

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
SETOR DE ENGENHARIA, CIÊNCIAS AGRÁRIAS E TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

ELOISA COVRE

**PROJETO DE PREVENÇÃO DE INCÊNDIO: ESTUDO DE CASO DE BLOCOS DA
UEPG E DESCRIÇÃO DE PROCEDIMENTOS TÉCNICOS PARA PROJETOS**

PONTA GROSSA

2023

ELOISA COVRE

**PROJETO DE PREVENÇÃO DE INCÊNDIO: ESTUDO DE CASO DE BLOCOS DA
UEPG E DESCRIÇÃO DE PROCEDIMENTOS TÉCNICOS PARA PROJETOS**

Trabalho apresentado como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharelado em Engenharia Civil, da Universidade Estadual de Ponta Grossa.

Orientadora: Prof.^a Dra. Eloise Aparecida Langaro

PONTA GROSSA

2023

ELOISA COVRE

**PROJETO DE PREVENÇÃO DE INCÊNDIO: ESTUDO DE CASO DE BLOCOS DA
UEPG E DESCRIÇÃO DE PROCEDIMENTOS TÉCNICOS PARA PROJETOS**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado e aprovado como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil pela Universidade Estadual de Ponta Grossa.

BANCA EXAMINADORA:

Prof.^a Dra. Eloise Aparecida Langaro

Departamento de Engenharia Civil – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Prof.^a Dra. Patrícia Kruger

Departamento de Engenharia Civil – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Prof. MSc. Cleyton Crovador

Departamento de Engenharia Civil – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Ponta Grossa, 20 de novembro de 2023

RESUMO

Define-se a prevenção de incêndio como um conjunto de medidas e estratégias destinadas a evitar a ocorrência de incêndios e a minimizar seus danos em caso de emergência. Isso envolve a implementação de procedimentos de segurança, a utilização de equipamentos adequados, a manutenção regular de instalações e a adoção de normas de construção seguras, a fim de reduzir os riscos e proteger vidas e propriedades.

O projeto de prevenção de incêndio é um requisito essencial para a aprovação de edificações públicas. Esse tema emergiu a partir da década de 1970 no Brasil, motivado por incidentes incendiários significativos que marcaram aquele período. A trajetória para desenvolver métodos eficazes de segurança em projetos tem sido constante, com atualizações contínuas à medida que novas pesquisas se tornam disponíveis. O Código de Segurança Contra Incêndio e Pânico do Paraná estabelece diretrizes rigorosas para novas construções, entretanto, edificações já existentes frequentemente carecem de adaptações para atender a essas normas. O trabalho discute a prevenção de incêndio nos Blocos E e F da Universidade Estadual de Ponta Grossa, apontando inconformidades com as exigências atuais dos Corpos de Bombeiros. Também tem como objetivo desenvolver um documento orientativo sobre a realização do Projeto Técnico de Prevenção de Incêndio e Desastre (PTPID). A metodologia utilizada se baseia em analisar as medidas de segurança existentes nos Blocos e corrigi-las através das exigências das Normas de Procedimento Técnico (NPTs) adequadas. Os resultados obtidos demonstram a defasagem na aplicação de medidas

Espera-se com os resultados deste trabalho, regularizar os blocos E e F quanto as normas de prevenção de incêndio, bem como contribuir no meio técnico com a elaboração do documento orientativo.

Palavras-chave: Prevenção de incêndio – projeto técnico – obras públicas

“A tarefa não é tanto ver aquilo que ninguém viu, mas pensar o que ninguém ainda pensou sobre aquilo que todo mundo vê.”
(Arthur Schopenhauer)

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Transmissão de calor	16
Tabela 2 - Mudanças na segurança contra incêndio no Brasil	25
Tabela 3 – Datas da construção e reformas do Bloco E	29
Tabela 4 - Datas da construção e reformas do Bloco F	29
Tabela 5 - Classificação da edificação segundo CSCIP (2018)	30
Tabela 6 - Comparação de exigências de medidas de segurança de acordo com a época de vigência	31
Tabela 7 - NPTs relacionadas à edificação em estudo	35
Tabela 8 - Medidas de segurança exigidas para blocos E e F	40
Tabela 9 - TRRF das ocupações das edificações	43
Tabela 10 - Tempo requerido de resistência ao fogo dos elementos construtivos... ..	43
Tabela 11 - Área máxima de compartimentação de acordo com uso e altura	45
Tabela 12 - Classificação de materiais em função da finalidade e uso	45
Tabela 13 - Parâmetros de materiais	46
Tabela 14 - Capacidade de unidades de passagem e população por divisão	49
Tabela 15 - Componentes para sistema 3 de hidrantes	56
Tabela 16 - Parâmetros mínimos para instalação do sistema de hidrantes	57
Tabela 17 - Definições para sistema de hidrantes	60
Tabela 18 - Análise de saídas de emergência - Departamento de Engenharia Civil ..	66
Tabela 19 - Análise de saídas de emergência - SECATE	67
Tabela 20 - Análise de saídas de emergência - Bloco E	68
Tabela 21 - Análise de saídas de emergência de laboratórios	69
Tabela 22 - Análise de saídas de emergência do Auditório	69
Tabela 23 - Análise de saídas de emergência dos corredores do Bloco E	70
Tabela 24 - Análise de saídas de emergência de ambientes independentes - Bloco F	70

Tabela 25 - Análise das saídas de emergência de laboratórios com saída comum - Bloco F	71
Tabela 26 - Análise de saídas de emergência de ambientes com circulação comum - Bloco F	72
Tabela 27 - Saídas de emergência do corredor principal - Bloco F.....	74
Tabela 28 - Coeficiente C para cálculo de reservatório.....	76
Tabela 29 - Exigências da NPT 022 para a edificação em estudo	77
Tabela 30 - Resumo dos parâmetros para o sistema de hidrantes da edificação	89
Tabela 31 - Cálculo da carga de incêndio média da edificação	94
Tabela 32 - Medidas de segurança exigidas para a edificação em estudo	100

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Tetraedro do fogo.....	15
Figura 2 - Fases de desenvolvimento do incêndio	17
Figura 3 – Imagem de satélite dos Blocos E e F	28
Figura 4 - Disposição dos blocos E e F	33
Figura 5 - Blocos E e F.....	33
Figura 6 - Fluxograma de etapas da realização do trabalho	34
Figura 7 - Passarela coberta ligando blocos	38
Figura 8 - Modelo de retorno para viatura	41
Figura 9 - Trajeto a ser percorrido pela viatura	42
Figura 10 - Portal de entrada e saída do Campus.....	42
Figura 11 - Exposição de armaduras em estruturas de concreto armado.....	44
Figura 12 - Pisos emborrachado e de madeira	46
Figura 13 - Pisos de lajota cerâmica e granitina.....	47
Figura 14 - Paredes de alvenaria e <i>drywall</i>	47
Figura 15 - Forros de PVC e madeira	48
Figura 16 - Forro de gesso.....	48
Figura 17 - Bloco autônomo de emergência existente	51
Figura 18 - Luminária de emergência existente	51
Figura 19 – Placa de sinalização de rota de saída com 1,6 m de altura (Bloco E)...	53
Figura 20 - Placa de sinalização de rota de saída com 2,2 m de altura (Bloco E) ...	53
Figura 21 - Extintor no chão sem sinalização.....	54
Figura 22 - Extintores do laboratório de pavimentação (Bloco E)	55
Figura 23 - Extintor do laboratório de solos (Bloco E).....	55
Figura 24 - Dispositivo de recalque em passeio público	58

Figura 25 - Castelo d'água desativado utilizado como reservatório no projeto de hidrantes.....	59
Figura 26 - Gráfico de determinação da pressão de entrada do hidrante através da vazão.....	78
Figura 27 - Gráfico de determinação do alcance do esguicho através da pressão de entrada.....	79
Figura 28 - Disposição do hidrantes mais desfavoráveis	84
Figura 29 - Disposição dos pontos do sistema de hidrante.....	85
Figura 30 - Gráfico de determinação do modelo da bomba	87
Figura 31 - Gráfico de determinação do diâmetro do rotor da bomba.....	88
Figura 32 - Gráfico para determinação da potência da bomba	88
Figura 33 - PROJETEK.....	90
Figura 34 - Tabela de classificação das edificações (Tabela 1 do CSCIP).....	91
Figura 35 - Continuação da tabela de classificação das edificações (Tabela 1 do CSCIP).....	92
Figura 36 - Classificação da edificação quanto a altura (Tabela 2 do CSCIP).....	93
Figura 37 - Croqui dos blocos da edificação	93
Figura 38 - Classificação das edificações e áreas de risco quanto a carga de incêndio.....	95
Figura 39 - Classificação da edificação de acordo com a data de construção (Tabela 4 do CSCIP)	95
Figura 40 - Exigências para a edificação conforme NPT 002.....	96
Figura 41 - Exigências para edificações do Grupo "D".....	97
Figura 42 - Exigências para edificações do Grupo "E"	98
Figura 43 - Exigências para edificações do Grupo "F-5"	99

LISTA DE ABREVIACOES

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

CBMPR - Corpo de Bombeiros Militar do Paraná

PTPID - Projeto Técnico de Prevenção a Incêndio e Desastre

NPT - Norma de Procedimento Técnico

NPA - Norma de Procedimento Administrativo

CSCIP - Código de Segurança Contra Incêndio e Pânico

UEPG - Universidade Estadual de Ponta Grossa

CPI - Código de Prevenção a Incêndio

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
1.1 OBJETIVO GERAL	12
1.2 OBJETIVO ESPECÍFICO	12
1.3 JUSTIFICATIVA	13
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
2.1 ESTUDO DO FOGO E INCÊNDIO	15
2.2 INCÊNDIOS OCORRIDOS NO BRASIL	21
2.2.1 Gran Circo Norte Americano – 1961	21
2.2.2 Volkswagen – 1970	22
2.2.3 Edifício Andraus – 1972	22
2.2.4 Edifício Joelma – 1974	23
2.2.5 Boate Kiss – 2013	23
2.2.6 Museu Nacional – 2018	23
2.2.7 Alojamento do Flamengo – 2019	24
2.3 MUDANÇAS OCORRIDAS NA LEGISLAÇÃO	24
2.3.1 Mudanças no Brasil	24
2.3.2 Mudanças no Paraná	26
2.4 EDIFICAÇÕES EM ESTUDO	28
3 METODOLOGIA	33
3.1 ANALISAR OS PROJETOS TÉCNICOS E SITUAÇÃO ATUAL	34
3.2 LISTAR E ANALISAR AS ADEQUAÇÕES NECESSÁRIAS	35
3.3 REALIZAR O NOVO PROJETO TÉCNICO E EXECUTIVO	36
3.4 ELABORAR UM DOCUMENTO ORIENTATIVO PARA REALIZAÇÃO DE PTPID	37

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	38
4.1 ANÁLISE PRELIMINAR	38
4.2 DETERMINAÇÃO DAS MEDIDAS DE SEGURANÇA EXISTENTES	39
4.3 DETERMINAÇÃO DE NOVAS MEDIDAS DE SEGURANÇA	39
4.3.1 Acesso de viatura na edificação e áreas de risco	40
4.3.2 Segurança estrutural contra incêndio.....	43
4.3.3 Compartimentação horizontal.....	45
4.3.4 Controle de materiais de acabamento.....	45
4.3.5 Saídas de emergência.....	49
4.3.6 Iluminação de emergência	50
4.3.7 Alarme de incêndio.....	52
4.3.8 Sinalização	52
4.3.9 Extintores	54
4.3.10 Hidrantes e mangotinhos.....	56
5 CONCLUSÃO	61
REFERÊNCIAS	62
APÊNDICE A - DIMENSIONAMENTO E QUANTITATIVOS DE MEDIDAS	66
APÊNDICE B - DOCUMENTO ORIENTATIVO PARA ELABORAÇÃO DE PTPIDB	90
APÊNDICE C - PROJETOS DE PREVENÇÃO DE INCÊNDIO	102

1 INTRODUÇÃO

No início das civilizações, no período paleolítico, a descoberta do fogo permitiu que os seres humanos evoluíssem sua maneira de viver, podendo cozinhar alimentos, aquecer-se durante o frio, obter luz durante a noite e forjar ferramentas. Porém, isso não foi suficiente para que o fogo fosse dominado, e diversas foram as situações em que o homem nada pode fazer contra desastres derivados dele, como erupções vulcânicas, incêndios florestais e raios. Com a urbanização das sociedades, e pessoas vivendo cada vez mais próximas umas das outras, a ocorrência de um incêndio deixou de ser um evento isolado, e passou a ser motivo de segurança pública (SEITO, 2008).

No Brasil, durante o século XX, por conta do desenvolvimento ocorrido em curto espaço de tempo, as populações urbanas se tornaram densas e com estruturas precárias em todos os setores, como saúde, segurança e educação, tornando a fiscalização uma tarefa abstrusa. Muitas construções de acesso público foram feitas sem a preocupação de atender a rotas de fuga funcionais, ou que houvesse o mínimo de sinalização para casos de desastre, tornando a falta de prevenção de incêndio um problema histórico presente no país. Esse problema se tornou visível nacionalmente na década de 1970, época de ocorrência dos incêndios nos edifícios Andraus e Joelma, que deixaram inúmeras vítimas. Esses e outros incidentes levaram, nos anos seguintes, à criação de simpósios, normas e leis abordando a prevenção de incêndios na fase de projeto da edificação no Brasil de forma mais incisiva (OLIVEIRA, 2018).

No Paraná, em 2001 foi promulgado o Código de Prevenção a Incêndios, que, em 2012, passou a ser denominado Código de Segurança Contra Incêndios e Pânico. Durante esse período, diversos incidentes desafiaram a evolução das normas e regulamentos relacionados à prevenção de incêndios em edificações. Isso resultou em aprimoramentos nas diretrizes, abrangendo aspectos como segurança construtiva, documentação, treinamento em uso de equipamentos, entre outras atividades. O cumprimento dessas normas é fiscalizado pelo Corpo de Bombeiros.

Entretanto, nas edificações já existentes, as estruturas antigas muitas vezes não atendem às novas especificações, necessitando de ajustes para torná-las mais seguras e desta forma, devem seguir a Norma de Procedimento Técnico (NPT) 002 -

Adaptação às normas de segurança contra incêndio – edificações existentes e antigas. Tal situação será discutida no presente trabalho, no qual se abordará a atual disposição dos Blocos E e F, dos cursos de Engenharia Civil e Agronomia do Campus de Uvaranas da Universidade Estadual de Ponta Grossa, em comparação com as exigências atuais dos Corpos de Bombeiros do Paraná para prevenção de incêndio e pânico. Foi verificado que os projetos atuais de prevenção de incêndio possuem algumas inconformidades com a real situação das edificações, e muitos elementos de segurança não são representados. Além disso, a divisão dos departamentos ocorreu de maneira distinta do que está descrito no projeto, surgindo ambientes com áreas diferentes das constantes nos documentos.

1.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar as medidas de segurança existentes nos blocos E e F da Universidade Estadual de Ponta Grossa, e adequar a edificação às normas técnicas atuais do Corpo de Bombeiros do Paraná, bem como utilizar-se deste estudo de caso para desenvolver um documento didático sobre os procedimentos a serem seguidos para elaborar o Projeto Técnico de Prevenção de Incêndio e Desastre (PTPID) de uma edificação.

1.2 OBJETIVO ESPECÍFICO

Este estudo dispõe-se a verificar as medidas de segurança contra incêndio e pânico aplicadas nos blocos E e F da Universidade, através de um estudo de caso, compreendendo os seguintes objetivos:

- a) Avaliar a conformidade dos projetos existentes com a situação real, realizando um levantamento fotográfico dos ambientes e das medidas empregadas *in loco*;
- b) Estudar a natureza das medidas tomadas e analisar a necessidade da inclusão de outras áreas em isolamento de risco;
- c) Listar e analisar as adequações necessárias de acordo com as normas vigentes do Corpo de Bombeiros do Paraná (CBPR);
- d) Realizar o novo projeto técnico através do software Revit;

- e) Elaborar um documento orientativo que possa instruir e demonstrar o fluxo de etapas necessário para realizar um Projeto Técnico de Proteção a Incêndio e Desastre (PTPID), incluindo a aprovação pelo Corpo de Bombeiros, com intuito de ser utilizado pelo Escritório Escola de Engenharia Civil da UEPG – PROJETEK na elaboração de projetos de obras públicas para cidades de pequeno porte dos Campos Gerais.

1.3 JUSTIFICATIVA

A prevenção de incêndio em edificações se fortaleceu a partir de grandes acidentes causados pela ausência de legislação ou de fiscalização das construções. Um caso que ficou conhecido nacionalmente foi o incêndio ocorrido na Boate Kiss, em Santa Maria - RS, no ano de 2013. Neste caso foi constatado o atraso dos alvarás de funcionamento do local, e utilização de revestimento feito de material inflamável nas paredes e teto, os quais se incendiaram ao entrar em contato com fogos de artifício, gerando gases tóxicos mortais (CAVALHEIRO; REBELLO, 2013). Após a grande repercussão, mudou-se a cultura dos órgãos fiscalizadores e novas leis foram criadas para permitir maior controle do funcionamento e construção de edificações. Desde então, as legislações estaduais são constantemente atualizadas a fim de incluir mais fatores de segurança, principalmente em edificações com maiores concentrações de público.

Em edificações existentes, o desafio de se realizar um bom projeto de prevenção de incêndio se torna maior, devido à dificuldade em adaptar espaços anteriormente construídos às exigências de segurança mais recentes. Para esse fim, utiliza-se a NPT 014 (2013) e NPT 002 (2020) que determinam, a partir do tipo de reformas realizadas na história da edificação, quais códigos a regularização deve seguir.

Este estudo trata da regularização dos blocos E e F da Universidade Estadual de Ponta Grossa, quanto às normas do Corpo de Bombeiros. É suposto que, devido à época da realização dos projetos de prevenção de incêndio da edificação em estudo (ano de 2009), muitas inconformidades sejam encontradas e necessitem de alterações, visto que as normas do Corpo de Bombeiro foram atualizadas algumas

vezes desde então. Os blocos foram construídos na década de 1980, onde estão as instalações dos cursos de Engenharia Civil e Agronomia até o momento, sem grandes mudanças na estrutura original, somente acréscimo de áreas. Ocorre que nesta época, as construções não foram feitas de maneira a prevenir situações de incêndio e pânico, e hoje faz-se necessário regularizar os projetos existentes das instalações para estarem em consonância com as Normas Técnicas do Corpo de Bombeiros do Paraná.

Atualmente há um projeto de prevenção de incêndio pendente de regularização, que apresenta lacunas e inadequações quanto as exigências atuais. Análises quanto a segurança sempre devem ser realizadas nas edificações, com o intuito de diminuir a probabilidade de ocorrência de sinistros nos locais, ou que sejam menos prejudiciais quando inevitáveis.

Junto a elaboração do novo projeto, será desenvolvido um documento capaz de instruir outros profissionais e estudantes acerca da realização do PTPID de edificações públicas novas ou existentes. Isso se deve ao fato de que a adequação de edificações existentes ou antigas demanda um trabalho mais minucioso e há menos conhecimento sobre esse tema em comparação às novas edificações. O documento elaborado poderá ser utilizado pelo do Escritório Escola do curso de Engenharia Civil – PROJETEK, que tem por finalidade fornecer projetos de engenharia para cidades da região dos Campos Gerais com população inferior a 30.000 habitantes, oferecendo suporte para projetar e construir seus prédios públicos, paços municipais, estruturas de saúde e educacionais, entre outras.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 ESTUDO DO FOGO E INCÊNDIO

Várias são as definições dadas ao fogo pelas normas de incêndio de diversos países, para estudar suas ações e maneiras de combatê-lo. Segundo a NBR 13860 (1997), fogo é resultado do processo de combustão, caracterizado pela emissão de calor e luz. O Manual de Perícia em Incêndios e Explosões, do Corpo de Bombeiros do Distrito Federal, define a combustão como uma reação de oxidação, pois nela ocorre a transferência de elétrons de uma molécula de combustível ($C_{(s)}$), para outra de gás oxigênio (O_2), combinando um elemento com oxigênio, transformando-se em um óxido, e liberando calor através da reação exotérmica (Equação 1) (CBMDF, 2019).



A energia liberada serve de ignição para outra reação ocorrer em seguida, o que causa a reação em cadeia, que só é interrompida caso o combustível ou comburente seja consumido completamente. A representação através do “tetraedro do fogo” demonstra que o fogo só pode existir se todos os elementos coexistirem (Figura 1).

Figura 1 - Tetraedro do fogo



Fonte: Site Central Bombeiro, 2020

Segundo Fagundes (2013), os componentes do fogo são: o combustível, material suscetível a queima; o comburente, agente químico que mantém ativa a queima e que, junto ao combustível, faz surgir uma mistura inflamável; o calor, energia que mantém a propagação do fogo; e a reação química em cadeia, resultante da

transferência de calor de uma molécula de combustão para outra molécula próxima, o que gera uma nova combustão.

O conceito de incêndio pode ser definido, a partir da norma NBR 13860 (ABNT, 1997), como sendo o “fogo fora de controle”, porém a definição se torna vaga quanto à magnitude do fenômeno. A NPT 003 (2014) do Corpo de Bombeiros do Paraná usa a definição de incêndio como “fogo sem controle, intenso, o qual causa danos e prejuízos à vida, ao meio ambiente e ao patrimônio.” Segundo Gomes (2014), a queima de combustíveis durante um incêndio gera gases, chamas, calor e fumaça, fatores altamente prejudiciais à saúde humana.

A propagação do incêndio se dá de maneira complexa, através da transmissão de calor, que deve ser evitada para interromper a reação em cadeia. A transmissão de calor pode se dar pelas formas listadas na Tabela 1.

