

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL

LAURA RODRIGUES DE OLIVEIRA

**PROJETO DE SISTEMAS DE PREVENÇÃO E COMBATE A INCÊNDIO E PÂNICO
DE UMA EDIFICAÇÃO MULTIFAMILIAR**

Uberlândia

2019

LAURA RODRIGUES DE OLIVEIRA

**PROJETO DE SISTEMAS DE PREVENÇÃO E COMBATE A INCÊNDIO E PÂNICO
DE UMA EDIFICAÇÃO MULTIFAMILIAR**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Faculdade de Engenharia Civil da Universidade
Federal de Uberlândia como requisito parcial à
obtenção do título de Engenheiro Civil.

Prof. Orientador: André Luiz de Oliveira

Uberlândia

2019

LAURA RODRIGUES DE OLIVEIRA

**PROJETO DE SISTEMAS DE PREVENÇÃO E COMBATE A INCÊNDIO E PÂNICO
DE UMA EDIFICAÇÃO MULTIFAMILIAR**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Faculdade de Engenharia Civil da Universidade
Federal de Uberlândia como requisito parcial à
obtenção do título de Engenheiro Civil.

BANCA EXAMINADORA

Prof. André Luiz de Oliveira
Orientador

Prof. Carlos Eugênio Pereira
Examinador

Matheus Alves Dariva
Examinador

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Fernando e Isabel, agradeço por acreditarem no meu potencial. Obrigada pelo apoio, carinho e dedicação incondicionais e, por muitas vezes, renunciarem aos seus sonhos para que eu pudesse realizar os meus. Essa conquista é de vocês.

Sou grata à minha irmã Nina por sua disponibilidade e por sempre me ajudar, inclusive na formatação deste trabalho. Agradeço pela amizade e incentivo.

Agradeço à minha amiga Bianca que está presente em minha vida desde o ensino fundamental e, hoje, compartilha a realização deste sonho comigo.

Também expresso gratidão à Faculdade de Engenharia Civil da Universidade Federal de Uberlândia por todas as experiências vividas, amizades e oportunidades de crescimento e conhecimento que tive durante os últimos anos. Agradeço, em especial, ao professor André Luiz de Oliveira, pelos ensinamentos transmitidos na graduação, esclarecimentos e disponibilidade para orientar este trabalho.

E, principalmente, agradeço a Deus pelo dom da vida e por me conceder paciência, coragem e força para seguir minha jornada.

RESUMO

A descoberta do fogo trouxe diversos benefícios ao homem, entretanto, quando fora de controle, possui ampla capacidade de destruição, com perdas humanas e materiais. Desta forma, a finalidade primordial da segurança contra incêndio é minimizar o risco à vida. Neste sentido, este trabalho discorre acerca da importância do projeto de prevenção e combate a incêndio e pânico, que deve ser orientado por duas premissas básicas: evitar o início do fogo; e, havendo a ocorrência desse, prever meios apropriados para confiná-lo no seu local de origem, permitindo a desocupação da edificação de forma rápida e eficaz, e facilitando o combate. Sendo assim, aborda, a princípio, o estudo do fogo, conceitos, classes, desenvolvimento, métodos de extinção e fases em caso de sinistro. Em seguida, abrange um estudo de caso para uma edificação residencial multifamiliar com descrição e dimensionamento dos principais sistemas e equipamentos de prevenção e combate. A metodologia de dimensionamento foi executada com base nas Instruções Técnicas do Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais, tendo em vista que este é o órgão responsável pelas ações relativas à segurança contra incêndio e pânico nas edificações e áreas de risco no Estado de Minas Gerais.

Palavras-chave: Incêndio. Fogo. Segurança. Projeto. Proteção.

ABSTRACT

The discovery of fire has brought several benefits to man, however, when out of control, it has ample capacity for destruction, with human and material losses. Thus, the primary purpose of fire safety is to minimize the risk to life. This work discusses the importance of the fire and panic prevention and combat project, which should be guided by two basic premises: avoiding the onset of fire; and, if this occurs, provide appropriate means to confine it in its place of origin, allowing the building to be vacated quickly and effectively, and facilitating the combat. Thus, it approaches, at first, the study of fire, concepts, classes, development, methods of extinction and phases in case of accident. Next, it includes a case study for a multi-family residential building, with the description and dimensioning of the main systems and equipment for prevention and combat. The design methodology was executed based on the Technical Instructions of the Military Fire Department of Minas Gerais, considering that this is the agency responsible for the inspection and regulation of buildings in the State.

Keywords: Fire. Security. Project. Protection.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Tetraedro do fogo.....	14
Figura 2 – Curva de evolução do incêndio.....	17
Figura 3 – Símbolos para identificação de placas em planta baixa de projeto executivo	33
Figura 4 – Sistema de mangotinho	41
Figura 5 – Hidrantes desfavoráveis	42
Figura 6 – Alcance do jato de água do hidrante	46

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Cargas de incêndio específicas por ocupação	23
Tabela 2 – Classificação das edificações e áreas de risco quanto à carga de incêndio.....	23
Tabela 3 – Exigências de segurança contra incêndio.....	24
Tabela 4 – Dados para o dimensionamento das saídas	26
Tabela 5 – Características construtivas	28
Tabela 6 – Distâncias máximas a serem percorridas	28
Tabela 7 – Distância máxima de visibilidade para sinalização de emergência.....	34
Tabela 8 – Capacidade extintora e distância máxima a ser percorrida (Classe A).....	37
Tabela 9 – Capacidade extintora e tipos de carga.....	37
Tabela 10 – Tipos de sistema de proteção por hidrantes e mangotinhos	40
Tabela 11 – Determinação do volume de reserva de incêndio mínima	40
Tabela 12 – Coeficientes de perda de carga localizada das singularidades	44
Tabela 13 – Singularidades e coeficientes de perda de carga	44

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 OBJETIVOS	13
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	13
3.1 Estudo do fogo	13
3.1.1 <i>Conceitos</i>	13
3.1.2 <i>Combustão</i>	14
3.1.3 <i>Transmissão do calor</i>	15
3.1.4 <i>Classes de fogo</i>	16
3.1.5 <i>Extinção do fogo</i>	16
3.2 Estudo do incêndio	17
3.2.1 <i>Evolução do incêndio</i>	17
3.3 Medidas de proteção	18
3.3.1 <i>Proteção passiva</i>	19
3.3.2 <i>Proteção ativa</i>	20
3.3.3 <i>Combate ao fogo propriamente dito</i>	20
4 PROJETO DE PREVENÇÃO E COMBATE A INCÊNDIO E PÂNICO	20
5 ESTUDO DE CASO	22
5.1 Acesso de viaturas	25
5.2 Segurança estrutural contra incêndio	25
5.3 Saídas de emergência	26
5.4 Iluminação de emergência	29
5.5 Sinalização de emergência	30
5.6 Extintores	34
5.7 Hidrantes e mangotinhos	38
5.7.1 <i>Dimensionamento dos hidrantes</i>	41

5.8 Controle de materiais de acabamento e revestimento	50
6 AUTO DE VISTORIA DO CORPO DE BOMBEIROS	51
REFERÊNCIAS	53
ANEXO A – PLANTAS BAIXAS DA EDIFICAÇÃO	57
ANEXO B – CARACTERÍSTICAS DA BOMBA DE INCÊNDIO	58
APÊNDICE A – PROJETO DE SAÍDAS DE EMERGÊNCIA	59
APÊNDICE B – PROJETO DE ILUMINAÇÃO DE EMERGÊNCIA	60
APÊNDICE C – PROJETO DE SINALIZAÇÃO DE EMERGÊNCIA	61
APÊNDICE D – PROJETO DE PROTEÇÃO POR EXTINTORES DE INCÊNDIO ...	62
APÊNDICE E – PROJETO DE PROTEÇÃO POR HIDRANTES DE INCÊNDIO	63

1 INTRODUÇÃO

A descoberta do fogo trouxe muitos benefícios ao homem, sendo útil em diversas finalidades, tais como aquecimento e preparo de alimentos. Entretanto, apesar das vantagens oferecidas, quando fora de controle, possui ampla capacidade de destruição na forma de perdas humanas, materiais e patrimoniais (GOMES, 2014).

No Brasil, a partir da década de 70, grandes incêndios com inúmeras perdas humanas, como nos edifícios Andraus e Joelma, ambos em São Paulo-SP, foram responsáveis para que a segurança contra incêndio fosse discutida e aprimorada (GILL; OLIVEIRA; NEGRISOLO, 2008). A partir destas tragédias, legislações foram implementadas e houve o desenvolvimento de novos equipamentos, sistemas e técnicas. Ainda assim, vários casos são noticiados e um de grande repercussão foi o incêndio na boate Kiss, na cidade de Santa Maria-RS, em 2013 – contabilizou 680 feridos e 242 mortos –, considerada a maior tragédia com fogo no Brasil em mais de 50 anos (BECK, 2013 apud CASTRO, 2015); deixou por legado maior exigência dos órgãos fiscalizadores, espaço para pesquisas, evolução nas práticas de projeto e difusão da importância à prevenção em todo o país (GOMES, 2014).

Na engenharia, o desenvolvimento de tecnologias modernas trouxe inúmeras modificações nos processos construtivos. Tais mudanças, associadas ao crescente número de instalações e equipamentos de serviço, introduziram novos riscos à segurança das edificações (MITIDIERI, 2008). De acordo com Carlo (2008), incêndios podem ter início por diferentes razões; a título de exemplo, a partir de problemas nas instalações elétricas, acidentes domésticos, vazamento de gás com explosões, entre outros. Desta forma, é importante que as construções estejam preparadas para o correto combate em caso de fogo descontrolado.

A finalidade primordial da segurança contra sinistro é minimizar o risco à vida, definido pela probabilidade de que os fenômenos associados ao mesmo provoquem lesões às pessoas envolvidas. Considera-se risco à vida lesões causadas em decorrência da exposição dos usuários à fumaça, gases nocivos, calor, falta de oxigenação e, em menor nível, a falência de elementos construtivos e estruturais (MITIDIERI, 2008). De tal maneira, a segurança à vida está intimamente ligada à boa concepção do Projeto de Prevenção e Combate a Incêndio e Pânico (PPCIP), a fim de possibilitar rápida desocupação às edificações e controle do sinistro.

Segundo Gomes (2014), a elaboração do projeto de combate a incêndio deve ser orientada por duas premissas básicas: evitar o início do fogo; e, havendo a ocorrência, prever meios apropriados para confiná-lo no seu local de origem, permitindo a desocupação da edificação de forma rápida e eficaz, e facilitando o combate ao fogo. O profissional responsável pelo projeto e dimensionamento de sistemas de combate a incêndio e pânico deve dispor do maior nível de segurança possível, tendo em vista que está assumindo responsabilidade pela vida e patrimônio. De tal maneira, a seguridade depende, principalmente, da boa concepção e execução prática do projeto, respeitando os requisitos básicos propostos pelos órgãos competentes.

Em todas as etapas de planejamento e construção de um edifício, bem como o seu uso, a segurança contra incêndio deve ser abordada desde o estudo preliminar e concepção do anteprojeto, até o projeto executivo, construção, operação e manutenção, haja vista que, se a segurança contra o sinistro for desconsiderada em qualquer uma destas etapas, a construção ficará suscetível a riscos e níveis de segurança inadequados ou insuficientes (MITIDIARI, 2008).

Em edificações, caso ocorra o sinistro, esse pode propagar-se rapidamente para outras, principalmente, se não estiverem em conformidade com as normas de segurança previstas pelos órgãos responsáveis. Em Minas Gerais, o Corpo de Bombeiros Militar é responsável pelo estabelecimento de instruções de segurança, análise de projetos, vistoria de edificações e concessão do Auto de Vistoria do Corpo de Bombeiros (AVCB), de forma a garantir a integridade de pessoas e seus bens, através de medidas preventivas contra incêndio e pânico (CBMMG, 2018).

Para este trabalho, são abordadas características do fogo e formas de extingui-lo, descrevendo suas fases, classes e o desenvolvimento do incêndio. Também é apresentado o dimensionamento dos principais sistemas de combate e técnicas de prevenção ao sinistro para uma edificação residencial multifamiliar. A metodologia utilizada foi baseada nas Instruções Técnicas do Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais (CBMMG), tendo em vista que este órgão regulamenta e fiscaliza os projetos de prevenção e combate a incêndio no Estado.

O trabalho foi organizado da seguinte maneira: a princípio, encontram-se os objetivos deste projeto, seguido de revisão bibliográfica acerca do estudo do fogo e desenvolvimento de sinistros; posteriormente, menciona-se a descrição dos principais equipamentos e sistemas de combate a incêndio exigidos para a segurança das edificações; após isso, apresenta-se um

estudo de caso para uma edificação residencial multifamiliar; por fim, faz-se uma conclusão da importância profissional nesta área de atuação.

2 OBJETIVOS

Realizar estudo sobre o fogo, seus conceitos, classes, desenvolvimento, fases e métodos de transmissão do calor e de extinção do fogo. Ainda, elaborar o Projeto de Prevenção e Combate a Incêndio e Pânico (PPCIP) para uma edificação residencial multifamiliar e abordar o dimensionamento de equipamentos e sistemas aplicados ao projeto arquitetônico, a fim de atender a legislação de proteção contra o fogo exigida pelo Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Esta revisão bibliográfica tem por finalidade apresentar a teoria necessária para a realização do trabalho. A mesma foi elaborada a partir de livros, artigos, monografias e dissertações, além de consultas à normas, leis, decretos e instruções técnicas.

Neste tópico é abordado o estudo do fogo, conceitos de combustão, classificação do fogo, formas de transmissão e propagação do incêndio e, ainda, medidas de prevenção e proteção contra o sinistro.

3.1 Estudo do fogo

Para realizar a adequada e segura prevenção de incêndios, é necessário, primeiro, abordar o fogo sob todos os seus aspectos: conceitos, constituição, propagação, classes e, por fim, maneiras de dominá-lo.

3.1.1 Conceitos

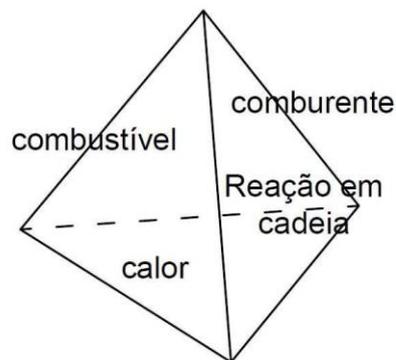
Fogo é um processo de transformação química de materiais combustíveis ou inflamáveis que, combinados com uma fonte de calor e um comburente, liberam calor e luz (CAMILLO JR, 2013 apud LUZ, 2017).

Seito (2008) apresenta algumas conceituações em diferentes países: no Brasil, segundo a ABNT NBR 13860:1997, o conceito de fogo é representado por um processo de combustão caracterizado pela emissão de calor e luz; nos Estados Unidos da América, a *National Fire Protection Association* (NFPA) define o fogo por oxidação rápida autossustentada, acompanhada de evolução variada da intensidade de calor e luz; a BS 4422, na Inglaterra, e a norma internacional ISO 8421-1 o definem como o processo de combustão caracterizado pela propagação de calor, seguido de fumaça e/ou chamas.

3.1.2 Combustão

A definição de combustão, segundo a ISO 8421-1, é a reação exotérmica de materiais combustíveis com oxidantes, normalmente, acompanhada por chamas, abrasamento ou emissão de fumaça (SEITO, 2008). O fogo é composto por três elementos essenciais que promovem esta reação: combustível, fonte de calor e comburente (oxigênio). Entretanto, o processo ocorre somente na presença simultânea destes elementos em reação em cadeia. Assim sendo, a representação gráfica da combustão é interpretada pelo Tetraedro do fogo (Figura 1).

Figura 1 – Tetraedro do fogo



Fonte: Seito (2008)

Durante o processo, os materiais combustíveis geram calor e desprendimento de outros gases inflamáveis que, em contato com o oxigênio, darão continuidade à combustão (UMINSKI, 2003 apud GOMES, 2014).

Os combustíveis são elementos que, simultaneamente, alimentam o fogo e servem de campo de propagação do mesmo. Estes materiais, após atingirem a temperatura de ignição, combinados quimicamente com outros, emitem calor e luz (CAMILLO JR, 2013 apud LUZ, 2017). Além disso, os combustíveis têm comportamentos diferentes na combustão e manutenção do fogo,

tais como: estado do material – sólido, líquido ou gasoso –, massa, superfície e calor específicos, composição química, ponto de ignição, quantidade de calor e oxigênio disponível, etc. (SEITO, 2008). Gomes (2014) afirma, ainda, que a combustibilidade de um material depende de sua maior – ou menor – facilidade de combinação com o oxigênio, sob ação do calor.

O comburente (oxigênio) é o agente químico que, em contato com gases combustíveis, gera a mistura inflamável, ativando o fogo e conservando a combustão (BRENTANO, 2007 apud CASTRO, 2015). Não havendo concentração de oxigênio suficiente no ar, não haverá fogo; Segundo Oliveira (2018), normalmente, há uma concentração de 21% e, quando esta for inferior a 8%, não haverá combustão.

O calor é o elemento que dá início ao fogo, o mantém e incentiva sua propagação através da mistura inflamável decorrente dos gases combustíveis e do comburente (BRENTANO, 2007 apud CASTRO, 2015). Na maioria dos casos, a continuidade do fogo é decorrente do calor das chamas do material em combustão.

E, por fim, a reação em cadeia é o elemento responsável pela auto alimentação do fogo através da transferência de energia de uma molécula em combustão para outra intacta, de forma a propagar o fogo sucessivamente, até que todo material esteja em combustão (BRENTANO, 2007 apud CASTRO, 2015).

3.1.3 *Transmissão do calor*

A partir do momento de ignição de um material, é liberado energia na forma de calor que pode incendiar elementos adjacentes (BRUNETTO, 2015). De tal modo, é fundamental, no estudo de prevenção e extinção do fogo, conhecer como o calor pode ser transmitido e propagado, haja vista que neste processo ocorre o crescimento do incêndio. A transmissão ocorre através do ar atmosférico ou do próprio material combustível por meio de condução, convecção ou radiação, que podem acontecer de maneira associada (FERIGOLO, 1977 apud GOMES, 2014).

A condução é caracterizada pela transferência de calor a partir do contato direto entre dois corpos, ou através de um meio intermediário que seja bom condutor de calor (GOMES, 2014). A condutividade térmica determina a rapidez com que o calor flui em um material (REZENDE, 2008).

A transferência de calor por convecção ocorre através do movimento de massas de fluidos envolvendo transporte de matéria. Por exemplo, massas de ar podem levar calor suficiente para iniciar o fogo em materiais combustíveis com os quais entrarem em contato (GOMES, 2014).

E, ainda, a radiação envolve a transferência de calor por meio de ondas eletromagnéticas que se deslocam através do espaço (GOMES, 2014).

3.1.4 *Classes de fogo*

O fogo é classificado de acordo com os materiais envolvidos e a situação em que se encontra. Segundo Brentano (2007) apud Castro (2015), a natureza do fogo é dividida em classes.

Classe A: fogo em materiais combustíveis sólidos que queimam em superfície e profundidade e deixam resíduos;

Classe B: fogo em líquidos e/ou gases inflamáveis que se liquefazem por ação do calor e queimam somente em superfície;

Classe C: fogo em materiais, equipamentos e instalações elétricas energizadas;

Classe D: fogo em metais combustíveis.

O autor menciona, ainda, as seguintes classes: Classe K para fogo em óleos e gorduras, animais e vegetais, utilizados em cozinhas; e, Classe I para fogo em materiais radioativos.

3.1.5 *Extinção do fogo*

Conforme mencionado, a condição para o início e continuidade da combustão é a coexistência dos quatro elementos do Tetraedro do fogo (Figura 1). A eliminação de um desses, interrompe a reação em cadeia e, conseqüentemente, a propagação do fogo, até sua extinção. Tem-se quatro princípios básicos de extinção: resfriamento, abafamento, isolamento do material e quebra da reação em cadeia.

O resfriamento visa remover ou diminuir o calor do material incendiado, até que esse não libere mais gases que reajam com o oxigênio, impedindo, desta forma, o avanço do fogo; o abafamento tem por finalidade impedir ou reduzir o alcance do comburente (oxigênio) ao fogo, reduzindo sua concentração; o isolamento consiste na retirada, diminuição ou interrupção do material combustível não atingido pelo fogo; e, ainda, a quebra da reação em cadeia é realizada

por meio da introdução de determinadas substâncias que têm a propriedade de reagir com alguns dos produtos intermediários da reação de combustão, evitando que essa se complete totalmente (GOMES, 2014).

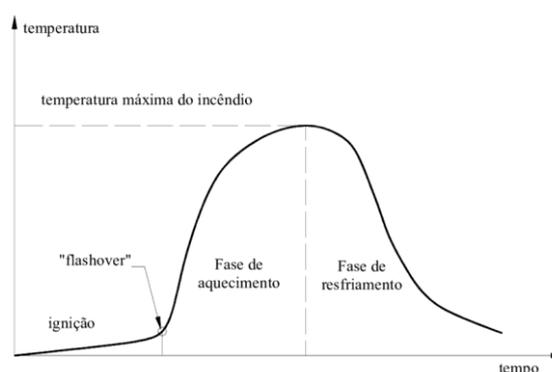
3.2 Estudo do incêndio

Seito (2008) menciona que a ABNT NBR 13860:1977 conceitua incêndio pela existência de fogo fora de controle; e a norma internacional ISO 8421-1 define o mesmo pela combustão rápida e de forma descontrolada no tempo e espaço. O Corpo de Bombeiros Militar de São Paulo (2019) estabelece, ainda, o sinistro como fogo intenso e sem controle, capaz de causar danos e prejuízos à vida, ao meio ambiente e ao patrimônio.

3.2.1 Evolução do incêndio

Geralmente, o foco de fogo começa em pequena proporção e o avanço do mesmo depende dos materiais disponíveis, sua distribuição no ambiente e do comportamento ao fogo dos materiais adjacentes àquele que estiver em combustão (SEITO, 2008). O padrão observado na evolução do incêndio é identificado por uma curva representando a temperatura em função do tempo de desenvolvimento do sinistro (Figura 2).

