

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS TECNOLÓGICAS
CURSO DE FORMAÇÃO DE OFICIAIS BOMBEIRO MILITAR

LAÉCIO GIL COELHO SANTOS
RODRIGO LIMA DE SOUSA

SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO E PÂNICO: proposta de Intervenção no
Restaurante Universitário da UEMA (Campus Paulo VI)

São Luís
2017

LAÉCIO GIL COELHO SANTOS
RODRIGO LIMA DE SOUSA

SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO E PÂNICO: proposta de Intervenção no
Restaurante Universitário da UEMA (Campus Paulo VI)

Proposta apresentada ao Curso de Formação de Oficiais Bombeiro Militar da Universidade Estadual do Maranhão, como requisito para obtenção do título de Bacharel em Segurança Pública e do Trabalho.

Orientador: Capitão QOCBM Wellington **Nadson**
Furtado Durans

São Luís
2017

Santos, Laécio Gil Coelho.

Segurança contra incêndio e pânico: proposta de intervenção no Restaurante Universitário da UEMA (Campus Paulo VI) / Laécio Gil Coelho Santos e Rodrigo Lima de Sousa. – São Luís, 2017.

162 f.

Proposta (Graduação) – Curso de Formação de Oficiais- Bombeiro, Universidade Estadual do Maranhão, 2017.

Orientador: Cap. QOCBM Wellington Nadson Furtado Durans.

1. Intervenção. 2. Segurança. 3. Incêndio. 4. Pânico. I. Título

CDU 614.84:640.432(812.1)

LAÉCIO GIL COELHO SANTOS

RODRIGO LIMA DE SOUSA

**SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO E PÂNICO: proposta de Intervenção no
Restaurante Universitário da UEMA (Campus Paulo VI)**

Proposta apresentada ao Curso de Formação de Oficiais Bombeiro Militar da Universidade Estadual do Maranhão, como requisito para obtenção do título de Bacharel em Segurança Pública e do Trabalho.

Aprovada em ___/___/___

BANCA EXAMINADORA

Wellington Nadson Furtado Durans (Orientador)

Capitão QOCBM

Wellington Cardoso da Silva

2.º Tenente QOCBM

Prof. Dr. Fernando Lima de Oliveira

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, pelo dom da vida e por sempre ter me dado força para que eu jamais desistisse dos meus objetivos.

A UEMA, por propiciar um ensino de qualidade nesses três anos de curso.

Aos meus pais, José Bonifácio e Maria Cantanhede, por sempre estarem comigo e me propiciarem uma boa educação.

Aos meus irmãos, Glauton, Jefferson e Lucileia, por serem exemplos de perseverança e pelo auxílio nas horas difíceis.

A minha Senhora, por não ter me deixado sozinho frente às pessoas que me quisessem mal.

Ao orientador deste trabalho de conclusão de curso, o Capitão QOCBM Wellington **Nadson** Furtado Durans, por ter contribuído com ideias e conhecimento prático adquirido na DAT, sempre optando por inserir na proposta sugestões que observassem as prescrições legais.

Às pessoas que, de modo direto ou indireto, contribuíram para que este trabalho fosse desenvolvido da forma mais criteriosa e científica possível.

Laécio Gil Coelho Santos

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar a Deus que, durante toda a minha vida, sempre esteve ao meu lado iluminando meus caminhos.

A UEMA, pelo ensino de qualidade durante os três anos de formação.

Aos meus pais, Francisco Alves e Maria Helena, pelas sábias palavras nos momentos de dificuldade e pelo empenho na concretização dos meus objetivos.

Ao meu irmão, Ricardo Lima, pela confiança em mim depositada.

Aos meus amigos, Felipe e Dinho, pelo incentivo e apoio durante todos os anos de amizade não permitindo que desistisse dos meus objetivos.

Ao nosso orientador, capitão QOCBM Wellington **Nadson** Furtado Durans, por ter nos ajudado com críticas e sugestões de maneira paciente e atenciosa desde o início até o final da elaboração deste trabalho.

Rodrigo Lima de Sousa

“Nas grandes batalhas da vida, o primeiro passo para a vitória é o desejo de vencer!”

Mahatma Gandhi

RESUMO

Este trabalho visa apresentar a necessidade de intervenção no Restaurante Universitário da Universidade Estadual do Maranhão (Campos Paulo VI) no que tange a segurança contra incêndio e pânico. Foram propostas sugestões de melhorias, adequações e dimensionamento correto dos dispositivos protetivos exigidos para a edificação por meio da elaboração de um projeto de combate a incêndio e pânico, baseado na legislação estadual, normas técnicas e normas brasileiras, as quais são os instrumentos balizadores da atividade técnica de segurança contra incêndio no Maranhão. O entendimento por parte dos projetistas, de como se processa um incêndio, foi essencial para garantir que fossem adotadas medidas necessárias referentes à segurança física das instalações por meio de um projeto bem elaborado que vise restringir ao máximo a probabilidade de sinistro, garantindo, dessa forma, a preservação da vida dos usuários da edificação (fixa e flutuante), bem como a minimização da propagação do fogo e a redução dos danos materiais. Além disso, no intuito de reunir as informações necessárias para estabelecer o diagnóstico da situação da segurança e saúde no trabalho dos funcionários do Restaurante Universitário, elaborou-se o mapeamento de riscos elencando os principais riscos encontrados (físicos, químicos, biológicos, ergonômicos e de acidente) na edificação e os representando em planta por meio da simbologia adequada.

Palavras-chave: Intervenção; Segurança; Incêndio; Pânico.

ABSTRACT

This work aims to present the need for intervention in the Restaurant University of the State University of Maranhão (Campos Paulo VI) regarding safety against fire and panic. Proposals for improvements, adequacies and correct design of the protective devices required for the construction were proposed by means of the elaboration of a fire and panic project, based on the state legislation, technical norms and Brazilian standards, which are the instruments that validate the activity Fire safety technique in Maranhão. The designers' understanding of how a fire is carried out was essential to ensure that necessary measures were taken regarding the physical safety of the installations by means of a well-designed project aimed at limiting the probability of loss to the maximum, thus guaranteeing , Preserving the life of building users (fixed and floating), as well as minimizing the spread of fire and reducing material damage. In addition, in order to gather the necessary information to establish the diagnosis of the occupational health and safety situation of the employees of the University Restaurant, the risk mapping was elaborated listing the main risks (physical, chemical, biological, ergonomic and Accident) in the building and representing them in plan by means of the appropriate symbology.

Keywords: Intervention; Safety; Fire; Panic.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	– Triângulo do fogo.....	do	27
Figura 2	– Tetraedro do fogo.....		27
Figura 3	– Tipos de guarda-corpos.....		37
Figura 4	– Altura e largura de degrau.....		38
Figura 5	– Comprimento do patamar.....		38
Figura 6	– Porta corta-fogo e barra antipânico.....		39
Figura 7	– Sinalização de Orientação e Salvamento.....		46
Figura 8	– Sinalização de alerta.....		46
Figura 9	– Sinalização de proibição.....		46
Figura 10	– Sinalização de equipamentos de combate a incêndio e alarme.....		47
Figura 11	– Sinalização complementar.....		47
Figura 12	– Bloco autônomo bivolt de bateria recarregável.....		54
Figura 13	– Bloco autônomo (luz de emergência com LEDs)		54
Figura 14	– Grupo motogerador		55
Figura 15	– Indicação em planta baixa de instalações de pontos de luz para iluminação de emergência, em tetos ou paredes (h=altura de instalação em relação a determinado piso)		56
Figura 16	– Vista lateral de instalação de ponto de luz de iluminação de emergência em escada (h1 e h2 são alturas de instalação em relação aos desníveis provocados pela escada)		56

	
Figura 17	– Extintores de incêndio.....	57
Figura 18	– Componentes de um SPDA.....	72
Figura 19	– Área de proteção de um SPDA.....	76
Figura 20	– Dimensionamento pelo método de Franklin.....	76
Figura 21	– Restaurante Universitário.....	85
Figura 22	– Localização geográfica do Restaurante Universitário.....	86
Figura 23	– Planta baixa do Restaurante Universitário.....	90
Figura 24	– Porta principal de acesso ao Restaurante Universitário.....	95
Figura 25	– Escada Principal do Restaurante Universitário.....	96
Figura 26	– Escada Auxiliar do Restaurante Universitário.....	96
Figura 27	– Rampa do Restaurante Universitário.....	97
Figura 28	– Croqui descritivo da Área do Restaurante Universitário.....	102
Figura 29	– Central de GLP do Restaurante Universitário.....	103
Figura 30	– Corrimão e guarda-corpos.....	127

Figura 31	– Alturas de guarda-corpo e corrimão em escadas.....	128
Figura 32	– Croqui de edificação.....	154
Figura 33	– Raio de proteção pelo método de Franklin.....	157

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	– Classificação das edificações quanto às suas dimensões em planta.....	31
Tabela 2	– Classificação das edificações quanto à altura.....	32
Tabela 3	– Características construtivas da edificação.....	40
Tabela 4	– Distâncias máximas percorridas.....	41
Tabela 5	– Dados para dimensionamento de rotas de fuga.....	42
Tabela 6	– Identificação de placas em planta baixa.....	49

Tabela 7	– Dimensões das placas de sinalização.....	50
Tabela 8	– Altura mínima das letras em placas de sinalização em função da distância de leitura.....	51
Tabela 9	– Capacidade extintora mínima em função da carga de agente extintor.....	60
Tabela 10	– Área máxima protegida por unidade extintora em função da classe de risco.....	61
Tabela 11	– Capacidade extintora e distância máxima percorrida.....	62
Tabela 12	– Tipos de sistemas.....	63
Tabela 13	– Tabela de parâmetros técnicos.....	64
Tabela 14	– Fator “C” de Hazen-Williams.....	65
Tabela n1	– Fator de ocupação da estrutura.....	68
Tabela n2	– Fator de construção da estrutura.....	69
Tabela n3	– Fator de conteúdo e efeitos indiretos da estrutura.....	69
Tabela n4	– Fator de localização da estrutura.....	69
Tabela n5	– Fator de topografia e região da estrutura.....	69
Tabela 15	– Efeitos das descargas atmosféricas de acordo com as estruturas nas quais incidem.....	70
Tabela 16	– Níveis de proteção contra descargas atmosféricas.....	72
Tabela 17	– Valores típicos de distância entre os condutores de descida e entre os anéis condutores de acordo com a classe de SPDA....	73
Tabela 18	– Material, configuração e área de seção mínima dos condutores de captação, haste captoras e condutores de descidas.....	73

Tabela 19	– Material, configuração e dimensões mínimas de eletrodo de aterramento.....	74
Tabela 20	– Valores máximos dos raios da esfera rolante, tamanho da malha e ângulo de proteção correspondentes a classe do SPDA.....	77
Tabela 21	– Afastamentos de recipientes estacionários.....	79
Tabela 22	– Colocação de extintores.....	79
Tabela 23	– Riscos ambientais.....	82
Tabela 24	– Quadro com representação dos riscos.....	83
Tabela 25	– Características construtivas do restaurante universitário.....	88
Tabela 26	– Quadro descritivo dos riscos ambientais encontrados no Restaurante Universitário.....	91
Tabela 27	– Percentual de cálculo para composição da brigada de incêndio.....	104
Tabela 28	– Classificação das edificações quanto a ocupação ou uso.....	116
Tabela 29	– Número mínimo de saídas e tipos de escada de emergência por ocupação.....	120

LISTA DE SIGLAS

ABNT	–	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABMJM	–	Academia de Bombeiros Militar “Josué Montello”
ASCOM	–	Assessoria de Comunicação
BS	–	British Standard
CBMDF	–	Corpo de Bombeiro Militar do Distrito Federal
CF	–	Constituição Federal
CFO	–	Curso de Formação de Oficiais
CBMDF	–	Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal
CBMMA	–	Corpo de Bombeiros Militar do Maranhão
COSCIP	–	Código de Segurança Contra Incêndio e Pânico
FESM	–	Federação de Escolas Superiores do Maranhão
GLP	–	Gás Liquefeito de Petróleo
IACS	–	International Annealed Copper Standard
ISO	–	International Organization for Standardization
IT	–	Instrução Técnica
MG	–	Minas Gerais
NFPA	–	National Fire Protection Association
NT	–	Norma técnica
NBR	–	Normas Brasileiras de Regulamentação
NR	–	Norma Regulamentadora
PCF	–	Porta Corta-Fogo
PDI	–	Plano de Desenvolvimento Institucional
QOCBM	–	Quadro de Oficiais Combatentes Bombeiro Militar
RJ	–	Rio de Janeiro
RS	–	Rio Grande do Sul
RTI	–	Reserva Técnica de Incêndio
RU	–	Restaurante Universitário
SESMT	–	Serviço Especializado em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho
SP	–	São Paulo
SPDA	–	Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas
UEMA	–	Universidade Estadual do Maranhão

LISTA DE SÍMBOLOS

m	–	Metro
cm	–	Centímetro
mm	–	Milímetro
h	–	Hora
min	–	minuto
s	–	segundo
m/min	–	metro por minuto
m ²	–	metro quadrado
MJ/m ²	–	mega joule por metro quadrado
Kcal/m ²	–	quilocaloria por metro quadrado
L	–	Litro
Kg	–	kilograma
cv	–	Cavalo-vapor
mca	–	metros de coluna d'água
%	–	porcentagem
≤	–	menor ou igual
≥	–	maior ou igual
<	–	menor
>	–	Maior

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	20
2 OBJETIVOS	22
2.1 Objetivo Geral	22
2.2 Objetivos Específicos	22
3 JUSTIFICATIVA	23
4 METODOLOGIA	25
5 ASPECTOS DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO E PÂNICO	27
5.1 Generalidades sobre o fogo e incêndio	27
5.2 Classificação das edificações	31
5.3 Medidas de proteção contra incêndio em uma edificação	34
5.3.1 Saídas de emergência	37
5.3.1.1 Escadas	38
5.3.1.2 Porta corta-fogo	40
5.3.1.3 Barra antipânico	40
5.3.1.4 Métodos de dimensionamento	41
5.3.2 Sistema de sinalização de emergência	46
5.3.2.1 Sinalização básica	47
5.3.2.2 Sinalização complementar	48
5.3.2.3 Cores empregadas nas placas de sinalização	49
5.3.2.4 Pictogramas e cores de contraste	49
5.3.2.5 Cores de segurança	50
5.3.2.6 Projeto de sinalização de emergência	50
5.3.2.7 Dimensões básicas das placas	51
5.3.2.8 Altura das letras empregadas na sinalização de emergência	52
5.3.3 Sistema de iluminação de emergência	53
5.3.4 Sistema de extintores de incêndio	58
5.3.4.1 Tipos de agente extintor	59
5.3.4.2 Unidade extintora	61
5.3.4.3 Capacidade extintora	62
5.3.4.4 Localização dos extintores	62
5.3.4.5 Dimensionamento do sistema de extintores	62

5.3.5 Sistema de Hidrantes	64
5.3.6 Sistema de proteção contra descargas atmosféricas.....	68
5.3.7 Central de GLP	79
5.3.8 Brigada de incêndio.....	81
5.3 Mapeamento de riscos laborais	81
6 PROPOSTA DE INTERVENÇÃO NO RESTAURANTE UNIVERSITÁRIO DA UEMA (CAMPUS PAULO VI)	85
6.1 Restaurante Universitário	85
6.1.1 Histórico do Restaurante Universitário	86
6.1.2 Aspectos Físicos	87
6.1.3 Aspectos Humanos	92
6.1.4 Aspectos construtivos: discriminação de riscos no Restaurante Universitário	93
6.2 Segurança Contra Incêndio e Pânico: dimensionamento, adequação e instalação de dispositivos protetivos.....	96
6.2.1 Rotas de Fuga.....	97
6.2.2 Sinalização de Emergência.....	101
6.2.3 Iluminação de Emergência.....	101
6.2.4 Extintores	101
6.2.5 Hidrantes.....	102
6.2.6 SPDA	103
6.2.7 GLP	105
6.2.8 Brigadistas	106
7 RESULTADOS ESPERADOS	108
7.1 Importância da proposta para a sociedade universitária (UEMA).....	108
7.2 Importância da proposta para os trabalhadores do RU	109
7.3 Importância da proposta para o Meio Ambiente	110
7.4 Importância da proposta para o CBMMA.....	111
8 CONSIDERAÇÕES FINAIS	112
REFERÊNCIAS.....	114
ANEXO A – CLASSIFICAÇÃO DAS EDIFICAÇÕES QUANTO A OCUPAÇÃO OU USO	118
ANEXO B – NÚMERO MÍNIMO DE SAÍDAS E TIPOS DE ESCADA DE EMERGÊNCIA POR OCUPAÇÃO	122

APÊNDICE I - ADAPTAÇÕES DOS ELEMENTOS COMPONENTES DAS ROTAS DE SAÍDA SEGUNDO A NBR 9077	124
APÊNDICE II - MEMORIAL DESCRITIVO DE PROTEÇÃO CONTRA INCÊNDIO E PÂNICO	135
APÊNDICE III – PLANTAS DE PROTEÇÃO CONTRA INCÊNDIO	160
APÊNDICE IV – MAPA DE RISCO	161
APÊNDICE V – ORÇAMENTO GENÉRICO DOS DISPOSITIVOS PROTETIVOS	162

1 INTRODUÇÃO

A preocupação do homem com o fogo existe desde a pré-história, quando o mesmo descobriu o fogo proveniente da natureza e depois aprendeu a controlá-lo. Sua utilização o ajudou – desde os primórdios - na fundição de metais para fazer seus instrumentos de caça, no preparo de alimentos e geração de vapor. Contudo, o grande problema acontece quando o fogo foge do controle humano, o que gera perdas irreparáveis, como por exemplo vidas e patrimônio.

Por conta das vidas que podem ser ceifadas, a Segurança Contra Incêndio e Pânico é um assunto abordado em todo o mundo, isso se dá ainda pelas enormes catástrofes já ocorridas envolvendo o fogo em estágio descontrolado (incêndio).

Nesse contexto, a revista Exame (2017) elencou os maiores incêndios ocorridos no Brasil: Tragédia do Gran Circus Norte-Americano (RJ, 1961); Edifício Joelma (SP, 1974); Lojas Renner (RS, 1976); Edifício Andorinha (RJ, 1986); Edifício Grande Avenida (SP, 1981); Edifício Andraus (SP, 1972); Creche Uruguaiana (RS, 2000); Show no Canecão Mineiro (MG, 2001); e, mais recentemente, o incêndio na Boate Kiss (RS, 2013).

Em linha conjunta, mesmo havendo um histórico recente de grandes incêndios e tendo o país crescido substancialmente no que toca às construções verticais e horizontais, ainda existe um descompasso para com a adequação das edificações às medidas protetivas contra incêndio e pânico.

A inexistência de adequações (meios resistentes ao fogo) impossibilita que as edificações reajam ativa e passivamente quando da ocorrência de incêndio. Isso prejudica de certa forma o Corpo de Bombeiros, que ao chegar no local do sinistro já encontra a situação em estágio avançado.

Diante disso, fala-se que o Restaurante Universitário da UEMA é uma construção antiga (cerca de 30 anos), a qual, ao longo dos anos, acompanhou o crescimento físico da instituição, fazendo modificações em sua estrutura física e adequações significativas em suas compartimentações. Contudo, ao crescimento físico, não foram inseridos os preventivos que mitiguem os riscos inerentes às suas atividades e que possam salvaguardar vidas.

Nessa conjuntura, denota-se que, mesmo havendo alguns extintores alocados nesse ambiente (com capacidade extintora insuficiente), sua população

fixa e flutuante está exposta às situações de risco, principalmente referentes a acidentes envolvendo incêndios. Destarte, questiona-se: de que forma se pode mitigar a situação de insegurança no Restaurante Universitário?

Frente a isso, verifica-se que a Segurança Física das Instalações está agregada à elaboração de um Projeto de Segurança Contra Incêndio e Pânico que, mediante o seguimento das normas vigentes (legislações Federais, Estaduais e Municipais), insira em sua estrutura os dispositivos e medidas protetivas de segurança contra incêndio e pânico: extintores; hidrantes; rotas de fuga; iluminação e sinalização de emergência; locação correta de GLP; SPDA; e treinamento de um grupo de pessoas dentre os próprios trabalhadores que saibam agir em uma situação de pânico (brigada de incêndio).

2 OBJETIVOS

Quando nos referimos à segurança física das instalações e/ou segurança contra incêndio e pânico, fomenta-se a prerrogativa de que se deve proteger a vida, o meio ambiente, o patrimônio e, em última instância, o ciclo produtivo. Desta maneira, fala-se que esta proposta traz objetivos a serem alcançados para que a edificação do Restaurante Universitário da UEMA (Campus Paulo VI) possa se tornar uma edificação segura no que diz respeito aos dispositivos de segurança contra incêndio e pânico.

2.1 Objetivo Geral

Apresentar uma Proposta de Intervenção no Prédio do Restaurante Universitário da UEMA (Campus Paulo VI) visando a Segurança Contra Incêndio e Pânico.

2.2 Objetivos Específicos

- Identificar a necessidade de intervenção no prédio do Restaurante Universitário em relação à segurança física das instalações;
- Apontar a importância dos dispositivos preventivos contra incêndio e pânico para os funcionários do Restaurante Universitário e corpo discente e docente da UEMA;
- Elaborar o mapeamento de riscos ambientais correlatos às atividades desenvolvidas no Restaurante Universitário;
- Sugerir a implantação do projeto de combate a incêndio e pânico (instalação e adequação de dispositivos preventivos) na edificação do Restaurante Universitário.

3 JUSTIFICATIVA

A Constituição Federal de 1988, em seu Art. 5.º, trata que não devem ser violados o direito à vida, à liberdade, à igualdade, à segurança e à propriedade. Nesse interim, fala-se que é imprescindível a adequação das construções – tanto verticais, quanto horizontais - aos sistemas preventivos referentes à Segurança Física das Instalações.

Em linha conjunta, o Art. 144 da CF/88 trata da segurança pública como dever do Estado, viabilizando-a como direito e responsabilidade de todos, que será exercida para a preservação da ordem pública e da incolumidade das pessoas e patrimônio. Nessa toada, resta enaltecida a importância de se ter uma edificação segura tanto para a população fixa quanto para a população flutuante do Restaurante Universitário.

Por sua vez, uma edificação segura deve combinar a ínfima probabilidade de início de incêndio com a grande possibilidade de evacuação de seus ocupantes. Além disso, as propriedades vizinhas devem ser contempladas com a preocupação para que o fogo não se alastre. Ademais, os meios de entrada e de saída devem ser enaltecidos no que concerne à acessibilidade/via de uso do Corpo de Bombeiros – equipes de combate ao sinistro – em caso de desastre.

O prédio do Restaurante Universitário da UEMA – de construção antiga – está situado na Cidade Universitária Paulo VI, s/n – Tirirical – São Cristóvão. Ele reúne um público considerável (corpo de alunos e funcionários) das 11:30 às 13:30, funcionando de segunda a sexta (em período letivo).

Segundo o Diretor do Restaurante Universitário, a população flutuante (que costuma visitar o restaurante para efetuar suas refeições) – corpo discente e docente da instituição – e a população fixa (corpo de funcionários contratados/terceirizados e concursados da UEMA) estão em uma faixa, respectivamente, de 1850 e 60 pessoas.

No âmbito do prédio do Restaurante Universitário, através de vistoria/inspeção feita *in loco*, verificou-se que essa edificação não possui o CAI (Certificado de aprovação de Instalações), como exige a Norma Regulamentadora 02 da Portaria nº. 3.214/78, bem como o CA (Certificado de Aprovação) emitido pelo CBMMA e, mesmo contendo alguns extintores (mal alocados e em número

insuficiente), inexistente o Projeto de Combate a Incêndio e Pânico, que englobe os dispositivos necessários para a rápida extinção do fogo e fácil evacuação no caso de uma situação de sinistro.

Nessa perspectiva, entende-se que uma proposta que vise a intervenção no sentido de contribuir com ideias, como a elaboração do Projeto de Combate a Incêndio e Pânico do Restaurante, proporciona subsídios para adoção de medidas de segurança física de suas instalações, adequando essa construção às normas vigentes e proporcionando aos seus frequentadores e trabalhadores uma política de segurança voltada à preocupação com a vida.

4 METODOLOGIA

Esta proposta busca a intervenção no prédio do Restaurante Universitário da UEMA (Campus Paulo VI) no que se refere à segurança física das instalações. Intervir significa interferir, modificar no sentido de propor ideias objetivando a adequação, instalação e dimensionamento de dispositivos protetivos contra incêndio e pânico frente as legislações, sempre respeitando a hierarquia das leis.

O desenvolvimento dessa proposta se deu por meio de uma abordagem quanti-qualitativa, motivada pelo fato desse binômio envolver tanto formas qualitativas (preocupação com a qualidade do ambiente estudado no problema, significados e valores subjetivos), quanto formas quantitativas (consideração da objetividade), ou seja, resultados que podem ser quantificados por meio de análise de dados.

O cenário utilizado como verificação do problema foi a Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), tendo como sujeitos a população fixa e transeunte do seu restaurante (prédio que se encontra dentro da circunscrição da cidade universitária). Por sua vez, o objeto da pesquisa é a Edificação do Restaurante Universitário da UEMA.

A coleta de dados foi realizada a partir da pesquisa bibliográfica/documental, entrevistas *in loco* com os trabalhadores do restaurante, levantamento físico (estrutura da edificação) e levantamento fotográfico (os autores tiraram fotos de irregularidades).