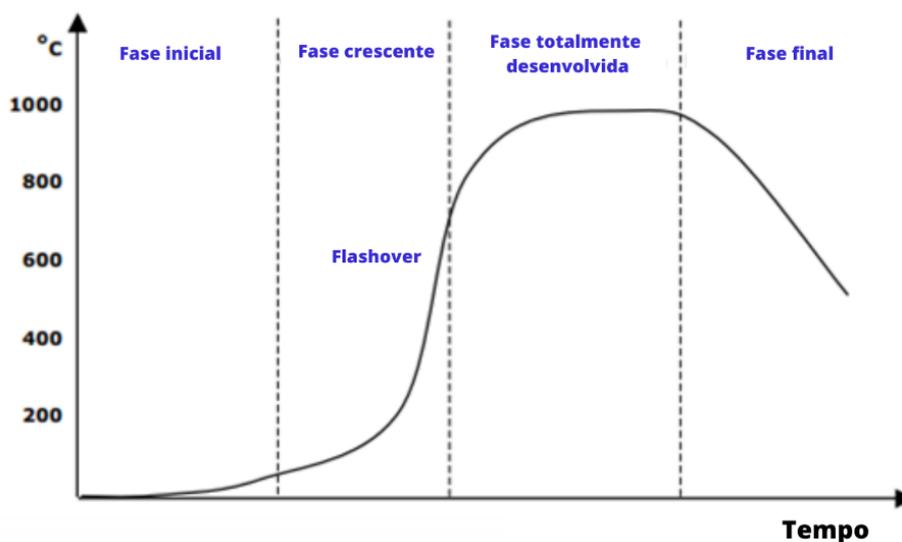
Tabela 1- Transmissão de calor

Forma de transmissão	Definição
Condução	A transmissão do fogo ocorre através de um meio físico para outro por contato ou proximidade;
Convecção	O calor é transmitido pelo meio circulante gasoso, fazendo com que o fogo se desloque da área mais densa para menos densa até gerar novas combustões;
Radiação	O calor é transmitido por ondas ou raios gerados por um corpo aquecido, como o sol ou uma fogueira;

Fonte: Adaptado de Fagundes, 2013.

De acordo com Helbingen *et al.* (2017) o processo de desenvolvimento de um incêndio passa por fases bem definidas, a fase inicial, a crescente, a totalmente desenvolvida e a fase final. Estas fases podem ser visualizadas no gráfico da Figura 2.

Figura 2 - Fases de desenvolvimento do incêndio



Fonte: Adaptado de Seito (2008) e Manual de Combate a Incêndio Urbano do CBMGO (2017)

- Fase inicial: inicia-se pelo fenômeno de ignição do material combustível com pouco aumento de calor, e sua propagação depende da relação massa/superfície do combustível, sua umidade, carga de incêndio do ambiente, posicionamento do material;
- Fase crescente: ocorre o aumento de chamas e ignição dos vapores, o que faz o calor aumentar substancialmente. Nessa fase ocorre a liberação de resíduos decorrentes da queima. O final desta fase é chamado de *flashover*, momento em que todo material combustível já passou pela ignição;
- Fase totalmente desenvolvida: nessa fase ocorre a maior liberação de calor, e conseqüentemente o maior consumo de combustível e comburente. Em ambientes abertos, a presença de comburente (oxigênio) em maior quantidade faz com que o fogo se mantenha por mais tempo, enquanto em um ambiente fechado, a quantidade disponível de oxigênio determina o avanço da queima;
- Fase final: Em incêndios ventilados, a fase final é definida pela queima total de combustível. Já em locais subventilados, a fase final é caracterizada pelo consumo da maior parte de combustível e comburente do ambiente. Se não houver injeção de oxigênio no ambiente, a temperatura sofrerá uma queda e os focos diminuirão.

Segundo Lucas (2011) as medidas de segurança contra incêndio podem ser divididas em ativas e passivas. As medidas ativas possuem alta eficiência quando utilizadas nas fases inicial e crescente do incêndio. Dentre essas medidas estão: iluminação de emergência, servindo como substituição da iluminação convencional em casos de falha na energia durante o incêndio; sistema de detecção e alarme de incêndio, que possibilitam a rápida intervenção e abandono da área; sinalização de emergência, permitindo a localização das saídas e equipamentos de combate a incêndio; extintores, utilizados para interromper o processo de combustão diretamente por resfriamento, abafamento ou extinção química; sistemas de hidrantes ou mangotinhos, que são instalados por meio de uma rede de canalização hidráulica da edificação separada da restante, em que os ocupantes podem combater o foco do incêndio durante a fase inicial; sistema de chuveiros automáticos, que possuem sensores de temperatura que ao serem aquecidos liberam água, a partir de uma reserva separada da hidráulica geral. Medidas passivas são aquelas adotadas durante a elaboração de um projeto para evitar a eclosão de um incêndio. Segundo Lucas (2011) as principais medidas de prevenção nesse sentido são afastamento entre edificações, compartimentação vertical e horizontal, segurança estrutural, saídas de emergência, sistemas de controle de fumaça, acesso de viaturas e controle dos materiais de revestimento e acabamento.

De acordo com Helbingen *et al.* (2017) a extinção do incêndio se caracteriza por interromper a ação de algum dos elementos componentes do “tetraedro do fogo”. A interrupção pode se dar por meio da retirada de material combustível ainda não atingido pela combustão; ou por resfriamento, removendo o calor responsável pela combustão; por abafamento, reduzindo a presença do comburente ou ainda por meio quebra da reação em cadeia, utilizando substâncias capazes de impedir a reação entre combustível e comburente.

Segundo Flores *et al.* (2016) agentes extintores são elementos naturais ou sintéticos capazes de extinguir um incêndio a partir de sua ação em um ou mais elementos do “tetraedro do fogo”. Já o aparelho extintor é o equipamento que armazena em seu interior o agente extintor, com função de combater incêndios em fase inicial. Os agentes extintores utilizados são:

- Água: é o agente extintor mais utilizado por ser encontrado com maior facilidade, pelo uso em hidrantes e chuveiros automáticos conectados diretamente na rede de água. Sua ação se dá através do resfriamento do material combustível e secundariamente, do abafamento do calor. A água possui alta capacidade de absorção do calor do ambiente, além da expansibilidade, que faz com que a água ocupe o lugar do comburente e diminua a reação em cadeia. Seu uso é desaconselhado quando o incêndio envolve gases inflamáveis, pois pode haver reações, e quando envolve eletricidade, pois a água se torna condutora da eletricidade.
- Pós Químicos: são destinados ao combate de incêndios de classe B e C, onde não se pode utilizar água para combater. Existem ainda pó para incêndio de classe D, específicos para cada metal. A ação do pó químico atinge as chamas por abafamento, ocupando o lugar do comburente, resfriamento, absorvendo o calor liberado pela combustão, quebra da reação em cadeia, diminuindo a liberação de íons que mantém a reação, e na proteção contra irradiação de calor, pois a nuvem produzida é capaz de isolar o ambiente e dificultar a irradiação.
- Dióxido de Carbono (CO_2): atua ocupando o lugar do comburente, causando abafamento no material combustível, e é recomendado para incêndios envolvendo equipamentos elétricos ou onde não se pode utilizar água ou outro agente que deixe resíduos. O dióxido de carbono possui a vantagem de não deixar resíduos onde é usado, pois o gás se dissipa no ar após ser liberado.
- Espumas: utilizadas em focos de incêndios que ocorrem em líquidos inflamáveis, uma vez que conseguem se manter na superfície dos líquidos por serem menos densas, ao contrário da água, quando usada para este fim. A espuma age por abafamento, pois camada de espuma que se forma sobre o líquido combustível o mantém isolado do comburente, interrompendo a reação de combustão. Por conter água, o uso de espumas é desaconselhado em equipamentos e materiais elétricos e, devido à baixa pressão de utilização, não devem ser usadas em focos de gases inflamáveis.

- Outros agentes: Existem ainda outros agentes extintores como os halogenados, inergen, argônio, cloreto de sódio e limalha de ferro.

Os halogenados são compostos por elementos halogênios (flúor, cloro, bromo e iodo) que atuam na quebra das reações em cadeia e secundariamente por abafamento. São aconselhados para combate a incêndio em equipamentos energizados com maior eficiência que o CO_2 , podendo ser usado também em incêndios A, B e C.

Inergen e argônio são gases inertes que atuam por abafamento, assim como o CO_2 , tendo mais eficiência em incêndios de classe B e C.

O cloreto de sódio é utilizado em combate a incêndios envolvendo metais (Classe D) de modo a isolar o material combustível do comburente. Em metais também pode ser usado mistura de areia seca, limalha de ferro e outras misturas inertes ao metal que está em combustão.

De acordo com Flores *et al.* (2016) durante a ocorrência do incêndio, alguns pontos de temperatura devem ser destacados para entender o comportamento de alguns materiais:

- Ponto de fulgor: temperatura mínima em que o material combustível passa a liberar vapores combustíveis capazes de entrar em ignição quando estão em contato com uma fonte externa de calor. Porém ao afastar a fonte de calor a chama não é mantida.
- Ponto de combustão: temperatura em que o combustível desprende vapores suficientemente para que, ao ser exposto ao calor, inflamem-se e mantenham-se inflamando mesmo após ser afastado da fonte externa de calor.
- Ponto de ignição: temperatura em que o combustível desprende vapores suficientemente para que se inflamem e mantenham-se inflamando sem a presença de uma fonte de calor externa, apenas em contato com um comburente.

Em relação aos materiais utilizados em acabamentos e revestimentos de uma edificação, é de suma importância que exista um controle sobre suas especificações. Segundo a NPT 010 - Controle de materiais de acabamento e de revestimento (2014),

o controle de materiais permite estabelecer diretrizes para evitar o surgimento de condições favoráveis ao crescimento e à propagação de incêndios, conseqüentemente evitar a geração de fumaça, que pode ser tóxica a depender do material.

É importante também destacar o tempo de resistência ao fogo dos materiais de uma edificação, principalmente quando se trata de estruturas. De acordo com a NPT 008 - Resistência ao fogo dos elementos de construção (2012) os materiais estruturais e de compartimentação devem oferecer segurança e resistência ao serem expostos a incêndios, evitando o colapso da parte estrutural em tempo hábil do cumprimento das ações de combate ao incêndio. Essa medida trabalha juntamente com a utilização de portas corta-fogo, que devem possuir material mais resistente ao fogo que os demais da edificação, para ser possível isolar o ambiente das chamas.

2.2 INCÊNDIOS OCORRIDOS NO BRASIL

Segundo Negrisolo (2011) a preocupação com prevenção de incêndios no Brasil só se tornou importante a partir de grandes incêndios ocorridos. As regras de segurança existentes até então eram simplificadas, e se resumiam a exigência de hidrantes e extintores. As legislações dos Corpos de Bombeiros advindas da época anterior aos grandes incêndios tinham caráter securitário, ou seja, a preocupação girava em torno do possível dano a ser causado no patrimônio material. A seguir serão apresentados alguns dos maiores incêndios ocorridos na história do país, os quais tiveram grande repercussão midiática.

2.2.1 Gran Circo Norte Americano – 1961

O maior incêndio até os dias de hoje em número de vítimas, ocorreu em 17 de dezembro de 1961, durante o espetáculo do Gran Circo Norte Americano na cidade de Niterói, Rio de Janeiro. O incêndio, provocado intencionalmente por um dos integrantes do circo, iniciou-se pela lona e em três minutos já havia tomado todo o local, onde havia cerca de 2500 pessoas. Destas, 503 morreram queimadas, sufocadas ou pisoteadas. As causas da tragédia, além de ter sido provocada, foram a ausência de rotas de fuga e de pessoas treinadas para orientar nesse tipo de situação, saídas mal posicionadas e inferiores a quantidade de pessoas, fatores que fizeram o

público se aglomerar nas portas, pisoteando uns aos outros. Também é importante ressaltar o material da lona do circo, que era composta de algodão coberto de parafina, materiais altamente inflamáveis (GILL; OLIVEIRA E NEGRISOLO, 2008; BUSINARI, 2021).

2.2.2 Volkswagen – 1970

O incidente, ocorrido em 18 de dezembro de 1970, chocou o país mais uma vez por ser um grande incêndio, com o diferencial de que aconteceu em uma circunstância que ninguém acreditava ser possível: na época as pessoas acreditavam que em uma construção em alvenaria era improvável ocorrer um incêndio. Nesta ocasião houve perda total da edificação devido ao sinistro, e uma vítima fatal. O prédio, onde ficava a ala 13 da montadora de automóveis Volkswagen, em São Bernardo do Campo, São Paulo, teve suas instalações consumidas pelo fogo. Até essa data, nenhuma tragédia em edificações havia impactado o Poder Público e as seguradoras de imóveis (GILL; OLIVEIRA E NEGRISOLO, 2008).

2.2.3 Edifício Andraus – 1972

Pouco tempo depois da tragédia da Volkswagen, na cidade de São Paulo, em 24 de fevereiro de 1972, ocorre o primeiro grande incidente em prédios elevados. O incidente ocorreu no edifício comercial Andraus, que possuía 29 andares, estrutura de concreto armado e acabamento de vidro. O incêndio teria iniciado em banners publicitários dispostos sobre a marquise do prédio, resultando em 16 vítimas fatais e 336 gravemente feridos. O revestimento de vidro foi um dos facilitadores da propagação do incêndio pela fachada, sendo contido pelo beiral da instalação do heliponto que existia na cobertura do prédio. Pela ausência de escadas de segurança, muitas pessoas se refugiaram no heliponto e foram resgatados por helicópteros, o que evitou um maior número de vítimas fatais (GILL; OLIVERIA E NEGRISOLO, 2008; GLOBO, 2021).

De acordo com Gill, Oliveira e Negrisolo (2008), esse acontecimento culminou na criação do Comando de Corpo de Bombeiros dentro das Polícias Militares (PM) no Estado de São Paulo, pois até o momento todos os Corpos de Bombeiros funcionavam alheamente às PM, exceto em Brasília e Rio de Janeiro. A prefeitura de São Paulo também passou a reformular seu Código de Obras e, apesar de muitos esforços,

poucos efeitos foram produzidos na prática, ocasionando outro grande incêndio dois anos depois.

2.2.4 Edifício Joelma – 1974

Em 1º de fevereiro de 1974 ocorre outro incidente em São Paulo no edifício Joelma, de maneira semelhante ao que ocorreu no Andraus, sendo que este edifício possuía construção tradicional, de concreto armado e vedação em alvenaria, com 25 andares de estacionamentos e escritórios. É importante ressaltar que a ausência de escadas de segurança ou heliponto, além das dificuldades nas rotas de saída devido às repartições comerciais, foram fatores agravantes para o número de vítimas, pois muitas pessoas se projetaram pelas janelas devido ao pânico causado pelo fogo. A tragédia resultou em 187 vítimas fatais e mais de 300 feridos (GILL; OLIVEIRA E NEGRISOLO, 2008; GLOBO, 2021).

2.2.5 Boate Kiss – 2013

O incêndio na Boate Kiss ocorreu em 27 de janeiro de 2013, na cidade de Santa Maria, Rio Grande do Sul, deixando 241 vítimas fatais. Segundo Rebello e Cavalheiro (2013) o incidente se deu pela união de várias transgressões, como a lotação, que permitia até 691 pessoas e, pelos laudos realizados após o ocorrido, contabilizou-se cerca de 1000 pessoas presentes; pelo número de saídas de emergência, apenas uma, a qual estava obstruída pelas catracas no momento do incidente. Outro fator teria sido o uso de artefatos pirotécnicos proibidos em locais fechados, que foram a causa da ignição sobre a espuma que revestia o forro para isolamento acústico, a qual liberou gás cianeto, altamente tóxico ao ser humano. Além destes agravantes, soma-se o fato de os extintores não funcionarem quando foram acionados, e o alvará de funcionamento, fornecido pelo Corpo de Bombeiros, estava vencido.

2.2.6 Museu Nacional – 2018

No dia 2 de setembro de 2018 ocorreu um incêndio na edificação histórica onde se localizava o Museu Nacional do Rio de Janeiro. Segundo a perícia técnica-criminal, a possível causa do incêndio foi um curto-circuito nas instalações de ar condicionado da edificação. Foi constatado que o local funcionava sem o certificado

de aprovação da Corporação, um documento que comprova a presença de medidas de prevenção e combate a incêndio (GANDRA, 2018).

O fogo causou danos severos à estrutura antiga da edificação, e já não pode ser visitada desde então, por medida de segurança. O incêndio não causou vítimas, porém os danos à edificação histórica e acervo do museu são de valores inestimáveis (OLIVEIRA, TANNUS, ANDRÉ *et al.*, 2021).

2.2.7 Alojamento do Flamengo – 2019

Em fevereiro de 2019 um incêndio causou a morte de 10 jovens da categoria de base do Flamengo, que dormiam em um dos alojamentos do Centro de Treinamento Ninho do Urubu. Segundo a perícia realizada, a causa do incêndio foi um curto-circuito no sistema de ar condicionado de um dos dormitórios, porém rapidamente o fogo tomou conta dos outros quartos devido ao material de revestimento da edificação, que foi construída em contêineres (CASTRO, 2021).

Muitas irregularidades foram encontradas nas perícias realizadas nas instalações, como o disjuntor geral funcionando com corrente 54% acima do limite, sem que a rede fosse desarmada, a utilização de condutores menores que o necessário para o circuito de ar condicionado, fiações expostas, condutores emendados, entre outras situações. Tais irregularidades haviam sido notificadas no ano anterior ao incidente através de relatórios realizados por um técnico, alertando para o risco de permanência no local naquelas circunstâncias. Porém, como foi visto na perícia, nenhum reparo foi realizado, pois tudo estava da mesma maneira descrita pelo técnico (CASTRO, 2021).

2.3 MUDANÇAS OCORRIDAS NA LEGISLAÇÃO

2.3.1 Mudanças no Brasil

Segundo Baumel (2011) a história da organização na prevenção de incêndios se inicia no Brasil com o Decreto assinado por Dom Pedro II em 1856, instituindo o Corpo Provisório de Bombeiros da Corte, reunindo as seções de bombeiros existentes para combate a incêndios. Desde então, o Corpo de Bombeiros foi uma organização

responsável por combater sinistros, mas não havia planejamento presente nos projetos construtivos de forma a prevenir a ocorrência de incêndios.

De acordo com Rodrigues (2016) a partir dos acontecimentos marcantes na década de 1970, o país passou por mudanças mais incisivas na questão de prevenção de incêndio em projetos, descritas resumidamente na Tabela 2.

Tabela 2 - Mudanças na segurança contra incêndio no Brasil

Ano	Estado	Descrição
1974	São Paulo	Decreto Municipal nº 10.878, com normas específicas para seguranças de edifícios, futuramente integradas no Novo Código de Edificações da cidade de São Paulo em 1975.
1974	Rio de Janeiro	Simpósio de Segurança contra Incêndio no Clube de Engenharia do Rio de Janeiro, cujas palestras foram transcritas na Revista do Clube de Engenharia do Estado.
1974	Rio de Janeiro	A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) edita a NB 208 - "Saídas de Emergência em Prédios Altos" (futuramente conhecida como NBR 9077)
1975	Rio de Janeiro	Publicado o Decreto-Lei nº 247/1975, regulamentado pelo Decreto Estadual nº 897/1976, dispendo sobre Segurança contra Incêndio
1978	Brasília	Ministério do Trabalho edita a NR 23, dispendo sobre medidas de segurança contra incêndio nos locais de trabalho.
1983	São Paulo	Publicado o Decreto Estadual nº 20.811/1983, com as especificações para instalações de proteção contra incêndios em projetos.
1989	Rio de Janeiro	Emancipação do Comitê Técnico de Proteção contra Incêndio para criação de normas da ABNT.
2013	Brasília	Decretada a Lei nº 13.425, conhecida como Lei Kiss, que estabeleceu normas mais rigorosas para a prevenção e combate a incêndios em estabelecimentos comerciais e de grande circulação de pessoas.

Fonte: Adaptado de Rodrigues (2016).

Através da Tabela 3 é possível constatar que somente em 1974 houve a atualização de uma norma de importância nacional, no caso da Associação Brasileira

de Normas Técnicas. A ABNT foi utilizada como base para a maioria das normas criadas pelos Estados brasileiros, juntamente com o Código de Normas do Estado de São Paulo.

2.3.2 Mudanças no Paraná

O estado do Paraná tem uma longa história de legislação para prevenção de incêndios que remonta ao início do século XX. Em 1882 foi criada a Sociedade Teuto Brasileira de Bombeiros Voluntários, pelo presidente da província paranaense, Carlos Cavalcanti de Albuquerque, visando atender as necessidades da população. No entanto, devido à falta de recursos, sua ação se tornou de caráter complementar. No ano 1912, foi criado o Corpo de Bombeiros de Curitiba, com a finalidade de combater incêndios na capital paranaense, entretanto, a legislação específica para a prevenção de incêndios só foi criada décadas depois (ABDALA, 2015).

Segundo Rodrigues (2016) apenas no ano de 1953 é inserido no Código de Obras de Curitiba artigos que estabeleciam a necessidade de intervenção do Corpo de Bombeiros na vistoria de projetos para o licenciamento de edificações.

Em 1998, foi instituído o Corpo de Bombeiros Militar do Paraná, responsável pela fiscalização e vistoria de prédios e estabelecimentos comerciais para verificar o cumprimento das normas de prevenção de incêndios. Desde então, o estado tem investido em treinamento e capacitação dos bombeiros para garantir a efetividade das fiscalizações e vistorias. Somente em 2001 entra em vigor o Código de Prevenção a Incêndio, sendo atualizado em 2012 para Código de Segurança contra Incêndio e Pânico (CSCIP), e em 2018 recebeu a atualização mais recente. Este código é responsável por determinar diretrizes para realizar projetos e orientações legislativas, dispondo de uma gama de normas de procedimentos administrativos e técnicos (NPAs e NPTs) para realização de projetos de edificações (CBPR, 2023).