Figura 2 – Curva de evolução do incêndio



Fonte: Silva et al (2008)

A partir da Curva de evolução do incêndio, nota-se que o sinistro apresenta quatro estágios bem definidos: ignição, crescimento do fogo (*flashover*), fase de aquecimento e extinção. Reis (2018) afirma que conhecer as diferentes fases permite a melhor compreensão do desenvolvimento do incêndio, contribuindo, assim, para o adequado combate em cada etapa.

A ignição é o incêndio incipiente, no qual o crescimento é lento. Consiste em duas etapas: abrasamento, etapa de combustão lenta, sem chama e produção de pouco calor; e, chamejamento, com o desenvolvimento de calor, chamas e fumaça (SEITO, 2008).

A segunda fase representa o crescimento do incêndio, no qual ocorre a propagação do fogo para objetos e ambientes adjacentes, gerando a combustão simultânea de vários materiais (SEITO, 2008). Luz (2017) menciona que a presença de oxigênio proporciona a alimentação da inflamação, permitindo o aumento da temperatura e, conseqüentemente, novos focos de incêndio. A etapa continuará enquanto o combustível e comburente estiverem disponíveis no local.

Além disso, neste estágio ocorre o espalhamento de chamas a todos os materiais combustíveis presentes no ambiente, dando início à inflamação generalizada (*flashover*) (PAGNUSSATT, 2017). A partir da Figura 2, observa-se que, no momento do *flashover*, a temperatura aumenta muito em pouco tempo, levando a uma situação caracterizada pela presença de chamas, grande volume de fumaça e rápida propagação do fogo (REZENDE, 2008).

A terceira fase é responsável pelo desenvolvimento do incêndio, no qual todos os materiais combustíveis do ambiente entrarão em combustão. A temperatura poderá atingir valores acima de 1100°C, desta forma, o incêndio estará fora de controle e não será possível o acesso ao foco (COSTA, 2018 apud REIS, 2018). Hurtado (2013) afirma que nesta fase, aproximadamente, 70% dos materiais foram consumidos e a taxa de combustão tende a decair, apresentando uma diminuição da temperatura. Dessa forma, o incêndio entra na fase de extinção.

A intensidade do incêndio irá diminuir na proporção em que ocorre a redução da combustão dos materiais, devido à falta de oxigênio para manter a reação ou após todo combustível ter sido consumido (SILVA; VARGAS; ONO, 2010). Por fim, ocorre a diminuição gradual da temperatura do ambiente, redução progressiva das chamas e extinção do fogo (BRENTANO, 2015 apud PAGNUSSATT, 2017).

3.3 Medidas de proteção

O Projeto de Prevenção e Combate a Incêndio e Pânico (PPCIP) deve ser elaborado com a finalidade de evitar o início do incêndio. Entretanto, havendo a ocorrência de foco de fogo,

devem ser previstos meios apropriados para controlar e confiná-lo, permitir o abandono rápido e seguro à edificação, e facilitar o acesso para o combate propriamente dito (GOMES, 2014).

De acordo com a ABNT NBR 15575-1:2013, as medidas de segurança contra incêndio visam proteger a vida dos ocupantes em caso de sinistro; dificultar a propagação do mesmo, reduzindo danos patrimoniais e ao meio ambiente; proporcionar meios de contenção e extinção do fogo; e, ainda, permitir acesso para operações de combate externas à edificação.

Gill, Oliveira e Negrisolo (2008) abordam a segurança contra incêndio a partir dos seguintes grupos: prevenção e proteção contra incêndio; combate; meios de escape; e, gerenciamento.

As medidas de segurança podem ser de caráter preventivo ou de proteção. Essas são associadas a precaução e se destinam a evitar a ocorrência do sinistro, englobando atitudes preventivas, treinamento de pessoas e controle de materiais combustíveis e de fontes de calor. As medidas de proteção, utilizadas quando a prevenção falha, visam manter a estabilidade das edificações e dificultar a propagação de focos de incêndio. O combate ao sinistro têm por objetivo extinguir o fogo e, em conjunto com meios de escape, viabilizar às pessoas o abandono seguro às edificações. Por fim, o gerenciamento destas medidas prevê a manutenção de sistemas e equipamentos (GILL; OLIVEIRA; NEGRISOLO, 2008).

A proteção contra incêndio deve ser analisada sobre três aspectos: as proteções passiva e ativa, e o combate ao fogo propriamente dito.

3.3.1 *Proteção passiva*

A proteção passiva é caracterizada por medidas tomadas durante a fase de planejamento e elaboração do projeto arquitetônico e de seus complementares, visando evitar ao máximo a ocorrência de foco de fogo e, caso aconteça, minimizando sua propagação (BRENTANO, 2011 apud GOMES, 2014). Em relação ao sistema construtivo, a distribuição e geometria dos espaços definem o nível de segurança das edificações por meio de disposições que são incorporadas à arquitetura e à construção (ONO; VALENTIN; VENEZIA, 2008).

A proteção passiva é incorporada à edificação e não requer nenhum tipo de ação para o seu funcionamento em situação de incêndio. Esses meios de proteção atendem às necessidades dos usuários em condição normal de desempenho das construções, porém, em situação de fogo descontrolado, têm um comportamento especial que reduz seu crescimento e propagação, além

de facilitar a saída dos ocupantes e o ingresso para as ações de combate (PIENIAK; SALGADO, 2017).

São exemplos de proteção passiva: distanciamento entre edifícios; compartimentação; isolamento de risco; segurança estrutural; controle de materiais de acabamento e revestimento; saídas de emergência; proteção das rotas de fuga, entre outros.

3.3.2 *Proteção ativa*

A proteção ativa é composta por medidas acionadas quando o incêndio está ocorrendo e que dependem de uma ação para o funcionamento, seja manual ou automática, com o objetivo de extingui-lo ou, em último caso, mantê-lo sob controle até sua auto extinção (GOMES, 2014).

A título de exemplo, são medidas de proteção ativa: sistemas de detecção e alarme de incêndio; iluminação de emergência; extintores; hidrantes e mangotinhos; chuveiros automáticos, entre outros.

3.3.3 *Combate ao fogo propriamente dito*

O combate ao fogo envolve todas as providências tomadas ao ser detectado fogo fora de controle, tais como prontidão das brigadas de incêndio, atuação do Corpo de Bombeiros e retirada dos ocupantes da edificação pelas rotas de fuga.

4 PROJETO DE PREVENÇÃO E COMBATE A INCÊNDIO E PÂNICO

No último século, as edificações passaram por avanços tecnológicos e modernas soluções arquitetônicas relacionadas ao uso de novos materiais e técnicas construtivas. Decorrente disso, sucedeu a maior verticalização dos edifícios e grandes concentrações de pessoas em espaços menores; conseqüentemente, os riscos de incêndio aumentaram. Desta forma, tornou-se necessário elaborar planos de segurança e sistemas de combate, a fim de proteger a área e a população do local (BRENTANO, 2007 apud PALMA, 2016).

Assim, o Projeto de Prevenção e Combate a Incêndio e Pânico (PPCIP) deve ser elaborado por profissionais habilitados, engenheiros civis e/ou arquitetos, fiscalizado e aprovado mediante vistorias e concessões de alvarás pelos órgãos responsáveis, a fim de fornecer maior segurança às edificações e aos usuários (GOMES, 2014).

Atualmente, fala-se muito em aprovar o projeto no Corpo de Bombeiros, sendo que esta é, simplesmente, a aprovação final de todo o processo. Entretanto, nesta fase, grande parte do planejamento está concluído e, atender algum requisito fundamental pode ser tardio. Sendo assim, a segurança contra incêndio e pânico nas edificações deve ter início na concepção do projeto arquitetônico. O planejamento de áreas de circulação, a especificação dos materiais de acabamento e revestimento, além da localização das escadarias podem evitar – ou propiciar – o começo e a propagação do fogo (ONO, 2013 apud GOMES, 2014). Vale ressaltar que a ausência de requisitos de abandono seguro, o dimensionamento e posicionamento incorretos das saídas de emergência, e a inexistência de pessoas treinadas para conter o pânico e orientar o escape são causas de tragédias (GILL; DE OLIVEIRA; NEGRISOLO, 2008). Desta forma, cabe aos profissionais habilitados prevenir e garantir segurança contra aquilo que ameaça vidas e bens materiais (GOMES, 2014).

O PPCIP deve conter o conjunto de medidas que visam prevenir o incêndio, permitir o abandono seguro às edificações e áreas de risco, dificultar a propagação do fogo e fornecer medidas de controle e extinção do sinistro, além de proporcionar acesso para operações do Corpo de Bombeiros (PALMA, 2016).

Segundo Carlo (2008), o gerenciamento da segurança contra o fogo nas edificações deve envolver o detalhamento dos riscos existentes nas mesmas, tais como: uso, entorno, vedações, materiais de construção utilizados, instalações elétricas, carga de incêndio prevista e plano de manutenção dos sistemas e equipamentos. Mitidieri (2008) afirma que o risco de crescimento do incêndio é definido pela probabilidade de propagação do fogo da sua fase inicial para a fase de inflamação generalizada.

Acerca do comportamento humano, Araújo (2008) afirma que, em situações de incêndio, as pessoas são influenciadas pelas características do ambiente, tais como: o conhecimento das rotas de fuga e saídas de emergência; as condições de luminosidade, visibilidade e temperatura; e as características e dificuldades pessoais. Os ocupantes da edificação tendem a buscar o abandono da mesma pelo caminho mais curto ou familiar. Desta forma, Teixeira (2019) menciona que, em situação de emergência, a escolha entre mais de uma rota de fuga pode causar situação de pânico. A evacuação segura dos usuários está relacionada ao tempo de detecção do sinistro e a familiaridade com as rotas de fuga e saídas de emergência, medidas essas tão importantes a serem consideradas na fase de planejamento do PPCIP.

Segundo Gomes (2014), visando a análise do PPCIP pela perspectiva de perdas patrimoniais e materiais, pode-se concluir que a elaboração de um projeto correto traz inúmeros benefícios econômicos, tanto para o setor privado quanto público. A exemplo, em ambos os casos, a ocorrência de incêndios geram prejuízos decorrentes da destruição parcial ou total da estrutura; perdas de estoques; gastos com indenizações, equipamentos e recursos; entre outros. Além disso, Borges (2014) apud Gomes (2014) menciona que apenas 3% a 5% do valor total do imóvel é consumido em equipamentos de segurança contra o sinistro. Desta forma, conclui-se que o custo de um incêndio supera muito aquele de elaboração, instalação e fiscalização do PPCIP.

5 ESTUDO DE CASO

A aplicação prática deste trabalho foi realizada através da elaboração de um Projeto de Prevenção e Combate a Incêndio e Pânico (PPCIP), executado com base em requisitos exigidos em Minas Gerais, envolvendo Instruções Técnicas do Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais (CBMMG), decretos, normas e leis vigentes no Estado.

O projeto base da edificação em estudo foi disponibilizado, exclusivamente para fins acadêmicos, pela Faculdade de Engenharia Civil da Universidade Federal de Uberlândia. As plantas baixas desta edificação, bem como seus detalhes complementares estão presentes no Anexo A.

A primeira etapa da realização do PPCIP é classificar a edificação quanto ao seu uso e ocupação. Em cada grupo de edificações, a partir da área de risco e altura construída, são definidas as medidas de segurança a serem cumpridas. Segundo o Decreto nº 44.746 (2017), este edifício é descrito por habitação multifamiliar – edifícios de apartamento em geral –, classificado no grupo A, uso residencial, divisão A-2.

A partir disso, a classificação quanto ao risco de incêndio é obtida através da carga de incêndio, que consiste na soma das energias caloríficas disponíveis para serem liberadas pela combustão completa de todos os materiais combustíveis contidos no ambiente (CBMMG / Instrução Técnica nº 09, 2005). A Tabela 1 apresenta a carga de incêndio em função da ocupação.

Tabela 1 – Cargas de incêndio específicas por ocupação

Ocupação / Uso	Descrição	Divisão	Carga de incêndio (q _f) em MJ/m ²
Residencial	Alojamentos estudantis	A-3	300
	Apartamentos	A-2	300
	Casas térreas ou sobrados	A-1	300
	Pensionatos	A-3	300

Fonte: Instrução Técnica n° 09 – Carga de incêndio nas edificações e áreas de risco – CBMMG (2005)

Para edificação de apartamentos em geral a carga de incêndio é 300 MJ/m². Com isso, a partir da Tabela 2, observa-se que esta edificação é considerada de risco baixo.

Tabela 2 – Classificação das edificações e áreas de risco quanto à carga de incêndio

CLASSIFICAÇÃO DAS EDIFICAÇÕES E ÁREAS DE RISCO QUANTO À CARGA DE INCÊNDIO	
Risco	Carga de incêndio (MJ/m ²)
Baixo	Até 300 MJ/m ²
Médio	Acima de 300 até 1200 MJ/m ²
Alto	Acima de 1200 MJ/m ²

Fonte: Instrução Técnica n° 09 – Carga de incêndio nas edificações e áreas de risco – CBMMG (2005)

Outra etapa do PPCIP é definir as medidas básicas de segurança contra sinistro necessárias a serem atendidas nas edificações, e que dependem de suas características construtivas. Neste projeto, a edificação constitui-se de um único bloco de edifício com cinco pavimentos tipo, um pavimento duplex, um pavimento térreo, um subterrâneo, além de um pavimento técnico e mezanino para caixas d'água. O pavimento tipo possui dois apartamentos com 179,59 m² cada, os quais apresentam arquitetura padronizada, com sala de estar e jantar, cozinha, três suítes, um lavabo, lavanderia, área de serviço e varanda gourmet. O pavimento duplex possui dois apartamentos com 250,42 m² cada, arquitetura similar ao tipo, acrescida de espaço gourmet, *spa*, um lavabo e área para *home theater*. O terreno possui área de 577,32 m² e a área total construída é de 3217,02 m².

A altura da edificação foi medida segundo a Lei Estadual n° 14.130 (2004) que define a altura descendente como àquela medida entre o ponto de saída de descarga até o ponto mais alto do último pavimento, desconsiderando aqueles destinados a casa de máquinas, barriletes e reservatórios. Desta forma, a altura desta edificação é igual a 24,27 metros.

Com base nestas características, a Instrução Técnica n° 01 (Procedimentos Administrativos) apresenta as exigências que esta edificação deve dispor (Tabela 3).

Tabela 3 – Exigências de segurança contra incêndio

Divisão	A-2 e A-3			
	Classificação quanto à altura (em metros)			
	H ≤ 12	12 < H ≤ 30	30 < H ≤ 54	Acima de 54
Acesso de Viaturas	X	X	X	X
Segurança Estrutural contra Incêndio	-	X	X	X
Compartimentação Vertical	-	-	X	X
Saídas de Emergência	X	X	X	X
Brigada de Incêndio	-	-	-	X
Iluminação de Emergência	X	X	X	X
Alarme de Incêndio	-	-	X	X
Sinalização de Emergência	X	X	X	X
Extintores	X	X	X	X
Hidrantes e Mangotinhos	X	X	X	X
Controle de Materiais de Acabamento e de Revestimento	-	X	X	X

NOTAS GENÉRICAS:
A – A área a ser considerada para definição de exigências é a “área total da edificação”, podendo ser subdividida se os riscos forem isolados.
B – As saídas de emergência de edificações construídas até 01 de julho de 2005 poderão atender à Norma Brasileira vigente à época da construção.
C – As medidas “Acesso de Viaturas”, “Segurança Estrutural contra Incêndio” e “Compartimentação Vertical” não se aplicam às edificações construídas até 01 de julho de 2005.

Fonte: Instrução Técnica n° 01 – Procedimentos administrativos – CBMMG (2018)

A partir da Tabela 3, são conhecidos os requisitos de segurança, equipamentos e sistemas de proteção e combate necessários para a edificação em estudo: acesso de viaturas; segurança estrutural contra incêndio; saídas de emergência; iluminação de emergência; sinalização de emergência; extintores; hidrantes e mangotinhos; controle de materiais de acabamento e revestimento.

5.1 Acesso de viaturas

O livre acesso da guarnição do Corpo de Bombeiros nas edificações facilita no socorro às vítimas, no combate direto ao incêndio e em outros serviços de apoio (BRENTANO, 2015 apud PAGNUSSATT, 2017). Prever o acesso de viaturas é de grande importância na elaboração do plano de proteção contra sinistro de uma edificação.

Em Minas Gerais, o acesso de viaturas é orientado pela Instrução Técnica n° 04 do CBMMG, a partir da qual são definidas condições mínimas para o acesso em edificações e áreas de risco, a fim de permitir a atuação do Corpo de Bombeiros em atividades solicitadas.

5.2 Segurança estrutural contra incêndio

A segurança estrutural contra incêndio é uma medida de proteção passiva, e representa a reação e resistência ao fogo que a edificação deve apresentar (GOUVEIA, 2006 apud BARANOSKI, 2017). Neste sentido, a resistência é definida pela capacidade de uma estrutura suportar a ação do fogo, preservando sua estabilidade, isolamento e estanqueidade (SILVA; VARGAS; ONO, 2010).

O estudo da proteção das estruturas em caso de sinistro tem por objetivo manter a integridade dos ambientes, minimizar as proporções do incêndio e impedir o colapso estrutural (BERTO, 1997 apud BARANOSKI, 2008).

A estrutura principal da edificação deve permanecer estável durante o mínimo Tempo Requerido de Resistência ao Fogo (TRRF) definido pela legislação. O tempo de desocupação da edificação deve ser menor que o TRRF, garantindo que, antes deste período, os ocupantes tenham abandonado o local em segurança (BRENTANO, 2007 apud BARANOSKI, 2008).

Em Minas Gerais, a Instrução Técnica n° 06 do Corpo de Bombeiros define o TRRF para diferentes situações e as condições necessárias que devem ser atendidas pelos elementos estruturais, a fim de que, em situação de sinistro, seja evitado o colapso estrutural por tempo suficiente.

5.3 Saídas de emergência

As saídas de emergência são caminhos contínuos, devidamente protegidos, a serem percorridos pelos usuários em caso de emergência, de qualquer ponto da edificação até atingir local preservado do incêndio. São compostas por acessos, saídas horizontais, portas, corredores, *halls*, passagens externas, escadas, rampas e combinações desses. Vale ressaltar que todos os pavimentos da edificação devem, obrigatoriamente, ter acesso às saídas de emergência e meios de abandono (ABNT NBR 9077:2001).

Silva, Vargas e Ono (2010) afirmam que as saídas de emergência são fundamentais, haja vista que permitem rotas seguras para os ocupantes saírem de locais sinistrados, além de favorecer a entrada do Corpo de Bombeiros para o combate ao fogo e resgate dos usuários. Brentano (2016) apud Pagnussatt (2017) menciona que o sistema tem por finalidade permitir aos ocupantes se deslocarem – a partir de qualquer lugar da edificação, independentemente do local de origem do incêndio – por seus próprios meios, com segurança, tranquilidade e rapidez até um local livre do fogo, calor e fumaça.

No geral, os meios de fuga são constituídos por rotas, horizontais e verticais (escadas), que conduzem à descarga do edifício. Ambos precisam ser dimensionados com largura suficiente para comportar a população usuária da edificação. Além disso, as rotas devem permanecer desobstruídas e as saídas finais conduzirem as pessoas, preferencialmente, ao exterior da edificação (SILVA; VARGAS; ONO, 2010). A ABNT NBR 9077:2001 e a Instrução Técnica nº 08 do CBMMG definem requisitos básicos para as saídas de emergência: quantidade; larguras mínimas; distâncias máximas a serem percorridas; tipos de escada; entre outros.

Para dimensionamento das saídas de emergência é preciso, a princípio, conhecer a população ocupante da edificação. A Tabela 4 fornece os parâmetros mínimos aceitáveis para o cálculo da população.

Tabela 4 – Dados para o dimensionamento das saídas

Ocupação		População	Capacidade da U de passagem		
Grupo	Divisão		Acesso e descargas	Escadas e rampas	Portas
A	A-1 e A-2	Duas pessoas por dormitório	60	45	100
	A-3	Duas pessoas por dormitório e uma pessoa por 4 m ² de área de alojamento			

Fonte: Instrução Técnica nº 08 – Saídas de emergência em edificações – CBMMG (2017)

A partir da Tabela 4, têm-se duas pessoas por dormitório para edifícios A-2. No caso em estudo, os pavimentos tipo e *duplex* contam com dois apartamentos e três suítes em cada. A partir do cálculo da população, todos os andares possuem 12 residentes.

A largura das saídas de emergência é dimensionada de acordo com a população e a capacidade de passagem – número de pessoas que passam em uma unidade de passagem durante um minuto. A ABNT NBR 9077:2001 define uma unidade de passagem igual a 0,55 metros, o que corresponde a largura mínima para o fluxo de pessoas; isso é definido pela Equação 1.

$$N = \frac{P}{C} \quad (1)$$

N = número de unidades de passagem, arredondado para número inteiro maior;

P = população ocupante;

C = capacidade de unidade de passagem.

Neste estudo de caso, a partir da Equação 1 e dos dados da Tabela 4, em cada pavimento foi necessária apenas uma unidade de cada passagem (acesso, escada e/ou rampa e porta). Segundo a Instrução Técnica nº 08 (2017), a largura mínima a ser adotada para as portas das saídas de emergência é de 0,80 metros, valendo por uma unidade de passagem. Para a edificação com as características mencionadas, admite-se saída única nas habitações multifamiliares (A-2) e a escada deve ser enclausurada.

Os comprimentos máximos a serem percorridos no momento do incêndio são as distâncias desde qualquer ponto da edificação até um local protegido. Para edifícios de apartamentos em geral (A-2), a distância deve ser medida a partir da porta de entrada das unidades autônomas. Este parâmetro é baseado na classificação das edificações quanto às suas características construtivas (Tabela 5), sua classe de ocupação e a presença, ou não, de sistema de chuveiros automáticos e de detecção automática de fumaça (Tabela 6).