Já a análise de dados se fez mediante a verificação das condições da edificação estudada, buscando salientar as não conformidades com as normas que fomentam a segurança contra incêndio e pânico: COSCIP/MA (código de segurança contra incêndio que dá as diretrizes a serem seguidas no âmbito estadual); NBR 9077 (Saídas de emergência em edifícios); NBR 13434 (Sinalização de segurança); NBR 10898 (Sistema de iluminação de emergência); NBR 12693 (Sistema de proteção por extintores de incêndio); NBR 13714 (Sistema de hidrantes e de mangotinhos); NBR 5419 (SPDA); NBR 13523 (Central predial de GLP) e NBR 14276 (Brigada de incêndio).

Relativamente ao suporte técnico-científico, foram utilizadas Normas Técnicas (para os casos omissos do COSCIP/MA), Instruções Técnicas de outros

estados – a exemplo São Paulo e Goiás, Normas Regulamentadoras referentes à Segurança e Medicina do Trabalho e, além de Bibliografias recentes (Brentano, 2015 e 2016), outras bibliografias relevantes (conforme consta das referências bibliográficas) no tocante à Segurança contra Incêndio e Pânico.

As técnicas utilizadas foram as seguintes: bufferes, caminhamento, método das áreas (dimensionamento de hidrantes e extintores), equipamentos específicos para extintores, gaiola de Faraday e método de Franklin (SPDA). Quanto ao método, utilizou-se o hipotético-dedutivo, visto que se almeja construir uma possível solução e/ou resposta para um problema (situação de insegurança do prédio do Restaurante Universitário).

Mediante a análise da edificação e suas irregularidades, construiu-se uma linha de sugestões (a proposta) para a adequação do Restaurante Universitário às normas de segurança. Houve a produção e adequação de plantas baixas (o levantamento arquitetônico foi disponibilizado pelo setor de projetos da Prefeitura do Campus Paulo VI), assim como a confecção do mapa de riscos e do projeto (em planta) de combate a incêndio, SPDA e sugestões de melhoria para a central de GLP.

5 ASPECTOS DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO E PÂNICO

A segurança contra incêndio e pânico depende tanto dos dispositivos preventivos e protetivos quanto do conhecimento acerca das características de uma edificação. Por isso, para que se possa compreender como acontece essa segurança, alguns aspectos devem ser levados em consideração, como feito a seguir.

5.1 Generalidades sobre o fogo e incêndio

Em segurança física das instalações, muito se fala nos termos “fogo” e “incêndio”. Contudo, não se pode confundir os seus significados e aquilo que eles representam em uma situação de risco. De acordo com Seito *Et al.* (2008, p. 37), apesar dos grandes avanços na ciência do fogo, ainda não há consenso mundial para definir o fogo. O autor sustenta sua posição em razão das diversas definições encontradas nas normas de vários países. Tem-se assim:

a) Brasil - NBR 13860: fogo é o processo de combustão caracterizado pela emissão de calor e luz.

b) Estados Unidos da América - (NFPA): fogo é a oxidação rápida autossustentada acompanhada de evolução variada da intensidade de calor e de luz.

c) Internacional - ISO 8421-1: fogo é o processo de combustão caracterizado pela emissão de calor acompanhado de fumaça, chama ou ambos.

d) Inglaterra - BS 4422: Parte 1: fogo é o processo de combustão caracterizado pela emissão de calor acompanhado por fumaça, chama ou ambos.

Nessa linha, percebe-se a relação de similaridade entre fogo e combustão

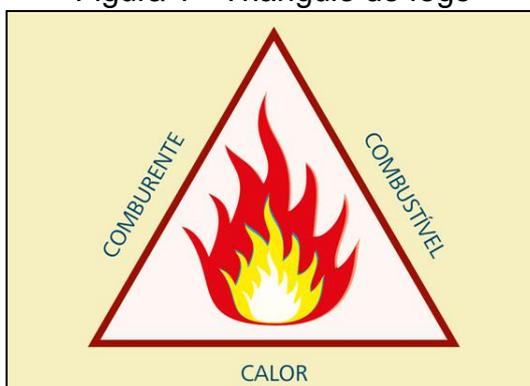
A combustão (fogo) é uma reação química que se processa entre uma substância combustível (como um pedaço de madeira, papel, tecido, borracha, etc.), ao sofrer um aquecimento, e o ar, produzindo luz e calor em uma forma de reação sustentável.

É importante frisar que fogo e combustão são sinônimos. Enquanto aquele é mais conhecido usualmente, este é bastante utilizado nos estudos científicos e ambos significam queima. Portanto, toda e qualquer abordagem, neste manual, sobre fogo, combustão ou queima refere-se ao mesmo processo. (CBMDF, Módulo I, 2008, p. 7)

Já incêndio é o fogo que foge ao controle do homem, queimando tudo aquilo que a ele não é destinado queimar; capaz de produzir danos ao patrimônio e à vida por ação das chamas, do calor e da fumaça (CBMDF, Módulo I, 2008, p. 6).

Entretanto, para que haja o fogo (início de incêndio), é necessária a existência de três elementos: combustível; comburente e calor. Recentemente, porém, surgiu um quarto elemento - a reação em cadeia. Para três elementos, fala-se em triângulo do fogo, com a inserção deste último – a reação em cadeia, surgiu a ideia do tetraedro do fogo. Observe as figuras abaixo:

Figura 1 - Triângulo do fogo



Fonte: IT n.º 02/2004 (SP)

Figura 2 - Tetraedro do fogo



Fonte: Aurélio (2015)

Segundo o CBMDF, Módulo 1 (2008, p. 20), o combustível é o elemento definido como o campo de propagação do fogo. É todo material capaz de queimar quando aquecido e mantém a combustão. Quanto aos combustíveis, estes podem ser classificados da seguinte forma: a) *sólido*: madeira, papel, tecido, borracha, etc.; b) *líquido*: diesel, gasolina, álcool, querosene, etc.; e c) *gasoso*: G.L.P. (gás liquefeito de petróleo), acetileno, gás natural, etc.

Brentano (2015, p. 106) define os demais componentes do triângulo e tetraedro do fogo como:

“O comburente, geralmente o oxigênio do ar, é o agente químico que ativa e conserva a combustão, combinando-se com os gases ou vapores do combustível, formando uma mistura inflamável. [...]

O calor é a energia que dá início, mantém e incentiva a propagação do fogo. Em outras palavras, o calor é o provocador da reação química de combustão da mistura inflamável proveniente da combinação dos gases ou dos vapores do combustível e do comburente. [...]

Reação química em cadeia é a transferência de calor de uma molécula do material em combustão para a molécula vizinha, ainda intacta, que se aquece e entra, também, em combustão, assim sucessivamente, até que todo o material esteja em combustão. [...]

Superadas as definições dos elementos que compõem o fogo, deve-se falar que o mesmo é classificado de acordo com o tipo de combustível que queima. Seito *Et al.* (2008, p. 225) classifica os tipos de fogo da seguinte forma:

a) Fogo classe A – fogo envolvendo materiais combustíveis sólidos, tais como: madeira, tecidos, papéis, borrachas, plásticos termoestáveis e outras fibras orgânicas, que queimam em superfície e profundidade, deixando resíduos.

b) Fogo classe B – fogo envolvendo líquidos e/ou gases inflamáveis ou combustíveis, plásticos e graxas que se liquefazem por ação do calor e queimam somente em superfície.

c) Fogo classe C – fogo envolvendo equipamentos e instalações elétricas energizados.

d) Fogo classe D – fogo em metais combustíveis, tais como magnésio, titânio, alumínio, zircônio, sódio, potássio e lítio.

Conjuntamente, Brentano (2015, p. 115) descreve uma quinta classe de incêndio – classe K: Os fogos de classe K (K de *kitchen* – cozinha) são os que ocorrem em óleos comestíveis de fritura, gorduras animais em estado líquido, graxas, etc., que são usados em cozinhas comerciais e industriais. Nesse caso, o

combate ao fogo exige agentes extintores que proporcionem ótima cobertura em forma de lençol de abafamento. Para tanto, são usados pós químicos saponificantes.

Ademais, evidencia-se que cada material possui propriedades específicas. Assim, dependendo da temperatura a que forem submetidos, uns liberam maior quantidade de vapores inflamáveis que os outros. Esse fenômeno, para ser entendido, depende dos conceitos de ponto de fulgor, de combustão e ignição. Segundo Araújo (2010, p. 238) tem-se:

Ponto de Fulgor é a temperatura mínima em que um combustível começa a desprender vapores ou gases inflamáveis que, combinados com o oxigênio do ar e em contato com uma chama, começam a queimar. O principal aspecto deste ponto é que, se retirada a chama, o fogo apagará devido à pouca quantidade de calor para produzir gases suficientes e manter o fogo.

Ponto de Combustão é a temperatura mínima em que um combustível sólido, sendo aquecido, desprende gases que em contato com uma fonte externa de calor, incendeiam, mantendo as chamas.

Ponto de Ignição é a temperatura mínima em que gases desprendidos de um combustível inflamam, pelo simples contato com o oxigênio do ar.

Um aspecto que se deve considerar também é a forma de transmissão de calor, que pode ser por condução, convecção e radiação. Seito *Et al.* (2008, p. 36) define cada uma delas:

Condução do calor é o mecanismo onde a energia (calor) é transmitida por meio do material sólido.

Convecção do calor é o mecanismo no qual a energia (calor) se transmite pela movimentação do meio fluído aquecido (líquido ou gás).

Radiação de energia é o mecanismo no qual a energia se transmite por ondas eletromagnéticas.

Outrossim, supracitados os elementos que compõem o fogo, deduz-se que para que se quebre a reação conhecida como combustão, basta que se retire um de seus elementos. Nessa linha de raciocínio, Araújo (2010, p. 240) exemplifica:

- Resfriamento: quando se elimina o calor, usa-se o método do resfriamento – retirando-se o calor do material incendiado, até que o mesmo fique abaixo do seu ponto de ignição (a água é o elemento mais usado, mais fácil de ser obtido, e econômico, sendo também o que melhor absorve o calor);
- Abafamento: quando se retira o oxigênio ou comburente;
- Isolamento: quando se retira o combustível, com isso, diminuem as possibilidades de propagação do fogo por meio da condução.

Por sua vez, Brentano (2015, p. 117) aponta outro método de extinção do fogo, a extinção química (quebra da cadeia de reação química). Em suas palavras:

Com o lançamento ao fogo de determinados agentes extintores, suas moléculas se dissociam pela ação do calor formando átomos e radicais livres, que se combinam com a mistura inflamável resultante do gás ou vapor do material combustível com o comburente, formando outra mistura não inflamável, interrompendo a reação química em cadeia. [...]

5.2 Classificação das edificações

A classificação das edificações é primordial, visto que, por meio dela é que são definidas as medidas protetivas exigidas para que se evite ao máximo a ocorrência de um princípio de incêndio, bem como a sua posterior propagação. Segundo Brentano (2015, p. 57), essa classificação é realizada com base em quatro características construtivas, a saber: ocupação, carga de incêndio, área e altura.

a) Ocupação

A ocupação (residencial, comercial, industrial etc.) é o uso real (ou previsto) a que se destina uma edificação, tais como: abrigo de pessoas, proteção de bens etc. (Anexo A).

b) Carga de Incêndio

“A carga de incêndio, térmica ou de fogo, é um dos principais parâmetros que devem ser considerados na avaliação da segurança contra o fogo de uma edificação” (BRENTANO, 2015, p.64).

Carga de incêndio é a quantidade de energia calorífica (expressa em MJ/m² ou kcal/m²) liberada pela combustão completa de todos os elementos combustíveis presentes em um determinado local (pisos, revestimentos das paredes etc.). De acordo com Fernandes (2010, p.21), determinados fatores são relevantes na análise da carga de incêndio, são eles:

- a) a intensidade do incêndio é determinada pelo tipo de material incendiado e pela velocidade da queima;
- b) a rapidez da combustão é altamente influenciada pela disposição do material. A velocidade da combustão se fará na razão direta das áreas expostas, portanto materiais estocados em pilhas sólidas queimarão mais lentamente que os dispostos em prateleiras tipo “racks” com amplos canais de ventilação verticais e horizontais;
- c) na duração de um incêndio o principal fator é a quantidade de material passível de ser incendiado;
- d) iguais quantidades de materiais de queima rápida e de queima lenta podem determinar incêndios de duração diferentes e nem sempre comparáveis.

O resultado da divisão da carga de incêndio pela área de um determinado local denomina-se carga de incêndio específica (expressa em MJ/m² ou kcal/m²) podendo ser utilizada para a seleção do risco de uma determinada edificação.

Diante disso, a NBR 12693 (2010, p.5) enquadra as edificações de acordo com a sua carga de incêndio específica, dentro dos seguintes riscos:

- Risco baixo – carga de incêndio específica até 300 MJ/m²;
- Risco médio – carga de incêndio específica entre 300 MJ/m² e 1200 MJ/m²;
- Risco alto – carga de incêndio específica acima de 1200 MJ/m².

c) Área

[...] considera-se como área de risco todo local coberto ou não, onde possa ocorrer incêndio, sendo que serão computadas como área de risco as áreas cobertas, ainda que edificadas em material incombustível ou resistente ao fogo, e as áreas descobertas são computadas como área de risco quando utilizadas como depósito de materiais combustíveis (FERNANDES, 2010, p. 16).

A classificação das edificações quanto às suas dimensões em planta leva em conta o exposto na tabela 1 abaixo:

Tabela 1: Classificação das edificações quanto às suas dimensões em planta

Natureza do enfoque		Código	Classe da edificação	Parâmetros de área
α	Quanto à área do maior pavimento (Sp)	P	De pequeno pavimento	Sp < 750 m ²
		Q	De grande pavimento	Sp ≥ 750 m ²
β	Quanto à área dos pavimentos atuados abaixo da soleira de entrada (Ss)	R	Com pequeno subsolo	Ss < 500 m ²
		S	Com grande subsolo	Ss ≥ 500 m ²

Y	Quanto à área total St (soma das áreas de todos os pavimentos da edificação)	T	Edificações pequenas	$St < 750 \text{ m}^2$
		U	Edificações médias	$750 \text{ m}^2 \leq St < 1500 \text{ m}^2$
		V	Edificações grandes	$1500 \text{ m}^2 \leq St < 5000 \text{ m}^2$
		W	Edificações muito grandes	$At > 5000 \text{ m}^2$

Fonte: NBR 9077 (2001)

d) Altura

De acordo com Brentano (2015, p. 60), três alturas devem ser consideradas para o estabelecimento das medidas adequadas de segurança contra incêndio:

Altura descendente (h_d)

A altura descendente é definida como a diferença de nível entre o piso do último pavimento-tipo ou pavimento habitável e o nível do piso do pavimento de descarga que dá acesso ao passeio público, ao exterior da edificação ou a um lugar definitivamente seguro. Quando a edificação possuir duas entradas em níveis diferentes para mais de uma via pública, a altura descendente da edificação será considerada até a entrada de nível mais baixo [...]

Altura ascendente (h_a)

A altura ascendente é definida como a diferença de nível entre o piso mais baixo da edificação, no caso o subsolo ou o último subsolo, e o nível do pavimento de descarga que dá acesso ao passeio público [...]. Neste caso, quando a edificação possuir entradas em níveis diferentes, será considerada a entrada de nível mais alto.

Altura real ou total (h_t)

A altura real ou total é definida como o desnível entre a saída para a via pública do nível de descarga mais baixo e o nível mais alto de qualquer instalação da edificação, geralmente o topo do reservatório superior de água fria [...]. Esta altura é considerada para outras definições, como no dimensionamento do sistema de proteção de descargas atmosféricas (SPDA).

A NBR 9077 (2001, p. 2) faz uso da altura descendente como meio de classificar as edificações quanto à altura (tabela 2).

Tabela 2: Classificação das edificações quanto à altura

Código	Tipo de edificação	Alturas contadas da soleira de entrada ao piso do último pavimento, não considerados edículas no ático destinadas a casas de máquinas e terraços descobertos (H)
	Denominação	

K	Edificações térreas	Altura contada entre o terreno circundante e o piso da entrada igual ou inferior a 1,00 m	
L	Edificações baixas	$H \leq 6,00$ m	
M	Edificações de média altura	$6,00$ m < $H \leq 12,00$ m	
N	Edificações medianamente altas	$12,00$ m < $H \leq 30,00$ m	
O	Edificações altas	0 - 1	$H > 30,00$ m
		0 - 2	Edificações dotadas de pavimentos recuados em relação aos pavimentos inferiores, de tal forma que as escadas dos bombeiros não possam atingi-las, ou situadas em locais onde é impossível o acesso de viaturas de bombeiros, desde que sua altura seja $H > 12,00$ m

Fonte: NBR 9077 (2001)

5.3 Medidas de proteção contra incêndio em uma edificação

A segurança contra incêndio fomenta tanto a educação pública quanto as medidas de proteção contra situações de riscos de acidente, a exemplo do incêndio e do pânico nas edificações. Nesse sentido, salienta-se a importância da segurança física das instalações nas construções horizontais e verticais que mantenham acúmulo de pessoas.

A implantação da prevenção contra incêndio e pânico se faz por meio de atividades que visam a evitar o início do fogo, possibilitar sua extinção e reduzir seus efeitos antes da chegada do Corpo de Bombeiros. Em vista disso, Brentano (2015, p. 47) discorre sobre o projeto de combate a incêndio nas edificações:

O projeto deve prover a edificação de medidas de proteção passivas para evitar ao máximo a eclosão e a propagação do fogo. É importante para isso projetar o isolamento dos possíveis focos de fogo. Deve haver as compartimentações horizontais e verticais dos pavimentos, ter saídas de emergência bem projetadas e em número suficiente de acordo com a população da edificação, com sinalização e iluminação de emergência, para garantir a saída com segurança das pessoas.

Percebe-se assim, que o projeto de proteção e combate a incêndio e pânico deve surgir como resposta a um ambiente propício ao acidente. Destarte, em vez de atos inseguros (intrínsecos à ação dos trabalhadores de determinado setor), fala-se de condições inseguras, que estão diretamente relacionadas com fatores ambientais e compreendem irregularidades ou defeitos materiais, irregularidades técnicas e riscos laborais.

Nesse contexto, Araújo (2010, p. 64) defende que um ambiente inseguro desenvolve maus hábitos, não permite o desenvolvimento do espírito de segurança entre os trabalhadores e dificulta a conscientização daqueles que poderiam desenvolver esse espírito.

Diante disso, Brentano (2015, p. 79) assevera que para se alcançar o grau de segurança contra incêndios nas edificações, preconizado pelas normas e legislações, devem ser tomadas medidas de proteção, que são classificadas quanto a sua concepção e operacionalidade em:

- Passivas, medidas que devem ser tomadas durante a elaboração dos projetos da edificação;
- Preventivas, medidas que devem ser tomadas de forma constante durante a ocupação da edificação;
- Ativas, medidas que devem ser tomadas por ocasião da ocorrência de um incêndio.

As medidas de proteção passiva têm caráter de antecipação, pois são tomadas antes que a edificação comece a exercer suas atividades. Nesse sentido, a NBR 14.432:2000 define proteção passiva como:

Conjunto de medidas incorporado ao sistema construtivo do edifício, sendo funcional durante o uso normal da edificação e que reage passivamente ao desenvolvimento do incêndio, não estabelecendo condições propícias ao seu crescimento e propagação, garantindo a resistência ao fogo, facilitando a fuga dos usuários e a aproximação e o ingresso no edifício para o desenvolvimento das ações de combate.

Considerando que essas medidas devem ser tomadas durante a elaboração do projeto, Brentano (2015, p. 80) destaca as principais medidas de proteção passiva nas edificações:

- Afastamento entre edificações;
- Segurança estrutural das edificações;
- Compartimentações horizontais e verticais;

- Saídas de emergência;
- Controle dos materiais de revestimento e acabamento;
- Controle das possíveis fontes de incêndio;
- Sistema de proteção contra descargas atmosféricas;
- Central de gás;
- Acesso de viaturas do corpo de bombeiros junto à edificação;
- Brigada de incêndio.

As medidas preventivas de proteção condizem com uma ação constante de segurança que deve ser implementada em todas as atividades econômicas. Para Brentano (2015, p. 80), as medidas de proteção preventiva correspondem a um conjunto de ações que devem ser tomadas de forma permanente durante a ocupação da edificação, para que sejam observados os requisitos mínimos de segurança contra incêndio, principalmente com a manutenção dos equipamentos de combate ao fogo e o treinamento da brigada de incêndio.

Quanto a isso, salienta-se as atividades de manutenção dos dispositivos preventivos, como extintores, hidrantes ou mangotinhos, SPDA e sprinklers (entre outros), bem como destaca-se a fiscalização dos processos de segurança, como ordens de serviço (utilização dos EPIs) e manuais de máquinas e equipamentos.

Consoante a NT 02/2014 do Estado de Goiás, define-se medidas ativas de proteção como aquelas que abrangem a detecção, alarme e extinção do fogo (automática e/ou manual). Igualmente a NBR 14.432 as define como tipo de proteção contra incêndio que é ativada manual ou automaticamente em resposta aos estímulos provocados pelo fogo, composta basicamente das instalações prediais de proteção contra incêndio.

As medidas de proteção *ativa* ou *de combate* são as medidas de segurança que devem ser tomadas para facilitar o combate ao foco do fogo já iniciado e o controle do crescimento do fogo e a sua conseqüente contenção ou extinção (Brentano, 2015, p. 81)

O mesmo autor preconiza que a eficácia do combate depende da manutenção constante de todos os equipamentos e que estes estejam em boas condições de utilização e, principalmente, as pessoas da edificação tenham treinamento para uma ação imediata por ocasião de um princípio de incêndio.

Nesse aspecto, acrescenta Brentano (2015, p. 81), as medidas de proteção *ativa* ou *de combate* a focos de fogo compreendem:

- Sistemas de detecção e de alarme de incêndio;

- Sistema de sinalização de emergência;
- Sistema de iluminação de emergência;
- Sistema de controle da fumaça de incêndio;
- Sistema de extintores de incêndio;
- Sistema de hidrantes ou de mangotinhos;
- Sistemas de chuveiros automáticos (*sprinklers*) em algumas classes de risco;
- Sistema de espuma mecânica para o combate ao fogo em alguns tipos de riscos;
- Sistema fixo de gases limpos ou CO₂ para o combate a incêndios em alguns tipos de riscos;
- Brigada de incêndio.

Brentano (2015, p. 81) justifica a inserção da brigada de incêndio tanto como medida de proteção passiva como medida de proteção ativa. O autor defende que a brigada de incêndio é extremamente importante, porque ela atua tanto para evitar como para combater um princípio de fogo, além de ser responsável pelas medidas de proteção passiva e preventiva.

5.3.1 Saídas de emergência

É imprescindível que toda edificação apresente um projeto arquitetônico bem elaborado de forma que, em uma situação de emergência, seus ocupantes possam chegar a um local seguro (protegido da ação do fogo, gases, calor etc.) de maneira rápida e tranquila além de promover o acesso seguro do socorro especializado (Corpo de Bombeiros) ao interior da edificação. Nesse sentido,

Na ocorrência de sinistro, normalmente, a primeira reação das pessoas é procurar resguardar a própria vida, abandonando o local de perigo e refugiando-se em local seguro. Em função disso, o provimento de saídas de emergência deve ser a primeira preocupação (CBMDF, Módulo 5: 2009, p.25).

Destarte, nota-se a importância da existência de rota de saída de emergência (ou saída de emergência) no interior da edificação. Diante disso, Brentano (2015, p.181) conceitua saída de emergência como:

[...] um caminho contínuo, devidamente protegido, sinalizado e iluminado, constituído por portas, corredores, escadas, rampas, saguões, passagens externas, etc., a ser percorrido pelos ocupantes, por seus próprios meios, em caso de incêndio ou de outra emergência, a partir de qualquer ponto da edificação, até atingir a via pública ou outro espaço interno/externo definitivamente seguro.

Com fulcro na NBR 9077 (2001, p.5), a rota de saída de emergência compreende os seguintes elementos:

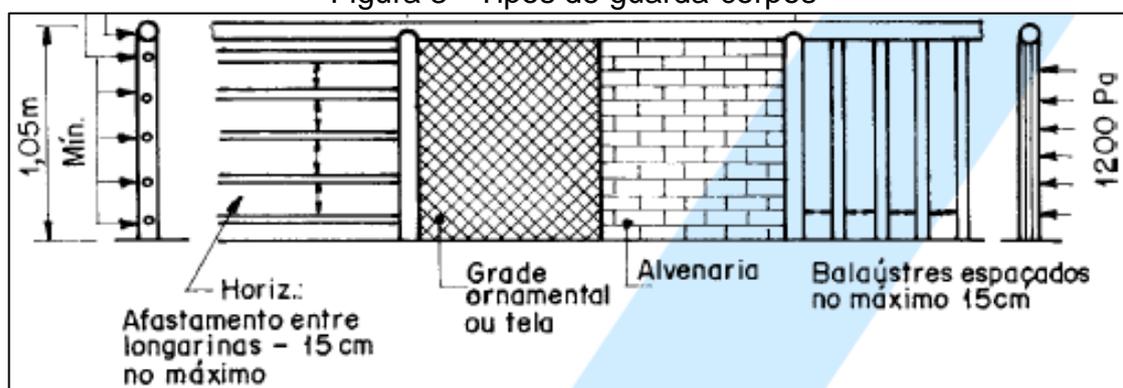
- Rotas de saídas horizontais (ou acessos): caminhos que proporcionam acesso às escadas (caso existam) ou ao espaço livre exterior (no caso de edificações térreas);
- Rotas de saída verticais: constituídas por rampas, escadas ou elevadores de emergência os quais possibilitam o acesso a pavimentos de diferentes níveis conduzindo a áreas de refúgio (região de um pavimento protegida por paredes, portas e lajes corta-fogo) ou pavimento de descarga;
- Descarga

5.3.1.1 Escadas

Escadas são elementos de uma edificação formados por um conjunto de degraus e que possibilitam a circulação vertical entre pavimentos de níveis diferentes. Eventualmente, qualquer escada pode funcionar como uma rota de saída de emergência. Entre os elementos componentes das escadas pode-se citar:

- **Guarda-corpos:** proteção que resguarda as faces laterais de escadas, rampas, etc., no intuito de evitar possíveis quedas em função de desnível de pisos. Os guarda-corpos (figura 3) podem ser maciços (mureta de alvenaria ou concreto armado) ou vazados (constituídos por grades, longarinas ou balaústres). No caso de serem formados por um conjunto de balaústres, recebem a denominação de balaustrada.