As Normas de Procedimento Técnico (NPT) são um conjunto de normas técnicas estabelecidas pelo Corpo de Bombeiros do Paraná, com o objetivo de determinar padrões mínimos de segurança que devem ser cumpridos pelos responsáveis pelas edificações, a fim de minimizar os riscos de incêndio e de garantir uma resposta rápida e eficiente em caso de emergência. Acerca das construções existentes, vale destacar a NPT 002 - Adaptação às normas de segurança contra

incêndio – edificações existentes e antigas, que deve ser utilizada como base para projetos de prevenção de incêndio em edificações construídas antes de 2018 onde ocorreram reformas, ampliações, mudanças de ocupação ou unificação de edificações (CBPR, 2020).

Para determinar quais medidas de segurança devem ser adotadas em uma edificação, é necessário classificá-la de acordo com seu uso, área e altura, seguindo as determinações do CSCIP. O artigo 26 do capítulo 9 do CSCIP estabelece as medidas de segurança que podem ser exigidas em cada caso:

“Artigo 26 – Constituem medidas de segurança contra incêndio das edificações e áreas de risco:

- I - Acesso de viatura na edificação e áreas de risco;
- II - Separação entre edificações;
- III - Resistência ao fogo dos elementos de construção;
- IV - Compartimentação;
- V - Controle de materiais de acabamento;
- VI - Saídas de emergência;
- VII - Elevador de emergência;
- VIII - Controle de fumaça;
- IX - Gerenciamento de risco de incêndio;
- X - Brigada de incêndio;
- XI - Brigada profissional;
- XII - Iluminação de emergência;
- XIII - Detecção automática de incêndio;
- XIV - Alarme de incêndio;
- XV - Sinalização de emergência;
- XVI - Extintores;
- XVII - Hidrante e mangotinhos;
- XVIII - Chuveiros automáticos;
- XIX - Resfriamento;
- XX - Espuma;

XXI - Sistema fixo de gases limpos e dióxido de carbono (CO₂);

XXII - Sistema de proteção contra descargas atmosféricas (SPDA);

XXIII - Controle de fontes de ignição (sistema elétrico; soldas; chamas; aquecedores etc.)”

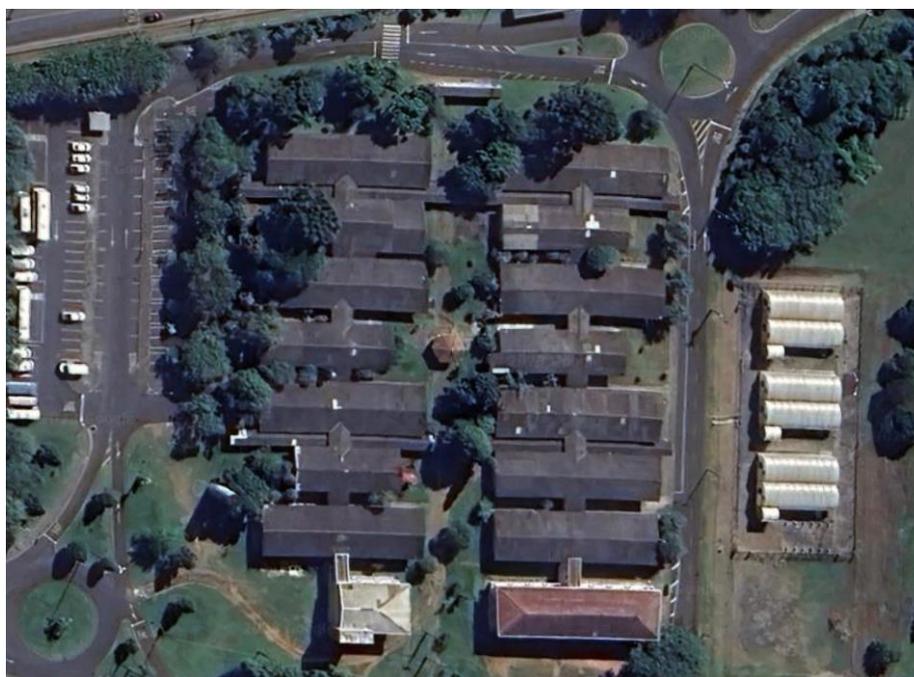
(CBMPR, 2018).

Em edificações existentes e antigas, é importante observar as etapas apresentadas da NPT 002 para execução de projetos, principalmente quando ocorreram reformas de ampliação de área ou altura e mudança de ocupação da edificação.

2.4 EDIFICAÇÕES EM ESTUDO

O objeto do estudo é composto por dois blocos de salas de aula e laboratórios, blocos E e F, pertencentes a Universidade Estadual de Ponta Grossa, localizados no Campus de Uvaranas. As edificações dos blocos E e F estão respectivamente dispostas, conforme demonstrado na Figura 3.

Figura 3 – Imagem de satélite dos Blocos E e F



Fonte: Google Earth, 2023.

Os cursos de Engenharia Civil e Agronomia começaram a ser lecionados no ano de 1973, no Campus Central, e a construção das edificações dedicadas aos

cursos no Campus Uvaranas se iniciou em 1982. Ambos os blocos foram construídos com estrutura de tijolos de solo-cimento. Nos anos seguintes, as reformas realizadas envolveram a ampliação das salas existentes e construção de novas salas utilizando alvenaria convencional e concreto armado. As áreas registradas em documentos e ARTs de serviços estão apresentadas nas Tabelas 3 e 4.

Tabela 3 – Datas da construção e reformas do Bloco E

Ano	Serviço	Área construída (m²)
1986	Início da construção	2205
1995	Ampliação de área	77,75
2013	Ampliação de área e altura	397,09
ÁREA TOTAL		2679,84

Fonte: Documentos fornecidos pela instituição (2023)

Tabela 4 - Datas da construção e reformas do Bloco F

Ano	Serviço	Área construída (m²)
1984	Início da construção	1600
1988	Ampliação de área	605
1995	Ampliação de área	384,57
2009	Ampliação de área e altura	805,45
ÁREA TOTAL		3395,02

Fonte: Documentos fornecidos pela instituição (2023)

O projeto de prevenção de incêndio aprovado mais recentemente dos blocos data de 2009. Conforme apresentado nas tabelas anteriores, novas áreas foram acrescentadas, o que confere a necessidade de atualização de projetos e documentação. A elaboração do novo projeto de prevenção de incêndio para as edificações deverá seguir as exigências de segurança do Corpo de Bombeiros do Paraná, conforme já citado. Porém é importante ressaltar que as medidas de segurança exigidas no modelo mais recente do Código diferem das que foram exigidas no momento da elaboração dos projetos existentes. Segundo Ferreira (2013)

as medidas de segurança exigidas sofreram grandes alterações desde o primeiro Código. Para elucidar as alterações, o autor propõe a comparação entre as medidas exigidas para uma edificação fictícia, e seu método será utilizada para comparar as mudanças ocorridas para uma instituição de ensino pública, com dois pavimentos, e área de salas de aula em torno de 4.000 m², considerando a população das salas com uma pessoa a cada 1,5 m², conforme a NPT 11. A Tabela 5 demonstra uma das classificações da edificação de acordo com o CSCIP:

Tabela 5 - Classificação da edificação segundo CSCIP (2018)

Divisão	Altura (CSCIP)	Carga de incêndio (NPT 014)	Risco (CSCIP)	Área (m²)	População (NPT 011)
E-1	Tipo II	300 MJ/m ²	Leve		2600 pessoas

Fonte: Adaptado de Ferreira (2013).

Utilizando as medidas presentes na tabela 6E do Código de Segurança Contra Incêndio e Pânico de 2018, faz-se a comparação com as exigências dos códigos anteriores para as mesmas circunstâncias (Tabela 6).

Tabela 6 - Comparação de exigências de medidas de segurança de acordo com a época de vigência

Medidas de segurança	CPI (2001)	CSCIP (2012)	CSCIP (2018)
Acesso de viatura na edificação e áreas de risco	-	Exige	Exige
Segurança estrutural contra incêndio	-	Exige	Exige
Compartimentação vertical	Não exige	Não exige	Não exige
Controle de materiais de acabamento	-	Exige	Exige
Saídas de emergência	Exige	Exige	Exige
Plano de emergência	-	Não exige	Não exige
Brigada de incêndio	-	Exige	Não exige
Iluminação de emergência	Exige	Exige	Exige
Detecção de incêndio	Não exige	Não exige	Não exige
Alarme de incêndio	Exige	Exige	Exige
Sinalização de emergência	Exige	Exige	Exige
Extintores	Exige	Exige	Exige
Hidrantes e mangotinhos	Exige	Exige	Exige
Chuveiros automáticos	-	Não exige	Não exige
Controle de fumaça	-	Não exige	Não exige

Fonte: Adaptado de Ferreira (2013) e Código de Segurança Contra Incêndio e Pânico (2018)

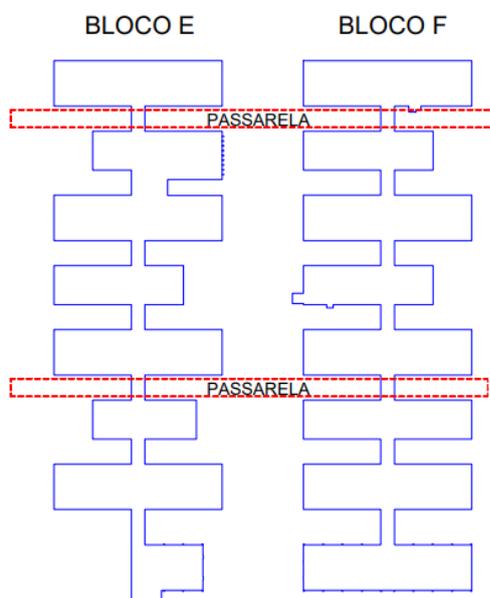
Observando a Tabela 6, é possível notar que algumas das medidas abrangidas no Código de 2018, e obrigatórias para muitas edificações, não eram citadas na primeira versão do Código. Segundo Ferreira (2013) o Código de 2001 focava em medidas simplificadas, sem trazer parâmetros de execução, ou em alguns casos apenas recomendando o embasamento em normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). A versão de 2012 trouxe complementação das medidas existentes e novas medidas, como acesso de viaturas e controle de materiais, por

exemplo. A mais recente atualização, de 2018, apresenta novas condições de aplicação das medidas inseridas em 2012, aumentando a segurança das edificações.

3 METODOLOGIA

Este estudo tem por finalidade a realização de novos projetos técnicos e executivos para os Blocos E e F da Universidade, juntamente com a elaboração de um documento orientativo para o auxílio na elaboração dessa modalidade de projetos. O objeto do estudo é composto por dois blocos de salas de aulas e laboratórios, pertencentes aos cursos de Engenharia Civil (Bloco E) e Agronomia (Bloco F) da UEPG, independentes entre si e interligados por duas passarelas cobertas. O croqui da Figura 4 demonstra a disposição dos blocos e das passarelas.

Figura 4 - Disposição dos blocos E e F



Fonte: A autora (2023)

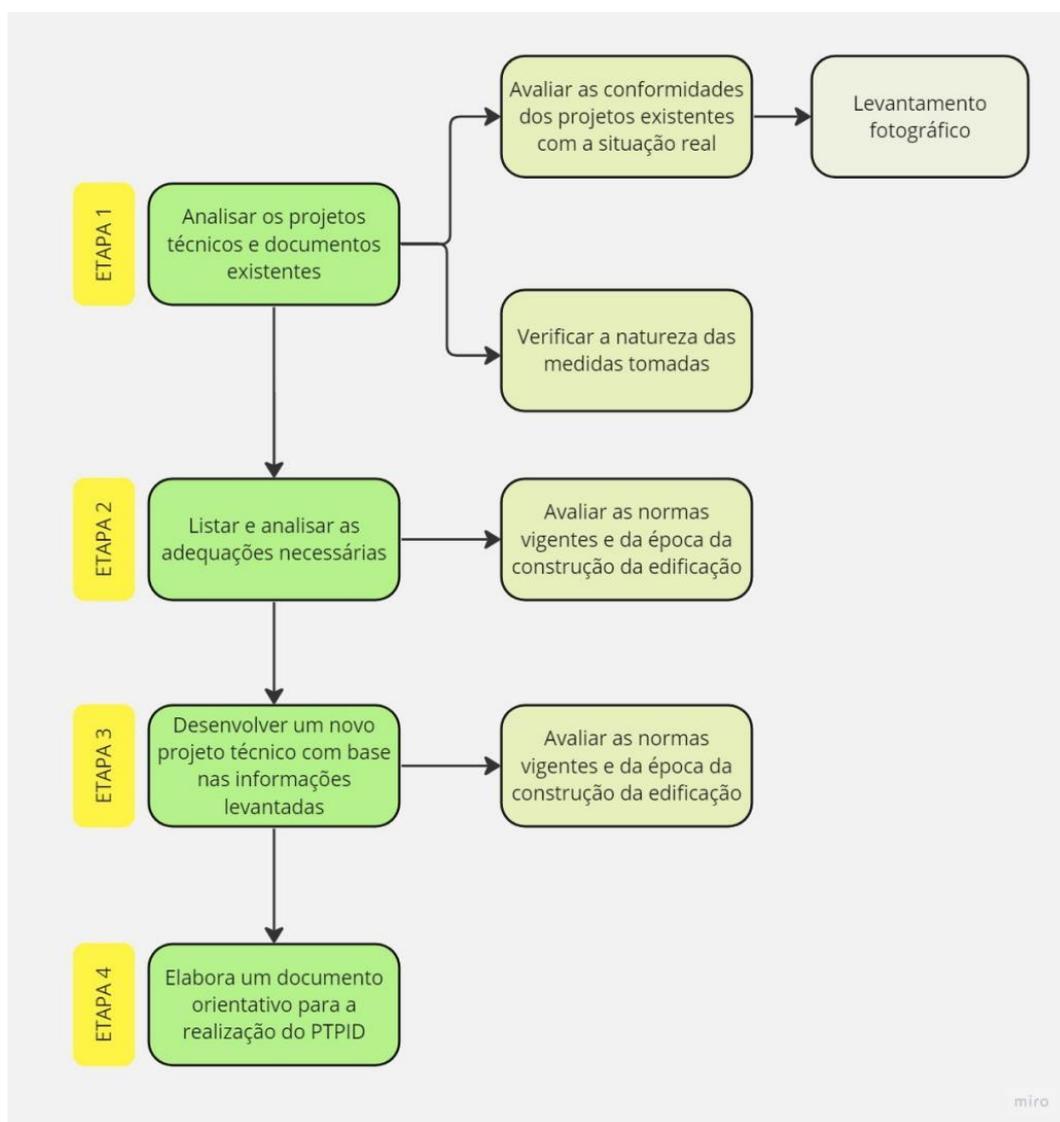
Figura 5 - Blocos E e F



Fonte: Google Street View (2023)

O estudo se deu por meio de uma pesquisa de campo, através da análise de imagens do local e dados obtidos através de documentos arquivados pela instituição. Além desses fatores, foi realizada uma pesquisa documental em arquivos do Corpo de Bombeiros do Paraná para o correto enquadramento da edificação e de todas as medidas de segurança que devem ser incrementadas. Para atingir o objetivo proposto, o trabalho foi dividido em 4 etapas, as quais podem ser visualizadas na Figura 6.

Figura 6 - Fluxograma de etapas da realização do trabalho



Fonte: A autora (2023)

As etapas serão descritas e detalhadas nos tópicos subsequentes.

3.1 ANALISAR OS PROJETOS TÉCNICOS E SITUAÇÃO ATUAL

Durante esta fase, foram analisados os projetos existentes de prevenção de incêndio dos blocos E e F, bem como as características arquitetônicas da edificação.

Nesta etapa, foram verificadas as medidas aplicadas e fatores que necessitavam de análise no local da edificação, por meio de levantamento fotográfico. As medidas foram classificadas como corretas, quando se apresentaram de maneira suficiente pelas exigências de normas, ou incorretas, quando se mostram insuficientes. A etapa é importante para o prosseguimento das adequações.

3.2 LISTAR E ANALISAR AS ADEQUAÇÕES NECESSÁRIAS

Nesta fase, foram determinadas e descritas as adequações necessárias para atender às medidas de prevenção e combate a incêndio, conforme as normas disponibilizadas pelo CBMPR (Tabela 7).

Tabela 7 - NPTs relacionadas à edificação em estudo

Norma de Procedimento Técnico	Descrição
NPT 002	Adaptação às normas de segurança contra incêndio - Edificações existentes
NPT 003	Terminologia de segurança contra incêndio
NPT 004	Símbolos Gráficos Para Projeto de Segurança Contra Incêndio
NPT 005	Segurança contra Incêndio - Urbanística
NPT 006	Acesso de viatura na edificação e áreas de risco
NPT 007	Separação entre edificações (Isolamento de riscos)
NPT 008	Resistência ao fogo dos elementos de construção
NPT 009	Compartimentação Horizontal e Compartimentação Vertical
NPT 010	Controle de materiais de acabamento e de revestimento
NPT 011	Saídas de Emergência

NPT 014	Carga de incêndio nas edificações e áreas de risco
NPT 015	Controle de fumaça
NPT 016	Plano de emergência contra incêndio
NPT 017	Brigada de Incêndio
NPT 018	Iluminação de Emergência
NPT 019	Sistema de detecção e alarme de incêndio
NPT 020	Sinalização de Emergência
NPT 021	Sistema de proteção por extintores de incêndio
NPT 022	Sistemas de hidrantes e de mangotinhos para combate a incêndio
NPT 023	Sistema de chuveiros automáticos
NPT 024	Sistema de chuveiros automáticos para áreas de depósitos
NPT 025	Segurança contra incêndio para líquidos combustíveis e inflamáveis
NPT 026	Sistema fixo de gases para combate a incêndio
NPT 027	Unidades de armazenamento e/ou beneficiamento de produtos agrícolas e insumos

Fonte: Adaptado de <https://www.bombeiros.pr.gov.br/PrevFogo/Pagina/Legislacao-de-Prevencao-e-Combate-Incendios-e-Desastres>, acesso em 11 de junho de 2023.

3.3 REALIZAR O NOVO PROJETO TÉCNICO E EXECUTIVO

Foi concebido um novo PTPID utilizando o software Revit, permitindo a elaboração de projetos atualizados para atender às medidas exigidas pelas análises anteriores. As etapas da elaboração do projeto técnico estão descritas no documento orientativo que será elaborado na próxima etapa.

A utilização de um software BIM (*Building Information Modeling* ou Modelagem de Informação da Construção, em português) auxilia na execução dos projetos técnicos no que tange à precisão dos processos, dos quantitativos de materiais e da facilidade de alteração de parâmetros. Aplicou-se um *template*

configurado conforme as normas do Estado do Paraná, logo todas as medidas de segurança estão pré-configuradas seguindo as exigências do CBMPR.

3.4 ELABORAR UM DOCUMENTO ORIENTATIVO PARA REALIZAÇÃO DE PTPID

Foi elaborado um documento didático na etapa final, contendo os procedimentos para a concepção de um projeto técnico de acordo com as exigências do CBMPR. Esse documento terá como público-alvo os profissionais responsáveis pela elaboração de PTPID, sendo especialmente útil para utilização no Escritório Escola de Engenharia Civil - PROJETEK.

Com o manual, o usuário será capaz de entender os processos além da elaboração do projeto, com todos os enquadramentos necessários para classificar a edificação, simplificando o Código de Segurança Contra Incêndio e Pânico do Paraná, visto que tal assunto não é abordado com profundidade na grade curricular do curso de Engenharia Civil.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 ANÁLISE PRELIMINAR

O objeto de estudo é composto por dois blocos de salas de aulas e laboratórios, pertencentes aos cursos de Engenharia Civil e Agronomia da UEPG. Os dois blocos são independentes de cada curso, porém estão ligados por duas passarelas cobertas com 3,70 m de largura cada uma, conforme apresenta a Figura 7.

Figura 7 - Passarela coberta ligando blocos



Fonte: Autora (2023)

Essas passarelas fazem com que as duas edificações sejam consideradas apenas uma, independente da distância entre elas, pela norma NPT 007 – Separação entre edificações (Isolamento de Risco), item 6.5.

“6.5 Passagens cobertas:

No caso de edificações que obedeçam aos critérios de afastamento, interligadas por passagens cobertas, as seguintes regras devem ser adotadas:

6.5.1 As passagens cobertas devem possuir largura máxima de 3 m e serem utilizadas exclusivamente para o trânsito de pessoas, materiais, equipamentos de pequeno porte e trânsito de veículos.”

(CBMPR, 2018).

4.2 DETERMINAÇÃO DAS MEDIDAS DE SEGURANÇA EXISTENTES

A edificação possui alguns dos sistemas de segurança necessários, porém aplicados de forma insuficiente para suas necessidades em certos casos. Optou-se por unir essas informações com as medidas ausentes que necessitam ser aplicadas na edificação, no próximo item. Em resumo, as medidas observadas na edificação foram:

- Sinalização de emergência
- Saídas de emergência
- Iluminação de emergência
- Acesso de viaturas na edificação
- Extintores

A análise de suas conformidades, assim como o acréscimo de novas medidas necessárias, estão descritas no item 4.3.

4.3 DETERMINAÇÃO DE NOVAS MEDIDAS DE SEGURANÇA

As medidas de segurança necessárias para a edificação estão indicadas na Tabela 8. As medidas foram determinadas utilizando as tabelas 6D, 6E e 6F.3 do CSCIP. Em seguida, discutiu-se acerca da aplicação e existência de cada uma delas.