Tabela 5 – Características construtivas

Código	Tipo	Especificação
X	Edificações em que o crescimento e a propagação do incêndio podem ser fáceis e onde a estabilidade pode ser ameaçada pelo incêndio	Edifícios em que estão presentes as seguintes condições: a) Não possuam TRRF, mesmo que existam condições de isenção na IT 06 b) Não possuam compartimentação vertical completa, de acordo com a IT 07, mesmo que existam condições de isenção no Regulamento de Segurança Contra Incêndio e Pânico nas edificações e áreas de risco do Estado de Minas Gerais.
Y	Edificações onde um dos três eventos é provável: a) Rápido crescimento do incêndio; b) propagação vertical do incêndio; c) colapso estrutural.	Edifícios onde apenas uma das duas condições está presente: a) Possuam TRRF, mesmo que existam condições de isenção na IT 06 b) Possuam compartimentação vertical completa, de acordo com a IT 07, mesmo que existam condições de isenção no Regulamento de Segurança Contra Incêndio e Pânico nas edificações e áreas de risco do Estado de Minas Gerais.
Z	Edificações concebidas para limitar: a) O rápido crescimento do incêndio; b) propagação vertical do incêndio; c) colapso estrutural.	Edifícios onde as duas condições abaixo estão presentes: a) Possuam TRRF, mesmo que existam condições de isenção na IT 06 b) Possuam compartimentação vertical completa, de acordo com a IT 07, mesmo que existam condições de isenção no Regulamento de Segurança Contra Incêndio e Pânico nas edificações e áreas de risco do Estado de Minas Gerais.

Nota: Os prédios devem, preferencialmente, ser sempre projetados e executados dentro do tipo "Z".

Fonte: Instrução Técnica nº 08 – Saídas de emergência em edificações – CBMMG (2017)

Tabela 6 – Distâncias máximas a serem percorridas

Tipo de edificação	Grupo e divisão de ocupação	Sem chuveiros automáticos				Com chuveiros automáticos			
		Saída única		Mais de uma saída		Saída única		Mais de uma saída	
		Detecção automática de fumaça		Detecção automática de fumaça		Detecção automática de fumaça		Detecção automática de fumaça	
		SEM	COM	SEM	COM	SEM	COM	SEM	COM
X	Qualquer	25,0 m	40,0 m	35,0 m	50,0 m	40,0 m	55,0 m	50,0 m	65,0 m
Y	Qualquer	35,0 m	50,0 m	45,0 m	60,0 m	50,0 m	65,0 m	60,0 m	75,0 m
Z	C, D, E, F, G-3, G-4, H, I, L e M	50,0 m	65,0 m	60,0 m	75,0 m	65,0 m	80,0 m	75,0 m	90,0 m
	A, B, G-1, G-2 e J	55,0 m	70,0 m	65,0 m	80,0 m	70,0 m	85,0 m	80,0 m	95,0 m

Fonte: Instrução Técnica nº 08 – Saídas de emergência em edificações – CBMMG (2017)

Conforme mencionado anteriormente, esta edificação possui saída única e não dispõe de chuveiros automáticos e detecção de fumaça; desta forma, a distância máxima a ser percorrida através das rotas de fuga até local seguro é de 55,0 metros.

As larguras mínimas das portas e o tipo de escada a ser utilizado estavam definidos corretamente no projeto base. O projeto das saídas de emergência encontra-se no Apêndice A, no qual foram traçadas as rotas de fuga e definidas as saídas.

5.4 Iluminação de emergência

O sistema de iluminação de emergência é o conjunto de equipamentos que, em funcionamento, proporciona iluminação suficiente em caso de interrupção decorrente de falhas na alimentação normal, a fim de evitar acidentes, prevenir pânico, possibilitar o abandono seguro das pessoas às edificações e permitir intervenção de equipes de socorro (UMINSKI, 2003 apud GOMES, 2014).

Alguns requisitos funcionais deste sistema são: utilização de fonte de energia independente; instalação permanente; e operação automática em caso de interrupção da alimentação normal (PIENIAK; SALGADO, 2017).

O sistema pode ser classificado por luminárias de aclaramento e balizamento. As primeiras tem função de clarear os locais de permanência e rotas de fuga, enquanto as de balizamento visam orientar os usuários às saídas (SILVA; VARGAS; ONO, 2010).

A iluminação de emergência deve garantir um nível mínimo de iluminamento no piso de 5 lux em locais com desnível (escadas ou passagens com obstáculos) e de 3 lux em locais planos (corredores, *halls* e locais de refúgio), tendo em vista que, durante a ocorrência de um sinistro, a visualização das rotas de fuga, sinalização e saídas de emergência são prejudicadas pela presença de fumaça. A autonomia do sistema deve ser, no mínimo, de uma hora, com perda máxima de 10% da intensidade luminosa inicial (ABNT NBR 10898:2013).

O sistema de iluminação mais utilizado em edificações é do tipo blocos autônomos. Esses referem-se a aparelhos compostos de único invólucro adequado, incluindo lâmpadas, fonte de energia com carregador e controles de supervisão. Possuem sensor de falha na tensão alternada, que é o dispositivo necessário para colocá-lo em funcionamento no caso de interrupção de alimentação da rede elétrica da concessionária ou na falta de iluminação adequada (ABNT NBR 10898:2013).

Os pontos de iluminação devem ser distribuídos por toda a área de risco, circulação de uso comum e rotas de fuga (GOMES, 2014). A ABNT NBR 10898:2013 menciona que a distância máxima entre dois pontos de iluminamento deve ser igual a quatro vezes a altura de instalação em relação ao nível do piso, não ultrapassando 15,0 metros. A referida norma ainda esclarece que a tensão das luminárias de emergência deve ser, no máximo, de 30 Volts.

Para o projeto de iluminação de emergência, foram alocados pontos de iluminação nos locais de acesso comum aos usuários, que podem ser verificados no Apêndice B.

5.5 Sinalização de emergência

Sinalização de emergência é aquela que oferece mensagem específica de segurança mediante adoção de símbolos, mensagens e combinação de cores e formas geométricas; visam orientar e transmitir informações necessárias aos usuários que utilizam as rotas de fuga. É comprovado que o uso e a descrição de símbolos em situação de emergência conferem conforto e segurança às pessoas (PIENIAK; SALGADO, 2014).

O sistema, executado através do uso de placas e faixas complementares, possui função de antecipar-se na possibilidade de ocorrência de incêndio, alertando para riscos, proibindo ações potenciais e incentivando medidas preventivas. E, ainda, orientar caso o sinistro aconteça, indicando a localização dos equipamentos de combate e rotas de fuga (SILVA; VARGAS; ONO, 2010).

É recomendada a padronização da simbologia, que deve ser de fácil visualização e entendimento, reduzindo a confusão. É inadmissível que a sinalização gere dúvidas a respeito do que fazer ou a rota a seguir, haja vista que o intuito é orientar pessoas em situação de pânico (GOMES, 2014). A Instrução Técnica nº 15 disponibilizada pelo CBMMG traz a simbologia padrão utilizada em edificações, bem como os requisitos básicos para a instalação das placas e sua manutenção.

As formas geométricas das placas de sinalização podem ser circulares, utilizadas para símbolos de proibição e ação de comando; triangulares, empregadas para alerta; e, quadradas ou retangulares, destinadas aos símbolos de orientação, salvamento e identificação dos equipamentos utilizados no combate ao incêndio.

A fim do melhor entendimento e visualização do sistema no interior das edificações, a sinalização deve destacar-se e não pode ser neutralizada por elementos construtivos. Desta forma, as placas devem ser inspecionadas periodicamente, a fim de realizar necessárias manutenções, de modo que suas propriedades físicas e químicas não percam o efeito visual para o qual são instaladas (CBMMG / Instrução Técnica n° 15, 2017).

Os diversos tipos de sinalização são adotados em função de características específicas de uso, riscos e de necessidades básicas para a garantia da segurança contra incêndio na edificação (ABNT NBR 13434-1:2004). A sinalização de emergência divide-se em básica e complementar.

A básica é definida pelo conjunto mínimo de sinalização que uma edificação deve apresentar, a qual é dividida em quatro grupos que diferem entre si de acordo com a sua função: sinalização de proibição, destinada a coibir ações capazes de iniciar e propagar o sinistro; de alerta, cuja finalidade é advertir para materiais e áreas de risco com potencial para o desenvolvimento de incêndios, explosões, choques elétricos e a presença de produtos perigosos; de orientação e salvamento, a qual intenciona indicar as rotas de fuga e saídas de emergência; e, por fim, de equipamentos de combate a incêndio, que tende a apontar a localização dos mesmos (CBMMG / Instrução Técnica n° 15, 2017).

A sinalização de proibição e alerta deve ser instalada em local visível, a uma altura de 1,80 metros, medida do piso acabado à base da sinalização. Ademais, as placas precisam ser visíveis dentro da área de risco, sendo necessária a distribuição das mesmas no ambiente, distadas, no máximo, em 15,0 metros entre si (CBMMG / Instrução Técnica n° 15, 2017).

A sinalização de orientação de emergência deve englobar todas as mudanças de direção e sentido, saídas, escadas, etc. A metodologia de instalação é descrita pela Instrução Técnica n° 15 (2017): deve ser quadrada ou retangular, na cor de segurança verde com contraste branco fotoluminescente; a visualização de qualquer sinalização não pode ser obstruída pela abertura de portas; precisa ser posicionada imediatamente acima de portas de saída, no máximo a 0,10 metros da verga ou diretamente na folha da porta, centralizada a uma altura de 1,80 metros medida do piso acabado à base da sinalização; também deve ser localizada de modo que a distância de percurso máximo, de qualquer ponto da rota de fuga até a sinalização, seja 15,0 metros; na direção de saída de qualquer local deve ser visível a sinalização seguinte, respeitando a distância máxima de 30,0 metros; as escadas devem possuir sinalização de saída de

emergência com seta indicativa da direção do fluxo na parede frontal aos lances e acima da porta de saída, de forma a evidenciar o piso de descarga; a identificação dos pavimentos no interior da caixa de escada deve ser fixada junto à parede, sobre o patamar de acesso de cada pavimento, de forma visível em todos os sentidos da escada.

De maneira análoga, a sinalização apropriada de equipamentos de combate a incêndio deve estar imediatamente acima do equipamento, a uma altura mínima de 1,80 metros, medida do piso acabado à base da sinalização. A Instrução Técnica nº 15 (2017) menciona requisitos para este tipo de sinalização: deve ser quadrada, na cor de segurança vermelha e cor de contraste fotoluminescente; quando houver, na área de risco, obstáculos que dificultem ou impeçam a visualização direta da sinalização, a mesma deve ser repetida a partir do ponto de boa visibilidade mais próxima; deve incluir o símbolo do equipamento em questão e uma seta indicativa, no qual, ambos não devem distar mais que 7,50 metros; quando o equipamento for instalado em pilares, todas as faces do mesmo voltadas para os corredores de circulação de pessoas ou veículos devem ser sinalizadas; e, ainda, os hidrantes e extintores de incêndio quando instalados em garagens devem possuir sinalização de piso.

Acerca da sinalização complementar, tem o objetivo de integrar a sinalização básica com o uso de faixas de cor, símbolos e mensagens. É utilizada na continuidade das rotas de fuga, indicação de obstáculos, uso de mensagens escritas que complementam a simbologia, informação de características da edificação ou da área de risco e indicação dos sistemas fixos de combate a incêndio (CBMMG / Instrução Técnica nº 15, 2017).

A indicação continuada das rotas de fuga é facultativa, mas, quando utilizada, deve atender aos requisitos da Instrução Técnica nº 15 do CBMMG: tem que ser instalada em corredores sobre o piso acabado ou nas paredes – a uma altura constante entre 0,25 e 0,50 metros do piso acabado à base da sinalização; deve ser posicionada em todas as mudanças de direção e espaçadas, no máximo, a 3,0 metros de distância entre si; e, ainda, pode ser instalada alternadamente em paredes da rota de fuga.

A indicação de obstáculos deve ser posicionada sempre que houver desnível do piso, rebaixo do teto ou saliências presentes nos elementos construtivos que possam reduzir a largura das rotas (CBMMG / Instrução Técnica nº 15, 2017).

As mensagens escritas que indicam as características da edificação são empregadas em placas e devem ser instaladas no acesso principal, as quais precisam abranger: os sistemas e

equipamentos de proteção adotados na edificação; o sistema estrutural da construção; e o número do telefone de emergência para acionamento de socorro. Em locais destinados ao acesso público, a mensagem deve conter, ainda, a lotação máxima permitida. Além disso, em locais destinados ao armazenamento de produtos perigosos, estes devem ser identificados, bem como a quantidade e o grau de perigo que oferecem às pessoas e ao meio ambiente (CBMMG / Instrução Técnica n° 15, 2017).

Para a sinalização complementar dos sistemas de combate a incêndio, os hidrantes, chuveiros automáticos, acessórios hidráulicos e tubulações aparentes destes equipamentos devem ser pintadas na cor vermelha (CBMMG / Instrução Técnica n° 15, 2017).

Em relação ao projeto de sinalização de emergência, em Minas Gerais, não é obrigatória a apresentação para análise junto ao Corpo de Bombeiros. Entretanto, recomenda-se a elaboração deste projeto a fim de adequar a edificação. Além disso, deve ser realizada uma nota no PPCIP indicando que o sistema atenderá as exigências presentes na Instrução Técnica n° 15.

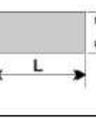
O projeto executivo de sinalização de emergência deve possuir memoriais descritivos do sistema e plantas baixas da edificação. A simbologia utilizada precisa estar em conformidade com o apresentado no Anexo B da Instrução Técnica n° 15 do CBMMG. No projeto, a sinalização deve ser posicionada no local a ser fixada e é representada por um círculo dividido ao meio, no qual, na parte superior, deve conter o código da simbologia e, na parte inferior, as dimensões (diâmetro, altura e largura, em milímetros) (Figura 3). Para o dimensionamento das placas, deve ser utilizado o critério de distância máxima de visualização (Tabela 7). O projeto deve conter, ainda, uma legenda com todos os símbolos utilizados, bem como um quadro de quantidades dos mesmos.

Figura 3 – Símbolos para identificação de placas em planta baixa de projeto executivo

Sinalização retangular	Sinalização quadrada	Sinalização triangular	Sinalização circular
			

Fonte: Instrução Técnica n° 15 – Sinalização de emergência– CBMMG (2017)

Tabela 7 – Distância máxima de visibilidade para sinalização de emergência

Sinal	Forma geométrica	Cota (mm)	Distância máxima de visibilidade (m)												
			4	6	8	10	12	14	16	18	20	24	28	30	
Proibição		D	101	151	202	252	303	353	404	454	505	606	706	757	
Alerta		L	136	204	272	340	408	476	544	612	680	816	951	1019	
		L	89	134	179	224	268	313	358	402	447	537	626	671	
Orientação, salvamento e equipamentos		H (L=2,0H)	63	95	126	158	190	221	253	285	316	379	443	474	

Fonte: Instrução Técnica nº 15 – Sinalização de emergência– CBMMG (2017)

Para este estudo de caso foi realizado o projeto executivo de sinalização de emergência seguindo os requisitos da Instrução Técnica nº 15 (Apêndice C).

5.6 Extintores

Os extintores são fundamentais e, normalmente, são os primeiros equipamentos a serem utilizados no combate ao fogo em fase inicial, tendo em vista que são portáteis, relativamente leves, de fácil manuseio e disponíveis em lugares estratégicos da edificação (BRENTANO, 2015 apud PAGNUSSATT, 2017).

O melhor funcionamento do sistema decorre de alguns requisitos, tais como: o princípio de fogo ser descoberto ainda em seu começo; distribuição dos extintores de maneira correta; uso direto do agente extintor para cada classe de fogo; qualidade e manutenção dos equipamentos (BRENTANO, 2015 apud PAGNUSSATT, 2017).

Os equipamentos têm funcionamento manual e são divididos em portáteis – com peso total até 20 kg – e sobre rodas – com o recipiente acoplado a uma carreta, não podendo ultrapassar 250

kg. Os extintores sobre rodas deverão ser instalados em locais de alto risco que necessitem de alta vazão do agente extintor, maior tempo de descarga e alcance do jato. Os portáteis devem ser posicionados de maneira que fiquem, no mínimo, 0,20 metros e, no máximo, 1,60 metros acima do piso acabado. Além disso, quando fixados em abrigos – que devem permanecer destrancados –, necessitam, além de sinalização, da visualização no interior dos mesmos (CBMMG / Instrução Técnica nº 16, 2019).

Conforme mencionado anteriormente, há classes distintas de fogo e conhecê-las permite o uso correto de extintores. Esses são classificados a partir do agente extintor utilizado para extinção do fogo:

Extintor de água: atua por resfriamento, indicado, principalmente, para incêndios de Classe A. São aparelhos de fácil utilização, no qual o jato de água fornece longo alcance, possibilitando a extinção da combustão até em locais de difícil acesso;

Extintor de espuma mecânica: utilizado no combate a incêndio das Classes A e B, pois atua, simultaneamente, por resfriamento e abafamento. Este equipamento é composto por água e líquido gerador de espuma que, em conjunto com o ar, formam uma espécie de manta, capaz de desviar o oxigênio, interrompendo, assim, a reação em cadeia;

Dióxido de carbono: utilizado em fogos das Classes B e C. Trata-se de um gás inerte, inodoro, sem cor e não condutor de eletricidade, cujo método de extinção é a redução do comburente, atuando por abafamento. Sua maior vantagem é não deixar resíduos, dessa forma, é recomendado em locais com equipamentos eletrônicos;

Pó químico seco: atua por abafamento e paralisação da reação em cadeia, devido ao composto químico à base de bicarbonato de sódio e um agente hidrófugo. O pó químico BC mais comum é o bicarbonato de sódio, e sua utilização é recomendada em incêndios das Classes B e C. O pó químico ABC, à base de fosfato monoamônico, é apto, também, para combater incêndios em materiais sólidos (Classe A);

Compostos halogenados: O *halon* extingue o fogo pela inibição da reação em cadeia, sendo recomendado para extinção de incêndios em materiais combustíveis, líquidos inflamáveis e equipamentos elétricos (Classes B e C);

Extintor da Classe D: agente extintor a base de cloreto de sódio, atua através do isolamento do metal da atmosfera, impedindo o alastramento de chamas;

Extintor da Classe K: possui base alcalina, que ao entrar em contato com a gordura saturada formada pelo óleo em alta temperatura, cria uma espuma, abafando o fogo. A esta reação dá-se o nome de saponificação.

Desta forma, é fundamental identificar o tipo de incêndio que está acontecendo a fim de escolher o agente extintor ideal. Um erro na escolha do equipamento pode tornar inútil o esforço de combate às chamas, podendo até aumentar ou espalhá-las ainda mais.

Todo extintor deve possuir rótulo com informações acerca do agente extintor e o tipo de incêndio para o qual deve ser utilizado, tendo em vista que nem sempre o manuseio do equipamento é feito por pessoas treinadas (NOGUEIRA, 2017 apud REIS, 2018). É importante que os extintores estejam lacrados, com pressão correta e possua selo de compatibilidade fornecida pelo Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO). Além disso, o prazo de validade da carga e de funcionamento devem estar em conformidade com o definido pelo fabricante (PIENIAK; SALGADO, 2017).

Para a realização deste trabalho, o dimensionamento do sistema de extintores foi elaborado com base na Instrução Técnica nº 16 do CBMMG, que discorre a respeito do sistema de extintores aplicáveis ao Estado de Minas Gerais. A seleção desses para cada edificação deve ser analisada e determinada pelas dimensões da mesma, tamanho do fogo esperado, tipo de construção, uso e ocupação, risco a ser protegido e condições de temperatura do ambiente (CBMMG / Instrução Técnica nº 16, 2019).

A Instrução Técnica nº 16 (2019) especifica o número de extintores que devem ser instalados na área de risco; a quantidade é definida através do risco da edificação, capacidade do agente extintor e distância máxima a ser percorrida por qualquer ocupante, desde o local de permanência do extintor até o local a ser protegido. A Instrução Técnica estabelece, ainda, que na porta principal de acesso é obrigatório o uso de, no mínimo, um extintor, não mais distante que cinco metros. Com base nisso é realizada a distribuição dos extintores.

A instalação dos extintores deve seguir os requisitos mencionados na referida Instrução Técnica: necessitam ser posicionados de forma visível, a fim de que os usuários fiquem habituados com sua localização; têm de estar protegidos contra danos físicos e intempéries; devem permanecer sinalizados e com acesso desobstruído, de maneira a fornecer a menor probabilidade de o fogo bloquear seu alcance; demandam uma quantidade dimensionada a partir das características da edificação, a fim de garantir que o risco previsto esteja associado à

quantidade de extintores necessária; e carecem ser adequados às classes de incêndio predominantes na área a ser protegida.

O risco quanto a incêndio sempre está presente nas edificações devido à presença constante de materiais combustíveis. A probabilidade de combinação dos elementos do Tetraedro do fogo, em maior ou menor quantidade, determina o risco de que um incêndio tenha início e continuidade (GOUVEIA, 2006 apud TEIXEIRA, 2013). A partir do risco, obtém-se a capacidade extintora mínima, definida pelo poder do agente extintor de exaurir o fogo e a distância máxima a ser percorrida pelo usuário, do local onde encontra-se o extintor até o foco de incêndio.

De acordo com as classes de fogo mencionadas anteriormente, para a edificação em estudo, baseado nos materiais combustíveis presentes em apartamentos em geral, conclui-se que a classe predominante é A. A Instrução Técnica nº 16 estabelece a capacidade extintora mínima e a distância máxima a ser percorrida (Tabela 8), bem como a capacidade extintora com o tipo de carga que está presente em uma unidade extintora (Tabela 9).

Tabela 8 – Capacidade extintora e distância máxima a ser percorrida (Classe A)

Risco	Capacidade extintora mínima	Distância máxima a ser percorrida
Baixo	2-A	20 m
Médio	3-A	20 m
Alto	3-A	15 m
	4-A	20 m

Fonte: Instrução Técnica nº 16 – Sistema de proteção por extintores de incêndio – CBMMG (2019)

Tabela 9 – Capacidade extintora e tipos de carga

Tipo de carga	Capacidade Extintora Mínima
Água	2-A
Espuma Mecânica	2-A: 10-B
Dióxido de Carbono	5-B:C
Pó BC	20-B:C
Pó ABC	2-A: 20-B:C
Compostos Halogenados	5-B: C

Fonte: Instrução Técnica nº 16 – Sistema de proteção por extintores de incêndio – CBMMG (2019)

A partir disso, a capacidade extintora mínima é 2-A e a distância máxima a ser percorrida pelo usuário é de 20 metros. Entretanto, cada pavimento deve possuir, no mínimo, uma unidade extintora de pó ABC, ou duas unidades, sendo uma para fogo Classe A e outra para Classes B e C. Além disso, em garagens de veículos automotores, é obrigatória a proteção por extintores tipo ABC com distância máxima a ser percorrida de 50 metros, caso essas também possuam hidrantes ou mangotinhos.