Figura 3 - Tipos de guarda-corpos



Fonte: NBR 9077 (2001)

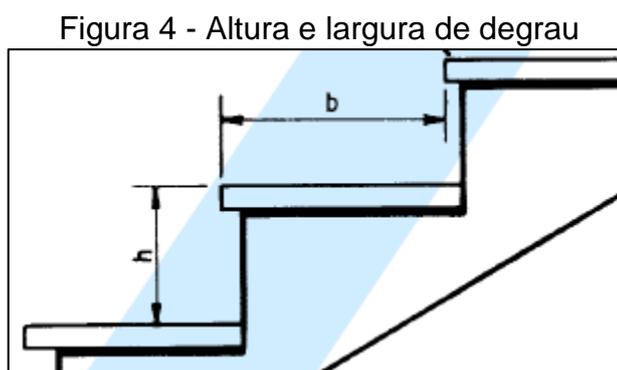
- **Corrimãos:** barra arredondada (diâmetro entre 38 e 65 mm) com superfície lisa e contínua destinada a apoio, durante a subida ou descida das pessoas, em escadas e rampas não podendo conter nenhum tipo de obstrução e/ou arestas vivas.

Consoante a NBR 9077, a altura e largura dos degraus das escadas (figura 4) devem pertencer, respectivamente, aos seguintes intervalos: $16\text{cm} \leq h \leq 18\text{cm}$ e $28\text{cm} \leq b \leq 32\text{cm}$. O cálculo da largura é feito por meio da fórmula de Blondel:

$$63\text{cm} \leq (2h+b) \leq 64\text{cm}$$

Onde:

- h: altura do degrau (em cm);
- b: largura do degrau (em cm).



Fonte: NBR 9077 (2001)

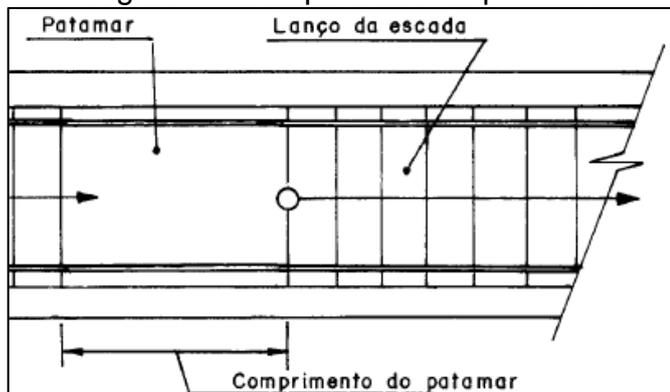
O comprimento dos patamares (figura 5), por sua vez, é dado pela fórmula de Blondel para patamares:

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

Onde:

- p: comprimento do patamar (em cm);
- h: altura do degrau (em cm);
- b: largura do degrau (em cm);
- n: número inteiro com valor igual a 1, 2 ou 3. Segundo Brentano (2015, p. 234) “para escadas com largura acima de 1,5m, adota-se n maior que 1”.

Figura 5 - Comprimento do patamar



Fonte: NBR 9077 (2001)

5.3.1.2 Porta corta-fogo

A porta corta-fogo (PCF) utilizada em rotas de fuga é:

[...] uma porta do tipo de abrir com eixo vertical, que consegue impedir ou retardar a propagação do fogo, calor e gases, de um ambiente para o outro. As PCF devem ter resistência ao fogo, que é a propriedade de suportar o fogo e proteger ambientes contíguos durante sua ação, ou seja, capacidade de confinar o fogo (estanqueidade, limitação dos gases quentes e isolamento térmico) e de manter a estabilidade ou resistência mecânica, por determinado período [...] (CBMDF, Módulo 5: 2009, p.30).

5.3.1.3 Barra antipânico

A NBR 9077 (2001, p. 7) estabelece que “ [...] nas rotas de saída de locais de reunião com capacidade acima de 200 pessoas, as portas de comunicação com os acessos, escadas e descarga devem ser dotadas de ferragem do tipo antipânico” (figura 6). Segundo o CBMDF, módulo 5 (2009, p.31), tal dispositivo possibilita: [...] o destravamento da folha de uma porta, no momento em que é acionado, mediante a simples pressão exercida sobre a barra, no sentido de abertura. O emprego dessa porta é feito por meio de uma barra horizontal fixada na face da folha, sendo que, para se abri-la, basta empurrá-la para frente pela barra antipânico.

Figura 6 - Porta corta-fogo e barra antipânico



Fonte: TECNOPORTAS (2017), adaptada pelos autores

5.3.1.4 Métodos de dimensionamento

Quanto ao método de dimensionamento das saídas de emergência, Brentano (2015, p.186) defende que “um bom projeto garante as condições imprescindíveis de rotas de saída de emergência adequadas para que os ocupantes possam sair com facilidade, tranquilidade, rapidez e segurança [...]”. O mesmo autor afirma ainda que há 5 fatores utilizados para o correto dimensionamento das saídas de emergência a saber: distância máxima percorrida; população total da edificação; tempo de evacuação; largura das saídas de emergência; quantidade mínima de saídas de emergência.

a) Distância máxima percorrida

Denomina-se distância máxima percorrida o maior trajeto (em metros) a ser percorrido por um indivíduo que esteja situado em um ponto qualquer da edificação (cozinha, dormitório, etc.) até um local seguro, tal como: área de refúgio, escada protegida ou à prova de fumaça ou espaço livre exterior visando a preservação da vida humana em uma situação de incêndio.

De acordo com a NBR 9077 (2001, p. 6) na especificação das distâncias máximas percorridas, leva-se em consideração:

a) As características construtivas da edificação (tabela 3);

Tabela 3: Características construtivas da edificação

Código	Tipo	Especificação	Exemplos
X	Edificações em que a propagação do fogo é fácil	Edificações com estrutura e entrepisos combustíveis	Prédios estruturados em madeira, prédios com entrepisos de ferro e madeira, pavilhões em arcos de madeira laminada e outros
Y	Edificações com mediana resistência ao fogo	Edificações com estrutura resistente ao fogo, mas com fácil propagação de fogo entre os pavimentos	Edificações com paredes-cortinas de vidro (“cristaleiras”); edificações com janelas sem peitoris (distância entre vergas e peitoris das aberturas do andar seguinte menor que 1,00 m); lojas com galerias elevadas e vãos abertos e outros.
Z	Edificações em que a propagação do fogo é difícil	Prédios com estrutura resistente ao fogo e isolamento entre pavimentos	Prédios com concreto armado calculado para resistir ao fogo, com divisórias incombustíveis, sem divisórias leves, com parapeitos de alvenaria sob as janelas ou com abas prologando os entrepisos e outros.

Fonte: NBR 9077 (2001)

- b) Ocupação;
- c) A possibilidade de fuga em apenas um sentido;
- d) O emprego de dispositivos (tais como chuveiros automáticos) que diminuam a possibilidade de um princípio de incêndio no interior da edificação.

Tipo de edificação	Grupo e divisão de ocupação	Sem chuveiros automáticos		Com chuveiros automáticos	
		Saída única	Mais de uma saída	Saída única	Mais de uma saída

X	Qualquer	10,00 m	20,00 m	25,00 m	35,00 m
Y	Qualquer	20,00 m	30,00 m	35,00 m	45,00 m
Z	C, D, E, F, G-3, G- 4, G-5, H, I	30,00 m	40,00 m	45,00 m	55,00 m
	A, B, G-1, G-2, J	40,00 m	50,00 m	55,00 m	65,00 m

Tabela 4: Distâncias máximas percorridas
Fonte: NBR 9077 (2001)

Ressalta-se ainda a importância de se definir as condições de contagem da distância máxima percorrida, que, segundo a NBR 9077 (Saídas de Emergência em Edifícios), leva em consideração a distância do ponto mais afastado de um determinado ambiente até a porta que irá acessar o corredor.

b) População total da edificação

A população total é a quantidade de pessoas para as quais uma determinada edificação (ou parte dela) foi projetada. Para o cálculo da população pode ser utilizada a tabela 5 abaixo a qual leva em consideração a área da edificação (ou de um determinado ambiente) e o número de pessoas por m² (ou número de pessoas por ambiente).

Tabela 5: Dados para dimensionamento de rotas de fuga

Ocupação		População	Capacidade da U.de passagem		
Grupo	Divisão		Acessos e descargas	Escadas e rampas	Portas
A	A-1, A-2	Duas pessoas por dormitório	60	45	100
	A-3	Duas pessoas por dormitório e uma pessoa por 4m ² de área de alojamento			
B	-	Uma pessoa por 15,00 m ² de área	100	60	100
C	-	Uma pessoa por 3,00 m ² de área			
D	-	Uma pessoa por 7 m ² de área			
E	E-1 a E-4	Uma pessoa por 1,5 m ² de área	30	22	30
	E-5, E-6	Uma pessoa por 1,5 m ² de área			

F	F-1	Uma pessoa por 3 m ² de área	100	75	100
	F-2, F-5, F-8	Uma pessoa por m ² de área			
	F-3, F-6, F-7	Duas pessoas por m ² de área			
	F-4	-			
G	G-1, G-2, G-3	Uma pessoa por 40 vagas de veículo	100	60	100
	G-4, G-5	Uma pessoa por 20 m ² de área			
H	H-1	Uma pessoa por 7m ² de área	60	45	100
	H-2	Duas pessoas por dormitório e uma pessoa por 4m ² de área de alojamento	30	22	30
	H-3	Uma pessoa e meia por leito + uma pessoa por 7m ² de área de ambulatório			
	H-4, H-5	-	60	45	100
I	-	Uma pessoa por 10 m ² de área	100	60	100
J	-	Uma pessoa por 30m ² de área			

Fonte: NBR 9077 (2001)

c) Tempo de evacuação

Segundo Seito *Et al.* (2008, p. 104) “o tempo de evacuação é o tempo necessário para que todos os ocupantes de uma edificação consigam atingir um local seguro previamente estabelecido”. Seito *Et al.* (2008, p. 104) afirma ainda que esse tempo depende de alguns fatores, tais como:

- a) características da população: número de ocupantes, sua distribuição pela edificação, sua condição física, suas reações, seu estado físico e mental; tempo que dormiu ou o tempo que esteja acordado e se é ou não treinado para enfrentar emergências.
- b) tipo de atividade exercida: natureza dos componentes, dos processos industriais, etc.
- c) instalações industriais abertas: são consideradas de alto risco para a evacuação. São os processos industriais que em fração de segundos colocam em risco uma grande área. A saída de funcionários de plataformas e torres de refinação devem estar no sistema de evacuação e receber um tratamento particular e requerem um treinamento específico (indústrias químicas, petroquímicas).

O tempo de evacuação deverá ser o menor possível e nunca próximo de duas horas, pois de acordo com a NBR 15200 (Projeto de estruturas de concreto em situação de incêndio – procedimento) esse é o menor tempo que uma edificação deve resistir a um incêndio sem que entre em colapso estrutural.

Conforme Brentano (2015, p. 211), as velocidades médias nos diversos trechos da edificação, bem como o tempo de evacuação da mesma, levando-se em consideração a dificuldade de locomoção de alguns dos seus ocupantes são: escadas - 5m/min; trajetos horizontais - 20m/min; tempo total para a desocupação - 20 min.

d) A largura das saídas de emergência

A largura das saídas de emergência depende de um cálculo específico, sendo o mesmo realizado de acordo com a quantidade de indivíduos que irá transitar pelas mesmas. Para este cálculo é necessário o conhecimento dos termos unidade de passagem (UP) e capacidade da unidade de Passagem.

O CBMDF, módulo 5 (2009, p. 28), define unidade de Passagem como “a largura mínima para a passagem de uma fila de pessoas, fixada em 0,55 metro”. Por outro lado, a Capacidade da unidade de Passagem nada mais é que o número de pessoas que transitam pela unidade de Passagem no intervalo de 1 minuto.

Diante do exposto, a NBR 9077 (2001, p. 5) estabelece que o cálculo da largura das saídas de emergência é realizado com base na seguinte expressão:

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

Onde:

- P – população;
- C – Capacidade da unidade de passagem;
- N – quantidade de unidades de passagem.

Para a NBR 9077 (2001, p. 5), as menores larguras exigidas para os elementos constituintes das rotas de saída (escadas, corredores, descargas etc.) são: 1,10m (equivalente a 2 unidades de passagem de 55 cm) – ocupações em geral; e 2,20 m – ocupações pertencentes ao grupo H (divisão H-3) para possibilitar a passagem de macas etc.

A NBR 9077 (2001, p. 7) afirma ainda que as larguras mínimas para as portas devem ser de: 80 cm (equivalente a uma unidade de passagem); 1,00 m

(equivalente a duas unidades de passagem); e 1,50 m (duas folhas, equivalente a três unidades de passagem).

Outrossim, é comum verificar-se a diminuição da largura de projeto das rotas de saída por meio de obstáculos (lixeiras, extintores, caixas de hidrantes, televisores, etc.) situados nas mesmas, sendo o espaço livre obtido denominado largura efetiva. Ressalta-se ainda que cabe à brigada de incêndio preservar a largura inicialmente projetada da rota de saída.

Destarte, de acordo com a NBR 9077 (2001, p. 7) a quantidade mínima de saídas de emergência (bem como o tipo de escada de emergência) exigida em uma determinada edificação é função da ocupação, dimensões em planta e altura da edificação conforme anexo B.

5.3.2 Sistema de sinalização de emergência

Segundo Brentano (2015, p. 385) a sinalização de emergência faz uso de símbolos, mensagens e cores que devem ser alocados convenientemente no interior da edificação e áreas de risco, tendo como finalidade a redução do risco de incêndio, alertando para os potenciais riscos de fogo e assegurando que sejam executadas ações específicas a cada tipo de risco apresentado.

A sinalização de emergência também deve indicar (de maneira segura e eficaz) as rotas de saída de emergência e a localização dos equipamentos de combate a incêndio, sendo classificada, segundo a NBR 13434-1 (2004, p. 2), em sinalização básica e sinalização complementar. Nessa perspectiva,

A sinalização de emergência e as cores de segurança são também um dos aspectos marcantes no sucesso do projeto de abandono de uma edificação. A sinalização de emergência conjugada com as cores de segurança irão orientar a população que transita pelas rotas de fuga, pessoas que podem estar emocionalmente alteradas e precisam de um componente de alívio para não entrar em pânico. Uma sinalização adequada e que transmita as informações necessárias a quem dela necessita é fator primordial (SEITO *Et al.*, 2008, p. 107).

5.3.2.1 Sinalização básica

Ao conjunto de sinais necessários para que haja uma segurança mínima da edificação, denomina-se sinalização básica. Conforme versa a NBR 13434-1 (2004, p. 2), tal sinalização é composta por quatro categorias (de acordo com a função apresentada), a saber:

- **Sinalização de Orientação e Salvamento** – indica as rotas de saída e as ações a serem desenvolvidas para a sua correta utilização (figura 7)

Figura 7 - Sinalização de Orientação e Salvamento



Fonte: NBR 13434-2 (2004)

- **Sinalização de Alerta** – alerta materiais e áreas com risco potencial de incêndio, corrosão, radiação, choque elétrico etc. (figura 8)

Figura 8 - Sinalização de alerta



Fonte: NBR 13434-2 (2004)

- **Sinalização de Proibição** – Proibir ações capazes de dar início a um incêndio (figura 9).

Figura 9 - Sinalização de proibição



Fonte: NBR 13434-2 (2004)

- **Sinalização de Equipamentos de Combate a Incêndio e Alarme** – indica os tipos de equipamentos de combate a incêndio e alarme presentes na edificação bem como a sua localização (figura 10).

Figura 10 - Sinalização de equipamentos de combate a incêndio e alarme



Fonte: ADVCOMM FOTOLUMINESCENTE

5.3.2.2 Sinalização complementar

Em certas edificações (ou ambientes específicos) são necessárias informações adicionais às que constam numa placa de sinalização básica. Para suprir essa necessidade faz-se uso da sinalização complementar (figura 11), a qual

é composta por faixas de cor, mensagens escritas e setas indicativas que complementam a mensagem apresentada numa placa de sinalização básica.

Figura 11 - Sinalização complementar



Fonte: NBR 13434-2 (2004)

5.3.2.3 Cores empregadas nas placas de sinalização

De acordo com a NBR 13434-2 (2004, p. 5), são empregadas as seguintes cores nas placas de sinalização: amarela, verde, vermelha, branca e preta.

5.3.2.4 Pictogramas e cores de contraste

Segundo Brentano (2015, p. 389) os pictogramas são símbolos presentes nas placas de sinalização de emergência com o objetivo de transmitir mensagens facilmente identificadas por qualquer usuário da edificação (independentemente do seu nível de formação). Em vista disto, Seito *Et al.* (2008, p. 108) afirma que:

Os símbolos contêm as informações para situações de emergências, orientam direções, transmitem instruções para qualquer uso nas edificações. A sua maior vantagem é da comunicação, essencial sem uso da palavra. Comunicam rapidamente uma mensagem com eficiência. São reconhecidos e compreendidos mais rapidamente do que as palavras. São usados para minimizar confusão sobre escolhas alternativas. Em pessoas com início de estresse o tempo de resposta para os símbolos foi mais rápido do que para as palavras.

Para representar esses símbolos, utiliza-se as cores: preta (para as placas de alerta e proibição), branca (para as placas de equipamentos de combate a incêndio e alarme e de orientação e salvamento) e verde (para as placas de orientação e salvamento).

Por sua vez, as cores de contraste são aquelas cujo objetivo é estabelecer um contraste com as cores dos símbolos, a fim de fazer com que estes se sobressaíam. De acordo com o tipo de sinalização empregada, há 4 tipos de cores de contraste: branca (para os símbolos de orientação e salvamento e de proibição), verde (para os símbolos de orientação e salvamento), amarela (para os símbolos de alerta) e vermelha (para os símbolos de equipamentos de combate a incêndio e alarme).

5.3.2.5 Cores de segurança

A cor de segurança é a aquela que predomina em uma determinada placa de sinalização de acordo com a categoria da mesma cobrindo 50% (no mínimo) de sua área. Considerando essa premissa, a cor vermelha predomina em símbolos de equipamentos de combate a incêndio e alarme e em símbolos de proibição; a cor verde predomina em símbolos de orientação e salvamento e a cor amarela predomina em símbolos de alerta.

5.3.2.6 Projeto de sinalização de emergência

De acordo com a NBR 13434-1 (2004, p. 5), os documentos exigidos para a correta especificação do sistema de sinalização de emergência são:

- Memorial descritivo – contendo, dentre outras informações, os métodos e procedimentos adotados para o dimensionamento das placas e tamanhos de letras.
- Plantas baixas – onde são indicados os locais em que serão inseridas as sinalizações bem como as dimensões e os tipos de símbolos utilizados os quais serão identificados por meio de uma circunferência dividida ao meio, sendo que na parte superior consta o código do símbolo e na inferior as suas dimensões em milímetros (tabela 6)

Tabela 6: Identificação de placas em planta baixa:

Sinalização retangular	Sinalização quadrada	Sinalização triangular	Sinalização circular
			

Fonte: NBR 13434-1 (2004)

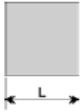
- Quadro de quantidades – onde é apresentada a quantidade de placas utilizadas no projeto.

5.3.2.7 Dimensões básicas das placas

As formas geométricas e as dimensões das placas de sinalização são apresentadas na tabela 7, a qual leva em conta a função (alerta, proibição etc.) e a distância do observador à placa (L, dada em metros e válida no intervalo de $4\text{m} \leq L \leq 50\text{m}$).

Tabela 7: Dimensões das placas de sinalização

Sinal	Forma geométrica	Cota mm	Distância máxima de visibilidade (m)											
			4	6	8	10	12	14	16	18	20	24	28	30
Proibição		D	101	151	202	252	303	353	404	454	505	606	706	757
Alerta		L	136	204	272	340	408	476	544	612	680	816	951	1019

Orientação, salvamento e equipamentos		L	89	134	179	224	268	313	358	402	447	537	626	671
		H (L=2H)	63	95	126	158	190	221	253	285	316	379	443	474

Fonte: NBR 13434-2 (2004)

A área (A, em m²) da placa de sinalização também varia conforme a distância do observador à placa, segundo a seguinte expressão:

$$A > \frac{L^2}{2000}$$

5.3.2.8 Altura das letras empregadas na sinalização de emergência

No caso do emprego de letras, as mesmas devem ser escritas em caixa alta, nas fontes Helvetica Bold (ou Univers 65), sendo sua altura (h) também dada em função da distância do observador à placa (L), conforme tabela 8, respeitando a relação abaixo:

$$h > \frac{L}{125}$$

Tabela 8: Altura mínima das letras em placas de sinalização em função da distância de leitura

Altura mínima Mm	Distância de leitura com maior impacto M	Altura mínima Mm	Distância de leitura com maior impacto M
30	4	300	36
50	6	350	42
65	8	400	48

75	9	500	60
85	10	600	72
100	12	700	84
135	16	750	90
150	18	800	96
200	24	900	108
210	25	1000	120
225	27	1500	180
250	30	1000	120

Fonte: NBR 13434-2 (2004)

5.3.3 Sistema de iluminação de emergência

A iluminação de emergência consiste em uma medida de proteção ativa (acionada automaticamente) que, em uma situação de pânico – ausência de energia elétrica, propicia aos ocupantes de uma edificação o abandono de área (saída com segurança) por meio de uma maior visibilidade do ambiente em perigo. Segundo o CBMDF (2009), em seu Módulo 5, tem-se:

O pânico nas pessoas pode ser gerado ou agravado pela simples ausência de iluminação no ambiente. Para evitar que ocorra esse tipo de problema e, ainda, auxiliar na retirada segura de pessoas do local, facilitando as ações de salvamento e combate a incêndio dos bombeiros, a edificação deve dispor de um sistema automático de iluminação de emergência.

Para Brentano (2015, p. 369)

A iluminação de emergência tem como objetivo substituir a iluminação artificial normal, que deve ser desligada ou pode até falhar em caso de incêndio, por fonte de energia própria que assegure um tempo mínimo de funcionamento. Ela deve garantir, durante este período, a intensidade dos pontos de luz de maneira a respeitar o nível mínimo de iluminância estabelecido pela norma ou pela legislação adotada no local, para proporcionar a saída com rapidez e segurança dos ocupantes da edificação.

Nesse filete de ideias, a norma responsável por estabelecer diretrizes regentes da utilização de iluminação de emergência é a NBR 10.898:2013 da ABNT. Essa mesma norma estabelece que o sistema de iluminação de emergência deve:

- a) permitir o controle visual das áreas abandonadas para que seja possível localizar pessoas impedidas de locomoverem-se;
- b) proteger a segurança patrimonial e facilitar a localização de pessoas indesejadas pelo pessoal da intervenção;
- c) sinalizar, de forma inequívoca, as rotas de fuga utilizáveis, no momento do abandono de cada local;
- d) sinalizar o topo do prédio para a aviação civil e militar.

Brentano (2015, p. 370) destaca dois tipos de iluminação que poderão ser utilizadas em caso de situação de incêndio e pânico. A primeira, a “Ambiente ou de clareamento”, destina-se a iluminar intensamente os ambientes e as rotas de fuga, de modo que a população em perigo não tenha dificuldades de abandonar a área, sentindo-se segura ao transitar por entre as rotas de saída. A segunda, “Balizamento ou de sinalização”, a qual

[...] se destina a iluminar os obstáculos e a sinalização, que possui símbolos gráficos e/ou textos escritos, reflexivos ou luminosos-transparentes e que indicam as rotas de saída, com a função de orientar a direção e o sentido que as pessoas devem seguir em caso de emergência (BRÉNTANO, 2015, p. 370).

Em linha conjunta, a NBR 10898:2013 elenca 4 (quatro) tipos de sistemas de iluminação: a) Conjunto de blocos autônomos; b) Sistema centralizado com baterias recarregáveis, com carregadores adequados para o tipo de bateria utilizado no projeto e ao tempo necessário para a recarga; c) Sistema centralizado com grupo motogerador com arranque automático; e d) Equipamentos de iluminação portáteis, compatíveis com o tempo de funcionamento exigido.

Utilizando-se ainda como referência a NBR 10898:2013, blocos autônomos são equipamentos de iluminação de emergência constituídos em um único invólucro, contendo lâmpadas incandescentes, fluorescentes, semicondutores ou fonte de luz instantânea com desempenho lumínico adequado que atenda aos seguintes requisitos:

- a) fonte de energia elétrica, com carregador e controles de supervisão da carga da bateria e da fonte luminosa;
- b) sensor que ativa as luminárias na falta de tensão alternada da rede ou da falta de iluminação no ambiente;
- c) as especificações desta Norma, incluindo as normas específicas para esse tipo de equipamento.

Brentano (2015, p. 373) esclarece:

Os blocos autônomos são aparelhos de iluminação de emergência contendo lâmpadas incandescentes, fluorescentes ou similares, semicondutores ou fonte de luz instantânea com desempenho lumínico adequado. Como as luminárias geralmente estão acopladas aos próprios blocos autônomos, estes devem ser localizados nos pontos onde devem ser localizadas as luminárias de emergência, fixados ou apoiados em suportes adequados na parede.

