de pressão de acordo com o tipo de aparelho de queima, um registro de corte do fornecimento de gás de tipo fecho rápido e uma mangueira de condução de gás (Figura 16). (CBMSC, 2014).

FIGURA 16 - DISPOSITIVOS ABRIGO DE GLP



Fonte: FDE, 2009

3.8.2.1.2 Central de GLP

A central de GLP deve possuir cabine de proteção com paredes resistentes ao fogo por 2 horas. A cada metro linear de parede deve haver abertura de ventilação com dimensões mínimas de 15cm x 10cm.

O pé direito mínimo da central de GLP deve ser de 1,80m. O teto deve ser em concreto com espessura mínima de 10cm com declividade para escoamento da água. O piso deve ser também em concreto com espessura mínima de 5cm.

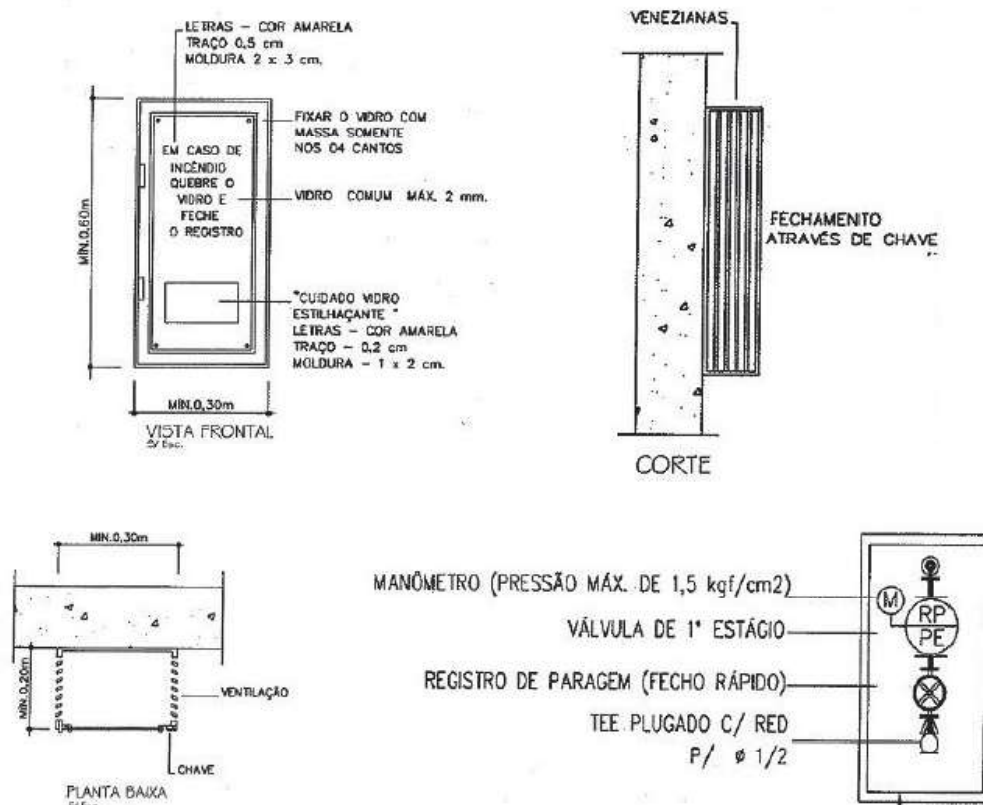
As portas da central de GLP deverão ter dimensões mínimas de 0,90x1,70m e dispor de ventilação em toda porta. Deverá ser afixada na central de GLP a inscrição: " CUIDADO CENTRAL DE GLP ", com letras pretas legíveis em fundo amarelo.

Quando a central possuir recipientes transportáveis trocáveis, deverá dispor de estrado de madeira tipo grade. Além disso deverá dispor de duas baterias de recipientes, uma ativa e outra reserva.

A central de GLP deverá possuir conjunto de controle de manobra instalado em abrigo conforme a figura 17. O abrigo deve possuir aberturas para ventilação na parte inferior ou nas laterais e deve ser instalado a uma altura mínima do piso externo de 1,00m. Dentro do abrigo devem ser instalados (CBMSC, 2014):

1. Válvula reguladora de pressão de 1° estágio;
2. Manômetro para controle de pressão na rede primária de gás com graduação que permita leitura precisa, que deverá ser regulada até 1,5kg/cm²;
3. Registro de paragem (fecho rápido);
4. Tê plugado, com redução para 1/2", para teste de estanqueidade da canalização.

FIGURA 17 - CONJUNTO DE CONTROLE E MANOBRÁ



Fonte: CBMSC, 2014

3.8.2.1.3 Proteção por Extintores

A proteção contra incêndio da central de gás deverá ser realizada através de extintores em função da capacidade total de armazenamento de GLP. A quantidade mínima de extintores deve ser determinada através da tabela 17 a seguir.

TABELA 17 - QUANTIDADE MÍNIMA DE EXTINTORES

QUANTIDADE MÍNIMA DE EXTINTORES			
Quantidade de GLP	Unidades extintoras	Capacidade extintora	Carga mínima de agente extintor
Até 270 kg	01	10B : C	4 kg
De 270 até 1000 kg	02	10B : C	4 kg
De 1000 até 3000 kg	03	10B : C	4kg
Acima de 3000 kg	para cada 1000 kg de GLP excedente, acrescentar 01 unidade extintora		

Fonte: CBMSC, 2014

3.8.2.1.4 Dimensionamento da Central de Gás

O dimensionamento da quantidade de recipientes na central é realizado através das seguintes etapas (CBMSC, 2014):

1. Verificar o consumo de gás de cada aparelho em kcal/min através da tabela 18;
2. Verificar o consumo por apartamento e por pavimento em kcal/min;
3. Verificar o consumo total da edificação ou potência computada (Pc) em kg/h através da seguinte equação:

$$Pc \text{ (kg/h)} = [Pc \text{ (kcal/min)} \times 60 \text{ (min)}] / [11200 \text{ (kcal/kg)}]$$

Obs: Sendo Pc fracionário deverá ser feito um arredondamento, por exemplo, até 2,49 arredonda-se para 2, e com 2,5 arredonda-se para 3.

4. Verificar o fator de simultaneidade (para edifícios multifamiliares anexo 1).
5. Calcular a potência adotada (Pa) em kg/h.

$$Pa \text{ (kg/h)} = Pc \text{ (kg/h)} \times \text{Fator de simultaneidade} / 100$$

6. Verifica-se na tabela 19 o valor da taxa de vaporização do recipiente escolhido.
7. O número de recipientes da bateria ativa é obtido dividindo-se Pa pela taxa de vaporização;
8. Na quantidade total de recipientes dimensionados deve ser aplicado um fator de redução para edificações residenciais multifamiliares. 25% para edificações com até 20 unidades habitacionais e 35% para edificações com mais de 20.

TABELA 18 - POTÊNCIAS NOMINAIS DOS APARELHOS DE UTILIZAÇÃO

Potências Nominais dos Aparelhos de Utilização				
Aparelho de Utilização	Tipo	Capacidade Nominal		
		kw	kcal/h	kcal/min
Fogão 4 bocas	Com Forno	8,1	7000	117
Fogão 4 bocas	Sem Forno	5,8	5000	84
Fogão 6 bocas	Com Forno	12,8	11000	184
Fogão 6 bocas	Sem Forno	9,3	8000	134
Forno de Parede	-	3,5	3000	50
Aquecedor acumulação	50L - 75L	8,7	7500	125
Aquecedor acumulação	100L - 150L	10,5	9000	150
Aquecedor acumulação	200L - 300L	17,4	15000	250
Aquecedor Passagem	6L/min	10,5	9000	150
Aquecedor Passagem	8L/min	14	12000	200
Aquecedor Passagem	10L/min	17,1	14700	245
Aquecedor Passagem	15L/min	26,5	22800	380
Aquecedor Passagem	30L/min	28,7	24700	410
Lenhos (Lareira)	Infravermelho	6,1	5200	87
Lenhos (Lareira)	Com Labaredas	8,5	7300	122
Aquecedor de Ambientes	-	6,63	5700	95
Secadora de Roupas	-	7	6000	100
Fogão 4 queimadores	Semi-Industrial	16,3	14000	234
Fogão 6 queimadores	Semi-Industrial	18,9	16250	270
Fogão Industrial com:				
queimador duplo (cada)		10	8600	144
queimador simples (cada)		3,9	3360	56
chapa		6,2	5330	89
banho maria		3,9	3360	56
forno		4,8	4130	69
Kit Compact	Sem forno			
cada queimador		1,4	1200	20
Churrasqueira	5 queimadores	9,8	8400	140
Churrasqueira	4 queimadores	7,8	6700	112
Churrasqueira	3 queimadores	5,9	5100	85
Churrasqueira	2 queimadores	3,9	3360	56

Fonte: CBMSC, 2014

TABELA 19 - TAXA DE VAPORIZAÇÃO DE RECIPIENTES DE GLP

Taxa de Vaporização de Recipientes de GLP	
Tipo de Recipiente	Taxa de Vaporização (kg/h)
P-13	0,6
P-45	1
P-190	3,5
P-500	7
P-1000	11
P-2000	16
P-4000	26

Fonte: CBMSC, 2014

3.8.2.2 Rede de Distribuição

Para Ghisi, Rocha e Almeida (2016), a rede de distribuição é composta pela tubulação e seus acessórios, destinada ao fornecimento de gás dentro dos limites da propriedade. Ela é composta pelas redes de alimentação primária e secundária.

A rede primária é o trecho da instalação situado entre o regulador de primeiro estágio e o regulador de segundo estágio. A IN 008 (CBMSC, 2014) determina que a pressão máxima neste trecho seja de 150 kPa.

A rede secundária é aquela entre o regulador de segundo estágio ou estágio único e os aparelhos de utilização. A IN 008 (CBMSC, 2014) determina que a pressão máxima neste trecho seja de 5 kPa.

A tubulação e os reguladores de pressão devem ser dimensionados de forma a manter a pressão nos pontos de utilização tão próxima quanto possível da pressão nominal dos aparelhos de gás. A perda de carga máxima admitida deve ser levada em conta para garantir a vazão necessária para o ótimo funcionamento dos aparelhos. (GHISI; ROCHA; ALMEIDA; 2016)

3.8.2.2.1 Dimensionamento da Tubulação - CBMSC

Conforme a IN 008 (CBMSC, 2014), o cálculo das instalações de gás combustível deve atender tanto o uso de GLP quanto ao uso de GN.

O dimensionamento da tubulação da rede primária, é feito em função da potência nominal dos aparelhos de utilização ligados a rede. Cada trecho da tubulação é dimensionado somando-se as potencias dos aparelhos por ele servido. Com essa potência computada, utiliza-

se a tabela 20 para encontrar a potência a ser adotada. Para encontrar o diâmetro do trecho da tubulação utiliza-se a tabela do anexo 2 fornecendo a potência adotada e o comprimento do trecho desejado.

TABELA 20 - POTÊNCIA ADOTADA

Potência Computada Pc (kcal/min)	Potência Adotada Pa (kcal/min)	Potência Computada Pc (kcal/min)	Potência Adotada Pa (kcal/min)
<350	Pc	3500	1790
350	350	4000	1880
400	383	5000	2020
450	423	6000	2130
500	460	7000	2240
550	506	8000	2340
600	543	9000	2450
650	566	10000	2560
700	613	11000	2660
800	680	12000	2760
900	743	13000	2820
1000	805	14000	2910
1100	831	15000	3000
1200	918	16000	3040
1300	975	17000	3060
1400	1030	18000	3150
1500	1080	19000	3210
1600	1140	20000	3240
1700	1180	30000	3900
1800	1230	40000	4760
1900	1280	50000	5500
2000	1330	60000	6120
2500	1500	70000	6860
3000	1650	>70000	0,095Pc

Fonte: IN 008, CBMSC, 2014

O dimensionamento da tubulação da rede secundária é semelhante ao da rede primária. A IN 008 (CBMSC, 2014) utiliza a potência nominal dos aparelhos, mas não a transforma em potência adotada. O diâmetro do trecho da tubulação é encontrado na tabela do anexo 3 fornecendo a potência nominal e o comprimento do trecho.

As tabelas de dimensionamento do CBMSC foram criadas a partir da seguinte equação:

$$C = 0,018 \cdot W \cdot \sqrt{\frac{D^5}{1 + \frac{9,15}{D} + 0,0118 \cdot D} \cdot \frac{H}{L}}$$

Onde:

C = consumo ou soma das potências dos aparelhos à gás, abastecido pelo trecho;

D = diâmetro, em centímetros;

H = perda de carga admitida, em mm H₂O;

L = comprimento do trecho da tubulação, em metros; e

W = índice de Wobbe, sendo $W = \frac{9000 \text{ kcal/m}^3}{0,6}$ onde 9000 kcal/m³ é o poder calorífico superior do gás natural e 0,6 é densidade relativa do mesmo.

3.8.2.2.2 Dimensionamento da Tubulação - ABNT

A NBR 15526 - Redes de Distribuição Interna para Gases Combustíveis em Instalações Residenciais e Comerciais - Projeto e Execução (ABNT, 2012), permite o dimensionamento da rede para atendimento dos dois gases combustíveis (GN e GLP) ou para atendimento exclusivamente de GN ou de GLP.

A pressão interna máxima da rede primária conforme a ABNT (2012), também é de 150 kPa, no entanto, diferentemente da IN 008, a pressão máxima aceita para a rede secundária é de 7,5 kPa.

A perda de carga máxima admitida pela ABNT (2014) é de 10% da pressão de operação em redes secundárias e 30% da pressão de operação em redes primárias. Além da perda de carga, é estipulado ainda um valor máximo para a velocidade de 20m/s.

O dimensionamento é feito a partir da potência computada (C) de cada trecho, isto é, a soma das potências dos aparelhos ligados ao trecho em questão. Para redes primárias em edificações com várias unidades habitacionais, é permitido o cálculo de um fator de simultaneidade (F) através das seguintes equações:

$$C < 350 \rightarrow F = 100$$

$$350 < C < 9612 \rightarrow F = \frac{100}{1 + 0,001 \cdot (C - 349)^{0,8712}}$$

$$9612 < C < 20000 \rightarrow F = \frac{100}{1 + 0,4705 \cdot (C - 1055)^{0,19931}}$$

$$C > 20000 \rightarrow F = 23$$

Onde:

C = Potência computada no trecho, em kcal/h;

F = fator de simultaneidade, em %.

Em seguida encontra-se a potência adotada (A) e com ela a vazão de gás (Q) através das equações:

$$A = \frac{C \cdot F}{100}$$

$$Q = \frac{A}{PCI}$$

Onde:

A = potência adotada, em kcal/h;

C = potência computada no trecho, em kcal/h;

F = fator de simultaneidade, em %.

Q = poder calorífico inferior do gás, sendo PCI_{gn}=8600 kcal/m³ e PCI_{glp}=24000 kcal/m³.

Para a verificação da perda de carga, é necessário conhecer o comprimento total da tubulação do trecho levando em consideração o comprimento equivalente das conexões. Para tubulações de aço galvanizado, pode-se fazer o uso da tabela 16 apresentada em 3.7.2.

A perda de carga em redes de GLP com pressões acima de 7,5 kPa pode ser calculada pela equação:

$$PA_{abs}^2 - PB_{abs}^2 = \frac{4,67 \cdot 10^5 \cdot d_g \cdot L \cdot Q^{1,82}}{D^{4,82}}$$

Onde:

PA_{abs} = pressão absoluta inicial na saída do regulador de 1° estágio em média pressão, em kPa;

PB_{abs} = pressão absoluta na entrada do regulador de 2° estágio no ponto mais crítico do trecho, em kPa;

d_g = densidade relativa do GLP, adota-se 1,8;

L = comprimento total, em metros;

Q = vazão de gás, em m³/h;

D = diâmetro interno do tubo, em milímetros;

A perda de carga em redes de GLP com pressões até 7,5 kPa pode ser calculada pela equação:

$$PA - PB = \frac{2273 \cdot d_g \cdot L \cdot Q^{1,82}}{D^{4,82}}$$

Onde:

PA = pressão inicial na saída do regulador de 2º estágio ou estágio único em baixa pressão, em kPa;

PB = pressão na entrada do aparelho no ponto mais crítico do trecho, em kPa;

dg = densidade relativa do GLP, adota-se 1,8;

L = comprimento total, em metros;

Q = vazão de gás, em m³/h;

D = diâmetro interno do tubo, em milímetros;

A perda de carga em redes de GN, independente da pressão, pode ser calculada pela equação:

$$PA - PB = \frac{2029 \cdot Q^{1,82} \cdot S^{0,8} \cdot L}{D^{4,8}}$$

Onde:

PA = pressão na entrada de cada trecho, em kPa;

PB = pressão na saída de cada trecho, em kPa;

S = densidade relativa do GN, adota-se 0,6;

L = comprimento total, em metros;

Q = vazão de gás, em m³/h;

D = diâmetro interno do tubo, em milímetros;

Para finalizar o dimensionamento deve-se adicionar uma perda ou ganho de pressão devido ao peso da coluna de gás. Para redes de GLP, perda de pressão para trechos descendentes e ganho em trechos ascendentes, essa pressão pode ser encontrada usando a seguinte equação:

$$\Delta z = 1,318 \cdot 10^{-2} \cdot H \cdot (d_g - 1)$$

Onde:

Δz = perda ou ganho de pressão, em kPa;

H = altura do trecho vertical, em metros;

dg = densidade relativa do GLP, adota-se 1,8;

Para redes de GN, ganho em trecho ascendente e perda em trecho descentente, utilizando a seguinte equação:

$$\Delta z = 0,005 \cdot H$$

Onde:

Δz = perda ou ganho de pressão, em kPa;

H = altura do trecho vertical, em metros;

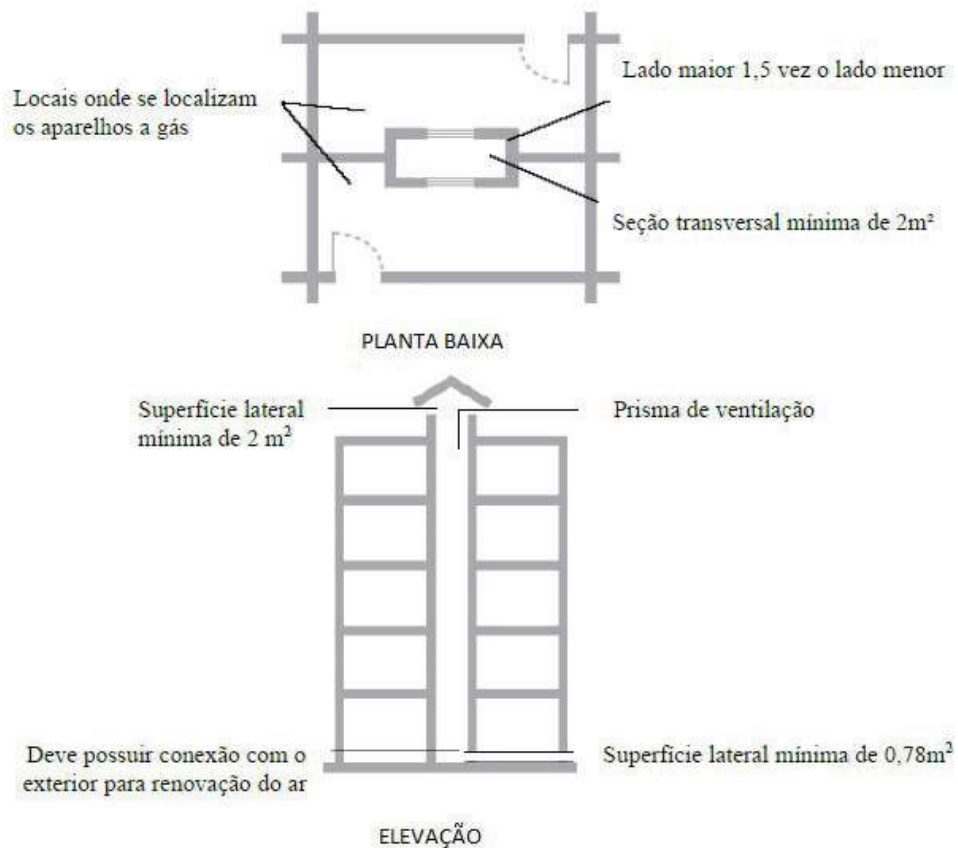
3.8.2.3 Adequação de Ambientes

A IN 008 (CBMSC, 2014), determina que todos os ambientes que possuam aparelhos que utilizem gás combustível devem apresentar aberturas de ventilação permanente superior e inferior para o exterior da edificação ou para prismas de ventilação visando à renovação do ar no ambiente.

A ventilação superior é utilizada para a saída do ar do ambiente possibilitando sua renovação. Ela deve estar a no mínimo 1,5m do piso. A ventilação inferior é utilizada para fornecer o ar para o ambiente. Ela deve estar a no máximo 0,80m do piso. Ambas podem alcançar o exterior através de dutos. (COMGÁS, 2014)

Os prismas de ventilação (Figura 18) são espaços situados dentro do volume da edificação que possuem comunicação direta para o exterior. A seção real do prisma de ventilação deve ser uniforme em toda a sua altura e de no mínimo 2m².

FIGURA 18 - PRISMA DE VENTILAÇÃO



Fonte: CBMSC, 2014

3.8.2.3.1 Dimensionamento da Ventilação Permanente

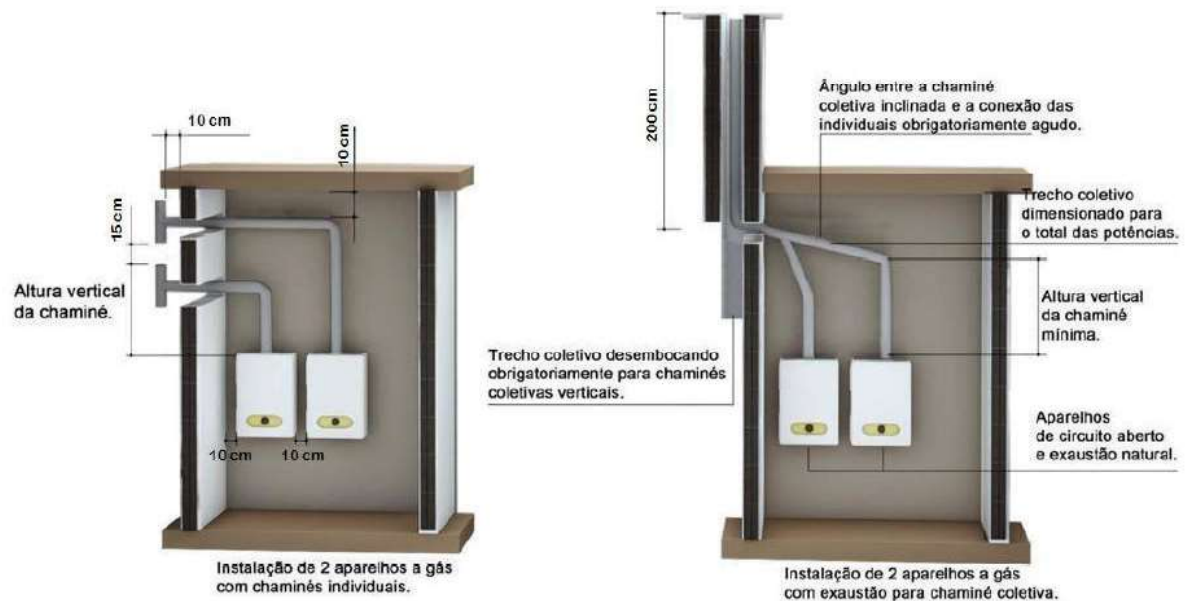
Para o dimensionamento da área total de ventilação permanente, são somadas as potências nominais (em kcal/min) de todos os aparelhos utilizadores de gás do ambiente. A área total de ventilação será de 1,5 vezes a soma das potências e será no mínimo de 600cm^2 . A área da ventilação superior deverá ser no mínimo de 400cm^2 . Quando a área total for superior a 600cm^2 a área da ventilação inferior deve ter 33% da área útil total.

O local que possua somente aparelhos de cocção com potência nominal limitada a 216 kcal/min , pode possuir ventilação superior e inferior com 100cm^2 de área útil cada.

3.8.2.4 Exaustão dos Gases de Combustão

Os aparelhos a gás devem conduzir os gases da combustão para o exterior da edificação através de chaminés (dutos) de exaustão individual ou coletiva. A Figura 19 ilustra os dois tipos de exaustão. (CBMSC, 2014)

FIGURA 19 - TIPOS DE EXAUSTÃO



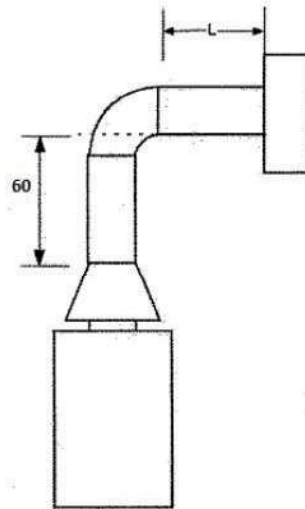
Fonte: COMGÁS, 2014

3.8.2.4.1 Exaustão Individual

A IN 008 (CBMSC, 2014), considera como chaminé individual aquela que sai do defletor do aparelho e vai até a chaminé coletiva ou o ar livre. A Figura 20 mostra um aparelho de gás e sua saída em exaustão individual.

O diâmetro da chaminé individual deve ser no mínimo igual ao do defletor do aparelho e o comprimento horizontal máximo do duto deve ser de 4m. Quando o único trecho vertical da chaminé for o que sucede o defletor, o terminal da chaminé deve ser do tipo tê e o comprimento vertical deve ser de no mínimo 60 cm.

FIGURA 20 - EXAUSTÃO INDIVIDUAL COM TERMINAL TIPO TÊ



Fonte: CBMSC, 2014

Não sendo possível utilizar 60 cm para o primeiro trecho vertical é permitido utilizar 35cm como mínimo e adotar um segundo trecho vertical com terminal de tipo chapéu chinês. A altura total da chaminé, contada do defletor até o terminal, pode ser encontrada através da seguinte expressão:

$$H \geq C \cdot \frac{2 + K1 + K2 + K3 + K4}{2}$$

Onde:

H - é a altura, em metros;

C - é uma constante (0,47);

K1 - é o número de curvas de 90° multiplicado pelo fator de resistência;

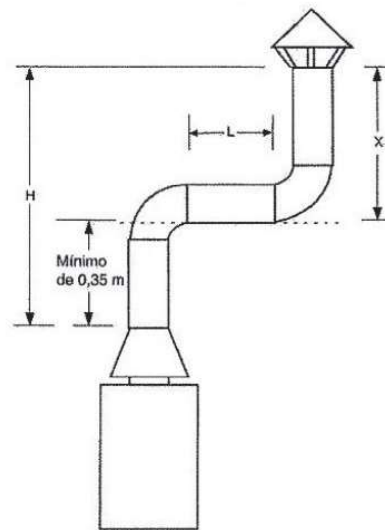
K2 - é o número de curvas de 135° multiplicado pelo fator de resistência;

K3 - é o comprimento total da projeção horizontal (L) do duto, em metros, multiplicado pelo fator de resistência;

K4 - é o fator de resistência do terminal;

A Figura 21, a seguir, mostra as variáveis para a determinação da altura da chaminé.

FIGURA 21 - ESPECIFICAÇÃO DA ALTURA DA CHAMINÉ



Fonte: CBMSC, 2014

Os fatores de resistência podem ser conferidos na tabela 21 a seguir.

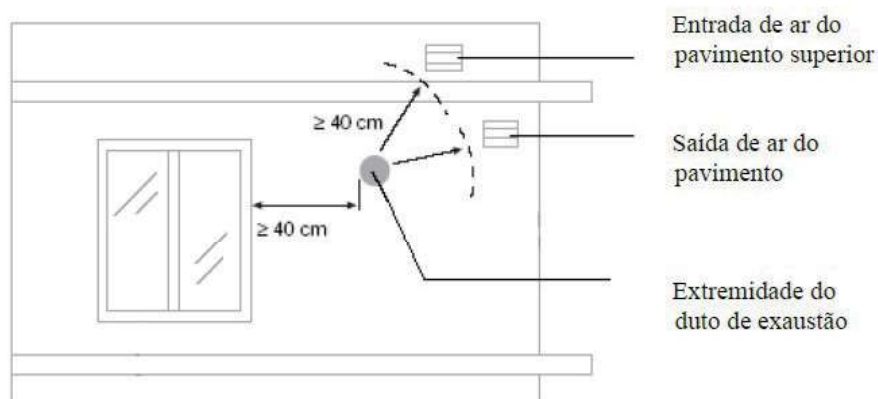
TABELA 21 - FATOR DE RESISTÊNCIA

Componentes	Fator K de resistência
Curva 90°	0,5
Curva 135°	0,25
Duto na vertical ascendente	0
Duto na projeção horizontal	0,3 por metro
Terminais (chapéu chinês e tê)	0,25
Outros tipos de Terminais	Consultar o fabricante

Fonte: CBMSC, 2014

Os terminais das chaminés não devem ser instalados a menos de 10 cm da face da edificação e devem obedecer os afastamentos laterais de janelas de quartos e salas demonstrados na Figura 22.

FIGURA 22 - AFASTAMENTO DOS TERMINAIS DAS CHAMINÉS

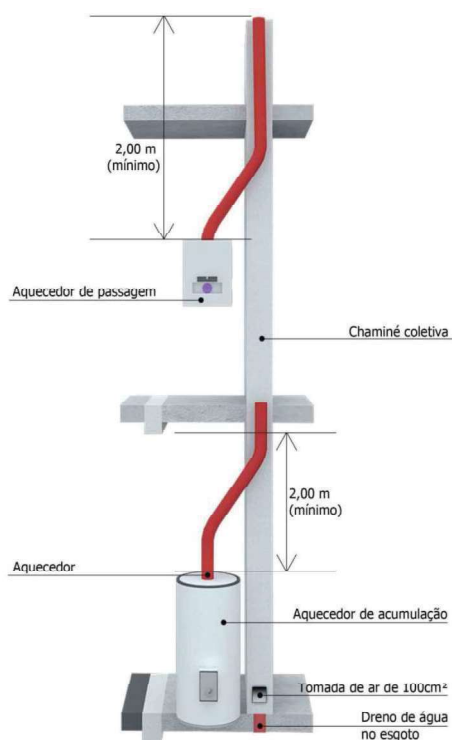


Fonte: CBMSC, 2014

3.8.2.4.2 Exaustão Coletiva

Para a IN 008 (CBMSC, 2014), chaminé coletiva é o duto que recebe gases de combustão, provenientes de chaminés individuais, os canaliza e conduz até o exterior. A Figura 23 ilustra uma chaminé coletiva e a entrada das chaminés individuais.

FIGURA 23 - CHAMINÉ COLETIVA



Fonte: COMGÁS, 2014

3.9 SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS - SPDA

Cerca de 50 milhões de raios caem no Brasil todos os anos, número que o torna campeão mundial quanto as incidências de raios. Essa incidência faz com que 1 a cada 50 mortes no mundo por raios seja no Brasil.(ELAT, 2017)

Além da perda de vidas, quando as descargas elétricas entram em contato com qualquer tipo de edificação ou construção, são registradas grandes perdas materiais. Essas perdas materiais podem ser evitadas se as construções fossem protegidas pelo sistema de proteção contra descargas atmosféricas - SPDA. (MADEME FILHO, 2007)

Descargas elétricas são formadas a partir do processo de eletrificação das nuvens. Na maioria dos casos, a nuvem se carrega negativamente na parte inferior e positivamente na parte superior. A concentração de cargas negativas na parte inferior gera uma migração de cargas positivas para a área da "sombra" da nuvem gerando uma diferença de potencial. O aumento dessa diferença de potencial faz com que as cargas negativas se desloquem da nuvem à terra, fenômeno chamado de descarga piloto descendente. A aproximação da descarga piloto da terra induz uma descarga ascendente, que são as cargas positivas tentando alcançar as negativas. O encontro entre as descargas cria uma descarga de retorno, da terra para a nuvem. Somente então origina-se a descarga principal, de grande intensidade, da nuvem para a terra. (MADEME FILHO, 2007)

A IN 010 (CBMSC, 2014) tem por objetivo estabelecer os critérios de projeto do sistema de proteção contra descargas atmosféricas no estado de Santa Catarina. Essa instrução normativa é baseada na NBR 5419/05 - Proteção contra descargas atmosféricas, no entanto, no ano de 2015 essa norma sofreu uma reformulação, e até o presente momento, a IN não foi atualizada. A análise de projeto é feita, portanto, com base na IN.

O SPDA é composto por dois sistemas de proteção: sistema externo e sistema interno. Para o CBMSC, somente o sistema externo é objeto de análise.

O sistema externo é destinado a interceptar uma descarga atmosférica, conduzir a corrente dessa descarga até a terra de forma segura e dispersá-la. O sistema interno é destinado a reduzir os riscos de centelhamentos perigosos dentro do volume de proteção criado pelo sistema externo. (ABNT, 2015)

3.9.1 Classes do SPDA

As características de um SPDA são determinadas a partir das características da estrutura a ser protegida e do nível de proteção considerado para descargas atmosféricas. A tabela 22 a seguir demonstra a relação entre os níveis de proteção e as classes do SPDA.

TABELA 22 - NÍVEL DE PROTEÇÃO E CLASSE DO SPDA

Nível de proteção	Classe de SPDA
I	I
II	II
III	III
IV	IV

Fonte: ABNT, 2015

Para a NBR 5419 (ABNT, 2015) – Proteção contra descargas atmosféricas, a classe de SPDA requerida deve ser selecionada com base na avaliação de risco proposta nessa norma. A IN 010 utiliza somente da função da edificação para a determinação do nível de proteção. Variando do mais alto (nível I) ao mais baixo (nível IV). A seguir a tabela 23 de determinação do nível de proteção de acordo com a IN 010. (CBMSC, 2014)

TABELA 23 - NÍVEL DE PROTEÇÃO EM FUNÇÃO DA ESTRUTURA

Classificação da estrutura	Tipo da estrutura	Efeitos das descargas atmosféricas	Nível de proteção
Estruturas comuns ¹⁾	Residências	Perfuração da isolação de instalações elétricas, incêndio, e danos materiais. Danos normalmente limitados a objetos no ponto de impacto ou no caminho do raio.	III
	Fazendas, estabelecimentos agropecuários	Risco direto de incêndio e tensões de passo perigosas. Risco indireto devido à interrupção de energia e risco de vida para animais devido à perda de controles eletrônicos, ventilação, suprimento de alimentação e outros.	(2) III ou IV
	Teatros, escolas, lojas de departamentos, áreas esportivas e igrejas	Danos às instalações elétricas (por exemplo: iluminação) e possibilidade de pânico. Falha do sistema de alarme contra incêndio, causando atraso no socorro.	II
	Bancos, companhias de seguro, companhias comerciais, e outros	Como acima, além de efeitos indiretos com a perda de comunicações, falhas dos computadores e perda de dados.	II
	Hospitais, casa de repouso e prisões	Como para escolas, além de efeitos indiretos para pessoas em tratamento intensivo e dificuldades de resgate de pessoas imobilizadas.	II
	Indústrias	Efeitos indiretos conforme o conteúdo das estruturas, variando de danos pequenos a prejuízos inaceitáveis e perda de produção.	III
	Museus, locais arqueológicos	Perda de patrimônio cultural insubstituível.	II
Estruturas com risco confinado	Estações de telecomunicação, usinas elétricas Indústrias	Interrupção inaceitável de serviços públicos por breve ou longo período de tempo. Risco indireto para as imediações devido a incêndios, e outros com risco de incêndio.	I
Estruturas com risco para os arredores	Refinarias, postos de combustível, fábricas de fogos, fábricas de munição	Risco de incêndio e explosão para a instalação e seus arredores.	I
Estruturas com risco para o meio ambiente	Indústrias químicas, usinas nucleares, laboratórios bioquímicos	Risco de incêndio e falhas de operação, com consequências perigosas para o local e para o meio ambiente.	I
¹⁾ ETI (equipamentos de tecnologia da informação) podem ser instalados em todos os tipos de estruturas, inclusive estruturas comuns. É impraticável a proteção total contra danos causados pelos raios dentro destas estruturas; não obstante, devem ser tomadas medidas (conforme a NBR 5410) de modo a limitar os prejuízos a níveis aceitáveis; ²⁾ Estruturas de madeira: nível III; estruturas nível IV. Estruturas contendo produtos agrícolas potencialmente combustíveis (pós de grãos) sujeitos a explosão são considerados com risco para arredores.			

Fonte: CBMSC, 2014

3.9.2 Sistema Externo de Proteção Contra Descargas Atmosféricas

A NBR 5419 (ABNT, 2015) – Proteção contra descargas atmosféricas – divide o SPDA externo em subsistema de captação, subsistema de descida e subsistema de aterramento. Cada um desses subsistemas contém elementos que desempenham diferentes funções.

3.9.2.1 Subsistema de Captação

A chance de penetração da corrente de descargas atmosféricas é fortemente reduzida pela presença do subsistema de captação. Esse subsistema pode ser composto pela combinação de hastes, condutores suspensos e condutores em malha. O posicionamento desses elementos deve obedecer os métodos do ângulo de proteção, da esfera rolante ou das

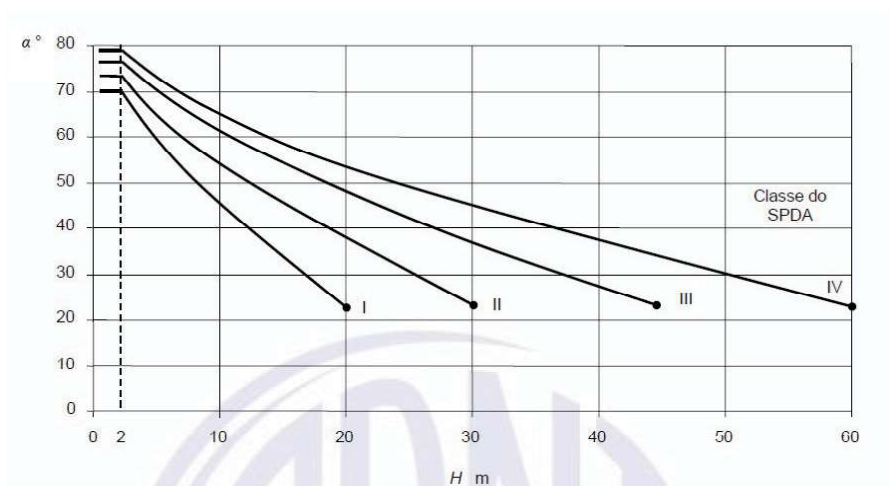
malhas. Os valores para o ângulo de proteção, raio da esfera e tamanho da malha podem ser consultados na tabela 24 e Figura 24.

TABELA 24 - VALORES MÁXIMOS DOS RAIOS DA ESFERA ROLANTE E TAMANHO DA MALHA

Classe do SPDA	Método de Proteção	
	Raio da esfera rolante (m)	Máximo afastamento dos condutores da malha (m)
I	20	5x5
II	30	10x10
III	45	15x15
IV	60	20x20

Fonte: ABNT, 2015

FIGURA 24 - ÂNGULO DE PROTEÇÃO



H é a altura do captor acima do plano de referência da área protegida.

Fonte: ABNT, 2015

3.9.2.2 Subsistema de Descida

O subsistema de descida tem como propósito, a redução da probabilidade de danos devidos à corrente da descarga atmosférica fluindo pelo SPDA. Os condutores de descida devem ser arranjos de maneira a possibilitar diversos caminhos paralelos com o menor comprimento possível para a corrente elétrica. (ABNT, 2015)

Para a melhor distribuição das correntes provenientes de descargas atmosféricas devem ser realizados anéis condutores de interligação ao longo da altura da edificação. (ABNT, 2015)

A distância máxima entre condutores de descida e anéis condutores deve obedecer à tabela 25.

TABELA 25 - DISTÂNCIA ENTRE CONDUTORES DE DESCIDA E ENTRE ANÉIS CONDUTORES

Classe do SPDA	Distâncias (m)
I	10
II	10
III	15
IV	20

É aceitável que o espaçamento dos condutores de descidas tenha no máximo 20% além dos valores acima.

Fonte: ABNT, 2015

3.9.2.3 Subsistema de Aterramento

O subsistema de aterramento deve conduzir e dispersar a corrente da descarga atmosférica no solo. Para isto, deve-se obter a menor resistência de aterramento possível, compatível com o arranjo do eletrodo, a topologia e a resistividade do solo. (ABNT, 2015)

A NBR 5419:2005 - Proteção de estruturas contra descargas atmosféricas - estipulava uma resistência máxima de aproximadamente 10 Ω , enquanto a atual não estipula um máximo.

A IN 010 (CBMSC, 2014), estipula um nível de resistividade do solo máximo de 10 Ω para edificações em geral e de 1 Ω para edificações com risco de explosão, como postos de combustíveis.

Quanto ao arranjo do aterramento, pode-se aproveitar as armaduras das fundações desde que sua continuidade elétrica seja comprovada. Não sendo possível o aterramento através das fundações, o método de aterramento que deve ser utilizado é um anel condutor, em contato com o solo em pelo menos 80% do seu comprimento. (ABNT, 2015)

Para cada descida, deve haver no mínimo uma haste de aterramento ligada ao anel de terra. Cada haste deve possuir diâmetro mínimo de 5/8" (16 mm) e comprimento de 2,44m. (CBMSC, 2014)

A NBR 5410 - Instalações elétricas de baixa tensão (ABNT, 2004) - ressalta que o subsistema de aterramento pode e deve ser usado em conjunto com o aterramento do sistema elétrico. Para fins de equipotencialização, deve ser previsto um dispositivo para equipotencialização principal, o barramento de equipotencialização principal (BEP), reunindo os seguintes elementos:

1. armaduras de concreto armado e outras estruturas metálicas;
2. tubulações metálicas em geral;
3. condutos metálicos das linhas de energia e sinal;
4. blindagens, armações, coberturas e capas metálicas de cabos das linhas de energia e sinal;
5. condutores de proteção das linhas de energia e sinal;
6. condutores de interligação de outros eletrodos de aterramento;
7. condutor neutro da alimentação elétrica;
8. condutor de proteção principal da instalação elétrica interna da edificação.

3.9.3 Uso de Componentes Naturais

Componentes naturais da estrutura feitos de material condutor, como por exemplo as armaduras das estruturas de concreto armado, podem ser usados como componentes do SPDA.