Atualmente, em edificações residenciais multifamiliares, a maioria dos projetos de proteção por extintores de incêndio prevê o emprego de dois equipamentos: um específico para combate a incêndio de Classe A e outro para Classes B e C. Projetos com estas características, apesar de atenderem às instruções, não são ideais, tendo em vista que extintores à base de água, quando utilizados em princípios de incêndio em equipamentos elétricos, conduzem energia. Por consequência, em fogos de Classe C, o uso de água pode ser fatal, causando choques, curtos circuitos e o rápido alastramento do sinistro (KIDDE, s/a).

Desta forma, extintores de pó ABC são recomendados pelo Corpo de Bombeiros, devido à vantagem de atender as três principais categorias de incêndios. A Instrução Técnica nº 16 (2019) reafirma esta recomendação mencionando que a unidade extintora de pó ABC pode substituir qualquer tipo de extintor de classes específicas A, B e C dentro de uma edificação ou área de risco.

Desta forma, neste estudo de caso, optou-se pelo uso de extintores com agente de múltiplo uso ABC, alocados nas áreas de uso comum. O Apêndice D apresenta o projeto do sistema de extintores.

5.7 Hidrantes e mangotinhos

O sistema de hidrantes e mangotinhos é um conjunto de equipamentos e instalações hidráulicas que possibilita armazenar, transportar e impulsionar água sobre materiais incendiados (UMINSKI, 2003 apud GOMES, 2014). É constituído por tubulações que conduzem água da reserva técnica de incêndio – por gravidade ou com auxílio de conjunto motobomba –, válvula angular, mangueira, esguicho e acessórios (CBMMG / Instrução Técnica nº 17, 2019).

O sistema tem por objetivos combater, de forma manual, com recursos próprios da edificação, focos de fogo, a fim de extingui-lo ou mantê-lo sob controle, além de fornecer auxílio, quando necessário, ao Corpo de Bombeiros (GOMES, 2014).

Os hidrantes são caracterizados por um sistema fixo de condução e distribuição de água com pressão e vazão definidas. Podem ter uma ou duas saídas de água, que são alocadas em abrigos, contendo as mangueiras e esguichos, os quais são acoplados apenas em situação de incêndio através de união do tipo engate rápido para acoplamento das mangueiras.

Existem três tipos de hidrantes, conforme explica Nogueira (2018) apud Reis (2018): hidrantes internos, encontrados no interior das edificações, são instalados em abrigos posicionados em locais acessíveis e visíveis; os hidrantes externos não são de responsabilidade da edificação, tendo o fluxo de água liberado pelo Corpo de Bombeiros, desta forma, são posicionados nas calçadas e abastecidos pela concessionária de água da cidade; por fim, os hidrantes de recalque têm função de abastecer a reserva técnica de incêndio em situação de emergência, e servem, ainda, para reabastecer o caminhão do Corpo de Bombeiros destinado a atender incidentes em outras edificações, desta forma são instaladas válvulas que permitam o fluxo nos dois sentidos.

É ideal que os hidrantes sejam posicionados próximos às saídas, sendo sinalizados e permanecendo visíveis; além disso, não podem ter a localização obstruída a fim de que não comprometam o acesso às rotas de fuga (GOMES, 2014).

Os mangotinhos possuem única saída de água e são constituídos com mangueira semirrígida permanentemente conectada pronta para o uso, o que torna sua utilização mais rápida e fácil, podendo o combate ao fogo ser feito por pessoas não treinadas (SILVA; VARGAS; ONO, 2010).

O dimensionamento dos hidrantes e mangotinhos está associado ao caminho das tubulações e diâmetros dos acessórios atendendo às pressões e vazões necessárias, além do posicionamento dos equipamentos e do reservatório. A reserva técnica de incêndio e o tipo de hidrante a ser utilizado são definidos a partir da Instrução Técnica nº 17 do CBMMG.

Os pontos de localização dos equipamentos dependem do alcance das mangueiras e da área a ser protegida. Os hidrantes são posicionados de forma que qualquer ponto da edificação seja alcançado por um esguicho no plano horizontal, considerando o comprimento da mangueira, desde o local de instalação até o foco de incêndio, desprezando o alcance do jato de água (CBMMG / Instrução Técnica nº 17, 2019).

Abaixo, a Tabela 10 apresenta os tipos de hidrantes e a Tabela 11 define qual a reserva técnica de incêndio para o tipo de equipamento utilizado na edificação deste estudo.

Tabela 10 – Tipos de sistema de proteção por hidrantes e mangotinhos

Sistema	Tipo	Esguicho	Mangueiras de incêndio		Número de expedições	Vazão mínima ao hidrante mais desfavorável (LPM)
			Diâmetro (mm)	Comprimento máximo (m)		
Mangotinho	1	Jato regulável	25 ou 32	45	Simple	100
Hidrante	2	Jato compacto Ø 13 mm ou regulável	40	30	Simple	125
Hidrante	3	Jato compacto Ø 16 mm ou regulável	40	30	Simple	250
Hidrante	4	Jato compacto Ø 19 mm ou regulável	40 ou 65	30	Simple	400
Hidrante	5	Jato compacto Ø 25 mm ou regulável	65	30	Duplo	650

Fonte: Instrução Técnica nº 17 – Sistema de hidrantes e mangotinhos para combate a incêndio – CBMMG (2019)

Tabela 11 – Determinação do volume de reserva de incêndio mínima

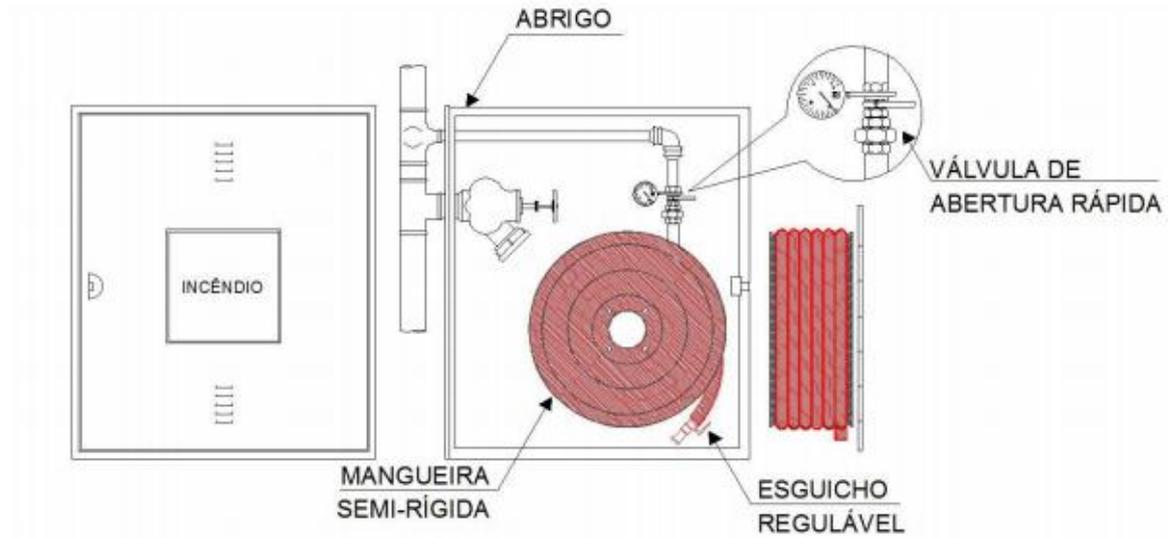
Área das edificações e áreas de risco (m ²)	Grupo/Divisão				
	A-2; A-3, C-1, D-2, E-1, E-2, E-3, E-4, E-5, E-6, F-2, F-3, F-4, F-8, G-1, G-2, G-3, G-4, H1, H-2, H-3, H-5, H-6, I-1, J-1, J-2 e M-3 Carga Incêndio até 300 MJ/m ² D-1, D-3, D-4, F-1	B-1; B-2, C-3, F-5, F-6, F-7, F-9, F11 e H-4 Carga Incêndio > 300 MJ/m ² D-1, D-3, D-4 Carga Incêndio acima de 300 até 800 MJ/m ² C-2, I-2 e J-3	F-10, G-5, L-1 e M-1 Carga Incêndio > 800 MJ/m ² C-2, I-2, J-3 Carga Incêndio > 300 MJ/m ² F-1	I-3, J-4, L-2 e L-3	
Até 3.000	Tipo 1 R.I. 6 m ³	Tipo 2 R.I. 8 m ³	Tipo 3 R.I. 12 m ³	Tipo 3 R.I. 20 m ³	Tipo 3 R.I. 20 m ³
De 3.001 até 6.000	Tipo 1 R.I. 8 m ³	Tipo 2 R.I. 12 m ³	Tipo 3 R.I. 18 m ³	Tipo 4 R.I. 20 m ³	Tipo 4 R.I. 30 m ³
De 6.001 até 10.000	Tipo 1 R.I. 12 m ³	Tipo 2 R.I. 16 m ³	Tipo 3 R.I. 25 m ³	Tipo 4 R.I. 30 m ³	Tipo 5 R.I. 50 m ³
De 10.001 até 15.000	Tipo 1 R.I. 16 m ³	Tipo 2 R.I. 20 m ³	Tipo 3 R.I. 30 m ³	Tipo 5 R.I. 45 m ³	Tipo 5 R.I. 80 m ³
De 15.001 até 30.000	Tipo 1 R.I. 25 m ³	Tipo 2 R.I. 35 m ³	Tipo 3 R.I. 40 m ³	Tipo 5 R.I. 50 m ³	Tipo 5 R.I. 110 m ³
Acima de 30.000	Tipo 1 R.I. 35 m ³	Tipo 2 R.I. 47 m ³	Tipo 3 R.I. 60 m ³	Tipo 5 R.I. 90 m ³	Tipo 5 R.I. 140 m ³

Nota: 1) R.I. Reserva de Incêndio;
2) Para a divisão M – 2 adotar o item 5.18.1 desta IT.

Fonte: Instrução Técnica nº 17 – Sistema de hidrantes e mangotinhos para combate a incêndio – CBMMG (2019)

Para a divisão A-2 é permitida a utilização do sistema de proteção por mangotinhos. Entretanto, caso seja escolhido este tipo, é obrigatório que o sistema conte com ponto de tomada de água para mangueira de incêndio de 40 milímetros (Figura 4).

Figura 4 – Sistema de mangotinho



DETALHE DE INSTALAÇÃO SISTEMA DE MANGOTINHO
COM TOMADA D'ÁGUA PRA MANGUEIRA DE 40mm (HI)
SEM ESCALA

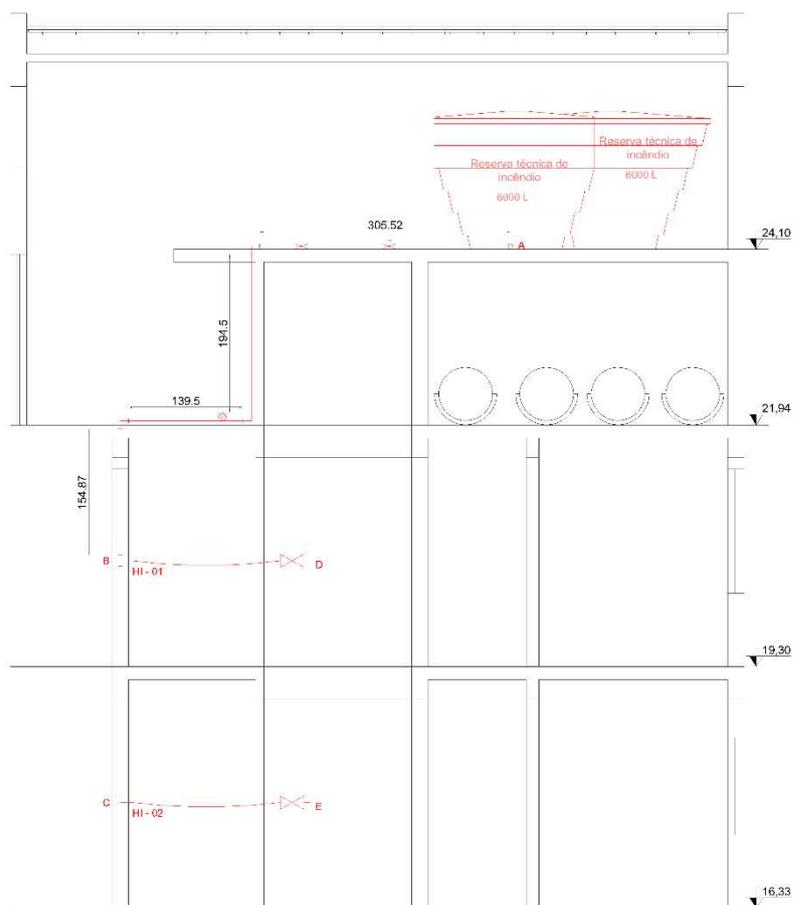
* A tomada de água para mangueira de 40 mm poderá ser instalada fora da caixa do mangotinho.

Fonte: Instrução Técnica nº 17 – Sistema de hidrantes e mangotinhos para combate a incêndio – CBMMG
(2019)

5.7.1 Dimensionamento dos hidrantes

Apesar das vantagens mencionadas quanto ao uso do mangotinho, neste trabalho optou-se por dimensionar hidrantes (Tipo 2), por ser o sistema mais utilizado na prática. Para efeito de dimensionado é considerado o uso simultâneo dos dois hidrantes mais desfavoráveis da edificação, sendo que esses fornecem menor pressão dinâmica na saída do esguicho (CBMMG / Instrução Técnica nº 17, 2019) (Figura 5).

Figura 5 – Hidrantes desfavoráveis



Fonte: Autor (2019)

Para melhor compreensão do dimensionamento, alguns parâmetros foram descritos abaixo: material e diâmetro das tubulações; perda de carga e Fórmula Universal; Lei dos Orifícios; Equação de Bernoulli; alcance do jato de água; e bomba de incêndio.

Tubulações e conexões: a tubulação dos sistemas não pode ter diâmetro nominal inferior a DN65 (2.½"). Entretanto, para sistemas do tipo 1 ou 2, pode ser utilizada tubulação com diâmetro nominal DN50 (2"), desde que comprovada o desempenho hidráulico do sistema (CBMMG / Instrução Técnica nº 17, 2019). Neste estudo de caso, a tubulação adotada para o sistema foi de aço galvanizado – material incombustível e resistente sob condição de altas temperaturas, devido ao revestimento de zinco – com diâmetro nominal DN65 e interno de 63 milímetros.

Perdas de carga: referem-se às perdas de energia que o fluido sofre devido a fatores como turbulência ou atrito causado pela mudança de direção do traçado. A perda de carga localizada é provocada pela presença de acessórios, tais como: válvulas, registros, conexões, etc., que

causam alterações na velocidade, pressão e uniformidade do escoamento (VIANA, 2019). O cálculo hidráulico de perdas de carga nas tubulações foi realizado a partir da Fórmula Universal (Equação 2).

$$\Delta H = f \cdot \frac{L \cdot v^2}{D \cdot 2 \cdot g} + k \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} \quad (2)$$

Em que:

ΔH = perda de carga (m.c.a);

f = fator de atrito;

L = comprimento da tubulação (metros);

D = diâmetro interno (metros);

v = velocidade (m/s);

g = aceleração da gravidade (m/s²);

k = coeficiente de perda de carga das singularidades.

Simplificando a Equação 2 a fim de obter-se a Fórmula Universal em função da vazão, tem-se o seguinte (Equação 3):

$$\Delta H = 0,08263 \cdot Q^2 \cdot \left(f \cdot \frac{L}{D^5} + \frac{k}{D^4} \right) \quad (3)$$

Os fatores de atrito adotados para a tubulação de aço galvanizado e a mangueira de incêndio foram, respectivamente: 0,029 e 0,031; e os coeficientes de perda de carga dependem das singularidades utilizadas em cada trecho entre a reserva técnica de incêndio e os hidrantes. Esses dados estão apresentados nas Tabelas 12 e 13.

Tabela 12 – Coeficientes de perda de carga localizada das singularidades

Acessório	K	Acessório	K
Cotovelo de 90° raio curto	0,9	Válvula de gaveta aberta	0,2
Cotovelo de 90° raio longo	0,6	Válvula de ângulo aberta	5
Cotovelo de 45°	0,4	Válvula de globo aberta	10
Curva 90°, r/D = 1	0,4	Válvula de pé com crivo	10
Curva de 45°	0,2	Válvula de retenção	3
Tê, passagem direta	0,9	Curva de retorno, $\alpha = 180^\circ$	2,2
Tê, saída lateral	2,0	Válvula de bóia	6

Fonte: Martins e Gukovas (2010)

Tabela 13 – Singularidades e coeficientes de perda de carga

Trecho	Peças	k	Σ_k
A-B	1 Entrada normal	0,5	0,5
	1 Registro de gaveta	0,2	0,2
	1 Válvula de retenção	3,0	3,0
	3 cotovelos 90°	0,9	2,7
	1 Tê saída lateral	2,0	2,0
	Σ_k		8,4
B-C	1 Tê saída lateral	2,0	2,0
	Σ_k		2,0
B-D	1 Válvula de ângulo	5,0	5,0
	Σ_k		5,0
C-E	1 Válvula de ângulo	5,0	5,0
	Σ_k		5,0
B-E	1 Tê saída lateral	2,0	2,0
	1 Válvula de ângulo	5,0	5,0
	Σ_k		7,0

Fonte: Autor (2019)

Lei dos Orifícios: é utilizada em toda abertura de perímetro fechado e forma geométrica definida localizada em fundos de reservatórios ou conduto sob pressão, que contenha um fluido, através do qual se dá o escoamento. Essa lei, dada pela Equação 4, foi utilizada na saída de água dos esguichos.

$$Q = C_d \cdot A_o \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot \frac{P}{\gamma} + v^2_{mang}} \quad (4)$$

Em que:

Q = vazão na saída do orifício (m³/s);

C_d = coeficiente de descarga;

A_o = área da seção do orifício (m^2);

g = aceleração da gravidade (m/s^2);

$\frac{P}{\gamma}$ = pressão dinâmica (m.c.a);

v = velocidade da água na mangueira (m/s).

O coeficiente de descarga foi calculado adotando-se $C_c = 1,0$ e $C_v = 0,98$ (Equação 5):

$$C_d = C_c \cdot C_v \quad (5)$$

$$C_d = 1,0 \cdot 0,98 = 0,98$$

Em que:

C_c = coeficiente de contração;

C_v = coeficiente de velocidade.

Equação de Bernoulli: visa descrever o comportamento do fluido ao longo da tubulação, na qual, em condições reais, há perdas de carga relacionadas à viscosidade do fluido e às tensões cisalhantes (Equação 6).

$$Z_1 + \frac{P_1}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2 \cdot g} = Z_2 + \frac{P_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2 \cdot g} + \Delta H_{1-2} \quad (6)$$

Em que:

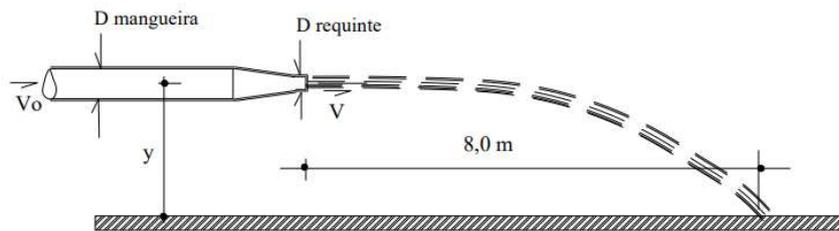
$Z_{i,j}$ = carga potencial;

$\frac{P}{\gamma}$ = carga de pressão;

$\frac{v_{i,j}^2}{2 \cdot g}$ = carga cinética.

Alcance do jato de água: é medido a partir da saída do esguicho ao ponto de queda do jato paralelo ao solo e não deve ser inferior a 8,0 metros (Figura 6). A condição de alcance do jato implica uma velocidade de saída da canalização, que, por sua vez, está relacionada com a pressão de montante do bocal (OLIVEIRA, 2018).