Observe a seguintes figuras (12 e 13):

Figura 12 - Bloco autônomo bivolt de bateria recarregável



Fonte: MAJUSS ELETROELETRÔNICA (2017)

Figura 13 - Bloco autônomo (luz de emergência com LEDs)



Fonte: Elétrica NovaLuz Ltda (2015)

O sistema centralizado com bateria de acumuladores deve alimentar os circuitos de iluminação de emergência. Parafraseando Brentano (2015, p. 373), que cita a NBR 10898:2013, evidenciam-se algumas condições importantes que devem ser observadas no caso da instalação desse sistema:

- O compartimento deve ter fácil acesso e espaço para a movimentação do pessoal responsável pelas inspeções e manutenção;
- O compartimento deve ser exclusivo e não deve ser acessível ao público;
- O compartimento não deve ter risco de incêndio e ter paredes resistentes a 2 h de fogo, no mínimo;
- Não ofereça riscos de acidentes aos usuários, como explosão, fogo e propagação de fumaça e nem produzir obstrução a uma saída da edificação ou dificultar a organização de socorro;
- O circuito carregador com carga automática, de acordo com o tipo de acumulador utilizado, deve garantir a recarga do acumulador em 24 h até sua capacidade para o tempo de autonomia de operação previsto no projeto, e em 12 h para garantir 50 % do tempo de autonomia de operação;
- A vida útil do sistema deve ser de 4 anos, no mínimo, com perda máxima de capacidade de 20 % do exigido da instalação; entre outros.

O grupo motogerador (figura 14), para Brentano (2015, p. 374), é um sistema de geração de energia de emergência que é utilizado em edificações comerciais e industriais de maior porte e outras edificações como hospitais, *shoppings centers*, e edifícios residenciais de classe social/econômica mais alta.

Figura 14 - Grupo motogerador



Fonte: CBMDF (2009, p. 42)

A Instrução Técnica n.º 18/2011 do Estado de São Paulo dá algumas diretrizes para a utilização desse sistema:

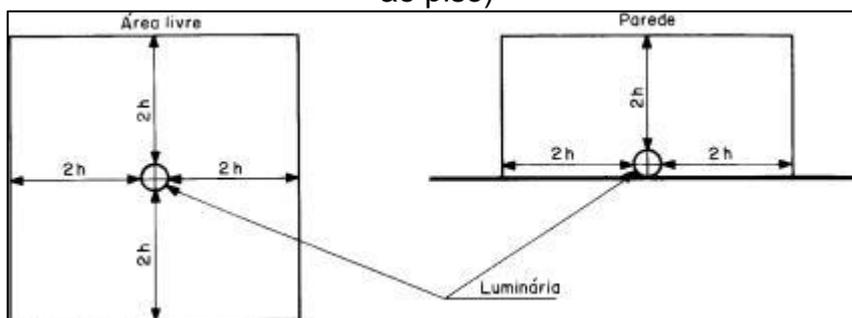
- Deve-se garantir acesso controlado e desobstruído desde a área externa da edificação até o grupo motogerador;
 - No caso de grupo motogerador instalado em local confinado, para o seu perfeito funcionamento, deve ser garantido que a tomada de ar seja realizada sem o risco de se captar a fumaça oriunda de um incêndio;
 - Na condição acima descrita, o GMG deve ser instalado em compartimento resistente ao fogo por 2 h, com acesso protegido por PCF P-90;
 - Quando a tomada de ar externo for realizada por meio de duto, este deve ser construído ou protegido por material resistente ao fogo por 2 h.
- 5.1.5 Nas edificações atendidas por grupo motogerador, quando o tempo de comutação do sistema for superior ao estabelecido pela NBR 10898/99, deve ser previsto sistema centralizado por bateria ou bloco autônomo.

Ainda, comenta-se sobre os equipamentos portáteis, que são denominados como os que podem ser transportados manualmente (a exemplo das lanternas). Para Brentano (2015, p. 375), os mesmos devem ser posicionados em pontos estratégicos bem definidos da edificação, podendo ser retirados para utilização em outros locais. É importante que as baterias ou pilhas sejam revisadas periodicamente para não haver surpresas desagradáveis numa emergência.

A NBR 10898:2013 define que, quanto à evacuação de público, a iluminação do ambiente deve ser obrigatória em todos os locais que proporcionam uma circulação vertical ou horizontal, de saídas para o exterior da edificação, devendo garantir um nível mínimo de iluminamento no piso de: a) 5 lux em locais com desnível: escadas ou passagens com obstáculos; b) 3 lux em locais planos: corredores, halls e locais de refúgio.

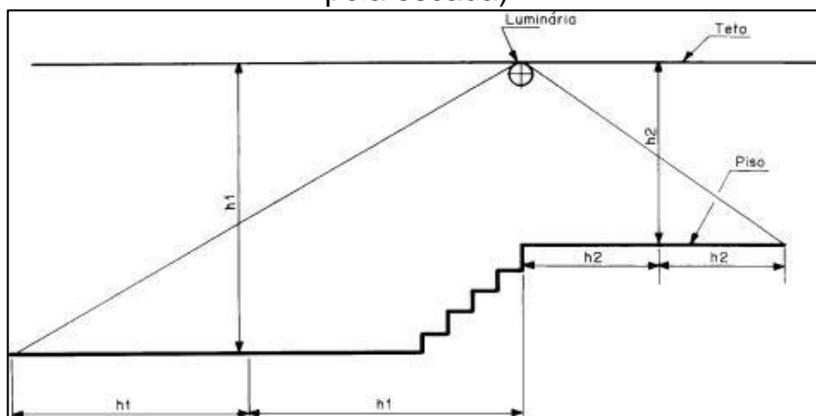
Evidencia-se ainda que o raio de alcance de uma luminária de emergência no solo equivale ao dobro da altura a qual foi instalada no teto ou parede. Observe as figuras a seguir:

Figura 15 - Indicação em planta baixa de instalações de pontos de luz para iluminação de emergência, em tetos ou paredes (h=altura de instalação em relação ao piso)



Fonte: NBR 10898 (1999, p. 16)

Figura 16 - Vista lateral de instalação de ponto de luz de iluminação de emergência em escada (h_1 e h_2 são alturas de instalação em relação aos desníveis provocados pela escada)



Fonte: NBR 10898 (1999, p.17)

Cabe ressaltar que, de acordo com NBR 10898 (1999, p. 17), a distância máxima entre dois pontos de iluminação ambiente deve ser equivalente a quatro vezes a altura da instalação destes em relação ao nível do piso.

5.3.4 Sistema de extintores de incêndio

Os extintores de incêndio (figura 17) são equipamentos (portáteis ou sobre rodas) utilizados no combate de princípios de incêndio sendo previstos para a proteção do conteúdo da edificação (ou área de risco) e de suas estruturas quando as mesmas forem construídas em material combustível. Nesses termos,

Os extintores de incêndio surgiram no século XV de forma rudimentar, sendo constituído de uma espécie de seringa metálica provida de um cabo de madeira, lembrando uma seringa de injeção de dimensões exageradas, sem a agulha.

No século XVI, Jacob Besson inventou um extintor que era constituído de um grande recipiente de ferro montado sobre rodas, provido de um enorme gargalo curvo, que podia, dessa forma, penetrar nas aberturas dos edifícios em chamas. (SEITO *Et al.*, 2008, p. 223).

Figura 17 - Extintores de incêndio



Fonte: APAGUE EXTINTORES (2017)

São fabricados em recipiente metálico (cobre, aço, etc.) contendo um determinado tipo de agente extintor selecionado de acordo com a natureza do material combustível. Este equipamento apresenta também um reduzido tempo de operação (aproximadamente 1 minuto) por apresentar pouca quantidade de massa (ou volume) de agente extintor.

Segundo Guerra, Coelho e Leitão (2006, p. 64) o uso do extintor só terá sucesso se os seguintes critérios forem observados:

- Utilização em princípios de incêndio;
- Conhecimento do funcionamento e operação;
- Presença de agente extintor adequado à classe de incêndio a combater;
- Correta localização do aparelho extintor o qual deve apresentar boa visibilidade e funcionamento adequado.

5.3.4.1 Tipos de agente extintor

De acordo com Seito *Et al.* (2008, p. 223) “os princípios de incêndios têm características diferentes em função de sua origem [...] o que exige o uso de agentes extintores apropriados para cada caso”. Dentre os principais tipos de agentes extintores utilizados pode-se citar:

- **Água Pressurizada** – utilizada em incêndios classe A. A água possui ótima capacidade de absorver calor diminuindo a temperatura do material

combustível a um valor abaixo do ponto de inflamação, além disso o vapor gerado pela vaporização da água isola o material combustível reduzindo o teor de oxigênio.

- **Espuma mecânica** – utilizada em incêndios classes A e B. Em incêndios classe B a espuma debela o princípio de incêndio por abafamento reduzindo o teor de oxigênio, por outro lado, em incêndios classe A atua por resfriamento e abafamento. Ressalta-se ainda que a espuma mecânica não é uma reação química e sim uma mistura física entre 3 componentes: ar atmosférico, água e extrato gerador de espuma.
- **Pó químico** – utilizado em incêndios classe A, B, C e D de acordo com o agente extintor empregado. Os pós químicos não são tóxicos e nem conduzem eletricidade, sendo misturados a produtos que evitam o seu empedramento. A utilização de pós químicos para debelar princípios de incêndio em equipamentos eletroeletrônicos não é apropriada pois a grande quantidade de pó residual irá danificar o equipamento.
- **Pó ABC** – utilizado em incêndios classe A, B e C. O extintor de pó ABC utiliza como agente extintor o monofosfato de amônia que, devido a suas propriedades físico-químicas, torna este extintor polivalente. Em incêndios classe A, este tipo de pó atua por abafamento formando uma barreira que evita a entrada de oxigênio completando o processo de extinção, por outro lado, em incêndios classe B há uma reação química do pó inibindo as reações em cadeia que ocorrem no centro do fogo.
- **Pó BC** – utilizado em incêndios classe B e C. O extintor de pó BC faz uso do bicarbonato de sódio como agente extintor e a sua forma de atuação é a mesma descrita anteriormente para o pó ABC.
- **Pó D** – utilizado em incêndio classe D (fogos em metais combustíveis). Este tipo de extintor utiliza como agente extintor alguns carbonetos e cloretos específicos que, quando em contato com metais incandescentes, inibe a difusão de oxigênio extinguindo o fogo.
- **CO₂** – utilizado em incêndios classe B e C. O extintor à base de gás carbônico atua por abafamento (produzindo uma camada gasosa que isola do oxigênio o centro da chama) e por resfriamento dos materiais. É um agente limpo (não gera resíduos), não tóxico e não danifica equipamentos.

Incêndios envolvendo cozinhas comerciais e industriais (locais nos quais são utilizados: gordura, banha e óleos), por sua vez, necessitam de meios específicos de combate. A proteção contra o fogo nesses ambientes pode ser realizada por meio de extintores de incêndio constituídos por pós químicos ou líquidos especiais. No caso de serem utilizados líquidos especiais, Brentano (2015, p. 476) afirma que:

Há extintores de incêndio com agente extintor de solução aquosa formada por sais inorgânicos, chamado de PRX [...]. Além do combate às chamas, o agente extintor ocasiona um resfriamento das superfícies, reagindo com gorduras quentes e produzindo a formação de uma camada protetora de vapor e espuma isolando-as do contato com o ar e evitando a emissão de mais vapores inflamáveis, garantindo o processo de extinção [...].

5.3.4.2 Unidade extintora

Um extintor de incêndio portátil para que se constitua numa unidade extintora que atenda à capacidade mínima extintora obtida em testes normalizados, deve ter uma carga mínima de agente extintor, em massa ou volume [...] (BRENTANO, 2015, p. 465).

A carga mínima de agente extintor para extintores portáteis para que atendam à capacidade extintora mínima é apresentada na tabela 9 abaixo:

Tabela 9: Capacidade extintora mínima em função da carga de agente extintor

Agente extintor	Carga mínima (massa ou volume)	Capacidade extintora mínima
Água	10 L	2A
Espuma	9 L	2A;10B
Pó químico ABC	4 Kg	2A;20B;C
CO2	6 Kg	5B;C

Fonte: Brentano (2016, p. 465) e NBR 12693 (2010)

5.3.4.3 Capacidade extintora

A capacidade extintora é o poder do agente extintor de extinguir o fogo, sendo obtida em ensaio prático normalizado. A capacidade extintora aumenta com o aumento da carga de agente extintor, e é constituída por um número que representa o tamanho do fogo que pode ser extinto e por uma letra que indica a classe de fogo para um determinado tipo de agente extintor.

5.3.4.4 Localização dos extintores

Os extintores devem ser bem alocados para propiciarem fácil acesso e utilização, o COSCIP (1995, p. 14), em seu art. 105, estabelece que os extintores de incêndio deverão localizar-se obedecendo os seguintes critérios:

- I - A probabilidade de o fogo bloquear o seu acesso deve ser a mínima possível;
- II - Boa visibilidade, para que os possíveis operadores fiquem familiarizados com a sua localização;
- III - Os extintores portáteis deverão ser fixados de maneira que nenhuma de suas partes fiquem acima de 1,80 m (um metro e oitenta centímetros) do piso;
- IV - A sua localização não será permitida nas escadas e antecâmaras das escadas;
- V - Os extintores sobre-rodas deverão sempre ter livre acesso a qualquer ponto da área a proteger;
- VI - Nas instalações industriais, depósitos, galpões, oficinas e similares, os locais onde os extintores forem colocados serão sinalizados por circuitos ou setas vermelhas. A área de 1m² (um metro quadrado) do piso localizado abaixo do extintor será também pintada em vermelho e, em hipótese alguma, poderá ser ocupada.

5.3.4.5 Dimensionamento do sistema de extintores

Quanto ao dimensionamento do sistema de extintores, o COSCIP (1995, p. 14) elenca o seguinte: o número de unidades extintoras necessárias será obtido pela divisão da área total construída da edificação pela área de cobertura de cada

unidade extintora dada em função da classe de risco da edificação (tabela 10) arredondando-se o valor obtido para o número inteiro imediatamente superior.

Tabela 10: Área máxima protegida por unidade extintora em função da classe de risco

Classe de Risco	Área máxima a ser protegida por unidade extintora (em metros quadrados)
Baixo	300 m ²
Médio	200 m ²
Alto	150 m ²

Fonte: COSCIP/MA (1995)

A NBR 12693 (Sistemas de proteção por extintor de incêndio) estabelece ainda que:

- A distância máxima percorrida entre o extintor e o local de risco, bem como a capacidade extintora mínima são obtidas em função da classe de risco da edificação, conforme tabela 11 abaixo:

Classe de risco	Risco classe A		Risco classe B	
	Capacidade extintora mínima	Distância máxima a ser percorrida (m)	Capacidade extintora mínima	Distância máxima a ser percorrida (m)
Baixo	2-A	25	20-B	15
Médio	3-A	20	40-B	15
Alto	4-A	15	80-B	15

Tabela 11: Capacidade extintora e distância máxima percorrida

Fonte: NBR 12693 (2010)

- Locais de riscos específicos (casa de bombas, casa de força elétrica, central de gás, etc.) devem receber proteção adicional por extintores os quais ficam localizados próximos à entrada do ambiente;
- Um extintor de incêndio (no mínimo) deve ser instalado a no máximo 5m da porta de acesso da entrada principal da edificação e entrada dos demais pavimentos;
- Duas unidades extintoras (no mínimo) são necessárias em cada pavimento da edificação (uma para incêndio classe A e outra para incêndio classe B e C)

podendo, entretanto, serem instaladas duas unidades extintoras de pó químico ABC (com capacidade extintora mínima de 2-A:20-B:C) em substituição aos extintores anteriormente citados.

5.3.5 Sistema de Hidrantes

Os sistemas de hidrantes são bastante funcionais, realizando a proteção de bens materiais e de vidas humanas por meio do controle do desenvolvimento do incêndio. Conforme Vargas (2013), os sistemas possuem a finalidade de serem utilizados pelos próprios ocupantes em situação de emergência, porém, demandam treinamento para sua operação.

Existem 3 tipos de sistemas de hidrantes (tabela 12) os quais são compostos por hidrantes (ou mangotinhos), reserva de incêndio, bombas de incêndio, tubulações, válvulas e outros acessórios. A NBR 13714 (2000, p.03) define esses elementos da seguinte forma:

Hidrante: Ponto de tomada de água onde há uma (simples) ou duas (duplo) saídas contendo válvulas angulares com seus respectivos adaptadores, tampões, mangueiras de incêndio e demais acessórios.

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

Reserva de incêndio: Volume de água destinado exclusivamente ao combate a incêndio.

Bomba principal: bomba hidráulica centrífuga destinada a recalcar água para os sistemas de combate a incêndio.

Bomba de pressurização (Jockey): bomba hidráulica centrífuga destinada a manter o sistema pressurizado em uma faixa preestabelecida.

Bomba de reforço: Bomba hidráulica centrífuga destinada a fornecer água aos hidrantes ou mangotinhos mais desfavoráveis hidráulicamente quando estes não puderem ser abastecidos somente pelo reservatório elevado.

Tubulação: Conjunto de tubos, conexões e outros acessórios destinados a conduzir água desde a reserva de incêndio até os hidrantes ou mangotinhos.

Válvula: acessório de tubulação destinado a controlar ou bloquear o fluxo de água no interior das tubulações.

Tabela 12: Tipos de sistemas

Tipo	Esguicho	Mangueiras		Saídas	Vazão L/min
		Diâmetro mm	Comprimento máximo m		
1	Regulável	25 ou 32	30	1	80 ou 100
2	Jato compacto Ø16 mm ou regulável	40	30	2	300
3	Jato compacto Ø25 mm ou regulável	65	30	2	900

Fonte: NBR 13714 (2000, p. 6)

Valentin (2013, p. 11) corrobora que os pontos de hidrantes devem ser estrategicamente distribuídos para que a área a ser protegida esteja ao alcance dos jatos d'água através de mangueiras de, no máximo, 30 metros. Ademais, a NBR 13714 (2000, p.06) afirma que as tomadas de água devem ser alocadas da seguinte forma:

- a) Nas proximidades das portas externas e/ou acessos à área a ser protegida, a não mais de 5m;
- b) Em posições centrais nas áreas protegidas;
- c) Fora das escadas ou antecâmaras de fumaça;
- d) De 1,0m a 1,5m do piso.

Quanto ao dimensionamento do sistema, deve-se seguir os parâmetros técnicos da NT 04/97 (tabela 13) ou as prescrições da NBR 13714 a qual estabelece, dentre outras exigências, que a pressão máxima de trabalho, em

qualquer ponto do sistema, não ultrapasse 1000 kPa e que sua tubulação não possua diâmetro nominal inferior a DN65 (2½”) devendo, quando for aparente, ser da cor vermelha.

Tabela 13: Tabela de parâmetros técnicos

Risco	Pequeno	Médio		Grande
Sistema Fixo	Canalização	Canalização	Rede	Rede
Diâmetro da Mangueira em ”	1 ½”	1 ½”	1 ½”	2 ½”
Diâmetro Requite em mm	13	13	13	19
Tipo do Requite	Fixo	Fixo	Regulável	Regulável
Pressão mínima em KPa	100	350	400	400
Vazão no hidrante em L/min	100	200	200	500
Números de Hidrantes	1	1	2	2
Vazão no sistema em L/min	100	200	400	1000

Fonte: NT 004/97

Outrossim, o dimensionamento das instalações hidráulicas de combate a incêndio é realizado com base na perda de carga unitária. Tal perda pode ser quantificada por meio da aplicação da fórmula de Hazen Williams:

$$J = 605 \times Q^{1,85} \times C^{-1,85} \times d^{-4,87} \times 10^5$$

onde:

J = Perda de carga unitária em “Kpa/m”;

Q = Vazão, em “l/min”;

C = Fator adimensional de Hazen Williams;

D = Diâmetro interno do tubo, em “mm”.

Abaixo, tabela com os respectivos fatores de Hazen-Williams para cada tipo de material:

Tabela 14: Fator “C” de Hazen-Williams

Tipo de tubo	Fator “C”
Ferro fundido ou dúctil sem revestimento interno	100
Aço preto (sistema de tubo seco)	100
Aço preto (sistema de tubo molhado)	120
Galvanizado	120
Ferro fundido ou dúctil com revestimento interno de cimento	140
Cobre	150
NOTA - Os valores do fator “C” de Hazen-Williams são válidos para tubos novos.	

Fonte: NBR 13714 (2000, p. 7)

A fórmula de Hazen-Williams se caracteriza no cálculo da dissipação contínua de energia que se constata no movimento da água em contato com algum conduto, também denominada perda de carga distribuída. Na prática, existe também as perdas localizadas ou singulares, pois um sistema de canalizações não é composto somente de tubos retilíneos, mas ainda por peças específicas que acabam estabelecendo quebra de uniformidade (por turbilhonamento ou mudança de direção).

Portanto, para que a água possa vencer as perdas de carga total da trajetória (distribuídas e singulares), bem como os desníveis da instalação, atingindo o ponto mais desfavorável com a pressão e vazão mínima estabelecida por norma, ela necessita receber uma quantidade mínima de energia. Tal energia é fornecida por meio de bombas centrífugas (acionadas por motores elétricos ou a combustão) as quais são máquinas operatrizes hidráulicas destinadas a realizar o deslocamento

de um líquido por escoamento. O cálculo da potência do motor da bomba (necessária para girar o seu rotor) é realizado por meio da seguinte expressão:

$$Pot = \frac{\gamma \cdot Q \cdot H}{75 \cdot n}$$

Onde:

Pot = Potência, em CV;

Q = Vazão, em “m³/s”;

H = Altura manométrica, em “m”;

γ = densidade da água, em “kgf/m³”;

n = rendimento da bomba.

Quanto ao mais, como todo sistema de combate a incêndio, a canalização preventiva deve estar disponível constantemente. Isto posto, o plano de manutenção deve prever as tarefas que a Brigada de incêndio tem que executar, de maneira que seja mínima a possibilidade de ocorrer alguma falha de qualquer dos componentes do sistema da edificação, uma vez colocado em funcionamento.

5.3.6 Sistema de proteção contra descargas atmosféricas

Descarga atmosférica é definida pela NBR 5419 (2015) como uma descarga elétrica de origem atmosférica entre uma nuvem e a terra ou entre nuvens, consistindo em um ou mais impulsos de vários quiloampères.

Analogamente, a NT 01 do Estado do Maranhão define SPDA (Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas) como o conjunto de equipamentos instalados, destinados à proteção contra incêndio e pânico das pessoas, bens públicos e privados.

Essas descargas podem provocar danos de acordo com o tipo de estrutura na qual incidem. De acordo com Ricardo (2013), o sistema de proteção de descargas atmosféricas não previne a ocorrência de raios. Sendo preferível não ter

para-raios algum do que ter um para-raios mal instalado. À vista disso, segundo o epigrafado autor, o SPDA possui duas funções importantíssimas:

1. O aumento do gradiente de potencial elétrico em meio ao solo e as nuvens, por meio do constante escoamento de cargas elétricas do meio ambiente para o solo. Assim neutralizando, pela força de atração das pontas.
2. Diminuir os riscos de sua incidência sobre as estruturas, através de proporcionar à descarga elétrica que for cair em suas proximidades uma passagem preferencial.

Por conseguinte, a instalação do SPDA deve levar em consideração os seguintes fatores: a) A análise da necessidade de um SPDA; b) Nível de Proteção (caso haja necessidade de instalação desse sistema); c) Componentes do SPDA; e d) Métodos a serem utilizados.

a) Análise da necessidade de um SPDA

A análise da necessidade de um SPDA se baseia no cálculo probabilístico descrito na norma NBR 5419:2015, sendo considerados a densidade de descargas atmosféricas para a Terra, a área de exposição equivalente da edificação estudada e o número de dias de trovoadas por ano para a área em questão.

Com fulcro na NBR 5419, os dados são adquiridos da seguinte forma:

- Risco de exposição: N_g consiste na “Densidade de descargas atmosféricas”, sendo obtido pela seguinte fórmula: $N_g = 0,04 \times Td^{1,25}$ [raios por Km²/ano] ou pelo site do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE, com valores atualizados):
- T_d : número mínimo de dias de trovoadas por ano (vide mapa isoceráunico da NBR em tela);
- Área de Exposição: $A_e = (L \times W) + (2 \times (L \times H)) + (2 \times (W \times H)) + (3,14 \times H^2)$, onde: L = Largura da edificação; W = Comprimento da edificação; H = Altura da Edificação.
- Frequência de Descargas: $N_d = N_g \times A_e \times 10^{-6}$
- Avaliação de Risco: Através das tabelas n1, n2, n3, n4 e n5 fornecidas pela NBR 5419 (2015):

Tabela n1: Fator de ocupação da estrutura

Fator A: Tipo de ocupação da estrutura	Fator A
--	---------

Casa e outras estruturas de porte equivalente	0,3
Casas e outras estruturas de porte equivalente com antena externa instalada	0,7
Fábricas, oficinas e laboratórios	1,0
Edifícios de escritórios, hotéis e apartamentos, e outros edifícios residências não incluídos abaixo	1,2
Locais de afluência de público (como por exemplo igrejas, pavilhões, teatros, museus, exposições, lojas e departamentos, correios, estações, aeroportos e estádios de esportes)	1,3
Escolas, hospitais, creches e outras instituições, estruturas de múltiplas atividades	1,7

Fonte: NBR 5419 (2015)

Tabela n2: Fator de construção da estrutura

Fator B: Tipo de construção da estrutura	Fator B
Estruturas de aço revestida com cobertura não metálica*	0,2
Estruturas de concreto armado com cobertura não metálica	0,4
Estruturas de aço revestido ou de concreto armado com cobertura metálica	0,8
Estruturas de aço revestido ou de concreto armado com qualquer cobertura, exceto metálica ou de palha	1,0
Estrutura de madeira ou revestida de madeira com qualquer cobertura, exceto metálica ou de palha	1,4
Estruturas de madeira, alvenaria ou concreto simples com cobertura metálica	1,7
Qualquer estrutura com teto de palha	2,0
*Estruturas de metal aparente que sejam contínuas, até o nível do solo estão excluídas desta tabela, porque requerem apenas um subsistema de aterramento.	