Quando pelo menos 50% das conexões entre barras horizontais e verticais forem firmemente conectadas, a armadura de aço dentro da estrutura de concreto armado pode ser considerada eletricamente contínua. As conexões entre barras verticais devem ser soldadas, ou unidas com arame recozido, cintas ou grampos, trespassadas com sobreposição mínima de 20 vezes seu diâmetro.

Para a utilização dessas estruturas de concreto armado como componentes naturais do SPDA, essa continuidade elétrica deve ser garantida e determinada com ensaio elétrico efetuadas entre a parte mais alta e o nível do solo. A resistência elétrica total obtida ao final do ensaio deve ser inferior a $0,2\Omega$. Não podendo ser verificada a continuidade elétrica das armaduras, deve-se optar pelo projeto de SPDA convencional. (ABNT, 2015)

3.9.4 Materiais e Dimensões Mínimas

Os materiais e dimensões mínimas dos componentes do SPDA podem ser conferidos nas tabelas 26 e 27. (ABNT, 2015)

TABELA 26 - MATERIAIS E DIMENSÕES MÍNIMAS PARA COMPONENTES DO SUBSISTEMAS DE CAPTAÇÃO E DESCIDA

Material	Configuração	Área da seção mínima mm ²	Comentários ^d
Cobre	Fita maciça	35	Espessura 1,75 mm
	Arredondado maciço ^d	35	Diâmetro 6 mm
	Encordoado	35	Diâmetro de cada fio da cordoalha 2,5 mm
	Arredondado maciço ^b	200	Diâmetro 16 mm
Alumínio	Fita maciça	70	Espessura 3 mm
	Arredondado maciço	70	Diâmetro 9,5 mm
	Encordoado	70	Diâmetro de cada fio da cordoalha 3,5 mm
	Arredondado maciço ^b	200	Diâmetro 16 mm
Aço cobreado IACS 30 % ^e	Arredondado maciço	50	Diâmetro 8 mm
	Encordoado	50	Diâmetro de cada fio da cordoalha 3 mm
Alumínio cobreado IACS 64 %	Arredondado maciço	50	Diâmetro 8 mm
	Encordoado	70	Diâmetro de cada fio da cordoalha 3,6 mm
Aço galvanizado a quente ^a	Fita maciça	50	Espessura mínima 2,5 mm
	Arredondado maciço	50	Diâmetro 8 mm
	Encordoado	50	Diâmetro de cada fio cordoalha 1,7 mm
	Arredondado maciço ^b	200	Diâmetro 16 mm
Aço inoxidável ^c	Fita maciça	50	Espessura 2 mm
	Arredondado maciço	50	Diâmetro 8 mm
	Encordoado	70	Diâmetro de cada fio cordoalha 1,7 mm
	Arredondado maciço ^b	200	Diâmetro 16 mm

^a O recobrimento a quente (fogo) deve ser conforme ABNT NBR 6323 [1].

^b Aplicável somente a minicaptadores. Para aplicações onde esforços mecânicos, por exemplo, força do vento, não forem críticos, é permitida a utilização de elementos com diâmetro mínimo de 10 mm e comprimento máximo de 1 m.

^c Composição mínima AISI 304 ou composto por: cromo 16 %, níquel 8 %, carbono 0,07 %.

^d Espessura, comprimento e diâmetro indicados na tabela refere-se aos valores mínimos, sendo admitida uma tolerância de 5 %, exceto para o diâmetro dos fios das cordoalhas cuja tolerância é de 2 %.

^e A cordoalha cobreada deve ter uma condutividade mínima de 30 % IACS (*International Annealed Copper Standard*).

Fonte: ABNT, 2015

TABELA 27 - MATERIAIS E DIMENSÕES MÍNIMAS PARA COMPONENTES DO SUBSISTEMA DE ATERRAMENTO

Material	Configuração	Dimensões mínimas ^f		Comentários ^f
		Eletrodo cravado (Diâmetro)	Eletrodo não cravado	
Cobre	Encordoado ^c	–	50 mm ²	Diâmetro de cada fio cordoalha 3 mm
	Arredondado maciço ^c	–	50 mm ²	Diâmetro 8 mm
	Fita maciça ^c	–	50 mm ²	Espessura 2 mm
	Arredondado maciço	15 mm	–	
	Tubo	20 mm	–	Espessura da parede 2 mm
Aço galvanizado à quente	Arredondado maciço ^{a, b}	16 mm	Diâmetro 10 mm	–
	Tubo ^{a, b}	25 mm	–	Espessura da parede 2 mm
	Fita maciça ^a	–	90 mm ²	Espessura 3 mm
	Encordoado	–	70 mm ²	–
Aço cobreado	Arredondado Maciço ^d Encordoado ^g	12,7 mm	70 mm ²	Diâmetro de cada fio da cordoalha 3,45 mm
Aço inoxidável ^e	Arredondado maciço	15 mm	Diâmetro 10 mm	Espessura mínima 2 mm
	Fita maciça		100 mm ²	
^a O recobrimento a quente (fogo) deve ser conforme a ABNT NBR 6323 [1]. ^b Aplicável somente a mini capttores. Para aplicações onde esforços mecânicos, por exemplo: força do vento, não forem críticos, é permitida a utilização de elementos com diâmetro mínimo de 10 mm e comprimento máximo de 1 m. ^c Composição mínima AISI 304 ou composto por: cromo 16 %, níquel 8 %, carbono 0,07 %. ^d Espessura, comprimento e diâmetro indicados na tabela refere-se aos valores mínimos sendo admitida uma tolerância de 5 %, exceto para o diâmetro dos fios das cordoalhas cuja tolerância é de 2 %. ^e Sempre que os condutores desta tabela estiverem em contato direto com o solo devem atender as prescrições desta tabela. ^f A cordoalha cobreada deve ter uma condutividade mínima de 30 % IACS (<i>International Annealed Copper Standard</i>). ^g Esta tabela não se aplica aos materiais utilizados como elementos naturais de um SPDA.				

Fonte: ABNT, 2015

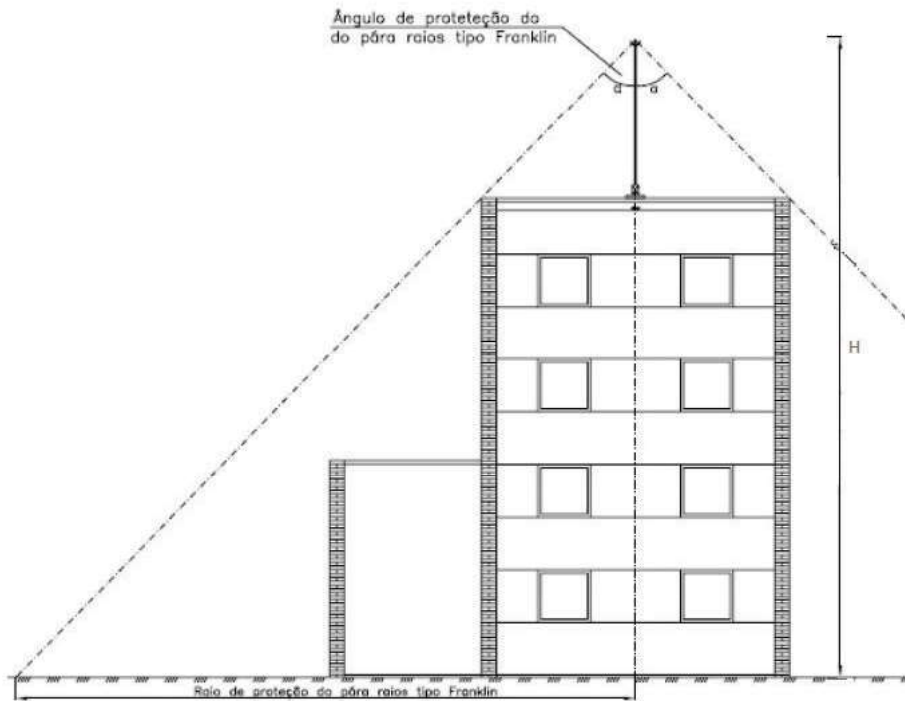
3.9.5 Métodos de Proteção

Os métodos de proteção baseiam-se em duas filosofias: a filosofia dos capttores tipo Franklin e a filosofia da Gaiola de Faraday.

A filosofia dos capttores tipo Franklin parte do princípio que a descarga piloto descendente interceptará a descarga ascendente que parte de um dos capttores da edificação. Dentro dessa filosofia estão os métodos do ângulo de proteção e da esfera rolante. (VISACRO FILHO, 2005; citado por STÉFANI, 2011)

O ângulo de proteção parte do captor e "roda" entorno da edificação formando um cone de proteção. Qualquer descarga que atingir o cone é interceptada pelo SPDA. Esse método é ilustrado através da Figura 25.

FIGURA 25 - CONE DE PROTEÇÃO

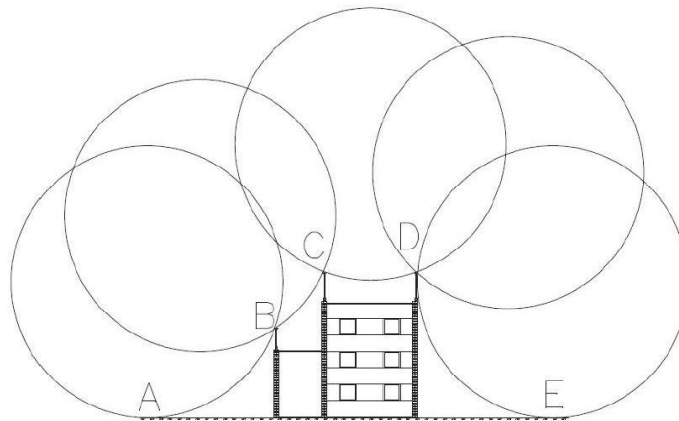


H é a altura do captor acima do plano de referência da área protegida.

Fonte: STÉFANI, 2011

O método da esfera rolante é mais abstrato, pois trata da distância estimada em que a conexão das descargas ascendente e descendente ocorreria com grande probabilidade. A Figura 26, a seguir, ilustra o método. Cada um dos pontos tocados pelas esferas representa um ponto exposto a uma descarga atmosférica, a região fechada A, B, C, D e E representa a área de proteção dos captores em B, C e D. (STÉFANI, 2011)

FIGURA 26 - ESFERA ROLANTE



Fonte: STÉFANI, 2011

A filosofia de Faraday, recebe o nome de seu idealizador, Michael Faraday (1791-1867) um físico e químico inglês. Faraday descobriu que ao envolver um volume por uma gaiola metálica, este ficava blindado do efeito de campos magnéticos. Aterrando-se a gaiola, observa-se que a corrente da descarga circula apenas na gaiola, protegendo tudo que está no interior. (VISACRO FILHO, 2005; citado por STÉFANI, 2011)

3.9.6 Medidas de Proteção Contra Acidentes a Tensão de Toque e Tensão de Passo

A ABNT (2009) define tensão de toque como sendo a diferença de potencial objeto metálico, aterrado ou não, e um ponto da superfície do solo separado por uma distância horizontal equivalente ao alcance de um braço de uma pessoa. Essa distância é convencionada em 1m.

A tensão de passo é a diferença de potencial entre dois pontos da superfície do solo, separados pela distância de um passo de uma pessoa, convencionado em 1m. (ABNT, 2009)

3.9.6.1 Medidas de Proteção Contra Tensão de Toque

A proximidade a um condutor de descida do sistema de SPDA pode trazer risco de vida. Os riscos são reduzidos a níveis toleráveis, de acordo com a ABNT (2015), quando uma das condições é preenchida:

1. A probabilidade de aproximação de pessoas, ou permanência delas perto de um condutor de descida for muito baixa;

2. Os condutores de descida são componentes naturais e consistem em pelo menos 10 caminhos de descidas;
3. A resistividade da camada superficial do solo, até 3m de distância do condutor de descida, for superior ou igual a 100 k Ω .m. Uma cobertura de material isolante, como 5 cm de asfalto ou 20 cm de brita reduz os riscos a um nível tolerável.

Quando nenhuma dessas condições puder ser preenchida, deve-se prever a isolação dos condutores de descida com materiais que suportem tensão de ensaio de 100 kV, 1,2/50 μ s, como por exemplo 3mm de polietileno reticulado ou então prever barreiras físicas e avisos para a não aproximação.

3.9.6.2 Medidas de Proteção Contra Tensão de Passo

Os riscos são reduzidos a níveis toleráveis, de acordo com a ABNT (2015), quando uma das condições em 3.9.6.1 é preenchida.

3.10 SISTEMA DE SAÍDAS DE EMERGÊNCIA

Como salientado por Brentano (2010), a proteção dos ocupantes em uma edificação é o principal objetivo do projeto de prevenção contra incêndio. Uma das maneiras mais importantes de fazê-lo é logo no projeto arquitetônico, este deve conter medidas para desocupação da edificação de forma rápida e segura em caso de sinistro. Desta maneira, toda a edificação deve possuir saídas de emergência (ou rotas de saídas de emergência).

A NBR 9077 (2001) – Saídas de emergência em edifícios - conceitua saída de emergência como sendo um caminho contínuo, devidamente protegido, iluminado e sinalizado, proporcionado por portas, corredores, halls, escadas, rampas e outros dispositivos, a serem percorridos pelo ocupante da edificação em caso de incêndio ou outra emergência, até atingir a via pública ou espaço aberto definitivamente protegido.

A IN 009 (CBMSC, 2014) estabelece os critérios para as saídas de emergência de edificações no estado de Santa Catarina. As saídas das edificações devem possibilitar seu abandono em caso de incêndio, protegendo a integridade física dos ocupantes bem como propiciar o fácil acesso de auxílio externo (bombeiros).

3.10.1 Constituição das Saídas de Emergência

As saídas de emergência são compostas de acessos ou rotas de saídas horizontais (plano horizontal), escadas e rampas (plano vertical) e descarga ou saída final.

3.10.2 Cálculo da População

Todas as saídas de emergência são calculadas a partir da população da edificação. A população de cada pavimento da edificação é calculada em função da sua ocupação. Os coeficientes para o cálculo podem ser encontrados na tabela 28. Vale observar que para algumas ocupações a IN 009 (CBMSC, 2014) utiliza o conceito de área bruta, isto é, soma das áreas cobertas do pavimento, incluindo pisos e paredes.

3.10.3 Dimensionamento da Saída de Emergência

A largura das saídas de emergência é dimensionada em função do número de pessoas que deve transitar por elas. As saídas de emergência caracterizadas como acesso (plano horizontal), devem ser dimensionadas utilizando a população do pavimento que servem. As saídas de emergência do plano vertical (escadas e rampas), devem ser dimensionadas utilizando a população do pavimento mais populoso. (CBMSC, 2014)

Dois conceitos são importantes para o dimensionamento das saídas de emergência (BRENTANO, 2010):

1. Unidade de Passagem: é a largura mínima necessária para a passagem de uma fileira de pessoas em trânsito normal. A IN 009 (CBMSC, 2014) fixa em 0,55m este valor;
2. Capacidade de passagem: é o número máximo de pessoas enfileiradas que pode passar em uma unidade de passagem por minuto.

A IN 009 (CBMSC, 2014) dimensiona as saídas de emergência, seja do plano horizontal, vertical ou descarga, através da fórmula:

$$N = \frac{P}{C}$$

onde:

N = número de unidades de passagem, arredondado para número inteiro.

P = população conforme coeficientes da tabela 28.

C = capacidade de passagem, conforme tabela 28.

As saídas de emergência devem possuir no mínimo 1,20m de largura para edificações em geral. Para edificações com ocupação caracterizada como reunião de público com concentração deverão ter, no mínimo, 1,65m de largura e em hospitais e assemelhados 2,40m. (CBMSC, 2014)

TABELA 28 - CÁLCULO DE POPULAÇÃO E CAPACIDADE DE PASSAGEM 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.	100	75	100
	Auditórios ou salas de reunião com mais de 100m ² , Teatros, cinemas, óperas, Templos religiosos sem assentos (cadeira, banco ou poltrona).			
	Estádios, Ginásios e piscinas cobertas com arquibancadas, arenas em geral.			
- Reunião de público sem concentração; - Parque aquático.	1 pessoa/m ² de área bruta			
- Escolar geral; - Escolar diferenciada.	1 Aluno/m ²	100	60	100
- Shopping center; - Locais com restrição de liberdade.	1 Pessoa/ 5m ² de área bruta	60	60	100
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: CBMSC, 2014

3.10.4 Distâncias Máximas a Serem Percorridas

A distância máxima, ou caminharmento máximo, a ser percorrido pelos ocupantes de uma edificação em caso de incêndio é o trajeto mais longo entre um ambiente e uma área de

refúgio, escada ou rampa, descarga ou o acesso ao exterior da edificação. (BRENTANO, 2010)

A IN 009 (CBMSC, 2014), determina que para edificações térreas com ambientes setorizados, o caminhamento máximo deve ser de 25m. Para edificações verticalizadas, a distância para atingir a escada deve ser de:

20m, quando não existir isolamento entre pavimentos;

30m quando existir isolamento entre pavimentos;

40m quando além do isolamento entre pavimentos, as unidades autônomas forem isoladas entre si.

3.10.5 Escadas

Uma escada é composta dos seguintes elementos componentes (BRENTANO, 2010; CBMSC, 2014):

1. Degraus de base e altura ergométricas e uniformes;
2. Patamares, quando a altura a ser vencida ultrapassar a 3m;
3. Piso em material incombustível e antiderrapante;
4. Corrimãos em ambos os lados situados entre 80 e 92cm do piso;
5. Guarda-corpos com altura mínima de 1,10m quando o desnível for maior que 55cm;
6. Iluminação e sinalização de emergência.

A dimensão dos degraus deve obedecer a relação encontrada pelo arquiteto francês Jacques François Blondel (1705 - 1774) (BRENTANO, 2010):

$$63 \leq (2h + b) \leq 64$$

onde:

b é base;

h é altura dos degraus, devendo ser entre 16 e 18cm.

Blondel também criou uma fórmula para o dimensionamento do comprimento dos patamares (CBMSC, 2014):

$$L = (2h + b)n + b$$

onde:

L é o comprimento do patamar, em cm;

h é altura do degrau, em cm;

b é a base do degrau, em cm;

n é um número de passos a ser dado no patamar (1, 2, 3, ...);

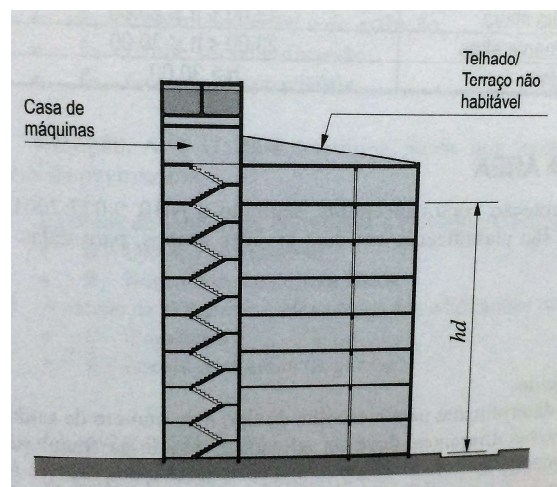
3.10.5.1 Determinação do Número e Tipo de Escada

A definição do número e do tipo de escada para o sistema de saídas de emergência é feita através da tabela no anexo 4 e deve levar em conta, conforme IN 009 (CBMSC, 2014):

1. A altura da edificação e o número de pavimentos;
2. A área dos pavimentos;
3. As distâncias máximas a serem percorridas.

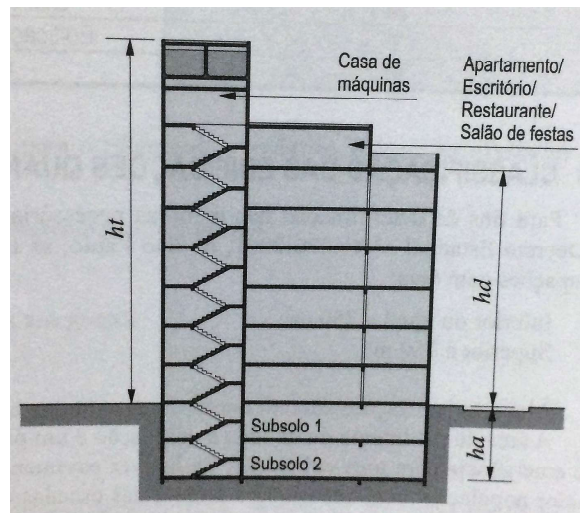
A NBR 9077:2001 – Saídas de emergência em edifícios – e a IN 009 (CBMSC, 2014) apresentam dois conceitos para altura: a altura da edificação ou altura descendente e a altura ascendente. A altura da edificação, ilustrada pela Figura 27, é medida entre o piso do pavimento de descarga e o último pavimento, não considerando pavimentos destinados a casa de máquinas, caixa d'água e outros. A altura ascendente, ilustrada pela Figura 28, é aquela medida entre o piso do pavimento de descarga e o piso do nível mais baixo (subsolo).

FIGURA 27 - ALTURA DESCENDENTE



hd=Altura descendente
Fonte: BRENTANO, 2010

FIGURA 28 - ALTURA ASCENDENTE



hd=Altura descendente; ha=Altura ascendente; ht=Altura Total
 Fonte: BRENTANO, 2010

A partir de uma determinada altura da edificação, normalmente maior que 20m, de acordo com a IN 009 (CBMSC, 2014) a cobertura deve possuir dispositivos para a ancoragem de cabos de salvamento. Essas alças devem ser distribuídas de maneira a atender pelo menos cada parede da edificação, tendo como número mínimo quatro.

3.10.5.2 Escada Comum

A NBR 9077:2001 – Saídas de emergência em edifícios – define escada comum como sendo a escada que se comunica diretamente com outros ambientes, halls e corredores, e não possui portas corta-fogo.

A IN 009 (CBMSC, 2014), determina que as escadas comuns sejam feitas em concreto armado resistente ao fogo por 2 horas ou material equivalente. Escadas de madeira e metálicas também são permitidas em edificações com até 2 pavimentos.

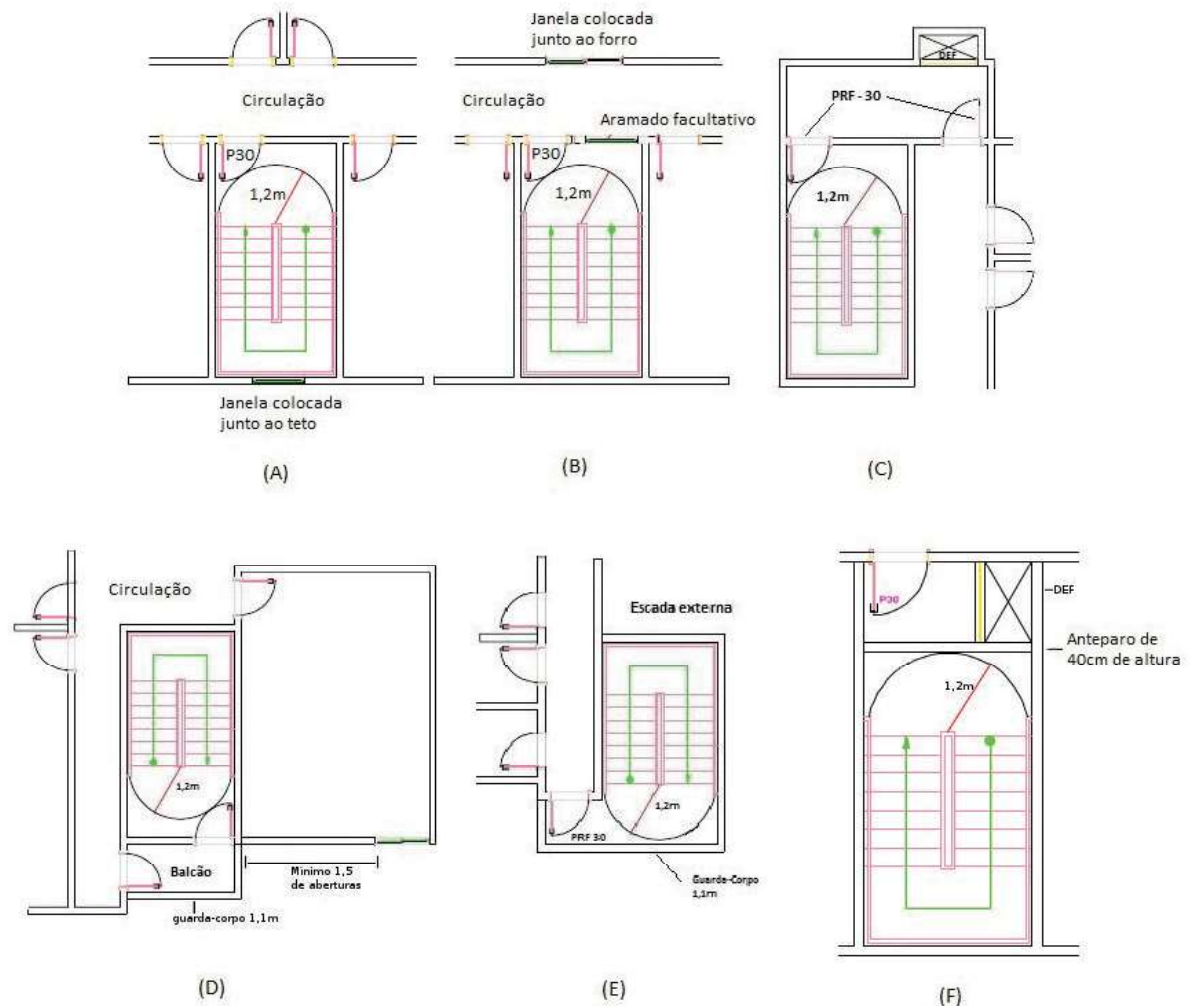
3.10.5.3 Escada Protegida

São escadas ventiladas situadas em ambientes envoltos por paredes corta-fogo resistente por 2 horas, e dotadas de portas de acesso resistentes ao fogo por 30 minutos. (ABNT, 2011; CBMSC, 2014)

A ventilação das escadas protegidas pode ser realizada conforme a Figura 29, através de janelas no corpo da escada **(A)**, janelas nos corredores **(B)**, duto de extração de fumaça em

antecâmara (C), balcões/varandas/sacadas (D), escada externa (E) e duto de extração de fumaça no corpo da escada (F).

FIGURA 29 - ESCADAS PROTEGIDAS

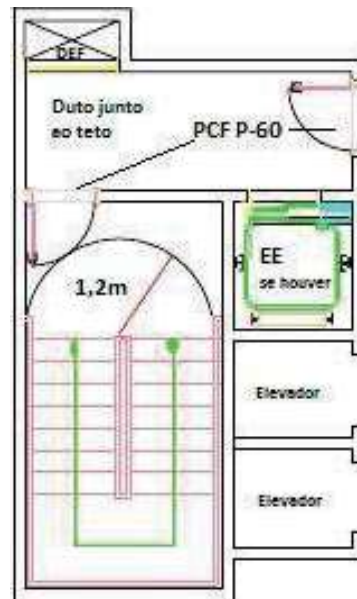


Fonte: CBMSC, 2014

3.10.5.4 Escada Enclausurada

As escadas enclausuradas, conforme a IN 009 (CBMSC, 2014), são como as escadas protegidas, com paredes resistentes por 2 horas, com portas de acesso corta-fogo resistentes por 60 minutos. Sua ventilação deve ser feita sempre através de duto de extração de fumaça localizado em antecâmara. A Figura 30 ilustra esse tipo de escada.

FIGURA 30 - ESCADA ENCLAUSURADA

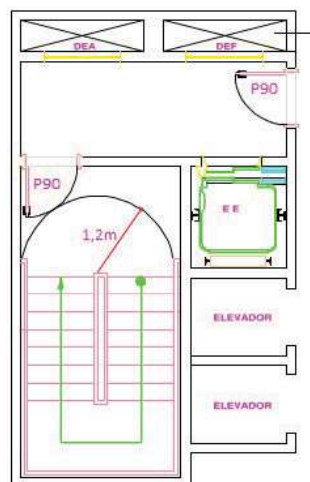


Fonte: CBMSC, 2014

3.10.5.5 Escada Enclausurada a Prova de Fumaça

As paredes das escadas enclausuradas a prova de fumaça devem ser resistentes por um período de 4 horas. Esse tipo de escada deve conter uma antecâmara ventilada por duto de extração de fumaça (DEF) e duto de entrada de ar (DEA), além de portas corta-fogo resistentes por 90 minutos conforme exemplo da Figura 31. (CBMSC, 2014)

FIGURA 31 - ESCADA ENCLAUSURADA A PROVA DE FUMAÇA



Fonte: CBMSC, 2014

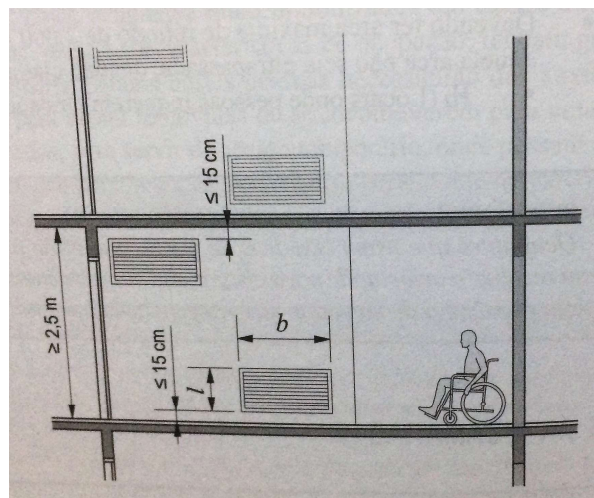
3.10.6 Dutos de Ventilação Natural

Os dutos de entrada do ar são espaços no interior da edificação que conduzem ar puro às escadas, antecâmaras ou acessos mantendo-os devidamente ventilados em caso de incêndio.

Os dutos de extração de fumaça, ou de saída de ar, são espaços no interior da edificação que permitem a saída de gases e fumaça em qualquer pavimento, direcionando-os para acima da cobertura. (ABNT, 2001)

A IN 009 (CBMSC, 2014) determina que ambos os dutos tenham dimensões mínimas, em planta, de 1,20m de largura e 0,70m de profundidade. As aberturas devem possuir área efetiva mínima de 0,84m² e largura mínima de 1,20m. A abertura do DEF deve estar situada a no máximo 15cm do teto, e a do DEA a 15cm do piso. A Figura 32 mostra a altura de entrada de ar e extração de fumaça.

FIGURA 32 - ABERTURAS DE ENTRADA DE AR E EXTRAÇÃO DE FUMAÇA

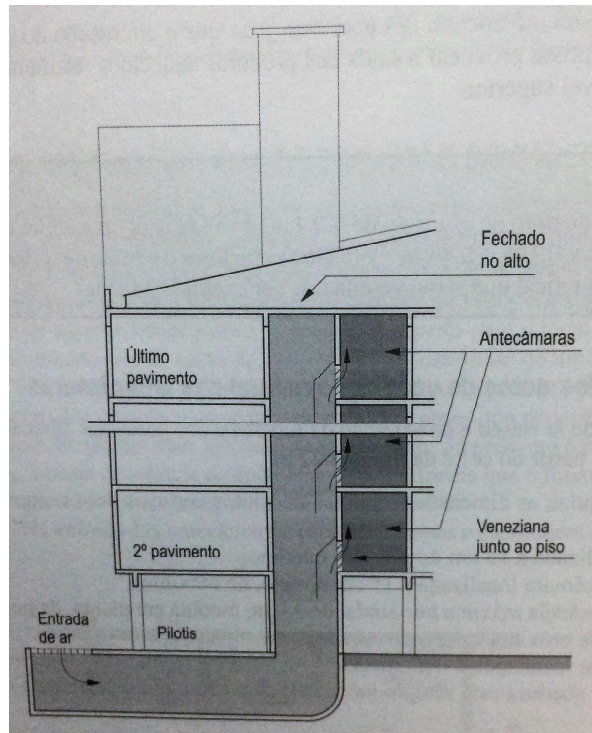


Fonte: BRENTANO, 2010

Os dutos de extração de fumaça devem ser elevados 1m acima de qualquer cobertura e devem possuir ventilação em duas faces com área efetiva mínima de 1m². (CBMSC, 2014)

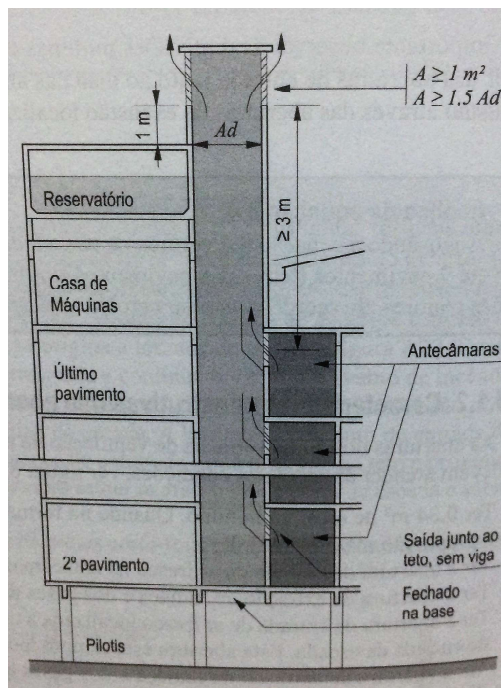
A tomada de ar dos dutos de entrada de ar deve ser realizada de preferência a nível do solo longe de qualquer fonte de fumaça. (ABNT, 2001)

FIGURA 33 - DUTO DE ENTRADA DE AR



Fonte: BRENTANO, 2010

FIGURA 34 - DUTO DE EXTRAÇÃO DE FUMAÇA



Fonte: BRENTANO, 2010

Para Brentano (2010), os dutos de ventilação natural são cada vez mais contestáveis, isso pois podem apresentar baixa eficácia devido a condições climáticas como ventos e temperaturas podendo haver propagação de fumaça e gases quentes para pavimentos superior ao do início do fogo. Como forma de minimizar esse problema, ele indica o uso de anteparos nas aberturas das antecâmaras conforme as figuras 33 e 34.

4 ESTUDO DE CASO: PROJETO PREVENTIVO CONTRA INCÊNDIO DE EDIFICAÇÃO RESIDENCIAL PRIVATIVA MULTIFAMILIAR

Este capítulo apresenta o projeto preventivo contra incêndio de uma edificação residencial privativa multifamiliar com base na fundamentação teórica apresentada nos capítulos anteriores.

4.1 DESCRIÇÃO DO EMPREENDIMENTO

O empreendimento utilizado para a realização do PPCI foi o residencial San Marino (figura 35) da empresa Ceranium Construção e Incorporação. Ele está localizado em Florianópolis no bairro Estreito na Rua João Evangelista da Costa, como mostra a figura 36. Possui um total de 44 apartamentos, divididos em duas torres de 10 pavimentos cada, sendo dois pisos de garagem. Além dos blocos de apartamentos, ainda possui um bloco com área de lazer, separado das torres, com churrasqueira, academia e espaço kids. Ao todo o empreendimento possui uma área de 7562,26m².

O projeto arquitetônico completo pode ser conferido no anexo 5.

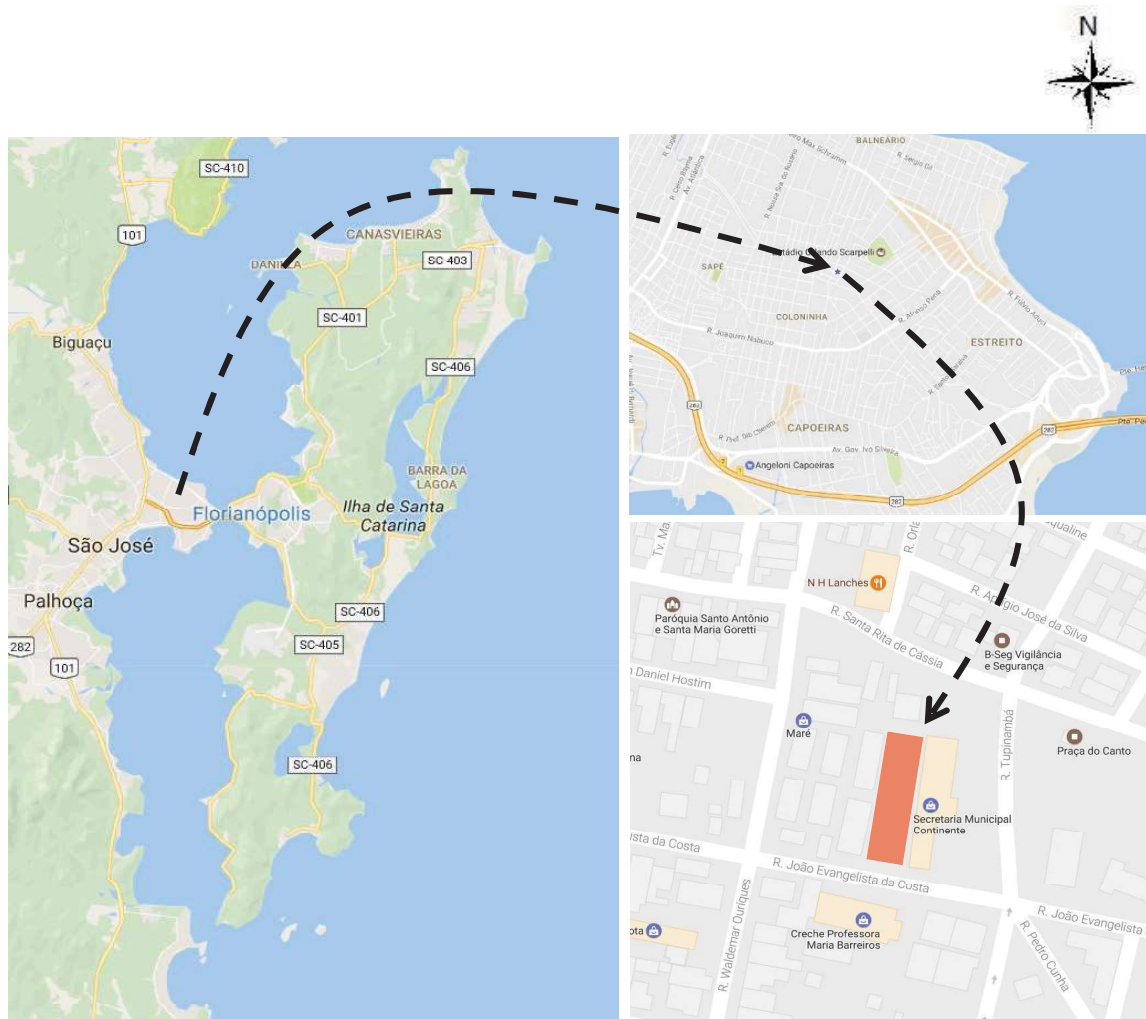
FIGURA 35 - RESIDENCIAL SAN MARINO



Fonte: Ceranium Construção e Incorporação

Disponível em: <http://www.ceranium.com.br/?property=san-marino-residencial-apartamentos/>,
acesso em Abril/2017

FIGURA 36 - SITUAÇÃO



Fonte: Google Maps adaptado pelo autor

4.2 CLASSIFICAÇÃO DA EDIFICAÇÃO E MEDIDAS DE SEGURANÇA

O empreendimento pode ser classificado quanto a sua ocupação como residencial privativo multifamiliar. Com base no projeto arquitetônico e na tabela 4 são definidas quais medidas de segurança devem ser adotadas.

Um dos parâmetros necessários para a definição das medidas de segurança é a altura da edificação. Através dos cortes no projeto arquitetônico, encontra-se uma altura descendente de 22,30m e uma altura ascendente de 2,80m para ambos os blocos de apartamentos. Adota-se então, como altura das edificações a maior delas, neste caso 22,30m.

Tratando-se de três blocos distintos, a análise do quadro de áreas também se fez necessária para a definição das medidas de segurança. No Quadro 1 podem ser conferidas as áreas de cada bloco, bem como a área total.

QUADRO 1 - QUADRO DE ÁREAS

Quadro de Áreas				
Bloco A				
Pavimento	Descoberta	C. Aberta	C. Fechada	Total
Caixa d'água	-	-	22,07	22,07
Barrilete	-	-	48,16	48,16
Ático	76,13	-	139,02	215,15
Pavimento Tipo (x7)	-	(17,05x7)	(261,00x7)	(278,05x7)
		119,35	1.827,00	1.946,35
Cisterna	-	-	19,74	19,74
Total Bloco A	76,13	119,35	2.055,89	2.251,37
Bloco B				
Pavimento	Descoberta	C. Aberta	C. Fechada	Total
Caixa d'água	-	-	22,07	22,07
Barrilete	-	-	48,16	48,16
Ático	61,48	-	137,40	198,88
Pavimento Tipo (x7)	-	(17,30x7)	(260,78x7)	(278,08x7)
		121,10	1.825,46	1.946,56
Cisterna	-	-	19,74	19,74
Total Bloco B	61,48	119,35	2.052,73	2.235,31
Garagens				
Garagem 2	630,00	515,51	150,80	1.296,31
Garagem 1	284,64	-	1.297,84	1.582,48
Área de Lazer				
Jogos/Churrasqueira /Ginástica	20,31	31,83	47,45	99,59
Playground	12,56	-	-	12,56
Quadra Esportiva	84,64	-	-	84,64
Total Geral	1.169,16	787,79	5.604,71	7.562,26

Fonte: Ceranium Construção e Incorporação; Projeto Arquitetônico

Os sistemas de iluminação de emergência, sinalização para abandono de local, saídas de emergência e preventivo por extintores são obrigatórios independente de qualquer classificação quanto à área e altura.

Com base na altura da edificação (maior que 20m), os sistemas de alarme e detecção, proteção contra descargas atmosféricas, hidráulico preventivo serão adotados nos blocos A e B, além da previsão de dispositivos de ancoragem no topo das edificações. O bloco de área de lazer só fará uso dos sistemas obrigatórios, pois sua área total é inferior a 750m².

4.3 DIMENSIONAMENTO DOS SISTEMAS DE PROTEÇÃO

4.3.1 Sistema de Saídas de Emergência

O sistema de saídas de emergência está diretamente ligado com o projeto arquitetônico. Neste estudo de caso, foram realizadas as devidas conferências entre as larguras mínimas calculadas e as larguras apresentadas no projeto arquitetônico, e a verificação do caminhamento máximo.

4.3.1.1 Número e Tipo de Escada

Como a edificação é verticalizada, o número e o tipo de escada foi determinado utilizando a tabela do anexo 4. A edificação fica enquadrada na opção de $H < 30\text{m}$ da ocupação residencial privativa multifamiliar, exigindo uma escada enclausura.

A escada enclausurada e todos seus elementos podem ser conferidos no projeto proposto no apêndice 1.