Figura 6 – Alcance do jato de água do hidrante



Fonte: Oliveira (2018)

A Instrução Técnica n° 17 (2019) menciona que as tomadas de água dos hidrantes devem ser posicionadas entre 1,0 e 1,50 metros de altura a partir do piso acabado. Neste trabalho, as mesmas foram instaladas a 1,30 metros. Da balística apresenta-se a Equação 7, e, a partir dela, encontra-se a velocidade do esguicho que atende à condição de 8,0 metros de alcance do jato.

$$v = x \cdot \sqrt{\frac{g}{2 \cdot y}} \quad (7)$$

$$v = 8 \cdot \sqrt{\frac{9,81}{2 \cdot 1,30}} = 15,54 \text{ m/s}$$

Desta forma, para hidrantes (Tipo 2), com o diâmetro do esguicho igual a 13 milímetros e com velocidade da água no mesmo igual a 15,54 m/s, a vazão mínima na saída do bocal é calculada (Equação 8):

$$Q = v \cdot A \quad (8)$$

$$Q = 15,54 \cdot \frac{\pi \cdot 0,013^2}{4} = 0,002062 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} = 123 \text{ LPM}$$

Esta vazão é menor que a mínima de 125 LPM (0,002083 m³/s) prevista para o hidrante mais desfavorável do Tipo 2 (Tabela 10); portanto, essa mínima vazão foi utilizada no dimensionamento do sistema. A partir disso, encontra-se a velocidade da água na saída do esguicho e na mangueira:

$$v_{esg} = \frac{0,002083}{\frac{\pi \cdot 0,013^2}{4}} = 15,70 \text{ m/s}$$

$$v_{mang} = \frac{0,002083}{\frac{\pi \cdot 0,04^2}{4}} = 1,66 \text{ m/s}$$

A partir da Lei dos Orifícios, encontra-se a pressão mínima no hidrante mais desfavorável:

$$0,002083 = 0,98 \cdot \frac{\pi \cdot 0,013^2}{4} \cdot \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot \frac{P_D}{\gamma} + 1,66^2}$$

$$\frac{P_D}{\gamma} = 12,93 \text{ m. c. a}$$

Calculando a perda de carga nos trechos A-B, B-D e B-E, tem-se:

- Trecho A-B:

$$AH_{A-B} = 0,08263 \cdot Q_T^2 \cdot \left(0,029 \cdot \frac{7,94}{0,063^5} + \frac{8,4}{0,063^4} \right)$$

$$AH_{A-B} = 63232,44 \cdot Q_T^2$$

- Trecho B-D:

$$AH_{B-D} = 0,08263 \cdot 0,002083^2 \cdot \left(0,031 \cdot \frac{30}{0,04^5} + \frac{5}{0,063^4} \right)$$

$$AH_{B-D} = 3,37 \text{ m. c. a}$$

- Trecho B-E:

$$AH_{B-E} = 0,08263 \cdot (Q_T - 0,002083)^2 \cdot \left(0,029 \cdot \frac{2,97}{0,063^5} + 0,031 \cdot \frac{30}{0,04^5} + \frac{7}{0,063^4} \right)$$

$$AH_{B-E} = 794336,94 \cdot (Q_T - 0,002083)^2$$

Com a Equação de Bernoulli nos trechos B-D e B-E, obtém-se:

- Trecho B-D:

$$\frac{P_B}{\gamma} = \frac{P_D}{\gamma} + \Delta H_{B-D}$$

$$\frac{P_B}{\gamma} = 12,93 + 3,37 = 16,30 \text{ m.c.a}$$

- Trecho B-E:

$$\frac{P_E}{\gamma} = \frac{P_B}{\gamma} + (Z_B - Z_E) - \Delta H_{B-E}$$

$$\frac{P_E}{\gamma} = 16,30 + 2,97 - 794336,94 \cdot (Q_T - 0,002083)^2$$

O resultado da aplicação da Lei dos Orifícios no segundo hidrante desfavorável é:

$$(Q_T - 0,002083) = 0,98 \cdot \frac{\pi \times 0,013^2}{4} \cdot \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot \frac{P_E}{\gamma} + \left(\frac{(Q_T - 0,002083)}{\frac{\pi \cdot 0,04^2}{4}} \right)^2}$$

$$\frac{P_E}{\gamma} = 2980006,21 \cdot (Q_T - 0,002083)^2$$

Por fim, substituindo as equações que estão em função da vazão total, requerida no uso simultâneo dos dois hidrantes desfavoráveis, tem-se:

$$Q_T = 0,004343 \text{ m}^3/\text{s} = 260,50 \text{ LPM}$$

$$Q_2 = 0,002258 \text{ m}^3/\text{s} = 135,50 \text{ LPM}.$$

E, a partir das equações apresentadas, obtém-se todos os dados restantes necessários:

- Pressão em E:

$$\frac{P_E}{\gamma} = 15,20 \text{ m.c.a}$$

- Perda de carga no trecho A-B:

$$AH_{A-B} = 1,19 \text{ m.c.a}$$

- Perda de carga no trecho B-C:

$$AH_{B-C} = 0,08263 \cdot 0,002258^2 \cdot \left(0,029 \cdot \frac{2,97}{0,063^5} + \frac{2}{0,063^4} \right)$$

$$\Delta H_{B-C} = 0,09 \text{ m.c.a}$$

- Perda de carga no trecho B-E:

$$AH_{B-E} = 4,05 \text{ m.c.a}$$

- Perda de carga no trecho C-E:

$$AH_{C-E} = 0,08263 \cdot 0,002258^2 \cdot \left(0,031 \cdot \frac{30}{0,04^5} + \frac{5}{0,063^4} \right)$$

$$AH_{C-E} = 3,96 \text{ m.c.a}$$

- Equação de Bernoulli de C-E:

$$\frac{P_E}{\gamma} = \frac{P_C}{\gamma} - \Delta H_{B-E}$$

$$\frac{P_C}{\gamma} = 15,20 + 3,96$$

$$\frac{P_C}{\gamma} = 19,16 \text{ m.c.a}$$

Bomba de incêndio: é o equipamento utilizado para bombear água com vazão suficiente para atender às necessidades de projeto. A partir da vazão e pressão necessárias, obtém-se o tipo da bomba, capacidade e potência. Para a seleção da bomba, é preciso determinar a altura manométrica da mesma (Equação 9):

$$Z_A + \frac{P_A}{\gamma} + Hman = Z_B + \frac{P_B}{\gamma} + \Delta H_{A-B} \quad (9)$$

$$\frac{P_A}{\gamma} + Hman = \frac{P_B}{\gamma} + (Z_B - Z_A) + \Delta H_{A-B}$$

$$H_{man} = 16,30 - 3,87 + 1,19$$

$$H_{man} = 13,62 \text{ m}$$

Adotando-se o conjunto motobomba da Série BPI-92 (Schneider Motobombas) – projetado para aplicações em sistemas de prevenção e combate a incêndio, rede de hidrantes e *sprinklers* –, a partir da altura manométrica, da vazão requerida pelo uso dos hidrantes mais desfavoráveis e do catálogo do fabricante, têm-se as seguintes características da bomba: modelo BPI-92 S/T R/F 2 ½; potência igual a 1,5 CV; diâmetro de 2.½’’; e, rendimento de 60% (Anexo B).

O projeto executivo do sistema de hidrantes está apresentado no Apêndice E, estando, também, representados o posicionamento e caminho das tubulações, diâmetros, alocação dos reservatórios, equipamentos e acessórios, e detalhes construtivos necessários para a execução prática.

5.8 Controle de materiais de acabamento e revestimento

Estudar as características dos materiais de acabamento e revestimento é muito importante, pois a composição dos materiais pode prover ou evitar o início do fogo. Os fatores que podem influenciar na combustão são: velocidade de propagação das chamas na superfície do material; quantidade de calor desenvolvido; e capacidade de gerar fumaça (SILVA; VARGAS; ONO, 2010).

Carlo (2008) afirma que a produção de materiais construtivos modernos leva à necessidade de estudos aprofundados de seus componentes em situação de incêndio, a fim de realizar o controle da reação e resistência ao fogo. Segundo o autor, toda produção deve ser ensaiada e catalogada em conformidade com a legislação vigente, tendo em vista que o comportamento dos materiais, em caso de sinistro, destaca-se como fator relevante ao crescimento e propagação de chamas, fumaça e gases tóxicos, contribuindo de maneira direta para que o incêndio atinja fases críticas e gere pânico.

A Instrução Técnica nº 38 do CBMMG determina limites aos quais os materiais de revestimento e acabamento devem atender a fim de serem empregados nas edificações, de maneira que, em caso de incêndio, não favoreçam o crescimento e a propagação do fogo e fumaça.

6 AUTO DE VISTORIA DO CORPO DE BOMBEIROS

A regularização das construções junto à Corporação de Bombeiros visa garantir a segurança mínima contra incêndio e pânico (OLIVER, s/a). A legislação vigente em Minas Gerais estabelece que edificações de uso coletivo – residenciais, comerciais, industriais, entre outras – devem possuir o Auto de Vistoria do Corpo de Bombeiros (AVCB), atestando que as mesmas estão em conformidade com requisitos de segurança (CBMMG, 2010).

Para aquisição do AVCB, o responsável técnico deverá elaborar o Projeto de Segurança Contra Incêndio e Pânico e, somente após aprovação, dá-se início a execução. Ao final da construção, deverá ser solicitada a vistoria; caso esteja em conformidade com o projeto, o documento é emitido (CBMMG, 2010). As edificações que não possuem o AVCB estão sujeitas à multas, sanções administrativas e interdição (OLIVER, s/a).

O AVCB expedido tem validade de três anos para edificações de acesso ao público em geral e de cinco anos para as demais, sob a condição de que a área de risco permaneça com as medidas de segurança adotadas no projeto e tenha condições de utilização e manutenção necessárias ao sistemas de combate a incêndio (Instrução Técnica nº 01, 2017).

O Corpo de Bombeiros disponibiliza, em sítio eletrônico, formulários de segurança contra incêndio para projetos técnicos, que devem ser devidamente preenchidos com informações acerca da edificação, área de risco, proprietário, responsável técnico, medidas de proteção adotadas, entre outros, e encaminhados à Corporação para avaliação. As informações descritas nos formulários são de encargo do responsável técnico do projeto; o proprietário do imóvel tem responsabilidade quanto ao uso e ocupação de suas edificações para a finalidade às quais foram licenciadas, bem como à manutenção dos sistemas e equipamento de proteção adotados; e, ao órgão fiscalizador, é função reconhecer as medidas expostas no projeto, analisar, aprovar e fiscalizar que as edificações estejam cumprindo os requisitos básicos de segurança.

7 CONCLUSÃO

Este trabalho apresenta um estudo preliminar sobre fogo e incêndio, bem como medidas de prevenção e proteção. Apresenta, ainda, o dimensionamento dos principais sistemas e equipamentos de combate a incêndio e pânico exigidos para a segurança de edificações residenciais multifamiliares. Desta forma, o projeto foi elaborado, principalmente, com base nas Instruções Técnicas disponibilizadas pelo Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais, por ser o órgão competente pela fiscalização e regulamentação das edificações frente à temática de incêndios no Estado.

A elaboração do Projeto de Prevenção e Combate a Incêndio e Pânico (PPCIP) deve ser abordada desde a concepção do anteprojeto da edificação. A proteção da mesma não está condicionada apenas à elaboração deste projeto ou à finalidade da aprovação diante do órgão fiscalizador; a segurança contra o sinistro deve ser questionada durante a vida útil das edificações, com inspeções e manutenções periódicas.

Uma das ocorrências de maior destaque no país foi o incêndio na boate Kiss, na cidade de Santa Maria-RS, em 2013. A partir deste trágico acontecimento, houve maior investimento em pesquisa na área de Engenharia de Segurança Contra Incêndio, tendo em vista que o acidente poderia ter sido evitado – ou tido efeito minorado – com a instalação correta dos equipamentos de segurança, materiais de revestimento e acabamento adequados, posicionamento correto de saídas de emergência conforme a área de risco e ocupação, entre outros fatores.

Cabe aos profissionais da área de Engenharia de Segurança Contra Incêndio buscar sempre conhecimento acerca do assunto, de forma a adotar melhores soluções e garantir que o projeto forneça o maior nível de seguridade possível. A responsabilidade com a vida jamais pode ser negligenciada.

Ademais, a partir deste trabalho, considera-se que é de extrema importância a participação ativa da sociedade em geral. É vital o conhecimento básico do fogo, as classes, métodos de extinção, comportamento do incêndio, além de instruções sobre o correto uso dos equipamentos de combate ao sinistro.

Há inúmeras frentes de estudo a serem abordadas para aprofundamento e desenvolvimento no tema. Algumas sugestões para trabalhos futuros são: realização do PPCIP na plataforma BIM; análise de uma edificação residencial multifamiliar real, a fim de conferir se as medidas de

segurança estão em conformidade com as legislações atuais; e avaliação do conhecimento da sociedade acerca do assunto, uso dos equipamentos, funções e treinamento em situação de pânico.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, J. M. F. Comportamento humano em incêndios. In: SEITO, A. I. et al. **A segurança contra incêndio no Brasil**. São Paulo: Projeto Editora, 2008. p. 93-100.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15575-1**: Edificações Habitacionais — Desempenho Parte 1: Requisitos gerais. Rio de Janeiro, 2013.

_____. **ABNT NBR 9077**: Saídas de emergência em edifícios. Rio de Janeiro, 2001.

_____. **ABNT NBR 13434-1**: Sinalização de segurança contra incêndio e pânico Parte 1: Princípios de projeto. Rio de Janeiro, 2004.

_____. **ABNT NBR 10898**: Sistema de iluminação de emergência. Rio de Janeiro, 2013.

BARANOSKI, E. L. **Análise do risco de incêndio em assentamentos urbanos precários – diagnóstico da região de ocupação do Guarituba - município de Piraquara-Paraná**. 2008. 178 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008. Disponível em: <<https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/18799/ANALISE?sequence=1>>. Acesso em: 15 out. 2019.

BRUNETTO, L. O. **Simulação computacional de incêndios: uma aplicação no prédio da Escola de Engenharia nova da UFRGS**. 2015. 101 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015. Disponível em: <<https://lume.ufrgs.br/handle/10183/148710>>. Acesso em: 15 out. 2019.

CARLO, U. D. A segurança contra incêndio no Brasil. In: SEITO, A. I. et al. **A segurança contra incêndio no Brasil**. São Paulo: Projeto Editora, 2008. P. 9-17.

CASTRO, E. F. **Mudança nas exigências das medidas de prevenção e proteção contra incêndio em edificações devido à nova legislação (Lei Kiss): análise teórica e aplicação em uma edificação de uso comercial**. 2015. 176 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015. Disponível em: <<https://lume.ufrgs.br/handle/10183/138338>>. Acesso em: 15 out. 2019.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE MINAS GERAIS (CBMMG). **Instrução Técnica n° 01**: Procedimentos administrativos. 2018.

_____. **Instrução Técnica n° 04**: Acesso de viaturas nas edificações e áreas de risco. 2014.

_____. **Instrução Técnica n° 06**: Segurança estrutural das edificações. 2005.

_____. **Instrução Técnica n° 08**: Saídas de emergência em edificações. 2017.

_____. **Instrução Técnica nº 09:** Carga de incêndio nas edificações e áreas de risco. 2005.

_____. **Instrução Técnica nº 15:** Sinalização de emergência. 2017

_____. **Instrução Técnica nº 16:** Sistema de proteção por extintores de incêndio. 2019.

_____. **Instrução Técnica nº 17:** Sistemas de hidrantes e mangotinhos para combate a incêndio. 2019.

_____. **Instrução Técnica nº 38:** Controle de materiais de acabamento e de revestimento (CMAR). 2014.

_____. **Regularize a sua edificação.** 2010. Disponível em: <<http://www.bombeiros.mg.gov.br/regularize-a-sua-edificacao.html>>. Acesso em: 15 out. 2019.

_____. **Segurança contra incêndio.** 2018. Disponível em: <<http://www.bombeiros.mg.gov.br/seguranca-contraincendio.html>>. Acesso em: 15 out. 2019.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE SÃO PAULO. **Instrução técnica nº 02:** Conceitos básicos de segurança contra incêndio. 2019.

GILL, A. A; OLIVEIRA, S. A; NEGRISOLO, W. Aprendendo com os grandes incêndios. In: SEITO, A. I. et al. **A segurança contra incêndio no Brasil.** São Paulo: Projeto Editora, 2008. p. 19-33.

GOMES, T. **Projeto de prevenção e combate a incêndio.** 2014. 94 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2014. Disponível em: <http://www.ct.ufsm.br/engcivil/images/PDF/2_2014/TCC_TAIS%20GOMES.pdf>. Acesso em: 15 out. 2019.

HURTADO, J. E. P. **Metodologia para levantamentos de cargas de incêndio em edificações residenciais.** 2013. 128 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2013. Disponível em: <<http://www.pos.dees.ufmg.br/defesas/903M.PDF>>. Acesso em: 15 out. 2019.

KIDDE. **Extintor mega.** s/a. Disponível em: <http://www.sanarfogo.com.br/arquivos/extintores/folheto_do_extintor_po_ABC_mega.pdf>. Acesso em: 22 nov. 2019.

LUZ, V. H. **Simulação computacional de incêndio em um depósito: análise das principais variáveis que influenciam no comportamento do incêndio.** 2017. 85 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2017. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/169853/001051093.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 15 out. 2019.

MARTINS, J. R. S; GUKOVAS, M. **Hidráulica Básica Guia de Estudo**. 2010. Disponível em:

<https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/1888925/mod_resource/content/2/Hidr%C3%A1ulica%201.pdf>. Acesso em: 21 nov.2019.

MINAS GERAIS. **Decreto Estadual nº 44.746** (2017). Disponível em: <<http://bombeiros.mg.gov.br/images/stories/dat/decretos/dec%2046595-2014.pdf>>. Acesso em: 13 out. 2019.

MINAS GERAIS. **Lei Estadual nº 14.130** (2004). Disponível em: <<https://www.almg.gov.br/consulte/legislacao/completa/completa-nova-min.html?tipo=Dec&num=43805&ano=2004>>. Acesso em: 13 out. 2019.

MITIDIARI, M. L. O comportamento dos materiais e componentes construtivos diante do fogo – reação ao fogo. In: SEITO, A. I. et al. **A segurança contra incêndio no Brasil**. São Paulo: Projeto Editora, 2008. p. 55-74.

OLIVEIRA, A. L. **Sistemas hidráulicos prediais de combate a incêndio**: hidrantes. 2018. 11 f. Notas de aula.

OLIVER, P. **10 perguntas fundamentais sobre AVCB que você deveria saber responder**. s/a. Disponível em: <<https://prolifeengenharia.com.br/avcb/>>. Acesso em: 14 nov. 2019.

ONO, R; VALENTIN, M. V; VENEZIA, A. P. P. G. Arquitetura e urbanismo. In: SEITO, A. I. et al. **A segurança contra incêndio no Brasil**. São Paulo: Projeto Editora, 2008. P. 123-134.

PAGNUSSATT, F. S. **Segurança contra incêndio de uma edificação residencial utilizando a Norma de Desempenho NBR 15.575 e a legislação do Estado do Rio Grande do Sul**. 2017. 121 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2017. Disponível em: <<https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/188474/001086669.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 15 out. 2019.

PALMA, J. C. F. **A importância do PPCI para a sociedade: avaliação baseada na percepção dos profissionais, usuários das edificações e idealizador da Lei Kiss**. 2016. 81 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016. Disponível em: <<https://lume.ufrgs.br/handle/10183/148784>>. Acesso em: 15 out. 2019.

PIENIAK, E. C; SALGADO. L. **Análise das ações de prevenção de incêndio em uma construtora do oeste paranaense**. In: 5º Simpósio de Sustentabilidade e Contemporaneidade nas Ciências Sociais. Cascavel, 2017. p. 1 – 22. Disponível em: <<https://www.fag.edu.br/upload/contemporaneidade/anais/594c16295962d.pdf>>. Acesso em: 17 out. 2019.

REIS, V. G. **Sistemas de proteção e combate a incêndio de um prédio comercial na cidade de Uberlândia - MG**. 2018. 58 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2018. Disponível em: <<https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/22218/4/SistemasProte%C3%A7%C3%A3oCombate.pdf>>. Acesso em: 15 out. 2019.

REZENDE, M. F. **Análise do risco global de incêndio em edifícios hospitalares - diagnóstico de risco da Santa Casa de Misericórdia de São João Del Rei/MG, Brasil.** 2008. 215 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2008. Disponível em: <<http://www.propec.ufop.br/teses-e-dissertacoes/149/analise-do-risco-global-de-incendio-em-edificios-hospitalares-diagnostico-de-risco-da-santa-casa-de-misericordia-de-sao-joao-del-rei-mg-brasil>>. Acesso em: 15 out. 2019.

SEITO, A. I. et al. **A segurança contra incêndio no Brasil.** São Paulo: Projeto Editora, 2008. 457 p.

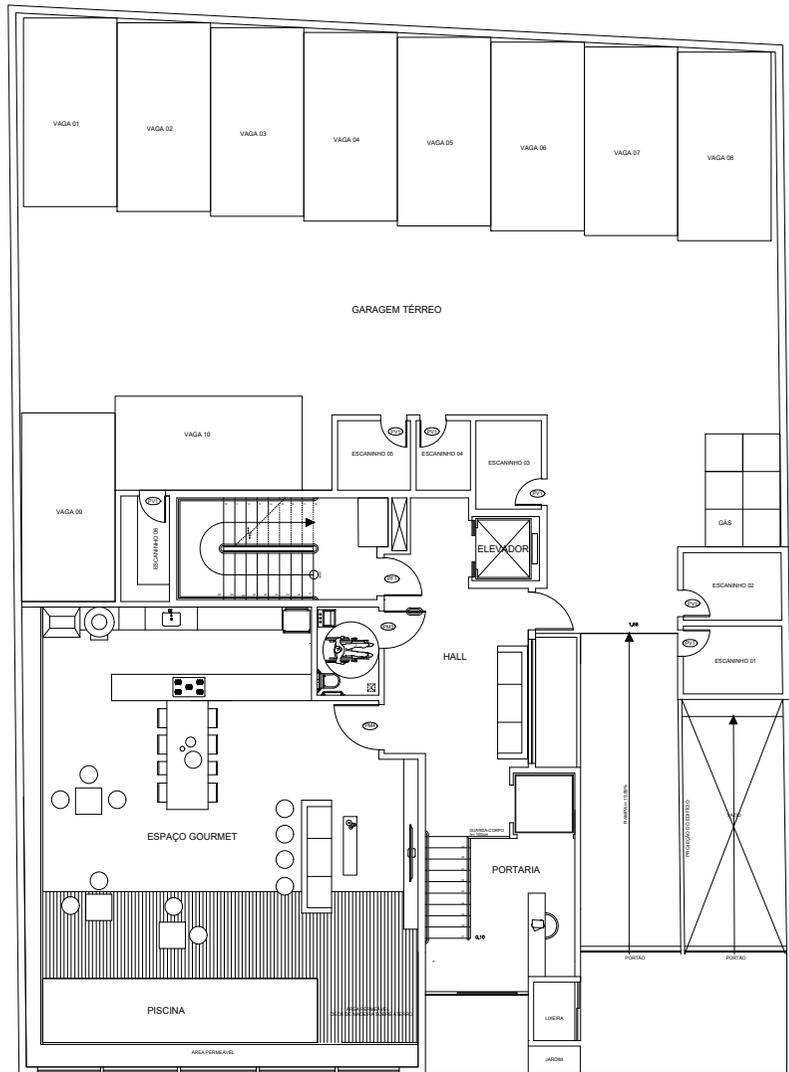
SEITO, A. I. Fundamentos de fogo e incêndio. In: SEITO, A. I. et al. **A segurança contra incêndio no Brasil.** São Paulo: Projeto Editora, 2008. p. 35-54.

SILVA, V. P. et al. Segurança das estruturas em situação de incêndio. In: SEITO, A. I. et al. **A segurança contra incêndio no Brasil.** São Paulo: Projeto Editora, 2008. p. 135-165.