Fonte: NBR 5419 (2015)

Tabela n3: Fator de conteúdo e efeitos indiretos da estrutura

Fator C: Conteúdo da estrutura e efeitos indiretos	Fator C
Residências comuns, edifícios de escritórios, fábricas e oficinas que não contenham objetos de valor ou particularmente suscetíveis de danos	0,3
Estruturas industriais e agrícolas contendo objetos particularmente suscetíveis e danos	0,8
Subestações de energia elétrica, usinas de gás, centrais telefônicas, estações de rádio	1,0
Indústrias estratégicas, monumentos antigos, prédios históricos, museus, galerias de arte e outras estruturas com objetos de valor especial	1,3
Escolas, hospitais, creches e outras instituições, locais de afluência de público	1,7

Fonte: NBR 5419 (2015)

Tabela n4: Fator de localização da estrutura

Fator D: Localização da estrutura	Fator D
Estrutura localizada em uma grande área contendo estruturas ou	0,4

árvores da mesma altura ou mais altas (como por exemplo florestas ou grandes cidades)	
Estrutura localizada em uma área contendo poucas estruturas ou árvores de altura similar	1,0
Estrutura completamente isolada, ou que ultrapassa, no mínimo, duas vezes a altura de estruturas ou árvores próximas	2,0

Fonte: NBR 5419 (2015)

Tabela n5: Fator de topografia e região da estrutura

Fator E: Topografia da região	Fator E
Planície	0,3
Elevações moderadas, colinas	1,0
Morros entre 300 m e 900 m	1,3
Morros acima de 900 m	1,7

Fonte: NBR 5419 (2015)

- Resultado Final:

- Se N_d corrigido $> 10^{-3}$ (0,001) (isto é, um em mil): A estrutura requer um SPDA;
- Se 10^{-3} (0,001) $> N_d$ corrigido $> 10^{-5}$ (0,00001): A conveniência de um SPDA deve ser decidida por acordo entre projetista e usuário;
- Se N_d corrigido $< 10^{-5}$ (0,00001): A estrutura dispensa um SPDA.

b) Nível de Proteção

A NBR 5419 (2015) determina os níveis de proteção, através dos efeitos das descargas atmosféricas segundo os vários tipos de estruturas:

Tabela 15: Efeitos das descargas atmosféricas de acordo com as estruturas nas quais incidem

Tipo de estrutura de acordo com sua finalidade e/ou conteúdo	Efeitos das Descargas Atmosféricas
Casa de moradia	Perfuração da isolação das instalações elétricas, incêndio e danos materiais. Danos normalmente limitados a objetos expostos ao ponto de impacto ou no caminho da corrente da descarga atmosférica. Falha de equipamentos e sistemas elétricos e eletrônicos instalados (exemplos: aparelhos de TV, computadores, modems, telefones etc.)
Edificação em zona rural	Risco maior de incêndio e tensões de passo perigosas, assim como danos materiais. Risco secundário devido

	à perda de energia elétrica e risco de vida dos animais de criação devido à falha de sistemas de controle eletrônicos de ventilação e suprimento de alimentos etc.
Teatro ou cinema Hotel Escola Shopping centers Áreas de esportes	Danos em instalações elétricas que tendem a causar pânico (por exemplo, iluminação elétrica) Falhas em sistemas de alarme de incêndio, resultando em atrasos nas ações de combate a incêndio.
Banco Empresa de seguros Estabelecimento comercial	Conforme acima, adicionando-se problemas resultantes da perda de comunicação, falha de computadores e perda de dados.
Hospital Casa de tratamento médico Casa para idosos Creche Prisão	Conforme acima, adicionando-se os problemas relacionados a pessoas em tratamento médico intensivo e a dificuldade de resgatar pessoas incapazes de se mover.
Indústrias	Efeitos adicionais dependendo do conteúdo das fábricas, que vão desde os menos graves até danos inaceitáveis e perda de produção.
Museu e sítio arqueológico Igreja	Perda de patrimônio cultural insubstituível.
Estação de telecomunicações Estação de geração e transmissão de energia elétrica	Interrupções inaceitáveis de serviços ao público.
Fábrica de fogos de artifícios Trabalhos com munição	Incêndio e explosão com consequências à planta e arredores.
Indústria química Refinaria Usina nuclear Indústria e laboratório de bioquímica	Incêndio e mau funcionamento da planta com consequências prejudiciais ao meio ambiente local e global.

Fonte: NBR 5419-1 (2015)

Deve-se falar que a corrente é a causa dos danos nas estruturas. De acordo com a NBR 5419 (2015), existem quatro tipos de danos:

- S1: descargas atmosféricas na estrutura;
- S2: descargas atmosféricas próximas à estrutura;
- S3: descargas atmosféricas sobre as linhas elétricas e tubulações metálicas que entram na estrutura; e
- S4: descargas atmosféricas próximas às linhas elétricas e tubulações metálicas que entram na estrutura.

As descargas atmosféricas podem causar na estrutura, segundo a NBR 5419 (2015), danos mecânicos imediatos, fogo e/ou explosão e danos às pessoas por choque elétrico, provocando até a perda da vida. É nesse contexto que se evidencia a importância do SPDA.

A NBR 5419 (2015) relata quatro tipos de perdas que dependem das características do próprio objeto: perda da vida humana; perda de serviço ao público; perda de patrimônio cultural; e perda de valor econômico (estrutura e seu conteúdo, assim como interrupções de suas atividades). Por isso, o objetivo da proteção contra descargas atmosféricas é reduzir as perdas, principalmente as de valores sociais.

Em vista disso, existem quatro níveis de proteção determinados pela NBR 5419, conforme discriminados na tabela a seguir:

Tabela 16: Níveis de proteção contra descargas atmosféricas

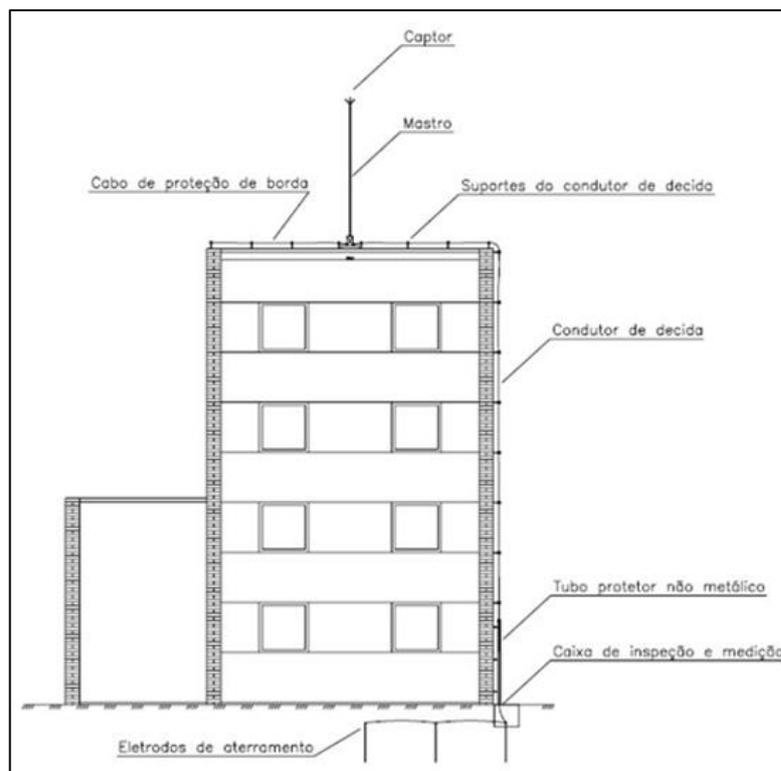
Proteção Contra Descargas Atmosféricas		
Nível de Proteção	Características da Proteção	Eficiência da Proteção
I	Nível Máximo de Proteção	98%
II	Nível Médio de Proteção	95%
III	Nível Moderado de Proteção	90%
IV	Nível Normal de Proteção	80%

Fonte: Adaptado através da NBR 5419

c) Componentes de um sistema SPDA

Segundo a NBR 5419 os subsistemas de captação podem ser compostos pela combinação de hastes, condutores suspensos ou condutores em malha. Como podemos observar na figura abaixo:

Figura 18 - Componentes de um SPDA



Fonte: FERLIN (2015)

Os condutores e eletrodos são materiais nos quais as cargas elétricas se deslocam de maneira relativamente livre, dimensionados os seguintes itens através da distância entre os condutores (Tabela 17), do material dos condutores de captação (Tabela 18) e do material dos eletrodos (Tabela 19).

Tabela 17: Valores típicos de distância entre os condutores de descida e entre os anéis condutores de acordo com a classe de SPDA

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

NOTA: É aceitável uma variação no espaçamento dos condutores de descidas de +/- 20 %.

Fonte: NBR 5415 (2015), adaptada pelos autores

Tabela 18: Material, configuração e área de seção mínima dos condutores de captação, haste captoras e condutores de descidas

Material	Configuração	Área da seção mínima mm ²	Comentários (4*)
Cobre	Fita maciça	35	Espessura 1,75 mm
	Arredondado (4*)	35	

	Encordoado	35	Diâmetro de cada fio da cordoalha 2,5 mm
	Arredondado maciço (2*)	200	Diâmetro 16 mm
Alumínio	Fita maciça	70	Espessura 3mm
	Arredondado maciço	70	Diâmetro 9,5 mm
	Encordoado	70	Diâmetro de cada fio cordoalha 3,5 mm
	Arredondado maciço (2*)	200	Diâmetro 16 mm
Aço cobreado IACS 30 % (5*)	Arredondado maciço	50	Diâmetro 8 mm
	Encordoado	50	Diâmetro de cada fio da cordoalha 3 mm
Alumínio cobreado IACS 64%	Arredondado maciço	50	Diâmetro 8mm
	Encordoado	70	Diâmetro de cada fio da cordoalha 3,6 mm
Aço galvanizado a quente (1*)	Fita maciça	50	Espessura mínima 2,5 mm
	Arredondado	50	Diâmetro 8 mm
	Encordoado	50	Diâmetro de cada fio da cordoalha 1,7 mm
	Arredondado maciço (2*)	200	Diâmetro 16 mm
Aço inoxidável (3*)	Fita maciça	50	Espessura 2 mm
	Arredondado maciço	50	Diâmetro 8 mm
	Encordoado	70	Diâmetro de cada fio cordoalha 1,7 mm
	Arredondado maciço (2*)	200	Diâmetro 16 mm

(1*) O recobrimento a quente (fogo) deve ser conforme ABNT NBR 6223.

(2*) Aplicável somente a mini captors. Para aplicações onde esforços mecânicos, por exemplo, força do vento, não forem críticos, é permitida a utilização de elementos com diâmetro mínimo de 10 mm e comprimento máximo de 1 m.

(3*) Composição mínima AISI 304 ou composto por: cromo 16 %, níquel 8 %, carbono 0,07 %.

(4*) Espessura, comprimento e diâmetro indicados na tabela referem-se aos valores mínimos, sendo admitida uma tolerância de 5 %, exceto para o diâmetro dos fios das cordoalhas cuja tolerância é de 2%.

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

NOTA 1: Esta tabela não se aplica aos materiais utilizados como elementos naturais de um SPDA.

Fonte: NBR 5419-3 (2015), adaptada pelos autores

Tabela 19: Material, configuração e dimensões mínimas de eletrodo de aterramento

Material	Configuração	Dimensões mínimas (6*)		Comentários (6*)
		Eletrodo cravado (diâmetro)	Eletrodo não cravado	
Cobre	Encordoado (3*)	-	50 mm ²	Diâmetro de cada fio da cordoalha a 3 mm
	Arredondado maciço (*3)	-	50 mm ²	Diâmetro 8 mm
	Fita maciça (3*)	-	50 mm ²	Espessura 2 mm
	Arredondado maciço	15 mm	-	
	Tubo	20 mm	-	Espessura da parede 2 mm
Aço galvanizado à quente	Arredondado maciço (1*), (*2)	16 mm	Diâmetro 10 mm	-
	Tubo (1*), (*2)	25 mm	-	Espessura da parede 2 mm
	Fita maciça (1*)	-	90 mm ²	Espessura 3 mm
	Encordoado	-	70 mm ²	-
Aço cobreado	Arredondado maciço (4*) Encordoado (7*)	12,7 mm	70 mm ²	Diâmetro de cada fio da cordoalha 3,45 mm
Aço inoxidável (5*)	Arredondado maciço Fita maciça	15 mm	Diâmetro 10 mm 100 mm ²	Espessura mínima 2 mm

(1*) O recobrimento a quente (fogo) deve ser conforme ABNT NBR 6223.
 (2*) Aplicável somente a mini captotes. Para aplicações onde esforços mecânicos, por exemplo, força do vento, não forem críticos, é permitida a utilização de elementos com diâmetro mínimo de 10 mm e comprimento máximo de 1 m.
 (3*) Composição mínima AISI 304 ou composto por: cromo 16 %, níquel 8 %, carbono 0,07 %.
 (4*) Espessura, comprimento e diâmetro indicados na tabela referem-se aos valores mínimos, sendo admitida uma tolerância de 5 %, exceto para o diâmetro dos fios das cordoalhas cuja tolerância é de 2%.
 (5*) Sempre que os condutores desta tabela estiverem em contato direto com o solo, devem atender às prescrições desta tabela.
 (6*) A cordoalha cobreada deve ter uma condutividade mínima de 30 % IACS (International Annealed Copper Standard).
 (7*) Esta tabela não se aplica aos materiais utilizados como elementos naturais de um SPDA.

Fonte: NBR 5419-3 (2015), adaptada pelos autores

Na concepção de Verardino (2011), os captore são elementos que recebem o impacto direto da descarga atmosférica. Através deles que as descargas “entram” no SPDA, após isso serão conduzidos para a terra sem atingirem ou causarem dano a edificação (volume de proteção).

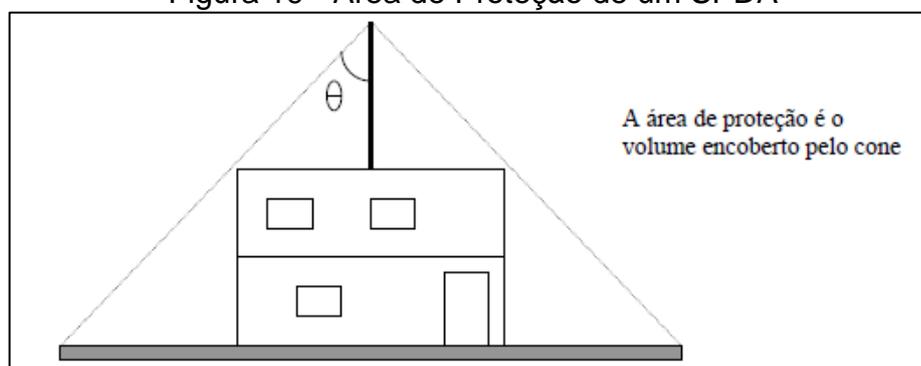
Os condutores de descida levam a corrente da descarga atmosférica do captor para ser dissipada na terra. Eles devem passar por toda a edificação de uma maneira segura para que não ocasione efeitos perigosos como indução de corrente em condutores próximos e centelhamento lateral.

Os eletrodos são responsáveis por dissipar a corrente da descarga atmosférica no solo. Realizado de forma segura, ele necessita oferecer o mínimo de resistência possível e se espalhar de forma homogênea, evitando assim diferenças de potencial muita alta ao redor do volume a proteger. Sendo sua composição basicamente de materiais condutores em forma de hastes (Verardino, 2011).

d) Métodos utilizados: Franklin e gaiola de Faraday

De acordo com Halten (2014), a metodologia de Franklin se fundamenta no princípio de que uma descarga piloto descendente pode ser interceptada por uma descarga ascendente iniciada a partir de um dos captore instalados na edificação. O uso de mastros em prédios altos visa a proteção localizada de antenas e outras estruturas existentes no topo da edificação como podemos verificar na figura abaixo:

Figura 19 - Área de Proteção de um SPDA

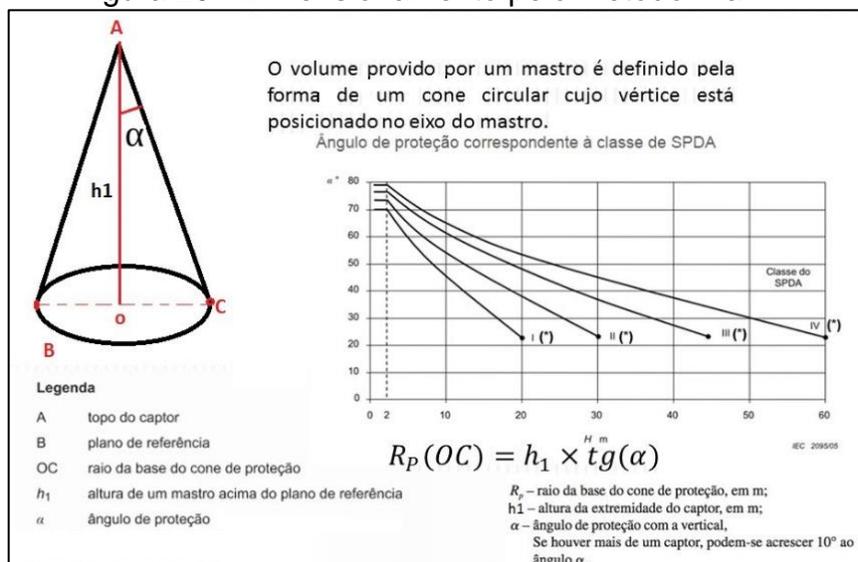


Fonte: RICARDO (2013)

Na definição da NBR 5419-3, o volume de proteção provido por um mastro é definido pela forma de um cone circular cujo vértice está posicionado no eixo do

mastro, o ângulo α , dependendo da classe do SPDA, e a altura do mastro como consta na figura a baixo:

Figura 20 - Dimensionamento pelo método Franklin



Fonte: NBR 5419-3 (2015), adaptada pelos autores

Quanto ao método de Gaiola de Faraday, este é baseado na teoria de Michael Faraday (1791-1867), o qual define que o campo magnético no interior de uma gaiola condutora é nulo. Dessa forma, instala-se um sistema de captores, suportes isoladores, tubos de proteção e cobre no formato de malha, resultando em uma proteção muito hábil e amplamente empregada, que consiste em cobrir a edificação com uma grade metálica que está devidamente aterrada.

No entendimento de Rodrigo (2011), o método de Faraday só possui garantia de eficiência de proteção desde que respeite o limite de tamanho máximo dos reticulados da gaiola, tanto na parte lateral quanto superior das edificações. No dimensionamento do projeto, deve-se evitar partes da edificação que estejam fora da gaiola, respeitando-se o tamanho máximo dos módulos descritos na NBR 5419-3.

Tabela 20: Valores máximos dos raios da esfera rolante, tamanho da malha e ângulo de proteção correspondentes a classe do SPDA

-	Método de Proteção
---	---------------------------

Classe do SPDA	Raio da esfera rolante – R (m)	Máximo afastamento dos condutores da malha (m)	Ângulo de proteção α
I	20	5 x 5	Vide figura 20
II	30	10 x 10	
III	45	15 x 15	
IV	60	20 x 20	

Fonte: NBR 5419 (2015), adaptada pelos autores

Além disso os componentes dos condutores de descidas devem seguir o indicado pela norma, evitando, por conseguinte, risco de diminuir a eficiência do projeto como preconizado pela norma NBR 5419-3.

5.3.7 Central de GLP

O GLP representa uma fonte de energia muito utilizada na vida moderna, o que se dá pelo fato dele ser mais econômico que outras fontes de energia, a exemplo da lenha, do carvão, da eletricidade etc. Assim sendo, quando as edificações, principalmente as cozinhas industriais, necessitam de uma quantidade de gás significativa, deve-se estabelecer o correto dimensionamento de suas instalações. Nesse seguimento, Brentano (2015, p. 443) comenta

Uma edificação possuindo central de gás projetada segundo as recomendações das normas e das legislações específicas reduz de forma quase total as condições para ocasionar acidentes ou um princípio de incêndio com o uso inadequado da instalação. Infelizmente a maior parte das edificações existentes não possui tal instalação, principalmente as mais antigas, e, também, as localizadas em edificações de cidades menores, distantes de grandes centros urbanos, de uma forma geral.

Central de gás é definida pela NBR 13523 (1995, p. 2) como área devidamente delimitada que contém os recipientes transportáveis ou estacionários e acessórios, destinados ao armazenamento de GLP (Gás Liquefeito de Petróleo) para consumo da própria instalação, sendo este produto constituído de hidrocarbonetos com três ou quatro átomos de carbono (propano, propeno, butano, buteno), podendo se apresentar como mistura entre si e com pequenas frações de outros hidrocarbonetos.

Por ser inflamável e apresentar riscos de incêndio e explosão, a NBR 13523 (1995, p. 6) estabelece que é vedada a instalação das tomadas de abastecimento em caixas ou galerias subterrâneas e próximas de depressões do solo, valetas para captação de águas pluviais, aberturas de dutos de esgoto ou abertura para acesso a compartimentos subterrâneos.

A NBR 13523 (1995, p. 4) determina ainda que os recipientes devem ser localizados no exterior das edificações, situados em ambientes ventilados, que permitam acesso fácil e desimpedido, assegurando ainda proteção à integridade destes.

Em linha conjunta, deve haver um afastamento mínimo da central de gás em relação a projeção horizontal das edificações, conforme a tabela 21 a seguir.

Tabela 21: Afastamentos de recipientes estacionários

Capacidade do reservatório (m³)	Afastamento (m)
até 1,0	0
de 1,1 a 2,0	1,5
de 2,1 a 5,5	3,0
de 5,6 a 8,0	7,5

Fonte: NBR 13523 (1995, p. 5)

No contexto da proteção contra incêndio, a NBR 13523 (1995, p. 7) determina que devem ser colocados avisos com letras não menores que 50 mm, em quantidade que possam ser visualizados de qualquer direção de acesso à central de GLP, contendo os seguintes dizeres: PERIGO / INFLAMÁVEL / PROIBIDO FUMAR.

Em linha conjunta, a mesma norma estabelece a quantidade e a capacidade dos extintores para a proteção da central de gás, conforme a tabela abaixo.

Tabela 22: Colocação de extintores

Quantidade de GLP (kg)	Quantidade e capacidade de extintores
Até 270	2 x 4 kg

271 e 1800	2 x 6 kg
Acima de 1800	2 x 12 kg

Fonte: NBR 13523 (1995, p. 7)

5.3.8 Brigada de incêndio

A ABNT, em sua NBR 14276:1999, define brigada de incêndio como sendo um grupo organizado de pessoas voluntárias ou não, treinadas e capacitadas para atuar na prevenção, abandono e combate a um princípio de incêndio e prestar os primeiros socorros, dentro de uma área preestabelecida.

Esse grupo de pessoas deve ser capacitado e/ou preparado para realizar operações de combate ao incêndio em seu estado inicial. Nesse âmbito, a NBR 14276:1999 discrimina ainda que combate a incêndio denomina-se como o conjunto de ações táticas, destinadas a extinguir ou isolar o incêndio com uso de equipamentos manuais ou automáticos.

Sendo assim, a prioridade deve ser a preservação da vida das pessoas que habitam a edificação mediante ações seguras (orientadas pelos brigadistas). Diante disso, Seito *Et al.* (2008, p. 97) esclarece:

Geralmente, as grandes empresas possuem equipes de brigadas de incêndio, com excelente qualidade técnica, aptas para atenderem às peculiaridades do local, sejam shoppings centers, refinarias, plataformas marítimas, entre tantos outros, mas a grande maioria das edificações que dispõe de equipes com um treinamento anual, por melhor que tenham sido treinadas, sem os equipamentos de proteção individual prescritos na norma de brigada, precisam priorizar a saída das pessoas.

Conjuntamente, os brigadistas devem se preocupar com as rotas de fuga, mantendo-as sempre desobstruídas e verificar se os equipamentos destinados à extinção e combate ao fogo encontram-se em condições de uso.

5.3 Mapeamento de riscos laborais

Os ambientes laborais estão cada vez mais desenvolvidos em virtude das novas tecnologias. Com isso, as atividades econômicas tornaram-se mais complexas, arriscadas e propícias ao aparecimento de riscos ambientais.

Riscos ambientais estão associados à enorme gama de atividades que os trabalhadores desenvolvem e devem ser monitorados para que se cumpra uma política de preocupação com a vida, meio ambiente e desenvolvimento do ciclo produtivo. Araújo (2010, p. 152) define risco como sendo qualquer situação que tenha potencial para provocar danos ou lesões aos trabalhadores, resultantes de doenças ocupacionais ou de acidentes do trabalho.