4.3.1.2 Dimensionamento das Saídas de Emergência

Para o dimensionamento das saídas de emergência a população utilizada foi a do pavimento mais populoso que contém 10 dormitórios totalizando 20 pessoas de acordo com a tabela 28 que preconiza 2 pessoas por dormitório.

Com a população calculada, as larguras mínimas dos corredores, das escadas e das portas podem ser determinadas utilizando as capacidades de passagem da tabela 28.

Corredores:

$$N = \frac{P}{C} = \frac{20}{100} = 0,20 \text{ unidades de passagem}$$

Escadas:

$$N = \frac{P}{C} = \frac{20}{60} = 0,33 \text{ unidades de passagem}$$

Portas:

$$N = \frac{P}{C} = \frac{20}{100} = 0,20 \text{ unidades de passagem}$$

Como todas as medidas não atingiram uma unidade de passagem, elas devem ser arredondadas para a mesma. Sendo assim os corredores e escadas teriam uma largura mínima de 0,55m, no entanto como visto em 3.10.3, a largura mínima exigida é de 1,20m. Para as portas, 0,80 m equivalem a uma unidade de passagem.

As dimensões adotadas para as saídas de emergência podem ser conferidas no projeto proposto no apêndice 1.

4.3.2 Instalações de Gás Combustível

O GLP foi o gás escolhido para alimentar a rede de gás combustível do projeto. Após a escolha do combustível, foram decididos os equipamentos que seriam utilizados nas edificações. Seguido pela escolha do local e dimensionamento da central e por fim a escolha do trajeto e dimensionamento das tubulações.

4.3.2.1 Equipamentos

Os equipamentos a gás escolhidos para cada apartamento são um fogão residencial de 4 bocas com forno com potência de 117 kcal/min e um aquecedor de passagem de 21L/min com potência de 458 kcal/min.

A potência do aquecedor de passagem fornecida pela IN 008 mostrou-se muito baixa quando comparadas com equipamentos no mercado, por esta razão foi adotado uma potência diferente.

Para a cozinha do salão de festas e a cozinha da churrasqueira foi previsto um fogão residencial de 4 bocas com potência de 117 kcal/min em cada um dos ambientes.

4.3.2.2 Ventilação Permanente

Conforme visto em 3.8.2.2 foi necessário dimensionar as ventilações permanentes dos ambientes em que se faz uso de equipamentos a gás. Os detalhes das ventilações podem ser conferidos no projeto proposto no apêndice 1.

Para a cozinha do salão de festas e da churrasqueira, que possuem um fogão de 117 kcal/min, a ventilação permanente não necessitou ser calculada. Foi prevista a mesma medida para a ventilação superior e inferior, 100 cm² (10 cm x 10 cm).

Nos apartamentos a ventilação permanente foi calculada através dos preceitos em 3.8.3.2.1, seguindo o cálculo:

$$VP = 1,5 \cdot Potência Total = 1,5 \cdot (117 + 458) = 862,5cm^2$$

$$VPi = 33\% \text{ de } VP = 0,33 * 862,5cm^2 = 284,62$$

$$VPs = 862,50 - 284,62 = 577,88cm^2$$

Foram adotadas as seguintes áreas de ventilação:

Área útil da ventilação superior = 600cm² (20cm x 30cm);

Área útil da ventilação inferior = 300cm² (15cm x 20cm).

4.3.2.3 Central de gás

Inicialmente a central de gás não estava locada no projeto arquitetônico. Foi necessário escolher uma posição que estivesse fora da projeção das edificações e que possibilitasse o trajeto mais curto possível das tubulações. A locação da central bem como suas dimensões podem ser conferidas no projeto proposto no apêndice 1.

Para o dimensionamento da central de gás foi desenvolvida uma planilha eletrônica que calcula automaticamente o número de recipientes na central de gás usando como parâmetros o número de equipamentos a gás, a utilização da edificação, o número de unidades habitacionais e o tipo de recipiente.

A tabela 29 ilustra o dimensionamento através da planilha. As células em branco são dados de entrada e as células em cinza são calculadas automaticamente.

TABELA 29 - DIMENSIONAMENTO DA CENTRAL DE GÁS

Aparelho de Utilização	Tipo	Potência Nominal kcal/min	Quantidade	Potência Nominal por tipo de aparelho
Fogão 4 bocas	Com Forno	117	44	5148
Aquecedor Rinnai Tipo E21 ou semelhante	21L/min	458	44	20152
Potência Total				25300

Utilização da Edificação	Residencial	▼
N° de Unidades Habitacionais	mais de 20	▼
Tipo de Recipiente	P-190	▼
Taxa de Vaporização	3,5	

Potência Computada (kg/h)	135,54
Potência Computada Arredondada (kg/h)	136
Fator de Simultaneidade (%)	16
Potência Adotada (kg/h)	21,76

Número de Cilindros	4,04
Número de Cilindros Arredondado	4 + 0

Fonte: Elaboração própria

A central deve ter então 4 cilindros P-190, totalizando 760 kg de GLP. Sendo assim foram previstos dois extintores de pó químico BC conforme visto na tabela 17. O detalhe da central de gás pode ser conferido no projeto proposto no apêndice 1.

4.3.2.4 Tubulação

O trajeto escolhido pode ser conferido em planta baixa e em esquemas isométricos no projeto proposto no apêndice 1.

As tubulações foram dimensionadas através dos métodos do CBMSC e da ABNT ambos discutidos em 3.8.2.1.4. Foram desenvolvidas planilhas eletrônicas para dimensionamento automático.

A tabela 30 mostra o dimensionamento da rede primária através do método CBMSC. Em seguida, a tabela 31 mostra o dimensionamento da rede secundária para os apartamentos 102 a 702 através do mesmo método. As células em branco são células de entrada enquanto as células em cinza foram calculadas automaticamente. O dimensionamento da tubulação das demais redes secundárias com este método pode ser conferida no apêndice 2.

TABELA 30 - DIMENSIONAMENTO DA REDE PRIMÁRIA - MÉTODO CBMSC

REDE PRIMÁRIA										
Trecho		Potência Computada Pc (kcal/min)	ΣPc (kcal/min)	Comprimento L (m)	ΣL (m)	Potência Adotada Pa (kcal/min)	Diâmetro (cm)	Diâmetro (mm)	Fórmula	Diâmetro Adotado (pol)
Final	Inicial									
T	R	575	575	9,07	84,45	524,5	2,741	27,41	524,50	1 1/4
S	R	1725	1725	0,75	76,13	1192,5	3,586	35,86	1192,50	1 1/2
R	Q	0	2300	2,05	75,38	1415	3,802	38,02	1415,00	1 1/2
Q	P	1725	4025	2,8	73,33	1880	4,182	41,82	1880,00	2
P	O	1725	5750	2,8	70,53	2102,5	4,321	43,21	2102,50	2
O	N	1725	7475	2,8	67,73	2277,5	4,413	44,13	2277,50	2
N	M	1725	9200	2,8	64,93	2463,75	4,504	45,04	2463,75	2
M	L	1725	10925	2,8	62,13	2647,5	4,584	45,84	2647,50	2
L	A	1725	12650	46,71	59,33	2797,5	4,637	46,37	2797,50	2
K	I	575	575	8,99	48,98	524,5	2,494	24,94	524,50	1
J	I	1725	1725	0,75	40,74	1192,5	3,214	32,14	1192,50	1 1/2
I	H	0	2300	2,05	39,99	1415	3,401	34,01	1415,00	1 1/2
H	G	1725	4025	2,8	37,94	1880	3,723	37,23	1880,00	2
G	F	1725	5750	2,8	35,14	2102,5	3,821	38,21	2102,50	2
F	E	1725	7475	2,8	32,34	2277,5	3,873	38,73	2277,50	2
E	D	1725	9200	2,8	29,54	2463,75	3,919	39,19	2463,75	2
D	C	1725	10925	2,8	26,74	2647,5	3,949	39,49	2647,50	2
C	B	1725	12650	2,8	23,94	2797,5	3,949	39,49	2797,50	2
B	A	117	12767	8,52	21,14	2805	3,867	38,67	2805,00	2
A	CG	0	25417	12,62	12,62	3570	3,844	38,44	3570,00	2

Fonte: Elaboração própria

TABELA 31 - DIMENSIONAMENTO DA REDE SECUNDÁRIA APTOS 102 A 702 - MÉTODO CBMSC

REDE SECUNDÁRIA APTOS 102 A 702							
Trecho		Potência Computada Pc (kcal/min)	Comprimento L (m)	Diâmetro (cm)	Diâmetro (mm)	Fórmula	Diâmetro Adotado (pol)
Final	Inicial						
a	med	575	14,3	2,081	20,81	575,00	1
b	a	117	0,1	0,522	5,22	117,00	1/2
c	a	458	2,05	1,380	13,80	458,00	3/4

Fonte: Elaboração própria

A tabela 32 mostra o dimensionamento da rede primária através do método da ABNT e as conexões utilizadas para cada trecho. A tabela 33 mostra o dimensionamento da rede secundária para os apartamentos 102 a 702. Novamente, as células em branco são dados de entrada e as em cinza são calculadas automaticamente. O dimensionamento da tubulação das demais redes secundárias com este método pode ser conferida no apêndice 3.

TABELA 32 - DIMENSIONAMENTO DA REDE PRIMÁRIA - MÉTODO ABNT

REDE PRIMÁRIA																
Trecho	Potência Computada (kcal/min)	Potência Computada (kcal/h)	Fator Simult. %	Potência Adotada (kcal/h)	Vazão (m ³ /h)	Comp. Tubos (m)	Comp. Equiv. (m)	Comp. Total (m)	Altura do trecho vertical H (m) [- ?]	Δz (kPa)	Pressão Inicial (kPa)	(-)ΔP (kPa)	Pressão Final (kPa)	Diâmetro (mm)	Diâmetro Adotado (pol)	
R	T	575	34500	89,89	31013,06	1,2922	9,07	5,64	14,71	-3,35	-0,0353	78,36	3,3383	74,989	25	1
R	S	1725	103500	64,83	67100,79	2,7959	0,75	0,94	1,69	-0,75	-0,0079	78,36	1,5626	76,792	25	1
Q	R	2300	138000	57,63	79524,57	3,3135	2,05	1,66	3,71	-2,05	-0,0216	83,06	4,6730	78,363	25	1
P	Q	4025	241500	43,92	106065,50	4,4194	2,8	1,66	4,46	-2,8	-0,0295	92,57	9,4883	83,057	25	1
O	P	5750	345000	35,90	123860,86	5,1609	2,8	1,66	4,46	-2,8	-0,0295	105,19	12,5829	92,575	25	1
N	O	7475	448500	30,55	137030,28	5,7096	2,8	2,08	4,88	-2,8	-0,0295	110,86	5,6445	105,187	32	1 1/4
M	N	9200	552000	26,70	147377,28	6,1407	2,8	2,08	4,88	-2,8	-0,0295	117,34	6,4441	110,861	32	1 1/4
L	M	10925	655500	25,37	166279,20	6,9283	2,8	2,08	4,88	-2,8	-0,0295	125,39	8,0268	117,335	32	1 1/4
A	L	12650	759000	24,76	187957,29	7,8316	46,71	7,09	53,8	-3,75	-0,0395	136,91	11,4792	125,391	50	2
I	K	575	34500	89,89	31013,06	1,2922	8,99	5,64	14,63	-3,35	-0,0353	67,83	3,3202	64,472	25	1
I	J	1725	103500	64,83	67100,79	2,7959	0,75	0,94	1,69	-0,75	-0,0079	67,83	1,5626	66,257	25	1
H	I	2300	138000	57,63	79524,57	3,3135	2,05	1,66	3,71	-2,05	-0,0216	72,52	4,6730	67,828	25	1
G	H	4025	241500	43,92	106065,50	4,4194	2,8	1,66	4,46	-2,8	-0,0295	82,04	9,4883	72,522	25	1
F	G	5750	345000	35,90	123860,86	5,1609	2,8	1,66	4,46	-2,8	-0,0295	94,65	12,5829	82,040	25	1
E	F	7475	448500	30,55	137030,28	5,7096	2,8	2,08	4,88	-2,8	-0,0295	100,33	5,6445	94,652	32	1 1/4
D	E	9200	552000	26,70	147377,28	6,1407	2,8	2,08	4,88	-2,8	-0,0295	106,80	6,4441	100,326	32	1 1/4
C	D	10925	655500	25,37	166279,20	6,9283	2,8	2,08	4,88	-2,8	-0,0295	114,86	8,0268	106,800	32	1 1/4
B	C	12650	759000	24,76	187957,29	7,8316	2,8	2,08	4,88	-3	-0,0316	124,92	10,0325	114,856	32	1 1/4
A	B	12767	766020	24,73	189410,26	7,8921	8,52	5,32	13,84	-0,65	-0,0069	136,91	11,9828	124,921	40	1 1/2
CG	A	25417	1525020	23,00	350754,60	14,6148	12,62	7,09	19,71	0	0,0000	150,00	13,0898	136,910	50	2

	R-T		R-S		Q-R		P-Q		O-P		N-O		M-N		L-M		A-L		I-K	
	Qtde	Leq	Qtde	Leq	Qtde	Leq	Qtde	Leq	Qtde	Leq	Qtde	Leq	Qtde	Leq	Qtde	Leq	Qtde	Leq	Qtde	Leq
Cotovelo 90°	6	0,94	1	0,94		0,94		0,94		0,94		1,17		1,17		1,17	2	1,88	6	0,94
Cotovelo 45°		0,43		0,43		0,43		0,43		0,43		0,54		0,54		0,54		0,86		0,43
Tê Fluxo Direto		0,17		0,17		0,17		0,17		0,17		0,21		0,21		0,21		0,33		0,17
Tê Fluxo Lateral		1,37		1,37		1,37		1,37		1,37		1,71		1,71		1,71		2,74		1,37
Tê Fluxo Bilateral		1,66		1,66	1	1,66	1	1,66	1	1,66	1	2,08	1	2,08	1	2,08	1	3,33		1,66
Tê 45° Fluxo Direto		0,18		0,18		0,18		0,18		0,18		0,22		0,22		0,22		0,36		0,18
Tê 45° Fluxo Lateral		0,88		0,88		0,88		0,88		0,88		1,1		1,1		1,1		1,75		0,88

	I-J		H-I		G-H		F-G		E-F		D-E		C-D		B-C		A-B		CG-A	
	Qtde	Leq	Qtde	Leq	Qtde	Leq	Qtde	Leq	Qtde	Leq	Qtde	Leq	Qtde	Leq	Qtde	Leq	Qtde	Leq	Qtde	Leq
Cotovelo 90°	1	0,94		0,94		0,94		0,94		1,17		1,17		1,17		1,17	2	1,41	2	1,88
Cotovelo 45°		0,43		0,43		0,43		0,43		0,54		0,54		0,54		0,54		0,65		0,86
Tê Fluxo Direto		0,17		0,17		0,17		0,17		0,21		0,21		0,21		0,21		0,25		0,33
Tê Fluxo Lateral		1,37		1,37		1,37		1,37		1,71		1,71		1,71		1,71		2,06		2,74
Tê Fluxo Bilateral		1,66	1	1,66	1	1,66	1	1,66	1	2,08	1	2,08	1	2,08	1	2,08	1	2,5	1	3,33
Tê 45° Fluxo Direto		0,18		0,18		0,18		0,18		0,22		0,22		0,22		0,22		0,27		0,36
Tê 45° Fluxo Lateral		0,88		0,88		0,88		0,88		1,1		1,1		1,1		1,1		1,31		1,75

Fonte: Elaboração própria

TABELA 33 - DIMENSIONAMENTO DA REDE SECUNDÁRIA APTOS 102 A 702 - MÉTODO ABNT

REDE SECUNDÁRIA															
Trecho	Potência Computada (kcal/min)	Potência Computada (kcal/h)	Fator Simult. %	Potência Adotada (kcal/h)	Vazão (m ³ /h)	Comp. Tubos (m)	Comp. Equiv. (m)	Comp. Total (m)	Altura do trecho vertical H (m) [- ?]	Δz (kPa)	Pressão Inicial (kPa)	(-)ΔP (kPa)	Pressão Final (kPa)	Diâmetro (mm)	Diâmetro Adotado (pol)
APTOS 101 A 701															
A C	458	27480	100,00	27480,00	1,14500	3,45	1,88	5,33	-1,5	-0,01582	2,8266	0,13344	2,6774	15	1/2
A B	117	7020	100,00	7020,00	0,29250	0,75	0,46	1,21	-0,7	-0,00738	2,9054	0,07139	2,8266	8	1/4
MED A	575	34500	100,00	34500,00	1,43750	14,65	4,75	19,4	0,9	0,00949	3,0000	0,10409	2,9054	20	3/4

	A-C		A-B		MED-A	
	Qtde	Leq	Qtde	Leq	Qtde	Leq
Cotovelo 90°	4	0,47	1	0,23	7	0,7
Cotovelo 45°		0,22		0		0,32
Tê Fluxo Direto		0,08		0,04		0,12
Tê Fluxo Lateral		0,69		0,34		1,03
Tê Fluxo Bilateral		0,83		0,42	1	1,25
Tê 45° Fluxo Direto		0,09		0		0,13
Tê 45° Fluxo Lateral		0,44		0		0,66

Fonte: Elaboração própria

Com a tubulação dimensionada pelos dois métodos fez-se uma comparação dos resultados. A tabela 34, mostra um comparativo dos diâmetros de cada trecho dimensionados com cada um dos métodos para a rede primária.

TABELA 34 - COMPARATIVO DOS MÉTODOS PARA A REDE PRIMÁRIA

Trecho		Diâmetro Adotado (pol) CBMSC	Diâmetro Adotado (pol) ABNT
Final	Inicial		
T	R	1 1/4	1
S	R	1 1/2	1
R	Q	1 1/2	1
Q	P	2	1
P	O	2	1
O	N	2	1 1/4
N	M	2	1 1/4
M	L	2	1 1/4
L	A	2	2
K	I	1	1
J	I	1 1/2	1
I	H	1 1/2	1
H	G	2	1
G	F	2	1
F	E	2	1 1/4
E	D	2	1 1/4
D	C	2	1 1/4
C	B	2	1 1/4
B	A	2	1 1/2
A	CG	2	2

Fonte: Elaboração própria

Nota-se que os diâmetros dimensionados através do método da ABNT são menores na maioria dos trechos. O método CBMSC, leva em consideração a distância da central de gás e o trecho dimensionado. Por esta razão, os diâmetros só diminuem com um decréscimo de

potência importante. Isto não acontece no método da ABNT, que analisa cada trecho em separado, assim com o decréscimo gradual da potência o diâmetro da tubulação também diminui gradualmente. Em quesitos de funcionamento, ambos os métodos funcionarão, no entanto ocorrerá uma maior gasto de materiais no método do CBMSC.

4.3.3 Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas

Como visto em 4.2, o CBMSC exige a instalação de SPDA para a edificação deste estudo de caso. Sendo assim, utilizou-se a tabela 23 para a determinação do nível de proteção do SPDA. Para edificações residenciais o nível de proteção é III.

O método de proteção escolhido foi o método das esferas rolantes, visto que ângulo de proteção obtido com o método Franklin não ofereceria proteção para toda a edificação e não é possível a realização da gaiola de Faraday devido a existencia dos terraços. Através da tabela 24, determinou-se um raio de 45m para as esferas do método. Os esquemas de esfera rolante foram realizados no sentido trasversal e longitudinal das edificações garantindo a área de proteção. Os esquemas, bem como o posicionamento dos subsistemas de captação, descida e aterramento, pode ser conferido no projeto proposto no apêndice 1.

O subsistema de captação foi posicionado observando a área de proteção formada no esquema de esferas rolantes. Optou-se como material de captação cabos de cobre nú com área de 35mm².

Para o subsistema de descida, foi obedecida à distância de 15m entre descidas, previstas na tabela 25. Um anel intermediário horizontal no 3° pavimento tipo na cota 8,75m foi colocado atendendo a tabela 25. O material escolhido para compor o subsistema de descida também foi o cabo de cobre nú de 35mm² de área mínima. Em pontos em que o condutor de descida é acessível aos usuários das edificações, foram previstos tubos de PVC para impedir o contato.

O aterramento projetado foi um anel condutor de cobre nú com área de 50mm² no entorno da edificação no subsolo. Em cada ponto de chegada das descidas, há uma caixa de inspeção com uma haste de aterramento ligada ao anel de terra.

Os dispositivos BEP foram alocados em ambos os blocos prevendo a equipotencialização dos sistemas elétricos, tubulações metálicas e SPDA.

4.3.4 Sistema Preventivo por Extintores

No estudo de caso foi necessário detectar o tipo de incêndio de cada ambiente para a escolha do tipo de extintor. A localização dos extintores nos pavimentos, bem como seus tipos, podem ser conferidos no projeto proposto no apêndice 1.

Os extintores foram dispostos de maneira a respeitar os preceitos vistos em 3.6.3. Foram respeitadas as quantidades mínimas de extintores por pavimento, o caminhamento e a área máxima de proteção.

Nos andares de apartamentos são esperados combustíveis sólidos, líquidos e equipamentos elétricos. Por esta razão, nesses andares foram alocados extintores de pó químico ABC.

Na área de estacionamento do pavimento térreo, os carros representam o principal risco de incêndio, considerando assim a fonte de combustível como classe B e C. Desta maneira, nessas áreas, foram alocados extintores de pó químico BC. No salão de festas do pavimento térreo, por possuir maior número de combustível sólido foi alocado um extintor de pó químico ABC.

O subsolo é uma área de estacionamento, no entanto, nesta área também são encontrados os *Home boxes* dos apartamentos. Esses espaços foram considerados como extensão das moradias, prevendo diversos tipos de materiais. Por esta razão neste pavimento foram alocados extintores de pó químico ABC.

A casa de máquinas e a casa de bombas podem ser consideradas como áreas de risco especiais. Em ambas, o risco de incêndio retrata-se nos equipamentos elétricos. Nessas áreas, no lugar do extintor de pó químico BC foram adotados extintores de CO₂.

A área de lazer, assim como o salão de festas, prevê extintores de pó químico ABC, atendendo as classes de incêndio A, B e C dos materiais esperados para os ambientes.

4.3.5 Sistema Hidraulico Preventivo

O reservatório para o sistema hidráulico preventivo foi previsto junto ao reservatório de consumo da edificação, conforme projeto arquitetônico no anexo 5, portanto um reservatório superior para cada bloco da edificação. A diferença de altura entre o reservatório e o ático, último pavimento, é de 6m para ambos os blocos.

O tipo de material escolhido para a tubulação do sistema hidráulico preventivo foi o aço galvanizado. Para o dimensionamento da tubulação foi desenvolvida uma planilha para verificação da pressão nos hidrantes e para o cálculo automático da diferença de altura necessária entre o reservatório e o hidrante mais desfavorável.

O posicionamento dos hidrantes e abrigos de mangueira deu-se pelo comprimento das mangueiras e seu alcance. Além disso, foi aproveitado o *shaft* deixado pelo projeto arquitetônico.

Para os andares de apartamento, verificou-se que uma mangueira de 20m de comprimento seria suficiente para atender o ponto mais distante do pavimento, conforme figura 37.

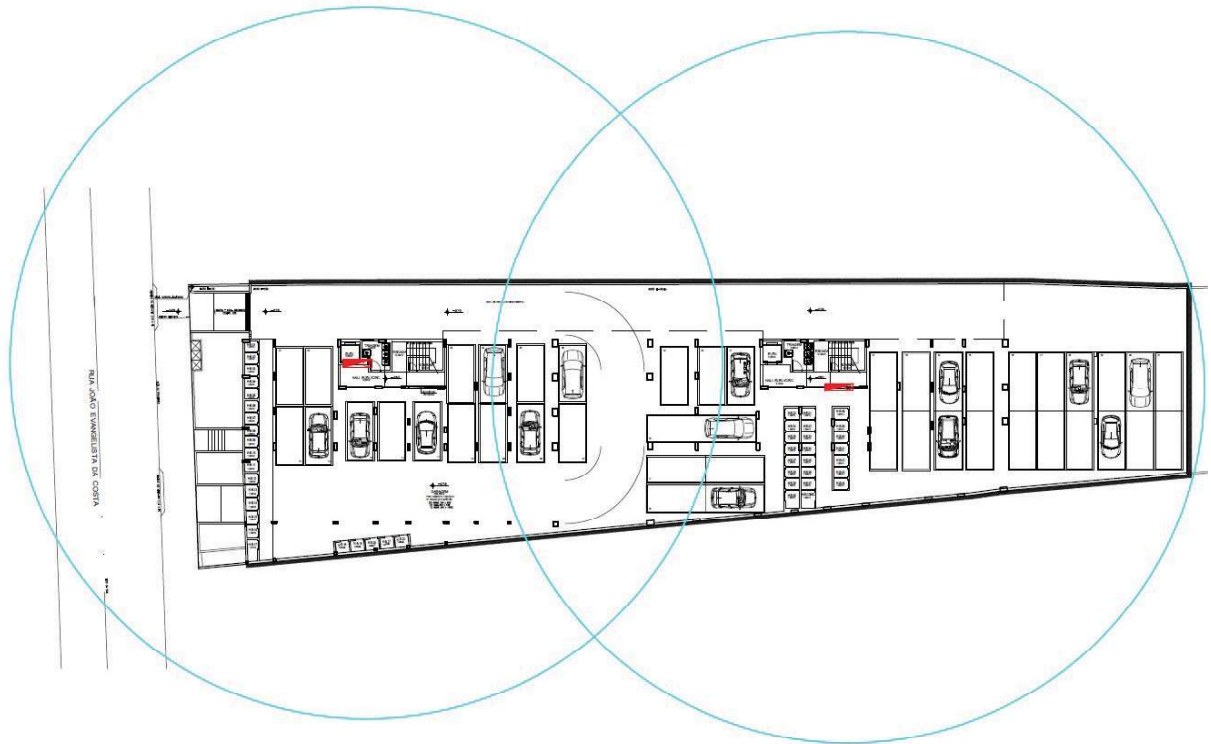
FIGURA 37 - POSIÇÃO DOS ABRIGOS DE MANGUEIRA - PAVIMENTO TIPO



Fonte: Elaboração própria

Para o pavimento térreo e subsolo foram necessárias duas mangueiras de 15m cada, totalizando 30m de comprimento para abranger todo o pavimento. A figura 38 ilustra os raios de alcance de cada hidrante no pavimento subsolo.

FIGURA 38 - POSIÇÃO DOS ABRIGOS DE MANGUEIRA - PAVIMENTO SUBSOLO



Fonte: Elaboração própria

O traçado completo da tubulação pode ser conferido em planta baixa e no esquema isométrico no projeto proposto no apêndice 1. A seguir, na tabela 35, a planilha de dimensionamento da tubulação, demonstrando a verificação de pressão e velocidade, juntamente com os parâmetros e as peças adotadas em cada trecho.

Nota-se que o trecho inicial, de R ao ponto A, foi necessário uma tubulação de 4" (100mm) para garantir uma pressão de 4,10 m.c.a no hidrante mais desfavorável.

TABELA 35 - DIMENSIONAMENTO DA TUBULAÇÃO DE SHP

ABASTECIMENTO	RESERVATÓRIO SUPERIOR
CLASSE DE RISCO	LEVE
Nº DE HIDRANTES	10
HIDRANTES SIMULTÂNEOS	4
DIÂMETRO DA MANGUEIRA	38 mm
DIÂMETRO DO REQUINTE	13 mm
PRESSÃO DINÂMICA	4 m.c.a
MATERIAL DA TUBULAÇÃO	AÇO GALVANIZADO
COEFICIENTE DE RUGOSIDADE	120

INICIAL	FINAL	DESNÍVEL L [m]	DIÂMETRO NOMINAL DA TUBULAÇÃO [mm]	COMPRIMENTO DA TUBULAÇÃO [m]	COMPRIMENTO EQUIVALENTE [m]	COMPRIMENTO TOTAL DA TUBULAÇÃO [m]	COMPRIMENTO DA MANGUEIRA [m]	VAZÃO (L/min)	VAZÃO (m³/s)	Jt	Δt	Jm	Δm	Je	M.C.A
R	A	-5,8	100	7,05	34,25	41,3	-	431,7186	0,0072	0,011067	0,4571	-	-	-	5,3429
A	H1	0	65	0,3	10,64	10,94	20	83,27341	0,0014	0,005182	0,0567	0,0475	0,94946	0,2297	4,1071
A	B	-2,8	65	2,8	4,16	6,96	-	348,4452	0,0058	0,073405	0,5109	-	-	-	7,632
B	H2	0	65	0,3	10,64	10,94	20	101,4008	0,0017	0,007462	0,0816	0,0684	1,36738	0,1109	6,0721
B	C	-2,8	65	2,8	4,16	6,96	-	247,0444	0,0041	0,038825	0,2702	-	-	-	10,162
C	H3	0	65	0,3	10,64	10,94	20	116,7467	0,0019	0,009688	0,106	0,0888	1,77516	0,1109	8,1698
C	D	-2,8	65	2,8	4,16	6,96	-	130,2976	0,0022	0,011873	0,0826	-	-	-	12,879
D	H4	0	65	0,3	10,64	10,94	20	130,2976	0,0022	0,011873	0,1299	0,1088	2,17552	0,1109	10,463

PEÇAS/TRECHO	Trecho 1			Trecho 2			Trecho 3			Trecho 4			Trecho 5			Trecho 6			Trecho 7			Trecho 8			
	Le	Qtde	Total	Le	Qtde	Total	Le	Qtde	Total	Le	Qtde	Total	Le	Qtde	Total	Le	Qtde	Total	Le	Qtde	Total	Le	Qtde	Total	
Joelho 90°	3,76	3	11,28	2		0	2		0	2		0	2		0	2		0	2		0	2		0	2
Tê 90° Bilateral	6,65	1	6,65	4		0	4	1	4,16	4		0	4	1	4,16	4		0	4	1	4,16	4		0	4
Entrada Normal	1,6	1	1,6	1		0	1		0	1		0	1		0	1		0	1		0	1		0	1
Registro de Gaveta	0,7	1	0,7	0		0	0		0	0		0	0		0	0		0	0		0	0		0	0
Registro de Ângulo	17		0	10	1	10	10		0	10	1	10	10		0	10	1	10	10		0	10	1	10	10
Válvula de retenção Vertical	12,9	1	12,9	8		0	8		0	8		0	8		0	8		0	8		0	8		0	8
Redução de um Ø	0		0	1	1	0,64	1		0	1	1	0,64	1		0	1	1	0,64	1		0	1	1	0,64	1
Tê Redução de um Ø	0,56	2	1,12	0		0	0		0	0		0	0		0	0		0	0		0	0		0	0

Fonte: Elaboração própria

A RTI de cada bloco foi calculada separadamente, uma vez que cada bloco é alimentado por um reservatório próprio. A diferença de altura entre o reservatório e o hidrante mais favorável de cada bloco é de 30,98m. Com esse dado é possível calcular a vazão neste hidrante através da equação x, seguindo o cálculo:

$$Q_+ = 0,2046 \times 13^2 \times \sqrt{30,98} = 192,46 \text{ l/min}$$

O número de hidrantes excedentes a 4 em cada bloco é 6, resultando num total de 12 minutos de autonomia a mais para o sistema. Sendo assim o volume da RTI de cada bloco, calculado através da equação y segue:

$$RTI = 192,46 \times (30 + 2 \times 6) = 8083,32 \text{ l}$$

O volume adotado para a RTI de cada bloco foi de 8100 litros. Para garantir esse volume, a canalização de consumo deve sair a no mínimo 46 cm do fundo do reservatório.

4.3.6 Sistema de Iluminação de Emergência e Sinalização para Abandono de Local

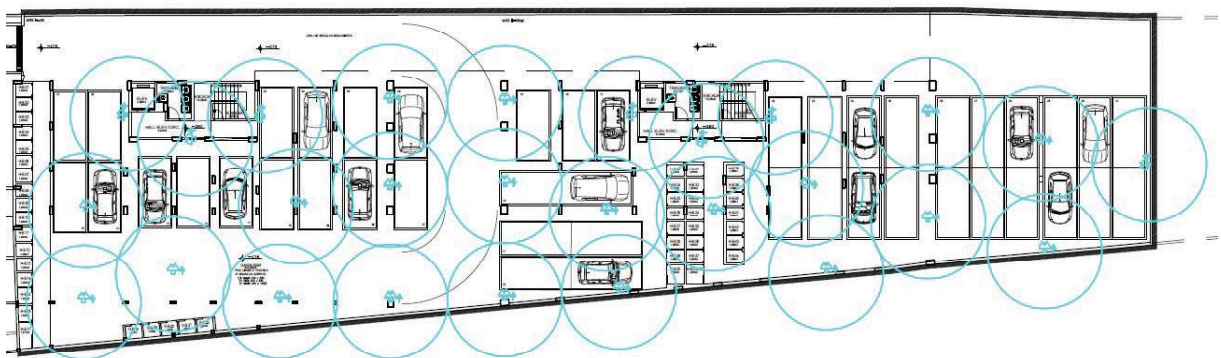
O tipo de sistema de iluminação de emergência escolhido para o estudo de caso foi o bloco autônomo. Sendo assim, próximo de cada luminária, deve ser prevista uma tomada para a recarga da bateria da mesma.

Para os locais onde o nível de iluminamento mínimo é de 3 lux, foram previstas luminárias de led com 200 lumens. Cada luminária deste tipo pode iluminar uma área de cerca de 50m². Em áreas com nível de iluminamento mínimo de 5 lux, foram previstas luminárias com de led com 300 lumens. Esse tipo de luminária pode iluminar uma área de cerca de 75m².

As luminária foram posicionadas nos halls e corredores respeitando a área de abrangência de cada tipo de luminária. No pavimento térreo foram previstas luminárias apenas para os halls, salão de festas, guarita e sala de estar de funcionários. As áreas de estacionamento são consideradas áreas cobertas abertas, portanto não necessitam de iluminação de emergência.

O pavimento subsolo tem um dos lados aberto, no entanto a maior parte do pavimento é coberta e fechada. Por esta razão foram previstas luminárias para aclareamento uniforme do pavimento. A figura 39 mostra a distribuição das luminárias nesse pavimento e área de abrangência.

FIGURA 39 - DISTRIBUIÇÃO DAS LUMINÁRIAS E ÁREA DE ABRANGÊNCIA - PAVIMENTO SUBSOLO

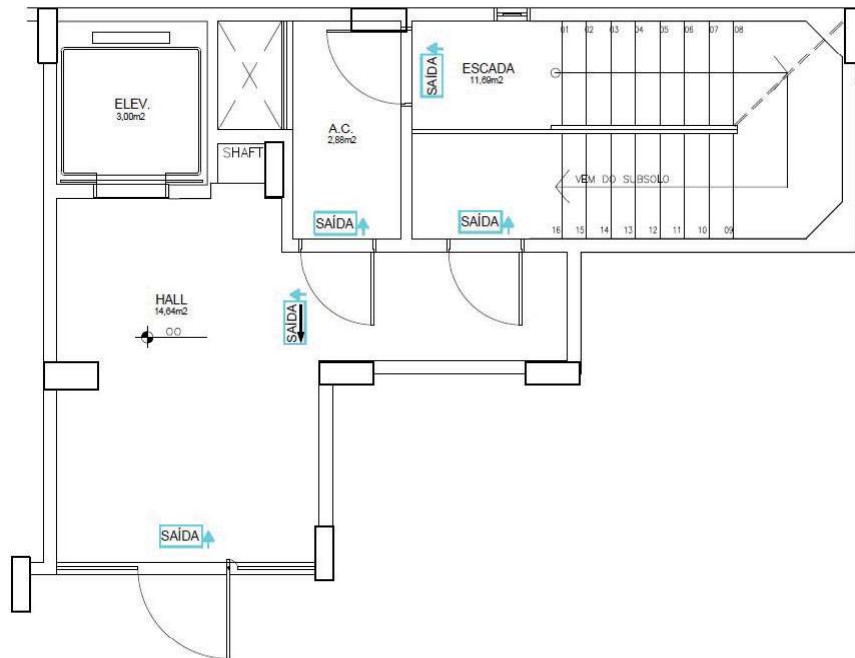


Fonte: Elaboração própria

A sinalização para abandono de local foi prevista desde o hall do último pavimento de cada bloco, até a saída para o estacionamento do pavimento térreo sinalizando o caminho a ser percorrido e as mudanças de direção. No pavimento subsolo foram necessárias mais placas para a completa abrangência do pavimento e para manter as distâncias entre placas conforme

a tabela 9. A figura 40 ilustra a sinalização para abandono de local desde a escada do térreo até a área segura.

FIGURA 40 - SINALIZAÇÃO PARA ABANDONO DE LOCAL - PAVIMENTO TÉRREO



Fonte: Elaboração própria

4.3.7 Sistema de Alarme e detecção

Para a definição do sistema de alarme e detecção fez-se necessário a escolha de um tipo de alimentação para a central de alarme, para os acionadores e sonorizadores e para os detectores de incêndio. A localização de todos os componentes pode ser conferida no projeto proposto no apêndice 1.

A central de alarme escolhida para este estudo de caso foi uma central endereçável de pelo menos 30 endereços e com bateria incorporada para alimentação da própria central e dos dispositivos conectados a ela. A guarita, na entrada do residencial, foi o local escolhido para a instalação da central de alarme, pois é um local de constante vigilância e fácil acesso para identificação do endereço em alerta em caso de sinistro.

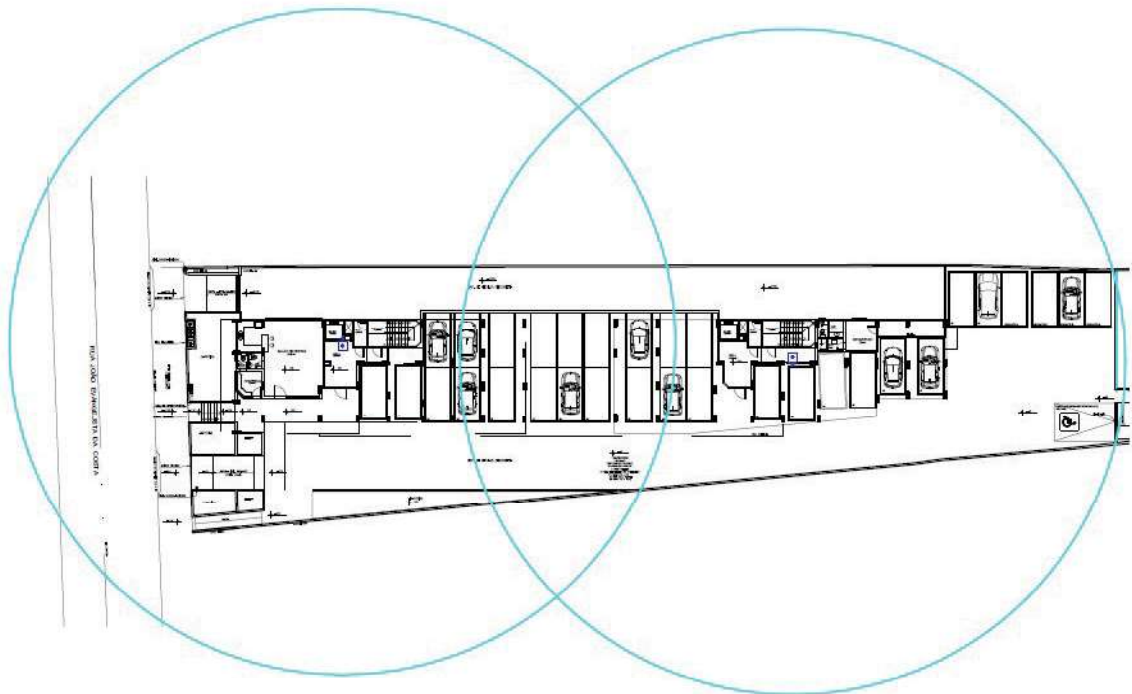
Os acionadores de alarme escolhidos são do tipo endereçável, quebra vidro "*push button*" com sirene incorporada. Nos pavimentos tipo e no ático de cada bloco, um acionador de alarme foi suficiente para cobrir a área completa. Nos pavimento térreo e subsolo, como

possuem uma área mais importante, foi necessário verificar se os dois acionadores localizados cada um no hall de seu bloco eram suficientes para cobrir todo o pavimento.

A figura 41 mostra o pavimento térreo com raio de caminhamento 30m partindo de cada acionador, verificando a abrangência em todo o pavimento. O pavimento subsolo ocupa praticamente a mesma área do pavimento térreo, conferindo-se também o caminhamento dos acionadores.

Os detectores de incêndio escolhidos foram do tipo ótico e foram locados somente nas áreas de risco especial, sendo elas as casas de máquinas e as casas de bombas.

FIGURA 41 - CAMINHAMENTO PARA ACIONADOR DE INCÊNDIO - TÉRREO



Fonte: Elaboração própria

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em concordância com os objetivos propostos, foram apresentadas noções sobre fogo e incêndio então com esses conhecimentos básicos estabelecidos, foram dispostos princípios de proteção e combate a incêndios, abordando aspectos teóricos, legais e práticos para elaboração de projeto preventivo contra incêndio e projeto de instalações de gás canalizado. As bases da fundamentação teórica foram então aplicadas em um estudo de caso para o residencial San Marino localizado no município de Florianópolis, Santa Catarina. Pode-se, por conseguinte, concluir que os objetivos propostos foram alcançados e expostos.

O projeto preventivo contra incêndio é um projeto multidisciplinar que abrange diversos ramos da arquitetura e engenharia devendo ser executado em paralelo aos outros projetos. O sistema de saída de emergência, por exemplo, depende do arranjo da arquitetura e da distribuição dos elementos estruturais. Portanto para a correta execução desse sistema, os três projetos devem conversar entre si.

A edificação escolhida para a realização do estudo de caso possibilitou uma visão geral do projeto preventivo contra incêndio, passando pelo dimensionamento de todos os sistemas de proteção previstos em norma.

O dimensionamento das instalações de gás combustível foi realizado através dos métodos da norma do CBMSC e da norma da ABNT. O primeiro método mostrou-se mais prático. O segundo método é mais trabalhoso, no entanto apresentou diâmetros menores para a maioria dos trechos da tubulação quando comparados ao mesmo trecho dimensionado pelo método do CBMSC. Pode-se concluir que os diâmetros no método da ABNT diminuem mais facilmente com o decréscimo da potência computada na tubulação.