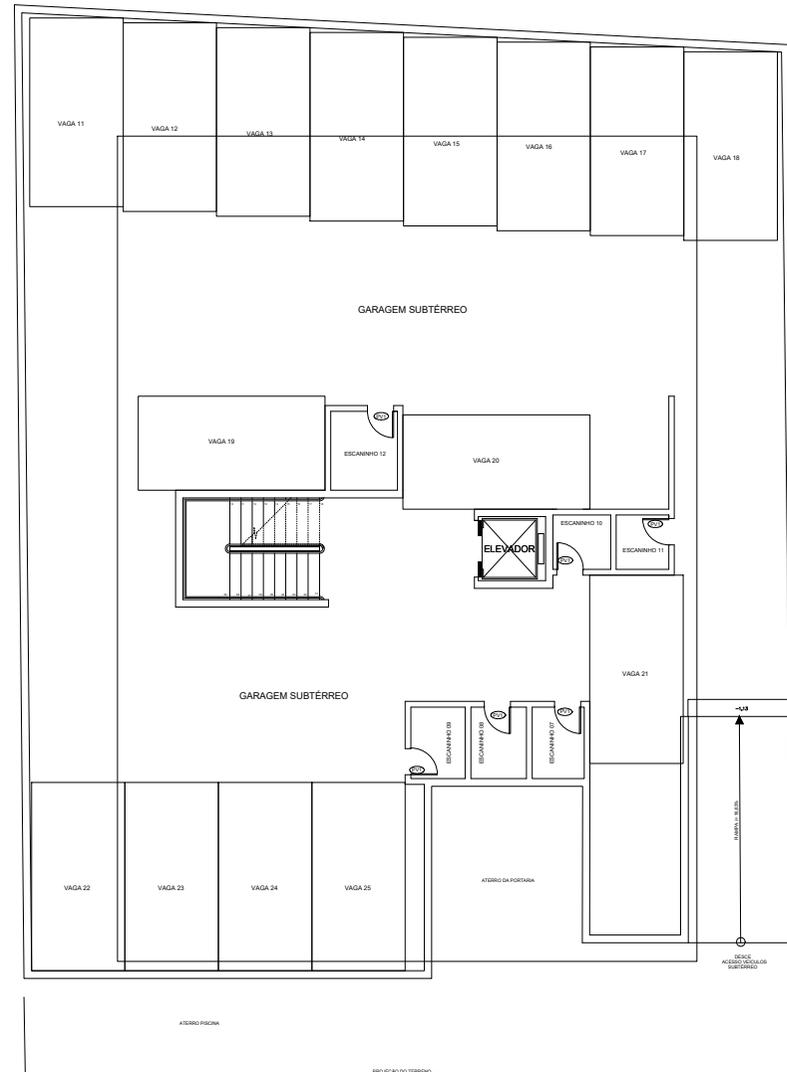
SILVA, V. P; VARGAS, M. R; ONO, R. **Prevenção contra incêndio no projeto de arquitetura.** Rio de Janeiro: IABr/CBCA, 2010.

VIANA, D. **Perda de carga: entenda o que é.** 2019. Disponível em: <<https://www.guiadaengenharia.com/perda-carga/>>. Acesso em: 18 nov. 2019.

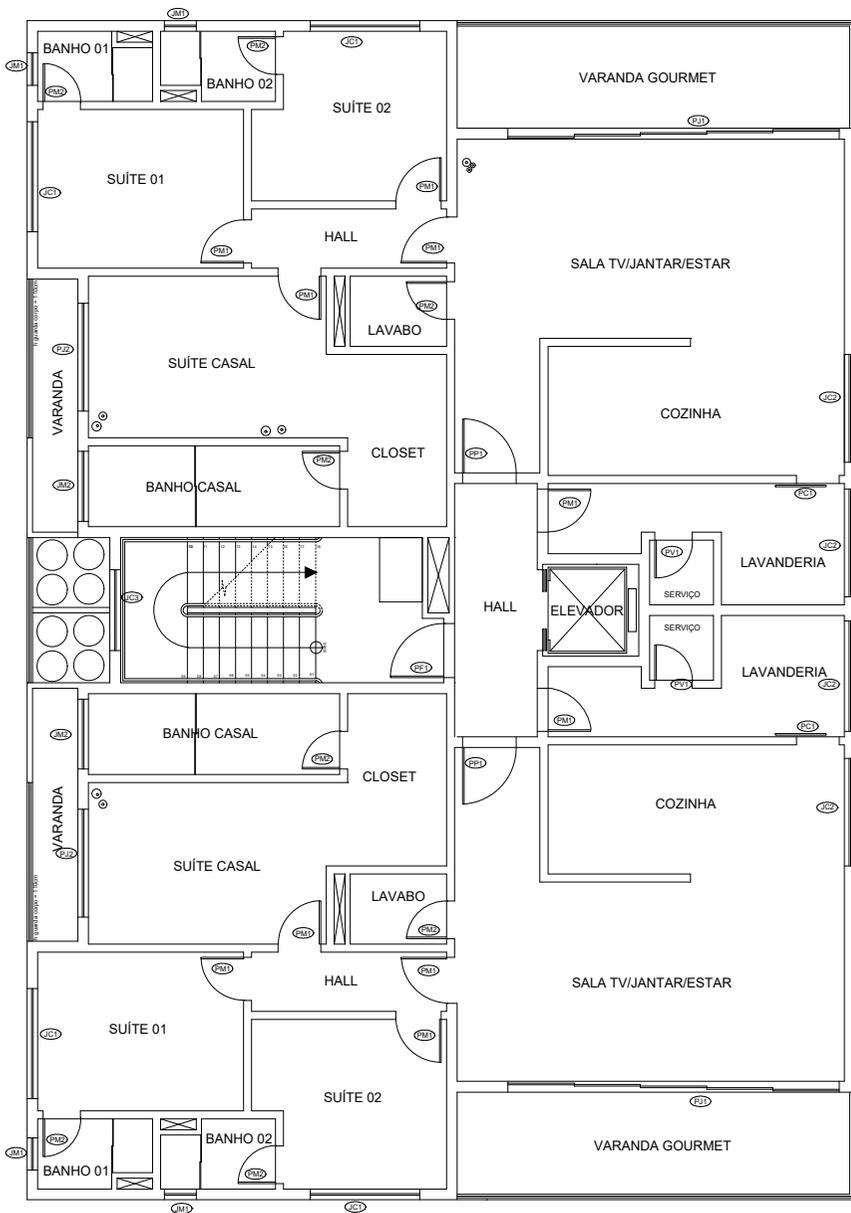
ANEXO A – PLANTAS BAIXAS DA EDIFICAÇÃO



PLANTA BAIXA DO TÉRREO



PLANTA BAIXA DO SUBTÉRREO



PLANTA BAIXA DO PAVIMENTO TIPO

QUADRO DE ESQUADRIAS				
JANELAS				
CÓDIGO	LxH/PEIT.	QTD.	TIPO	MATERIAL
JC1	200x120/90	24	CORRER/ VENEZIANA	ALUMINIO COM VIDRO INCOLOR
JC2	200x100/110	24	CORRER	ALUMINIO COM VIDRO INCOLOR
JC3	150x90/0	07	CORRER	ALUMINIO COM VIDRO INCOLOR
JC4	165x120/90	05	FIXA	ALUMINIO COM VIDRO INCOLOR
JM1	60x60/150	26	MAXIM-AR	ALUMINIO COM VIDRO INCOLOR
JM2	130x130/80	24	MAXIM-AR	ALUMINIO COM VIDRO JATEADO
JE1	750x265/0	02	CORRER/ FIXO	ALUMINIO COM VIDRO INCOLOR
JE2	200x478/0	04	CORRER/ FIXO	ALUMINIO COM VIDRO INCOLOR
JE3	894x200/0	02	CORRER/ FIXO	ALUMINIO COM VIDRO INCOLOR
PORTAS				
CÓDIGO	LxH	QTD.	TIPO	MATERIAL
PD1	150x230	01	ABRIR	ALUMINIO COM VIDRO INCOLOR
PD2	270x230	02	BASCULANTE	PORTÃO AÇO BASCULANTE
PD3	265x150	01	CORRER	PORTÃO AÇO BASCULANTE
PP1	100x210	12	PIVOTANTE	MADERA
PM1	80x210	58	ABRIR	PORTA DE MADEIRA
PM2	70x210	45	ABRIR	PORTA DE MADEIRA
PM3	100x210	01	ABRIR	MADERA
PM4	120x210	01	ABRIR	MADERA
PF1	100x210	08	ABRIR	PORTA CORTA FOGO
PC1	80x210	13	CORRER	ALUMINIO COM VIDRO INCOLOR TEMPERADO
PC2	100x210	01	CORRER	MADERA
PC3	80x210	03	CORRER	MADERA
PC4	70x210	01	CORRER	MADERA
PC5	90x210	01	CORRER	MADERA
PJ1	820x210	11	CORRER	ALUMINIO COM VIDRO INCOLOR
PJ2	200x210	12	CORRER/ VENEZIANA	ALUMINIO COM VIDRO INCOLOR
PJ3	365x125x210	02	CORRER	ALUMINIO COM VIDRO INCOLOR
PV1	70x210	25	ABRIR/ VENEZIANA	ALUMINIO
PV2	100x210	01	CORRER/ VENEZIANA	ALUMINIO
PV3	60x210	01	ABRIR/ VENEZIANA	ALUMINIO

QUADRO DE ESQUADRIAS

QUADRO DE ÁREAS					
UNIDADE	ÁREA CONST. PRIVATIVA	ÁREAS DE GARAGEM	ÁREAS DE VARANDA	ÁREAS DE A. SERVIÇO	ÁREA TOTAL M2
APTO 201	135,82 m²	25,00 m²	6,86 m²	11,91 m²	179,59 m²
APTO 202	135,82 m²	25,00 m²	6,86 m²	11,91 m²	179,59 m²
APTO 301	135,82 m²	25,00 m²	6,86 m²	11,91 m²	179,59 m²
APTO 302	135,82 m²	25,00 m²	6,86 m²	11,91 m²	179,59 m²
APTO 401	135,82 m²	25,00 m²	6,86 m²	11,91 m²	179,59 m²
APTO 402	135,82 m²	25,00 m²	6,86 m²	11,91 m²	179,59 m²
APTO 501	135,82 m²	25,00 m²	6,86 m²	11,91 m²	179,59 m²
APTO 502	135,82 m²	25,00 m²	6,86 m²	11,91 m²	179,59 m²
APTO 601	135,82 m²	25,00 m²	6,86 m²	11,91 m²	179,59 m²
APTO 602	135,82 m²	25,00 m²	6,86 m²	11,91 m²	179,59 m²
APTO 701	186,44 m²	37,50 m²	14,57 m²	11,91 m²	250,42 m²
APTO 702	186,44 m²	37,50 m²	14,57 m²	11,91 m²	250,42 m²
ÁREAS DE USO COMUM					920,26 m²
ÁREA TOTAL CONSTRUÍDA					3.217,02 m²

QUADRO DE ÁREAS

ANEXO B – CARACTERÍSTICAS DA BOMBA DE INCÊNDIO

Succion / Succión / Suction
Recalque / Descarga / Discharge

2 1/2"
2 1/2"

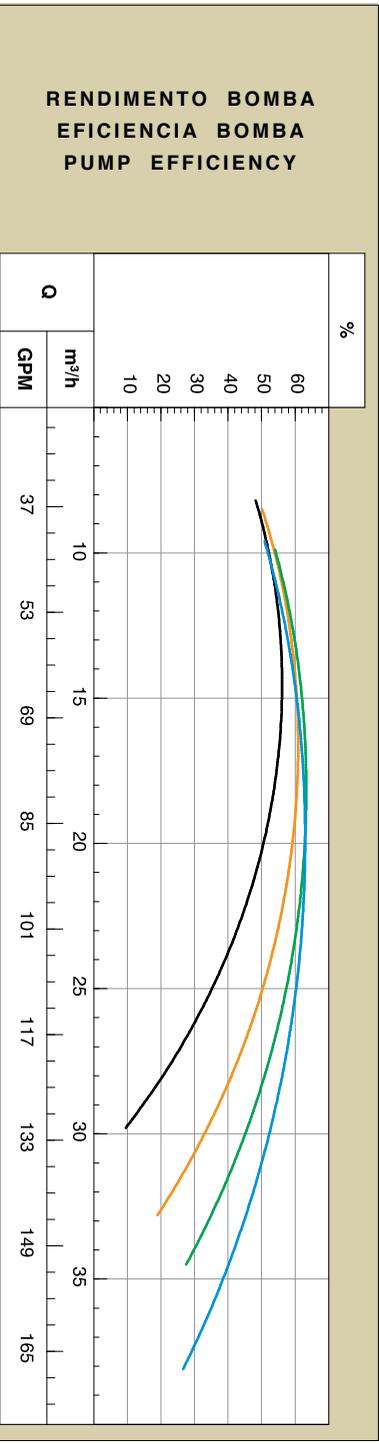
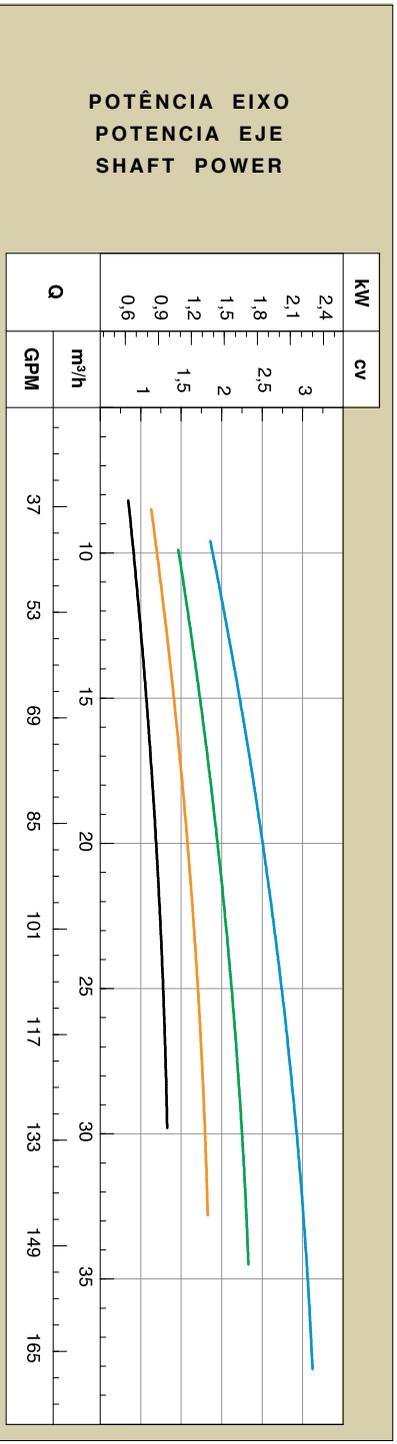
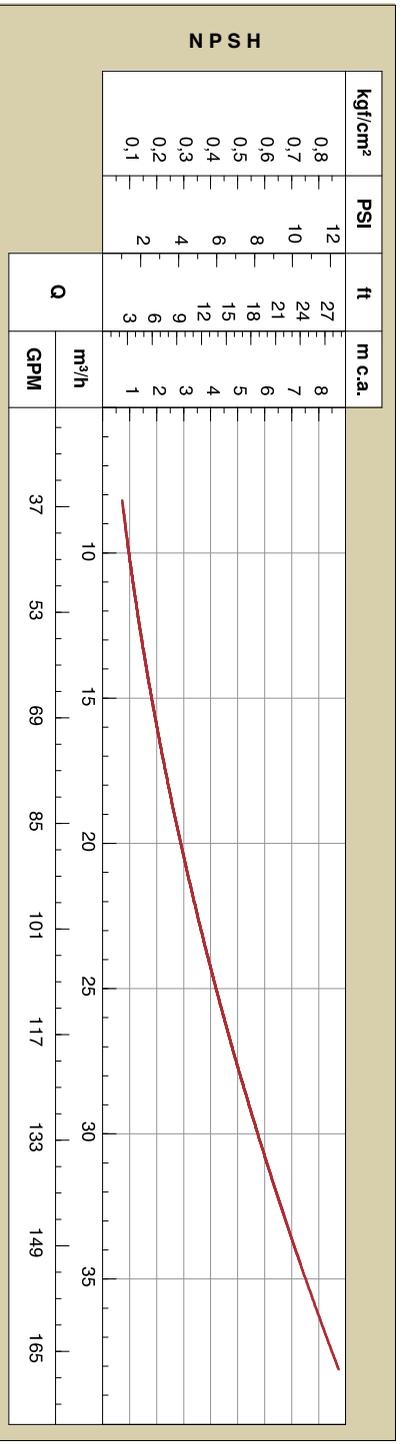
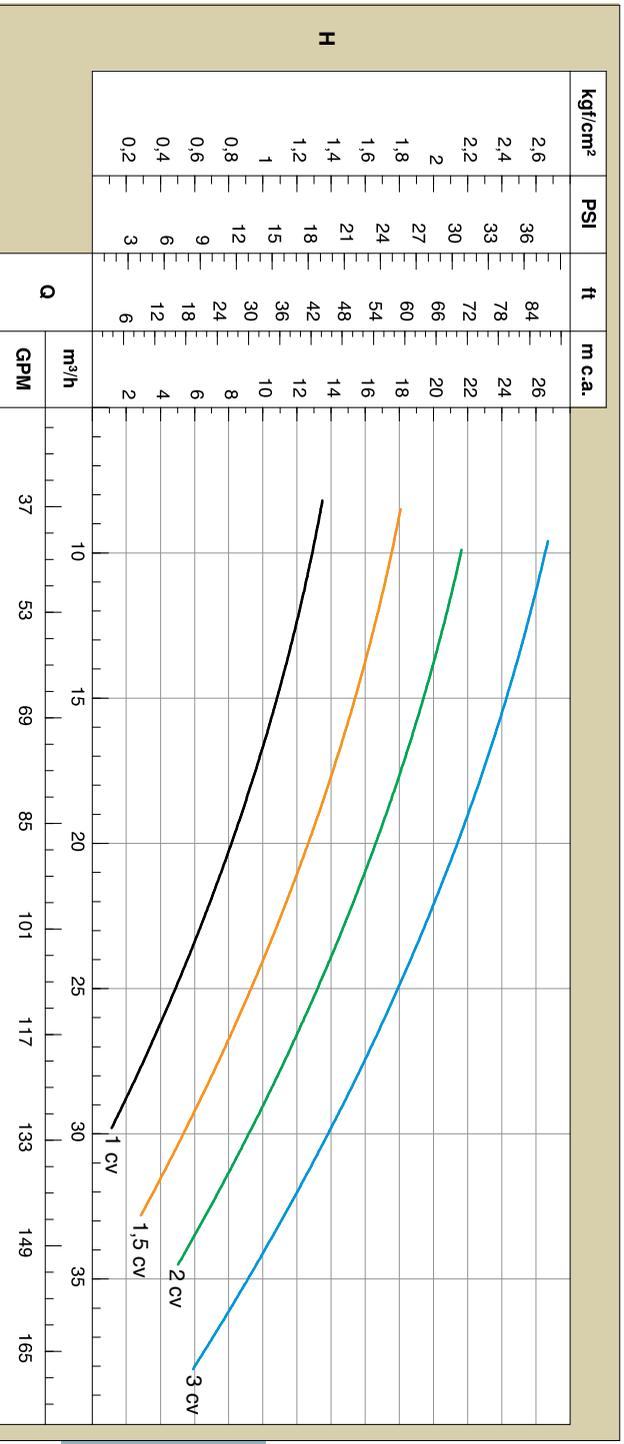
Potência / Potencia / Power [kW(cv)]
Rotor / Impulsor / Impeller [mm]