Tabela 8- Medidas de segurança exigidas para blocos E e F

Medidas de segurança	Setores	NPT	Adequação
Acesso de viatura na edificação e áreas de risco	E-1, D-4	NPT 006	Existe e está aplicada corretamente
Segurança estrutural contra incêndio	E-1, D-4	NPT 008	Existe e está aplicada corretamente
Compartimentação horizontal	D-4	NPT 009	Não existe na edificação
Controle de materiais de acabamento	E-1, F-5, D-4	NPT 010	Não existe na edificação
Saídas de emergência	E-1, F-5, D-4	NPT 011	Existe e está aplicada corretamente
Iluminação de emergência	E-1, F-5, D-4	NPT 018	Existe, porém está aplicada incorretamente
Alarme de incêndio	E-1, D-4	NPT 019	Não existe na edificação
Sinalização de emergência	E-1, F-5, D-4	NPT 020	Existe, porém está aplicada incorretamente
Extintores	E-1, F-5, D-4	NPT 021	Existe, porém está aplicada incorretamente
Hidrantes e mangotinhos	E-1, D-4	NPT 022	Não existe na edificação

Fonte: Adaptado de CSCIP, 2018

As medidas citadas na Tabela 8 estão descritas nos tópicos a seguir, determinando correções quando for necessário.

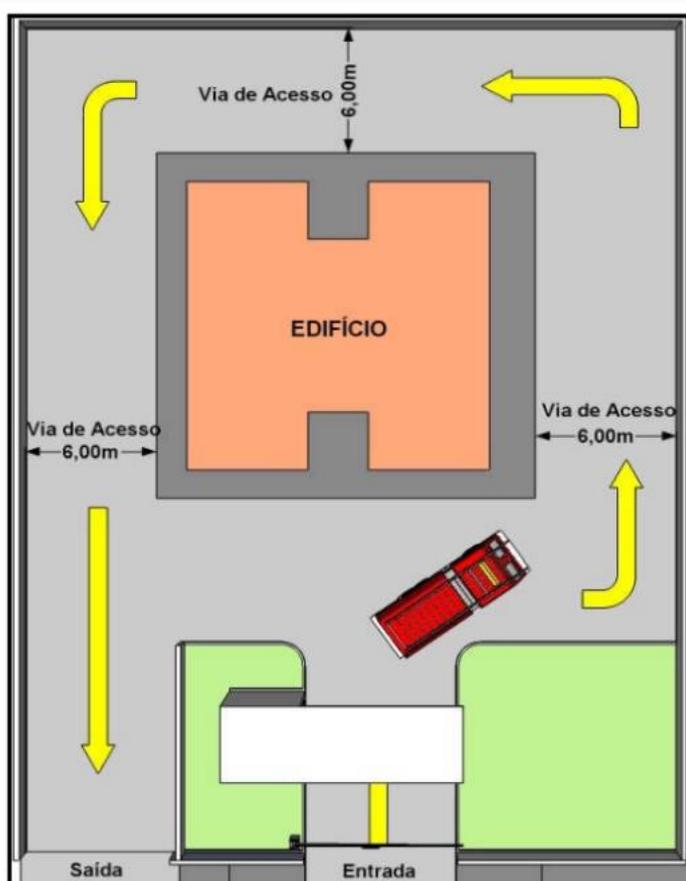
4.3.1 Acesso de viatura na edificação e áreas de risco

A medida prevista pela NPT 006 tem como objetivo oferecer condições de acesso a viaturas do corpo de bombeiro na edificação e áreas de risco. A norma exige que as vias de acesso para viaturas tenham largura mínima de 6 m, altura livre mínima de 4,5 m e suportem viaturas de até 25 toneladas. Em caso de existência de portão,

este deve ter as dimensões mínimas de 4 m de largura e 4,5 m de altura. Também é recomendado que em casos onde a via de acesso tenha extensão superior a 45 m, exista um retorno circular, em Y ou em T.

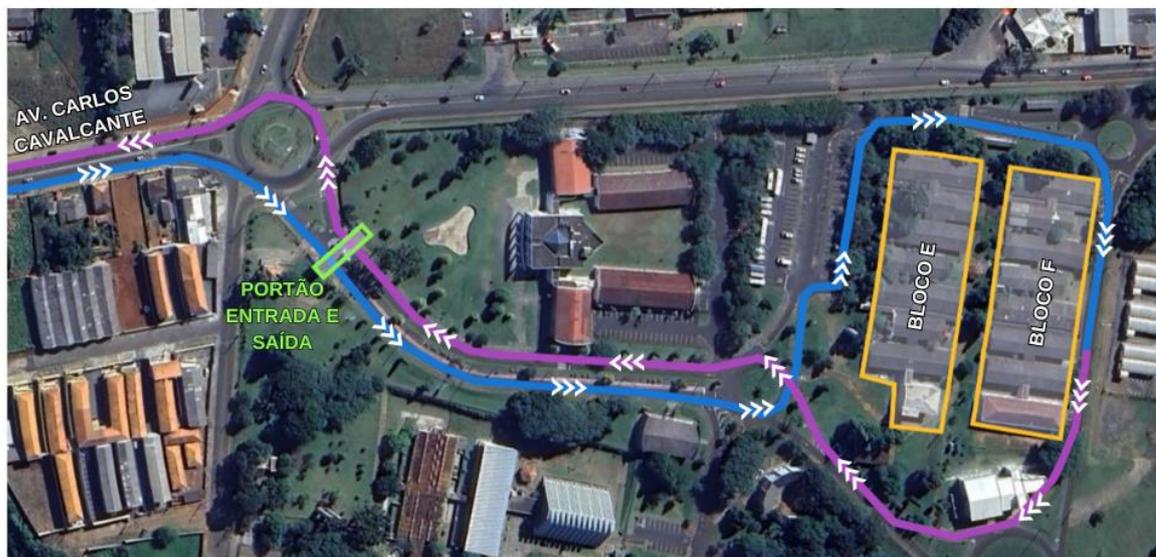
A Figura 8 demonstra um modelo de retorno circular para execução do percurso das viaturas, apresentado pela NPT 006. A situação atual do percurso para acesso das edificações segue esse modelo, conforme apresentado na Figura 9.

Figura 8 - Modelo de retorno para viatura



Fonte: NPT 006 - Acesso de viatura na edificação e áreas de risco

Figura 9 - Trajeto a ser percorrido pela viatura



Fonte: Adaptado de Google Earth, 2023

O portal de entrada e saída da Universidade é o único portão presente no percurso, e possui 4,54 m de altura por 4,0 m de largura em cada uma de suas passagens. As dimensões obtidas no portal obedecem os valores mínimos exigidos pela NPT 006. A Figura 10 demonstra a disposição atual do portal.

Figura 10 - Portal de entrada e saída do Campus



Fonte: Google Maps - Street View

4.3.2 Segurança estrutural contra incêndio

A norma que estabelece parâmetros de segurança em estruturas, NPT 008 - Resistência ao fogo dos elementos de construção, determina o Tempo Requerido de Resistência ao Fogo (TRRF), ou seja, o tempo que a estrutura deve suportar antes de entrar em colapso durante um incêndio. Para ocupações mistas devem ser avaliados os respectivos usos, áreas e alturas, sendo possível proteger os elementos de construção em função de cada ocupação. A Tabela 9 demonstra o TRRF para cada divisão das edificações.

Tabela 9 - TRRF das ocupações das edificações

Divisão	TRRF (minutos)
	$P_1 - h < 6 \text{ m}$
E-1 (Salas de aula)	30
F-5 (Auditório)	60

Fonte: NPT 008 - Resistência ao fogo dos elementos de construção

Os materiais utilizados nas estruturas, concreto armado e tijolos de solo-cimento, possuem TRRF superior aos mínimos determinados para cada situação.

Utilizando a tabela do anexo B da NPT 008, considera-se os valores da Tabela 10 para os materiais existentes na edificação.

Tabela 10 - Tempo requerido de resistência ao fogo dos elementos construtivos

Material	TRRF (NPT 008)
Concreto armado	90 minutos
Alvenaria de tijolos cerâmicos	90 minutos
Alvenaria de tijolos de solo-cimentos	90 minutos
Divisórias de <i>drywall</i>	30 minutos

Fonte: NPT 008 - Resistência ao fogo dos elementos de construção

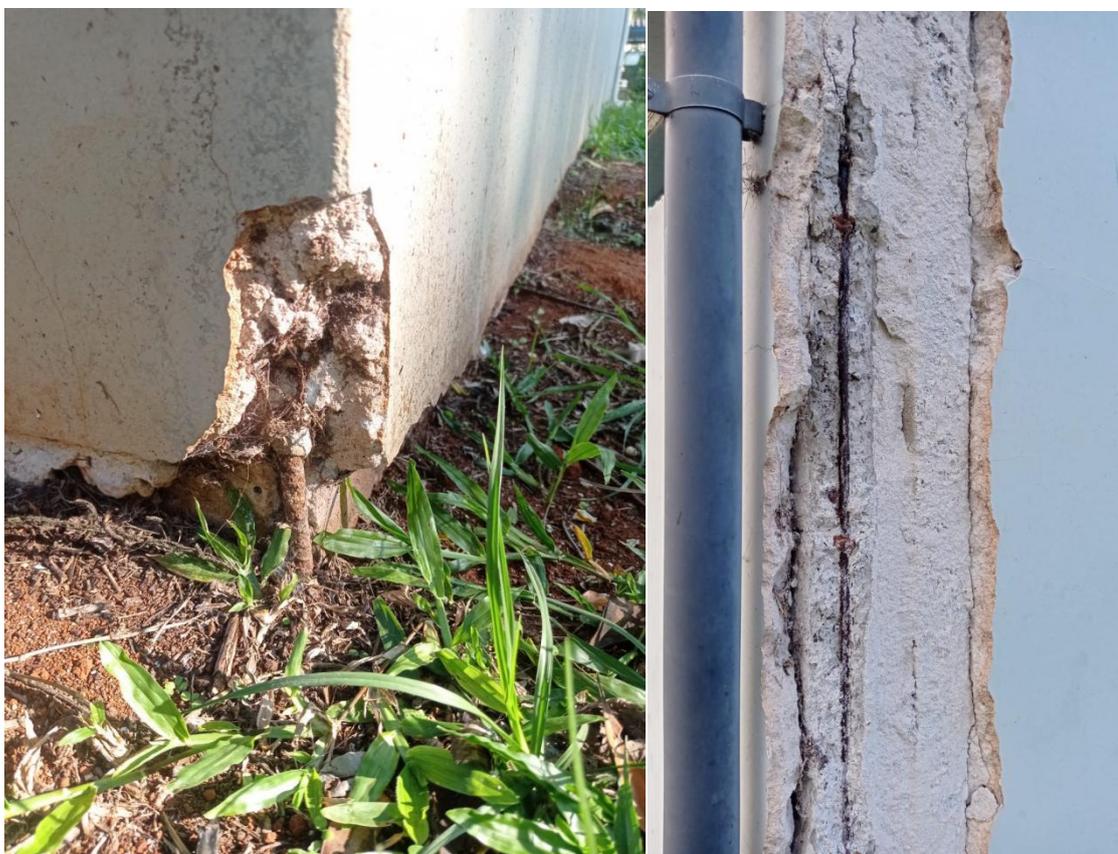
Para determinar os valores da Tabela 10, admitiu-se as condições menos favoráveis de dados dos materiais da NPT 008, visto que não é possível determinar *in situ* essas informações após tantos anos de construção. Entende-se então que

mesmo na pior situação, os materiais atendem aos valores mínimos de cada setor da edificação, garantindo a segurança das estruturas em caso de incêndio.

A área que exige maior TRRF (mínimo de 60 minutos) enquadra somente o Auditório, e foi construída em concreto armado e alvenaria de tijolos de solo-cimento e cerâmica. Logo, os materiais obedecem ao tempo mínimo (TRRF de 90 minutos). As áreas onde existem divisórias de drywall exigem menor TRRF (mínimo de 30 minutos) logo, estão seguras acerca do tempo de resistência do material, que também é de 30 minutos.

As estruturas de concreto armado possuem vários pontos de deterioração e exposição de armaduras, fator que pode implicar na diminuição de sua resistência ao fogo. É necessário que haja correção desses defeitos para garantir a segurança das estruturas. A Figura 11 demonstra um exemplo de pilar com armadura exposta e oxidada.

Figura 11- Exposição de armaduras em estruturas de concreto armado



Fonte: A autora (2023)

4.3.3 Compartimentação horizontal

Segundo a NPT 009 - Compartimentação horizontal e vertical, compartimentação horizontal trata-se de uma medida de segurança para evitar a propagação do incêndio no pavimento de origem para outros ambientes no plano horizontal. Para descrever as áreas máximas de compartimentação horizontal, observa-se a Tabela 11.

Tabela 11 - Área máxima de compartimentação de acordo com uso e altura

Ocupação	Altura	
	Térrea	Baixa (h<6 m)
D-4	2500 m ²	1500 m ²

Fonte: NPT 009 - Compartimentação horizontal e vertical

A área total da ocupação que exige a compartimentação horizontal (D-4) é inferior a 2500 m² na parte térrea e 1500 m² na parte com dois pavimentos. Conclui-se que é dispensável a necessidade de compartimentação vertical neste caso.

4.3.4 Controle de materiais de acabamento

Segundo a NPT 010 - Controle de materiais de acabamento e revestimento, a medida destina-se a definir normas para materiais que desfavoreçam o crescimento e propagação de um incêndio, assim como evitar a geração de fumaça. Para as edificações em estudo, utiliza-se os parâmetros para piso, parede e forro presentes na Tabela 12.

Tabela 12 - Classificação de materiais em função da finalidade e uso

Grupo	Piso	Parede/divisória	Teto/forro
D-4, E-1	Classe I, II-A, III-A ou IV-A	Classe I, II-A ou III-A	Classe I ou II-A
F-5	Classe I, II-A, III-A ou IV-A	Classe I ou II-A	Classe I ou II-A

Fonte: NPT 010 - Controle de materiais de acabamento e revestimento.

Os materiais classificados podem ser descritos através de parâmetros de normas brasileiras, conforme a Tabela 13.

Tabela 13 - Parâmetros de materiais

Classe	Revestimento de piso (NBR 8660)	Materiais exceto rev. de piso (NBR 9442)
I	-	-
II-A	Fluxo crítico > 8,0 kW/m ²	$I_p < 25$
III-A	Fluxo crítico > 4,5 kW/m ²	$25 < I_p < 75$
IV-A	Fluxo crítico > 3,0 kW/m ²	$75 < I_p < 150$

Fonte: Adaptado de NPT 010 - Controle de materiais de acabamento e revestimento.

Os pisos existentes são de granitina e lajota cerâmica em sua maioria, e em algumas salas são de madeira. No auditório do Bloco E encontrou-se piso vinílico emborrachado. As Figuras 12 e 13 mostram a descrição dos pisos.

Figura 12 - Pisos emborrachado e de madeira



Fonte: A autora (2023)

Figura 13 - Pisos de lajota cerâmica e granitina



Fonte: A autora (2023)

As paredes são de alvenaria de cerâmica ou de tijolos de solo-cimento, com revestimento de emboço e pintura, e algumas divisórias são de *drywall*. A Figura 14 demonstra a aplicação de parede de *drywall* junto às de alvenaria.

Figura 14 - Paredes de alvenaria e *drywall*



Fonte: A autora (2023)

Os forros foram construídos em gesso, PVC ou madeira em diversas áreas da edificação, conforme exemplificam as Figuras 15 e 16.

Figura 15 - Forros de PVC e madeira



Fonte: A autora (2023)

Figura 16 - Forro de gesso



Fonte: A autora (2023)

Para classificação dos acabamentos existentes, fazia-se necessário realizar alguns ensaios recomendados pela NPT 010, os quais não foram realizados neste

trabalho pela falta de equipamentos necessários. A realização dos ensaios demonstraria em quais classes os acabamentos se enquadram e se estão corretamente aplicados em cada ocupação.

4.3.5 Saídas de emergência

A definição de saída de emergência de uma edificação engloba os seguintes itens, conforme a NPT 011: Acessos ou corredores, rotas de saída horizontais, escadas ou rampas, descarga e elevador de emergência.

De acordo a NPT 011, as saídas são dimensionadas de acordo com a população da edificação:

$$N = \frac{P}{C} \quad \text{(Equação 2)}$$

onde:

N = Número de unidades de passagem, arredondado para número inteiro imediatamente superior.

P = População

C = Capacidade da unidade de passagem (número de pessoas que conseguem passar em um minuto)

A capacidade de unidades de passagem e a população por metro quadrado são derivadas da Tabela 14, retirada da NPT 011.

Tabela 14 - Capacidade de unidades de passagem e população por divisão

Ocupação	População	Capacidade de U. de passagem		
		Acesso e descargas	Escadas	Portas
E-1	1 pessoa por 1,5 m ² de sala de aula	100	75	100
F-5	1 pessoa por 1,0 m ²			
D-4	1 pessoa por 7,0 m ²			

Fonte: Adaptado de NPT 011 - Saídas de emergência

Para exemplificar o cálculo realizado, utiliza-se as seguintes etapas para um determinado ambiente:

Ambiente	Anfiteatro (Auditório)
Ocupação	F-5
Área	151,78 m ²
População (1 pessoa por 1,0 m ²)	151 pessoas

$$N = \frac{P}{C} = \frac{151}{100} = 1,51 \sim 2 \text{ unidades de passagem}$$

Cada unidade de passagem representa 0,55m; logo, o resultado de duas unidades de passagem significa que o ambiente requer uma porta com no mínimo 1,10 m de largura. Entretanto, devido ao número de unidades de passagem calculado ser maior que 1,0, a largura mínima exigida é de 1,20 m para qualquer caso. Em casos onde o número de unidades de passagem calculado for menor que 1,0, é possível utilizar o mínimo de 0,80 m de vão livre.

O ambiente utilizado no exemplo possui três saídas, todas com 1,20m de largura por 2,10 m de altura. Portanto, é possível afirmar que as saídas desse ambiente atendem às exigências da NPT 011.

Estão disponíveis anexas a este trabalho as tabelas que apresentam a discriminação de ambientes das edificações e os valores de número de unidades de passagem necessários, bem como a quantidade e largura mínimas de saídas de emergência. Com os cálculos realizados, conclui-se que as saídas existentes são suficientes, sendo necessário manter abertas pelo menos 4 saídas maiores no Bloco E e 5 saídas maiores no Bloco F, durante todo tempo de funcionamento.

4.3.6 Iluminação de emergência

Segundo a NPT 018, a edificação deve oferecer iluminação autônoma ou alimentada por geradores para casos em que haja falta de energia elétrica em incêndios. A norma exige que a distância máxima entre dois pontos de luminárias de emergência seja de 15 metros, e entre o ponto de iluminação e a parede, uma distância de 7,5 metros.

Em ambos os blocos da edificação não há iluminação de emergência, com exceção da parte mais recentemente construída do bloco E, onde existe três luminárias. Duas delas são do tipo bloco autônomo, possuindo dois faroletes em cada, conforme demonstrado na Figura 17. A terceira é do tipo comum, de menor capacidade que as anteriores, conforme ilustra a Figura 18.

Figura 17 - Bloco autônomo de emergência existente



Fonte: A autora (2023)

Figura 18 - Luminária de emergência existente



Fonte: A autora (2023)

As luminárias existentes e suas localizações constam no projeto, e não serão incluídas no cálculo de quantitativo de iluminação para adequação dos blocos. O projeto de adequação e a tabela com a descrição de quantidade de luminárias de emergência estão disponíveis no anexo.

4.3.7 Alarme de incêndio

O sistema de alarme de incêndio serve para alertar os usuários em um caso de incêndio, e a medida é tratada juntamente ao sistema de detecção na norma NPT 019. Porém, não há exigência do sistema de detecção para o caso em estudo. Nas edificações em estudo, não há presença de sistema de alarme..

Para a instalação do sistema de alarme com acionamento manual, a norma exige que a distância máxima de caminamento de uma pessoa, a partir de qualquer ponto da edificação até o acionador manual mais próximo, seja de no máximo 30 metros. Preferencialmente, os acionadores devem ser instalados próximos aos hidrantes.

Os pontos onde deverão estar localizados os botões de acionamento de alarme estão demonstrados no projeto final deste trabalho.

4.3.8 Sinalização

As sinalizações servem para orientar os usuários do ambiente sobre os riscos existentes e garantir que sejam adotadas ações adequadas diante de situação de risco, facilitando a localização de equipamentos e da rota de saída da edificação.

Nas rotas de saída, a NPT 020 exige que a sinalização esteja disposta de maneira que seja visível para os usuários, respeitando os limites de 15 metros entre a última sinalização e a saída, e 30 metros entre cada sinalização. A instalação deve ser feita a 1,8 metros acima do piso acabado, medida até a base da placa de sinalização. Em sinalizações de portas a instalação pode ser feita a 0,1 metros acima da verga ou diretamente na folha da porta, a uma altura de 1,8 metros. Em escadas e rampas, deve haver sinalização de indicação do sentido de fluxo de saída e do pavimento de descarga, obedecendo a altura de 1,8 metros de instalação.

Em todos os ambientes com acesso deve haver ao menos sinalização de indicação de saída, com efeito fotoluminescente e instalada na altura correta acima da porta.

Somente na extensão de corredores estão presentes as placas de sinalização de rotas de fuga da edificação, porém não existem placas de indicação nas saídas. Algumas placas existentes foram instaladas em alturas inadequadas, como

demonstrado nas Figuras 19 e 20. O novo projeto deve admitir novas placas e realocar as que estão em desacordo com as disposições da NPT 020.