Constatou-se no dimensionamento do SHP que a altura geométrica do reservatório é o fator predominante para garantir a pressão dinâmica mínima nos hidrantes. Por esta razão, em algumas edificações é necessário que o reservatório seja muito elevado, tornando a adução por reservatório superior inviável. No estudo de caso, mesmo para um trecho inicial sem muitas conexões, acarretando numa perda de carga pequena, foi necessário aumentar o diâmetro do trecho para manter a altura inicial do reservatório e garantir pressão mínima no hidrante mais desfavorável. Em etapas iniciais de projeto, é interessante uma comparação de custos entre a elevação do reservatório e a adoção de tubulações maiores.

5.1 SUGESTÃO PARA TRABALHOS FUTUROS

Como trabalhos futuros na área de prevenção de incêndio sugere-se:

1. Análise de risco de incêndio;
2. Análise de custos de implementação de projeto preventivo contra incêndio;
3. Comportamento dos ocupantes da edificação em situação de incêndio;
4. Comportamento dos materiais de acabamento em situação de incêndio;
5. Dimensionamento de sistema de sprinklers.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5410**: Instalações elétricas de baixa tensão. Rio de Janeiro: Abnt, 2004.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5419**: Proteção contra descargas atmosféricas. 1 ed. Rio de Janeiro: Abnt, 2015.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12693**: Sistemas de proteção por extintores de incêndio. Brasil: Brasil, 2013. 22 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10898**: Sistema de iluminação de emergência. 2ª ed. Rio de Janeiro: ., 2013. 38 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13434-1**: Sinalização de segurança contra incêndio e pânico Parte 1: Princípios de projeto. 1 ed. Rio de Janeiro: Abnt, 2004. 11 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13714**: Sistema de hidrantes e de magotinhos para combate a incêndio. Rio de Janeiro, 2000. 25 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13860**: Glossário de termos relacionados com a segurança contra incêndio. Rio de Janeiro, 1997. 10 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14100**: Proteção contra incêndio – Símbolos gráficos para projeto.. Rio de Janeiro: Moderna, 1998.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15751**: Sistemas de aterramento de subestações — Requisitos. Rio de Janeiro: Abnt, 2009. 47 p.
- AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS. ANP - Gás Liquefeito de Petróleo - GLP. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/wwwanp/petroleo-e-derivados2/glp>>. Acesso em: Fevereiro 2017.
- BRASIL. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado, 1988.
- BRENTANO, Telmo. **A Proteção Contra Incêndio no Projeto de Edificações**. 2. ed. Porto Alegre: Telmo Brentano, 2010. 632 p.
- BRENTANO, Telmo. **Instalações Hidráulicas de Combate a Incêndio nas Edificações**. 4. ed. Porto Alegre: Telmo Brentano, 2011. 676 p.
- CAMILLO JÚNIOR, Abel Batista. Manual de Prevenção e Combate a incêndios. 15. ed. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2013.
- COMGÁS - COMPANHIA DE GÁS DE SÃO PAULO. **RIP - Regulamento de Instalações Prediais**. 3. ed. São Paulo: Comgás, 2014.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE SANTA CATARINA. Apostila Curso de Formação de Combate a Incêndios. Florianópolis: Cbmisc, 2014.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE SANTA CATARINA. DECRETO ESTADUAL Nº 4.909: NORMAS DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO. Florianópolis: Edeme, 1992. 144 p.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE SANTA CATARINA. IN 001: Atividade Técnica. Florianópolis: Cbmisc, 2014.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE SANTA CATARINA. IN 003: Carga de Incêndio. Florianópolis: Cbmisc, 2014.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE SANTA CATARINA. IN 006: Sistema Preventivo Por Extintores. Florianópolis: Cbmisc, 2014.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE SANTA CATARINA. IN 007: Sistema Hidráulico Preventivo. Florianópolis: Cbmisc, 2014.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE SANTA CATARINA. IN 008: Instalações de Gás Combustível (GLP e GN). Florianópolis: Cbmisc, 2014.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE SANTA CATARINA. IN 009: Sistemas de Saídas de Emergência. Florianópolis: Cbmisc, 2014.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE SANTA CATARINA. IN 010: Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas. Florianópolis: Cbmisc, 2014.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE SANTA CATARINA. IN 011: Sistema de Iluminação de Emergência. Florianópolis: Cbmisc, 2014.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE SANTA CATARINA. IN 012: Sistema de Alarme e Detecção de Incêndio. Florianópolis: Cbmisc, 2014.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE SANTA CATARINA. IN 013: Sinalização para Abandono do Local. Florianópolis: Cbmisc, 2014.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE SANTA CATARINA. IN 018: Controle de Materiais de Revestimento e Acabamento. Florianópolis: Cbmisc, 2014.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. APOSTILA CONCURSO 2008: PREVENÇÃO E COMBATE A INCÊNDIO. Rio de Janeiro: Ddd, 2008. 47 p.

COTE, Arthur E. (Ed.). **Operation of Fire Protection Systems: A Special Edition of the Fire Protection Handbook.** Quincy, Massachusetts: Nfpa, 2003. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?id=kZEz-ogMXGwC&pg=PA32&lpg=PA32&dq=moore+1996+smoke+detector&source=bl&ots=LdgYgHwZAg&sig=gd65Ej31n6zY3KGhDIOBe_sK1I4&hl=pt-BR&sa=X&ved=0ahUKEwj08aGptZrUAhXMLZAKHWqtBRoQ6AEILDAB#v=onepage&q&f=false>. Acesso em: 31 maio 2017.

ELAT - GRUPO DE ELETRICIDADE ATMOSFÉRICA (Brasil). Inpe - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Infográfico Vítimas de Raio**. Disponível em: <<http://www.inpe.br/webelat/homepage/menu/noticias/vitimas.de.raios.-.infografico.php>>. Acesso em: 21 fev. 2017.

FUNDAÇÃO PARA O DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO - FDE. Manual de uso e segurança de instalações de gás em escolas. São Paulo: FES/DOS, 2009.

GHISI, Enedir; ROCHA, Vinícius Luís; ALMEIDA, Laiane Susan Silva. **Instalações prediais de gás combustível**. Florianópolis: Ufsc, 2016. 39 p.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert. Fundamentos de Física Vol 2: Gravitação, Ondas e Termodinâmica. 8. ed. Rio de Janeiro: Ltc, 2008.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO 8421-1: General terms and phenomena of fire. Geneva: Iso, 1987. 6 p.

MAMEDE FILHO, João. Instalações Elétricas Industriais. 7. ed. Brasil: Ltc, 2007. 930 p.

NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION. NFPA 10: Standard for Portable Fire Extinguishers. Quincy: Nfpa, 2007. Disponível em: <<https://rescuefirefightingtnj.files.wordpress.com/2014/11/nfpa-10-standard-for-portable-fire-extinguishers.pdf>>. Acesso em: 27 nov. 2016.

NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION. NFPA 1: Fire Prevention Code. Quincy: Nfpa, 2000. Disponível em: <<http://www.pccctranduy.com/upload/news/nfpa1.pdf>>. Acesso em: 27 nov. 2016.

PEREIRA, Áderson Guimarães; POPOVIC, Raphael Rodriguez. Tecnologia em Segurança Contra Incêndio. São Paulo: Ltr, 2007. 184 p.

SANTA CATARINA. Lei nº 16.157, de 07 de novembro de 2013.

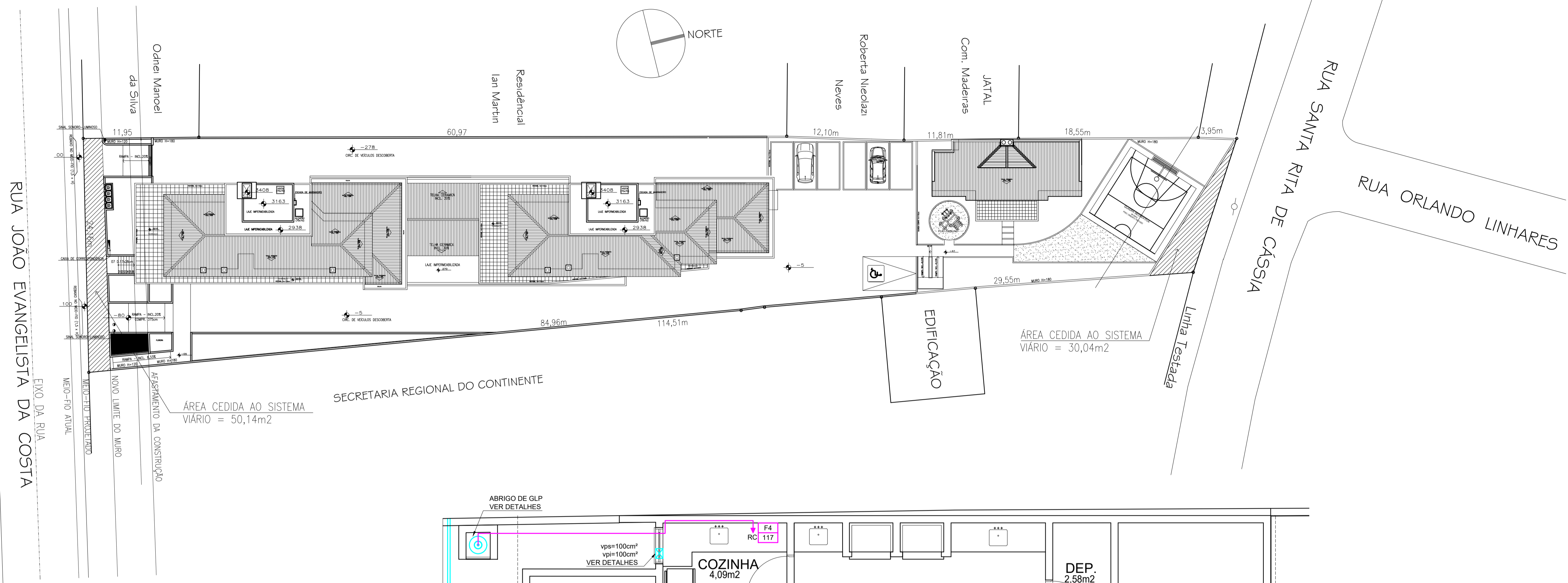
SEITO, Alexandre Itiu et al. A segurança contra incêndio no Brasil. São Paulo: Projeto Editora, 2008. 496 p.

SILVA, Valdir Pignatta e; VARGAS, Mauri Resende; ONO, Rosária. PREVENÇÃO CONTRA INCÊNDIO NO PROJETO DE ARQUITETURA. Rio de Janeiro: Cbca, 2010. 72 p.

STÉFANI, Rodrigo Verardino de. Metodologia de Projeto de Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas para Edifício Residencial. 2011. 53 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Elétrica, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2011.

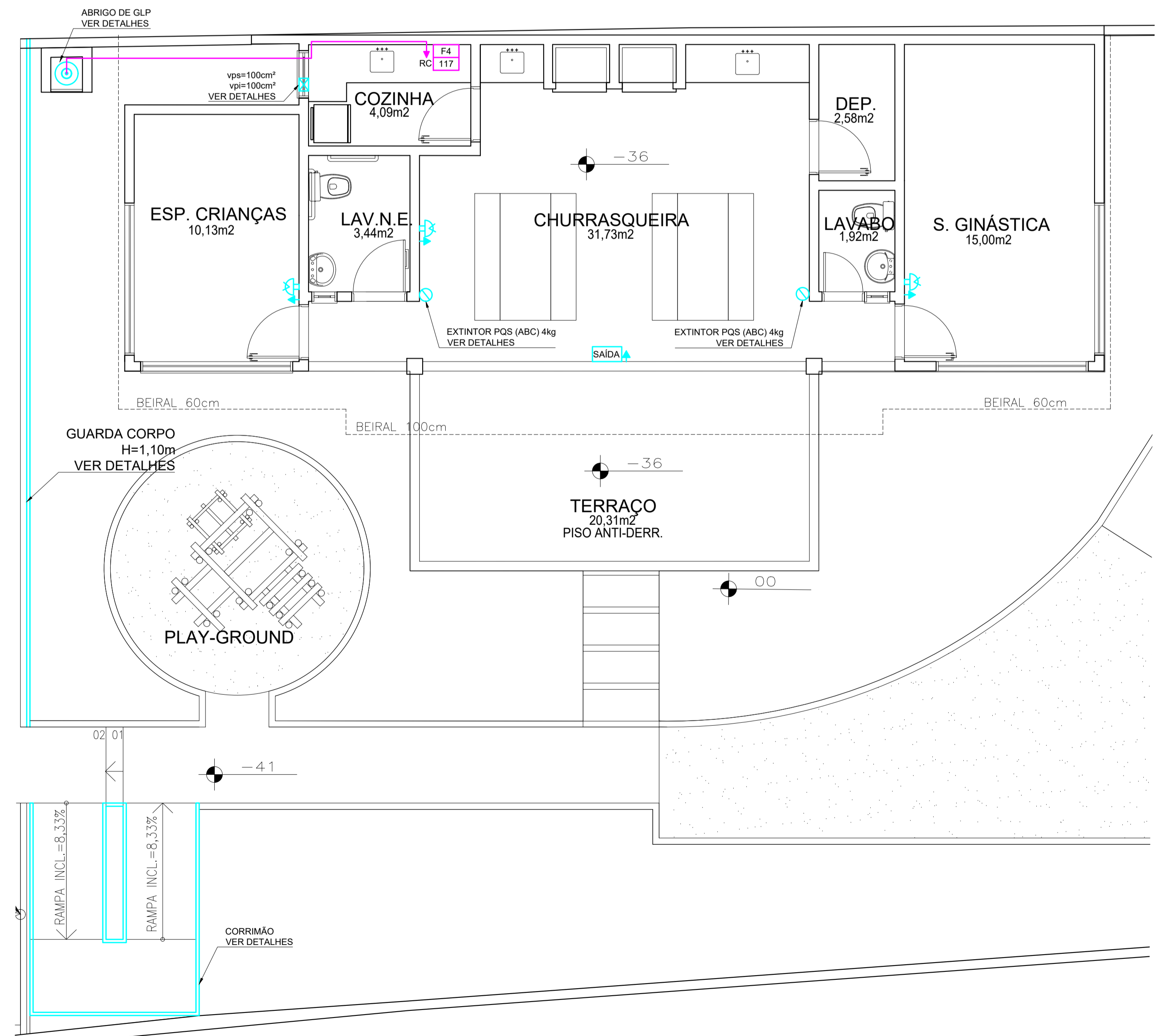
APÊNDICE 1

APÊNDICE 1 - PROJETO PREVENTIVO CONTRA INCÊNDIO PROPOSTO



PLANTA LOCAÇÃO / SITUAÇÃO:
ESCALA 1:250

QUADRO DE ÁREAS				
BLOCO "A"				
PAVIMENTO	DESCOBERTA	C.ABERTA	C.FECHADA	TOTAL
CAIXA D'ÁGUA	-	-	22,07m ²	22,07m ²
BARRILETE	-	-	48,16m ²	48,16m ²
ÁTICO	76,13m ²	-	139,02m ²	215,15m ²
PAVIMENTO TIPO (x7)	(17,05x7)	(261,00x7)	(278,05x7)	(278,05x7)
CISTERNA	119,35m ²	-	1.827,00m ²	1.946,35m ²
TOTAL BLOCO "A"	76,13m ²	119,35m ²	2.055,89m ²	2.251,37m ²
BLOCO "B"				
PAVIMENTO	DESCOBERTA	C.ABERTA	C.FECHADA	TOTAL
RESERV. SUPERIOR	-	-	22,07m ²	22,07m ²
CASA-DE-MÁQUINAS	-	-	48,16m ²	48,16m ²
ÁTICO	61,48m ²	-	137,40m ²	198,88m ²
PAVIMENTO TIPO (x7)	(17,30x7)	(260,78x7)	(278,08x7)	(278,08x7)
CISTERNA	121,10m ²	-	1.825,46m ²	1.946,56m ²
TOTAL BLOCO "B"	61,48m ²	121,10m ²	2.052,73m ²	2.235,31m ²
P.GARAGEM 2	630,00m ²	515,51m ²	150,80m ²	1.296,31m ²
P.GARAGEM 1	284,64m ²	-	1.297,84m ²	1.582,48m ²
TOTAL (BC. A+B)	1.052,25m ²	755,96m ²	5.557,26m ²	7.365,47m ²
ÁREA DE LAZER				
JOGOS/CHUR./GINASTICA	20,31m ²	31,83m ²	47,45m ²	99,59m ²
PLAYGROUND	12,56m ²	-	-	12,56m ²
QUADRA RECR.	84,64m ²	-	-	84,64m ²
TOTAL GERAL	1.169,16m ²	787,79m ²	5.604,71m ²	7.562,26m ²
APARTAMENTOS				
3 DORMITÓRIOS COB.	02	-	-	-
3 DORMITÓRIOS	28	-	-	-
2 DORMITÓRIOS	14	-	-	-
TOTAL	44	-	-	-
TOTAL 55 VAGAS 77 CARROS 48 VAGAS COB. E 7 VAGAS DESC. (04 VAGAS P/VISITANTES + 1 VAGA P/ N.E.)				
TERRENO				
ÁREA ORIGINAL DO TERRENO ESCRITURA	-	-	-	2.198,81 m ²
ÁREA DO TERRENO ATINGIDA PELO S.V.P. (50,14m ² +30,04m ²)	-	-	-	80,18 m ²
ÁREA REMANESCENTE DO TERRENO	-	-	-	2.118,63 m ²



PLANTA BAIXA ÁREA DE LAZER:
ESCALA 1:50

SIMBOLOGIA GERAL	
	CANALIZAÇÃO DE ÁGUA PARA INCÊNDIO
	ELETRODUTO ANTICHAMA SISTEMA DE ALARME E DETECÇÃO
	CABO DO PARA-RAIO
	CANALIZAÇÃO DE GLP
	CANALIZAÇÃO DE GLP (ENVELOPADA)
	ABRIGO P/ MANGUEIRA DO HIDRANTE
	UNIDADE EXTINTORA - CO2 4,0kg
	UNIDADE EXTINTORA - POS 4,0kg
	LUMINÁRIA C/ INSCRIÇÃO "SAÍDA"
	LUMINÁRIA C/ SETA E INSCRIÇÃO "SAÍDA"
	LUMINÁRIA C/ SETA E INSCRIÇÃO "SAÍDA" EM AMBOS OS LADOS
	LUMINÁRIA DE EMERGÊNCIA (BLOCO AUTÔNOMO)
	ILUMINAÇÃO DE 5 LUX PARA ESCADAS
	ILUMINAÇÃO DE 3 LUX PARA CORREDORES
	TOMADA P/ LUMINÁRIA DE EMERGÊNCIA
	ABRIGO PARA "X" MEDIDORES DE GÁS
	FOGÃO RESIDENCIAL 4 BOCAS COM FORNO POTÊNCIA = 117 kcal/min
	AQUECEDOR DE PASSAGEM 21L POTÊNCIA = 458 kcal/min
	REGISTRO DE CORTE FECHO RÁPIDO
	VENTILAÇÃO PERMANENTE SUPERIOR E INFERIOR (VER DETALHE ESPECÍFICO)
	ACIONADOR E SONORIZADOR DE ALARME
	DETECTOR AUTOMÁTICO DE FUMAÇA
	CENTRAL DE ALARME PARA INCÊNDIO
	PLACA COM O Nº DO PAVIMENTO
	PISO ANTIDERRAPANTE
	TERMINAL AÉREO h=0,50m
	CAIXA DE EQUIPOTENCIALIZAÇÃO
	DESCIDA DO PARA-RAIO PROTEGIDA POR TUBO PVC
	DESCIDA DO PARA-RAIO APARENTE SOB REBOCO
	CAIXA DE ATERRAMENTO
	PRUMADA DO SISTEMA DE ALARME E DETECÇÃO
	PRUMADA DO SISTEMA HIDRÁULICO PREVENTIVO
	PRUMADA DO SISTEMA DE GÁS LIQUEFEITO DE PETRÓLEO
	CONJUNTO DE CONTROLE DE MANOBRA
	REGISTRO DE GAVETA
	VÁLVULA DE RETENÇÃO
	HIDRANTE DE RECALQUE
	AÇO GALVANIZADO

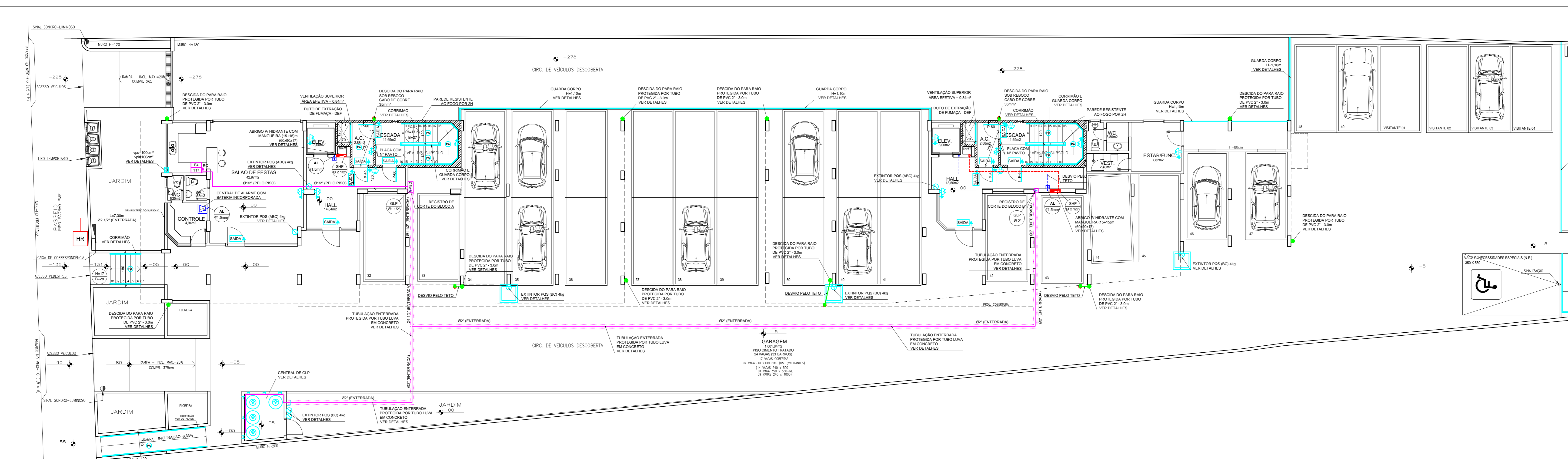
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

TÍTULO: PROJETO PREVENTIVO CONTRA INCÊNDIO DE RESIDENCIAL MULTIFAMILIAR

ACADÊMICO: EDUARDO LENTZ CARVALHO MATRÍCULA: 11200416 DATA: JUN/2017

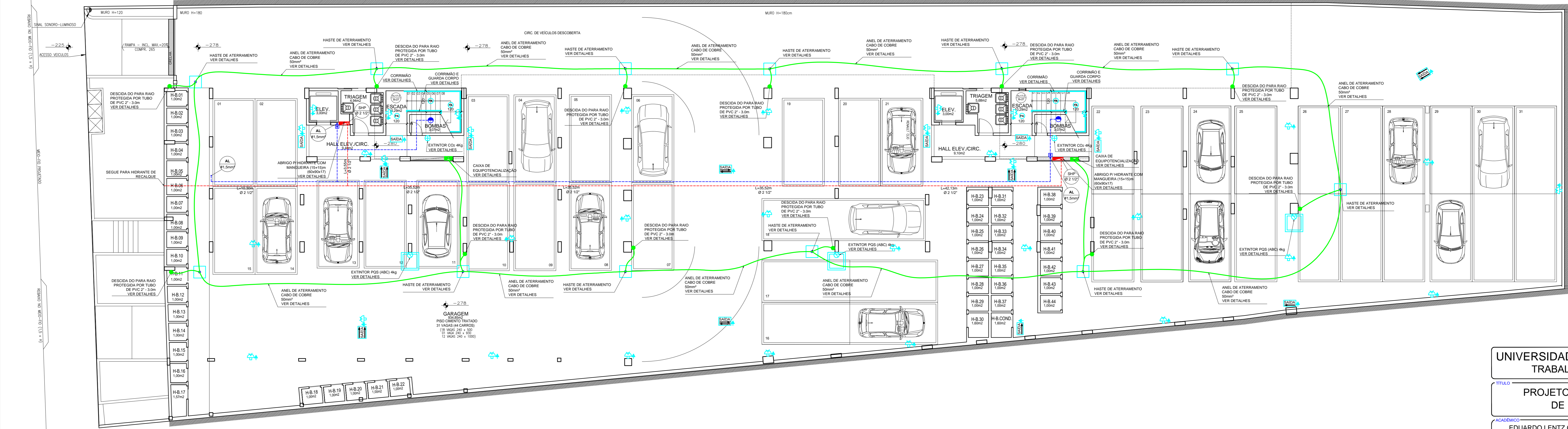
CONTEÚDO: PLANTA DE LOCAÇÃO, PLANTA BAIXA ÁREA DE LAZER, QUADRO DE ÁREAS

PRANCHAS: 01/08
ESCALA: INDICADA



PLANTA BAIXA TÉRREO:
ESCALA 1:100

SIMBOLOGIA GERAL	
	CANALIZAÇÃO DE ÁGUA PARA INCÊNDIO
	ELETRODUTO ANTICÂMERA SISTEMA DE ALARME E DETECÇÃO
	CABO DO PARA-RAIO
	CANALIZAÇÃO DE GLP
	CANALIZAÇÃO DE GLP (ENVELOPADA)
	ABRIGIO PI MANGUEIRA DO HIDRANTE
	UNIDADE EXTINTORA - CO2 4.0kg
	UNIDADE EXTINTORA - POS 4.0kg
	LUMINÁRIA CI INSCRIÇÃO "SAÍDA"
	LUMINÁRIA CI SETA E INSCRIÇÃO "SAÍDA" EM AMBOS OS LADOS
	LUMINÁRIA DE EMERGÊNCIA (BLOCO AUTÔNOMO)
	LUMINÁRIA DE 5 LUX PARA ESCADAS
	LUMINÁRIA DE 5 LUX PARA CORRIDORES
	TOMADA PI LUMINÁRIA DE EMERGÊNCIA
	ABRIGIO PARA "X" MEDIDORES DE GÁS
	FÓSSO RESIDENCIAL 4 BOCAS COM FORNO POTÊNCIA = 117 kcal/m³
	AQUECEDOR DE PASSAGEM 21L POTÊNCIA = 458 kcal/m³
	REGISTRO DE CORTE FECHO RÁPIDO
	VENTILAÇÃO PERMANENTE SUPERIOR E INFERIOR (VER DETALHE ESPECÍFICO)
	ACIONADOR E SONORIZADOR DE ALARME
	DETECTOR AUTOMÁTICO DE FUMAÇA
	CENTRAL DE ALARME PARA INCÊNDIO
	PLACA COM O Nº DO PAVIMENTO
	PA ANTI-DEBRANDAMENTO
	TERMINAL AÉREO h=0.50m
	CAIXA DE EQUIPOTENCIALIZAÇÃO
	DESCIDA DO PARA-RAIO PROTEGIDA POR TUBO PVC
	DESCIDA DO PARA-RAIO APARENTE SOB REBOCO
	CAIXA DE ATERRAMENTO
	PRIMADA DO SISTEMA DE ALARME E DETECÇÃO
	PRIMADA DO SISTEMA HIDRÁULICO PREVENTIVO DE RETÍCULO
	GLP
	CONJUNTO DE CONTROLE DE MANOBRA
	REGISTRO DE GAVETA
	VÁLVULA DE RETENÇÃO
	HIDRANTE DE RECALQUE
	ACO GALVANIZADO



PLANTA BAIXA SUBSOLO:
ESCALA 1:100

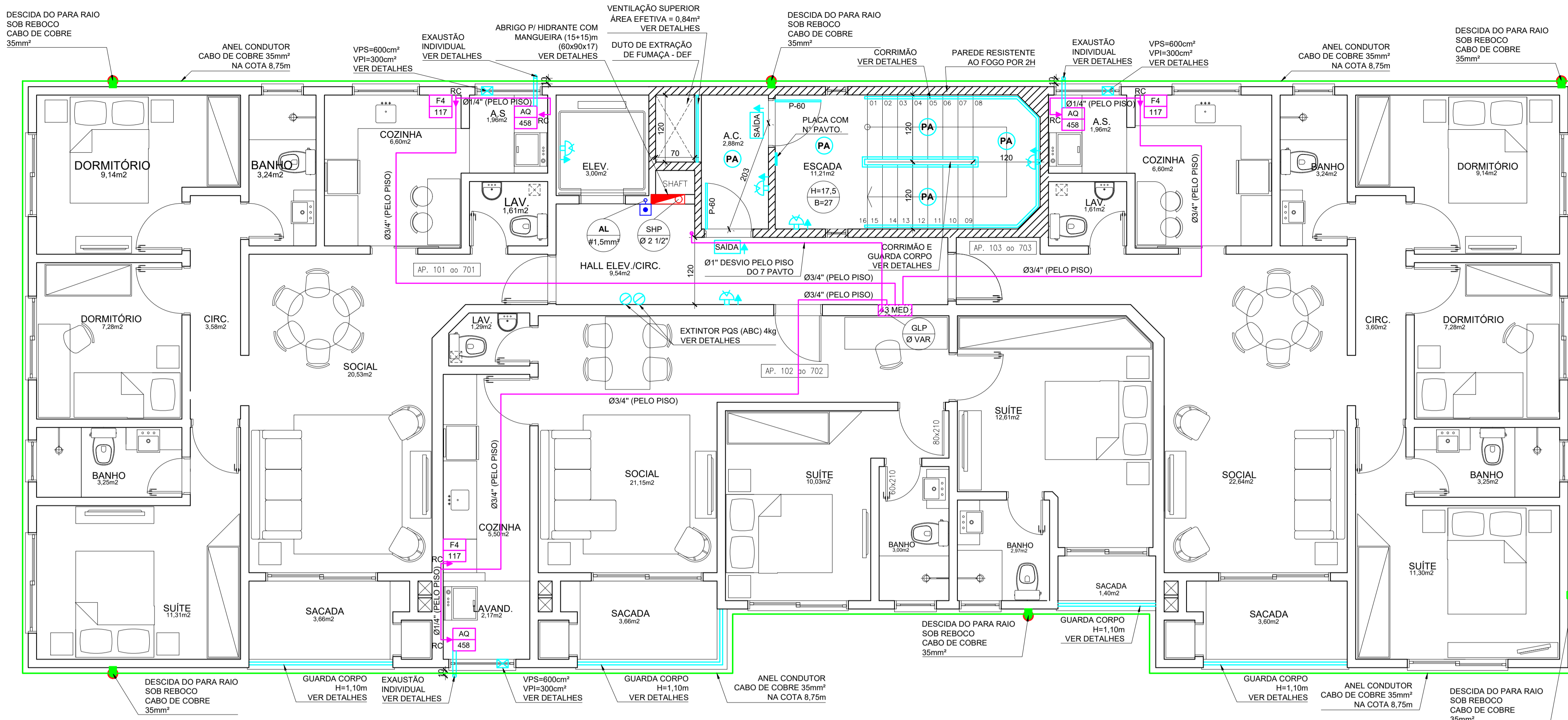
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

TÍTULO: PROJETO PREVENTIVO CONTRA INCÊNDIO DE RESIDENCIAL MULTIFAMILIAR

ALUNO: EDUARDO LENTZ CARVALHO MATRÍCULA: 11200416 DATA: JUN/2017

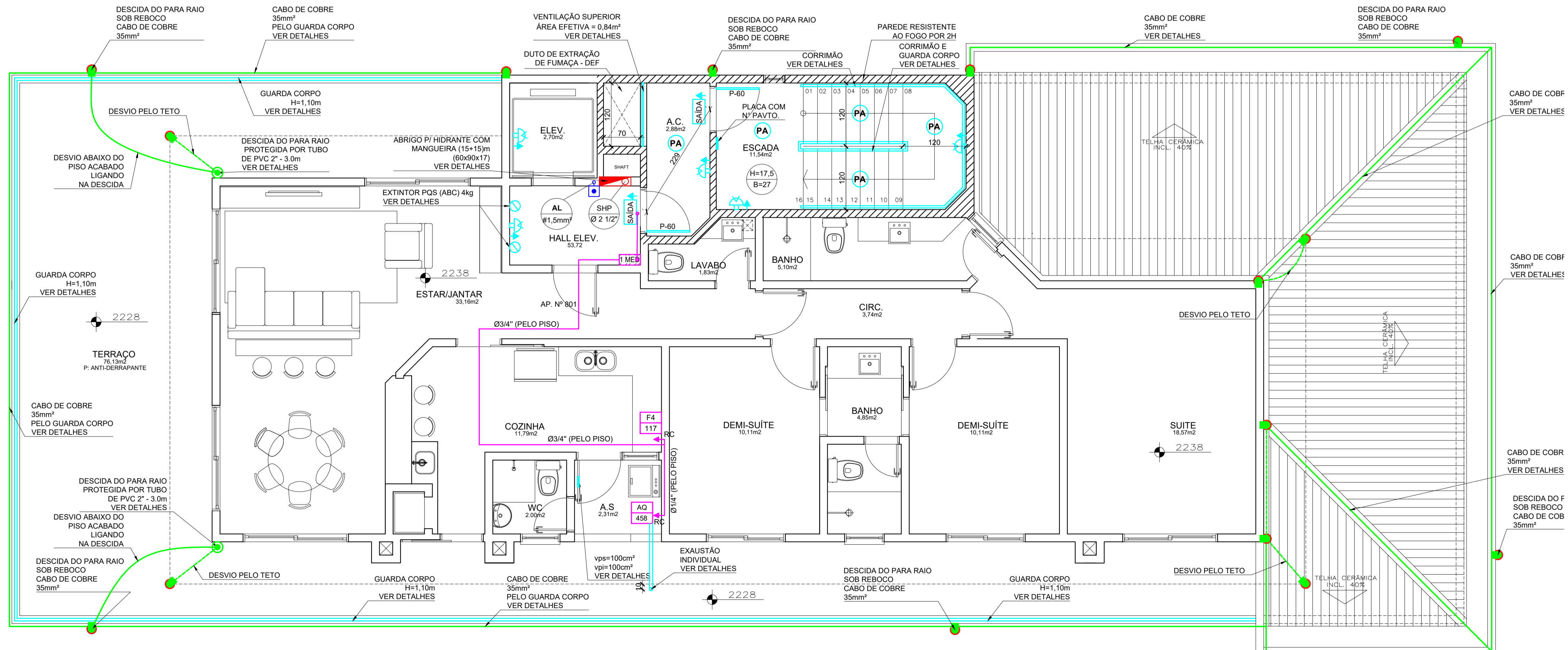
CONTÉUDO: PLANTA BAIXA TÉRREO PLANTA BAIXA SUBSOLO

02/08
INDICADA



PLANTA BAIXA PAVIMENTO TIPO (x7):
BLOCO A
ESCALA 1:50

SIMBOLOGIA GERAL	
	CANALIZAÇÃO DE ÁGUA PARA INCÊNDIO
	ELETRODUTO ANTICHAMA SISTEMA DE ALARME E DETECÇÃO
	CABO DO PARA-RAIO
	CANALIZAÇÃO DE GLP
	CANALIZAÇÃO DE GLP (ENVELOPADA)
	ABRIGO P/ MANGUEIRA DO HIDRANTE
	UNIDADE EXTINTORA - CO2 4.0kg
	UNIDADE EXTINTORA - POS 4.0kg
	LUMINÁRIA C/ INSCRIÇÃO "SAÍDA"
	LUMINÁRIA C/ SETA E INSCRIÇÃO "SAÍDA"
	LUMINÁRIA C/ SETA E INSCRIÇÃO "SAÍDA" EM AMBOS OS LADOS
	LUMINÁRIA DE EMERGÊNCIA (BLOCO AUTÔNOMO)
	ILUMINAÇÃO DE 5 LUX PARA ESCADAS
	ILUMINAÇÃO DE 3 LUX PARA CORREDORES
	TOMADA P/ LUMINÁRIA DE EMERGÊNCIA
	ABRIGO PARA "X" MEDIDORES DE GÁS
	FOGÃO RESIDENCIAL 4 BOCAS COM FORNO POTÊNCIA = 117 kcal/min
	AQUECEDOR DE PASSAGEM 21L POTÊNCIA = 458 kcal/min
	REGISTRO DE CORTE FECHO RÁPIDO
	VENTILAÇÃO PERMANENTE SUPERIOR E INFERIOR (VER DETALHE ESPECÍFICO)
	ACIONADOR E SONORIZADOR DE ALARME
	DETECTOR AUTOMÁTICO DE FUMAÇA
	CENTRAL DE ALARME PARA INCÊNDIO
	PLACA COM O Nº DO PAVIMENTO
	PISO ANTIDERRAPANTE
	TERMINAL AÉREO h=0,50m
	CAIXA DE EQUIPOTENCIALIZAÇÃO
	DESCIDA DO PARA-RAIO PROTEGIDA POR TUBO PVC
	DESCIDA DO PARA-RAIO APARENTE SOB REBOCO
	CAIXA DE ATERRAMENTO
	PRUMADA DO SISTEMA DE ALARME E DETECÇÃO
	PRUMADA DO SISTEMA HIDRÁULICO PREVENTIVO
	PRUMADA DO SISTEMA DE GÁS LIQUEFEITO DE PETRÓLEO
	CONJUNTO DE CONTROLE DE MANOBRA
	REGISTRO DE GAVETA
	VÁLVULA DE RETENÇÃO
	HIDRANTE DE RECALQUE
	AÇO GALVANIZADO



PLANTA BAIXA ÁTICO:
BLOCO A
ESCALA 1:50

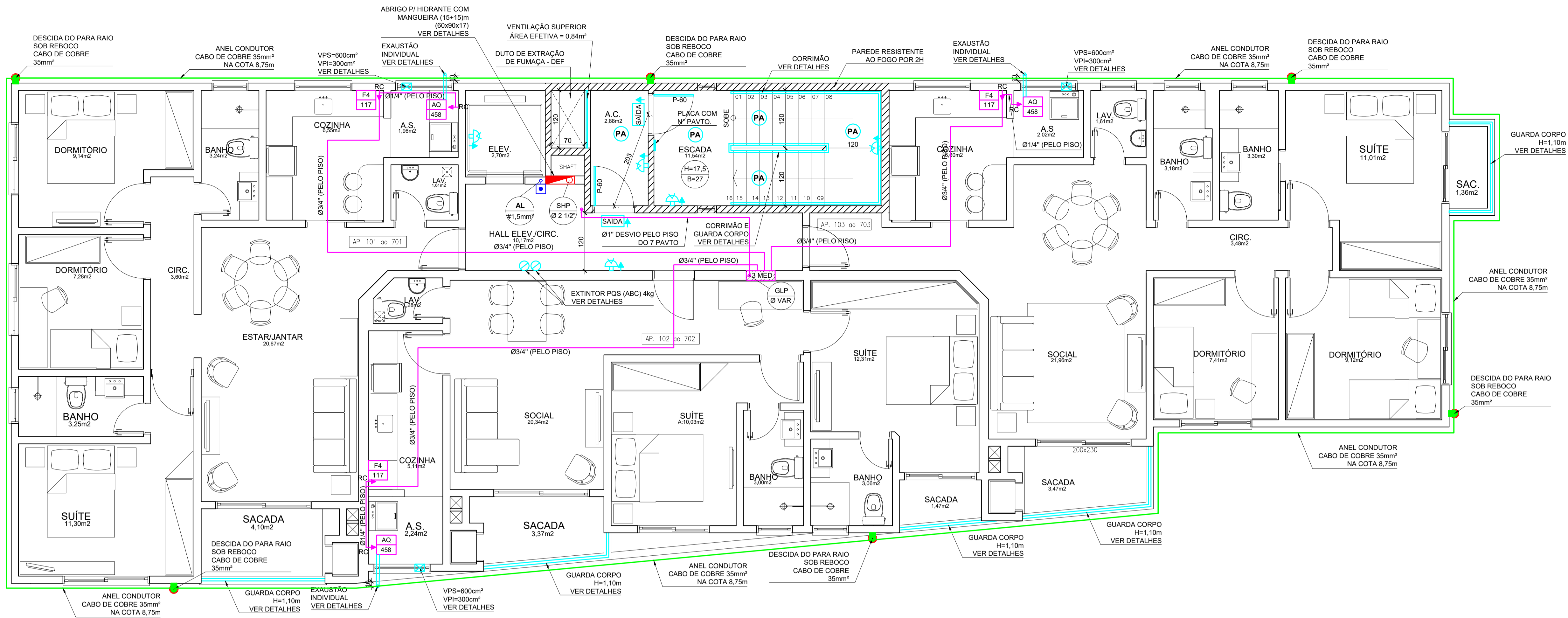
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