0,75 (1)
94

1,1 (1,5)
105

1,5 (2)
115

2,2 (3)
127



LEGENDA



ROTA DE FUGA – DIREÇÃO A SEGUIR



ROTA DE FUGA – SAÍDA FINAL



PONTO DE ILUMINAÇÃO DE EMERGÊNCIA



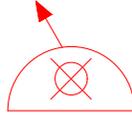
ILUMINAÇÃO DE EMERGÊNCIA DE BALIZAMENTO



SINALIZAÇÃO DE EMERGÊNCIA



EXTINTOR DE PÓ ABC



SISTEMA DE HIDRANTE SIMPLES



CONJUNTO MOTOBOMBA



VÁLVULA DE RETENÇÃO

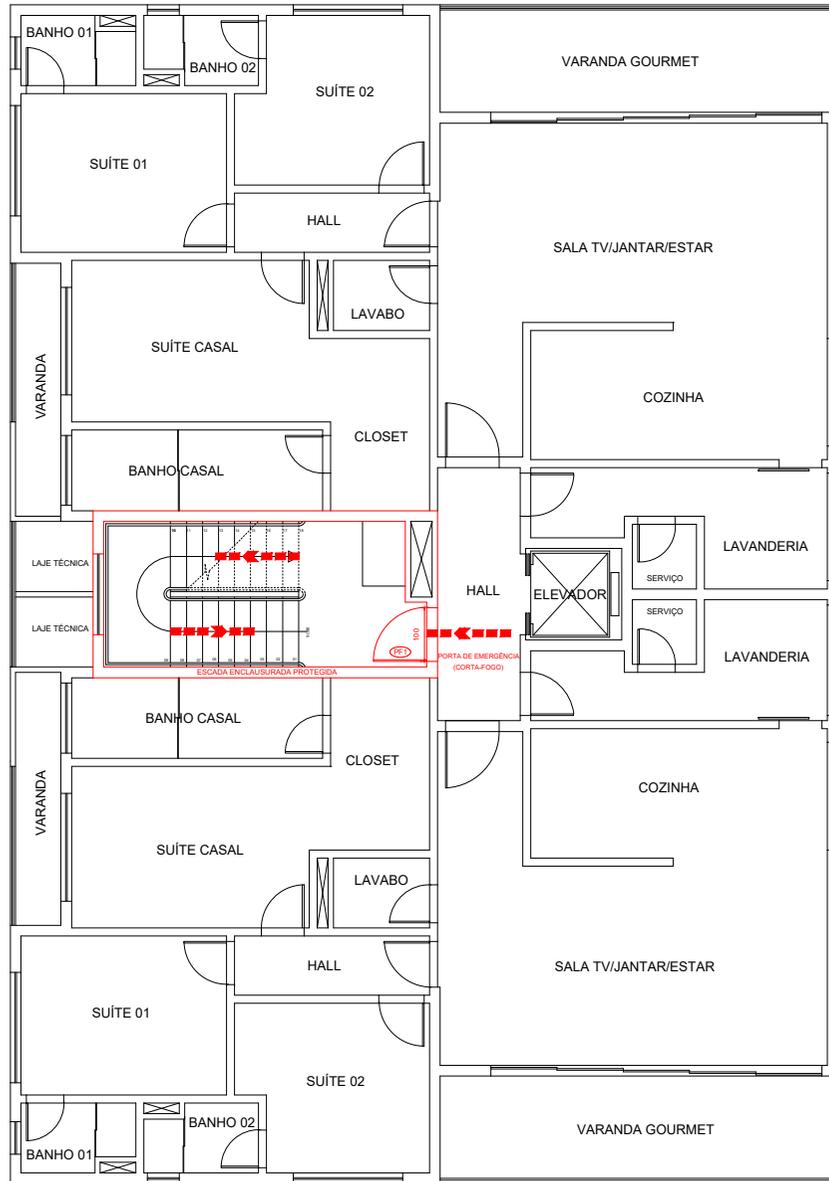


REGISTRO DE GAVETA

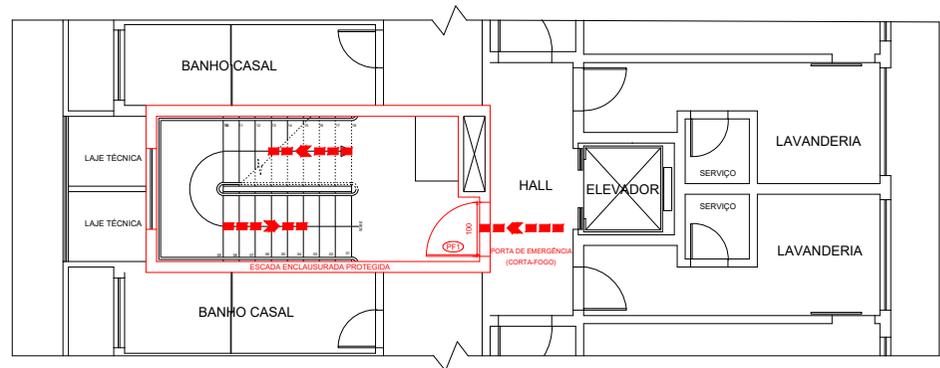


HIDRANTE DE RECALQUE

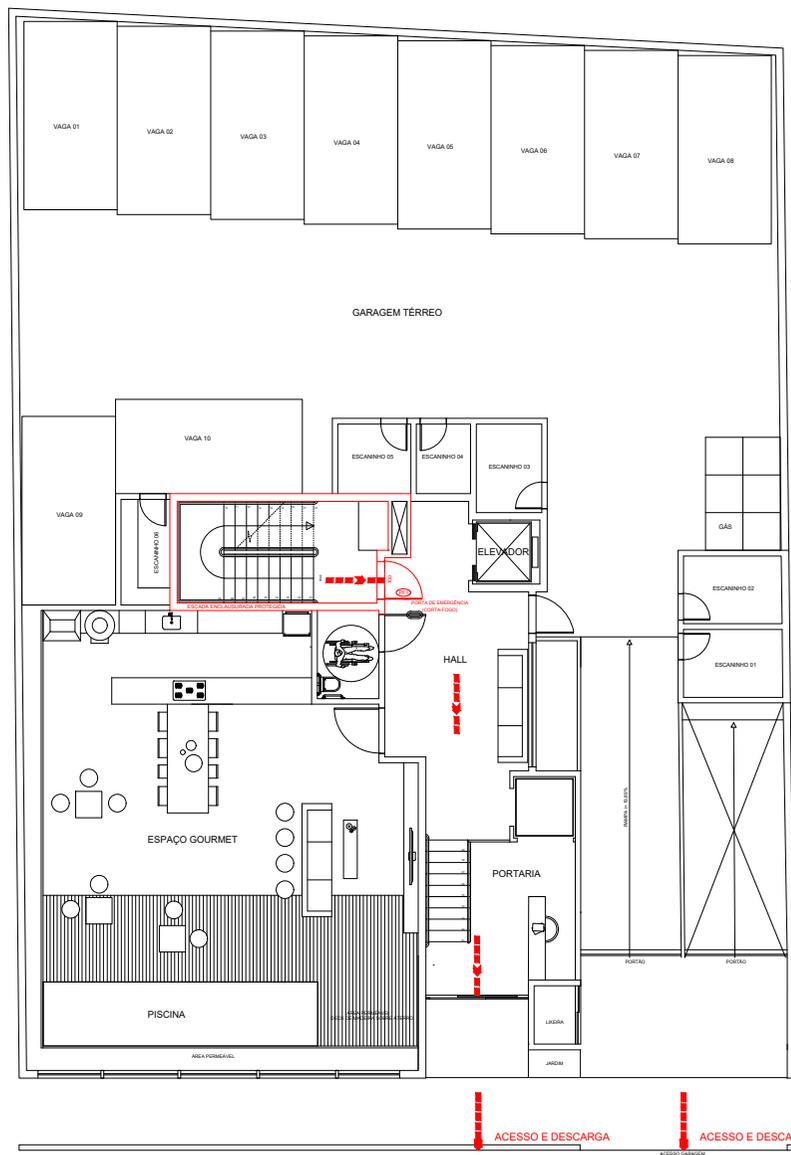
APÊNDICE A – PROJETO DE SAÍDAS DE EMERGÊNCIA



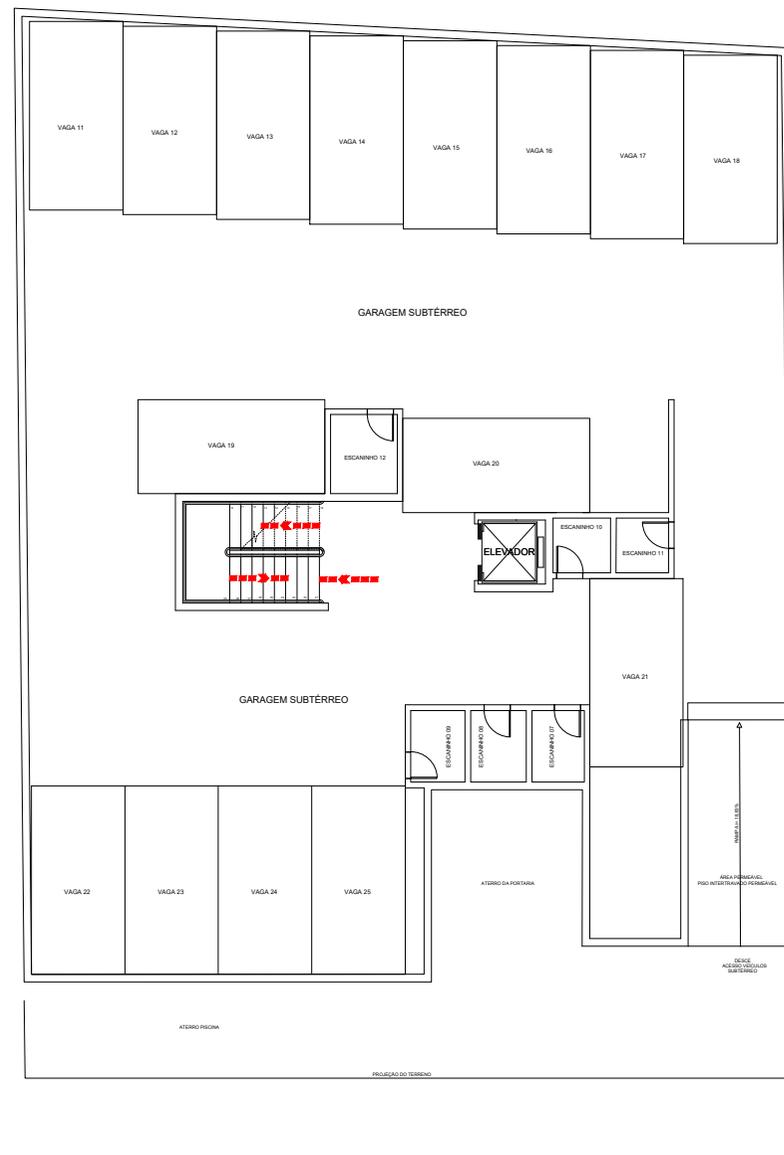
SAÍDAS DE EMERGÊNCIA - PAVIMENTO TIPO



**SAÍDAS DE EMERGÊNCIA - PAVIMENTO TIPO
AMPLIAÇÃO**

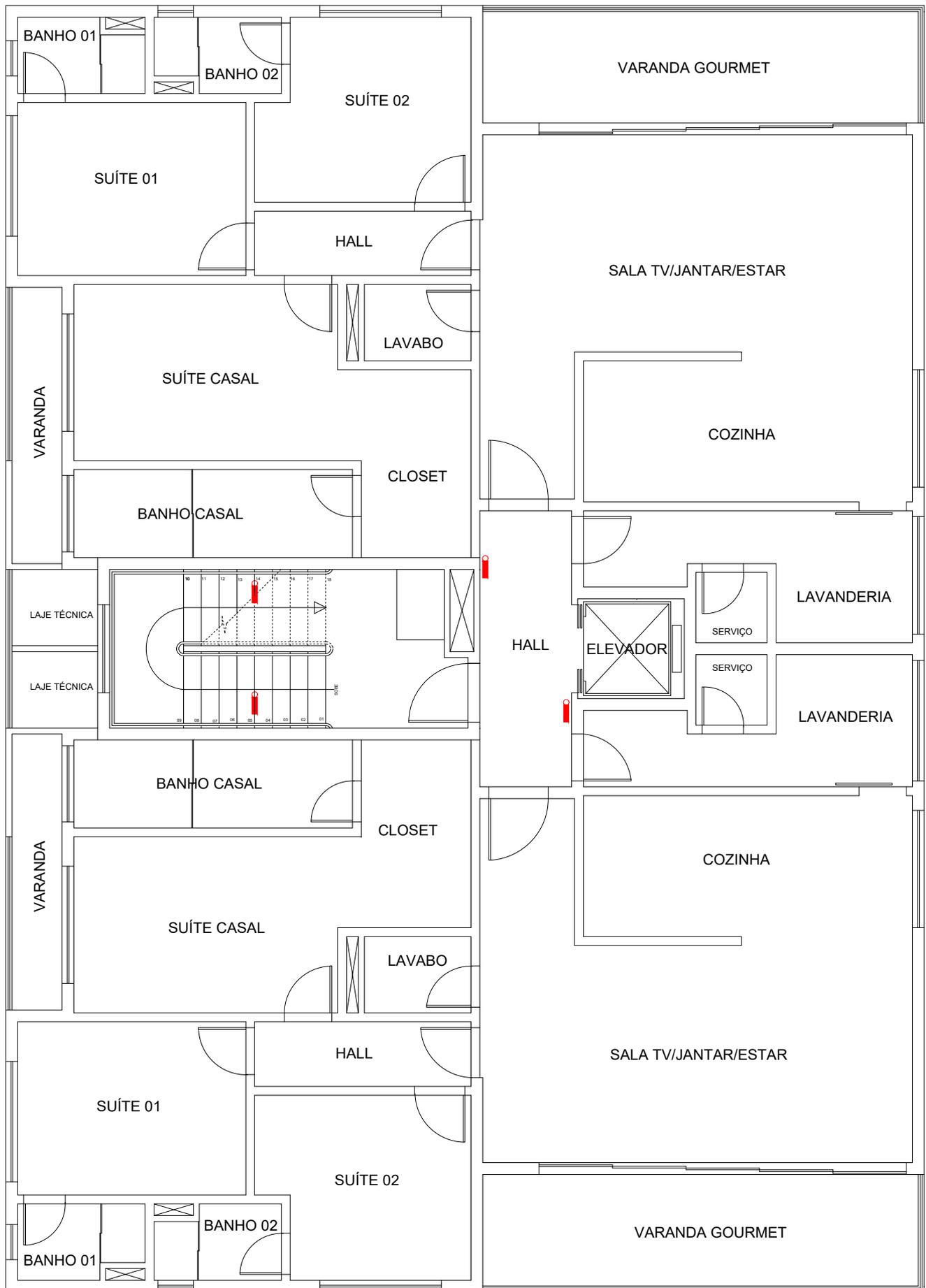


SAÍDAS DE EMERGÊNCIA - TÉRREO



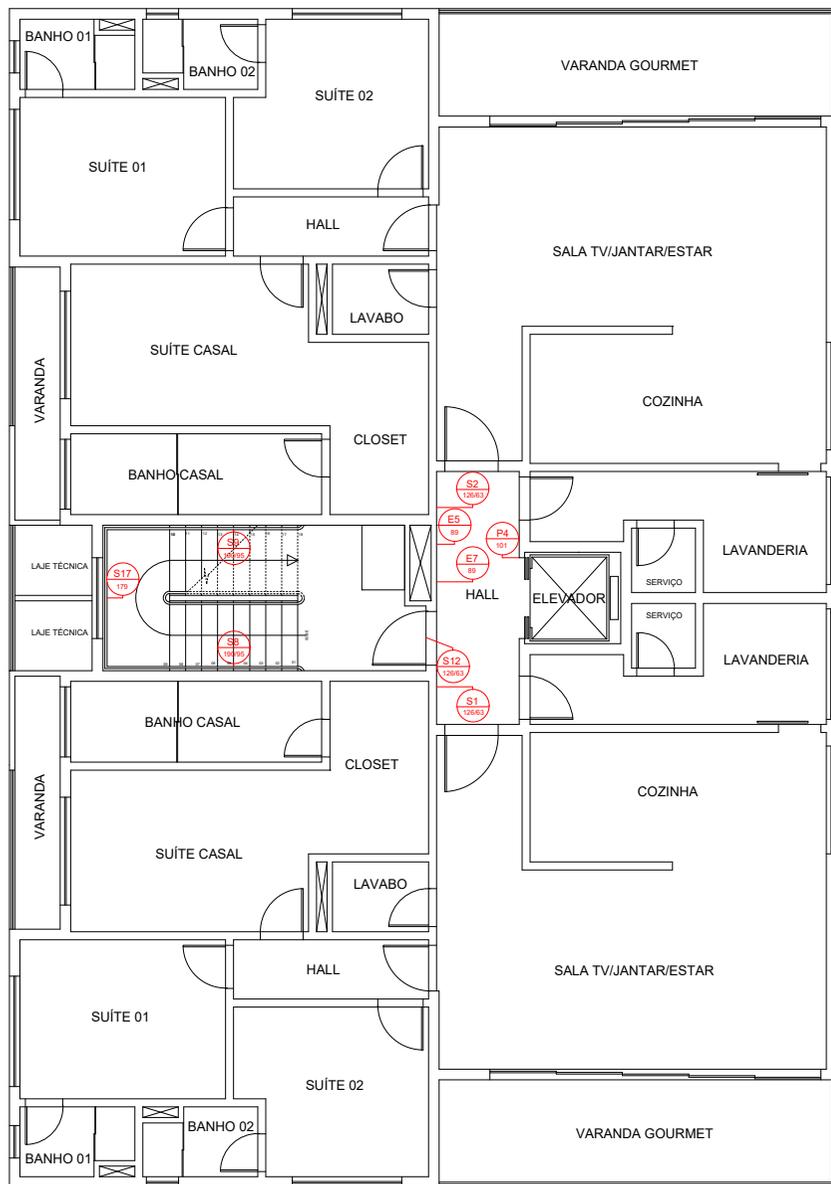
SAÍDAS DE EMERGÊNCIA - SUBTÉRREO

APÊNDICE B – PROJETO DE ILUMINAÇÃO DE EMERGÊNCIA

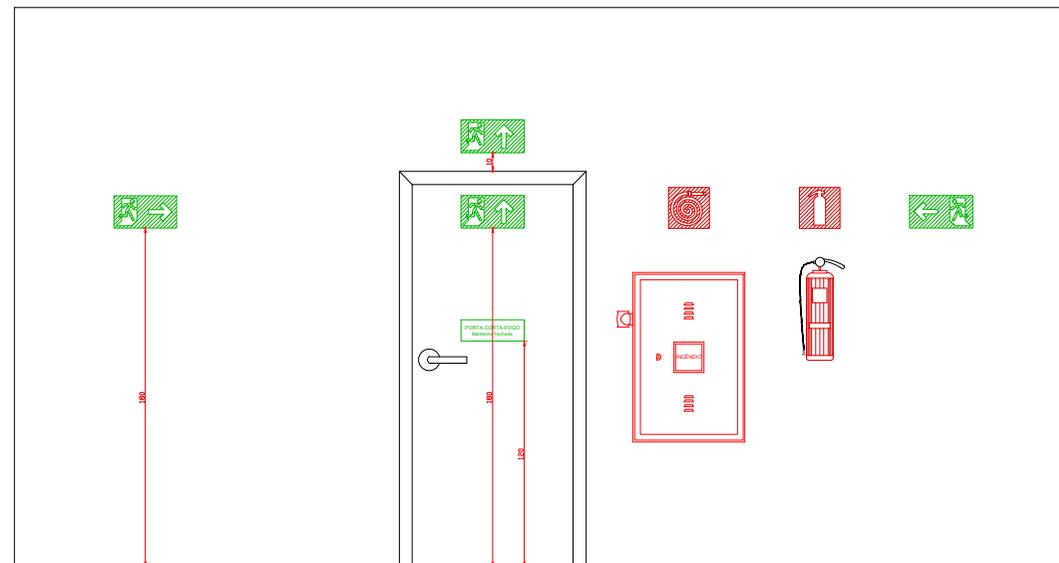


ILUMINAÇÃO DE EMERGÊNCIA - PAVIMENTO TIPO

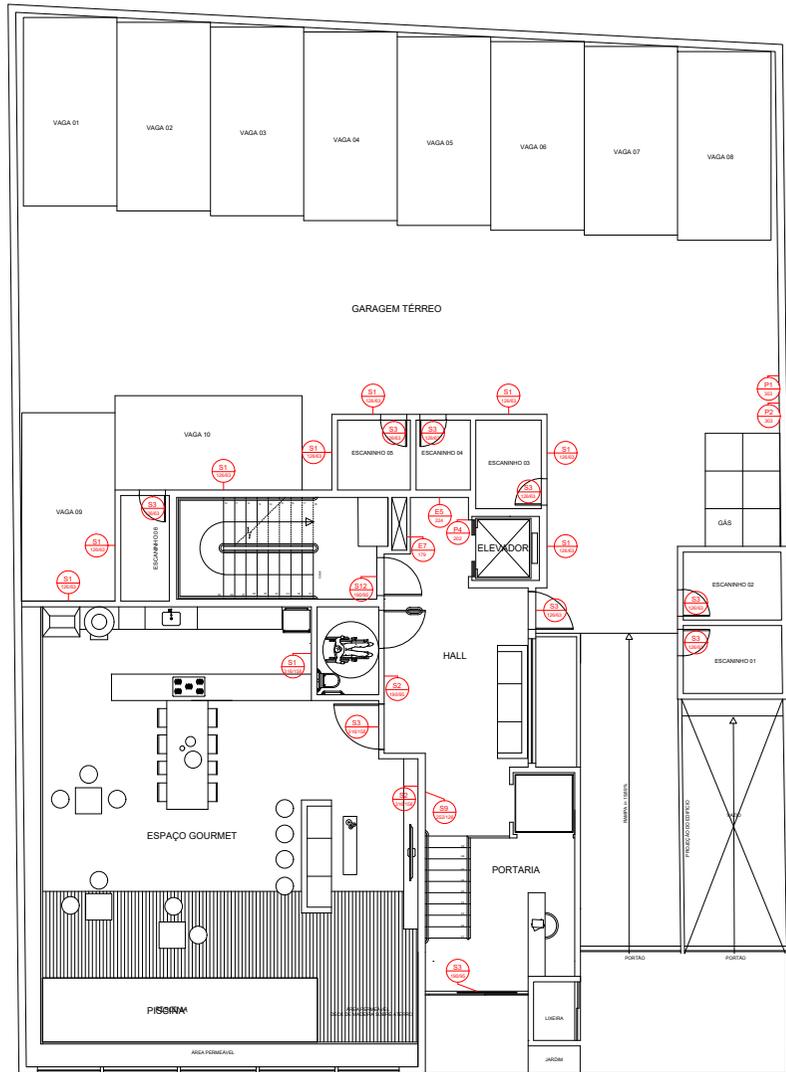
APÊNDICE C – PROJETO DE SINALIZAÇÃO DE EMERGÊNCIA



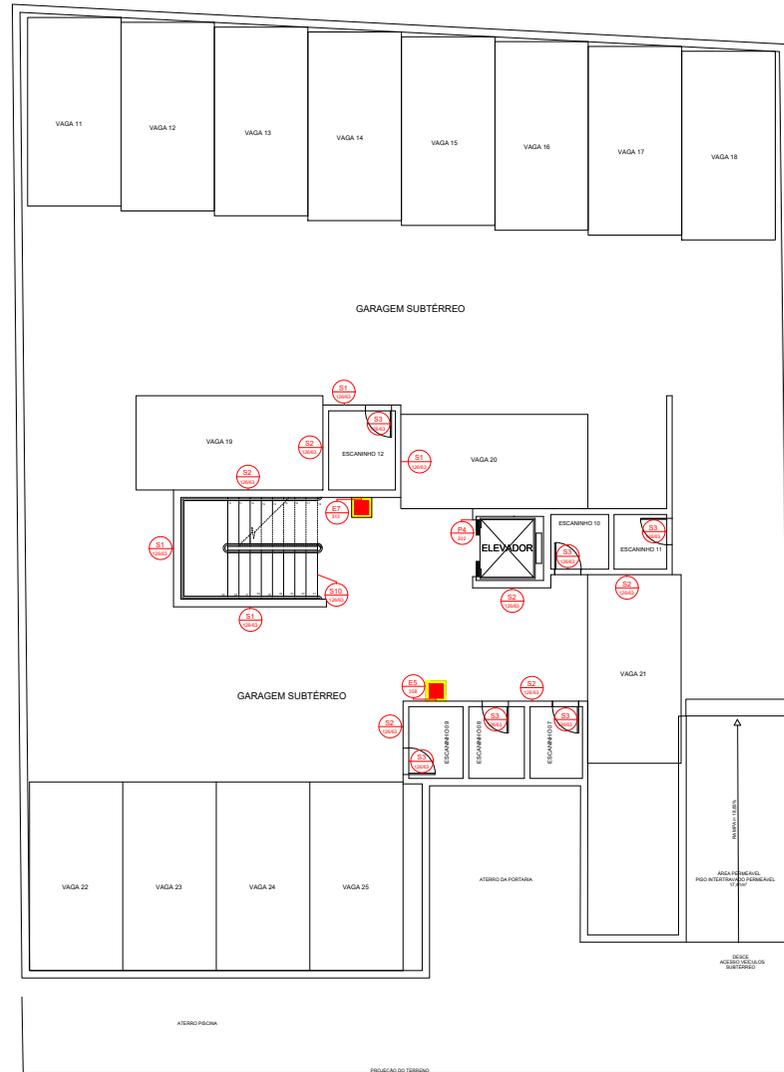
SINALIZAÇÃO DE EMERGÊNCIA - PAVIMENTO TIPO