Entretanto, deve-se prever, através de análise, os possíveis riscos aos quais o colaborador de qualquer organização possa estar exposto. Nesse aspecto, Araújo (2010, p. 150) elucida:

Análise de riscos é uma técnica de avaliação de todas as etapas de um determinado processo, a fim de identificar e avaliar os riscos que possam ser gerados, para então implementar-se o controle necessário e, conseqüentemente, realizar-se o trabalho com segurança. Nos locais de trabalho, a combinação de vários elementos, tais como edificações, equipamentos, móveis, condições de temperatura, de pressão, umidade do ar, iluminação, ordem, limpeza e as próprias pessoas, constituem o que denominamos “condições ambientais”.

À vista disso, percebe-se que o controle dos riscos ambientais tem como ferramenta suporte, no que concerne à sensibilização dos trabalhadores, o mapa de riscos. Com ele, os trabalhadores ficam cientes dos possíveis riscos aos quais estão expostos. Para mais, mapa de risco é a representação dos agentes presentes no meio ambiente (em determinado grau) e/ou de fontes geradoras (perigo) que, pela aproximação do trabalhador, podem causar riscos.

Por seu turno, R. Gardinalli, em seu Manual de Acidentes do Trabalho (p. 17) revela o seguinte conceito:

Mapa de risco é uma das modalidades mais simples de avaliação qualitativa dos riscos existentes nos locais de trabalho. É a representação gráfica dos riscos por meio de círculos de diferentes cores e tamanhos, permitindo fácil elaboração e visualização. É um instrumento participativo, elaborado pelos próprios trabalhadores e de conformidade com as suas sensibilidades. O Mapa de Riscos está baseado no conceito filosófico de que quem faz o trabalho é quem conhece o trabalho. Ninguém conhece melhor a máquina do que o seu operador. As informações e queixas partem dos trabalhadores, que deverão opinar, discutir e elaborar o Mapa de Riscos e divulgá-lo ao conjunto dos trabalhadores da empresa através da fixação e exposição em local visível. Serve como um instrumento de levantamento

preliminar de riscos, de informação para os demais empregados e visitantes, e de planejamento para as ações preventivas que serão adotadas pela empresa.

Nessa sequência, denota-se necessário falar sobre os objetivos do mapa de riscos. Destarte, a Portaria nº. 25, de 29 de dezembro de 1994, preconiza:

- a) Reunir as informações necessárias para estabelecer o diagnóstico da situação da segurança e saúde no trabalho na empresa;
- b) Possibilitar, durante a sua elaboração, a troca e divulgação de informações entre os trabalhadores, bem como estimular sua participação nas atividades de prevenção.

Fala-se ainda que, de acordo com a NR 5, da Portaria 3.214 de 08 de junho de 1978, em seu item 5.16, alínea a, que é atribuição da CIPA identificar os riscos do processo de trabalho, e elaborar o mapa de riscos, com a participação do maior número de trabalhadores, com assessoria do SESMT, onde houver.

Os riscos do processo de trabalho são divididos em 05 (cinco) grupos: grupo I (riscos físicos); grupo II (riscos químicos); grupo III (riscos biológicos); grupo IV (riscos ergonômicos); e grupo V (riscos de acidente). Estes riscos devem ser representados no mapa de riscos.

Segundo a NR 9, consideram-se riscos ambientais os agentes físicos, químicos e biológicos existentes nos ambientes de trabalho que, em função de sua natureza, concentração ou intensidade e tempo de exposição, são capazes de causar danos à saúde do trabalhador. A seguir, de acordo com o que estabelece essa norma, a discriminação desses agentes:

- a) Agentes físicos: são as diversas formas de energia que possam estar expostos os trabalhadores, tais como: ruído, vibrações, pressões anormais, temperaturas extremas, radiações ionizantes, bem como o infrassom e o ultrassom.
- b) Agentes químicos: são as substâncias, compostos ou produtos que possam penetrar no organismo pela via respiratória, nas formas de poeiras, fumos, névoas, neblinas, gases ou vapores, ou que, pela natureza da atividade de exposição, possam ter contato ou ser absorvido pelo organismo através da pele ou por ingestão.
- c) Agentes biológicos: são as bactérias, fungos, bacilos, parasitas, protozoários, vírus, entre outros.

Além disso, deve-se falar dos riscos ergonômicos. A NR 17 visa a estabelecer parâmetros que permitam a adaptação das condições de trabalho às características psicofisiológicas dos trabalhadores, de modo a proporcionar um

máximo de conforto, segurança e desempenho eficiente. Nesse contexto, Araújo (2010, p. 154) define riscos ergonômicos como as condições de trabalho que não são adaptadas às características psicofisiológicas das pessoas.

Os riscos de acidente (outrora chamado de riscos mecânicos) são os agentes relacionados com os processos de trabalho e as condições físicas do ambiente (ARAÚJO, 2010, p. 154). Eles estão presentes em todas as atividades e dependem da forma como as etapas do processo de trabalho são feitas. O que ocorre, muitas vezes, é a negligência desses riscos.

Araújo (2010, p. 97) observa ainda que os riscos ocupacionais devem ser classificados em grupos, de acordo com a natureza e a padronização das cores correspondentes. O mesmo autor (2010, p. 99) mostra – em tabela – os riscos inerentes aos ambientes de trabalho:

Tabela 23: Riscos ambientais

GRUPO: Verde	Grupo II: Vermelho	Grupo III: Marrom	Grupo IV: Amarelo	Grupo V: Azul
Físicos	Químicos	Biológicos	Ergonômicos	Acidentes
Ruído	Poeiras	Vírus	Esforço físico intenso	Arranjo físico inadequado
Vibrações	Fumos	Bactérias	Levantamento e transporte manual de peso	Máquinas e equipamentos sem proteção
Radiações ionizantes	Névoas	Protozoários	Exigência de postura inadequada	Ferramentas inadequadas ou defeituosas
Radiações não ionizantes	Neblinas	Fungos	Controle rígido de produtividade	Iluminação inadequada
Frio	Gases	Parasitas	Imposição de ritmos excessivos	Eletricidade
Calor	Vapores	Bacilos	Trabalho em turno e noturno	Probabilidade de incêndio ou explosão
Pressões anormais	Substâncias, compostos ou produtos químicos em geral		Jornada de trabalho prolongadas	Armazenamento inadequado
Umidade			Monotonia e repetitividade	Animais peçonhentos
			Outras situações causadoras de stress físico e/ou psíquico	Outras situações de risco que poderão contribuir para a ocorrência de

				acidentes
--	--	--	--	-----------

Fonte: Araújo (2010), adaptada pelos autores

Outrossim, a representação dos riscos em planta baixa é feita mediante a tabela a seguir – adaptada de Araújo (2010, p. 104) – que define o símbolo que deve conter no mapa de risco (em proporção) de acordo com o respectivo grupo:

Tabela 24: Quadro com representação dos riscos

Símbolo	Proporção	Tipo de risco
	4	Grande
	2	Médio
	1	Pequeno

Fonte: Araújo (2010, p. 104), adaptada pelos autores

6 PROPOSTA DE INTERVENÇÃO NO RESTAURANTE UNIVERSITÁRIO DA UEMA (CAMPUS PAULO VI)

Uma proposta consiste em uma proposição ou ainda uma sugestão, oferta de melhorias em determinado assunto. Nesse interim, esta proposta consiste na predileção pela adequação do RU da UEMA às medidas protetivas de Segurança Contra Incêndio e Pânico. Assim, enaltecer-se-á de início o histórico do RU, falando de seus aspectos físicos, humanos e construtivos. Ainda, a sugestão de dimensionamento, adequação e instalação de dispositivos protetivos.

6.1 Restaurante Universitário

O Restaurante Universitário do Campus Paulo VI (UEMA) tem papel fundamental na rotina acadêmica dos universitários. Ele é responsável por suprir a necessidade básica (alimentação) de jovens que estudam na instituição (corpo discente) e dos próprios funcionários (corpo docente) no período letivo universitário.

Por se tratar de um local de grande reunião de público e que tem grande visibilidade perante a sociedade – por estar situado dentro de uma instituição de prestígio social, foi escolhido como objeto de estudo para a realização desta proposta.

Assim sendo, foi realizada a caracterização da edificação bem como sua avaliação e classificação, buscando evidenciar suas não conformidades com as normas vigentes e intervir, no sentido de sugerir adequações ou instalação e dimensionamento de dispositivos protetivos contra incêndio e pânico.

6.1.1 Histórico do Restaurante Universitário

O histórico do Restaurante Universitário confunde-se com a história e o surgimento da instituição UEMA. Segundo o Diretor do RU, sua inserção no ambiente acadêmico gira por volta de mais de três décadas atrás.

A instituição, de acordo com a UEMA (2017), teve sua origem na Federação das Escolas Superiores do Maranhão – FESM, criada pela Lei nº. 3.260 de 22 de agosto de 1972 para coordenar e integrar os estabelecimentos isolados do sistema educacional superior do Maranhão. A FESM, inicialmente, foi constituída por quatro unidades de ensino superior: Escola de Administração, Escola de Engenharia, Escola de Agronomia e Faculdade de Caxias. Em 1975 a FESM incorporou a Escola

de Medicina Veterinária de São Luís e em 1979, a Faculdade de Educação de Imperatriz.

Ainda, segundo a UEMA (2017), A FESM foi transformada na Universidade Estadual do Maranhão – UEMA, através da Lei nº. 4.400, de 30 de dezembro de 1981.

Nessa conjuntura, o Restaurante Universitário (figura 21) tem grande importância dentro de um contexto histórico institucional, pois auxilia no desenvolvimento educacional ajudando a tornar a cansativa jornada de estudos e trabalhos (para o corpo docente) suportável, pois ele garante que a sociedade acadêmica realize suas refeições quando no horário adequado.

Figura 21 - Restaurante Universitário



Fonte: Autores

6.1.2 Aspectos Físicos

a) Localização

A localização geográfica do Restaurante Universitário (figura 22) apresenta as seguintes coordenadas geográficas:

- Norte: Avenida 203;
- Leste: Avenida oeste externa;
- Oeste: Rua 12, Quadra 14;

- Sul: Rua das Acerolas.

Ainda, como ponto de referência, pode-se citar que, também ao Leste, existe na Avenida Oeste Interna, o Grupo Mateus Supermercado.

Figura 22 - Localização geográfica do Restaurante Universitário



Fonte: Google Maps (2017)

b) Classificação

Para a determinação do grau de risco, bem como das medidas protetivas adequadas para a edificação, inicialmente a mesma foi classificada considerando-se a sua: ocupação, altura, área e carga de incêndio, levando-se ainda em conta o exposto nas seguintes normas:

- NBR 9077 (Saída de emergência em edifícios);
- NBR 12693 (Sistema de proteção por extintores de incêndio);
- NT 03 (Classificação das edificações quanto ao risco de incêndio).

❖ Ocupação

De acordo com o art. 31 (capítulo III, item IX) do COSCIP, a edificação é

classificada como de reunião de público (cinemas, teatros, restaurantes etc.). Tal classificação também é adotada pela NBR 9077, que enquadra a mesma no grupo F (locais de reunião de público) e divisão F-8 (locais para refeições) conforme anexo A.

❖ Altura

A edificação apresenta altura igual a 3,20m. Portanto, de acordo com a tabela 2, enquadra-se no código L (edificações baixas) por apresentar altura inferior a 6m.

❖ Área

O restaurante universitário possui área total construída igual a 2172,45m². Dessa forma, segundo a tabela 1, o mesmo é enquadrado, quanto à área total (S_t), no código V (edificações grandes), ou seja, edificações com área compreendida no seguinte intervalo: $1500 \text{ m}^2 \leq S_t < 5000 \text{ m}^2$.

❖ Carga de incêndio

De acordo com a NBR 12693 (Sistema de proteção por extintores de incêndio), a edificação apresenta risco baixo, pois possui carga de incêndio específica de 300 MJ/m². Por outro lado, segundo a NT-03/97, esta edificação (classificada como de reunião de público) é enquadrada como risco médio. Portanto, quanto ao risco de incêndio, a edificação foi enquadrada no maior risco apresentado, ou seja, o risco médio, conforme estabelecido pela NT 03.

c) Características construtivas

As características construtivas do Restaurante Universitário da Universidade Estadual do Maranhão (Campos Paulo VI) são as seguintes:

Tabela 25: Características construtivas do restaurante universitário

Altura	3,20 m
Estrutura	•Paredes em alvenaria de blocos

	<p>cerâmicos 6 furos (9 x 14 x 19cm), assentados em argamassa de cimento e areia (traço 1:4);</p> <ul style="list-style-type: none"> • Chapisco em argamassa de cimento e areia (traço 1:3); • Reboco estilo paulista (massa única) com adição de cal (traço 1:2:6); • Revestimento interno até meia parede em cerâmica 15 x 15 (cor branca) com rejunte de cimento branco nessa cerâmica; • Demais revestimento internos (restante das paredes): pintura com tinta acrílica, sob emassamento acrílico.
Piso interno (piso korodur):	Quadros de 1m ² constituídos por piso de alta resistência de 12mm de espessura com juntas de nylon.
Piso externo (entradas, rampas, escadas e calçadas)	Piso cimentado simples
Esquadrias internas	<ul style="list-style-type: none"> • Janelas de madeira com venezianas e portas de madeira almofadas (0,80 x 2,10m) • Apresenta também esquadrias de alumínio branco e portões e grades de aço em barras chatas em alguns pontos.
Cobertura	Cobertura de telha cerâmica capa/canal apoiada sob estrutura de madeira tramada, composta por ripas, caibros, terças, quadros e cachorros. A estrutura de apoio do telhado também possui tesouras de madeira.
Forro	Forro de pvc bisota com placas de 6000 x 100 mm fixada em estrutura metálica e arrebitados.
Instalação Elétrica	Embutida em eletroduto e/ou calha.
Drenagem pluvial	A edificação apresenta drenagem pluvial através de sistemas de canaletas, porém não possui grelhas de aço para proteção de

	transeunte.
Instalações	Ar condicionado, câmaras frigoríficas, central de GLP, compressores, bombas de água e fornos industriais.

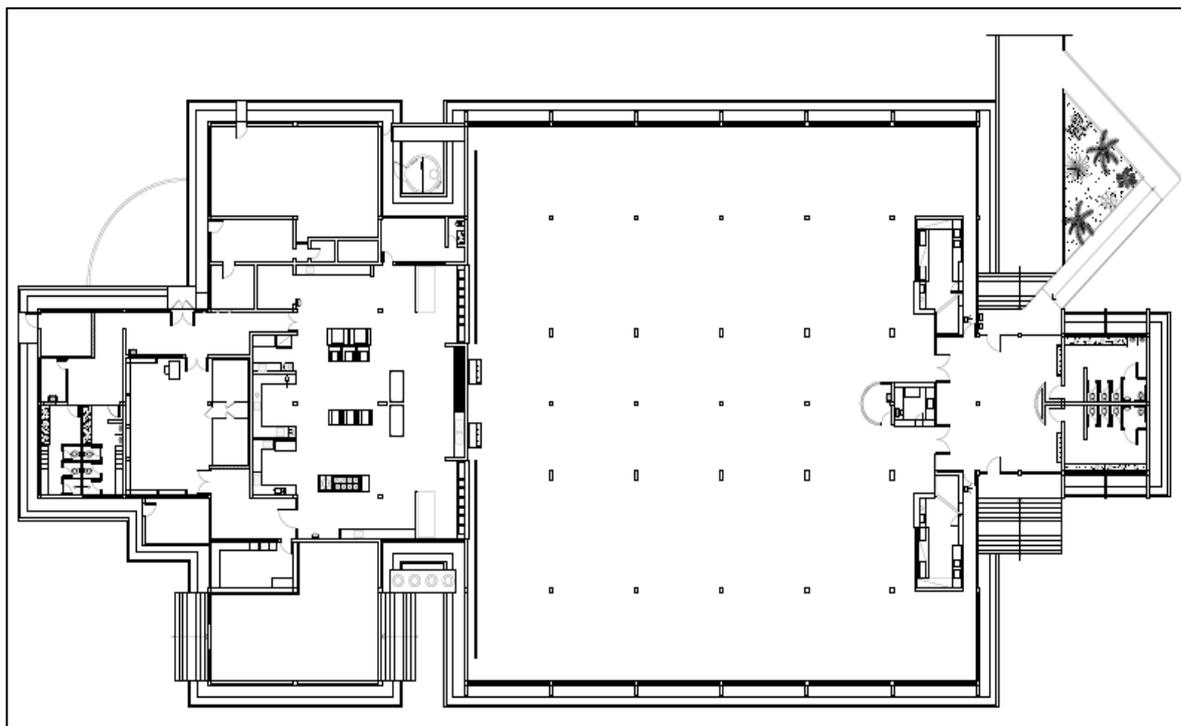
Fonte: Autores

Dessa forma, após a análise das características construtivas da edificação, concluiu-se que a mesma é enquadrada no item **Y** da tabela 3.

d) Discriminação dos ambientes

A edificação em estudo apresenta apenas pavimento térreo (figura 23), o qual é composto pelos seguintes ambientes: hall de entrada, banheiro masculino (duas unidades), banheiro feminino (duas unidades), lanchonete, área de limpeza das bandejas (duas unidades), salão para refeições, cozinha, despensa, açougue, lixeira, sala da nutricionista, sala da administração do Restaurante Universitário, assessoria de comunicação, arquivo central UEMA, sala dos compressores das câmaras frigoríficas e central de GLP.

Figura 23 - Planta baixa do Restaurante Universitário



Fonte: Autores

6.1.3 Aspectos Humanos

Esta proposta traz objetivos importantes no que se refere à intervenção no prédio do Restaurante Universitário, buscando a segurança contra incêndio e pânico. Nessa perspectiva, evidencia-se que as sugestões de melhoria, adequação e instalação de dispositivos que mitiguem os riscos no restaurante universitário, propiciam à população fixa e flutuante do restaurante a segurança adequada de acordo com as normas vigentes.

Segundo o diretor do restaurante, a população fixa e flutuante do restaurante está organizada da seguinte forma: população fixa – 60 funcionários, que compreende a área administrativa, serviços gerais, serviços de preparo de alimentos, lavagem de bandejas, lanchonete, vigilância e distribuição de cartões (vale-refeição) na área de catracas; população flutuante – 1850 pessoas, compreendendo o corpo discente (acadêmicos dos mais variados cursos) e corpo docente (funcionários da UEMA como um todo).

6.1.4 Aspectos construtivos: discriminação de riscos no Restaurante Universitário

O mapeamento de riscos na edificação do Restaurante Universitário – feita pelos autores deste trabalho, baseou-se em critérios de avaliação qualitativa, analisando a presença de agentes ambientais que podem (através da intensidade do agente e tempo de exposição) causar danos à saúde da população desse setor ou acidentes do trabalho.

A análise do ambiente contou com a participação dos trabalhadores envolvidos na atividade fim e sob os aspectos observados no Restaurante Universitário, tendendo a observar com mais afinco a existência de uma cozinha industrial, GLP e câmaras frigoríficas (maiores fatores de risco).

A atividade exercida no Restaurante, de acordo com a NR 04 (Serviços Especializados em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho), classifica-se ou tem CNAE (Classificação Nacional de Atividades Econômicas) 10.96-1, “Fabricação de alimentos e pratos prontos”, com “grau de risco 3”. Este grau de risco representa um valor que pode variar de 1 a 4, quanto maior o grau, maior a intensidade de riscos ambientais, sendo fundamental para fins de dimensionamento do SESMT.

O PPRA (Programa de Prevenção de Riscos Ambientais), que tem como base a NR 09, serve de base para a elaboração do mapa de riscos. Contudo, não houve acesso, por parte dos autores, a esse documento.

Abaixo, em tabela, descrição dos setores visitados no RU, agentes ambientais, riscos laborais encontrados com o seu respectivo tamanho e representação através da cor:

Tabela 26: Quadro descritivo dos riscos ambientais encontrados no Restaurante Universitário

Local	Agente	Risco	Tamanho	Cor
Sala da Administração do RU	Cadeiras inadequadas para o assento contínuo do trabalhador	Ergonômico (Postura inadequada)	Pequeno	Amarelo
Banheiro da Sala da Administração do RU	Cesto de lixo e vaso sanitário sujos	Biológico (Microrganismos, fungos e bactérias)	Pequeno	Marrom
Sala da Administração do RU	Fiações soltas e excesso de tomadas em mesmo adaptador	Acidente (Choque elétrico e de incêndio)	Pequeno	Azul

ASCOM (Assessoria de Comunicação)	Cadeiras inadequadas para o assento contínuo do trabalhador	Ergonômico (Postura inadequada)	Pequeno	Amarelo
Área da caixa d'água	Galerias sem grelhas de aço para proteção de transeunte (desnível)	Acidente (queda)	Médio	Azul
Área da caixa d'água	Escada da caixa d'água se guarda-corpo (tipo marinho)	Acidente (queda)	Médio	Azul
Área de Compressores (câmaras frigoríferas)	Compressores de câmaras frigoríferas expostos ao calor	Acidente (Incêndio e explosão)	Médio	Azul
Área de Armazenamento de GLP	GLP em contato com redes de esgotos (produtoras de gases como o metano) e sem devida ventilação.	Acidente (Incêndio e explosão)	Grande	Azul
Área de acesso ao RU	Escadas nos dois sentidos de acesso (lado direito e esquerdo) sem corrimão e com degraus sem aparato antiderrapante	Acidente (queda)	Médio	Azul
Áreas de gerenciamento de catracas	Assento inadequado para uma jornada de trabalho considerável	Ergonômico (postura inadequada)	Médio	Amarelo
Banheiros (masculino e feminino)	Vasos sanitários (assentos) e lixeiras com possíveis bactérias (microrganismos)	Biológico (Microrganismos, fungos e bactérias)	Pequeno	Marrom
Áreas de limpeza das bandejas	Bandejas com restos de alimentos sendo manuseadas sem luvas	Biológico (Microrganismos, fungos e bactérias)	Médio	Marrom
Áreas de limpeza das bandejas.	Jornada de trabalho considerável em pé	Ergonômico (fadiga e postura inadequada)	Médio	Amarelo
Áreas de limpeza das bandejas	Contato direto com facas (cortante) e gafos (perfuro)	Acidente (corte)	Pequeno	Azul
Área de depósito de material de limpeza	Materiais de limpeza (produtos químicos) em contato com os materiais dos trabalhadores.	Químicos (Substâncias, compostos ou produtos químicos em geral)	Pequeno	Vermelho
Área da lanchonete.	Ausência de assento para o trabalhador	Ergonômico (postura inadequada)	Pequeno	Amarelo
Área de almoço (restaurante)	Assentos inadequados	Ergonômico (postura incorreta)	Pequeno	Amarelo
Área (carrinhos de bandejas)	Bandejas expostas com possíveis microrganismos	Biológico (Microrganismos, fungos e bactérias)	Pequeno	Marrom
Lavatórios (masculino e feminino)	Lavatórios com possíveis microrganismos	Biológico (Microrganismos, fungos e bactérias)	Pequeno	Marrom

Entrada da área da cozinha	Pias com possíveis microrganismos	Biológico (Microrganismos, fungos e bactérias)	Pequeno	Marrom
Área DML (próximo à lixeira)	Agentes químicos (limpeza)	Químico (Substâncias, compostos ou produtos químicos em geral)	Pequeno	Vermelho
Banheiros da entrada da cozinha (masculino e feminino)	Armários enferrujados com cantos vivos.	Acidente e Biológico (corte e contaminação – tétano)	Médio	Azul e Marrom
Banheiros da entrada da cozinha (masculino e feminino)	Vasos sanitários (assentos) e lixeiras com possíveis bactérias (microrganismos)	Biológico (Microrganismos, fungos e bactérias)	Pequeno	Marrom
Lixeira (próxima ao DML)	Resto de alimentos armazenados de forma inadequada	Biológico (Microrganismos, fungos e bactérias)	Médio	Marrom
Área de Câmaras Frigoríficas	Câmaras frigoríferas	Físico (frio)	Grande	Verde
Área da Despensa (estocagem de alimentos)	Alimentos expostos com possibilidade de contaminação.	Biológico (Microrganismos, fungos e bactérias)	Médio	Marrom
Açougue	Máquina de Corte e Facas (perfuro cortante)	Acidente (Corte)	Grande	Azul
Açougue	Alimentos sendo manuseados sem luva.	Biológico (Microrganismos, fungos e bactérias)	Grande	Marrom
Cozinha	Panelas elétricas e fritadeiras industriais contendo óleo quente	Acidente (incêndio e explosão)	Grande	Azul
Cozinha	Panelas elétricas e fritadeiras industriais contendo óleo quente	Acidente (Queimaduras)	Grande	Azul
Cozinha	Panelas elétricas e fritadeiras industriais emitindo queimando óleo e produzindo agentes químicos	Químico (Hidrocarbonetos)	Grande	Vermelho
Cozinha	Panelas elétricas e fritadeiras industriais emitindo Gases quentes	Físico (Calor)	Grande	Verde
Cozinha	Panelas elétricas e fritadeiras industriais emitindo barulho no momento de operação	Físico (Ruído)	Pequeno	Verde
Cozinha	Canalização de GLP	Acidente (incêndio e explosão por vazamento de gás)	Grande	Azul
Cozinha	Alimentos dispostos próximos às áreas de lavagem	Biológicos (Microrganismos, fungos e bactérias)	Pequeno	Marrom
Cozinha	Forno Elétrico	Acidente (incêndio e explosão)	Grande	Azul
Cozinha (distribuição de	Estufa emitindo gases quentes	Físico (Calor)	Grande	Verde

alimentos)				
Cozinha (distribuição de alimentos)	Estufa (energizada)	Acidente (choque elétrico)	Grande	Azul
Nutricionista	Cadeira (assento inadequado)	Ergonômico (postura inadequada)	Pequeno	Amarelo
Banheiro (Nutricionista)	Vaso sanitário (assento) e lixeira com possíveis microrganismos	Biológico (Microrganismos, fungos e bactérias)	Pequeno	Marrom
Banheiro (Nutricionista)	Compartimentação com área muito confinada (pequena)	Ergonômico (postura inadequada)	Pequeno	Amarelo
Arquivo Central (UEMA)	Arquivos (papel antigo)	Acidente (incêndio)	Pequeno	Azul
Acesso ao Arquivo Central (UEMA)	Escada de Acesso ao Arquivo central sem guarda-corpo ou corrimão.	Acidente (Queda)	Médio	Azul
Entorno do prédio do RU	Galerias sem grelhas de aço para proteção de transeunte (desnível)	Acidente (Queda)	Médio	Azul

Fonte: Autores

Os riscos observados nas compartimentações da edificação do Restaurante Universitário derivam da rotina de trabalho e das atividades desenvolvidas nesse ambiente. O apêndice IV contém o mapa de risco com a representação dos respectivos riscos, através de círculos (pequeno, médio e grande) e cor correspondente, discriminando a evidência dos agentes encontrados dentro do RU.