TÍTULO: PROJETO PREVENTIVO CONTRA INCÊNDIO DE RESIDENCIAL MULTIFAMILIAR

ACADÊMICO: EDUARDO LENTZ CARVALHO MATRÍCULA: 11200416 DATA: JUN/2017

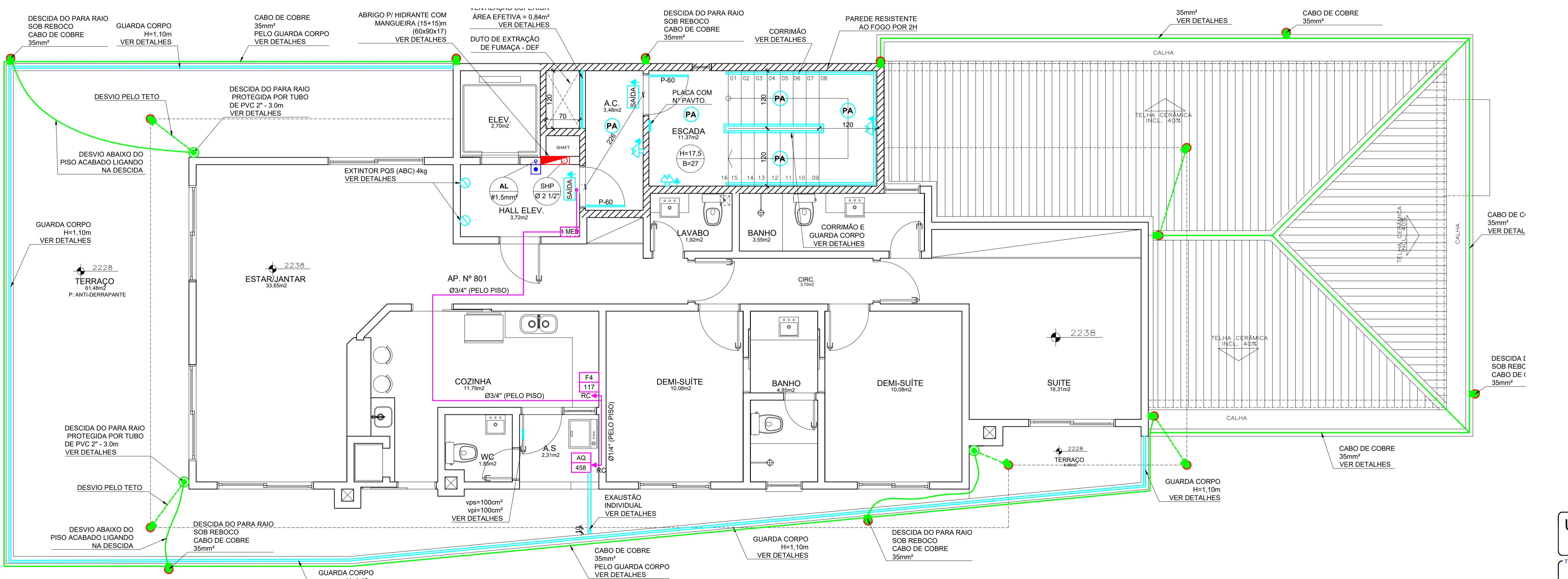
CONTEÚDO: PLANTA BAIXA PAVIMENTO TIPO (x7) BLOCO A PLANTA BAIXA ÁTICO BLOCO A

PRANCHAS: 03/08 ESCALA: INDICADA



PLANTA BAIXA PAVIMENTO TIPO (x7):
BLOCO B
ESCALA 1:50

SIMBOLOGIA GERAL	
	CANALIZAÇÃO DE ÁGUA PARA INCÊNDIO
	ELETRÓDUTO ANTICHAMA SISTEMA DE ALARME E DETECÇÃO
	CABO DO PARA-RAIO
	CANALIZAÇÃO DE GLP
	CANALIZAÇÃO DE GLP (ENVELOPADA)
	ABRIGO P/ MANGUEIRA DO HIDRANTE
	UNIDADE EXTINTORA - CO2 4.0kg
	UNIDADE EXTINTORA - POS 4.0kg
	LUMINÁRIA C/ INSCRIÇÃO "SAÍDA"
	LUMINÁRIA C/ SETA E INSCRIÇÃO "SAÍDA"
	LUMINÁRIA C/ SETA E INSCRIÇÃO "SAÍDA" EM AMBOS OS LADOS
	LUMINÁRIA DE EMERGÊNCIA (BLOCO AUTÔNOMO)
	ILUMINAÇÃO DE 5 LUX PARA ESCADAS
	ILUMINAÇÃO DE 3 LUX PARA CORREDORES
	TOMADA P/ LUMINÁRIA DE EMERGÊNCIA
	ABRIGO PARA "X" MEDIDORES DE GÁS
	FOGÃO RESIDENCIAL 4 BOCAS COM FORNO POTÊNCIA = 117 kcal/min
	AQUECEDOR DE PASSAGEM 21L POTÊNCIA = 458 kcal/min
	REGISTRO DE CORTE FECHO RÁPIDO
	VENTILAÇÃO PERMANENTE SUPERIOR E INFERIOR (VER DETALHE ESPECÍFICO)
	ACIONADOR E SONORIZADOR DE ALARME
	DETECTOR AUTOMÁTICO DE FUMAÇA
	CENTRAL DE ALARME PARA INCÊNDIO
	PLACA COM O Nº DO PAVIMENTO
	PISO ANTIDERRAPANTE
	TERMINAL AÉREO h=0,50m
	CAIXA DE EQUIPOTENCIALIZAÇÃO
	DESCIDA DO PARA-RAIO PROTEGIDA POR TUBO PVC
	DESCIDA DO PARA-RAIO APARENTE SOB REBOCO
	CAIXA DE ATERRAMENTO
	PRUMADA DO SISTEMA DE ALARME E DETECÇÃO
	PRUMADA DO SISTEMA HIDRÁULICO PREVENTIVO DE PETRÓLEO
	PRUMADA DO SISTEMA DE GÁS LIQUEFEITO DE PETRÓLEO
	CONJUNTO DE CONTROLE DE MANOBRA
	REGISTRO DE GAVETA
	VÁLVULA DE RETENÇÃO
	HIDRANTE DE RECALQUE
	AÇO GALVANIZADO



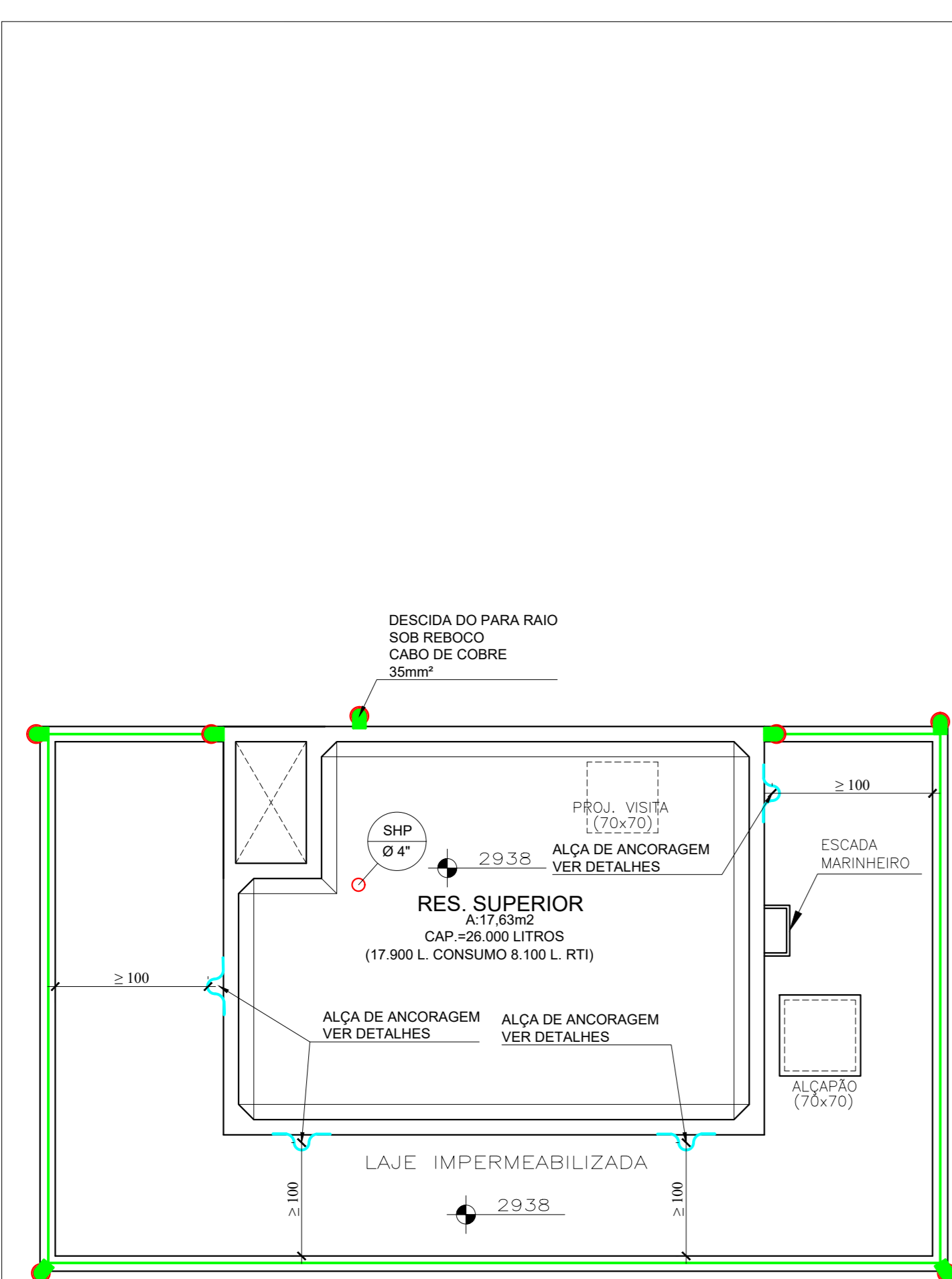
PLANTA BAIXA ÁTICO:
BLOCO B
ESCALA 1:50

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

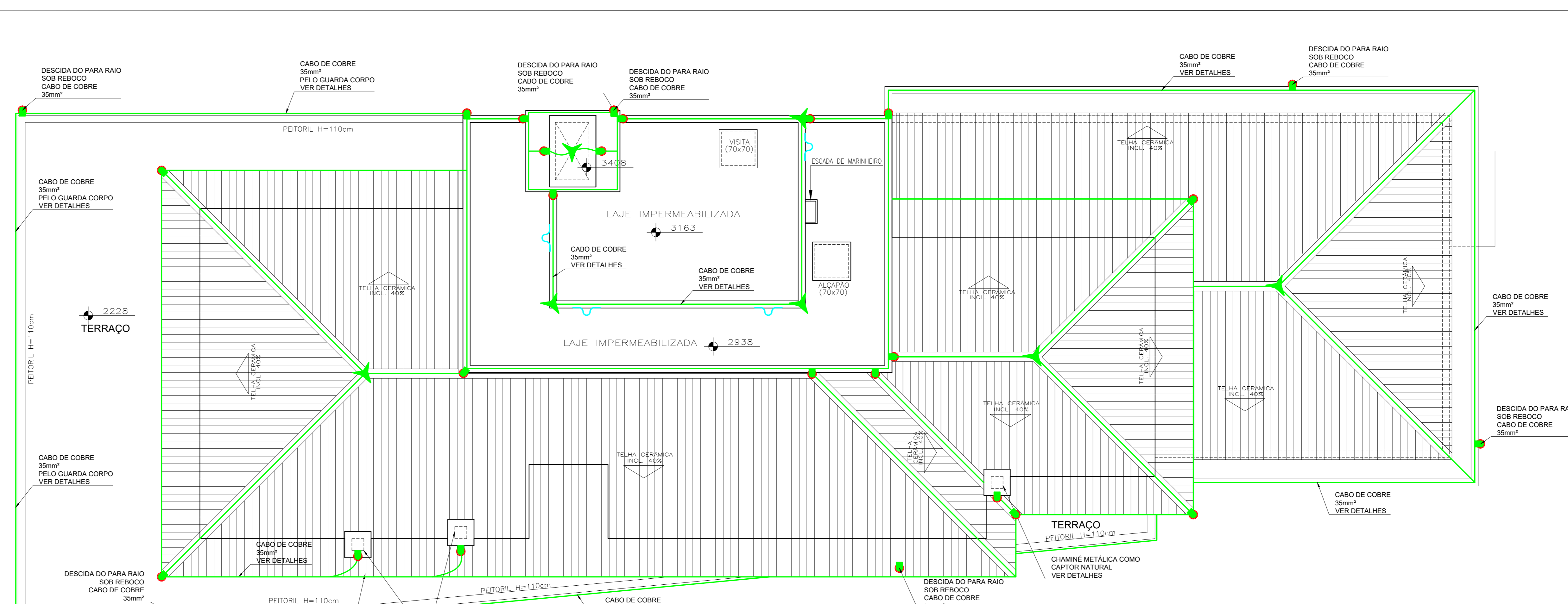
TÍTULO: PROJETO PREVENTIVO CONTRA INCÊNDIO DE RESIDENCIAL MULTIFAMILIAR

ACADÊMICO: EDUARDO LENTZ CARVALHO MATRÍCULA: 11200416 DATA: JUN/2017

CONTEÚDO: PLANTA BAIXA PAVIMENTO TIPO (x7) BLOCO B PLANTA BAIXA ÁTICO BLOCO B PRANCHAS: 04/08 ESCALA: INDICADA

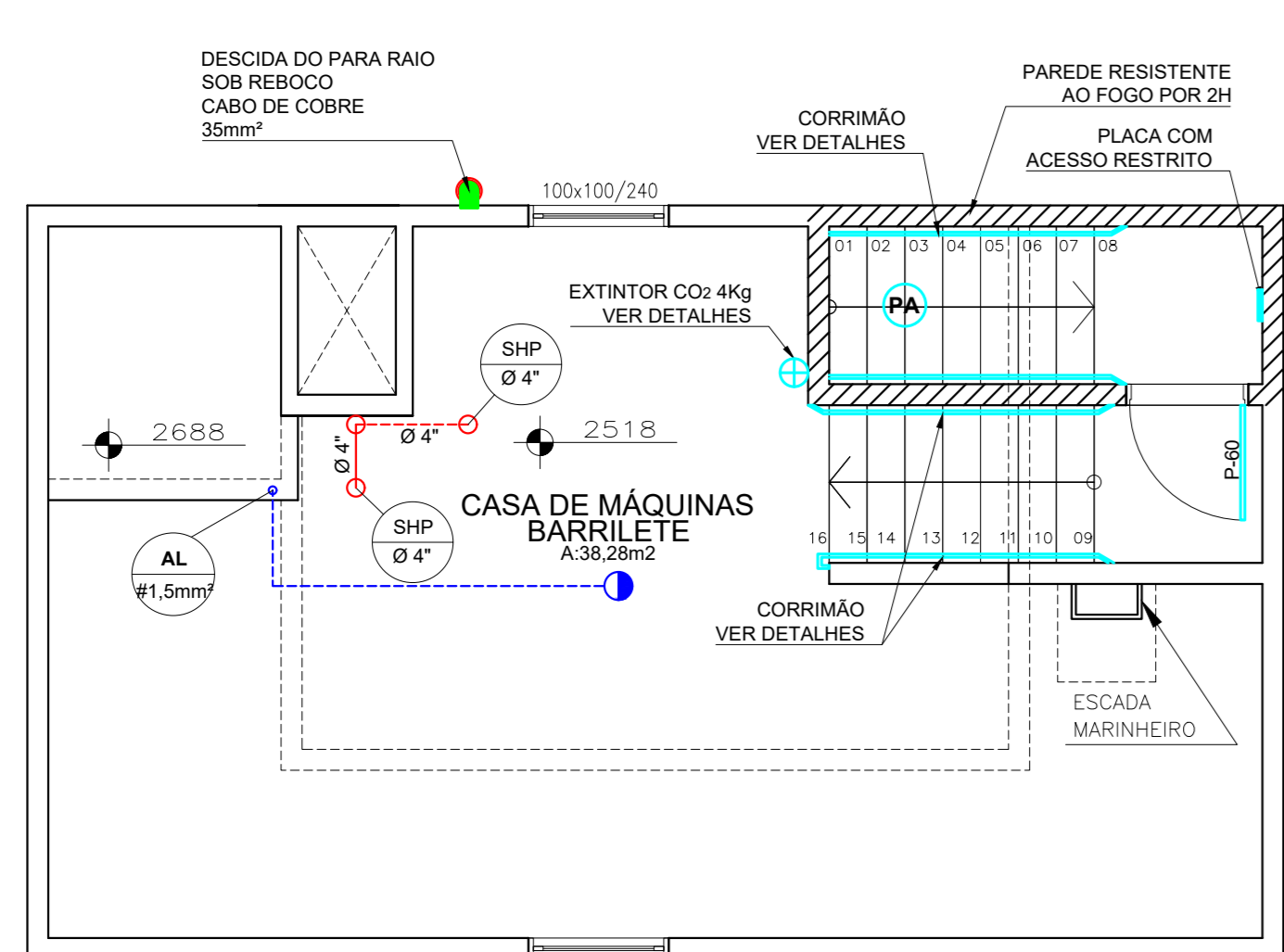


RESERVATÓRIO:
BLOCO A e B
ESCALA 1:50

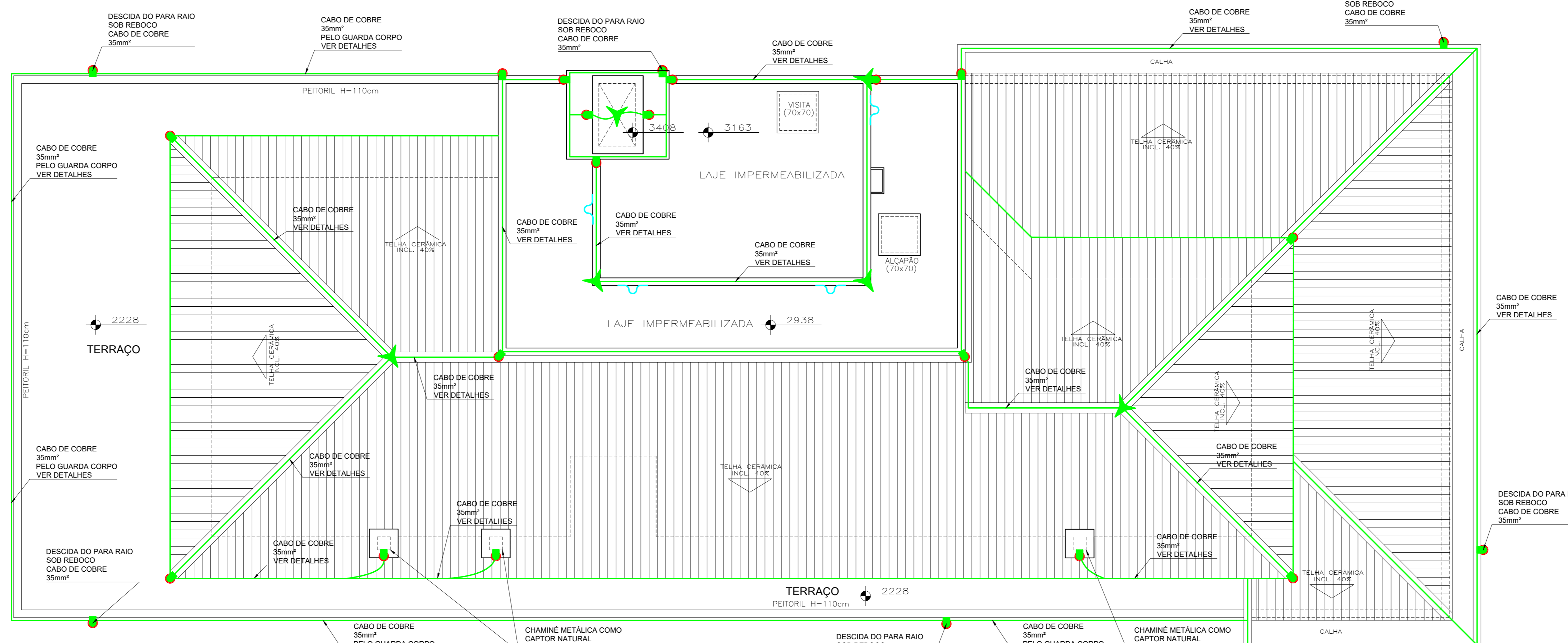


PLANTA DE COBERTURA:
BLOCO A
ESCALA 1:50

SIMBOLOGIA GERAL	
[Symbol]	CANALIZAÇÃO DE ÁGUA PARA INCÊNDIO
[Symbol]	ELETRÓDUTO ANTICHTAMA SISTEMA DE ALARME E DETECÇÃO
[Symbol]	CABO DO PARA-RAIO
[Symbol]	CANALIZAÇÃO DE GLP
[Symbol]	CANALIZAÇÃO DE GLP (ENVELOPADADA)
[Symbol]	ABRIGO P/ MANGUEIRA DO HIDRANTE
[Symbol]	UNIDADE EXTINTORA - CO2 4.0kg
[Symbol]	UNIDADE EXTINTORA - PDS 4.0kg
[Symbol]	LUMINÁRIA C/ INSCRIÇÃO "SAÍDA"
[Symbol]	LUMINÁRIA C/ SETA E INSCRIÇÃO "SAÍDA"
[Symbol]	LUMINÁRIA C/ SETA E INSCRIÇÃO "SAÍDA" - EM AMBOS OS LADOS
[Symbol]	LUMINÁRIA DE EMERGÊNCIA (BLOCO AUTÔNOMO)
[Symbol]	ILUMINAÇÃO DE 5 LUX PARA ESCADAS
[Symbol]	ILUMINAÇÃO DE 3 LUX PARA CORREDORES
[Symbol]	TOMADA P/ LUMINÁRIA DE EMERGÊNCIA
[Symbol]	ABRIGO PARA "X" MEDIDORES DE GÁS
[Symbol]	FOGÃO RESIDENCIAL 4 BOCAS COM FORNO POTÊNCIA = 117 kcal/min
[Symbol]	AQUECEDOR DE PASSAGEM 21L POTÊNCIA = 458 kcal/min
[Symbol]	REGISTRO DE CORTE FECHO RÁPIDO
[Symbol]	VENTILAÇÃO PERMANENTE SUPERIOR E INFERIOR (VER DETALHE ESPECÍFICO)
[Symbol]	ACIONADOR E SONORIZADOR DE ALARME
[Symbol]	DETECTOR AUTOMÁTICO DE FUMAÇA
[Symbol]	CENTRAL DE ALARME PARA INCÊNDIO
[Symbol]	PLACA COM O Nº DO PAVIMENTO
[Symbol]	PISO ANTIDERRAPANTE
[Symbol]	TERMINAL AÉREO h=3.50m
[Symbol]	CAIXA DE EQUIPOTENCIALIZAÇÃO
[Symbol]	DESCIDA DO PARA-RAIO PROTEGIDA POR TUBO PVC
[Symbol]	DESCIDA DO PARA-RAIO AFAPARENTE SOB REBOCO
[Symbol]	CAIXA DE ATERRAMENTO
[Symbol]	PRUMADA DO SISTEMA DE ALARME E DETECÇÃO
[Symbol]	PRUMADA DO SISTEMA HIDRÁULICO PREVENTIVO
[Symbol]	PRUMADA DO SISTEMA DE GÁS LIQUEFEITO DE PETRÓLEO
[Symbol]	GLP
[Symbol]	CONJUNTO DE CONTROLE E DE MANOBRAS
[Symbol]	RG
[Symbol]	REGISTRO DE GAVETA
[Symbol]	VR
[Symbol]	VALVULA DE RETENÇÃO
[Symbol]	HR
[Symbol]	HIDRANTE DE RECALQUE
[Symbol]	AG
[Symbol]	AÇO GALVANIZADO

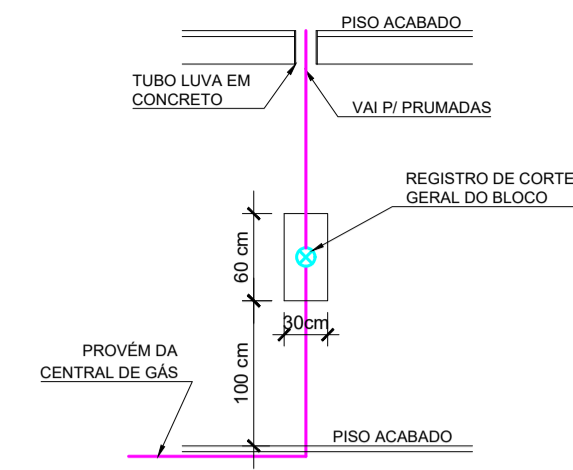


CASA DE MÁQUINAS E BARRILETE:
BLOCO A e B
ESCALA 1:50

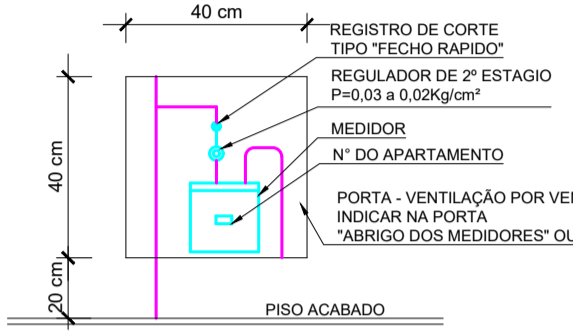


PLANTA DE COBERTURA:
BLOCO B
ESCALA 1:50

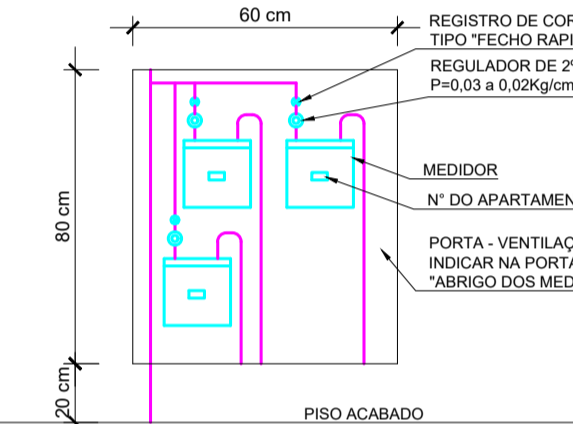
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO			
TÍTULO: PROJETO PREVENTIVO CONTRA INCÊNDIO DE RESIDENCIAL MULTIFAMILIAR			
ACADÊMICO: EDUARDO LENTZ CARVALHO	MATRÍCULA: 11200416	DATA: JUN/2017	
CONTEÚDO: PLANTA DE COBERTURA BLOCO B PLANTA DE COBERTURA BLOCO A RESERVATÓRIO BARRILETE			05/08 SÉRIE: INDICADA



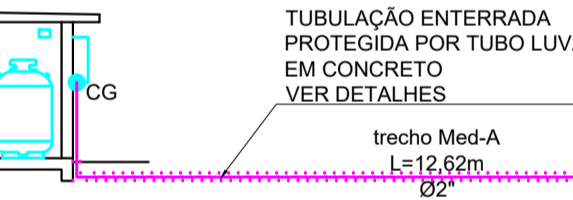
REGISTRO DE CORTE GERAL DO BLOCO B S/ ESC.



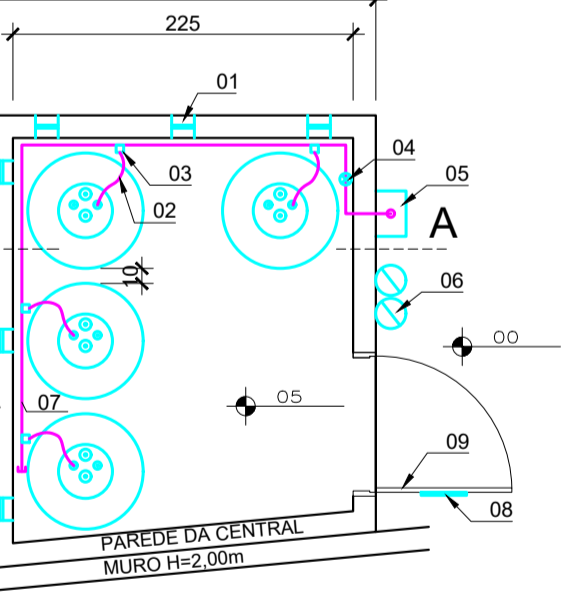
VISTA INTERNA DO ABRIGO PARA 01 MEDIDOR DE GLP S/ ESC.



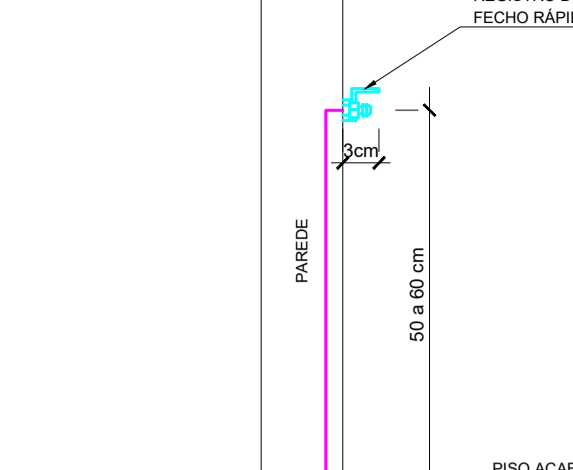
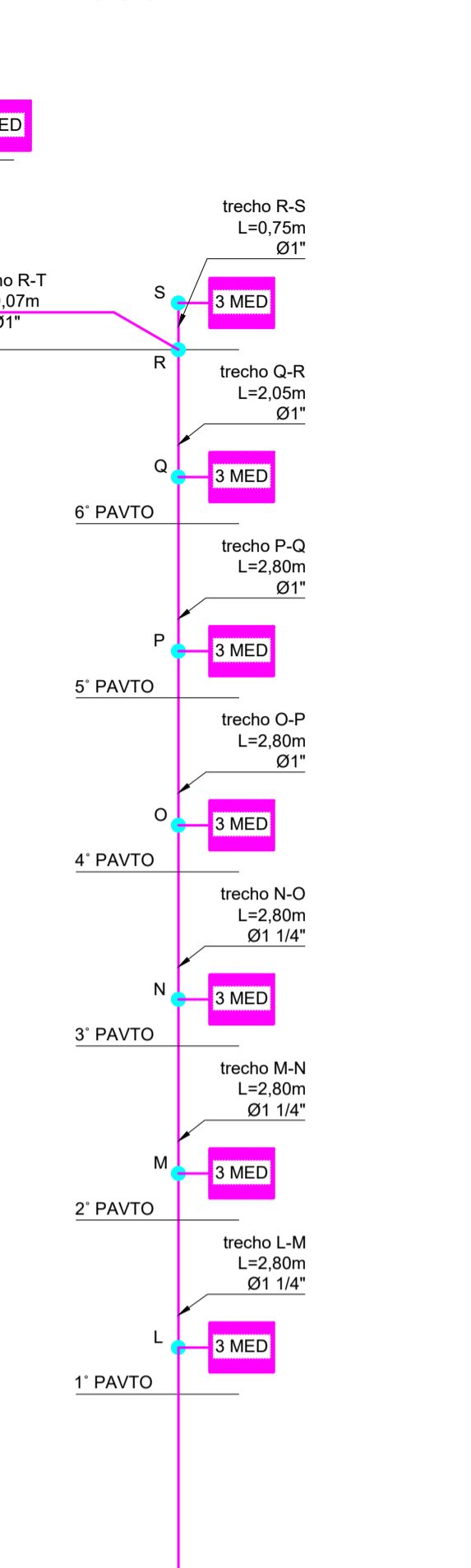
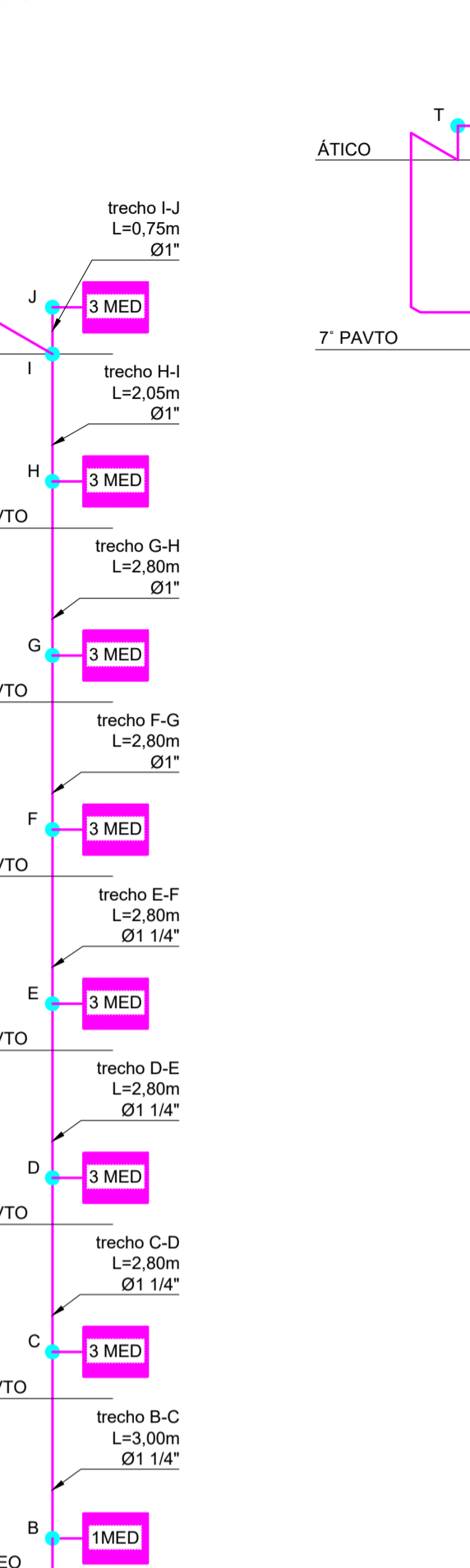
VISTA INTERNA DO ABRIGO PARA 03 MEDIDORES DE GLP S/ ESC.



TUBULAÇÃO ENTERRADA PROTEGIDA POR TUBO LUVA EM CONCRETO VER DETALHES

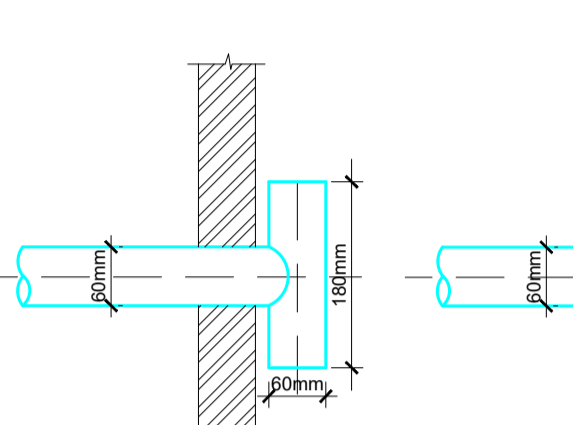


PLANTA BAIXA

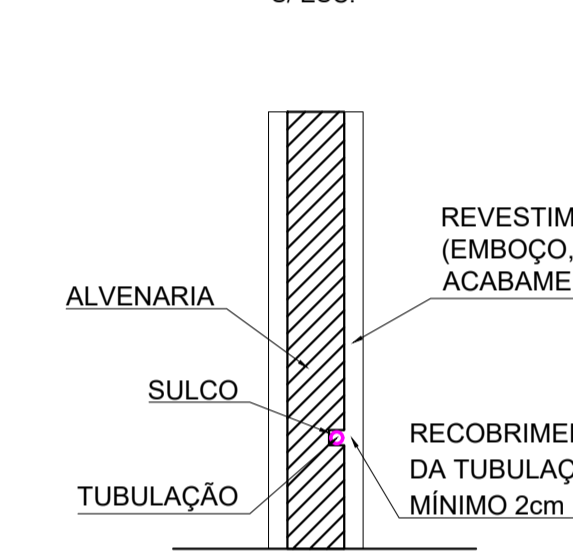


REGISTRO DE CORTE FECHO RÁPIDO

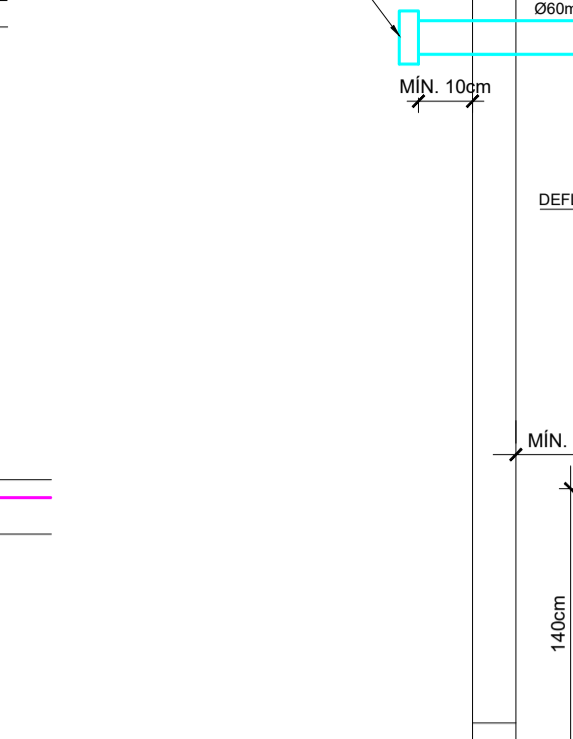
TERMINAL PARA LIGAÇÃO DO FOGÃO S/ ESC.



TERMINAL CIRCULAR S/ ESC.



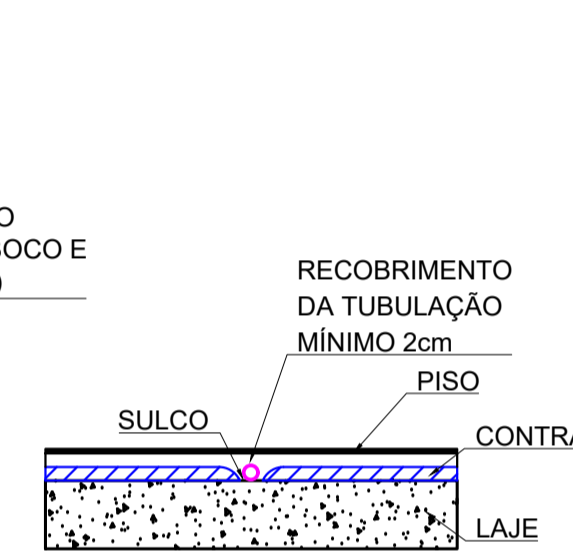
EMBUIDA NA PAREDE



AQUECEDOR S/ ESC.

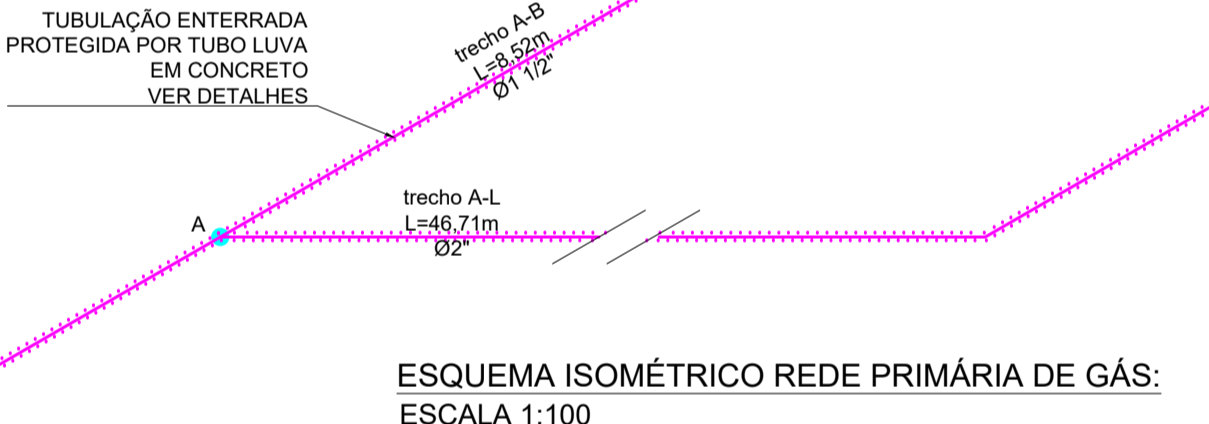


EMBUIDA NO PISO



ENTERRADA

TUBUALÇÃO: S/ ESC.



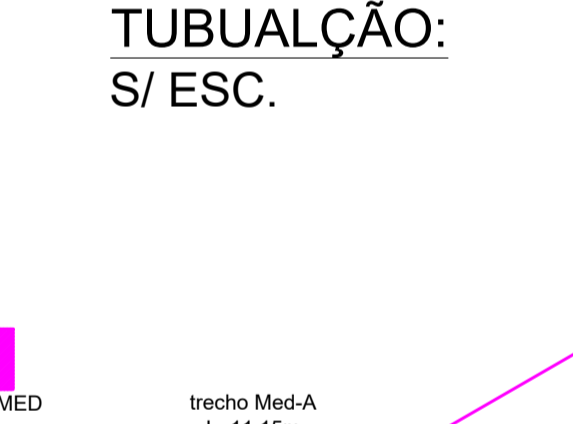
ESQUEMA ISOMÉTRICO REDE PRIMÁRIA DE GÁS: ESCALA 1:100



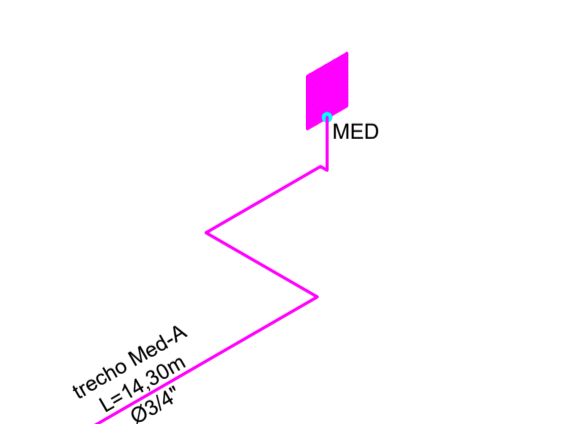
ESQUEMA ISOMÉTRICO REDE SECUNDÁRIA DE GÁS: APTOS 103 A 703 BLOCO A ESCALA 1:100



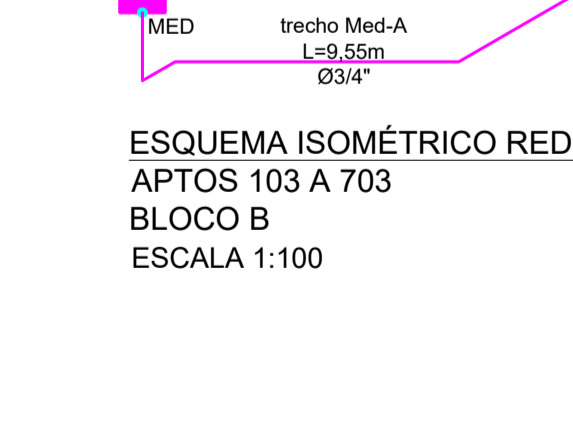
ESQUEMA ISOMÉTRICO REDE SECUNDÁRIA DE GÁS: APTOS 101 A 701 BLOCO A E BLOCO B ESCALA 1:100



ESQUEMA ISOMÉTRICO REDE SECUNDÁRIA DE GÁS: APTOS 103 A 703 BLOCO B ESCALA 1:100

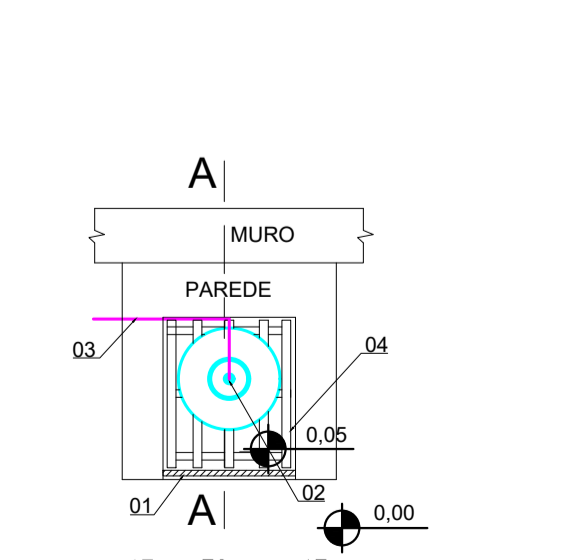


ESQUEMA ISOMÉTRICO REDE SECUNDÁRIA DE GÁS: APTOS 102 A 702 BLOCO A E BLOCO B ESCALA 1:100



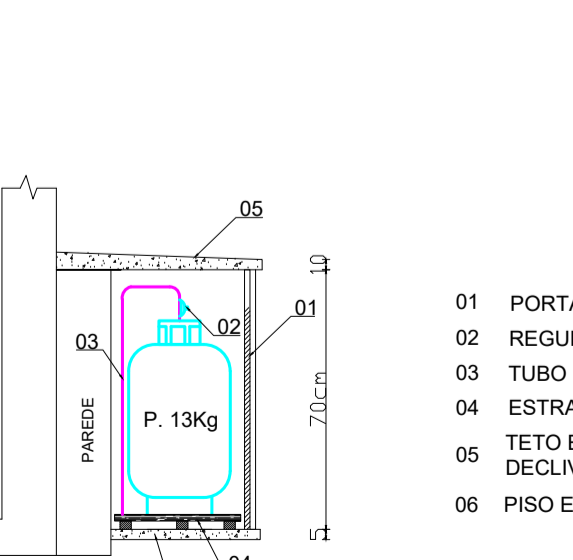
ESQUEMA ISOMÉTRICO REDE SECUNDÁRIA DE GÁS: ÁTICO BLOCO A E BLOCO B ESCALA 1:100

CENTRAL DE GÁS: ESCALA 1:50



ABRIGO P/ BOTTIÃO DE GLP-13Kg S/ ESC.