Figura 19 – Placa de sinalização de rota de saída com 1,6 m de altura (Bloco E)



Fonte: A autora (2023)

Figura 20 - Placa de sinalização de rota de saída com 2,2 m de altura (Bloco E)



Fonte: A autora (2023)

4.3.9 Extintores

Conforme exige a NPT 021, a edificação deve fornecer extintores com fácil acesso aos usuários, dentro das especificações necessárias.

Dos extintores existentes no Bloco F, todos do tipo A estão localizados no corredor principal da edificação, e um do tipo BC está localizado dentro do laboratório de mecanização agrícola. Este está disposto no chão sem suporte, sem a sinalização necessária e obstruído por outros itens, conforme a Figura 21.

Figura 21 - Extintor no chão sem sinalização



Fonte: A autora (2023)

No Bloco E, existem extintores do tipo A no corredor principal, e 4 extintores BC nos laboratórios de pavimentação e de solos. Os extintores presentes no laboratório de pavimentação não possuem sinalização de piso ou de parede, e o extintor do laboratório de solos possui somente sinalização de parede, conforme demonstram as Figuras 22 e 23.

Figura 22 - Extintores do laboratório de pavimentação (Bloco E)



Fonte: A autora (2023)

Figura 23 - Extintor do laboratório de solos (Bloco E)



Fonte: A autora (2023)

Em ambas as edificações, não há extintores no pavimento superior, sendo exigido por norma ao menos duas unidades ABC por pavimento. O novo dimensionamento acerca da distribuição dos extintores está presente anexo a esse arquivo. Para a nova proposta, deve haver uma unidade ABC em todos os laboratórios inclusos na classificação D-4 e no auditório, e o restante distribuído nas áreas de circulação, seguindo as seguintes exigências da NPT 021. Os extintores devem estar dispostos na edificação de forma que o usuário não percorra mais de 20 m para ter acesso ao equipamento (Risco moderado), devendo existir uma unidade extintora distando no máximo 5 m da entrada principal.

4.3.10 Hidrantes e mangotinhos

Segundo o CSCIP, as edificações em estudo necessitam da instalação de sistemas de hidrantes e mangotinhos, medida que ainda não havia sido implementada. A necessidade do sistema de hidrantes precede as reformas realizadas nos blocos, visto que desde a construção inicial, na década de 1980, a edificação já possuía grande porte (acima de 1000 m²).

De acordo com a NPT 022, o dimensionamento do sistema de hidrantes deve ser executado atendendo a classificação de maior risco, em caso de edificações de ocupação mista. Portanto, utiliza-se o tipo 3 para o dimensionamento.

As Tabelas 15 e 16 indica os componentes necessários para o tipo de sistema 3.

Tabela 15 - Componentes para sistema 3 de hidrantes

Materiais	Sistema 3
Abrigos	Sim
Mangueiras de incêndio	Tipo 2, 3, 4 ou 5
Chaves para hidrantes, engate rápido	Sim
Esguichos	Sim
Mangueira semirrígida	Não

Fonte: NPT 022 - Sistemas de hidrantes e mangotinhos para combate a incêndio.

Tabela 16 - Parâmetros mínimos para instalação do sistema de hidrantes

Tipo	Esguicho regulável (DN)	Mangueiras de incêndio			Número de expedições ¹	Vazão mínima (l/min) ³	Pressão mínima (mca) ⁴
		DN	Comp. Interno ²	Comp. externo ²			
3	40	40	30	60	simples	200	10

1) Número de expedições refere-se à quantidade de válvulas em cada ponto de hidrante. As edificações que são atendidas por um único ponto de hidrante deverão possuir duas expedições, independente do sistema adotado.

2) Hidrantes localizados internamente à edificação poderão ter linhas de mangueiras com comprimento máximo de 30m. Hidrantes localizados no lado externo da edificação poderão ter linhas de mangueiras com comprimento máximo de 60m. O lança máximo de cada mangueira não pode ser inferior a 15m nem exceder a 20m

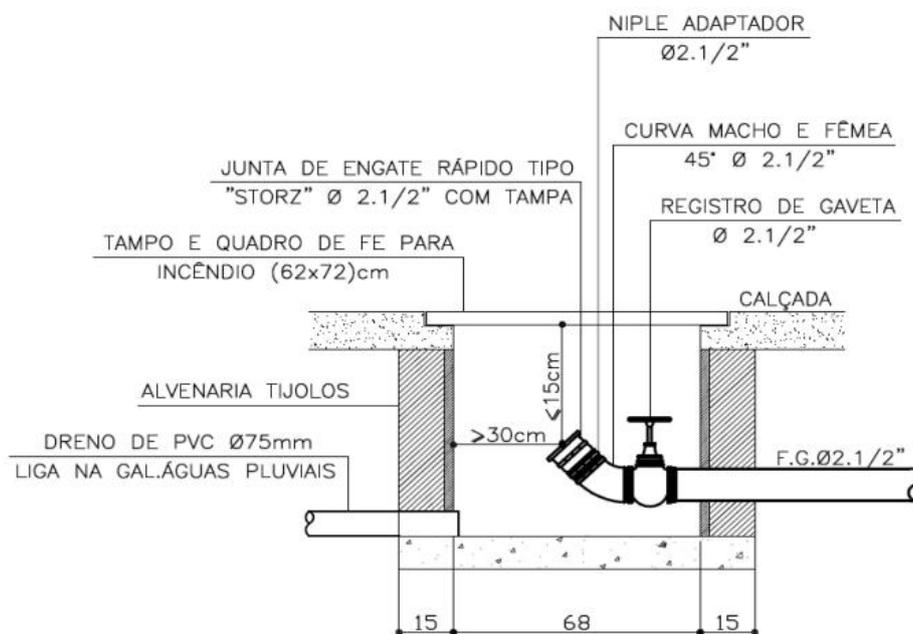
3) As vazões especificadas são as mínimas consideradas em cada um dos dois hidrantes mais desfavoráveis em uso simultâneo, nos termos do item 5.7.4 desta NPT.

4) Pressão mínima em metros de coluna de água considerada na expedição do esguicho regulável, nos termos do item 5.10.2.3 desta NPT.

Fonte: NPT 022 - Sistemas de hidrantes e mangotinhos para combate a incêndio.

O sistema de hidrantes deve ser dotado de dispositivo de recalque, com localização de fácil acesso para o corpo de bombeiros. No caso das edificações em estudo, o dispositivo de recalque pode ser instalado no passeio público, visto que não há muros nas proximidades para instalação do modelo de coluna. Para tanto, a instalação do dispositivo de recalque deve obedecer as configurações contidas na Figura 24.

Figura 24 - Dispositivo de recalque em passeio público



Fonte: NPT 022 - Sistemas de hidrantes e mangotinhos para combate a incêndio.

Para a correta instalação dos pontos de tomada de água, é necessário obedecer as seguintes exigências:

“5.6.1 Os pontos de tomada de água devem ser posicionados:

- a) Nas proximidades das portas externas, escadas e/ou acesso principal a ser protegido, a não mais de 5,0 m;
- b) Em posições centrais nas áreas protegidas, devendo atender ao item “a” obrigatoriamente;
- c) Fora das escadas ou antecâmaras de fumaça;
- d) De 1,0 m a 1,5 m do piso.”

Para o reservatório do projeto, é exigido que a edificação tenha uma reserva mínima de 16,04 m³, de acordo com a NPT 022. Nas proximidades da edificação há um castelo d’água que não é utilizado, o qual pode ser usado para receber a reserva de emergência dos blocos. A Figura 18 demonstra a situação do reservatório existente.

Figura 25 - Castelo d'água desativado utilizado como reservatório no projeto de hidrantes



Fonte: A autora (2023)

A localização dos pontos de tomada de água dentro das edificações, do dispositivo de recalque e os dimensionamentos das tubulações e da bomba estão no anexo deste trabalho.

A Tabela 17 indica as definições para o sistema de hidrantes, obtidas a partir do dimensionamento realizado.

Tabela 17 - Definições para sistema de hidrantes

Definições para sistema de hidrantes	
Tipo de sistema de hidrantes	Tipo 3
Diâmetro do esguicho	40 mm
Diâmetro da mangueira	40 mm
Comprimento da mangueira	30 m
Número de expedições por hidrante	Simplex
Vazão mínima	200 l/min
Pressão mínima	10 mca
Diâmetro nominal da tubulação	65 mm
Material	Ferro fundido
Bomba de incêndio	Marca: KSB Modelo: 32-200 Rotor: 186 mm Potência: 10,7 cv Q: 24,21 m ³ /h P: 6,1 kPa
Bomba de pressurização (jockey)	Q: 1,2 m ³ /h P: 6,36 kPa
Volume do reservatório	16,04 m ³

Fonte: A autora (2023)

5 CONCLUSÃO

Com os resultados obtidos, é possível concluir que a edificação em estudo necessita de adequações urgentes na questão de prevenção de incêndio. Cada bloco recebe diariamente cerca de 300 usuários, entre acadêmicos e servidores, e sua integridade pode estar em risco devido à ausência de medidas de segurança importantes ou a incorreta distribuição destas. A distribuição de medidas existentes não segue ordem lógica, deixando grandes áreas desprotegidas contra incêndio e pânico, e superdimensionadas em outras.

Apesar da quantidade de saídas de emergência ser suficiente, estas precisam ser mantidas abertas enquanto houver funcionamento da edificação, ou então não cumprem sua função de existência. Em 2024 o Bloco E irá comportar, além do curso de Engenharia Civil, o curso de Arquitetura e Urbanismo, o que irá aumentar a quantidade de usuários presentes na edificação. Este fator torna mais urgente a necessidade de reformulação do espaço existente, utilizando preferencialmente as medidas previstas por este trabalho.

Apesar de muitas mudanças serem necessárias, foi demonstrado que a aplicação das medidas corretas na edificação não causarão grande impacto na questão econômica da instituição, visto que não foram previstas mudanças estruturais ou reformas nas instalações existentes, apenas a implementação de novos sistemas que irão garantir maior segurança para todos. Logo, a questão pode ser resolvida com facilidade pelas autoridades competentes.

O documento orientativo elaborado neste trabalho irá auxiliar na compreensão do processo que envolve o projeto de prevenção de incêndio, tanto para profissionais da área quanto estudantes.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13860 Glossário de termos relacionados com a segurança contra incêndio**. Rio de Janeiro: ABNT, 1997.

BAUMEL, L. Histórico do Corpo de Bombeiros do Paraná. **Corpo de Bombeiros Militar do Paraná**. Curitiba, PR. Disponível em: <<https://www.bombeiros.pr.gov.br/Pagina/Historico-do-Corpo-de-Bombeiros-no-Parana>> Acesso em 11 de junho de 2023.

BRASIL. Lei no 13.425 de 30 de março de 2017. Estabelece diretrizes gerais sobre medidas de prevenção e combate a incêndio e a desastres em estabelecimentos, edificações e áreas de reunião de público; [...] **Diário Oficial da União**: Brasília, DF., 30 mar. 2017.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Previdência. **Norma Regulamentadora 23** – Proteção contra Incêndio. Aprovada pela Portaria MTb n.º 3.214, de 8 de junho de 1978, alterada pela Portaria n.º 221, de 6 de maio de 2011.

BUSINARI, M. Incêndio mais mortal do país faz 60 anos; historiador lembra como 'escapou'. **UOL Notícias**, Santos, SP, 17 dez. 2021. Disponível em: <<https://noticias.uol.com.br/cotidiano/ultimas-noticias/2021/12/17/nunca-mais-fui-a-um-circo-diz-historiador-que-escapou-de-tragedia-em-61.htm>> Acesso em 08 de junho de 2023.

CAVALHEIRO, P. REBELLO, V. Laudos confirmam 100% das mortes por asfixia e superlotação na Kiss. **G1 RS**, Rio Grande do Sul, 17 mar. 2013. Disponível em: <<https://g1.globo.com/rs/rio-grande-do-sul/noticia/2013/03/laudos-confirmam-100-das-mortes-por-asfixia-e-superlotacao-na-kiss.html>> Acesso em 11 de maio de 2023.

CASTRO, R. L. **Uma análise das causas, consequências e medidas de prevenção de incêndios de origem elétrica**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (graduação em Engenharia Elétrica) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Fortaleza, 2021.

CHAGAS, G. Lei Kiss modernizou regras de prevenção contra incêndios no RS, mas foi flexibilizada após 10 anos. **G1 RS**, Rio Grande do Sul, 26 jan. 2023. Disponível em: <<https://g1.globo.com/rs/rio-grande-do-sul/noticia/2023/01/26/lei-kiss-incendios-rs-10-anos.ghtml>> Acesso em 13 de maio de 2023.

COMBATE a Incêndio Urbano, muito mais que jogar água no fogo. **Central Bombeiro**, 20 jul. 2020. Disponível em: <<https://centralbombeiro.com/combate-a-incendio-urbano-muito-mais-que-jogar-agua-no-fogo/>> Acesso em 15 de maio de 2023.

DISTRITO FEDERAL. **Manual de perícia em incêndios e explosões**: conhecimentos gerais. Diretoria de Investigação de Incêndio – Brasília: Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal, 2019. Disponível em: <https://www.cbm.df.gov.br/downloads/edocman/file_5e21f5896b722_I-Conhecimentos%20Gerais%20-

<Manual%20de%20Percia%20em%20Incndios%20e%20Exploses.pdf> Acesso em 14 de maio de 2023.

DEL CARLO, U. **A segurança contra incêndio no mundo**. In: SEITO, A. I. (Org). A segurança contra incêndio no Brasil. São Paulo: Projeto Editora, 2008.

FAGUNDES, F. **Plano de prevenção e combate a incêndios**: estudo de caso em edificação residencial multipavimentada. 2013. Monografia (Pós-graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho) - Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul. Santa Rosa, 2013.

FERREIRA, R. L. **Análise da evolução normativa e estatística para com a prevenção contra incêndios no estado do Paraná**. In: Congresso Brasileiro De Engenharia De Produção, 4., 2014, Ponta Grossa. Anais... Ponta Grossa: APREPRO, 2014. Disponível em: <<http://anteriores.aprepro.org.br/conbrepro/2014/anais/artigos/eng%20t/32.pdf>>. Acesso em 13 de maio de 2023.

FLORES, B., ORNELAS, E., DIAS, L. Fundamentos de Combate a Incêndio. **Manual de Bombeiros**. Goiás, 2016.

GANDRA, A. Corpo de Bombeiros do Rio informa que Museu Nacional estava irregular. **Agência Brasil**, Brasília, 05 set. 2018. Disponível em: <<https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2018-09/corpo-de-bombeiros-do-rio-informa-que-museu-nacional-estava-irregular>> Acesso em 11 de maio de 2023.

GILL, A. A., OLIVEIRA, S. A., NEGRISSELO, W. **Aprendendo com os grandes incêndios**. In: SEITO, A. I. (Org). A segurança contra incêndio no Brasil. São Paulo: Projeto Editora, 2008.

GOMES, T. **Projeto de prevenção e combate a incêndio**. 2014. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2014.

HELBINGEN, C. Jr., LOPES, S. R., FELIPE, A. M. **Manual Operacional de Bombeiros: Combate a Incêndio Urbano**. Corpo de Bombeiros Militar. – Goiânia: - 2017.

LUCAS, J. F. R. **Código de Segurança contra Incêndio e Pânico – PR – 2011**: as novas exigências para medidas de proteção ativa. 2012. Monografia (Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2012.

MEMÓRIA GLOBO. Incêndio no Edifício Joelma. **Globo**, Rio de Janeiro, RJ, 29 out. 2021. Disponível em: <<https://memoriaglobo.globo.com/jornalismo/coberturas/incendio-no-edificio-joelma/noticia/incendio-no-edificio-joelma.ghtml>> Acesso em 08 de junho de 2023.

_____. Incêndio no Edifício Andraus. **Globo**, Rio de Janeiro, RJ, 29 out. 2021. Disponível em: <<https://memoriaglobo.globo.com/jornalismo/coberturas/incendio-no-edificio-andraus/noticia/incendio-no-edificio-andraus.ghtml>> Acesso em 08 de junho de 2023.

NEGRISOLO, W. **Arquitetando a segurança contra incêndio**. 2011. Tese (Doutorado) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011. 415 p.

OLIVEIRA, L. F. R. **Avanços da legislação de proteção contra incêndio no Estado do Rio Grande Do Norte: Um estudo comparativo no Restaurante da UFRN**. 2018. Monografia (Pós-Graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2018.

PARANÁ. Corpo de Bombeiros Militar do Paraná. **Legislação de Prevenção e Combate a Incêndios e a Desastres**. Disponível em: <<https://www.bombeiros.pr.gov.br/PrevFogo/Pagina/Legislacao-de-Prevencao-e-Combate-Incendios-e-Desastres>> Acesso em 19 de junho de 2023.

_____. **Código De Segurança Contra Incêndio E Pânico – CSCIP**. 2018. Disponível em: <https://www.bombeiros.pr.gov.br/sites/bombeiros/arquivos_restritos/files/documento/2022-01/cscip_-_codigo_de_seguranca_contra_incendio_e_panico_-_10-01.pdf> Acesso em 19 de junho de 2023.

_____. **NPT 002 - Adaptação às normas de segurança conta incêndio - Edificações existentes**. Disponível em: <https://www.bombeiros.pr.gov.br/sites/bombeiros/arquivos_restritos/files/documento/2021-05/npt_002_0.pdf> Acesso em 11 de maio de 2023.

_____. **NPT 003 - Terminologia de segurança contra incêndio**. Disponível em: <https://www.bombeiros.pr.gov.br/sites/bombeiros/arquivos_restritos/files/documento/2018-12/NPT_003.pdf> Acesso em 13 de maio de 2023.

_____. **NPT 006 - Acesso da viatura na edificação e áreas de risco**. Disponível em: <https://www.bombeiros.pr.gov.br/sites/bombeiros/arquivos_restritos/files/documento/2018-12/NPT_006.pdf> Acesso em 10 de outubro de 2023.

_____. **NPT 007 – Separação entre edificações (Isolamento de riscos)**. Disponível em: <https://www.bombeiros.pr.gov.br/sites/bombeiros/arquivos_restritos/files/documento/2018-12/NPT_007.pdf> Acesso em 14 de maio de 2023.

_____. **NPT 008 - Resistência ao fogo dos elementos de construção**. Disponível em: <https://www.bombeiros.pr.gov.br/sites/bombeiros/arquivos_restritos/files/documento/2018-12/NPT_008.pdf> Acesso em 19 de junho de 2023.

_____. **NPT 009 - Compartimentação horizontal e compartimentação vertical**. Disponível em: <https://www.bombeiros.pr.gov.br/sites/bombeiros/arquivos_restritos/files/documento/2018-12/NPT_009.pdf> Acesso em 10 de outubro de 2023.

_____. **NPT 010 - Controle de materiais de acabamento e de revestimento.**

Disponível em:

<https://www.bombeiros.pr.gov.br/sites/bombeiros/arquivos_restritos/files/documento/2018-12/NPT_010.pdf> Acesso em 10 de outubro de 2023.

_____. **NPT 011 - Saídas de emergência.** Disponível em:

<https://www.bombeiros.pr.gov.br/sites/bombeiros/arquivos_restritos/files/documento/2023-02/npt11_0.pdf> Acesso em 10 de outubro de 2023.

_____. **NPT 014 - Carga de incêndio nas edificações e áreas de risco.**

Disponível em:

<[https://www.bombeiros.pr.gov.br/sites/bombeiros/arquivos_restritos/files/documento/2022-](https://www.bombeiros.pr.gov.br/sites/bombeiros/arquivos_restritos/files/documento/2022-05/npt_014_carga_de_incendio_nas_edificacoes_e_areas_de_risco_rev2022_vers_6_1.pdf)

[05/npt_014_carga_de_incendio_nas_edificacoes_e_areas_de_risco_rev2022_vers_6_1.pdf](https://www.bombeiros.pr.gov.br/sites/bombeiros/arquivos_restritos/files/documento/2022-05/npt_014_carga_de_incendio_nas_edificacoes_e_areas_de_risco_rev2022_vers_6_1.pdf)> Acesso em 08 de junho de 2023.

_____. **NPT 018 - Iluminação de emergência.** Disponível em:

<https://www.bombeiros.pr.gov.br/sites/bombeiros/arquivos_restritos/files/documento/2018-12/NPT_018.pdf> Acesso em 10 de outubro de 2023.

_____. **NPT 019 - Sistema de detecção e alarme de incêndio.** Disponível em:

<https://www.bombeiros.pr.gov.br/sites/bombeiros/arquivos_restritos/files/documento/2018-12/NPT_019.pdf> Acesso em 10 de outubro de 2023.

_____. **NPT 020 - Sinalização de emergência.** Disponível em:

<https://www.bombeiros.pr.gov.br/sites/bombeiros/arquivos_restritos/files/documento/2018-12/NPT_020.pdf> Acesso em 10 de outubro de 2023.

_____. **NPT 021 - Sistema de proteção por extintores de incêndio.**

Disponível em:

<https://www.bombeiros.pr.gov.br/sites/bombeiros/arquivos_restritos/files/documento/2018-12/NPT_021.pdf> Acesso em 10 de outubro de 2023.

_____. **NPT 022 - Sistema de hidrantes e mangotinhos para combate a incêndio.** Disponível em:

<https://www.bombeiros.pr.gov.br/sites/bombeiros/arquivos_restritos/files/documento/2018-12/NPT_022.pdf> Acesso em 10 de outubro de 2023.