6.2 Segurança Contra Incêndio e Pânico: dimensionamento, adequação e instalação de dispositivos protetivos

No intuito de tornar as instalações do Restaurante Universitário seguras, em relação ao aspecto da segurança contra incêndio e pânico, foram estabelecidas medidas, adequações e equipamentos apropriados levando-se em conta o exposto na legislação estadual (COSCIP), normas técnicas (NT's) e normas brasileiras (NBR's) as quais são os instrumentos balizadores da atividade técnica de segurança contra incêndio e pânico no Maranhão.

6.2.1 Rotas de Fuga

Para a adequação das rotas de saída da edificação, a mesma foi inicialmente classificada de acordo com a NBR 9077 (vide apêndice I – item 1). Foram analisadas as portas, escadas e rampa de acesso principal à edificação, bem como as portas e corredores dos demais ambientes.

❖ Acesso principal à edificação

- Portas

Depois da análise da população total do restaurante universitário, verificou-se que as portas de acesso (principal e auxiliar) não apresentam largura adequada e não abrem no sentido do fluxo de saída. Após cálculos realizados, conforme a NBR 9077 (Saída de emergência em edifícios), verificou-se a necessidade de 4 portas de acesso principal ao restaurante, com 2 m de largura cada, dispostas duas a duas, em lados opostos ao hall de entrada da edificação, ao invés de apenas 2 portas com 1 m de largura cada (vide apêndice I – item 4).

Figura 24 - Porta principal de acesso ao Restaurante Universitário



Fonte: Autores

- Escadas

Quanto às escadas (figura 25 e 26), observou-se que, embora apresentem largura superior à exigida pela norma, as mesmas não apresentam pisos antiderrapantes nem os dispositivos de proteção adequados (corrimãos e guarda-corpos). De acordo com a NBR 9077, as escadas da edificação (vide apêndice I – item 3) devem apresentar corrimão lateral fixado a 40 mm (no mínimo) da parede (com extremidades curvadas para essa), com altura compreendida entre 80 cm a 92 cm.

Figura 25 - Escada principal do Restaurante Universitário



Fonte: Autores

Figura 26 - Escada auxiliar do Restaurante Universitário



Fonte: Autores

Além disso, por apresentarem largura superior a 2,20 m, as escadas devem ser dotadas de corrimão intermediário (com extremidades curvadas para baixo) situado a cada 1,80 m. A altura do corrimão deve estar compreendida entre 80 a 92 cm acima do nível do piso, devendo possuir extremidades dotadas de balaústres (elementos verticais). A escada auxiliar, por sua vez, deve conter, em seu lado aberto, guarda-corpos constituído por balaústres com abertura máxima admissível de 15 cm e com altura de 1,05 m.

A largura dos degraus das escadas (30 cm) está adequada, pois encontra-se no intervalo de 28 a 32 cm, porém, a altura dos mesmos (14,5 cm) não está em conformidade com a NBR 9077, que exige altura compreendida no intervalo de 16 cm a 18 cm.

Quanto aos patamares, o comprimento observado (90 cm) se revela inadequado. Tal comprimento é obtido por meio da fórmula de Blondel para patamares. Após a aplicação dessa fórmula, pode-se verificar que os patamares da edificação deveriam apresentar comprimento mínimo de 1,54 m.

- Rampa

Por ser um local de reunião de Público, os guarda-corpos da rampa (figura 27) devem ser constituídos por balaústres verticais com abertura máxima de 15 cm, ao invés de longarinas intermediárias, sendo que a mesma deve apresentar piso antiderrapante (vide apêndice I – item 3).

Figura 27 - Rampa do RU



Fonte: Autores

❖ Salão do restaurante

O salão do restaurante (vide apêndice I – item 2) apresenta 2 portas com 1,80 m de largura cada, entretanto, em virtude de a distância máxima percorrida para a desocupação do salão ser superior a distância máxima percorrida exigida pela NBR 9077 (30 m), surge a necessidade de abertura de uma terceira porta no salão, bem como uma terceira escada, a qual dará continuidade ao fluxo de pessoas para a parte exterior da edificação. Após cálculos realizados em função da população total desse ambiente ($P_t = 1180$ pessoas), verificou-se que as 3 portas devem apresentar largura igual a 2,20 m.

Outrossim, por ser um local de reunião de público, com capacidade acima de 200 pessoas, as portas desse ambiente deverão ter corta-fogo dotadas de barra antipânico, conseqüentemente, em virtude do fluxo de pessoas nos dois sentidos (entrada e saída), devendo permanecer abertas, sendo fechadas somente em caso de sinistro.

❖ Acessos e portas da cozinha e ambientes adjacentes

As portas da cozinha, bem como os corredores e portas dos ambientes adjacentes (vide apêndice I – itens 5 a 8), estão adequados ao fluxo de pessoas em uma situação de sinistro. Entretanto, a porta de acesso da área de recepção e controle à área da despensa e a porta de entrada/saída da área de recepção e controle, devem abrir no sentido do fluxo de saída.

❖ Demais ambientes da edificação

As portas de saída dos demais ambientes da edificação (sala da nutricionista, sala da administração do RU e sala da ASCOM) apresentam largura inadequada (70 cm), devendo, portanto, apresentar largura mínima exigida por norma (80 cm) e abrir no sentido do fluxo de saída (vide apêndice I – item 9).

6.2.2 Sinalização de Emergência

O restaurante universitário não apresenta sinalização de emergência, por esta razão, no intuito de indicar, de maneira segura e eficaz, as rotas de fuga da edificação, os equipamentos de combate a incêndio propostos (extintores e hidrantes) e as portas corta-fogo (a serem implantadas), foram propostas 35 placas de orientação e Salvamento, 47 placas de sinalização de equipamentos e 12 placas de sinalização complementar, totalizando 94 placas (confeccionadas em material fotoluminescente, antiestático, antichama e que não produzam gotejamento ou fumaça). Para o dimensionamento foi considerada a distância máxima de visibilidade do observador à placa (vide apêndice II – item 6.2), segundo os critérios da NBR 13434-2 (Sinalização de segurança contra incêndio e pânico).

6.2.3 Iluminação de Emergência

O pânico nas pessoas pode ser gerado ou agravado pela simples ausência de iluminação no ambiente. Para evitar esse problema, foi proposto um sistema de iluminação de emergência para a edificação (constituído por baterias de bloco autônomo), dimensionado de acordo com os critérios estabelecidos pela NBR 10898 (Sistema de iluminação de emergência).

A altura proposta para a instalação das luminárias foi de 2,5 m, com distanciamento máximo entre as mesmas de quatro vezes esse valor, ou seja, 10 m. Após cálculos realizados, verificou-se a necessidade de 43 luminárias com iluminância igual a 5 lux. (vide apêndice II – item 6.3).

6.2.4 Extintores

Após vistoria *in loco*, observou-se que a edificação apresenta extintores mal alocados e em número insuficiente. Tendo em vista a adequação aos padrões normativos, no que diz respeito ao posicionamento e à quantidade de aparelhos extintores para essa edificação, foi adotado o disposto na NBR 12693 (Sistema de proteção por extintores de incêndio) e no COSCIP (Código de Segurança contra incêndio e pânico), por meio da utilização de 3 métodos: método das áreas, método do caminhar e método dos equipamentos específicos (vide apêndice II – item 6.1).

O método das áreas leva em consideração a área de cobertura de cada unidade extintora, que no caso da edificação analisada é de 200 m². Por meio desse método verificou-se a necessidade de 11 extintores. Os extintores propostos são de pó ABC, de 6 kg, pois esse tipo de extintor abrange as principais classes de incêndio encontradas no interior da edificação (A e B).

Por outro lado, o método do caminhar considera a distância máxima que um indivíduo deve percorrer até alcançar um aparelho extintor. Para a edificação analisada, essa distância não pode ser superior a 15 m, portanto, para que tal critério fosse cumprido, foram necessários mais 3 aparelhos extintores do mesmo tipo supracitado.

O método dos equipamentos específicos, por sua vez, leva em conta a existência de riscos especiais na edificação. Em virtude da existência de tais riscos, foram adotados 5 extintores (2 de pó ABC e 3 de CO₂) para cobrir os seguintes riscos específicos: Bombas para água de consumo; Compressores das câmaras frigoríficas; Central de Gás; e Bombas de combate a incêndio (a serem implantadas).

Logo, somando-se o número de extintores obtidos em cada método, vislumbra-se a necessidade de 19 extintores para a edificação.

6.2.5 Hidrantes

O art. 33, inciso II, do COSCIP determina que, por apresentar um único pavimento com área total construída de 2172,45 m², a edificação possua canalização preventiva contra incêndio. Para o seu dimensionamento, utilizou-se,

além do COSCIP, as seguintes normas: NT 02/97, NT 03/97 e NT 04/97 (vide apêndice II – item 6.4). Ademais, considerou-se o exposto na NBR 13714 (Sistemas de hidrantes e de mangotinhos para combate a incêndios), a qual afirma que os pontos de tomada de incêndio devem ser localizados próximos das portas externas (a não mais de 5 metros de distância) e foras de escadas, com altura entre 1,0 m a 1,5 m do piso.

Após cálculos realizados, verificou-se a necessidade de 4 tomadas de incêndio no interior da edificação, estrategicamente distribuídas nos seguintes ambientes: Hall de entrada; Salão do restaurante; Recepção e controle; e Cozinha.

Cada caixa de incêndio contém tomada de incêndio com uma saída de água, válvula de bloqueio, mangueira de incêndio e esguicho. As mangueiras utilizadas possuem comprimento igual a 30 m, o que permite um alcance de igual valor.

O volume da reserva técnica de incêndio calculado foi igual a 6500 litros (6,5 m³) e o mesmo deve ser colocado em reservatório de estrutura metálica resistente ao fogo, sendo exclusivo para o abastecimento do sistema de hidrantes.

Quanto ao sistema de bombeamento, o mesmo é constituído por duas bombas centrífugas (principal e reserva) de acionamento automático e desligamento manual, com as seguintes características: altura manométrica – 46 mca; vazão – 395 l/min; e potência – 7 cv.

As bombas abastecerão exclusivamente o sistema de hidrantes, sendo acionadas por motores elétricos e localizadas em local específico (casa de bombas) devidamente protegidas contra danos mecânicos, intempéries, agentes químicos, fogo e umidade.

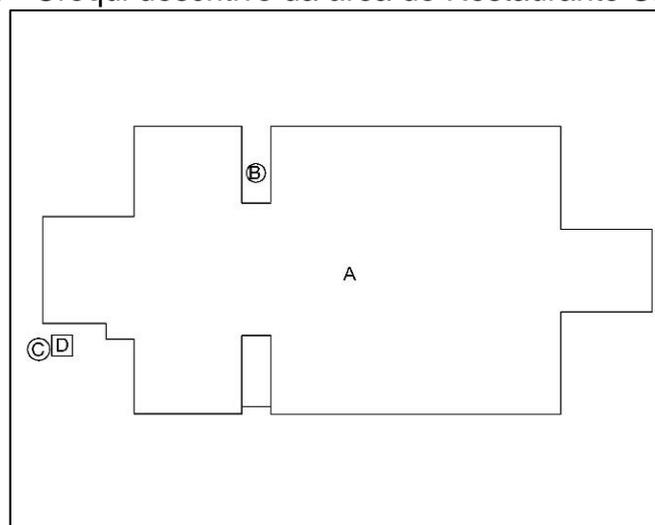
6.2.6 SPDA

O SPDA representa um dos dispositivos empregados na parte estrutural da edificação (proteção passiva), para mitigar os riscos provocados por descargas atmosféricas na estrutura.

De acordo com o Apêndice II (Item 6.5 – cálculo de SPDA), verificou-se a necessidade de implantação desse sistema no Restaurante Universitário do Campus Paulo VI. Analogamente, sugerido o sistema de hidrantes e o reservatório de

combate a incêndio (com casa de bombas), identificou-se a necessidade de proteção de 04 (quatro) setores, como versa a figura 28 a seguir:

Figura 28 - Croqui descritivo da área do Restaurante Universitário



Fonte: Autores

Leia-se:

A – Restaurante Universitário;

B – Caixa d'água (existente);

C – Reservatório de Combate a Incêndio (sugerido pela demanda da edificação)

E – Casa de bombas (sugerida pela construção da RTI).

Para o setor A (edificação do Restaurante), por ser extenso e com lados diferentes, propõe-se a utilização do SPDA baseado no método de Faraday, com as seguintes precauções: o afastamento máximo dos condutores da malha deve ser de 15 x 15 metros; mini captores (terminais e aéreos) em quinas; e mini captores (terminais aéreos) em cruzamentos.

Para os setores C e D, aconselha-se usar o SPDA pelo método de Franklin, que consiste na utilização de um mastro vertical (captor pontiagudo), aproveitando-se os efeitos das pontas. Assim, quanto maior a altura dessa haste, maior será o volume protegido. Neste caso, a angulação da cônica deve ser de 74°

(> 69,19°) – vide memorial de cálculo de SPDA, onde o mastro a ser instalado no setor C (por ter maior altura) será suficiente para a proteção da casa de bombas.

Além disso, como o raio de proteção do setor B é menor do que o Raio de proteção de C e D, sugere-se a instalação do mesmo tipo de SPDA – Método de Franklin. Ressalta-se que a planta de instalação de SPDA encontra-se em anexo a este trabalho.

6.2.7 GLP

A edificação do RU possui uma central de GLP com 4 (quatro) recipientes do tipo estacionário – cada um com 190 kg, dimensionados para a necessidade de funcionamento de sua cozinha industrial.

Através de visita técnica feita pelos autores deste trabalho, verificou-se que a central de GLP do RU, mesmo estando sinalizada (vide destaque em amarelo da Fig. 29) como prescreve a NBR 13523 – PERIGO/INFLAMÁVEL/PROIBIDO FUMAR, encontra-se próxima a dutos de esgoto, confinada (observe a figura 29), e com afastamento de 0,70 metros da projeção horizontal, sendo necessário o seu deslocamento para um local ventilado e de fácil acesso, que permita proteção à sua integridade e mitigue os riscos de acidente (incêndio e explosão).

Figura 29 - Central de GLP do RU



Fonte: Autores

Aliás, precisa-se determinar o afastamento da central de GLP em relação à edificação do RU. Neste caso, utilizou-se, para efeitos de cálculo, as seguintes relações: Total de kg de GLP ($4 \times 190 \text{ kg} = 760 \text{ kg}$); Equivalente em litros (L) ($190 \text{ kg de GLP} = 454 \text{ L}$); Equivalente total em m^3 ($4 \times 454 \times 0,001 = 1,816 \text{ m}^3$ de GLP).

Com base na tabela 21 (Afastamentos de recipientes estacionários), o equivalente total de GLP em m^3 é de 1,816 (de 1,1 a 2,0). Dessa forma, sugere-se que a central de GLP mantenha um afastamento de, no mínimo, 1,5 metros em relação a projeção horizontal da edificação do RU.

Ademais, de acordo com a tabela 22 (colocação de extintores), deve haver duas unidades extintoras de PQS com carga de 6 kg.

6.2.8 Brigadistas

As edificações de grande reunião de público, como o Restaurante Universitário, além de possuírem em suas instalações dispositivos protetivos de Segurança Contra Incêndio e Pânico, devem dispor de um grupo de pessoas que mantenha a calma e saiba agir no caso da ocorrência de um sinistro.

Nesse seguimento, tanto a NBR 14.276:1999 quanto a NT-06 falam que a composição da brigada de incêndio deve levar em conta a população fixa e o percentual de cálculo pré-estabelecido em tabela, levando-se em consideração a classe e a subclasse de ocupação da planta, conforme a equação a seguir: Número de brigadistas por pavimento ou compartimento = [população fixa por pavimento] x [% de cálculo da tabela 27].

A seguir, tabela extraída da NT-06, que trata da porcentagem necessária para o cálculo do número de brigadistas em relação à população fixa por pavimento:

Tabela 27: Percentual de cálculo para composição da brigada de incêndio

Ocupação			População fixa por pavimento	
Classe	Subclasse	Descrição	Até 10	Acima de 10

F Locais de reunião pública	F-8	Local para refeição	60%	20%
--------------------------------------	-----	---------------------	-----	-----

Fonte: NT-06, adaptada pelos autores

A população fixa do restaurante universitário está em um valor de 60 (sessenta) pessoas, que envolve os trabalhadores que preparam o almoço, vigilantes, serviços gerais, administrativo, lavagem de bandejas e catracas.

Adotando-se a edificação como de apenas um pavimento (térreo), faz-se:

- ❖ P = População fixa por pavimento = 60
- ❖ % de cálculo extraída da tabela 27 = 20
- ❖ N = Número de brigadistas por pavimento =?
- ❖ $N = 60 \times 0,20$
- ❖ $N = 12$

Dessa forma, sugere-se que haja, além dos dispositivos preventivos para a edificação do RU, um grupo de 12 (doze) pessoas, dentre os próprios trabalhadores, responsáveis por executar, com fulcro na NT 06, as seguintes atividades:

- Ações de prevenção – a) avaliação dos riscos existentes; b) inspeção geral dos equipamentos de combate a incêndio; c) inspeção geral das rotas de fuga; d) elaboração de relatório das irregularidades encontradas; e) encaminhamento do relatório aos setores competentes; f) orientação à população fixa e flutuante; g) exercícios simulados.
- Ações de emergência – a) identificação da situação; b) alarme/abandono de área; c) acionamento do Corpo de Bombeiros e/ou ajuda externa; d) corte de energia; e) primeiros socorros; f) combate ao princípio de incêndio; g) recepção e orientação ao Corpo de Bombeiros; h) preenchimento do formulário de registro de trabalho dos bombeiros; i) encaminhamento do formulário ao Corpo de Bombeiros para atualização de dados estatísticos.

Cabe ressaltar que essas ações estão condicionadas ao curso que esse grupo deve fazer, com carga horária mínima de 12 h – sendo que destas, 4 h (no mínimo) devem ser de parte prática, como versa a NT-06.

7 RESULTADOS ESPERADOS

Os trabalhos que envolvem propostas de melhorias para alguma edificação (principalmente as de reunião de público) tendem a trazer em seu contexto níveis de importância, que podem ser direcionados às pessoas (no geral), ao meio ambiente, à propriedade, ao ciclo produtivo e aos serviços desenvolvidos. Nessa conjuntura, os resultados esperados para esta proposta coadunam com sua importância para a sociedade acadêmica, para os funcionários do RU, para o meio ambiente e para o Corpo de Bombeiros Militar do Maranhão.

7.1 Importância da proposta para a sociedade universitária (UEMA)

De acordo com o PDI 2016-2020 (2016, p. 131):

O Restaurante Universitário constitui-se em importante instrumento de satisfação de uma necessidade básica, educativa e de convivência universitária. Dentre os usuários do RU da UEMA, os estudantes são os que mais frequentam, aproximadamente, 80%, o que ratifica sua real função acadêmico-social e de convivência universitária, dando-lhes oportunidade para otimizar seu tempo de vida acadêmica e contribuindo para seu desempenho e formação integral.

Dessa forma, denota-se que o RU atende uma quantidade significativa de pessoas durante o seu funcionamento diário, cerca de 1850 pessoas (corpo discente e docente da UEMA) segundo o Senhor Joaquim (diretor). Assim, um local que acolhe pessoas e que tem valor expressivo (em razão das atividades

desempenhadas) perante a instituição, necessita de um suporte físico que o torne um ambiente seguro.

Além disso, o PDI 2016-2020 (2016, p. 135) cita ações que devem ser tomadas, durante esse ciclo, no sentido de fortalecer as condições de permanência dos estudantes, o que se reflete imediatamente no controle da evasão e também na responsabilidade social da Instituição. Dentre essas ações está: ampliar e melhorar suas instalações, dando continuidade ao serviço gratuito apenas para os estudantes hipossuficientes, e a possibilidade de um espaço gerador de atividades de ensino, pesquisa e extensão.

Diante disso, defende-se que a ampliação e o melhoramento das instalações do RU não se limitam apenas a modificações feitas em sua estrutura física (acabamento e revestimento), mas também no que está relacionado a melhorias e adequações que o torne um ambiente seguro. É nesse meio que a proposta de intervenção demonstra sua importância para o RU, pois um ambiente seguro, que tenha dispositivos instalados e prontos para o combate ao incêndio em seu estágio inicial, proporciona, além da salvaguarda (vidas e patrimônio), uma política de segurança adequada voltada para a sociedade acadêmica. A imagem dos responsáveis por esse restaurante, em meio ao uso correto das normas e legislações que instauram a segurança física das instalações, também será contemplada (em grau máximo).

7.2 Importância da proposta para os trabalhadores do RU

O Decreto nº. 7.602, de 7 de novembro de 2011, dispõe sobre a Política Nacional de Segurança e Saúde no Trabalho – PNSST. Em seu Art. 2.º, inciso I, contempla que a PNSST tem por objetivos a promoção da saúde e a melhoria da qualidade de vida do trabalhador e a prevenção de acidentes e de danos à saúde advindos, relacionados ao trabalho ou que ocorram no curso dele, por meio da eliminação ou redução dos riscos nos ambientes de trabalho.

Nesse sentido, Reis (2012, p. XI) testifica:

A segurança do trabalhador, dentro e fora da empresa, não deve ser vista apenas como o cumprimento da lei, mas também como forma de desenvolvimento e valorização do ser humano, do respeito a saúde, à integridade física e ao bem-estar, além de contemplar uma relação salutar entre empregador e empregado, propiciando o desenvolvimento social e humano.

Desta feita, a segurança contra incêndio e pânico é um dos aspectos mais importantes dentro de um ambiente laboral. Atendidos os requisitos de segurança das instalações do RU, estabelecer-se-á uma política de preocupação e valorização da vida dos funcionários desse estabelecimento, transpondo a importância desta proposta para a população fixa desse ambiente.

7.3 Importância da proposta para o Meio Ambiente

A Lei nº. 6.938 de 31 de agosto de 1981 discorre sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Em seu Art. 3.º, inciso I, define meio ambiente como sendo o conjunto de condições, leis, influências e interações de ordem física, química e biológica, que permite, abriga e rege a vida em todas as suas formas. Por esse ângulo, infere-se que tudo o que afete o meio ambiente está prejudicando diretamente vidas.

É de conhecimento que os incêndios (independentemente da ordem de proporção), geram gases poluentes ao meio ambiente: gás carbônico (CO₂); metano (CH₄); monóxido de carbono (CO); e nitroso de oxigênio (N₂O). Esses gases acabam por contribuir com o efeito estufa. Conforme destaca Silva e Paula (2009, p. 43):

Os gases responsáveis pelo efeito estufa, como vapor de água, clorofluorcarbono (CFC), ozônio (O₃), metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O) e o dióxido de carbono (CO₂), absorvem uma parte da radiação infravermelha emitida pela superfície da Terra e irradiam, por sua vez, uma parte da energia de volta para a superfície. Como resultado, a superfície recebe quase o dobro de energia da atmosfera em comparação com a energia recebida do Sol, resultando em um aquecimento da superfície terrestre em torno de 30°C. Sem esse aquecimento, a vida, como a conhecemos, não poderia existir.

Observa-se, então, que o grande problema ocorre quando o homem, com suas inúmeras atividades, acaba agravando o efeito estufa, liberando de forma

descontrolada esses gases na atmosfera, ocasionando o aumento do aquecimento global.

Relacionando-se a importância desta proposta para com o meio ambiente, percebe-se que, mesmo que um possível incêndio no restaurante universitário (incêndio urbano) contribua em menor escala para o aquecimento global, em comparação a outros vetores (indústrias de petróleo, incêndios florestais), a preocupação com a vida deve existir de forma absoluta. Sob esse ponto de vista é que se observa a relevância da proposta de intervenção no RU para o meio ambiente: o fechamento do círculo de proteção – vida, meio ambiente, patrimônio e serviços.

7.4 Importância da proposta para o CBMMA

A preocupação com a proteção das edificações contra incêndio e pânico é de competência de todos, tanto da sociedade como dos órgãos públicos responsáveis. Nesse cenário, o Art. 116 da Constituição Estadual do Maranhão (inciso I), diz que cabe ao Corpo de Bombeiros Militar, como órgão central do sistema de Defesa Civil do Estado, estabelecer e executar as medidas de prevenção e combate a incêndio. Em São Luís, o órgão responsável por avaliar, vistoriar e inspecionar o projeto e o funcionamento de quaisquer edificações é a DAT (Diretoria de Atividades Técnicas) do CBMMA.

A DAT, para realizar vistorias, considera o COSCIP/MA e as Normas Técnicas (para os casos omissos do COSCIP/MA), deixando também em aberto (para os projetistas), a utilização de outras legislações a exemplo das Normas Brasileiras Regulamentadoras da ABNT, das Normas Regulamentadoras e Instruções Técnicas de outros Estados. Assim, o objetivo principal do CBMMA, quanto à cobrança das adequações das edificações, é a mitigação dos perigos que envolvem suas atividades.