CORTE A-A

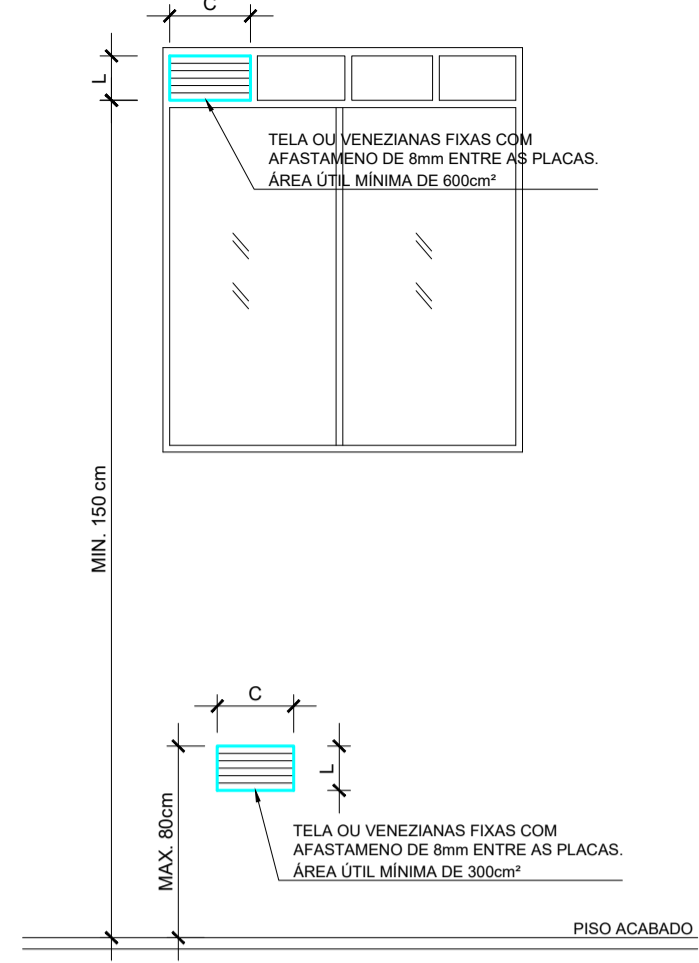


CORTE A-A S/ ESC.

- ABERTURA PARA VENTILAÇÃO (15x10cm) C/ TELA QUEBRA-CHAMA ENTRE 2 E 5mm, AO NÍVEL DO PISO E TETO, A CADA METRO LINEAR
- PIG-TAIL d=6,4mm (COBRE OU BORRACHA)
- TREDOLET COM VALVULA DE RETENÇÃO
- REGISTRO DE PARAGEM DE FECHO RÁPIDO
- ABRIGO DO CONJUNTO DE CONTROLE E MANOBRA (VER DETALHE)
- EXTINTORES (POS 4kg)
- GAMBIARRA d=3/4"
- PLACA OU INSCRIÇÃO NA PORTA OU PAREDE "CUIDADO CENTRAL DE GÁS" LETRAS NA COR PRETA SOBRE FUNDO AMARELO
- PORTA (90x170cm) TODA EM VENEZIANAS ESPACADAS DE 8mm, COM ENCAIXE EM QUADRO INCOMBUSTIVEL
- PAREDE DE CONCRETO RESISTENTE AO FOGO POR 04 HORAS
- PISO EM CONCRETO COM ESPESURA MÍNIMA DE 5cm
- TETO EM CONCRETO COM 10 cm DE ESPESURA, COM DECLIVIDADE MÍNIMA PARA O ESCOAMENTO DA ÁGUA

- PORTA METÁLICA TIPO GRADE OU VENEZIANAS (Espacamento=8mm)
- REGULADOR DE ESTÁGIO ÚNICO C/ REGISTRO DE CORTE (TIPO FECHO RÁPIDO)
- TUBO DE COBRE 3/8"
- ESTRADO DE MADEIRA TIPO GRADE
- TETO EM CONCRETO COM 10 cm DE ESPESURA, COM DECLIVIDADE MÍNIMA PARA O ESCOAMENTO DA ÁGUA
- PISO EM CONCRETO COM ESPESURA MÍNIMA DE 5cm

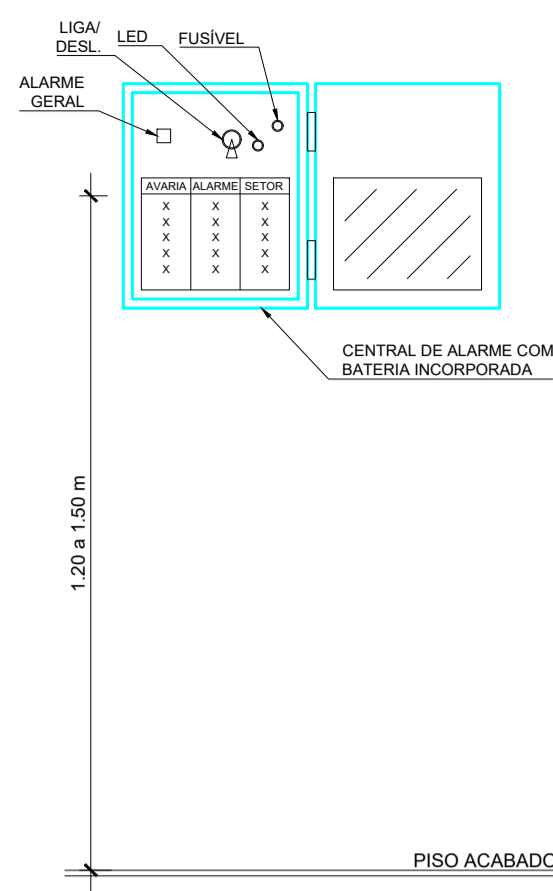
SIMBOLOGIA GERAL	
	CANALIZAÇÃO DE ÁGUA PARA INCÊNDIO
	ELETRODUTO ANTICHAMA SISTEMA DE ALARME E DETECÇÃO
	CABO DO PARA-RAIO
	CANALIZAÇÃO DE GLP
	CANALIZAÇÃO DE GLP (ENVELOPADA)
	ABRIGO P/ MANGUEIRA DO HIDRANTE
	UNIDADE EXTINTORA - CO2 4,0kg
	UNIDADE EXTINTORA - POS 4,0kg
	LUMINÁRIA C/ INSCRIÇÃO "SAÍDA"
	LUMINÁRIA C/ SETA E INSCRIÇÃO "SAÍDA"
	LUMINÁRIA C/ SETA E INSCRIÇÃO "SAÍDA" EM AMBOS OS LADOS
	LUMINÁRIA DE EMERGÊNCIA (BLOCO AUTÔNOMO)
	ILUMINAÇÃO DE 5 LUX PARA ESCADAS
	ILUMINAÇÃO DE 3 LUX PARA CORREDORES
	TOMADA P/ LUMINÁRIA DE EMERGÊNCIA
	ABRIGO PARA "X" MEDIDORES DE GÁS
	F4 FOGÃO RESIDENCIAL 4 BOCAS COM FORNO POTÊNCIA = 117 kcal/min
	AQ 458 AQUECEDOR DE PASSAGEM 21L POTÊNCIA = 458 kcal/min
	RC REGISTRO DE CORTE FECHO RÁPIDO S/ ESC.
	VENTILAÇÃO PERMANENTE SUPERIOR E INFERIOR (VER DETALHE ESPECÍFICO)
	ACIONADOR E SONORIZADOR DE ALARME
	DETECTOR AUTOMÁTICO DE FUMAÇA
	CENTRAL DE ALARME PARA INCÊNDIO
	PLACA COM O Nº DO PAVIMENTO
	PISO ANTIDERRAPANTE
	TERMINAL AÉREO h=0,50m
	CAIXA DE EQUIPOTENCIALIZAÇÃO
	DESCIDA DO PARA-RAIO PROTEGIDA POR TUBO PVC
	DESCIDA DO PARA-RAIO APARENTE SOB REBOCO
	CAIXA DE ATERRAMENTO
	AL PRUMADA DO SISTEMA DE ALARME E DETECÇÃO
	SHP PRUMADA DO SISTEMA HIDRÁULICO PREVENTIVO DE PETRÓLEO
	GLP PRUMADA DO SISTEMA DE GÁS LIQUEFEITO DE PETRÓLEO
	CG CONJUNTO DE CONTROLE DE MANOBRA
	RG REGISTRO DE GAVETA
	VR VALVULA DE RETENÇÃO
	HR HIDRANTE DE RECALQUE
	AG AÇO GALVANIZADO



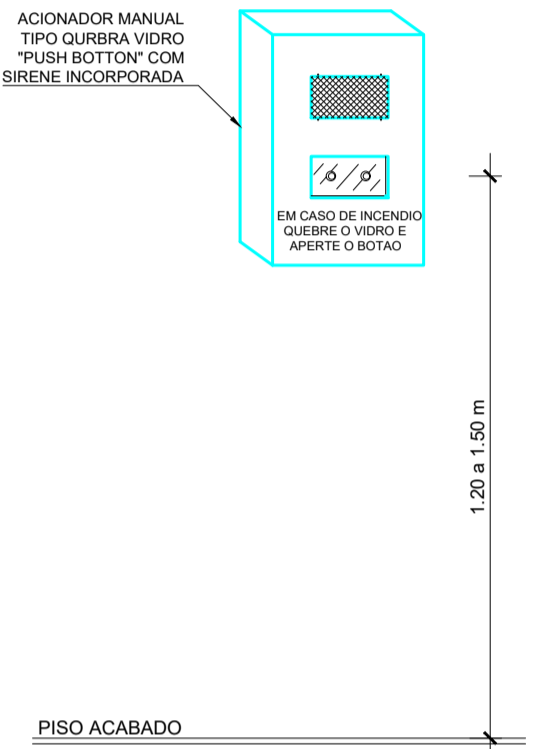
DETALHE DA VENTILAÇÃO PERMANENTE EM JANELAS PARA ÁREAS COM USO DE G.L.P. S/ ESC.

OBS.: ÁREA MÍNIMA DE VENTILAÇÃO = 900cm² A INSTALAÇÃO DE VENEZIANAS NÃO PODERÁ REDUZIR A ÁREA ÚTIL EXIGIDA.

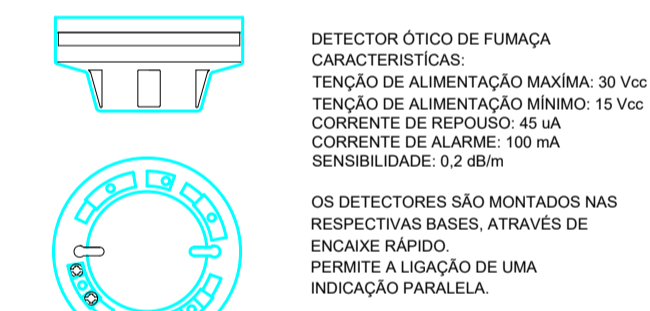
DIMENSIONAMENTO:
 $VP = 1,5 \times POTÊNCIA \text{ DOS APARELHOS}$
 $VP = 1,5 \times (117 + 458) = 862,5 \text{ cm}^2$
 $VP_s = 400 \text{ cm}^2$
 $VP_i = 33\% \times VP$
 $VP_i = 33\% \times 862,5 = 284,62 \text{ cm}^2$
 ADOTADO
 $VP_s = 600 \text{ cm}^2$ L=20cm C=30cm
 $VP_i = 300 \text{ cm}^2$ L=15cm C=20cm



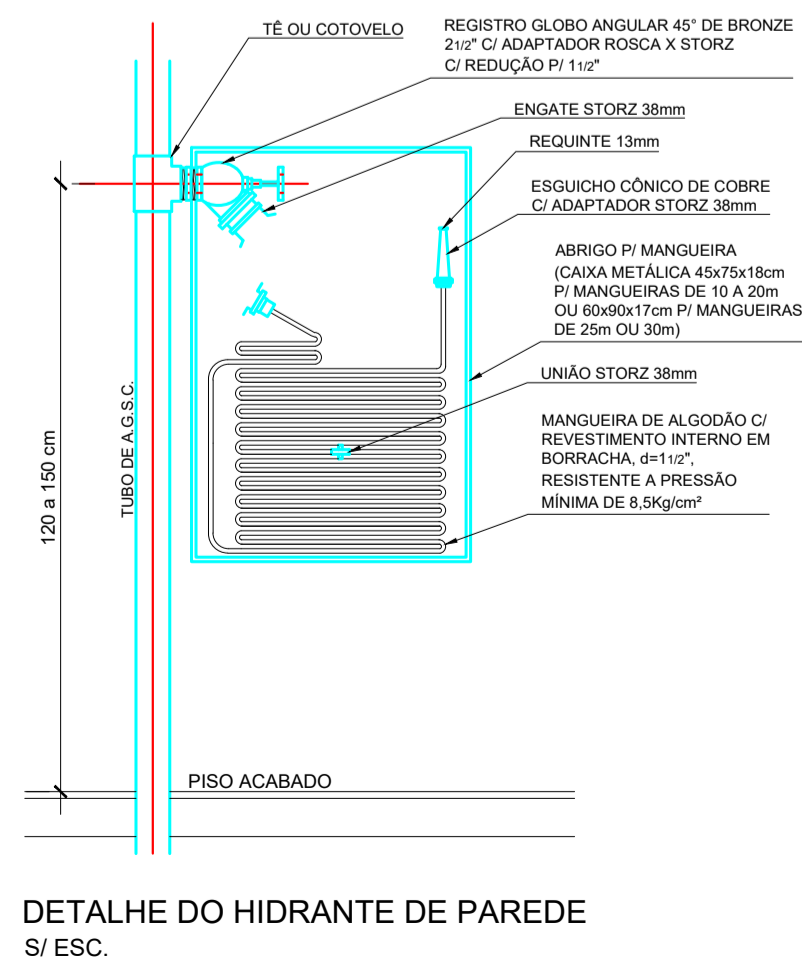
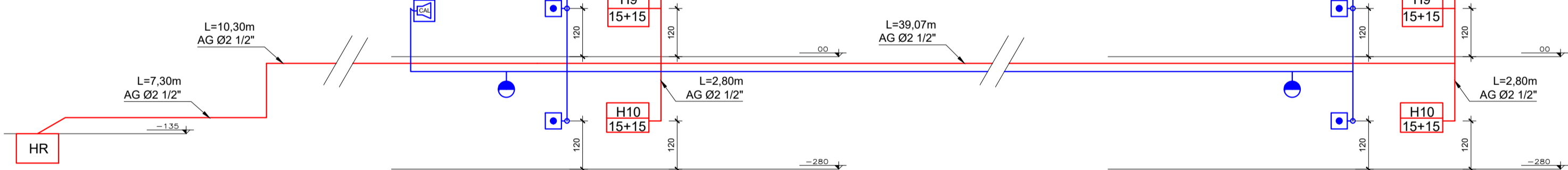
CENTRAL DE ALARME S/ ESC.



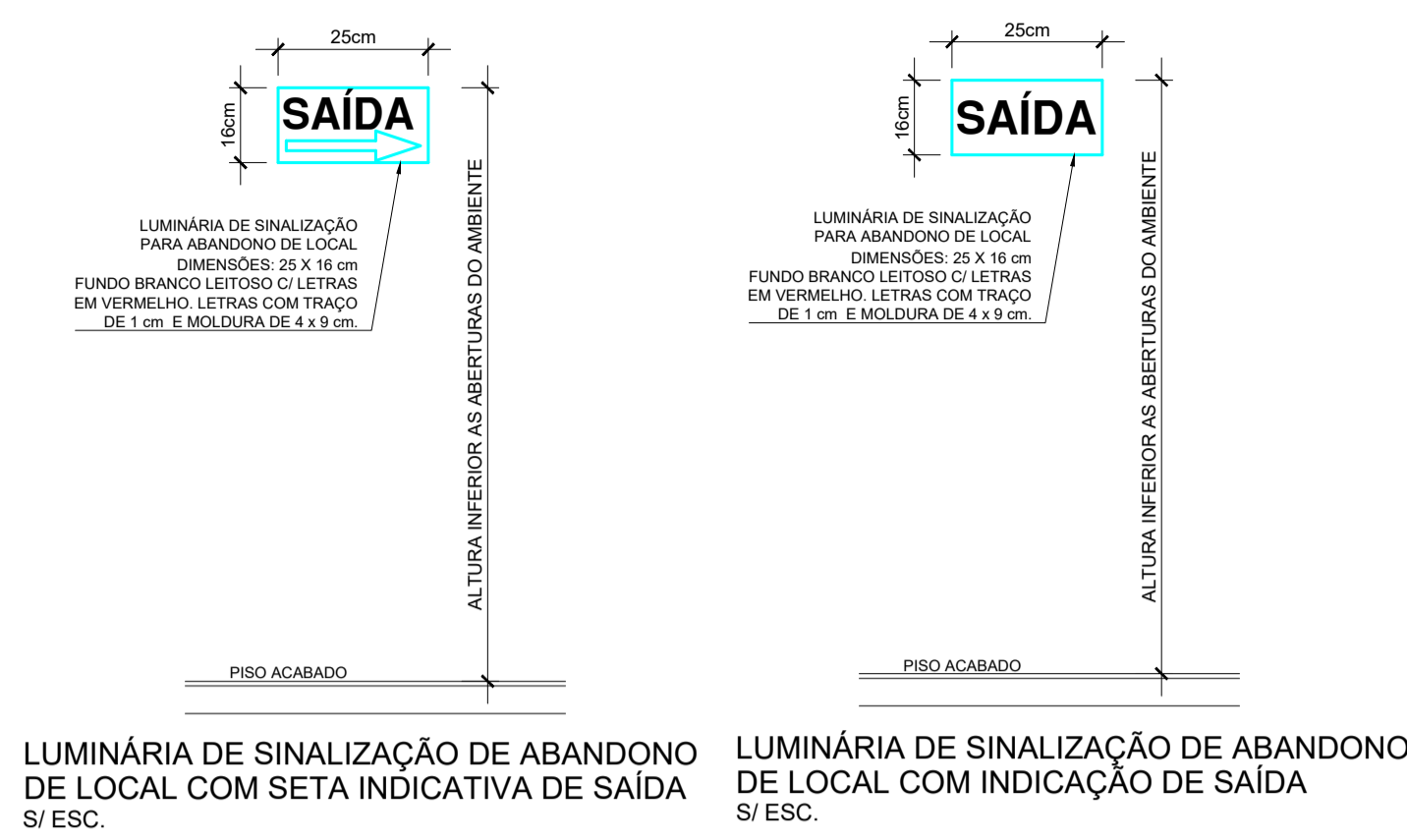
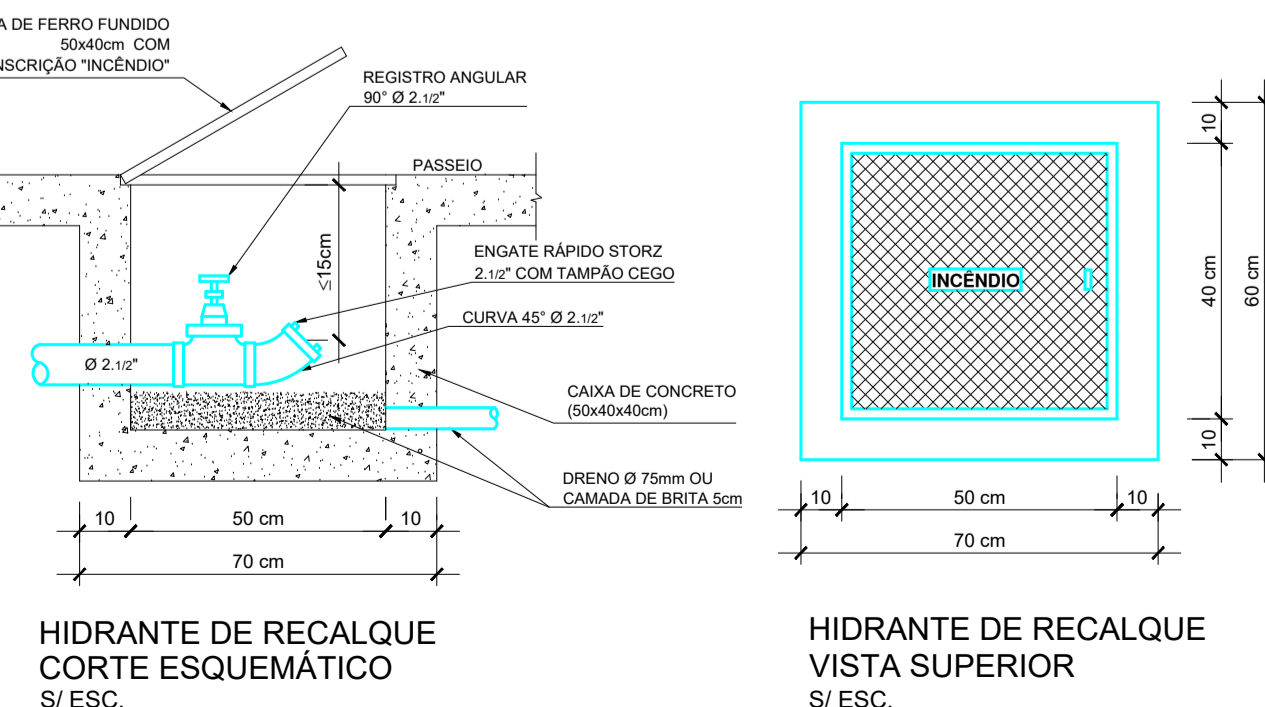
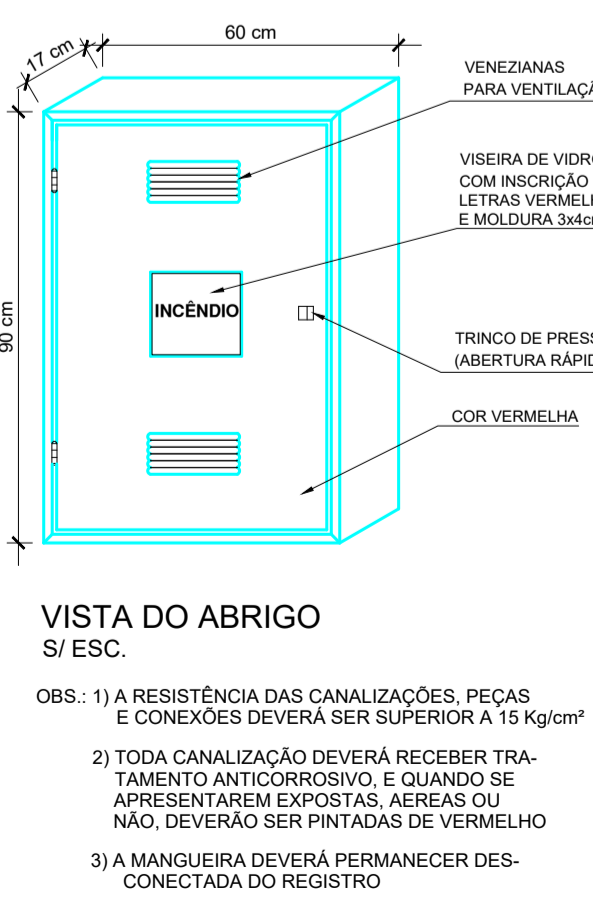
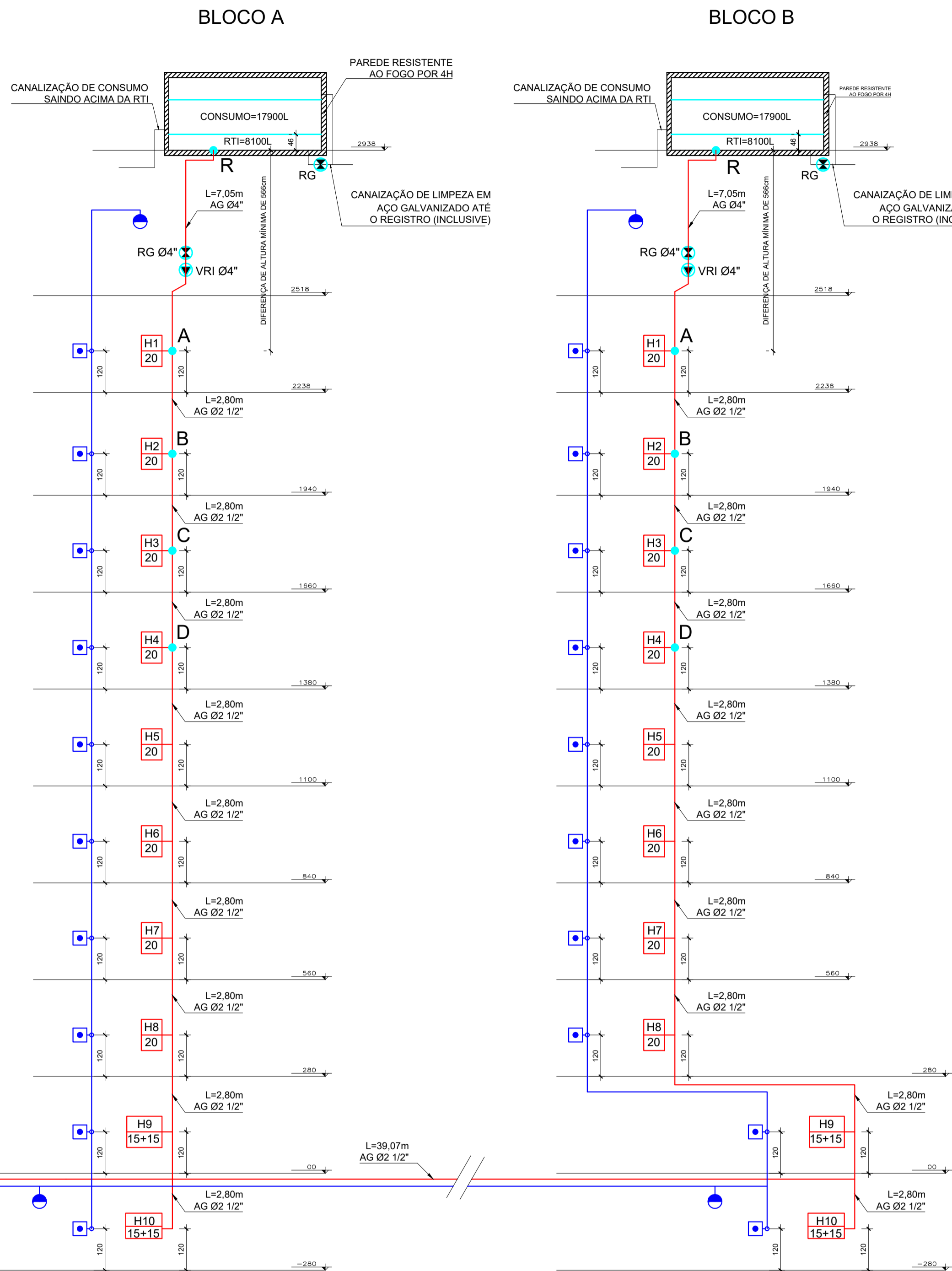
ACIONADOR E SONORIZADOR DO SISTEMA DE ALARME S/ ESC.



DETALHE DO DETECTOR DE FUMAÇA SISTEMA DE ATUAÇÃO ÓTICA S/ ESC.



DETALHE DO HIDRANTE DE PAREDE S/ ESC.

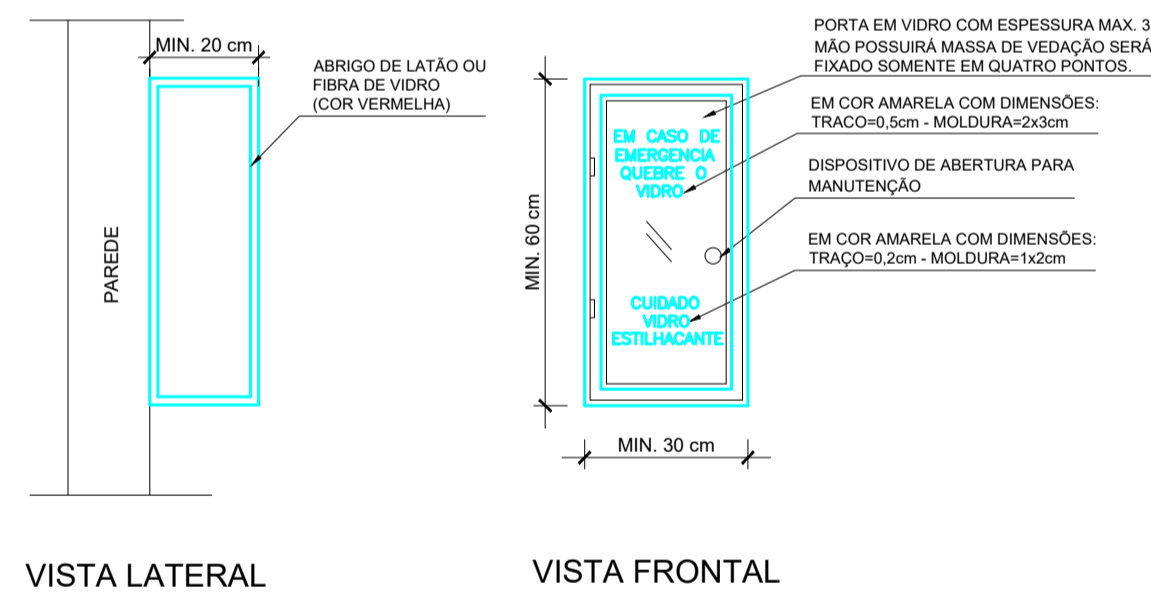


LUMINÁRIA DE SINALIZAÇÃO DE ABANDONO DE LOCAL COM SETA INDICATIVA DE SAÍDA S/ ESC.

LUMINÁRIA DE SINALIZAÇÃO DE ABANDONO DE LOCAL COM INDICAÇÃO DE SAÍDA S/ ESC.

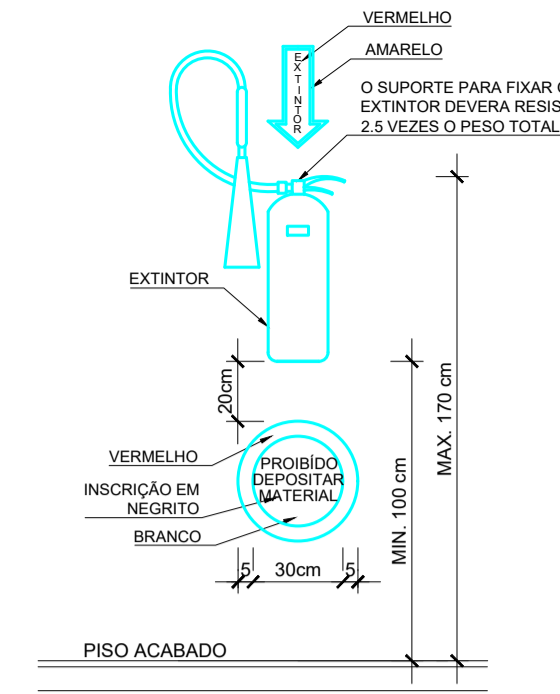
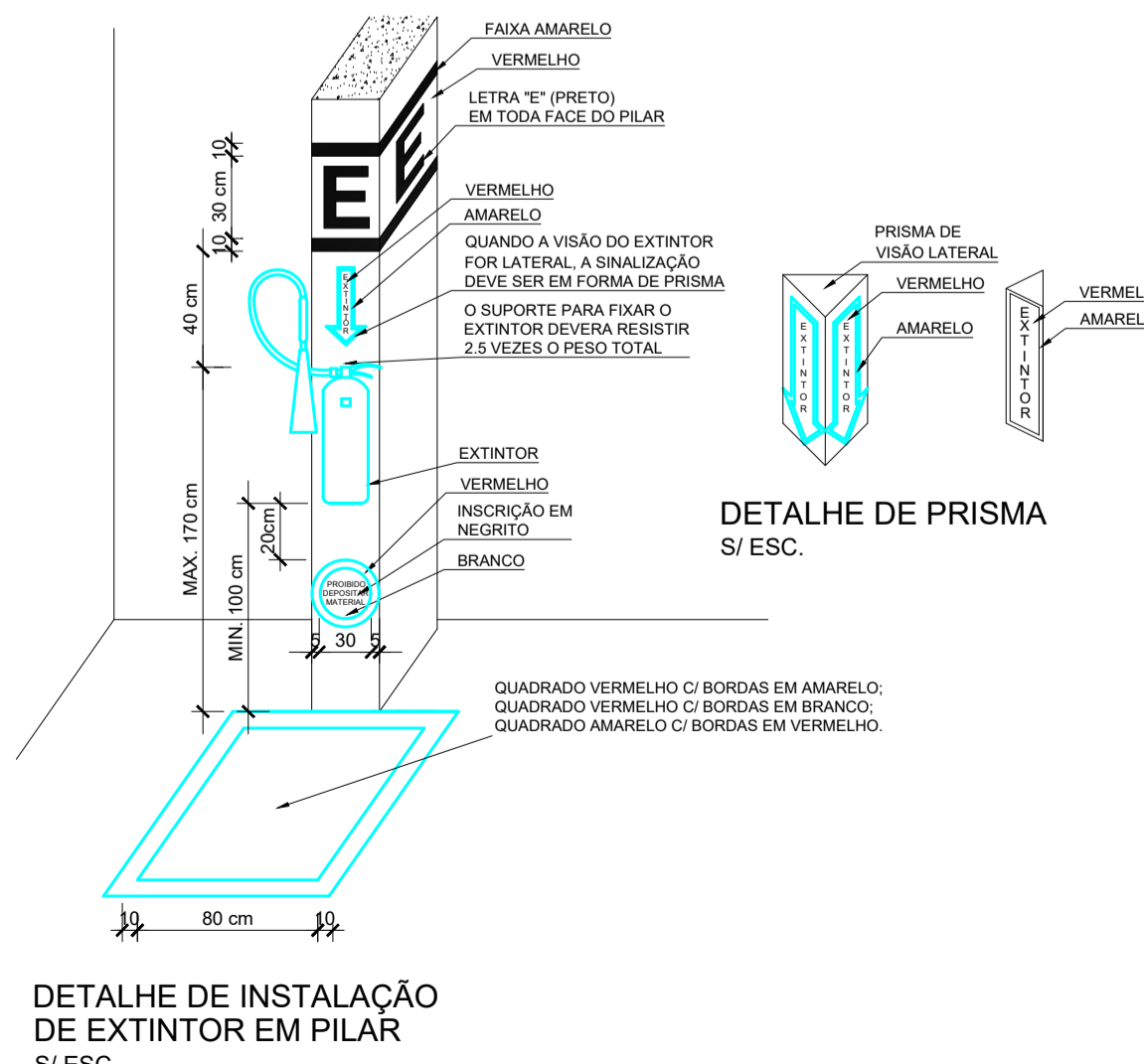
- OBSERVAÇÕES:
- ILUMINAÇÃO DE EMERGÊNCIA
 - FONTE: BLOCO AUTÔNOMO (BATERIA INCORPORADA)
 - AUTONOMIA DO SISTEMA: UMA (1) HORA, NO MÍNIMO
 - NÍVEL DE ILUMINAMENTO (AO NÍVEL DO PISO):
5 LUX EM LOCAIS C/ DESNIVEIS
3 LUX EM LOCAIS PLANOS
 - LÂMPADAS: FLUORESCENTES - 15 W
 - CONDUTORES: FIOS PIRASTIC ANTIFLAN OU SIMILAR PROTEGIDOS POR ELETRODUTOS DE PVC RÍGIDO
 - AS LUMINÁRIAS NÃO DEVEM SER INSTALADAS EM ALTURAS SUPERIORES AS ABERTURAS DO AMBIENTE (CERCA DE 2,10 m).
 - ILUMINAÇÃO DE SINALIZAÇÃO E ORIENTAÇÃO
 - FLUXO LUMINOSO: 30 LUMENS
 - AUTONOMIA DO SISTEMA: UMA (1) HORA, NO MÍNIMO.

LUMINÁRIA BLOCO AUTÔNOMO DETALHE GÊNÉRICO S/ ESC.



ABRIGO PARA EXTINTOR EM ÁREAS SEM VIGILÂNCIA OU DESCOBERTAS S/ ESC.

OBS.: PARA 01(UM) EXTINTOR



EXTINTOR DE INCENDIO S/ ESC.