RODRIGUES, E. C. **Sistema de Gestão da Segurança contra Incêndio e Pânico nas Edificações: Fundamentação para uma Regulamentação Nacional.** 2016. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

SEITO, A. I. **Fundamentos de fogo e incêndio.** In: SEITO, A. I. (Org). A segurança contra incêndio no Brasil. São Paulo: Projeto Editora, 2008.

APÊNDICE A - DIMENSIONAMENTO E QUANTITATIVOS DE MEDIDAS

a) Saídas de emergência

Para o cálculo de saídas de emergência, foi demonstrado no item 4.2.5 deste trabalho um exemplo do procedimento realizado. Nesta seção estão discriminados os ambientes e suas respectivas dimensões de saída, juntamente com a descrição de adequação ou não da dimensão. As reformas de salas propostas devem obedecer também às dimensões previstas nesta seção.

a.1) BLOCO E

Todas as salas que compõem o departamento de Engenharia Civil têm saída para um corredor comum, o qual só possui uma única saída, onde há uma porta de 80 cm, conforme a planta apresentada.

Tabela 18 - Análise de saídas de emergência - Departamento de Engenharia Civil

(continua)

Ambiente	Área (m ²)	m ² /pessoa	P	C	N	Quant. saídas	Largura da saída (m)	ATENDE
Const. civil	12,93	1,5	8,62	100	0,0862	1	0,8	SIM
Estruturas	12,93	1,5	8,62	100	0,0862	1	0,8	SIM
Instalações	12,4	1,5	8,267	100	0,08266	1	0,8	SIM
Transportes	12,4	1,5	8,267	100	0,08266	1	0,8	SIM
Depto eng civil	12,4	1,5	8,267	100	0,08266	1	0,8	SIM
Sala professores	16,96	1,5	11,306	100	0,11306	1	0,8	SIM

Tabela 19 - Análise de saídas de emergência - Departamento de Engenharia Civil

(conclusão)

Ambiente	Área (m²)	m²/pessoa	P	C	N	Quant. saídas	Largura da saída (m)	ATENDE
CPD	7,84	1,5	5,2266	100	0,05226	1	0,8	SIM
Colegiado	7,84	1,5	5,2266	100	0,05226	1	0,8	SIM
Coordenação	16,96	1,5	11,306	100	0,11306	1	0,8	SIM
Secretária	7,84	1,5	5,2266	100	0,05226	1	0,8	SIM
Saída para secretaria			80,333	100	0,80333	1	0,8	SIM

Fonte: Adaptado de NPT 011 - Saídas de emergência

A área ocupada pelos integrantes do SECATE possui acesso de salas internamente a outras, até chegar na circulação comum, conforme apresentado em planta.

Tabela 20 - Análise de saídas de emergência - SECATE

Ambiente	Área (m²)	m²/pessoa	P	C	N	Quant. saídas	Largura da saída (m)	ATENDE
conselho setorial	19,34	1,5	12,893	100	0,1289	1	0,8	SIM
diretor setor	8,4	1,5	5,6	100	0,056	1	0,8	SIM
secretaria	12,34	1,5	8,2266	100	0,0822	1	0,8	SIM
saída para setor			26,72	100	0,2672	1	0,8	SIM

Fonte: Adaptado de NPT 011 - Saídas de emergência

Os ambientes restantes possuem saída para a circulação comum:

Tabela 21 - Análise de saídas de emergência - Bloco E

Ambiente	Área (m ²)	m ² /pessoa	P	C	N	Quant. saídas	Largura da saída (m)	ATENDE
lab info 1	60,7	1,5	40,46666	100	0,404666	1	0,8	SIM
lab info 2	50,4	1,5	33,6	100	0,336	1	0,8	SIM
refeitorio serv.	19,52	1,5	13,01333	100	0,130133	1	0,8	SIM
Deposito	12,11	1,5	8,073333	100	0,080733	1	0,8	SIM
Sala de desenho	73,1	1,5	48,73333	100	0,487333	1	0,8	SIM
CAVAM	72,08	1,5	48,053333	100	0,4805333	1	0,8	SIM
Sala 07	90,18	1,5	60,12	100	0,6012	1	0,8	SIM
Engenium	8,82	1,5	5,88	100	0,0588	1	0,8	SIM
Mestrado	97,46	1,5	64,97333	100	0,649733	1	0,8	SIM
Projetek	52,73	1,5	35,15333	100	0,351533	1	0,8	SIM
Sala lógica	7,56	1,5	5,04	100	0,0504	1	0,8	SIM
Sala 16/17	172,5	1,5	115	100	1,15	1	1,2	*
Sala 20	149,3	1,5	99,53333	100	0,995333	1	0,8	*
Lab eletro	147,5	1,5	98,33333	100	0,983333	1	0,8	*
Lab hidraulica	172,5	1,5	115	100	1,15	1	1,2	Sim
Lab pós	32,97	1,5	21,98	100	0,2198	1	0,8	Sim
Lab estudos	32,97	1,5	21,98	100	0,2198	1	0,8	Sim
Lab info pos	42	1,5	28	100	0,28	1	0,8	Sim

* As salas irão passar por reforma, logo ainda não possuem as dimensões utilizadas no cálculo. Ao serem reformadas, deverão atender os critérios exigidos nestes cálculos para largura de saída.

Fonte: Adaptado de NPT 011 - Saídas de emergência

Os laboratórios de menor fluxo, classificados como divisão D-4, possuem população diferente dos demais, contando com 1 pessoa cada 7 m².

Tabela 22 - Análise de saídas de emergência de laboratórios

Ambiente	Área (m²)	m²/pessoa	P	C	N	Quant. saídas	Largura da saída	ATENDE
Lab. solos	172,5	7	24,643	100	0,24643	1	0,8	SIM
Lab. mat.	172,5	7	24,643	100	0,24643	1	0,8	SIM
Lab. pav.	143,5	7	20,5	100	0,205	1	0,8	SIM

Fonte: Adaptado de NPT 011 - Saídas de emergência

Para o auditório, devido à sua ocupação (F-5), deve se considerar 1 pessoa para cada 1 m² de área.

Tabela 23 - Análise de saídas de emergência do Auditório

Ambiente	Área (m²)	m²/pessoa	P	C	N	Quant. saídas	Largura da saída	Atende
Auditório	151,78	1	151,78	100	1,5178	1	1,2	SIM

Fonte: Adaptado de NPT 011 - Saídas de emergência

A saída de áreas de apoio como banheiros, depósito de materiais de limpeza e vestiário de funcionários obedecem a dimensão mínima de 80 cm.

As saídas de emergência presentes na circulação principal são as que efetivamente promovem a saída do usuário de dentro da edificação. Existem no total 6 saídas de 2 m de largura, 6 saídas de 1 m de largura e uma de 1,60 m de largura, localizada na frente da única escada presente no bloco. Destas saídas, apenas uma de 2 m permanece aberta após as 19h diariamente. A mudança necessária está na exigência de manter abertas um número mínimo de saídas após as 19h para que sejam efetivas.

Tabela 24 - Análise de saídas de emergência dos corredores do Bloco E

P	C	N	Quant. saídas	Largura da saída	Atende
1191,55	100	11,915	4	2 m e 1,6 m	SIM

Fonte: Adaptado de NPT 011 - Saídas de emergência

Segundo a Tabela 23, é necessário que 4 saídas de emergência estejam efetivamente funcionando, podendo ser 3 de largura de 2 m e uma de 1,60 m, para que haja melhor distribuição de saídas.

a.2) BLOCO F

Alguns ambientes deste bloco possuem saída de emergência diretamente para fora da edificação, sem passar pela circulação principal. Os ambientes citados são:

Tabela 25 - Análise de saídas de emergência de ambientes independentes - Bloco F

Ambiente	Área (m²)	m²/pessoa	P	C	N	Quant. saídas	Largura da saída	Atende
Lab Defens	48,59	1,5	32,3933 3	100	0,32393 3	1	0,8	SIM
Coord Mestrado	15,45	1,5	10,3	100	0,103	1	0,8	SIM
Lab Mec Agro	72,89	1,5	48,5933 3	100	0,48593 3	1	0,8	SIM
Lab Mel. Genet.	73,1	1,5	48,7333 3	100	0,48733 3	1	0,8	SIM

Fonte: Adaptado de NPT 011 - Saídas de emergência

Os laboratórios a seguir possuem uma saída comum para todos, logo devem servir de base para dimensionamento da saída comum.

Tabela 26 - Análise das saídas de emergência de laboratórios com saída comum - Bloco F

Ambiente	Área (m²)	m²/pessoa	P	C	N	Quant. saídas	Largura da saída	Atende
Lab Did Solos	51,22	1,5	34,1466	100	0,341466	1	0,8	SIM
Lab Fis Solos	56,3	1,5	37,533	100	0,375333	1	0,8	SIM
Lab Din Mat Org	60,34	1,5	40,2266	100	0,402266	1	0,8	SIM
Saída Dos Laboratórios			111,906	100	1,119066	1	1,2	SIM

Fonte: Adaptado de NPT 011 - Saídas de emergência

Os ambientes restantes possuem saída para a circulação principal do bloco:

Tabela 27 - Análise de saídas de emergência de ambientes com circulação comum - Bloco F

(continua)

Ambiente	Área (m²)	m²/pessoa	P	C	N	Quant. saídas	Largura da saída	Atende
Lama	85,5	1,5	57	100	0,57	1	0,8	SIM
Copa	8,12	1,5	5,413333	100	0,054133	1	0,8	SIM
Sala Trein.	23,86	1,5	15,90666	100	0,159066	1	0,8	SIM
Sala Reuniões	17,01	1,5	11,34	100	0,1134	1	0,8	SIM
Deposito	23,45	1,5	15,63333	100	0,156333	1	0,8	SIM
Sala 03	71	1,5	47,33333	100	0,473333	1	0,8	SIM
Lab Pesq	30,05	1,5	20,0333	100	0,200333	1	0,8	SIM
Lab Pesq	24,5	1,5	16,33333	100	0,163333	1	0,8	SIM
Dezoo	19,52	1,5	13,01333	100	0,130133	1	0,8	SIM
Sala Prof 1	11,12	1,5	7,413333	100	0,074133	1	0,8	SIM
Sala Prof 2	14,02	1,5	9,346666	100	0,093466	1	0,8	SIM
Sala Prof 3	11,12	1,5	7,413333	100	0,074133	1	0,8	SIM
Sala Prof 4	14,02	1,5	9,346666	100	0,093466	1	0,8	SIM
Sala Prof 5	14,56	1,5	9,706666	100	0,097066	1	0,8	SIM
Defito	35,91	1,5	23,94	100	0,2394	1	0,8	SIM
Desolo	35,91	1,5	23,94	100	0,2394	1	0,8	SIM

Tabela 28 - Análise de saídas de emergência de ambientes com circulação comum - Bloco F

(continuação)

Ambiente	Área (m²)	m²/pessoa	P	C	N	Quant. saídas	Largura da saída	Atende
Sala 13	60,7	1,5	40,46666	100	0,404666	1	0,8	SIM
Lab Info	60,7	1,5	40,46666	100	0,404666	1	0,8	SIM
Ca	19,52	1,5	13,01333	100	0,130133	1	0,8	SIM
Lab Biot	148,35	1,5	98,9	100	0,989	1	0,8	SIM
Lab Ento	60,7	1,5	40,46666	100	0,404666	1	0,8	SIM
Lab Micro	96,08	1,5	64,05333	100	0,640533	1	0,8	SIM
Lab Anal Semen	71,87	1,5	47,91333	100	0,479133	1	0,8	SIM
Lab Gen Mol	61,66	1,5	41,10666	100	0,411066	1	0,8	SIM
Museu	9,62	1,5	6,41333	100	0,064133	1	0,8	SIM
Lab Pesq Ent	59,63	1,5	39,7533	100	0,397533	1	0,8	SIM
Lab Nut	109,42	1,5	72,9466	100	0,729466	1	0,8	SIM
Lab Anal Rotina	101,45	1,5	67,63333	100	0,676333	1	0,8	SIM
Lab. Defesa	58,85	1,5	39,23333	100	0,392333	1	0,8	SIM
Lab Solos	42	1,5	28	100	0,28	1	0,8	SIM
Sala 36	32,97	1,5	21,98	100	0,2198	1	0,8	SIM

Tabela 29 - Análise de saídas de emergência de ambientes com circulação comum - Bloco F

(conclusão)

Ambiente	Área (m²)	m²/pessoa	P	C	N	Quant. saídas	Largura da saída	Atende
Coord Grad	32,97	1,5	21,98	100	0,2198	1	0,8	SIM
Coord Pos	32,97	1,5	21,98	100	0,2198	1	0,8	SIM
Deposito	10,2	1,5	6,8	100	0,068	1	0,8	SIM
Sala 40	67,12	1,5	44,746	100	0,44746	1	0,8	SIM
Sala 41	85,5	1,5	57	100	0,57	1	0,8	SIM
Sala 42	85,5	1,5	57	100	0,57	1	0,8	SIM
Sala 43	67,12	1,5	44,7466	100	0,44746	1	0,8	SIM
Sala 44	67,12	1,5	44,7466	100	0,44746	1	0,8	SIM
Sala 45	85,5	1,5	57	100	0,57	1	0,8	SIM

Fonte: Adaptado de NPT 011 - Saídas de emergência

Para a circulação principal, existem diversas saídas que promovem a evacuação final do usuário para fora da edificação. São 6 portas de 2 m de largura, 6 portas de 1 m de largura e 1 porta de 1,60 m de largura. A população para a circulação deve ser a soma das populações dos ambientes que não possuem saída para o lado externo da edificação. O cálculo de saídas efetivas se dá através da Tabela 27.

Tabela 30 - Saídas de emergência do corredor principal - Bloco F

P	C	N	Quant. saídas	Largura da saída	Atende
1423,367	100	14,233667	5	2 m e 1,6 m	SIM

Fonte: Adaptado de NPT 011 - Saídas de emergência

Segundo a Tabela 27, devem permanecer abertas em todo horário de funcionamento do bloco, um total de 4 portas de 2 m de largura e uma de 1,6 m de largura, distribuídas conforme *layout* apresentado.

b) Hidrantes

Os hidrantes serão abastecidos por um reservatório elevado, que será localizado em um antigo castelo d'água existente próximo ao bloco E. O método de dimensionamento baseia-se no Manual de Dimensionamento de Hidrantes do Corpo de Bombeiros de Curitiba-PR.

O reservatório deverá comportar no mínimo o volume calculado abaixo:

$$V = 0,93 * C * \sqrt{A} \quad (\text{Equação 3})$$

Onde C é dado pela tabela a seguir

e A é a área de risco em m²

Tabela 31 - Coeficiente C para cálculo de reservatório

Classe de risco	CONSTRUÇÕES		
	Combustíveis (madeira)	Resistentes ao fogo (alvenaria de tijolos)	Incombustíveis (totalmente em concreto)
RL	1,04	0,38	0,26
RM	1,39	0,65	0,41
RE	1,44	0,78	0,5

Fonte: NPT 022 - Sistemas de hidrantes e mangotinhos para combate a incêndio (2015).

Do volume calculado, é possível utilizar apenas $\frac{1}{3}$ do total, visto que $\frac{2}{3}$ do volume é considerado para utilização da edificação e apenas $\frac{1}{3}$ para reserva técnica de incêndio. Como a edificação já possui os reservatórios para consumo, o valor considerado de reserva técnica será o único inserido na torre inutilizada da edificação.

$$V = 0,93 * 0,65 * \sqrt{6638,58} * (1/3)$$

$$V = 16,04 \text{ m}^3$$

Para determinar a altura (h) do reservatório, utilizou-se as Equações 4.1 e 4.2.

$$V = A * h \quad (\text{Equação 4.1})$$

$$V = \frac{\pi D^2}{4} * h \quad (\text{Equação 4.2})$$

$$16,04 = \frac{\pi 3,0^2}{4} * h$$

$$h = 2,27 \text{ m}$$

As tubulações do sistema devem ser aparentes, na cor vermelha, com diâmetro de 65 mm, feitas em ferro fundido, devendo ser fixadas em elementos estruturais com TRRF mínimo de 2 horas. A bomba será definida a partir da necessidade de funcionamento simultâneo dos dois hidrantes mais desfavoráveis, H1 e H2, do Bloco F.

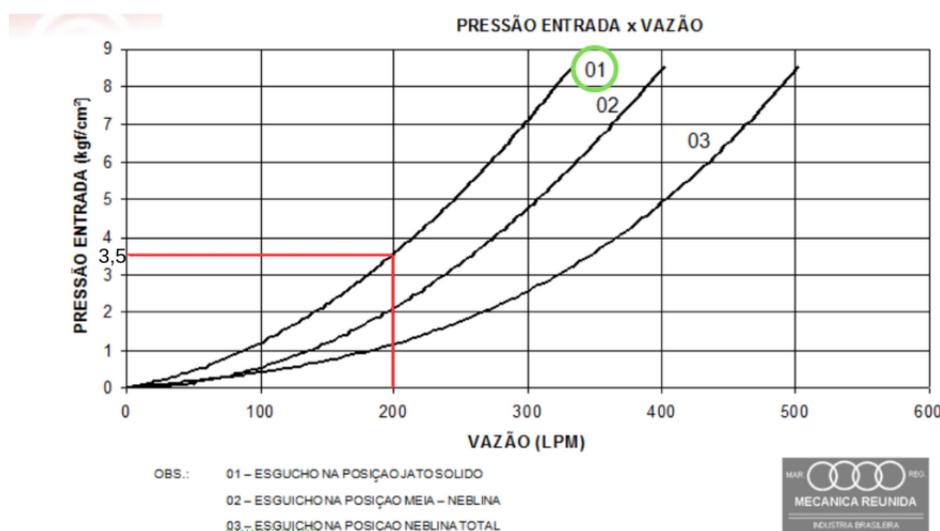
Tabela 32 - Exigências da NPT 022 para a edificação em estudo

Exigências da NPT 022	
TIPO	3
Esguicho	40 mm
Mangueira DN	40 mm
Comprimento interno	30 m
Comprimento externo	60 m
Número exp	simples
Vazão min	200 l/min
Pressão min	10 mca
DN tubulação	65 mm

Fonte: Adaptado de NPT 022 - Sistemas de hidrantes e de mangotinhos para combate a incêndio (2015).

O hidrante mais desfavorável da edificação é H1. Neste hidrante, a vazão mínima deve ser de 200 L/min, logo a pressão de entrada é de 3,5 kgf/cm², de acordo com a Figura 26.

Figura 26 - Gráfico de determinação da pressão de entrada do hidrante através da vazão



Fonte: Manual de Dimensionamento de Hidrantes do Corpo de Bombeiros de Curitiba-PR (2021).

O alcance mínimo do esguicho deve ser de 10 m, segundo a NPT 022. Para a pressão dada, o alcance obtido é de 11,2 m, acima do mínimo, podendo manter-se a vazão de 200 L/min.

Figura 27 - Gráfico de determinação do alcance do esguicho através da pressão de entrada



Fonte: Manual de Dimensionamento de Hidrantes do Corpo de Bombeiros de Curitiba-PR (2021).

Logo, a pressão na entrada do esguicho pode ser considerada 35 mca.

A etapa seguinte consiste em determinar a perda de carga na mangueira e esguicho, juntamente com a pressão no ponto mais desfavorável (H1).

A equação utilizada para este fim é a Equação Universal de Darcy-Weissbach

$$J = f * \frac{v^2}{2g * D} \quad (\text{Equação 5})$$

Onde f é o coeficiente de atrito da mangueira

V é a velocidade de escoamento da água em m/s

D é o diâmetro interno da tubulação

e g é a aceleração da gravidade ($g=9,81 \text{ m/s}^2$)

Antes de determinar a perda de carga é necessário determinar a velocidade através da Equação 6.

$$v = \frac{Q}{A * \pi * g} \quad (\text{Equação 6})$$

onde Q é a vazão em m³/s

e A mang é a área da mangueira em m²

$$V = \frac{0,003333}{0,001256} = 2,65 \text{ m/s}$$

Agora, calcula-se a perda de carga unitária através da equação 5.

$$J = 0,022 * \frac{2,65^2}{2 * 9,81 * 0,04}$$

$$J = 0,1972 \text{ m/m}$$

Logo, a perda de carga pela mangueira é de:

$$H_p = J * L \quad \text{(Equação 7)}$$

$$H_p \text{ mang} = 0,1972 * 30$$

$$H_p \text{ mang} = 5,917 \text{ m}$$

Calcula-se então a pressão necessária em H1 por meio da Equação 8.

$$P_{H1} = P_{\text{pesguicho}} + H_p \text{ mang} \quad \text{(Equação 8)}$$

$$P_{H1} = 35 + 5,917$$

$$P_{H1} = 40,917 \text{ mca}$$

A próxima etapa consiste em determinar a velocidade no segmento entre H1 e ponto A, o ponto anterior ao H1.