DETALHE DA SINALIZAÇÃO DE EMERGÊNCIA - HALL



SINALIZAÇÃO DE EMERGÊNCIA - TÉRREO



SINALIZAÇÃO DE EMERGÊNCIA - SUBTÉRREO

SIMBOLOGIA PARA A SINALIZAÇÃO DE EMERGÊNCIA				
SINALIZAÇÃO DE PROIBIÇÃO				
CÓDIGO	SÍMBOLO	SIGNIFICADO	FORMA E COR	APLICAÇÃO
P1		PROIBIDO FUMAR	SÍMBOLO: CIRCULAR FUNDO: BRANCA PICTOGRAMA: CIGARRO, EM COR PRETA. FAIXA CIRCULAR E BARRA DIAMETRAL: VERMELHA	TODO LOCAL ONDE FUMAR PODE AUMENTAR O RISCO DE INCÊNDIO
P2		PROIBIDO PRODUIZIR CHAMA	SÍMBOLO: CIRCULAR FUNDO: BRANCA PICTOGRAMA: FOSFORO COM CHAMA, EM COR PRETA. FAIXA CIRCULAR E BARRA DIAMETRAL: VERMELHA	TODO LOCAL ONDE A UTILIZAÇÃO DE CHAMA PODE AUMENTAR O RISCO DE INCÊNDIO
P4		PROIBIDO UTILIZAR ELEVADOR EM CASO DE INCÊNDIO	SÍMBOLO: CIRCULAR FUNDO: VERDE PICTOGRAMA: ELEVADOR E CHAMA, EM COR PRETA. FAIXA CIRCULAR E BARRA DIAMETRAL: VERMELHA	NOS LOCAIS DE ACESSO AOS ELEVADORES COMUNS E MONTACARGAS

SINALIZAÇÃO DE PROIBIÇÃO

SIMBOLOGIA PARA A SINALIZAÇÃO DE EMERGÊNCIA				
SINALIZAÇÃO DE ORIENTAÇÃO E SALVAMENTO				
CÓDIGO	SÍMBOLO	SIGNIFICADO	FORMA E COR	APLICAÇÃO
S1		SAÍDA DE EMERGÊNCIA	SÍMBOLO: RETANGULAR FUNDO: VERDE PICTOGRAMA: FOTOLUMINESCENTE	INDICAÇÃO DO SENTIDO (ESQUERDA OU DIRETA) DE UMA SAÍDA DE EMERGÊNCIA
S2		SAÍDA DE EMERGÊNCIA	SÍMBOLO: RETANGULAR FUNDO: VERDE PICTOGRAMA: FOTOLUMINESCENTE	INDICAÇÃO DO SENTIDO (ESQUERDA OU DIRETA) DE UMA SAÍDA DE EMERGÊNCIA
S3		SAÍDA DE EMERGÊNCIA	SÍMBOLO: RETANGULAR FUNDO: VERDE PICTOGRAMA: FOTOLUMINESCENTE	INDICAÇÃO DE UMA SAÍDA DE EMERGÊNCIA A SER ATRAVESADA ACIMA DA PORTA, PARA INDICAR O SEU ACESSO
S8		ESCALADA DE EMERGÊNCIA	SÍMBOLO: RETANGULAR FUNDO: VERDE PICTOGRAMA: FOTOLUMINESCENTE	INDICAÇÃO DO SENTIDO DE FUGA NO INTERIOR DAS ESCADAS
S9		ESCALADA DE EMERGÊNCIA	SÍMBOLO: RETANGULAR FUNDO: VERDE PICTOGRAMA: FOTOLUMINESCENTE	INDICAÇÃO DO SENTIDO DE FUGA NO INTERIOR DAS ESCADAS
S10		ESCALADA DE EMERGÊNCIA	SÍMBOLO: RETANGULAR FUNDO: VERDE PICTOGRAMA: FOTOLUMINESCENTE	INDICAÇÃO DO SENTIDO DE FUGA NO INTERIOR DAS ESCADAS
S12		SAÍDA DE EMERGÊNCIA	SÍMBOLO: RETANGULAR FUNDO: VERDE MENSAGEM: SAÍDA	INDICAÇÃO DE UMA SAÍDA DE EMERGÊNCIA, COM OU SEM COMPLEMENTAÇÃO DO PICTOGRAMA FOTOLUMINESCENTE
S17		NÚMERO DO PAVIMENTO	SÍMBOLO: RETANGULAR OU QUADRADA FUNDO: BRANCA MENSAGEM INDICANDO O NÚMERO DO PAVIMENTO	INDICAÇÃO DO PAVIMENTO, NO INTERIOR DAS ESCADAS (PATAMAS)

SINALIZAÇÃO DE ORIENTAÇÃO E SALVAMENTO

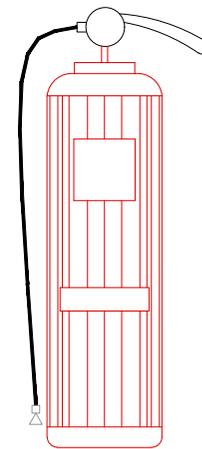
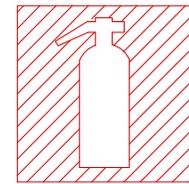
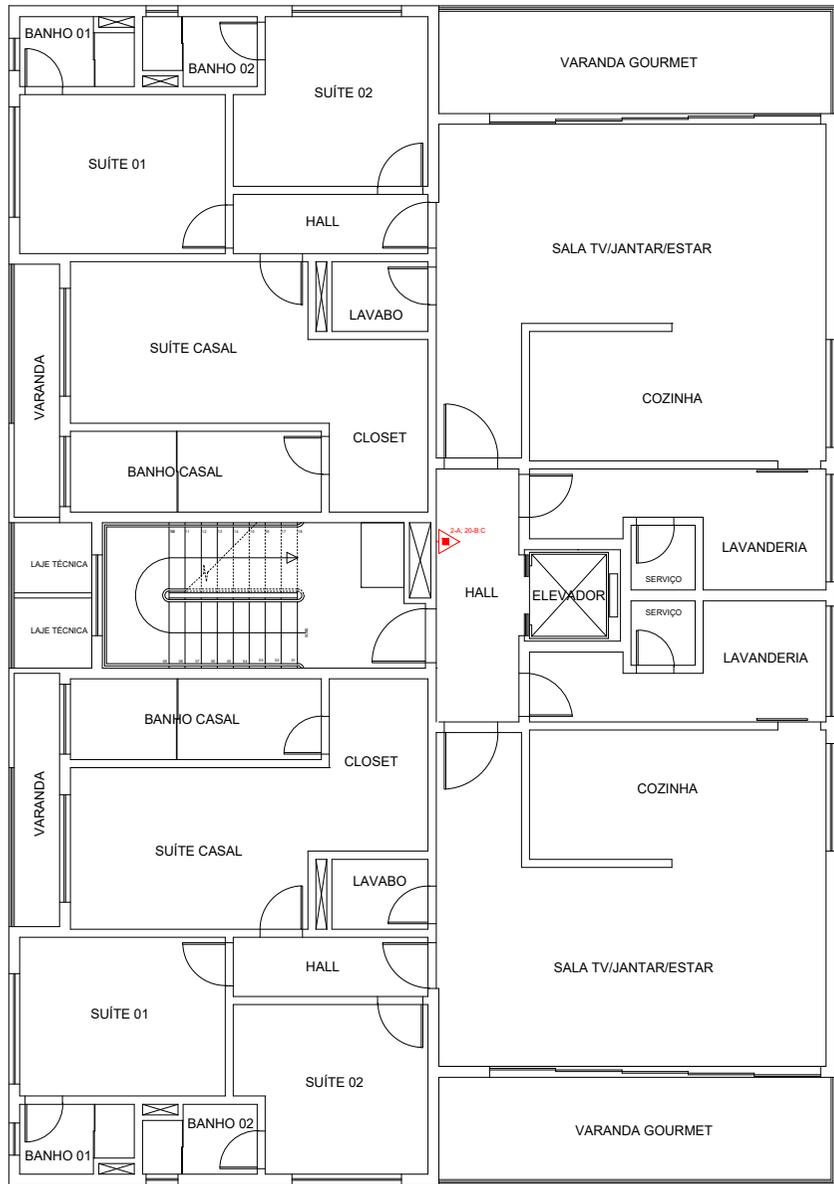
SIMBOLOGIA PARA A SINALIZAÇÃO DE EMERGÊNCIA				
SINALIZAÇÃO DE EQUIPAMENTOS DE COMBATE A INCÊNDIO				
CÓDIGO	SÍMBOLO	SIGNIFICADO	FORMA E COR	APLICAÇÃO
E5		EXTINTOR DE INCÊNDIO	SÍMBOLO: QUADRADA FUNDO: VERMELHA PICTOGRAMA: FOTOLUMINESCENTE	INDICAÇÃO DE LOCALIZAÇÃO DOS EXTINTORES DE INCÊNDIO
E9		ABRIGO DE MANGUEIRA E HIDRANTE	SÍMBOLO: QUADRADA FUNDO: VERMELHA PICTOGRAMA: FOTOLUMINESCENTE	INDICAÇÃO DO ABRIGO DA MANGUEIRA DE INCÊNDIO COM OU SEM HIDRANTE NO SEU INTERIOR
E12		SINALIZAÇÃO DE SOLO PARA EQUIPAMENTOS DE COMBATE A INCÊNDIO	SÍMBOLO: QUADRADA FUNDO: VERMELHA PICTOGRAMA: BORDA AMARELA	USADO PARA INDICAR A LOCALIZAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS DE COMBATE A INCÊNDIO E ALARME, PARA EVITAR SUA OBSTRUÇÃO

SINALIZAÇÃO DE EQUIPAMENTOS DE COMBATE A INCÊNDIO

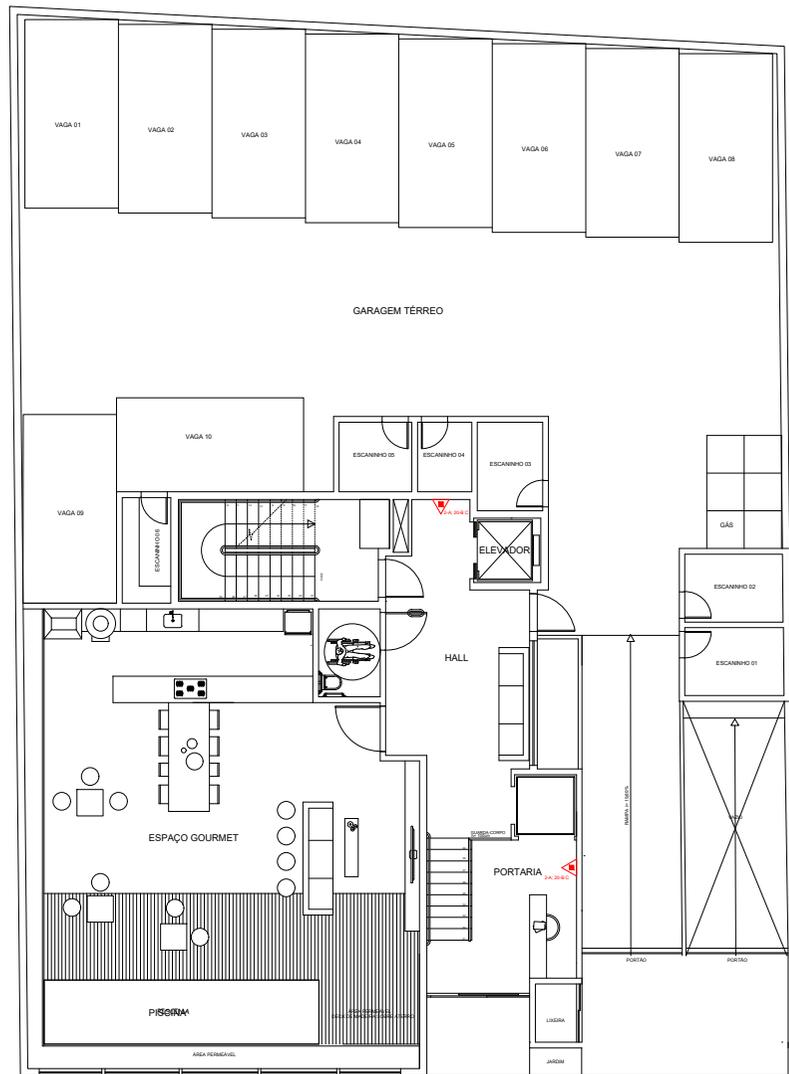
QUADRO QUANTITATIVO		
SINALIZAÇÃO DE EMERGÊNCIA		
CÓDIGO	QUANTIDADE	DIMENSÕES (MM)
P1	1	303
P2	1	303
P4	6	101
	2	202
S1	18	126/63
	1	316/158
S2	12	126/63
	1	190/95
	1	316/158
S3	13	126/63
	1	190/95
S8	1	316/158
	6	190/95
S9	6	190/95
	1	252/126
S10	1	126/63
	6	126/63
S12	1	190/95
	6	179
E5	6	89
	1	224
	1	358
E7	6	89
	1	179
	1	313
E12	2	-

QUADRO QUANTITATIVO

APÊNDICE D – PROJETO DE PROTEÇÃO POR EXTINTORES DE INCÊNDIO



POSICIONAMENTO DE EXTINTORES - PAVIMENTO TIPO

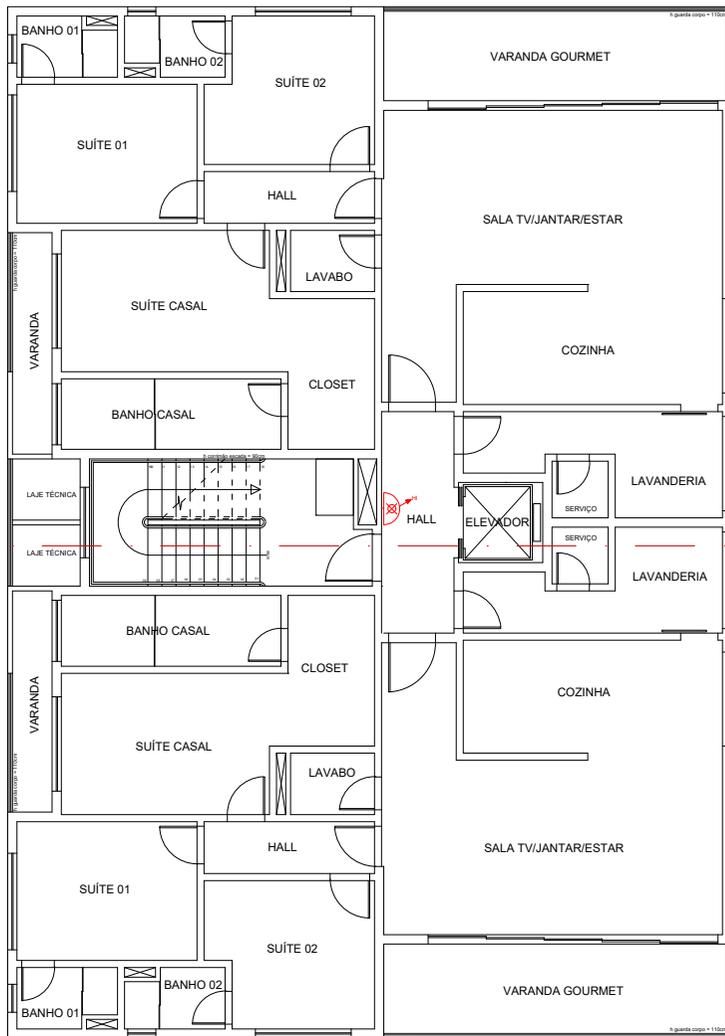


POSICIONAMENTO DE EXTINTORES - TÉRREO

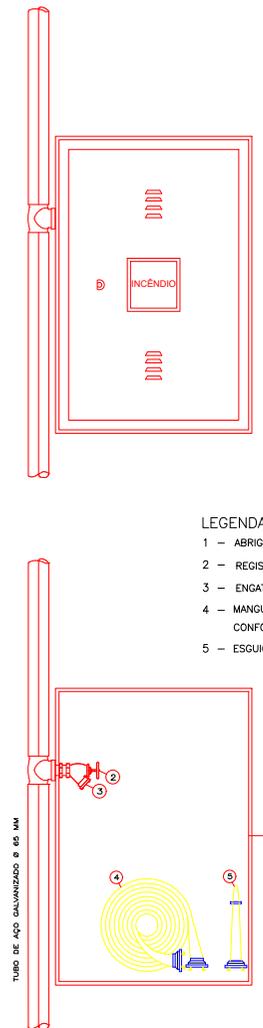


POSICIONAMENTO DE EXTINTORES - SUBTÉRREO

APÊNDICE E – PROJETO DE PROTEÇÃO POR HIDRANTES DE INCÊNDIO



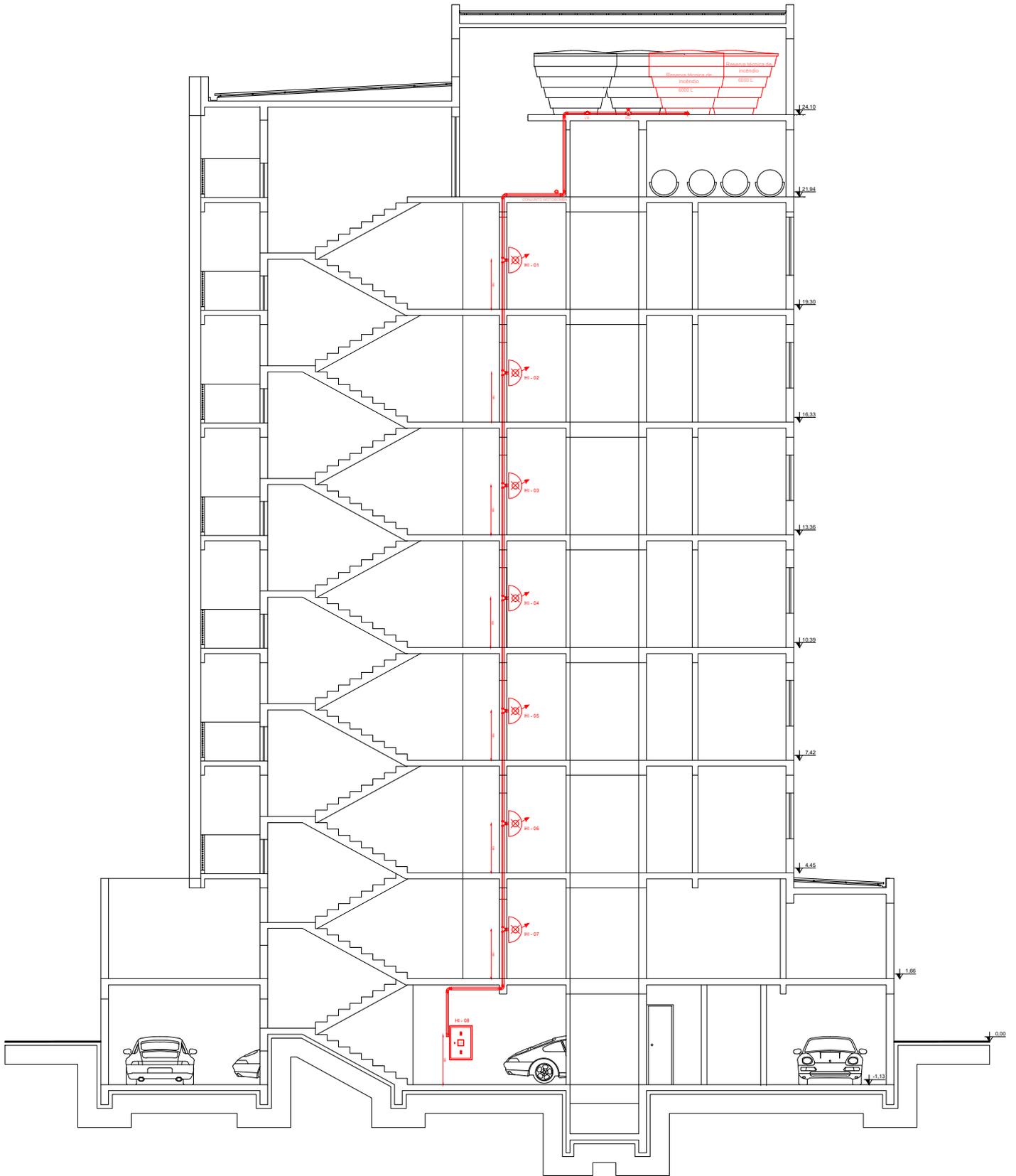
SISTEMA DE HIDRANTES - PAVIMENTO TIPO



LEGENDA:

- 1 - ABRIGO PARA MANGUEIRA;
- 2 - REGISTRO DE GLOBO ANGULAR 45°, Ø63mm;
- 3 - ENGATE RÁPIDO;
- 4 - MANGUEIRA DE INCÊNDIO, DIÂMETRO E COMPRIMENTO CONFORME MEMORIAL E UNIÕES DE ENGATE RÁPIDO;
- 5 - ESGUICHO CÔNICO, TIPO AGULHETA, DIÂMETRO IGUAL AO DA MANGUEIRA, JUNTA DE ENGATE RÁPIDO.

DETALHE DO ABRIGO DOS HIDRANTES



CORTE A-A - HIDRANTES