SIMBOLOGIA GERAL	
	CANALIZAÇÃO DE ÁGUA PARA INCENDIO
	ELETRODUTO ANTICHAMA SISTEMA DE ALARME E DETECCAO
	CABO DO PARA-RAIO
	CANALIZAÇÃO DE GLP
	CANALIZAÇÃO DE GLP (ENVELOPADA)
	ABRIGO P/ MANGUEIRA DO HIDRANTE
	UNIDADE EXTINTORA - CO2 4,0kg
	UNIDADE EXTINTORA - POS 4,0kg
	LUMINÁRIA C/ INSCRIÇÃO "SAÍDA"
	LUMINÁRIA C/ SETA E INSCRIÇÃO "SAÍDA" EM AMBOS OS LADOS
	LUMINÁRIA C/ SETA E INSCRIÇÃO "SAÍDA" EM AMBOS OS LADOS
	LUMINÁRIA DE EMERGÊNCIA (BLOCO AUTÔNOMO)
	ILUMINAÇÃO DE 5 LUX PARA ESCADAS
	ILUMINAÇÃO DE 3 LUX PARA CORREDORES
	TOMADA P/ LUMINÁRIA DE EMERGÊNCIA
	ABRIGO PARA "X" MEDIDORES DE GÁS
	F4 FOGÃO RESIDENCIAL 4 BOCAS COM FORNO POTÊNCIA = 117 kcal/min
	I17 FOGÃO RESIDENCIAL 4 BOCAS COM FORNO POTÊNCIA = 117 kcal/min
	AQ AQUECEDOR DE PASSAGEM 21L POTÊNCIA = 458 kcal/min
	RC REGISTRO DE CORTE FECHO RÁPIDO
	VENTILAÇÃO PERMANENTE SUPERIOR E INFERIOR (VER DETALHE ESPECÍFICO)
	ACIONADOR E SONORIZADOR DE ALARME
	DETECTOR AUTOMÁTICO DE FUMAÇA
	CENTRAL DE ALARME PARA INCENDIO
	PLACA COM O Nº DO PAVIMENTO
	PISO ANTIDERRAPANTE
	TERMINAL AÉREO n=0,50m
	CAIXA DE EQUIPOTENCIALIZAÇÃO
	DESCIDA DO PARA-RAIO PROTEGIDA POR TUBO PVC
	DESCIDA DO PARA-RAIO APARENTE SOB REBOCO
	CAIXA DE ATERRAMENTO
	AL ALARME GERAL
	SHP PRUMADA DO SISTEMA HIDRÁULICO PREVENTIVO DE DETECCAO
	SHP PRUMADA DO SISTEMA DE GÁS LIQUEFEITO DE PETRÓLEO
	CG CONJUNTO DE CONTROLE DE MANOBRA
	RG REGISTRO DE GAVETA
	VR VALVULA DE RETENÇÃO
	HR HIDRANTE DE RECALQUE
	AG AÇO GALVANIZADO

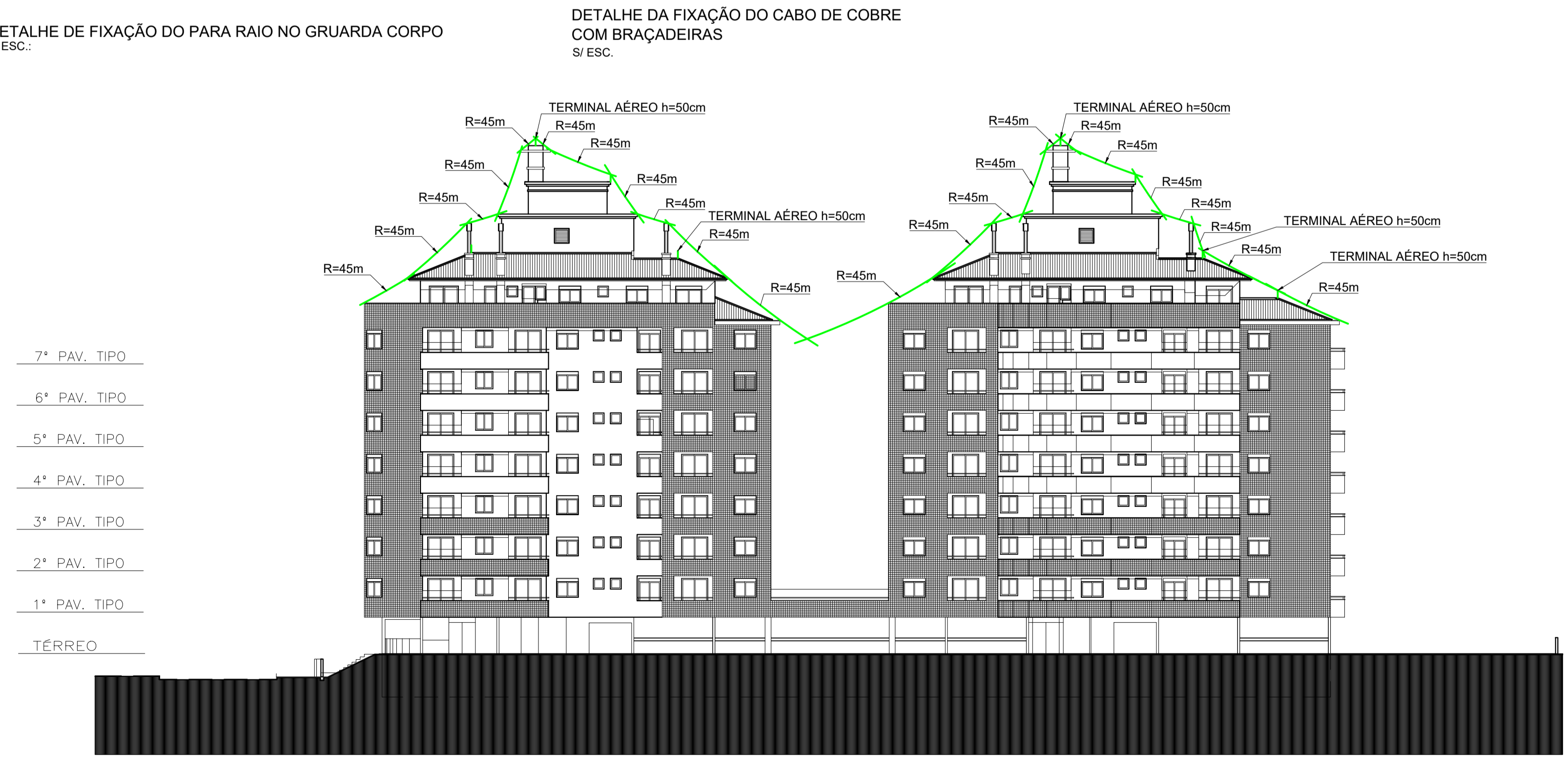
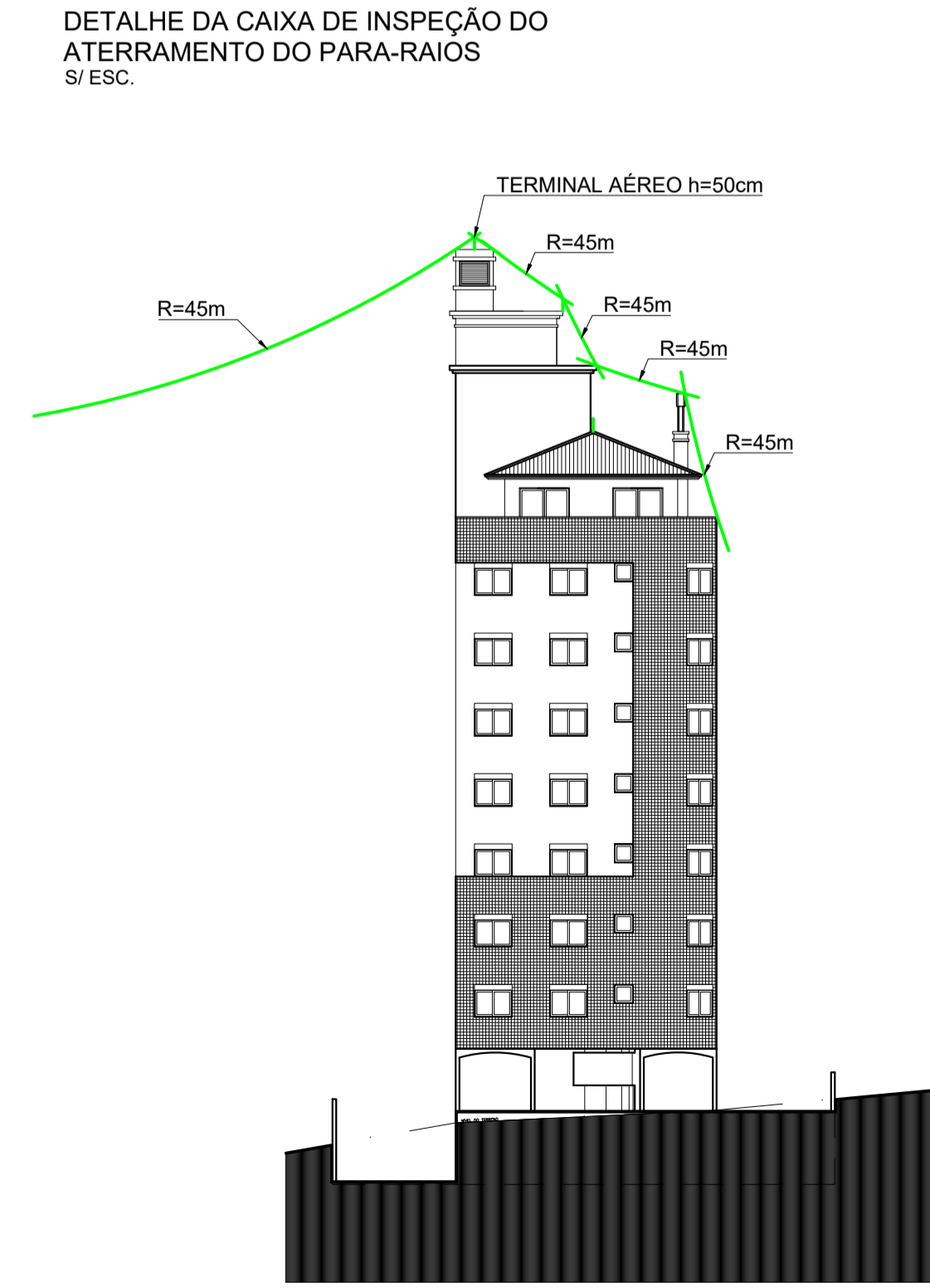
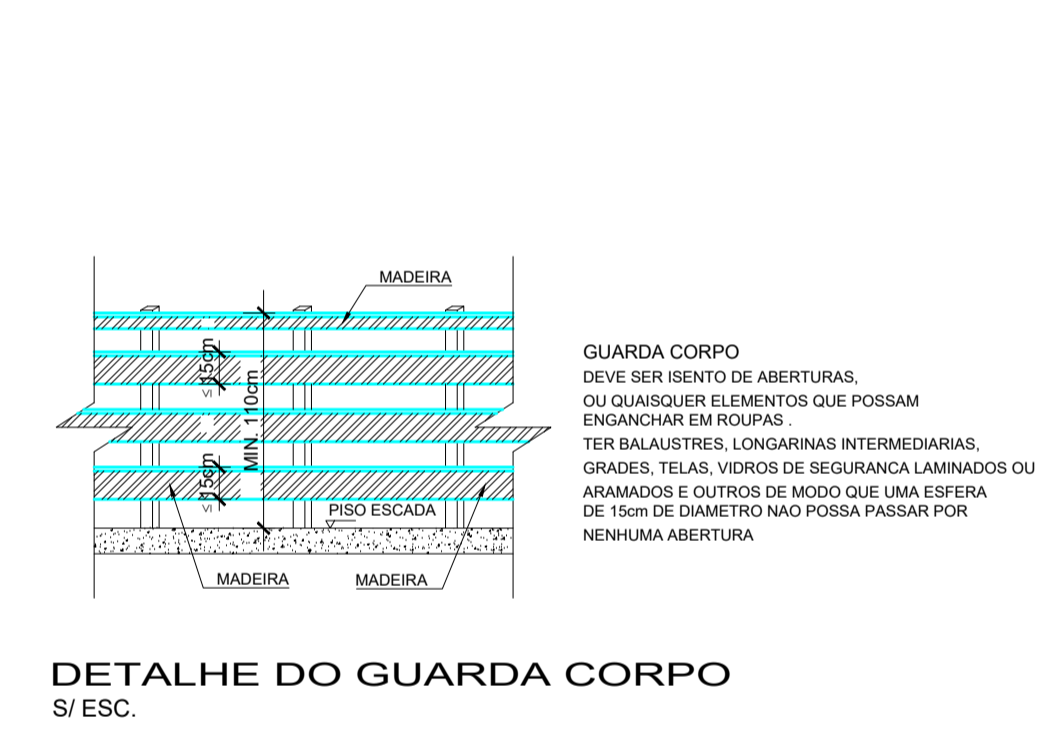
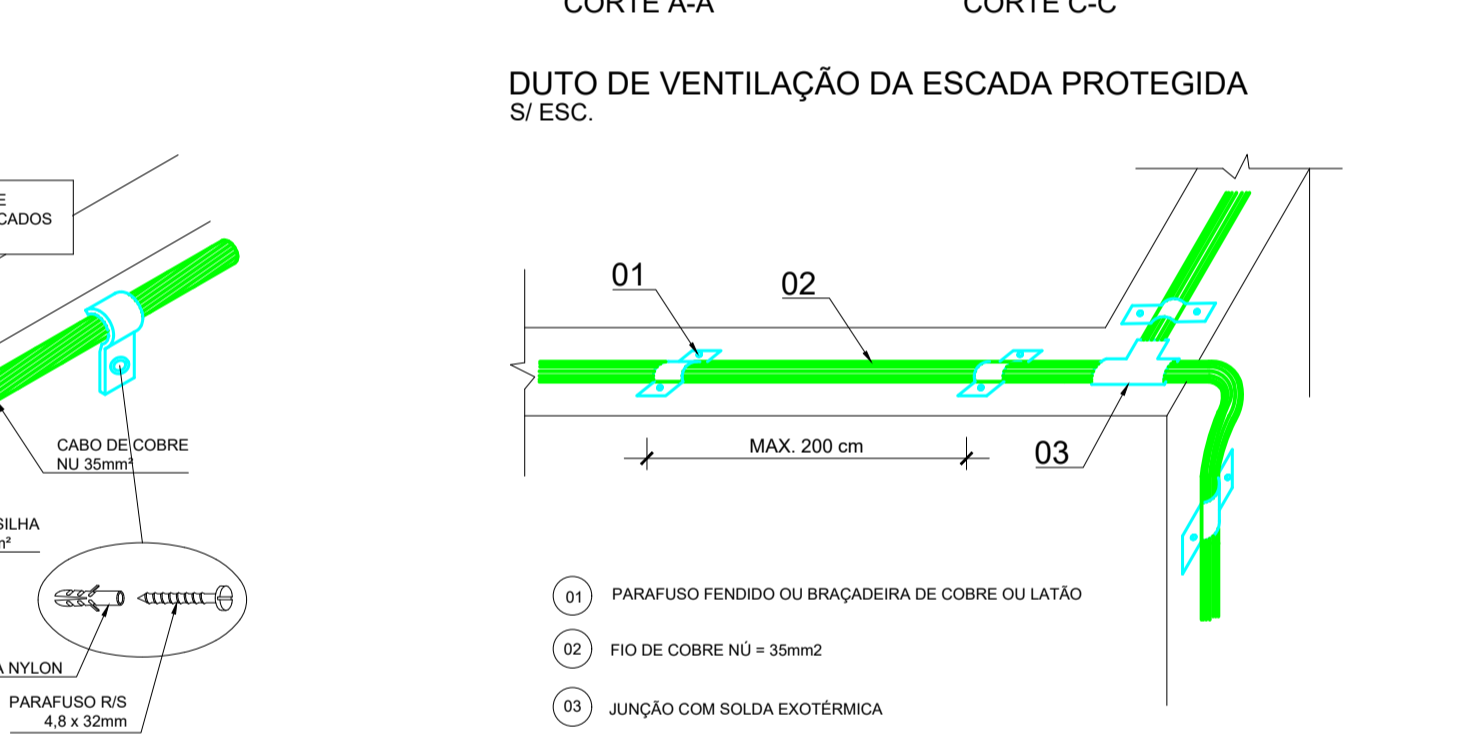
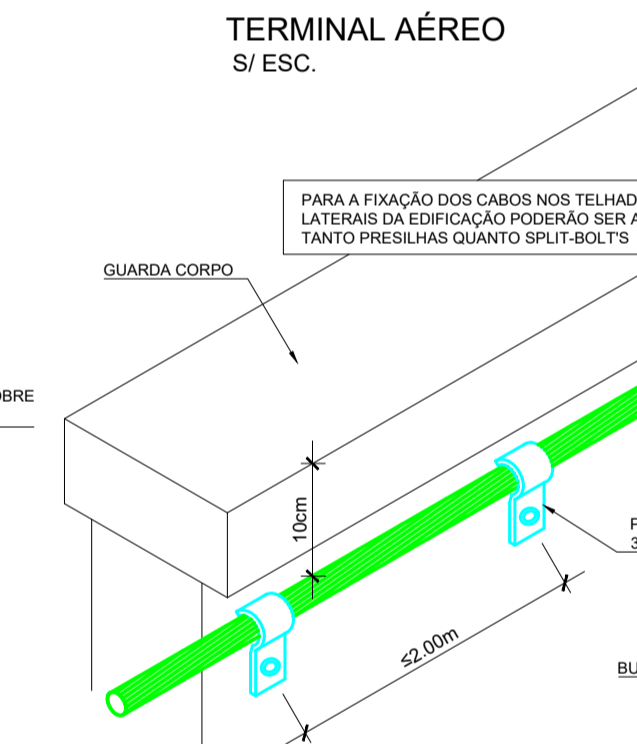
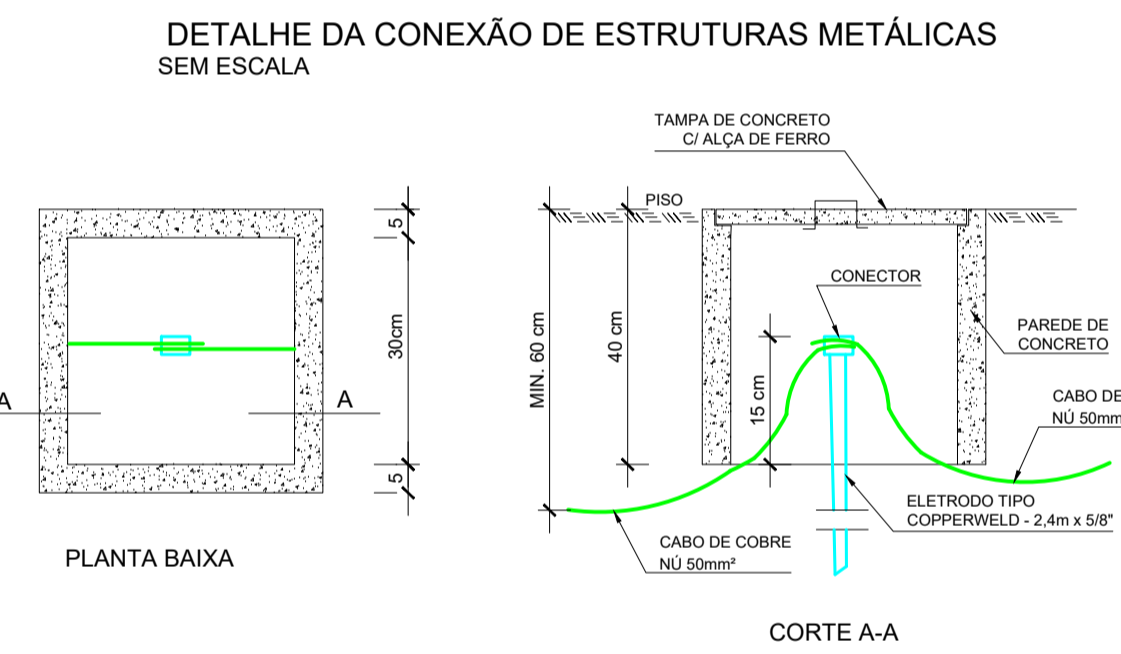
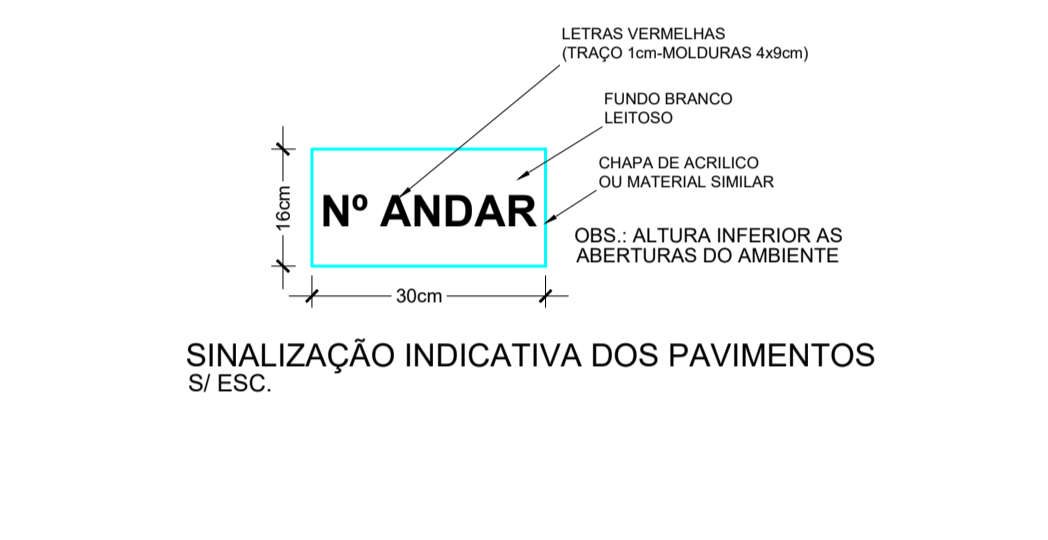
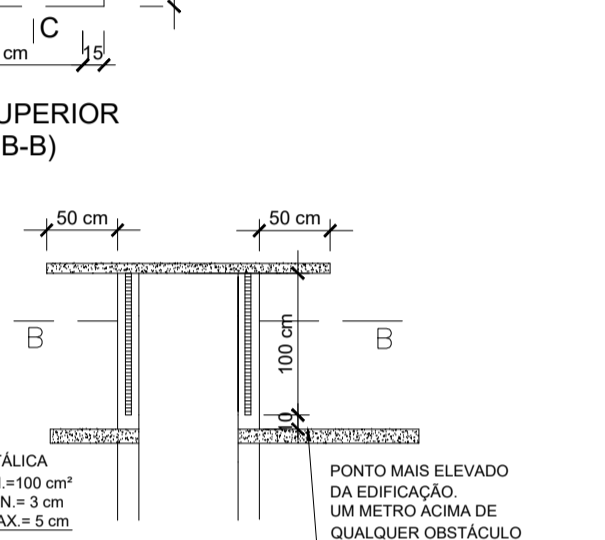
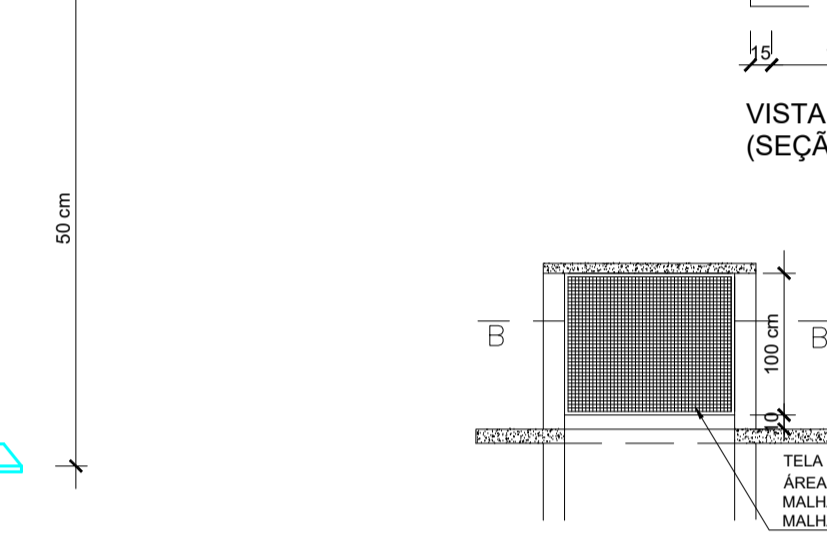
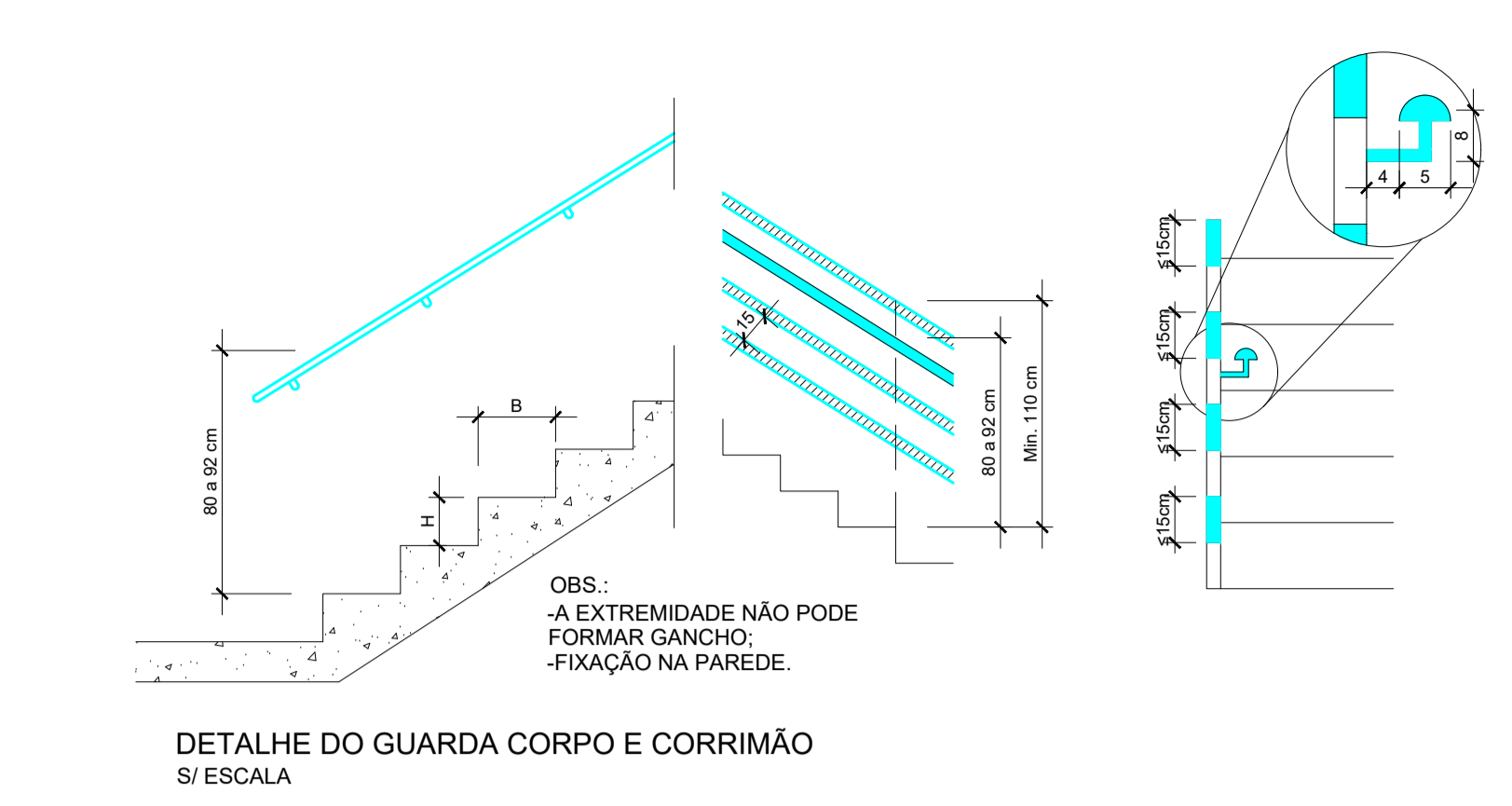
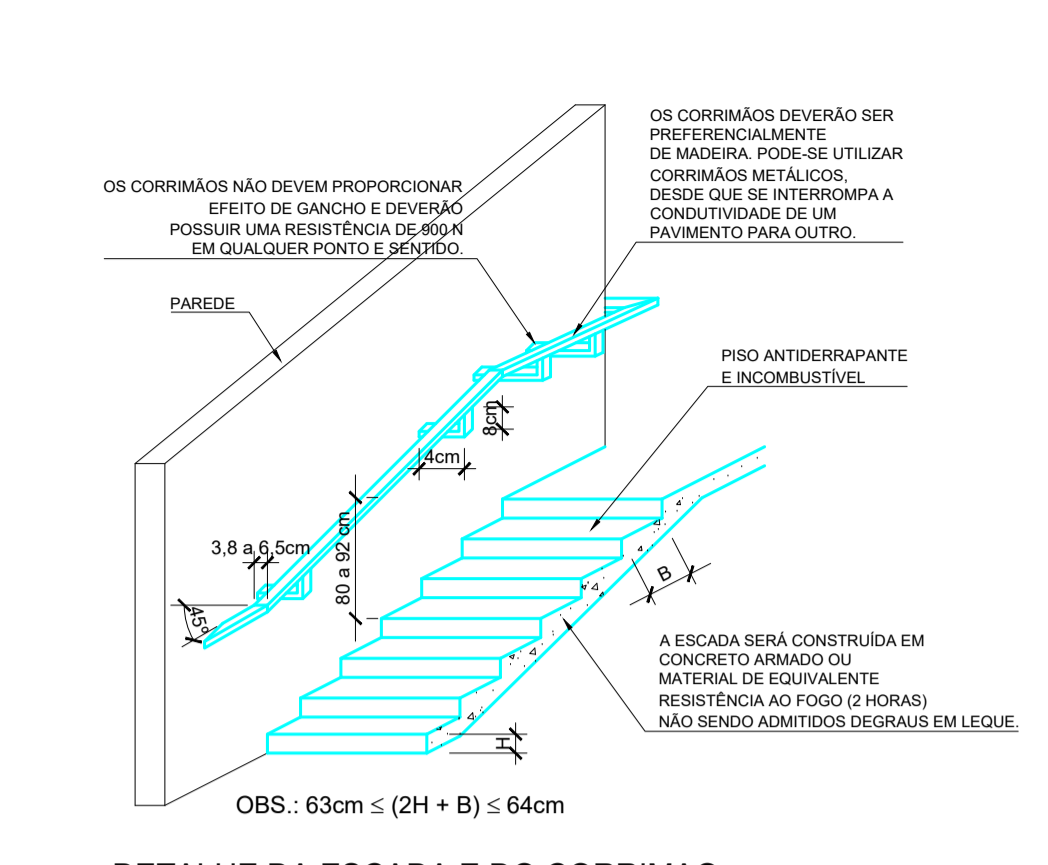
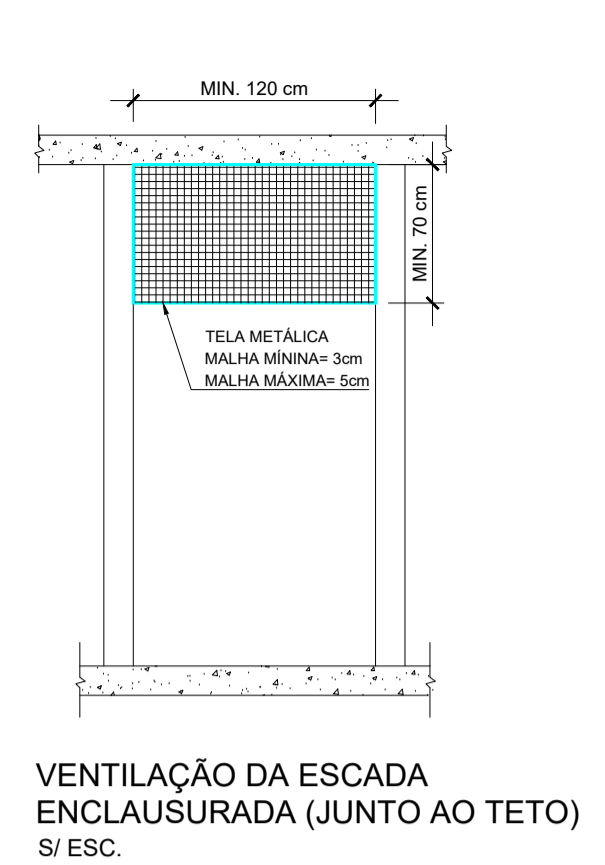
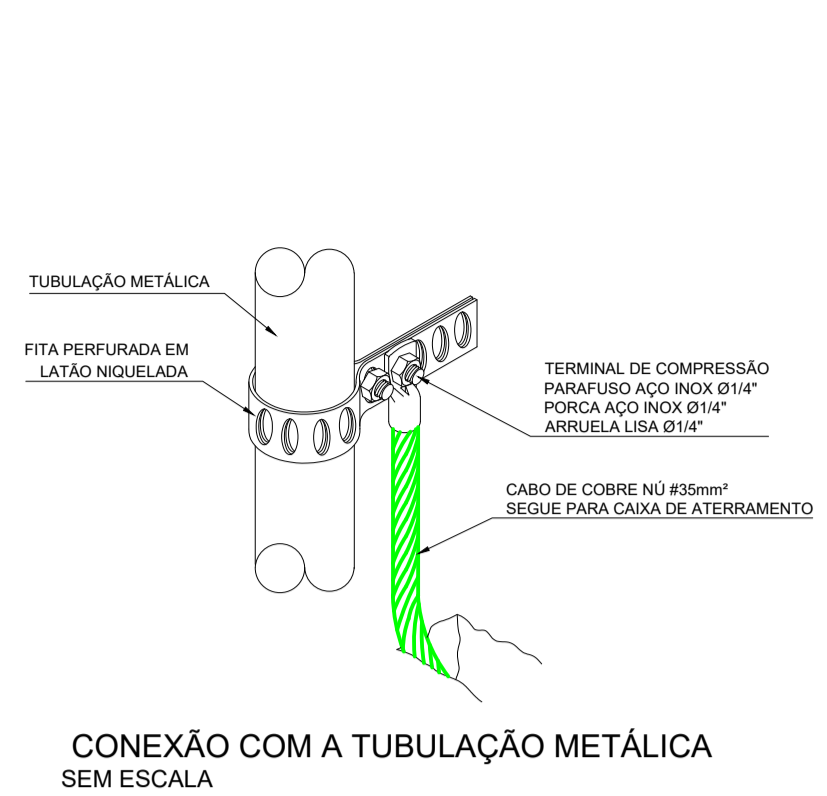
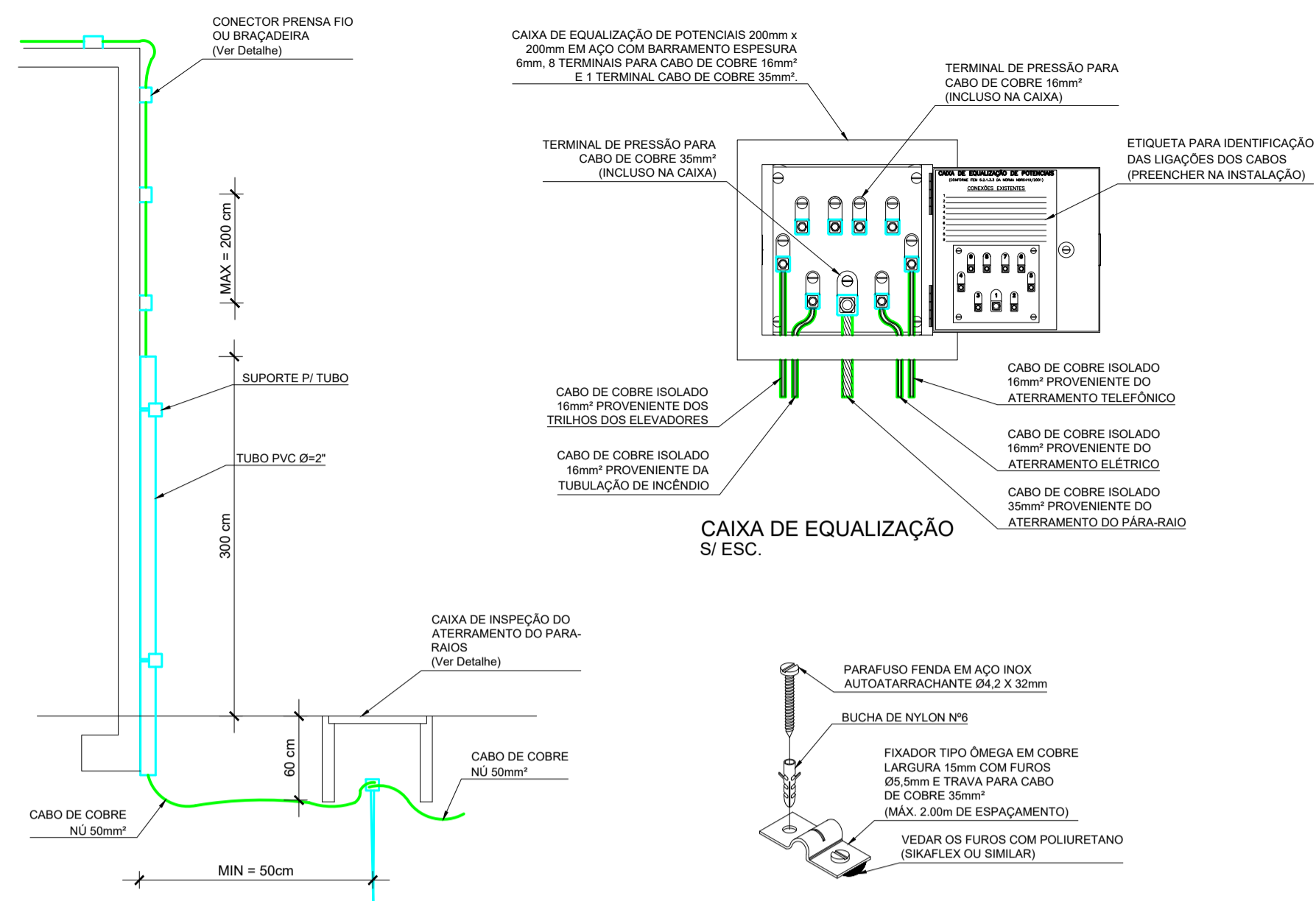
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

TÍTULO: PROJETO PREVENTIVO CONTRA INCÊNDIO DE RESIDENCIAL MULTIFAMILIAR

ACADÊMICO: EDUARDO LENTZ CARVALHO MATRÍCULA: 11200416 DATA: JUN/2017

CONTEÚDO: ISOMÉTRICO SHP E ALARME ESCALA: 07/08

DETALHES GERAIS ESCALA: INDICADA



APÊNDICE 2

APÊNDICE 2 - DIMENSIONAMENTO DA REDE SECUNDÁRIA - MÉTODO CBMSC

REDE SECUNDÁRIA APTO 101 A 701							
Trecho		Potência Computada Pc (kcal/min)	Comprimento L (m)	Diâmetro (cm)	Diâmetro (mm)	Fórmula	Diâmetro Adotado (pol)
Final	Inicial						
a	med	575	14,65	2,0901	20,90	574,9998	1
b	a	117	0,75	0,7327	7,33	117,00001	1/2
c	a	458	3,45	1,5086	15,09	458	3/4

REDE SECUNDÁRIA APTO 103 A 703 "A"							
Trecho		Potência Computada Pc (kcal/min)	Comprimento L (m)	Diâmetro (cm)	Diâmetro (mm)	Fórmula	Diâmetro Adotado (pol)
Final	Inicial						
a	med	575	11,15	1,994	19,94	575,00014	1
b	a	117	0,75	0,733	7,33	117,00001	1/2
c	a	458	3,45	1,509	15,09	458	3/4

REDE SECUNDÁRIA APTO 103 A 703 "B"							
Trecho		Potência Computada Pc (kcal/min)	Comprimento L (m)	Diâmetro (cm)	Diâmetro (mm)	Fórmula	Diâmetro Adotado (pol)
Final	Inicial						
a	med	575	9,55	1,942	19,42	575	1
b	a	117	0,75	0,733	7,33	117,00001	1/2
c	a	458	1,9	1,363	13,63	458,00001	3/4

REDE SECUNDÁRIA ÁTICO							
Trecho		Potência Computada Pc (kcal/min)	Comprimento L (m)	Diâmetro (cm)	Diâmetro (mm)	Fórmula	Diâmetro Adotado (pol)
Final	Inicial						
a	med	575	10,85	1,985	19,85	575,00015	1
b	a	117	0,1	0,522	5,22	117,00014	1/2
c	a	458	2,15	1,392	13,92	457,99997	3/4

REDE SECUNDÁRIA SALÃO DE FESTAS							
Trecho		Potência Computada Pc (kcal/min)	Comprimento L (m)	Diâmetro (cm)	Diâmetro (mm)	Fórmula	Diâmetro Adotado (pol)
Final	Inicial						
a	med	117	12,45	1,179	11,79	117	1/2

REDE SECUNDÁRIA CHURRASQUEIRA							
Trecho		Potência Computada Pc (kcal/min)	Comprimento L (m)	Diâmetro (cm)	Diâmetro (mm)	Fórmula	Diâmetro Adotado (pol)
Final	Inicial						
a	med	117	6,22	1,048	10,48	117,00001	1/2

APÊNDICE 3

APÊNDICE 3 - DIMENSIONAMENTO DA REDE SECUNDÁRIAS - MÉTODO ABNT

REDE SECUNDÁRIA																
Trecho	Potência Computada (kcal/min)	Potência Computada (kcal/h)	Fator Simult. %	Potência Adotada (kcal/h)	Vazão (m ³ /h)	Comp. Tubos (m)	Comp. Equiv. (m)	Comp. Total (m)	Altura do trecho vertical H (m) [- ?]	Δz (kPa)	Pressão Inicial (kPa)	(-)ΔP (kPa)	Pressão Final (kPa)	Diâmetro (mm)	Diâmetro Adotado (pol)	
APTOS 102 A 702																
A	C	458	27480	100,00	27480,00	1,14500	2,05	1,88	3,93	-0,8	-0,00844	2,8708	0,09839	2,7640	15	1/2
A	B	117	7020	100,00	7020,00	0,29250	0,1	0,23	0,33	0	0,00000	2,8903	0,01947	2,8708	8	1/4
MED	A	575	34500	100,00	34500,00	1,43750	14,3	6,15	20,45	0	0,00000	3,0000	0,10973	2,8903	20	3/4
APTOS 103 A 703 "A"																
A	C	458	27480	100,00	27480,00	1,14500	3,45	1,88	5,33	-1,5	-0,0158	2,8454	0,13344	2,6961	15	1/2
A	B	117	7020	100,00	7020,00	0,29250	0,75	0,46	1,21	-0,7	-0,0074	2,9242	0,07139	2,8454	8	1/4
MED	A	575	34500	100,00	34500,00	1,43750	11,15	4,75	15,9	0,9	0,0095	3,0000	0,08531	2,9242	20	3/4
APTOS 103 A 703 "B"																
A	C	458	27480	100,00	27480,00	1,14500	1,9	1,88	3,78	-1,5	-0,01582	2,8540	0,09464	2,7435	15	1/2
A	B	117	7020	100,00	7020,00	0,29250	0,75	0,46	1,21	-0,7	-0,00738	2,9328	0,07139	2,8540	8	1/4
MED	A	575	34500	100,00	34500,00	1,43750	9,55	4,75	14,3	0,9	0,00949	3,0000	0,07673	2,9328	20	3/4
ÁTICO																
A	C	458	27480	100,00	27480,00	1,14500	2,15	1,88	4,03	-0,8	-0,00844	2,8910	0,10089	2,7816	15	1/2
A	B	117	7020	100,00	7020,00	0,29250	0,1	0,23	0,33	0	0,00000	2,9104	0,01947	2,8910	8	1/4
MED	A	575	34500	100,00	34500,00	1,43750	10,85	5,45	16,3	-0,2	-0,00211	3,0000	0,08746	2,9104	20	3/4
SALÃO DE FESTAS																
MED	A	117	7020	100,00	7020,00	0,29250	12,45	1,88	14,33	0	0,00000	3,0000	0,02993	2,9701	15	1/2
CHURRASQUEIRA																
GÁS	A	117	7020	100,00	7020,00	0,29250	6,22	2,35	8,57	0	0,00000	3,0000	0,01790	2,9821	15	1/2

ANEXO 1

ANEXO 1 - FATOR DE SIMULTANIEDADE

Consumo Total kg/h	Fator de Simultaniedade em %	Consumo Total kg/h	Fator de Simultaniedade em %
2	100	29	37
3	100	30	36
4	95	32	35
5	83	34	34
6	80	36	32
7	77	38	31
8	73	40	30
9	70	42	29
10	64	44	28
11	63	46	28
12	61	48	27
13	59	50	27
14	57	55	26
15	55	60	25
16	53	65	24
17	52	70	23
18	50	75	22
19	49	80	21
20	47	85	20
21	46	90	19
22	45	95	19
23	44	100	18
24	43	105	18
25	41	110	17
26	40	115	17
27	39	120	17
28	38	125	16
Para consumo superior a 135kg/h, o fator de simultaneidade se mantém em 16%.			