Sabendo que a tubulação é de 65 mm, sua área é de 0,003318 m². Utilizando a Equação 6 para tubulação, tem-se:

$$v = \frac{Q}{A_{\text{tub}}} = \frac{0,003333}{0,003318}$$

$$v = 1,004 \text{ m/s} (< 5 \text{ m/s} - \text{ok})$$

Perda de carga no trecho A-H1:

Utilizando a equação de Hazen-Williamns para cálculo de perda de carga unitária (Equação 9).

$$J = \frac{10,65 * Q^{1,85}}{C^{1,85} * D^{4,87}} \quad (\text{Equação 9})$$

Onde Q é vazão em m³/s

D é o diâmetro interno em m

C é o coeficiente que depende da natureza do material empregado e das condições das paredes internas

e J é a perda de carga unitária em metros por metro de tubulação

$$J = \frac{10,65 * 0,00333^{1,85}}{100^{1,85} * 0,065^{4,87}}$$

$$J = 0,03356 \text{ m/m}$$

No primeiro trecho de tubulações do hidrante, que será considerado do ponto A até o hidrante H1, são realizados os seguintes cálculos:

Comprimento real da tubulação:

$$Cr = 99,55 + 1876,3 + 112,15 + 441,76$$

$$Cr = 2529,76 \text{ cm}$$

$$Cr = 25,3 \text{ m}$$

Comprimento equivalente (peças hidráulicas-ferro fundido):

$$Ceq = Tê \text{ bilateral} + 2 * \text{joelho } 45^{\circ} + \text{joelho } 90^{\circ} + \text{registro de ângulo}$$

$$Ceq = 4,3 + 2 * 0,9 + 2 + 10$$

$$Ceq = 18,1 \text{ m}$$

Comprimento virtual:

$$Cv = Cr + Ceq$$

$$Cv = 25,3 + 18,1$$

$$Cv = 43,4 \text{ m}$$

A perda de carga total:

$$\Delta P = J * C v \quad (\text{Equação 10})$$

$$\Delta P = 0,03356 * 43,4$$

$$\Delta P = 1,456 \text{ mca (trecho H1-A)}$$

Logo, a pressão resultante necessária no ponto H1 é dada pela Equação 11.

$$P_A = P_{H1} + H p_{H1-A} \quad (\text{Equação 11})$$

$$P_A = 40,917 + 1,456$$

$$P_A = 42,373 \text{ mca}$$

Determina-se então a vazão em H2, utilizando L como a distância entre o ponto de divisão e o ponto de tomada do hidrante, e isolando Q na equação.

$$L \text{ real} = 0,764 \text{ m}$$

$$L_{eq} = 1 \text{ Registro de ângulo} = 10 \text{ m}$$

$$L \text{ total} = 10,764 \text{ m}$$

$$P_{esg H2} = P_A - H p_{A-H2} - H p_{mangueira} \quad (\text{Equação 12})$$

$$P_{esg H2} = 42,373 - \left[\frac{10,65 * Q^{1,85} * L_{total}}{C^{1,85} * D^{4,87}} \right] - \left[f * \frac{(Q/A)^2}{2g * D} \right]$$

$$P_{esg H2} = 42,373 - \left[\frac{10,65 * Q^{1,85} * 10,764}{100^{1,85} * 0,065^{4,87}} \right] - \left[0,022 * \frac{(Q/0,003318)^2}{2 * 9,81 * 0,04} \right]$$

Utilizando o fator de descarga K, que é o mesmo para todos os trechos do mesmo sistema, é possível encontrar a vazão, para então determinar a pressão em H2 (Equação 13).

$$K = \frac{Q}{\sqrt{P}} \quad (\text{Equação 13})$$

Onde Q é a vazão em l/min

e P é a pressão em bar (mca/10)

Para o ponto de igual função ao ponto A no hidrante H1 (ponto K) tem-se:

$$P_K = 40,917 + \left[\frac{10,65 * Q^{1,85} * 10,764}{100^{1,85} * 0,065^{4,87}} \right] = 41,277 \text{ mca} = 4,128 \text{ bar}$$

O fator de descarga no ponto K, através da Equação 13:

$$K = \frac{Q}{\sqrt{P}} = \frac{200}{\sqrt{4,128}} = 98,44$$

Para o ponto A determina-se a vazão em H2.

$$98,44 = \frac{Q}{\sqrt{4,273}}$$

$$Q = 203,49 \text{ l/min}$$

$$Q = 0,00339 \text{ m}^3/\text{s}$$

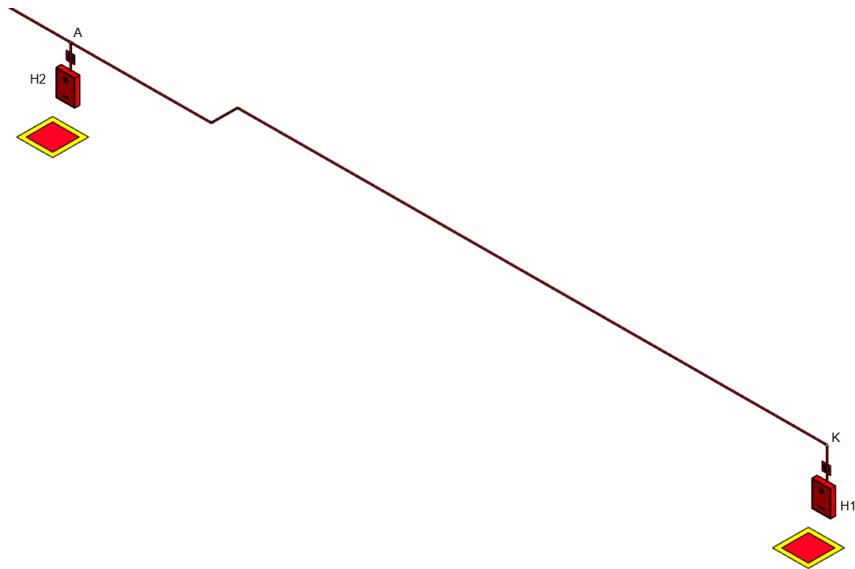
Voltando para a Equação 12, com a vazão corrigida:

$$P_{esg H2} = 42,373 - \left[\frac{10,65 * 0,00339^{1,85} * 10,764}{100^{1,85} * 0,065^{4,87}} \right] - \left[0,022 * \frac{(0,00339/0,003318)^2}{2 * 9,81 * 0,04} \right]$$

$$P_{esg H2} = 41,971 \text{ mca} (>35 \text{ mca} - \text{ok})$$

A Figura 28 demonstra a configuração dos dois hidrantes mais desfavoráveis da edificação.

Figura 28 - Disposição do hidrantes mais desfavoráveis



Fonte: A autora (2023)

A próxima etapa consiste em determinar os valores de pressão e vazão do ponto B, onde o canal de distribuição principal se divide em dois ramos. Neste trecho temos

$$C \text{ real} = 22,63 \text{ m}$$

$$C \text{ eq} = 20,4 \text{ m}$$

$$C \text{ v} = 43,03 \text{ m}$$

A vazão do trecho é a soma das vazões dos esguichos de H1 e H2, logo:

$$Q = 200 + 203,49 = 403,49 \text{ l/min} = 0,00672 \text{ m}^3/\text{s}$$

A perda de carga distribuída do trecho, através da Equação 9, resulta em:

$$J = \frac{10,65 * 0,00672^{1,85}}{100^{1,85} * 0,065^{4,87}}$$

$$J = 0,123 \text{ m/m}$$

A perda de carga neste trecho é de:

$$\Delta P_b = J * C_v$$

$$\Delta P_b = 0,123 * 43,03$$

$$\Delta P_b = 5,29 \text{ mca}$$

Logo a pressão no ponto B, considerando apenas a parcela de hidrantes localizadas à sua direita, será de:

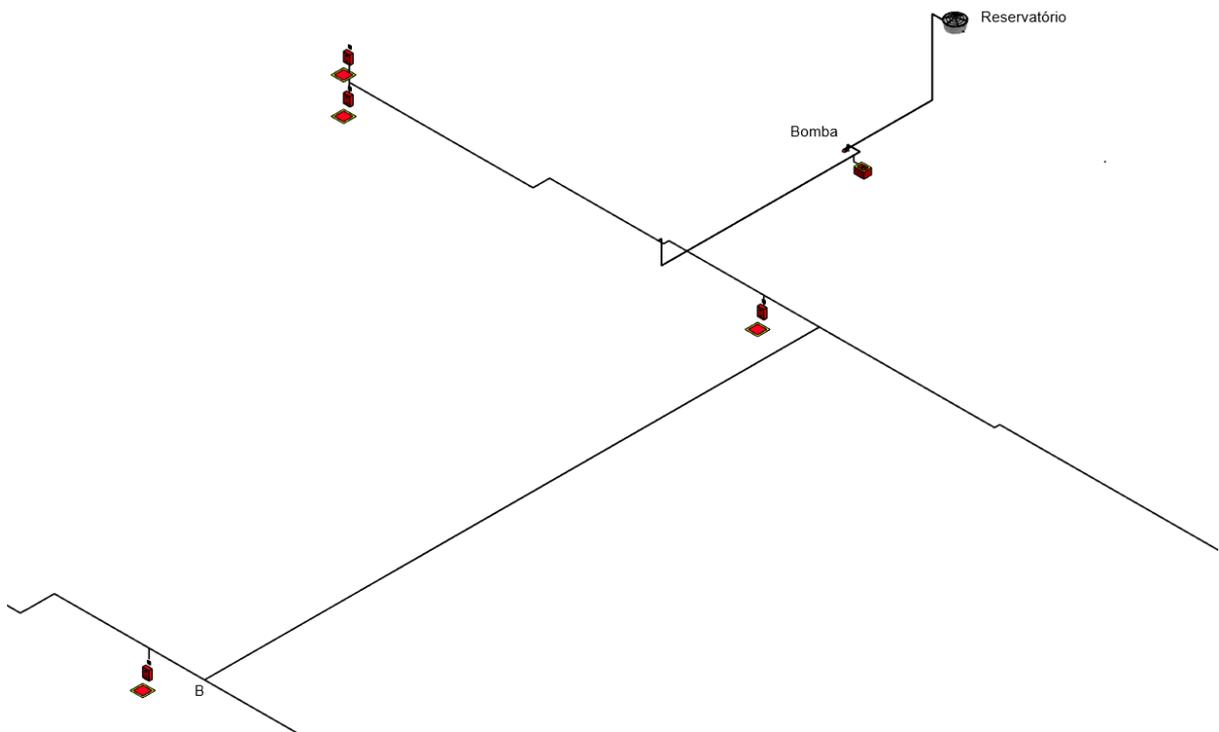
$$P_B = P_A + \Delta P_b$$

$$P_B = 42,373 + 5,29$$

$$P_B = 47,66 \text{ mca}$$

A Figura x indica a disposição do ponto B, da bomba e do reservatório.

Figura 29 - Disposição dos pontos do sistema de hidrante.



Fonte: A autora (2023)

Do ponto B até a bomba tem-se:

$$C_{\text{real}} = 16,34 + 39,68 + 4,97 + 8,61 + 0,57 + 0,41 + 0,19 + 2,01 + 17,44 + 0,45 + 1,01 = 91,74 \text{ m}$$

$$C_{\text{eq}} = \text{te lateral} + \text{te direto} + 2 \text{ joelho } 45 + \text{te lateral} + 2 \text{ joelho } 90 + \text{te direto} + 2 \text{ joelhos } 90 + \text{RG} = 17,1 \text{ m}$$

$$C_v = 108,84 \text{ m}$$

$$J = 0,123 \text{ m/m}$$

A perda de carga neste trecho é de:

$$\Delta P_{bomba} = J * C_v$$

$$\Delta P_{bomba} = 0,123 * 108,84$$

$$\Delta P_{bomba} = 13,39 \text{ mca}$$

A pressão de saída da bomba é de:

$$P_{Bomba} = P_B + \Delta P_{bomba}$$

$$P_{Bomba} = 47,66 + 13,39$$

$$P_{Bomba} = 61,05 \text{ mca}$$

Entre a bomba e o reservatório:

$$C_{\text{real}} = 15,48 \text{ m}$$

$$C_{\text{eq}} = 5,3 \text{ m}$$

$$C_v = 20,78 \text{ m}$$

Perda de carga no trecho entre bomba e reservatório:

$$H_p = J * C_v$$

$$H_p = 0,123 * 20,78$$

$$H_p = 2,52 \text{ mca}$$

Determina-se então o desnível geométrico entre o registro de ângulo do hidrante mais desfavorável (H1) e o fundo do reservatório:

$$H_g = 689,79 - 339,34 = 350,45 \text{ cm}$$

$$H_g = + 3,51 \text{ mca}$$

Altura manométrica total:

$$H_{m_{total}} = P_{bomba} + H_p + H_g$$

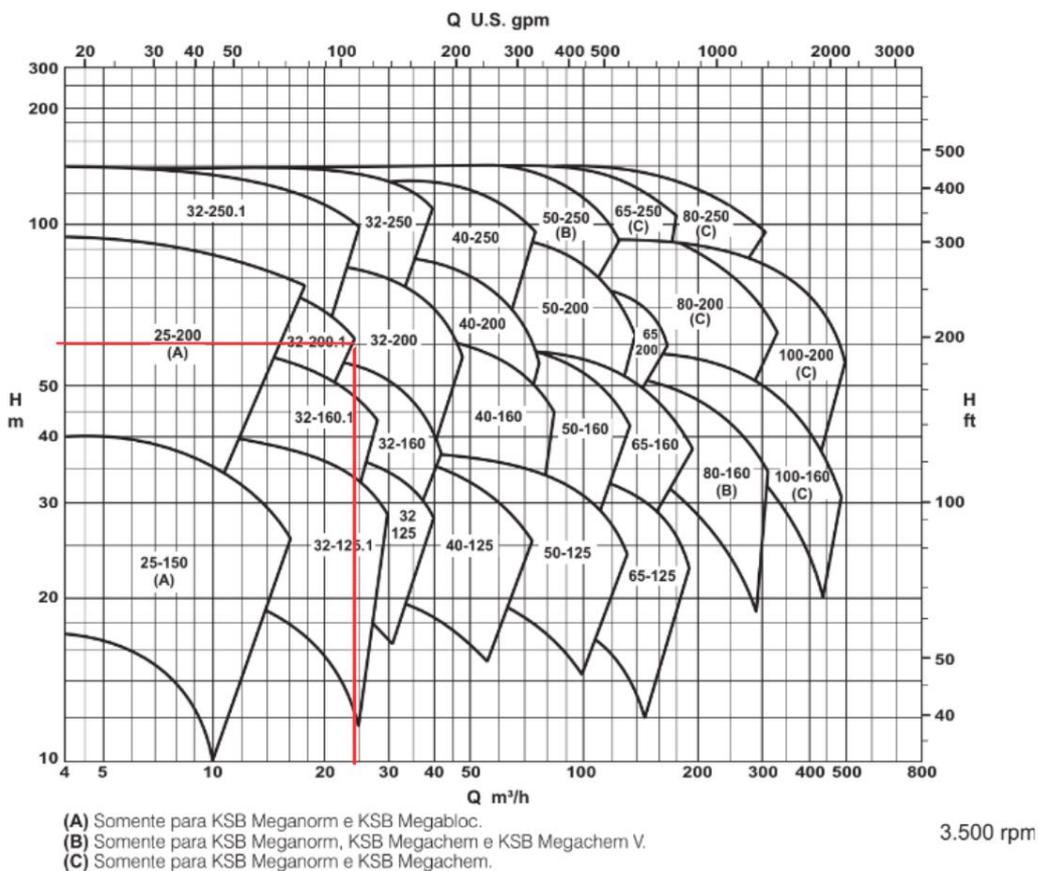
$$H_{m_{total}} = 61,05 + 2,52 + (-3,51) = 60,06 \text{ mca}$$

A etapa seguinte consiste em determinar a moto-bomba que atende o sistema, utilizando o manual da marca KSB.

Altura manométrica total = 60,06 mca

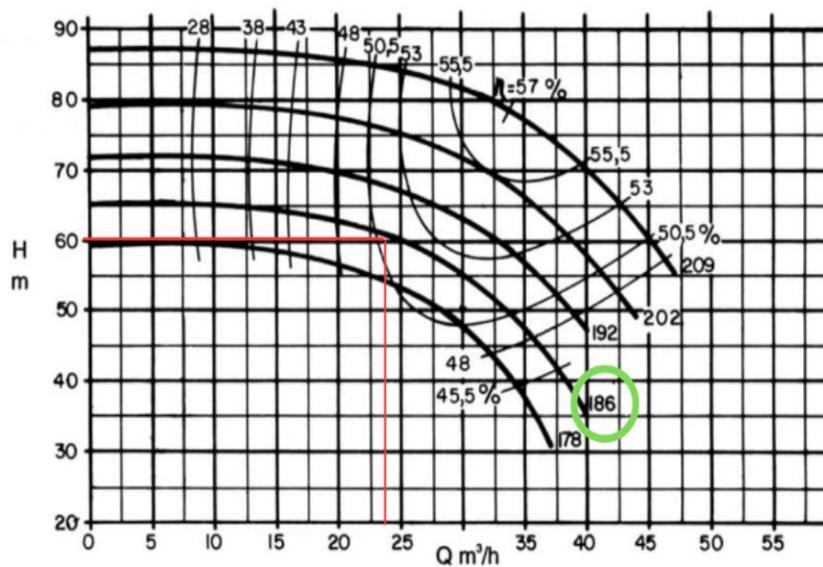
Vazão = 403,49 l/min = 24,21 m³/h

Figura 30 - Gráfico de determinação do modelo da bomba



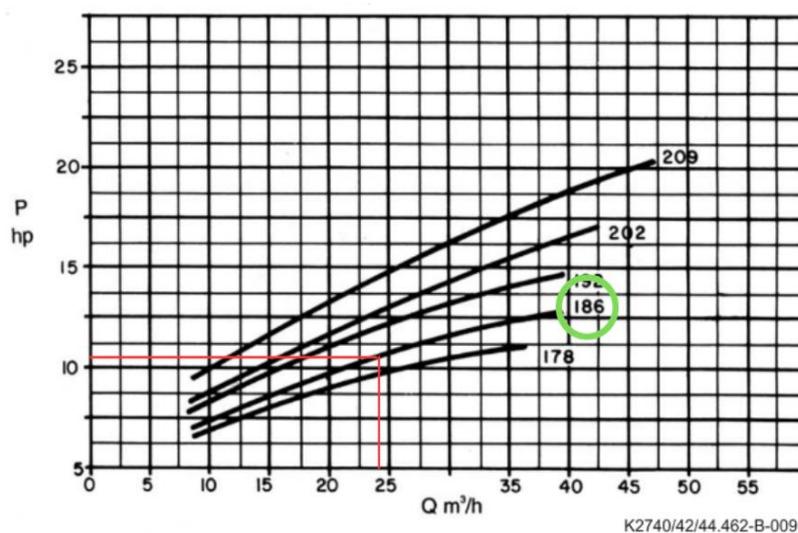
Fonte: Catálogo de moto-bombas KSB.

Figura 31 - Gráfico de determinação do diâmetro do rotor da bomba



Fonte: Catálogo de moto-bombas KSB.

Figura 32 - Gráfico para determinação da potência da bomba



Fonte: Catálogo de moto-bombas KSB.

Bomba determinada: modelo 32-200

Rotor determinado: 186 mm

Potência determinada: 10,7 cv

A bomba de pressurização (jockey) necessita de uma pressão de acionamento com 3,5 mca acima da pressão da bomba principal, com vazão de 1,2 m³/h.

$$H = 60,06 + 3,5 = 63,56 \text{ mca}$$

$$Q = 1,2 \text{ m}^3/\text{h}$$

Em resumo, as medidas adotadas para o sistema de hidrantes da edificação estão dispostas na tabela abaixo:

Tabela 33 - Resumo dos parâmetros para o sistema de hidrantes da edificação

Resumo dos parâmetros para sistema de hidrantes	
Tipo de sistema de hidrantes	Tipo 3
Diâmetro do esguicho	40 mm
Diâmetro da mangueira	40 mm
Comprimento da mangueira	30 m
Número de expedições por hidrante	Simples
Vazão mínima	200 l/min
Pressão mínima	10 mca
Diâmetro nominal da tubulação	65 mm
Material	Ferro fundido
	Marca: KSB
	Modelo: 32-200
	Rotor: 186 mm
Bomba de incêndio	Potência: 10,7 cv
	Q: 24,21 m ³ /h
	P: 6,1 kPa
Bomba de pressurização (jockey)	Q: 1,2 m ³ /h P: 6,36 kPa

Fonte: A autora (2023)

APÊNDICE B - DOCUMENTO ORIENTATIVO PARA ELABORAÇÃO DE PTPIDB

Apresentação

Este documento tem como objetivo auxiliar no desenvolvimento de projetos de prevenção contra incêndio e pânico (PPCIP) dentro das normas do Estado do Paraná. O documento foi desenvolvido em parceria com o PROJETEK, Escritório Modelo de Engenharia Civil pertencente a Universidade Estadual de Ponta Grossa. A iniciativa está presente também em diversas Universidades públicas do Paraná, e busca integrar acadêmicos e profissionais da Engenharia Civil e Arquitetura para elaboração de projetos de equipamentos públicos para municípios pequenos de sua região.

Figura 33 - PROJETEK



Fonte: Projetek (2023)

Fluxograma de etapas

Para elucidar o processo de elaboração do PPCIP de uma edificação, é necessário saber as etapas que precedem o projeto propriamente dito. Para isso, utiliza-se a edificação que compõe os blocos E e F da Universidade, porém o procedimento pode ser replicado para qualquer tipo de edificação.

Utiliza-se o Código de Segurança Contra Incêndio e Pânico do Paraná (CSCIP), documento fornecido pelo Corpo de Bombeiros do Paraná, disponível no seguinte link, na versão de 2018 (mais recente):

https://www.bombeiros.pr.gov.br/sites/bombeiros/arquivos_restritos/files/documento/2022-01/cscip - codigo de seguranca contra incendio e panico - 10-01.pdf

A) Classificação da edificação

A primeira classificação da edificação se dá através da ocupação do local. Todas as tabelas de classificação se encontram no anexo do CSCIP.

Figura 34 - Tabela de classificação das edificações (Tabela 1 do CSCIP)

Grupo	Ocupação/Uso	Divisão	Descrição	Exemplos
A	Residencial	A-1	Habitação unifamiliar	Casas térreas ou assobradadas (isoladas e não isoladas) e condomínios horizontais
		A-2	Habitação multifamiliar	Edifícios de apartamento em geral
		A-3	Habitação coletiva	Pensionatos, Internatos, alojamentos, mosteiros, conventos, residências geriátricas. Capacidade máxima de 16 leitos
B	Serviço de Hospedagem	B-1	Hotel e assemelhado	Hotéis, motéis, pensões, hospedarias, pousadas, albergues, casas de cômodos, divisão A-3 com mais de 16 leitos
		B-2	Hotel residencial	Hotéis e assemelhados com cozinha própria nos apartamentos (incluem-se <i>apart-hotéis</i> , <i>flats</i> , hotéis residenciais)
C	Comercial	C-1	Comércio com baixa carga de incêndio (até 300 MJ/m ²)	Artigos de metal, louças, artigos hospitalares e outros
		C-2	Comércio com média e alta carga de incêndio (acima de 300 MJ/m ²)	Edifícios de lojas de departamentos, magazines, amarrinhos, galerias comerciais, supermercados em geral, mercados e outros
		C-3	<i>Shopping centers</i>	Centro de compras em geral (<i>shopping centers</i>)
D	Serviço profissional	D-1	Local para prestação de serviço profissional ou condução de negócios	Escritórios administrativos ou técnicos, instituições financeiras (que não estejam incluídas em D-2), repartições públicas, cabeleireiros, centros profissionais, <i>call center</i> , <i>Lan house</i> e assemelhados
		D-2	Agência bancária	Agências bancárias e assemelhados
		D-3	Serviço de reparação (exceto os classificados em G-4)	Lavanderias, assistência técnica, reparação e manutenção de aparelhos eletrodomésticos, chaveiros, pintura de letreiros e outros
		D-4	Laboratório	Laboratórios de análises clínicas sem internação, laboratórios químicos, fotográficos e assemelhados
E	Educacional e cultura física	E-1	Escola em geral	Escolas de primeiro, segundo e terceiro graus, cursos supletivos e pré-universitário e assemelhados
		E-2	Escola especial	Escolas de artes e artesanato, de línguas, de cultura geral, de cultura estrangeira, escolas religiosas e assemelhados
		E-3	Espaço para cultura física	Locais de ensino e/ou práticas de artes marciais, natação, ginástica (artística, dança, musculação e outros) esportes coletivos (tênis, futebol e outros que não estejam incluídos em F-3), sauna, casas de fisioterapia e assemelhados. Sem arquibancadas.
		E-4	Centro de treinamento profissional	Escolas profissionais em geral

Fonte: Código de Segurança Contra Incêndio e Pânico do Paraná (2018)

Figura 35 - Continuação da tabela de classificação das edificações (Tabela 1 do CSCIP)

Grupo	Ocupação/Uso	Divisão	Descrição	Exemplos
E	Educativa e cultura física	E-5	Pré-escola	Creches, escolas maternas, jardins de infância
		E-6	Escola para portadores de necessidades especiais	Escolas para excepcionais, deficientes visuais e auditivos e assemelhados
F	Local de Reunião de Público	F-1	Local onde há objeto de valor inestimável	Museus, centro de documentos históricos, galerias de arte, bibliotecas e assemelhados
		F-2	Local religioso e velório	Igrejas, capelas, sinagogas, mesquitas, templos, cemitérios, crematórios, necrotérios, salas de funerais e assemelhados
		F-3	Centro esportivo e de exibição	Arenas em geral, estádios, ginásios, piscinas, rodeios, autódromos, sambódromos, pista de patinação e assemelhados. Todos com arquibancadas
		F-4	Estação e terminal de passageiro	Estações rodoferroviárias e marítimas, portos, metrô, aeroportos, heliponto, estações de transbordo em geral e assemelhados
		F-5	Arte cênica e auditório	Teatros em geral, cinemas, óperas, auditórios de estúdios de rádio e televisão, auditórios em geral e assemelhados
		F-6	Casas de shows	Casas de shows, casas noturnas, boates e assemelhados
		F-7	Construção provisória e eventos temporários	Eventos temporários, circos e assemelhados
		F-8	Local para refeição	Restaurantes, lanchonetes, bares, cafés, refeitórios, cantinas e assemelhados
		F-9	Recreação pública	Jardim zoológico, parques recreativos e assemelhados
		F-10	Exposição de objetos ou animais	Salões e salas para exposição de objetos ou animais. Edificações permanentes
F-11	Clubes sociais e diversão	Clubes em geral, restaurantes dançantes, clubes sociais, bingo, bilhares, clube de tiro, centro de eventos, boliche e assemelhados		

Fonte: Código de Segurança Contra Incêndio e Pânico do Paraná (2018)

De acordo com as Figuras 34 e 35, a edificação se classifica como mista, composta pelas seguintes classificações:

D-4 (Serviço profissional - laboratórios)

E-1 (Escolas em geral - salas de aula)

F-5 (Arte cênica e auditório - Anfiteatro do Bloco E)

Em seguida, é necessário classificar a edificação em relação à altura. A altura da edificação deve levar em conta apenas pavimentos com atividades ou permanência

humana constantes. Logo, o pavimento construído para abrigar somente a caixa d'água não deve ser computado. Sendo assim, a altura da edificação considerada é de 6 m.

Figura 36 - Classificação da edificação quanto a altura (Tabela 2 do CSCIP)

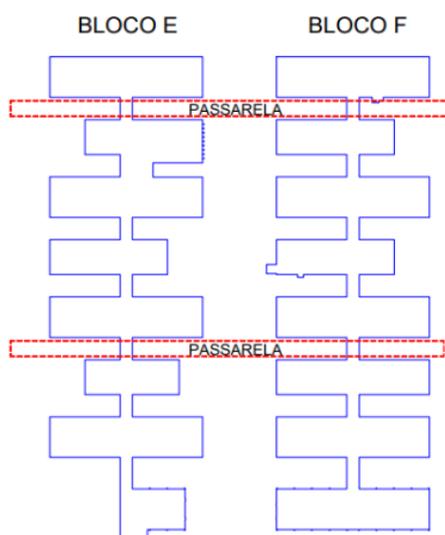
Tipo	Denominação	Altura
I	Edificação Térrea	Um pavimento
II	Edificação Baixa	$H \leq 6,00$ m
III	Edificação de Baixa-Média Altura	$6,00 \text{ m} < H \leq 12,00$ m
IV	Edificação de Média Altura	$12,00 \text{ m} < H \leq 23,00$ m
V	Edificação Mediamente Alta	$23,00 \text{ m} < H \leq 30,00$ m
VI	Edificação Alta	Acima de 30,00 m

Fonte: Código de Segurança Contra Incêndio e Pânico do Paraná (2018)

Segundo a Figura 36, a classificação da edificação quanto a altura é do Tipo II (Edificação baixa). Ainda que a grande maioria da sua área seja térrea, o caso mais desfavorável deve ser predominante.

A etapa seguinte é a classificação quanto a carga de incêndio. Um dado importante para esta etapa é a área total da edificação, que é dada pela soma das áreas dos blocos E e F, mais a área coberta que para a passagem de pedestres, entre um bloco e o outro, conforme o croqui da Figura

Figura 37 - Croqui dos blocos da edificação



Fonte: A autora (2023)

Área de cada divisão:

Grupo D-4: 488,5 m²

Grupo E-1: 6280,68 m²

Grupo F-5: 151,78 m²

Área total : 6920,96 m²

Tabela 34 - Cálculo da carga de incêndio média da edificação

Uso	Altura (CSCIP)	Carga de incêndio (MJ/m ²) (NPT 014)	Risco (CSCIP)	Área (m ²)	Potencial calorífico (MJ)	Carga de incêndio média (MJ/m ²)
E-1	Tipo I e II	300	Leve	6280,6	1884180	
F-5	Tipo I	600	Moderado	151,78	91068	
D-4	Tipo I e II	300	Leve	488,5	146550	306,58
Total				6920,96	2121798	

Fonte: A autora (2023)

$$Q_{\text{média}} = \frac{\text{Potencial calorífico total}}{\text{Área total}} \quad (\text{Equação 2})$$

$$Q_{\text{média}} = \frac{2121798}{6920,96} = 306,58 \text{ MJ/m}^2$$

Figura 38 - Classificação das edificações e áreas de risco quanto a carga de incêndio

Risco	Carga de incêndio MJ/m ²
Leve	até 300MJ/m ²
Moderado	Acima de 300 até 1.200MJ/m ²
Elevado	Acima de 1.200MJ/m ²

Fonte: Código de Segurança contra Incêndio e Pânico do Corpo de Bombeiros do Paraná (2018).

Segundo a Figura 38 o risco considerado para a edificação é médio (300 até 1200 MJ/m²).

A última classificação da edificação é acerca da época de sua construção. Essa etapa somente se aplica em edificações existentes, devendo seguir indicações da NPT 002. Em edificações novas, é necessário seguir apenas o código atual.

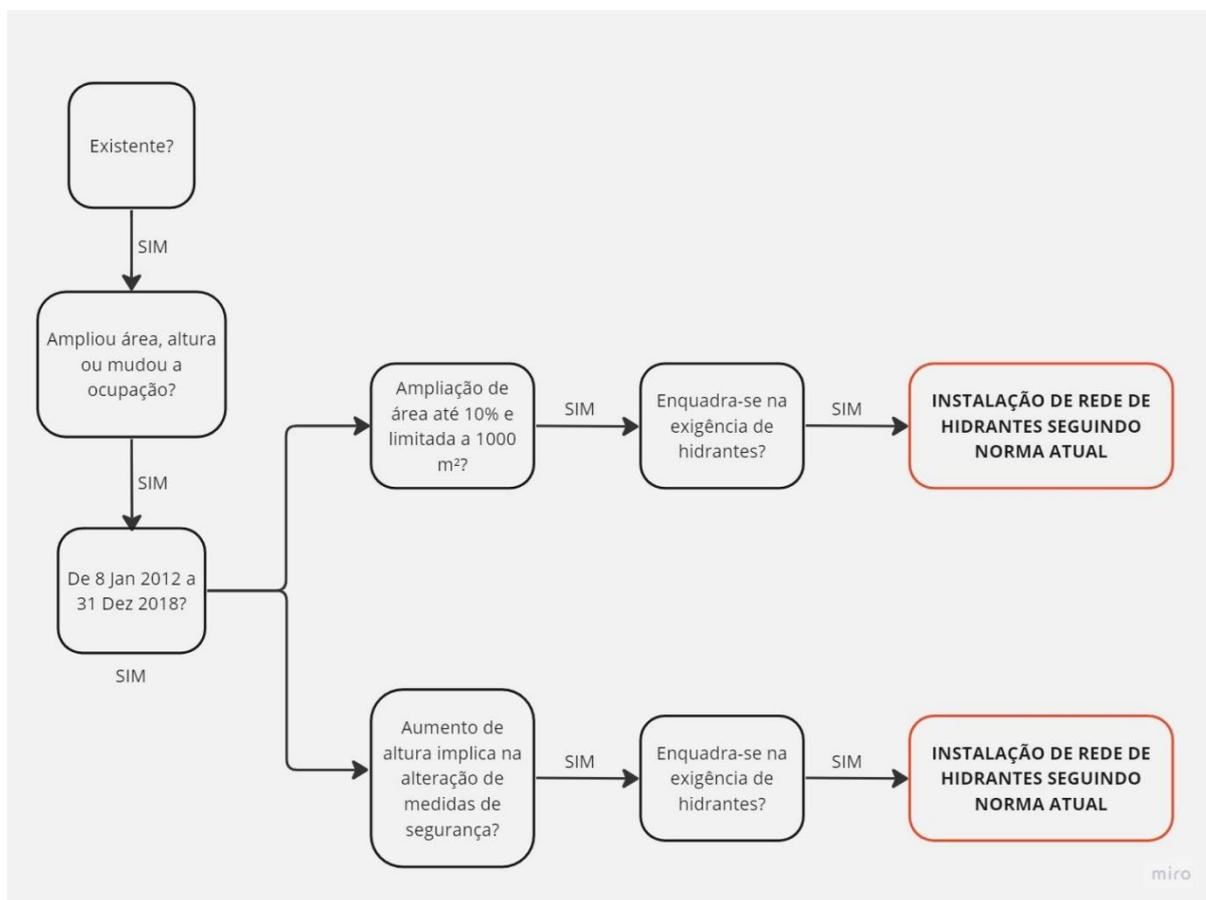
Figura 39 - Classificação da edificação de acordo com a data de construção (Tabela 4 do CSCIP)

Tipo	Período	Exigências
Antiga	Até 1975	NPT 002 e CPI/CB de 2001
Existente tipo 1	De 1976 até 7 Jan 2012	
Existente tipo 2	De 8 Jan 2012 até 31 Dez 2018	NPT 002 e CSCIP vigente à época

Fonte: Código de Segurança contra Incêndio e Pânico do Corpo de Bombeiros do Paraná (2018).

A edificação em estudo passou por reformas em diversas épocas, resultando em aumento de áreas e de alturas. A NPT 002 traz algumas exigências para edificações antigas que passam por reformas, adaptadas para o caso em estudo na Figura 40.

Figura 40 - Exigências para a edificação conforme NPT 002



Fonte: Adaptado de NPT 002 – Adaptação às normas de segurança contra incêndio – Edificações existentes e antigas (2020)

A edificação já se enquadrava na exigência de hidrantes antes mesmo das reformas de ampliação, devido ao grande porte da construção desde sua fase inicial. Portanto, as medidas exigidas no Código atual deverão ser implementadas na edificação sem adaptações.

Para as classificações de ocupação determinadas, utiliza-se as seguintes tabelas do CSCIP para determinar as medidas de segurança necessárias.

Figura 41 - Exigências para edificações do Grupo “D”

TABELA 6D

EXIGÊNCIAS PARA EDIFICAÇÕES DO GRUPO “D”
 RL - ÁREA SUPERIOR A 1.500m² E/OU ALTURA SUPERIOR A 9,0m
 RM / RE - ÁREA SUPERIOR A 1.000m² E/OU ALTURA SUPERIOR A 6,0m

Grupo de Ocupação e Uso	GRUPO D – SERVIÇOS PROFISSIONAIS					
Divisão	D-1, D-2, D-3 e D-4					
Medidas de Segurança contra Incêndio	Classificação quanto à altura (em metros)					
	Térrea	H ≤ 6	6 < H ≤ 12	12 < H ≤ 23	23 < H ≤ 30	Acima de 30
Acesso de Viatura na Edificação	X	X	X	X	X	X
Segurança Estrutural contra Incêndio	X	X	X	X	X	X
Compartimentação Horizontal (áreas)	X ¹	X ¹	X ¹	X ²	X ²	X
Compartimentação Vertical	-	-	-	X ^{6,7}	X ³	X ⁸
Controle de Materiais de Acabamento	X	X	X	X	X	X
Saídas de Emergência	X	X	X	X	X	X ⁵
Plano de Emergência	-	-	-	-	-	X ⁴
Iluminação de Emergência	X	X	X	X	X	X
Deteção de Incêndio	-	-	-	-	-	X
Alarme de Incêndio	X	X	X	X	X	X
Sinalização de Emergência	X	X	X	X	X	X
Extintores	X	X	X	X	X	X
Hidrante e Mangotinhos	X	X	X	X	X	X
Chuveiros Automáticos	-	-	-	-	-	X
Controle de Fumaça	-	-	-	-	-	X ⁴

NOTAS ESPECÍFICAS:

1 - Pode ser substituída por sistema de chuveiros automáticos;

Fonte: Código de Segurança contra Incêndio e Pânico do Corpo de Bombeiros do Paraná (2018).

Figura 42 - Exigências para edificações do Grupo “E”

TABELA 6E
EXIGÊNCIAS PARA EDIFICAÇÕES DO GRUPO “E”
 RL - ÁREA SUPERIOR A 1.500m² E/OU ALTURA SUPERIOR A 9,0m
 RM / RE - ÁREA SUPERIOR A 1.000m² E/OU ALTURA SUPERIOR A 6,0m

Grupo de Ocupação e Uso	GRUPO E – EDUCACIONAL E CULTURAL					
Divisão	E-1, E-2, E-3, E-4, E-5 e E-6					
Medidas de Segurança contra Incêndio	Classificação quanto à altura (em metros)					
	Térrea	H ≤ 6	6 < H ≤ 12	12 < H ≤ 23	23 < H ≤ 30	Acima de 30
Acesso de Viatura na Edificação	X	X	X	X	X	X
Segurança Estrutural contra Incêndio	X	X	X	X	X	X
Compartimentação Vertical	-	-	-	X ¹	X ¹	X ²
Controle de Materiais de Acabamento	X	X	X	X	X	X
Saídas de Emergência	X	X	X	X	X	X ³
Plano de Emergência	-	-	-	-	X	X
Brigada de Incêndio	X ⁵	X ⁵	X ⁵	X ⁵	X ⁵	X ⁵
Iluminação de Emergência	X	X	X	X	X	X
Deteção de Incêndio	-	-	-	-	X	X
Alarme de Incêndio	X	X	X	X	X	X
Sinalização de Emergência	X	X	X	X	X	X
Extintores	X	X	X	X	X	X
Hidrante e Mangotinhos	X	X	X	X	X	X
Chuveiros Automáticos	-	-	-	-	-	X
Controle de Fumaça	-	-	-	-	-	X ⁴

NOTAS ESPECÍFICAS

5 - Brigada de incêndio exigida apenas para as divisões E5 e E6

Fonte: Código de Segurança contra Incêndio e Pânico do Corpo de Bombeiros do Paraná (2018).

Figura 43 - Exigências para edificações do Grupo “F-5”

TABELA 6F.3
EXIGÊNCIAS PARA EDIFICAÇÕES DO GRUPO “F” - DIVISÃO “F-5”, “F-6”, “F-8” E “F-11”
 RL - ÁREA SUPERIOR A 1.500m² E/OU ALTURA SUPERIOR A 9,0m
 RM / RE - ÁREA SUPERIOR A 1.000m² E/OU ALTURA SUPERIOR A 6,0m

Grupo de Ocupação e Uso	GRUPO F – LOCAIS DE REUNIÃO DE PÚBLICO									
	F-5, F-6 e F-11						F-8 e F-11			
Divisão	Classificação quanto à altura (em metros)						Classificação quanto à área			
	Térrea	H ≤ 6	6 < H ≤ 12	12 < H ≤ 23	23 < H ≤ 30	Acima de 30	Térrea	H ≤ 6	6 < H ≤ 12	12 < H ≤ 23
Acesso de Viatura na Edificação	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Segurança Estrutural contra Incêndio	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Compartimentação Horizontal (áreas)	X ¹	X ¹	X ¹	X ¹	X	X	-	-	-	X
Compartimentação Vertical	-	-	-	X ²	X ²	X	-	-	-	X
Controle de Materiais de Acabamento	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Saídas de Emergência	X	X	X	X	X	X ⁵	X	X	X	X
Plano de Emergência	X ⁴	X ⁴	X ⁴	X ⁴	X ⁴	X ⁴	X ⁴	X ⁴	X ⁴	X
Brigada de Incêndio	X ⁹	X ⁹	X ⁹	X ⁹	X ⁹	X ⁹	X ⁹	X ⁹	X ⁹	X
Iluminação de Emergência	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Deteção de Incêndio	X ³	X ³	X ³	X	X	X	-	-	-	X
Alarme de Incêndio	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Sinalização de Emergência	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Extintores	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Hidrante e Mangotinhos	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Chuveiros Automáticos	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-
Controle de Fumaça	X ^{7,8}	X ^{7,8}	X ^{7,8}	X ^{7,8}	X ^{7,8}	X ^{6,7,8}	-	-	-	-

NOTAS ESPECÍFICAS:

1 - Pode ser substituída por sistema de deteção de incêndio e chuveiros automáticos;

2 - Pode ser substituída por sistema de controle de fumaça, detecção de incêndio e chuveiros automáticos; exceto para as compartimentações das fachadas e selagens dos shafts e dutos de instalações;

3 - Para os locais onde haja carga de incêndio como depósitos, escritórios, cozinhas, pisos técnicos, casa de máquinas etc. e nos locais de reunião onde houver teto ou forro falso com revestimento combustível;

4 - Somente para locais com público acima de 500 pessoas;

5 - Deve haver Elevador de Emergência para altura maior que 60 m;

6 - Acima de 60 metros de altura;

7 - Exigido sistema de exaustão de fumaça em conformidade com a NPT 015, parte 6 item 13.2 para lotação superior a 500 pessoas na Divisão F-6;

8 - Exigido para lotação superior a 1000 pessoas para Divisão F-6.

9 - Exigido apenas para divisões F6 e F11

Fonte: Código de Segurança contra Incêndio e Pânico do Corpo de Bombeiros do Paraná (2018).

Em resumo, as medidas de segurança exigidas para a edificação estão dispostas na Tabela 32, junto com a descrição de sua existência e atendimento às normas.

Tabela 35 - Medidas de segurança exigidas para a edificação em estudo

Medida de segurança	Existe?	Atende a segurança?
Acesso de viatura na edificação e áreas de risco	SIM	SIM
Segurança estrutural contra incêndio	SIM	NÃO
Compartimentação horizontal	NÃO	NÃO
Controle de materiais de acabamento	NÃO	NÃO
Saídas de emergência	SIM	NÃO
Iluminação de emergência	SIM	NÃO
Alarme de incêndio	NÃO	NÃO
Sinalização de emergência	SIM	NÃO
Extintores	SIM	NÃO
Hidrantes	NÃO	NÃO

Fonte: A autora (2023)

Os passos seguintes consistem em determinar o que cada medida exige para a edificação, e todo procedimento está nos resultados deste trabalho. Para novas edificações, não há necessidade de analisar mudanças em medidas, visto que ainda não existem e serão dimensionadas corretamente desde o início.

APÊNDICE C - PROJETOS DE PREVENÇÃO DE INCÊNDIO