ANEXO 2

ANEXO 2 - DIMENSIONAMENTO DA REDE PRIMÁRIA DE GÁS- CBMSC

L (m)	Diâmetro (polegada)							
	¾	1	1 ¼	1 ½	2	2 ½	3	4
Potência (kcal/min)								
1	1667	3867	7377	12354	27834	51853	85722	18736
2	1178	2734	5216	8735	19681	36666	60614	13249
3	962	2232	4259	7132	16070	29937	49491	10817
4	833	1933	3688	6177	13917	25926	42861	93684
5	745	1729	3299	5524	12447	23189	38336	83794
6	680	1578	3011	5043	11363	21169	34996	76493
7	630	1461	2788	4669	10520	19598	32400	70819
8	589	1367	2608	4367	9840	18333	30307	66245
9	555	1289	2459	4118	9278	17284	28574	62456
10	527	1222	2332	3906	8802	16397	27107	59251
11	502	1165	2224	3724	8392	15634	25846	56494
12	481	1116	2129	3566	8035	14968	24745	54088
13	462	1072	2046	3426	7719	14381	23775	51966
14	445	1033	1971	3301	7439	13858	22910	50076
15	430	998	1904	3189	7186	13388	22133	48378
16	416	966	1844	3088	6958	12963	21430	46842
17	404	937	1789	2996	6750	12576	20790	45443
18	392	911	1738	2911	6560	12222	20204	44163
19	382	887	1692	2834	6385	11896	19666	42985
20	372	864	1649	2762	6223	11594	19168	41897
21	363	843	1609	2695	6073	11315	18706	40887
22	355	824	1572	2633	5934	11055	18276	39947
23	347	806	1538	2576	5803	10812	17874	39069
24	340	789	1505	2521	5681	10584	17498	38246
25	333	773	1475	2470	5566	10370	17144	37473
26	326	758	1446	2422	5458	10169	16811	36746
27	320	744	1419	2377	5356	9979	16497	36059
28	315	730	1394	2334	5260	9799	16200	35409
29	309	718	1369	2294	5168	9629	15918	34793
30	304	706	1346	2255	5081	9467	15650	34208
31	299	694	1325	2218	4999	9313	15396	33652
32	294	683	1304	2183	4920	9166	15153	33122
33	290	673	1284	2150	4845	9026	14922	32616
34	285	663	1265	2118	4773	8892	14701	32133
35	281	653	1246	2088	4704	8764	14489	31671
36	277	644	1229	2059	4639	8642	14287	31228
37	274	635	1212	2031	4575	8524	14092	30803
38	270	627	1196	2004	4515	8411	13906	30395
39	266	619	1181	1978	4457	8303	13726	30003
40	263	611	1166	1953	4401	8198	13553	29625

L (m)	Diâmetro (polegada)							
	¾	1	1¼	1½	2	2½	3	4
	Potência (kcal/min)							
41	260	603	1152	1929	4347	8098	13387	29262
42	257	596	1138	1906	4294	8001	13227	28911
43	254	589	1125	1883	4244	7907	13072	28573
44	251	582	1112	1862	4196	7817	12923	28247
45	248	576	1099	1841	4149	7729	12778	27931
46	245	570	1087	1821	4103	7645	12639	27626
47	243	564	1076	1802	4060	7563	12503	27330
48	240	558	1064	1783	4017	7484	12372	27044
49	238	552	1053	1764	3976	7407	12246	26767
50	235	546	1043	1747	3936	7333	12122	26498
51	233	541	1033	1729	3897	7261	12003	26236
52	231	536	1023	1713	3859	7190	11887	25983
53	228	531	1013	1696	3823	7122	11774	25737
54	226	526	1003	1681	3787	7056	11665	25497
55	224	521	994	1665	3753	6991	11558	25264
56	222	516	985	1650	3719	6929	11455	25038
57	220	512	977	1636	3686	6868	11354	24817
58	218	507	968	1622	3654	6808	11255	24602
59	217	503	960	1608	3623	6750	11160	24393
60	215	499	952	1594	3593	6694	11066	24189
61	213	495	944	1581	3563	6639	10975	23990
62	211	491	936	1568	3534	6585	10886	23795
63	210	487	929	1556	3506	6532	10800	23606
64	208	483	922	1544	3479	6481	10715	23421
65	206	479	915	1532	3452	6431	10632	23240
66	205	475	908	1520	3426	6382	10551	23063
67	203	472	901	1509	3400	6334	10472	22890
68	202	468	894	1498	3375	6288	10395	22721
69	200	465	888	1487	3350	6242	10319	22556
70	199	462	881	1476	3326	6197	10245	22394
71	197	458	875	1466	3303	6153	10173	22236
72	196	455	869	1455	3280	6111	10102	22081
73	195	452	863	1445	3257	6069	10033	21929
74	193	449	857	1436	3235	6027	9965	21781
75	192	446	851	1426	3214	5987	9898	21635
76	191	443	846	1417	3192	5948	9833	21492
77	189	440	840	1407	3172	5909	9768	21352
78	188	437	835	1398	3151	5871	9706	21215
79	187	435	830	1389	3131	5834	9644	21080
80	186	432	824	1381	3111	5797	9584	20948

L (m)	Diâmetro (polegada)							
	¾	1	1 ¼	1 ½	2	2 ½	3	4
	Potência (kcal/min)							
81	185	429	819	1372	3092	5761	9524	20818
82	184	427	814	1364	3073	5726	9466	20691
83	182	424	809	1356	3055	5691	9409	20566
84	181	421	804	1347	3036	5657	9353	20443
85	180	419	800	1339	3019	5624	9297	20323
86	179	416	795	1332	3001	5591	9243	20204
87	178	414	790	1324	2984	5559	9190	20088
88	177	412	786	1316	2967	5527	9138	19973
89	176	409	781	1309	2950	5496	9086	19861
90	175	407	777	1302	2934	5465	9035	19750
91	174	405	773	1295	2917	5435	8986	19641
92	173	403	769	1288	2901	5406	8937	19534
93	172	400	764	1281	2886	5377	8889	19429
94	171	398	760	1274	2870	5348	8841	19325
95	171	396	756	1267	2855	5320	8794	19223
96	170	394	752	1260	2840	5292	8749	19123
97	169	392	749	1254	2826	5264	8703	19024
98	168	390	745	1247	2811	5238	8659	18927
99	167	388	741	1241	2797	5211	8615	18831
100	166	386	737	1235	2783	5185	8572	18736
101	165	384	734	1229	2769	5159	8529	18643
102	165	382	730	1223	2756	5134	8487	18552
103	164	381	726	1217	2742	5109	8446	18462
104	163	379	723	1211	2729	5084	8405	18373
105	162	377	719	1205	2716	5060	8365	18285
106	161	375	716	1199	2703	5036	8326	18198
107	161	373	713	1194	2690	5012	8287	18113
108	160	372	709	1188	2678	4989	8248	18029
109	159	370	706	1183	2666	4966	8210	17948
110	158	368	703	1177	2653	4944	8173	17864
111	158	367	700	1172	2641	4921	8136	17784
112	157	365	697	1167	2630	4899	8100	17704
113	156	363	694	1162	2618	4878	8064	17626
114	156	362	690	1157	2606	4856	8028	17548
115	155	360	687	1152	2595	4835	7993	17472
116	154	359	684	1147	2584	4814	7959	17396
117	154	357	682	1142	2573	4793	7925	17322
118	153	355	679	1137	2562	4773	7891	17248
119	152	354	676	1132	2551	4753	7858	17176
120	152	353	673	1127	2540	4733	7825	17104

ANEXO 3

ANEXO 3 - DIMENSIONAMENTO DA REDE SECUNDÁRIA DE GÁS- CBMSC

L (m)	Diâmetro (polegada)						
	½	¾	1	1 ¼	1 ½	2	2 ½
	Potência (kcal/min)						
01	866	1964	3948	8666	13431	27151	44551
02	612	1387	2792	6128	9497	19198	31502
03	500	1134	2279	5003	7755	15675	25722
04	433	982	1974	4333	6716	13575	22276
05	387	878	1766	3876	6007	12142	19924
06	353	802	1612	3538	5483	11084	18188
07	327	742	1492	3275	5077	10262	16839
08	306	694	1396	3064	4749	9599	15751
09	289	655	1316	2889	4477	9050	14850
10	274	621	1248	2740	4247	8586	14088
11	261	592	1190	2613	4050	8186	13433
12	250	567	1140	2502	3877	7838	12861
13	240	545	1095	2404	3725	7530	12365
14	231	525	1055	2316	3590	7256	11907
15	223	507	1019	2238	3468	7010	11503
16	216	481	987	2167	3358	6788	11138
17	210	476	958	2102	3250	6585	10805
18	204	463	931	2043	3166	6399	10501
19	199	451	906	1988	3081	6229	10221
20	194	439	883	1938	3003	6071	9962
21	189	429	862	1891	2931	5925	9722
22	185	419	842	1848	2864	5789	9498
23	180	410	823	1807	2801	5661	9290
24	177	401	806	1769	2742	5542	9094
25	173	393	790	1733	2686	5430	8910
26	170	385	774	1700	2634	5325	8737
27	167	378	760	1668	2585	5225	8974
28	164	371	746	1638	2538	5131	8419
29	161	365	733	1609	2494	5042	8273
30	158	359	721	1582	2452	4957	8134
35	146	332	667	1465	2270	4589	7530
40	137	311	624	1370	2124	4293	7044
45	129	293	589	1292	2002	4047	6641
50	122	278	558	1226	1889	3840	6300

ANEXO 4

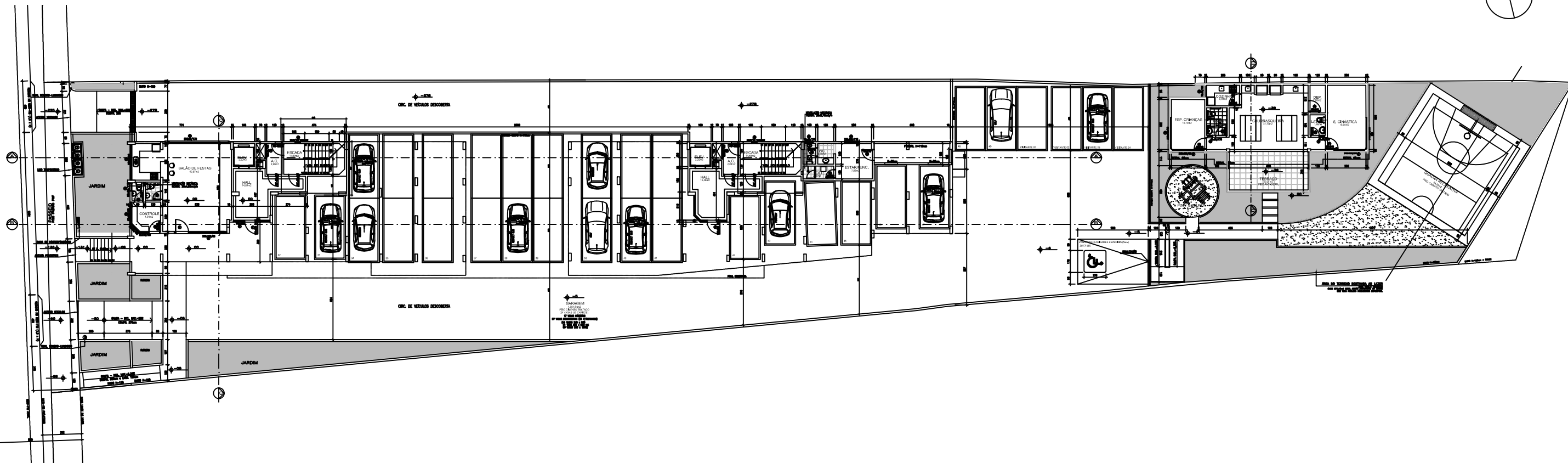
ANEXO 4 - NÚMERO E TIPO DE ESCADA- CBMSC

CLASSIFICAÇÃO DAS EDIFICAÇÕES	Altura (m)	Quantidade mínima e tipo de Escadas	
		Quantidade	Tipo
Residencial Privativa Multifamiliar	$H \leq 12$	1	I
	$H \leq 21$	1	II
Residencial Coletiva (pensionatos, asilos, conventos, internatos e congêneres)	$H \leq 30$	1	III
	$H > 30$	1	IV
Residencial Transitória (hotéis, apart-hotéis, albergues, motéis e congêneres)	$H \leq 6$	1	I
	$H \leq 12$	1	II
	$H \leq 21$	1	III
	$H \leq 30$	2	III
	$H > 30$	2	IV
Comercial (mercantil, comercial em geral, lojas, mercados, escritórios, galerias comerciais, supermercados e congêneres)	$H \leq 12$	1	I
	$H \leq 21$	1	II
Depósitos (galpões, centros de distribuição, centro atacadista)	$H \leq 30$	1	III
	$H > 30$	1	IV
Industrial	$H \leq 6$	1	I
	$H \leq 12$	2	I
Shopping Center	$H \leq 21$	2	II
	$H \leq 30$	2	III
	$H > 30$	2	III, IV
Mista: Edificação mista é aquela com duas ou mais ocupações diferentes, logo, o tipo e a quantidade de escadas deverá ser conforme a ocupação que apresentar o maior risco. Porém, quando as ocupações possuírem saídas de emergência independentes e forem compartimentadas entre si, poderão ser tratadas como se edificações independentes fossem.			
Pública (quartéis, secretarias, tribunais, delegacias, consulados e outros)	$H \leq 6$	1	I
	$H \leq 21$	1	II
	$H \leq 30$	1	III
	$H > 30$	1	IV
Escolar Geral (escolas de ensino fundamental, médio ou superior, creches, jardins de infância, maternal, cursos supletivo, cursos pré-vestibulares e congêneres)	$H \leq 6$	1	I
	$H \leq 12$	2	II
	$H \leq 21$	2	II, III
	$H \leq 30$	2	III, IV
	$H > 30$	2	IV
Escolar diferenciada (escolas de artes, artesanatos, profissionalizantes, academias de ginásticas, escolas de idiomas, escolas de músicas e outros)	$H \leq 12$	1	I
	$H \leq 21$	1	II
	$H \leq 30$	1	III
	$H > 30$	1	IV
Hospitalar com internação ou com restrição de mobilidade (hospital, laboratório, unidades de pronto atendimento e clínica médica)	$H \leq 6$	1	II
	$H \leq 12$	2	II
	$H \leq 21$	2	III
Tipos de Escadas: I – Escada Comum – (EC) II – Escada Protegida – (EP) III – Escada Enclausurada – (EE) IV – Escada à prova de fumaça – (EPF)	$H > 21$	2	IV

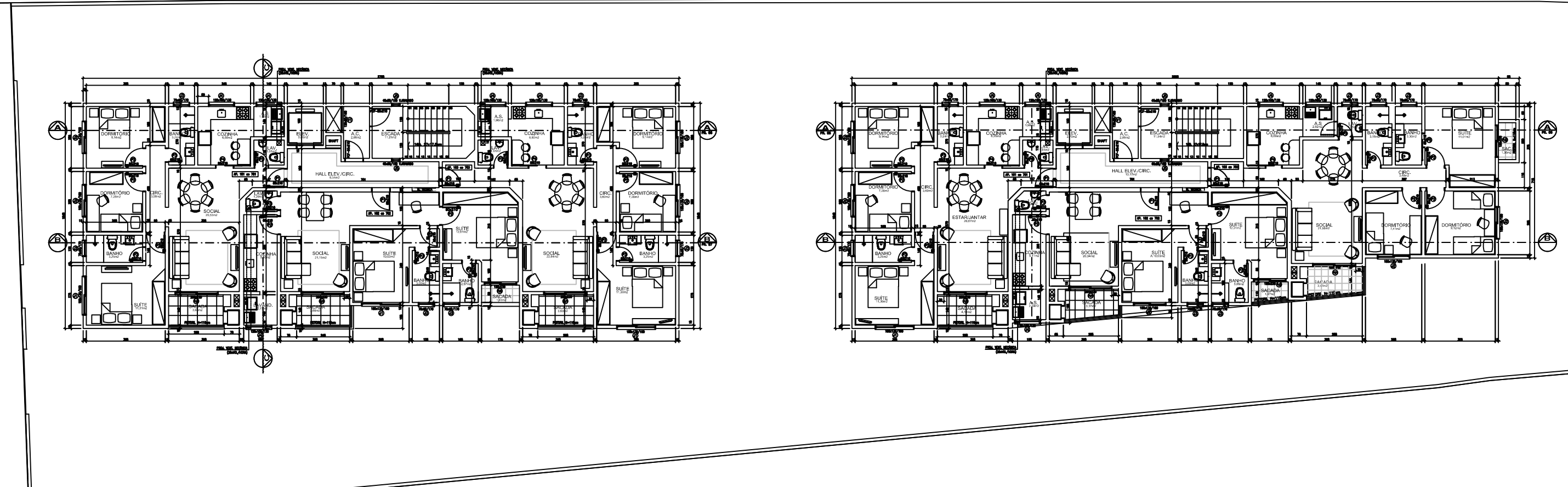
CLASSIFICAÇÃO DAS EDIFICAÇÕES	Altura (m)	Quantidade mínima e tipo de Escadas	
		Quantidade	Tipo
Hospitalar sem internação e sem restrição de mobilidade (hospital, laboratório, unidades de pronto atendimento, clínica médica e Consultórios em geral)	H ≤ 12	1	I
	H ≤ 21	1	II
	H ≤ 30	1	III
	H > 30	1	IV
Garagens (edifício garagem, garagens em geral, hangares, marinas e congêneres)	H ≤ 12	1	I
	H ≤ 21	1	II
	H ≤ 30	1	III
	H > 30	1	IV
Reunião de Público com concentração de público (auditórios ou salas de reunião com mais de 100m ² , boates, clubes noturnos em geral, salões de baile, restaurantes dançantes, bares dançantes, clubes sociais, circos, teatros, cinemas, óperas, templos religiosos sem assentos (cadeira, banco ou poltrona), estádios, ginásios e piscinas cobertas com arquibancadas, arenas em geral)	H ≤ 6	2	I
	H ≤ 12	2	II
	H ≤ 21	2	III
	H > 21	2	IV
Reunião de Público sem concentração de público (auditórios ou salas de reunião com até 100m ² , restaurantes, lanchonetes, bares, cafés, refeitórios, cantinas, templos religiosos com assentos (cadeiras, bancos ou poltrona), museus, piscinas cobertas sem arquibancadas, galerias de arte, bibliotecas, rodoviárias, parques de diversão, aeroportos e aeroclubes). Parques aquáticos	H ≤ 6	1	I
	H ≤ 12	1	II
	H ≤ 21	1	III
	H ≤ 30	1	IV
Especiais (oficinas de consertos de veículos automotores, depósito de combustíveis e/ou inflamáveis, depósito de explosivos e munições, caldeiras ou vasos sob pressão).	H > 30	2	IV
	H ≤ 6	1	I
	H ≤ 12	1	II
	H ≤ 21	1	III
Postos para reabastecimentos de combustíveis (comercial ou privativo) Postos de revenda de GLP (PRGLP)	H ≤ 30	1	IV
	H > 30	2	IV
	H ≤ 6	1	I
	H ≤ 12	1	II
Locais com restrição de liberdade (penitenciárias, presídios, centro de internação de menor infrator, manicômio, congêneres)	H ≤ 21	1	III
	H ≤ 30	1	III
	H > 30	1	IV
	H ≤ 12	1	I
Riscos diferenciados (estação de rádio ou TV, centro de computação, subestação elétrica, hidroelétrica, termoelétrica ou usina eólica, centrais telefônicas ou de telecomunicações, portos, estações de serviço (torre de transmissão de rádio, TV ou telefonia).	H ≤ 21	1	II
	H ≤ 30	1	III
	H > 30	1	IV
	H ≤ 12	1	I
Tipos de Escadas: I – Escada Comum – (EC) II – Escada Protegida – (EP) III – Escada Enclausurada – (EE) IV – Escada à prova de fumaça – (EPF)			

ANEXO 5

ANEXO 5 - PROJETO ARQUITETÔNICO



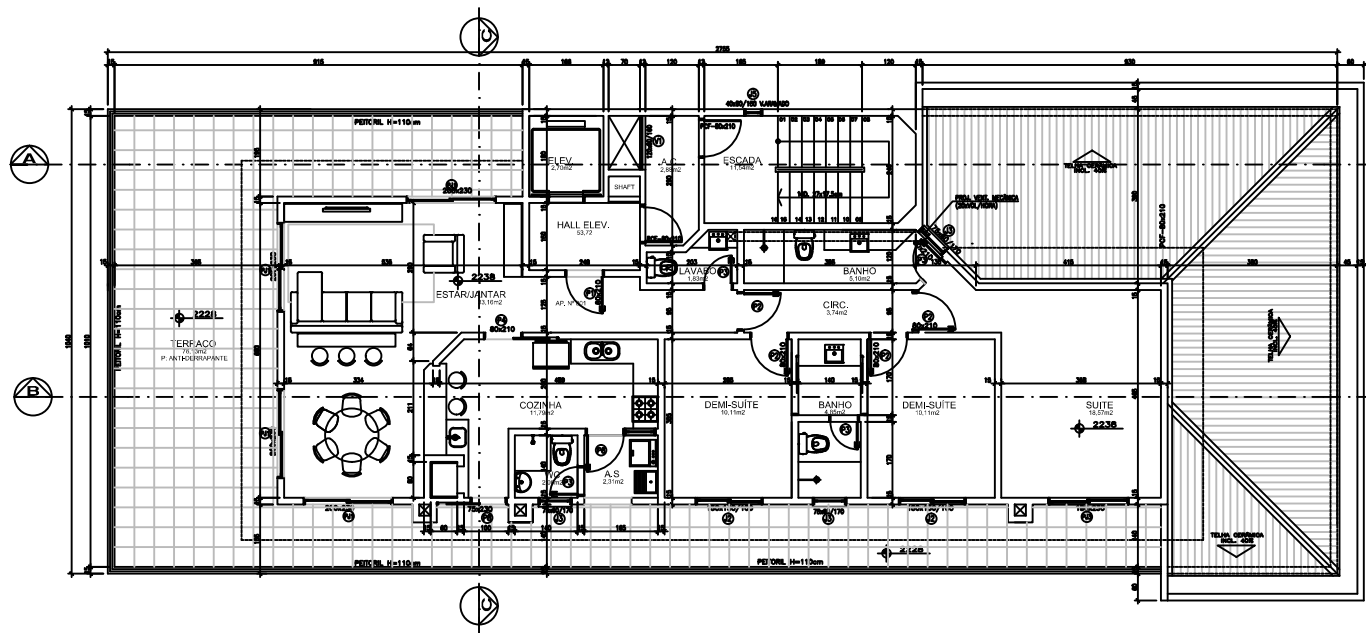
PLANTA BAIXA TÉRREO:
SEM ESCALA



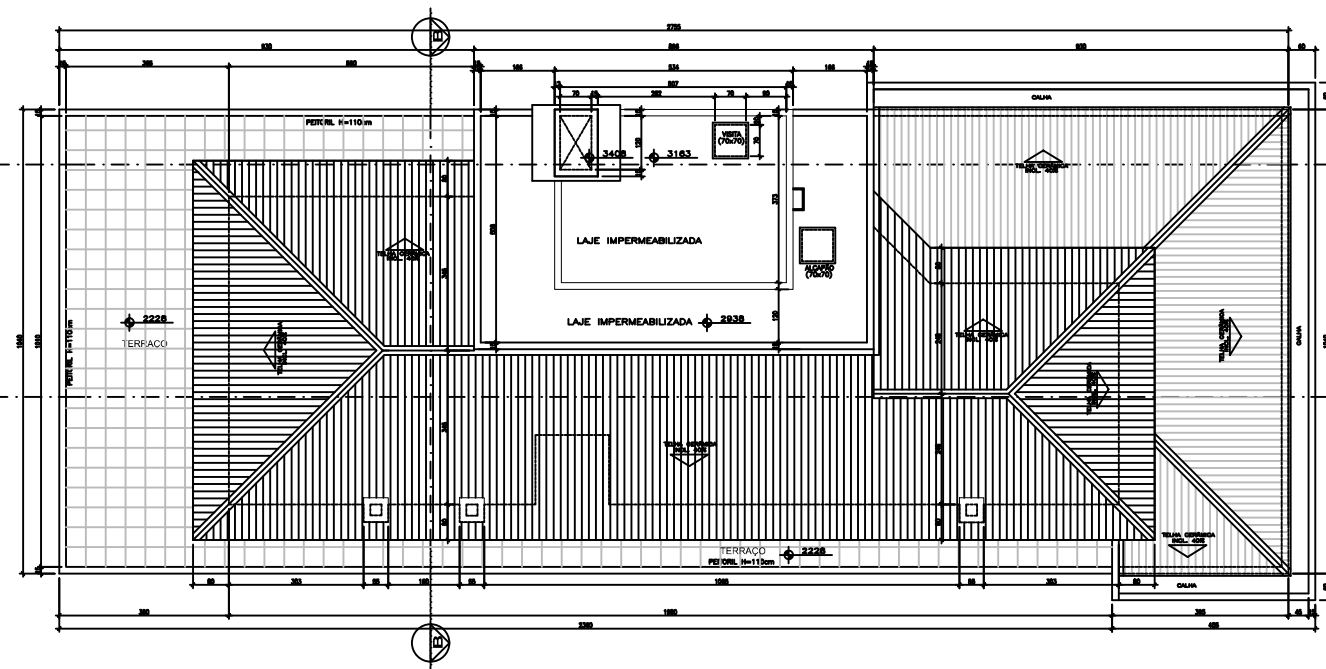
PLANTA BAIXA PAVIMENTO TIPO (x7):
BLOCO A - BLOCO B
SEM ESCALA

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

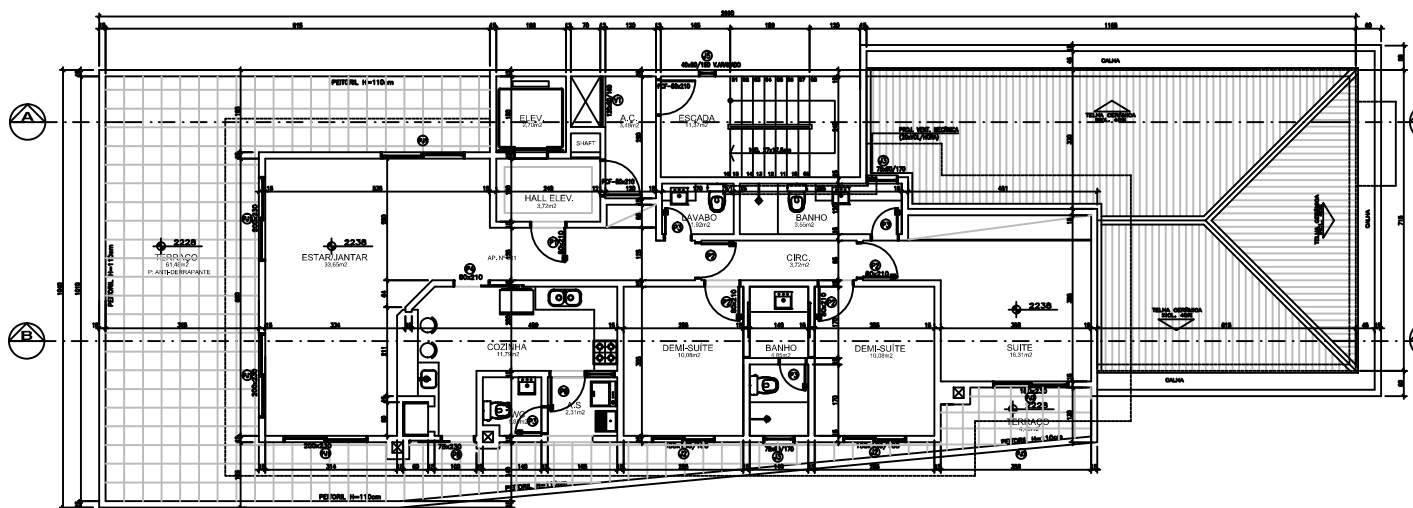
PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT



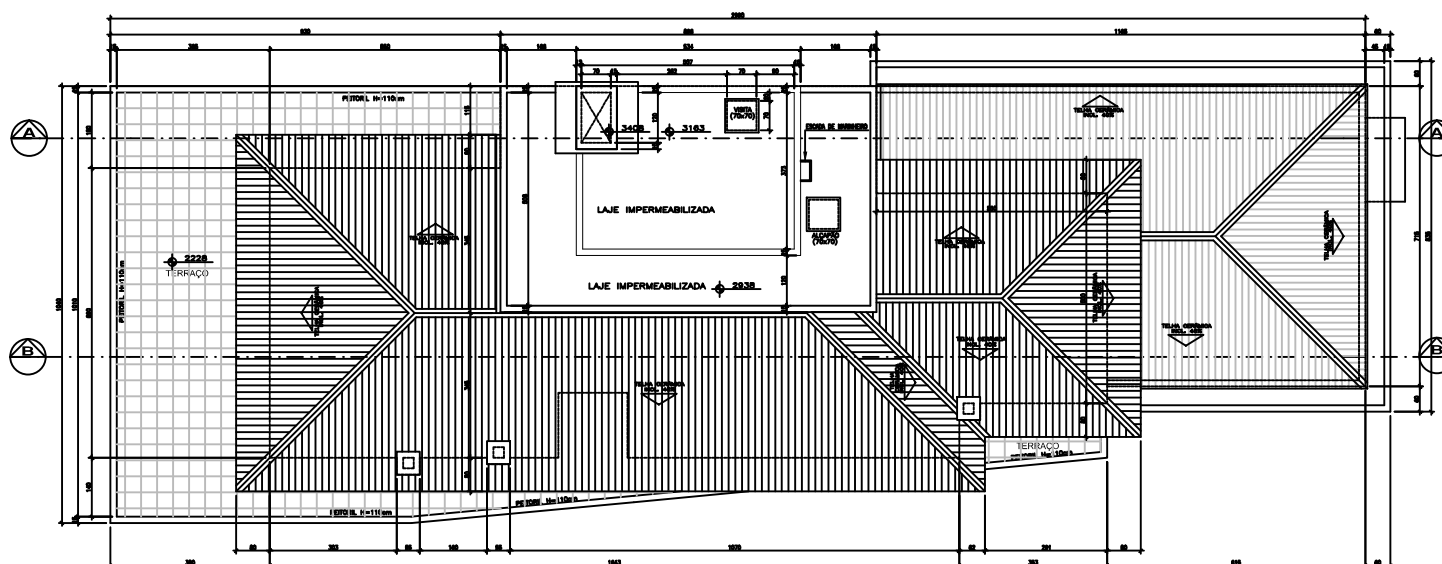
PLANTA BAIXA ÁTICO:
BLOCO A
SEM ESCALA



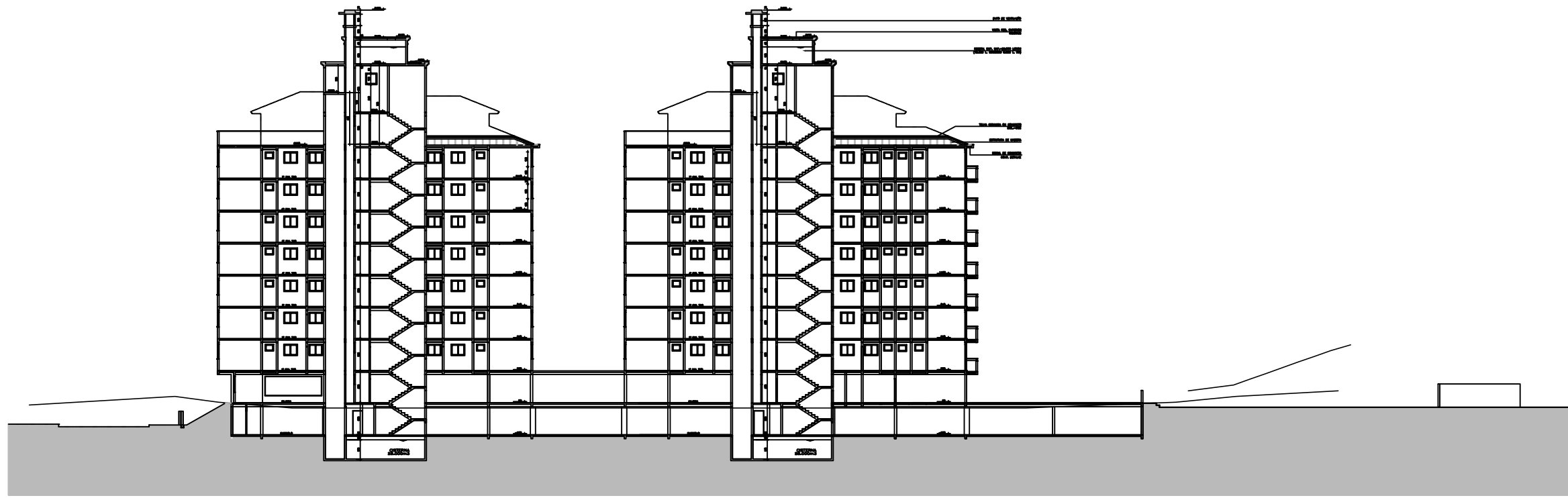
PLANTA DE COBERTURA:
BLOCO A
SEM ESCALA



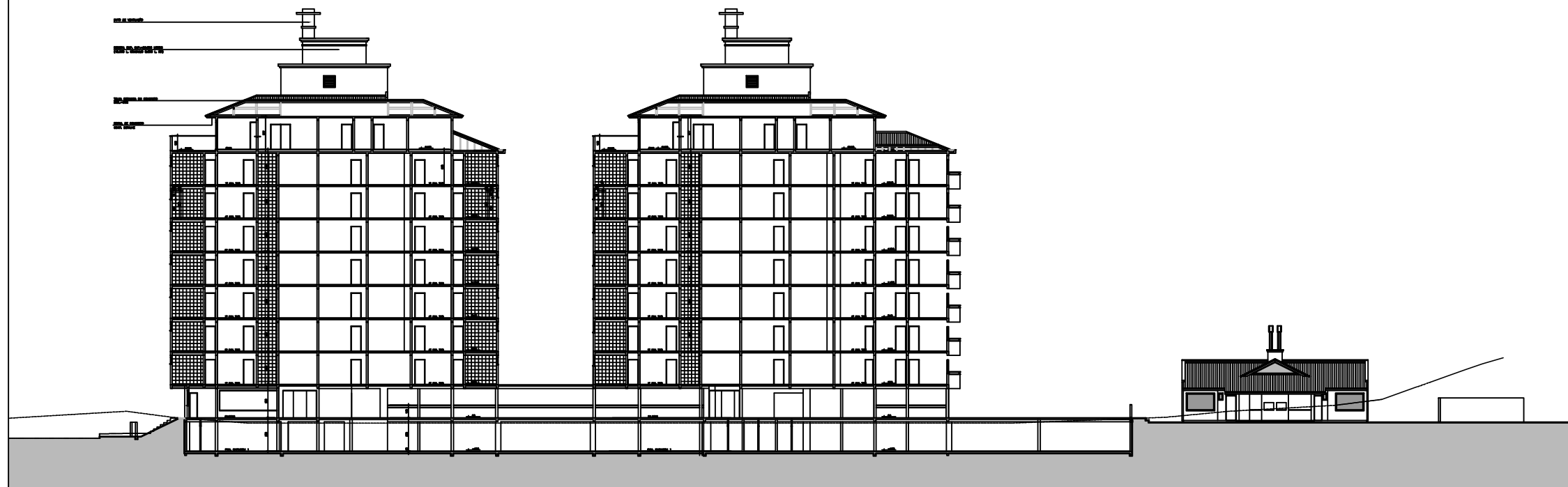
PLANTA BAIXA ÁTICO:
BLOCO B
SEM ESCALA



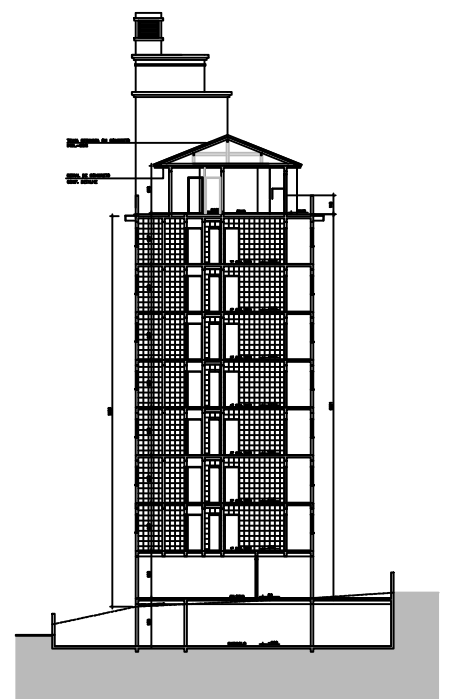
PLANTA DE COBERTURA:
BLOCO B
SEM ESCALA



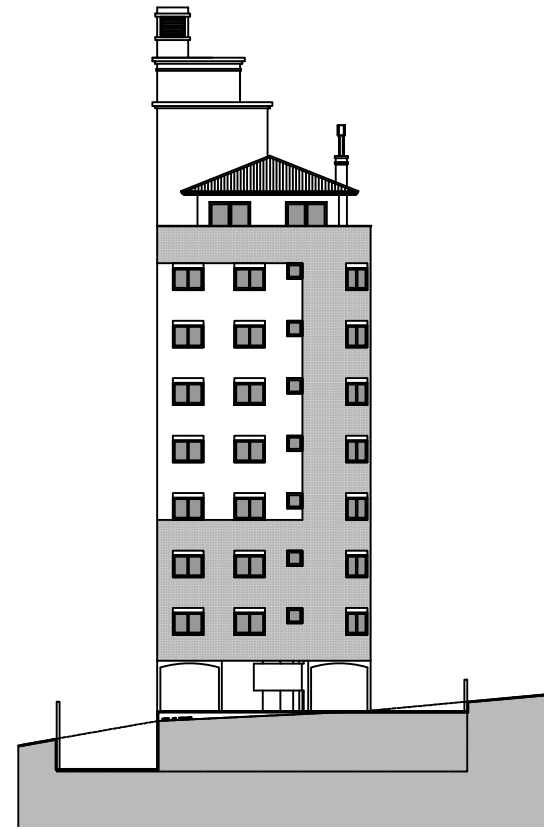
CORTE AA:
SEM ESCALA



CORTE BB:
SEM ESCALA



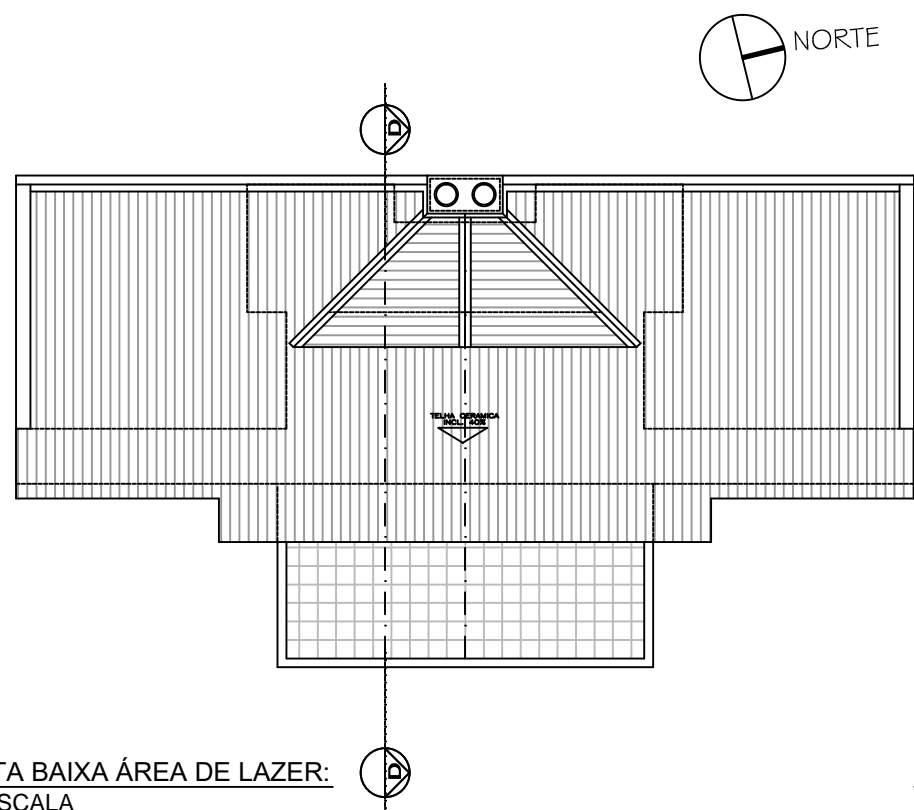
CORTE CC:
SEM ESCALA



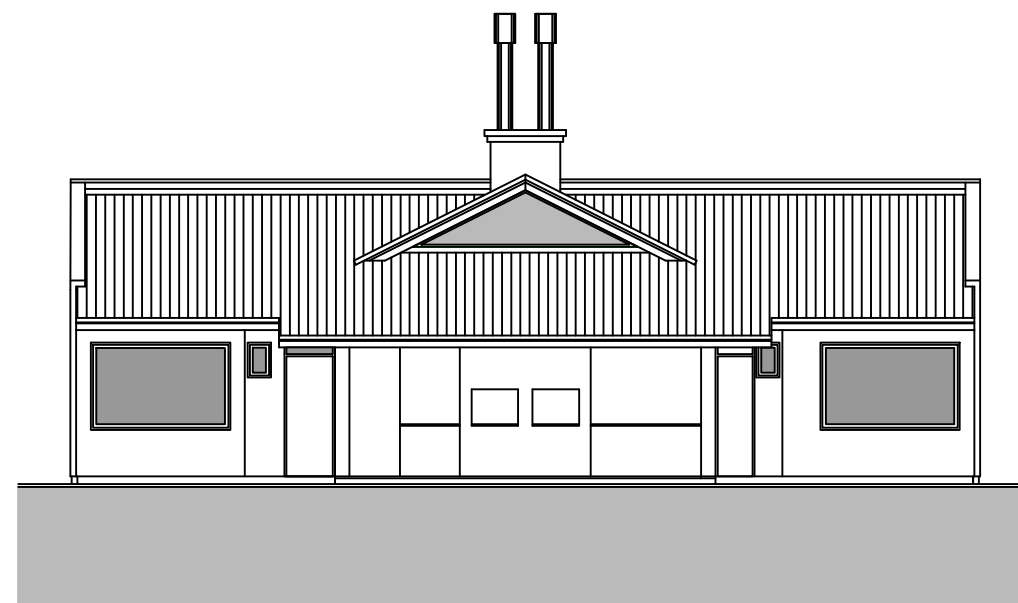
FACHADA SUL:
SEM ESCALA



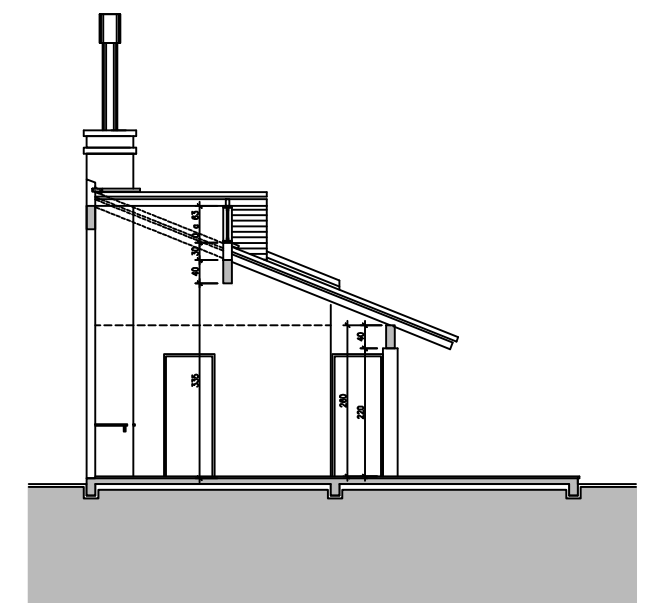
FACHADA LESTE:
SEM ESCALA



PLANTA BAIXA ÁREA DE LAZER:
SEM ESCALA



FACHADA LESTE ÁREA DE LAZER:
SEM ESCALA



CORTE DD:
SEM ESCALA