Isto posto, a proposta de intervenção no RU, que converge com sua adequação aos preventivos e melhoria de suas instalações, importa ao CBMMA o seguimento de suas normas, de suas exigências no que tange a segurança contra incêndio e pânico.

Ademais, deve-se ressaltar que a edificação do restaurante universitário abriga vidas e que estas devem ser resguardadas. É nessa conjuntura que se evidencia a importância desta proposta para o CBMMA: “vidas alheias e riquezas salvar”, o lema da corporação. Intrinsecamente, diz-se que o primeiro combate, no caso de uma situação de incêndio, quem faz é a própria edificação/população (ativamente ou passivamente) por meio de seus dispositivos, facilitando a ação do Corpo de Bombeiros, impedindo que o fogo seja elevado a um nível exacerbado até que a guarnição de combate chegue ao local.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O propósito da escolha do Restaurante Universitário da UEMA (Campus Paulo VI) como objeto de estudo deste trabalho está na representatividade dessa edificação para a sociedade. Nesse interim, identificou-se a necessidade que essa edificação tem de intervenção no sentido de inserir em sua estrutura física os aparatos necessários que amenizem os riscos de incêndio e pânico.

Inicialmente, realizou-se uma pesquisa bibliográfica, elencando os principais autores, leis e normas que regulamentam a segurança física das instalações, preconizando os dispositivos preventivos que tornam os locais de reunião de público seguros para a população (fixa e flutuante). Em seguida, efetivou-se pesquisas de campo (vistorias), tanto no Restaurante Universitário (conhecimento da estrutura física), quanto na Prefeitura da UEMA – Setor de Projetos (levantamento arquitetônico da edificação), buscando conhecer profundamente o objeto de estudo

A pesquisa sobre o Restaurante Universitário mostrou as condições de insegurança às quais a população que trabalha nessa edificação está exposta. Primeiro, generalizou-se os riscos, evidenciando (através de mapa qualitativo) os agentes laborais – físicos, químicos, biológicos, ergonômicos e de acidente, depois, deu-se notoriedade para os que estão relacionados a incêndio e pânico.

O conhecimento adquirido em curso, permitiu-nos clarificar o não seguimento dos padrões normativos do Restaurante Universitário em relação às

prescrições normativas (legais) de segurança contra incêndio e pânico, algo comum na instituição da UEMA, visto que a maioria de seus centros – quiçá todos – não possuem o Projeto de Combate a Incêndio e Pânico instaurado.

Diante das bibliografias encontradas e suas recomendações, deu-se preferência àquelas que se mostraram mais atuais e que, se tivessem suas prescrições seguidas pelo restaurante universitário, apresentariam maior significância. Em vista disso, infere-se que o papel deste trabalho para a UEMA é a observância legal dos parâmetros de segurança contra incêndio e pânico. E isso se dá através de sugestões de melhorias, adequação e dimensionamento correto de dispositivos protetivos.

Como toda proposta, a criação de algo novo apresenta limitações, por isso a medida de intervenção no sentido de contribuição com ideias, influenciar na situação de insegurança do RU alterando o seu resultado. Assim, encontrou-se problemas em relação ao levantamento histórico do restaurante, o que foi dissolvido pelo site da instituição, uma vez que, segundo funcionários mais antigos (a exemplo do diretor do RU), o histórico do restaurante se confunde com o surgimento da UEMA.

A escolha do prédio do RU se deve ao fato dessa edificação possuir uma das áreas mais propícias ao surgimento de um sinistro, haja vista que dentro dela existe uma cozinha industrial com vetores que podem causar facilmente incêndio e explosão. Nessa conjuntura, sugeriu-se os elementos necessários para a solução do problema de insegurança vivido por aqueles que habitam e frequentam o RU.

Além de elencar todos os dispositivos físicos possíveis quando do seguimento das normas, intentou-se instaurar dentro da própria população a ideia/preocupação com a segurança contra incêndio e pânico, por isso se propôs também a inserção de um grupo de pessoas (dimensionado perante normas) adestrado para a execução do primeiro combate (incêndio em estágio inicial) – brigadistas.

Outrossim, fala-se que, mediante o estudo do Restaurante Universitário, observou-se a presença de muitos riscos ambientais, além disso, a ausência de documentos como o PPRA (Programa de Prevenção de Riscos Ambientais) e do PCMSO (Programa de Controle Médico e Saúde Ocupacional) mostram a carência quanto ao controle e gerenciamento de riscos nesse ambiente de trabalho. No interim desta proposta, analisou-se os agentes ambientais visando a segurança contra incêndio e pânico. Contudo, em trabalhos futuros, pode-se fomentar a

segurança do trabalho como um todo, a exemplo: um possível programa de gerenciamento de riscos laborais em sua cozinha industrial.

Em última análise, nota-se que os objetivos específicos deste trabalho foram alcançados. Em resumo, identificou-se a necessidade de interferência no restaurante, apontou-se a importância de dispositivos protetivos (mediante normas específicas), elaborou-se o mapeamento de riscos e foram feitas sugestões importantes no que tange a implantação do projeto de combate a incêndio e pânico.

REFERÊNCIAS

ADVComm. **Catálogo de Sinalização Fotoluminescente**. Disponível em: <http://www.advcomm.com.br/download/advcomm_catalogo_de_solucoes_fotoluminescentes.pdf>. Acesso em: 23 mai. 2017.

APAGUE EXTINTORES. **Extintores de incêndio**. Disponível em: <<http://www.apagueextintores.com.br/curitiba/>>. Acesso em: 3 jun. 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9077**: Saídas de emergência em edifícios. Rio de Janeiro: 2001.

_____. **NBR 10898**: Sistema de iluminação de emergência. Rio de Janeiro: 1999.

_____. **NBR 12693**: Sistema de proteção por extintor de incêndio. 2 ed. Rio de Janeiro: 2010

_____. **NBR 13434 – parte 1**: Sinalização de segurança contra incêndio e pânico – Símbolos e suas formas, dimensões e cores. Rio de Janeiro: 2004.

_____. **NBR 13434 – parte 2**: Sinalização de segurança contra incêndio e pânico – Princípios de projeto. Rio de Janeiro: 2004.

_____. **NBR 15200**: Projeto de estruturas de concreto em situação de incêndio – Procedimento. Rio de Janeiro: 2004.

_____. **NBR 13714**: Sistemas de hidrantes e de mangotinhos para combate a incêndios. Rio de Janeiro: 2000.

_____. **NBR 5419-1**: Proteção contra descargas atmosféricas parte 1 – Princípios gerais. Rio de Janeiro: 2015.

_____. **NBR 5419-2**: Proteção contra descargas atmosféricas parte 2 – Gerenciamento de risco. Rio de Janeiro: 2015.

_____. **NBR 5419-3**: Proteção contra descargas atmosféricas parte 2 – Gerenciamento de risco. Rio de Janeiro: 2015.

BONH, Adolar Ricardo. **Projeto de Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas**. Arquivo publicado pela Universidade Estadual Paulista, São Carlos, 2013.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988. 292 p.

_____. Decreto nº 7.602, de 07 de novembro de 2011. **Dispõe sobre a Política Nacional de Segurança e Saúde no Trabalho - PNSST**, na forma do Anexo. Diário Oficial, Brasília, DF, 7 jun. 2011.

_____. Lei 6.938, de 31 de agosto de 1981. **Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências**. Diário oficial, Brasília, DF, 31 de agosto de 1981.

_____. Portaria nº. 3.214, 8 de junho de 1978. **Norma Regulamentadora (NR) 2**. Inspeção Prévia. 73 ed. São Paulo: Atlas, 2014, (Manuais de legislação).

_____. Portaria nº. 3.214, 8 de junho de 1978. **Norma Regulamentadora (NR) 4**. Serviços Especializados em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho. 73 ed. São Paulo: Atlas, 2014, (Manuais de legislação).

_____. Portaria nº. 3.214, 8 de junho de 1978. **Norma Regulamentadora (NR) 5**. Comissão Interna de Prevenção de Acidentes. 73 ed. São Paulo: Atlas, 2014, (Manuais de legislação).

_____. Portaria nº. 3.214, 8 de junho de 1978. **Norma Regulamentadora (NR) 9**. Programa de Prevenção de Riscos Ambientais. 73 ed. São Paulo: Atlas, 2014, (Manuais de legislação).

_____. Portaria nº. 3.214, 8 de junho de 1978. **Norma Regulamentadora (NR) 17**. Ergonomia. 73 ed. São Paulo: Atlas, 2014, (Manuais de legislação).

_____. **Ministério do Trabalho e Emprego**. Portaria nº25 de 29 de dezembro de 1994.

BRENTANO, Telmo. **Instalações Hidráulicas de Combate a Incêndio nas Edificações**. 5. ed. Porto Alegre: 2016.

BRENTANO, Telmo. **A proteção Contra Incêndios no Projeto de Edificações**. 3. ed. Porto Alegre: 2015.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO DISTRITO FEDERAL – CBMDF. **Manual Básico de Combate a Incêndio, módulo 5: Segurança contra incêndio**. 2. ed. Brasília: 2009.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO ESTADO DE GOIÁS – CBMGO. **Instrução Técnica nº 01** – Procedimentos Administrativos. Goiás: 2014.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO ESTADO DE GOIÁS – CBMGO. **Instrução Técnica nº 11** – Saídas de Emergência. Goiás: 2014.

EXAME.com. **Os maiores incêndios do Brasil antes de Santa Maria**. Disponível em: <<http://exame.abril.com.br/brasil/os-maiores-incendios-no-brasil/>>. Acesso em: 04 mai. 2017.

FERLIN, Bruno. Construdicas: **Filosofias de sistemas de proteção contra descargas atmosféricas**. Disponível em: <<http://construdicasjbascom.blogspot.com.br/>>. Acesso em: 03 jun. 2017.

FERNANDES, Ivan Ricardo. **Engenharia de Segurança Contra Incêndio e Pânico**. 1 ed. Curitiba: CREA-PR, 2010.

GUERRA, Antônio Matos; COELHO, José Augusto; LEITÃO, Ruben Elvas. **Fenomenologia da Combustão e extintores**. 2. ed. Escola Nacional de Bombeiros: 2006.

GARDINALLI, José R. **Manual de Prevenção de Acidentes**. Disponível em: <http://www.trajanocamargo.com.br/wpcontent/uploads/2012/05/seguranca_no_trabalho.pdf>. Acesso em: 11 mai. 2017.

Halten. **Sistema prediais de proteção contra descargas atmosféricas – SPDA**. Rio de Janeiro, 2014.

MAJUSS ELETROELETRÔNICA. **Blocos autônomos**. Disponível em: <<http://www.majuss.com.br/todas-as-categorias/iluminacao-de-emergencia/blocos-autonomos.html?SID=6d5e1baed37fc0f01fe65993367f505f&dir=asc&order=price>>. Acesso em: 03 jun. 2017.

MARANHÃO. Lei nº 6.546 de 29 de dezembro de 1995. **Dispõe sobre o Código de Segurança Contra Incêndio e Pânico do Estado do Maranhão e dar outras providências**. Disponível em: <<http://www.cbm.ma.gov.br/>>. Acesso em: 10 abr. 2017.

MARANHÃO. Norma técnica 003 de 1997. **Classificação das edificações quanto aos riscos de incêndio**. Corpo de Bombeiros Militar Estado do Maranhão. Disponível em: <http://www.cbm.ma.gov.br/images/GAT/NT_003.pdf>. Acesso em: 12 mai. 2017.

MARANHÃO. Norma técnica 004 de 1997. **Estabelecimento de Parâmetros Mínimos de Pressão e Vazão para Cálculo Hidráulico dos Hidrantes (Tomadas**

de Incêndio). Corpo de Bombeiros Militar Estado do Maranhão. Disponível em: <http://www.cbm.ma.gov.br/images/GAT/NT_004.pdf>. Acesso em: 12 mai. 2017.

NOVALUZ. **Blocos autônomos.** Disponível em: <<http://novaluz.com.br/project/luz-de-emergencia-nled-2x100/>>. Acesso em: 3 de jun. 2017.

PIMENTA, C. F. **Curso de Hidráulica Geral.** 4. ed. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Dois, 1981.

PORTAL DA LEGISLAÇÃO (Assembleia Legislativa do Maranhão). **Constituição do Estado do Maranhão.** Disponível em: <<http://legislacao.al.ma.gov.br/ged/cestadual.html>>. Acesso em: 03 mar. 2017.

PORTAL UEMA. **Histórico.** Disponível em: <<https://www.google.com.br/search?q=uema&oq=uema&aqs=chrome..69i57j0j69i60j0l2j69i60.731j0j8&sourceid=chrome&ie=UTF-8>>. Acesso em: 17 mai. 2017.

REIS, Roberto Salvador. **Segurança e Saúde do Trabalho – Normas Regulamentadoras.** 9. ed. São Paulo: Yendis, 2012. 660 páginas.

SEITO, Alexandre I. *Et al.* **A Segurança Contra Incêndio no Brasil.** São Paulo: PROJETO EDITORA, 2008.

SILVA, Robson Willians da Costa. PAULA, Beatriz Lima de. Artigo: **Causa do aquecimento global – antropogênica versus natural.** Disponível em: <https://www.ige.unicamp.br/terraedidatica/v5/pdf-v5/TD_V-a4.pdf>. Acesso em: 25 mai. 2017.

TAVARES, Wellington Tavares de. **Manual de Segurança do Trabalho.** São Paulo: DCL, 2010.

TECNOPORTAS - Tecnoportas ISO 9001 - **Portas de Aço Automáticas.** Disponível em: <<https://www.google.com.br/search?q=tecnoportas&oq=tecnoportas&aqs=chrome..69i57j0l5.2189j0j8&sourceid=chrome&ie=UTF-8>>. Acesso em: 03 jun. 2017.

VARGAS, Marcos. **Segurança Contra Incêndio em Edificações.** Slides publicados pela Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

VERARDINO, Rodrigo de Stéfani. **Metodologia de Projeto de Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas para edifício residencial.** Arquivo publicado pela Universidade Estadual Paulista, São Carlos, 2011.

ANEXO A – CLASSIFICAÇÃO DAS EDIFICAÇÕES QUANTO A OCUPAÇÃO OU USO

Tabela 28: Classificação das edificações quanto a ocupação ou uso

Grupo	Ocupação/Usos	Divisão	Descrição	Tipificação
A	Residencial	A-1	Habitação unifamiliar	Condomínios de casas térreas ou assobradadas isoladas e assemelhados.
		A-2	Habitação multifamiliar	Condomínios de casas térreas ou assobradadas não isoladas, edifícios de apartamentos em geral e condomínios verticais e assemelhados.
		A-3	Habitação coletiva	Pensionatos, internatos, alojamentos, mosteiros, conventos, residências geriátricas com capacidade máxima de 16 leitos e assemelhados.
B	Serviço de Hospedagem	B-1	Hotel e assemelhado	Hotéis, motéis, pensões, hospedarias, pousadas, albergues, casas de cômodos e divisão A3 com mais de 16 leitos e assemelhados.
		B-2	Hotel residencial	Hotéis e assemelhados com cozinha própria nos apartamentos (incluem-se apart-hotéis, flats, hotéis residenciais) e assemelhados.
C	Comercial	C-1	Comércio com baixa carga de incêndio	Armarinhos, artigos de metal, louças, artigos hospitalares e outros.
		C-2	Comércio com média e alta carga de incêndio	Edifícios de lojas de departamentos, magazines, galerias comerciais, supermercados em geral, mercados e outros.
		C-3	Shoppings centers	Centro de compras em geral, feiras permanentes, <i>shopping centers</i> e outros.
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 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.
	Educação	E-1	Escola em geral	Escolas de primeiro, segundo e terceiro graus, cursos supletivos, pré-universitários e assemelhados.
		E-2	Escolas de artes e artesanato	Escolas de artes e artesanato, de línguas,

		E-4	Centro de treinamento profissional	Escolas profissionais em geral
		E-5	Pré-escola	Creches, escolas maternas e de educação infantil e assemelhados.
		E-6	Escola para portadores de deficiências	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, 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	Estádios, ginásios e piscinas com arquibancadas, rodeios, autódromos, sambódromos, arenas em geral, pista de patinação e assemelhados.
		F-4	Estação e terminal de passageiro	Estações rodoferroviárias, 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	Clubes sociais e de Diversão	Boates, clubes em geral, salões de baile, restaurantes dançantes, clubes sociais, bingo, bilhares, tiro ao alvo, boliche e assemelhados.
		F-7	Eventos Temporários	Eventos temporários com concentração de público
		F-8	Local para refeição	Restaurantes, lanchonetes, bares, cafês, refeitórios, cantinas e assemelhados.
		F-9	Recreação pública	Jardim zoológico, parques recreativos e assemelhados, instalados em edificações permanentes.
		F-10	Exposição de objetos e animais	Salões e salas de exposição de objetos e animais, show-room, galerias de arte, aquários, planetários e assemelhados em edificações permanentes.
G	Serviço automotivo e assemelhados	G-1	Garagem sem acesso de público e sem abastecimento de combustível	Garagens automáticas
		G-2	Garagem com acesso de público e sem abastecimento de combustível	Garagens coletivas sem automação, em geral, sem abastecimento (exceto veículos de carga e coletivos)
		G-3	Local dotado de abastecimento de combustível	Postos de abastecimento de combustível e serviço, garagens (exceto veículos de carga e coletivos)
		G-4	Serviço de conservação, manutenção e reparos	Oficinas de conserto de veículos, borracharias (sem recauchutagem); oficinas e garagens de veículos de carga e coletivos, máquinas agrícolas e rodoviárias, retificadoras de motores
		G-5	Hangares	Abrigos para aeronaves com ou sem abastecimento de combustível e

				assemelhados
H	Serviço de saúde e institucional	H-1	Hospital veterinário e assemelhados	Hospitais, clínicas e consultórios veterinários e assemelhados (inclui-se alojamento com ou sem adestramento)
		H-2	Local onde pessoas requerem cuidados especiais por limitações físicas ou mentais	Asilos, orfanatos, abrigos geriátricos, hospitais psiquiátricos, reformatórios, tratamento de dependentes de drogas, álcool e assemelhados. Todos sem celas
		H-3	Hospital e assemelhado	Hospitais, casa de saúde, prontos-socorros, clínicas com internação, ambulatórios e postos de atendimento de urgência, postos de saúde e puericultura e assemelhados com internação.
		H-4	Repartições públicas e assemelhados	Edificações do Executivo, Legislativo e Judiciário, tribunais, cartórios, quartéis, centrais de polícia, delegacias, postos policiais, postos de bombeiros e assemelhados.
		H-5	Local onde a liberdade das pessoas sofre restrições	Hospitais psiquiátricos, manicômios, reformatórios, prisões em geral (casa de detenção, penitenciárias, presídios) e instituições assemelhadas. Todos com celas
		H-6	Clínica e consultório médico e odontológico	Clínicas médicas, consultórios em geral, unidades de hemodiálise, ambulatórios e assemelhados. Todos sem internação
I	Indústria	I-1	Locais onde as atividades exercidas e os materiais utilizados apresentam baixo potencial de incêndio. Locais onde a carga de incêndio não chega a 300MJ/m ²	Atividades que manipulem materiais com baixo risco de incêndio, tais como fábricas em geral, onde os processos não envolvem a utilização intensiva de materiais combustíveis (aço; aparelhos de rádio e som; armas; artigos de metal; gesso; esculturas de pedra; ferramentas; fotografuras; jóias; relógios; sabão; serralheria; suco de frutas; louças; metais; máquinas)
		I-2	Locais onde as atividades exercidas e os materiais utilizados apresentam médio potencial de incêndio. Locais com carga de incêndio entre 300 e 1.200MJ/m ²	Atividades que manipulam materiais com médio risco de incêndio, tais como: artigos de vidro; automóveis, bebidas destiladas; instrumentos musicais; móveis; alimentos marcenarias, fábricas de caixas e assemelhados.
		I-3	Locais onde há alto risco de incêndio. Locais com carga de incêndio superior a 1.200 MJ/m ²	Fabricação de explosivos, atividades industriais que envolvam líquidos e gases inflamáveis, materiais oxidantes, destilarias, refinarias, ceras, espuma sintética, elevadores de grãos, tintas, borracha e assemelhados.
J	Depósito	J-1	Depósitos de material incombustível	Edificações sem processo industrial que armazenem tijolos, pedras, areias, cimentos, metais e outros materiais incombustíveis. Todos sem embalagem
		J-2	Todo tipo de Depósito	Depósitos com carga de incêndio até 300MJ/m ²
		J-3	Todo tipo de Depósito	Depósitos com carga de incêndio entre 300 e 1.200MJ/m ²

		J-4	Todo tipo de Depósito	Depósitos onde a carga de incêndio ultrapassa 1.200MJ/m ²
L	Explosivos	L-1	Comércio	Comércio em geral de fogos de artifício e assemelhados
		L-2	Indústria	Indústria de material explosivo
		L-3	Depósito	Depósito de material explosivo
M	Especial	M-1	Túnel	Túnel rodoferroviário, destinado a transporte de passageiros ou cargas diversas.
		M-2	Líquido ou gás, inflamáveis ou combustíveis	Edificação destinada a produção, manipulação, armazenamento e distribuição de líquidos ou gases combustíveis e inflamáveis.
		M-3	Central de comunicação e energia	Central telefônica, centros de comunicação, centrais de transmissão ou de distribuição de energia e assemelhados.
		M-4	Propriedade em transformação	Locais em construção ou demolição e assemelhados
		M-5	Silos	Armazéns de grãos e assemelhados
		M-6	Terra Selvagem	Floresta reserva ecológica, parque florestal e assemelhados.
		M-7	Pátio de containers	Área aberta destinada a armazenamento de containers
		M-8	Torres de telefonia móvel	Torre metálica com armários para equipamentos de telefonia
Quando não houver previsão de classificação na tabela 1, será adotada a tipificação mais próxima para a sua destinação, ocupação ou uso.				

Fonte: Norma técnica 01/2014 – Anexo A do CBMGO

ANEXO B – NÚMERO MÍNIMO DE SAÍDAS E TIPOS DE ESCADA DE EMERGÊNCIA POR OCUPAÇÃO

Tabela 29: Número mínimo de saídas e tipos de escada de emergência por ocupação

Dimensão		N (área de pavimentos ≤ a 750 m²)								O (área de pavimento > 750 m²)									
Altura em m		Térrea/ Saída	H ≤ 6		6 < H ≤ 12		12 < H ≤ 30		Acima de 30m		Térrea	H ≤ 6		6 < H ≤ 12		12 < H ≤ 30		Acima de 30m	
Gr.	Div.		n.	Tip esc	n.	Tip esc	n.	Tip esc	n.	Tip esc		n.	Tip esc	n.	Tip esc	n.	Tip esc	n.	Tip esc
A	A-1	1	1	NE	1	NE	–	–	–	–	1	1	NE	1	NE	–	–	–	–
	A-2	1	1	NE	1	NE	1	EP	1	PF	1	1	NE	2	NE	2	EP	2	PF
	A-3	1	1	NE	1	NE	1	EP	2	PF	1	1	NE	2	NE	2	EP	2	PF
B	B-1	1	1	NE	1	EP	1	PF	2	PF	2	2	NE	2	EP	2	PF	2	PF
	B-2	1	1	NE	1	EP	1	PF	2	PF	2	2	NE	2	EP	2	PF	2	PF
C	C-1	1	1	NE	1	NE	1	EP	2	EP	2	2	NE	2	EP	2	PF	2	PF
	C-2	1	1	NE	1	NE	1	EP	2	PF	2	2	NE	2	EP	2	PF	3	PF
	C-3	1	1	NE	2	EP	2	PF	2	PF	2	2	NE	2	EP	3	PF	4	PF
D	-	1	1	NE	1	EP	1	PF	*	PF	2	2	NE	2	EP	2	PF	2	PF
E	E-1	1	1	NE	1	NE	1	EP	2	PF	2	2	NE	2	EP	2	PF	3	PF
	E-2	1	1	NE	1	NE	1	EP	2	PF	2	2	NE	2	EP	2	PF	3	PF
	E-3	1	1	NE	1	NE	1	EP	2	PF	2	2	NE	2	EP	2	PF	3	PF
	E-4	1	1	NE	1	NE	1	EP	2	PF	2	2	NE	2	EP	2	PF	3	PF
	E-5	1	1	NE	1	EP	1	EP	2	PF	2	2	NE	2	EP	2	PF	3	PF
	E-6	2	2	NE	2	EP	2	EP	2	PF	2	2	NE	2	EP	2	PF	3	PF
F	F-1	1	1	NE	1	EP	2	EP	2	PF	2	2	NE	2	EP	2	PF	2	PF
	F-2	1	1	NE	1	EP	2	PF	2	PF	2	2	NE	2	EP	2	PF	2	PF
	F-3	2	2	NE	2	NE	2	NE	2	PF	2	2	NE	2	EP	2	PF	2	PF
	F-4	2	2	NE	2	NE	+	+	+	+	2	2	NE	2	EP	+	+	+	+
	F-5	2	2	NE	2	NE	2	PF	2	PF	2	2	NE	2	EP	2	PF	3	PF
	F-6	2	2	NE	2	EP	2	PF	2	PF	2	2	NE	2	EP	2	PF	2	PF
	F-7	2	2	NE	2	EP	–	–	–	–	3	3	NE	3	EP	–	–	–	–
	F-8	1	1	NE	2	EP	2	PF	2	PF	2	2	NE	2	EP	2	PF	2	PF
	F-9	2	2	NE	2	EP	2	EP	2	PF	2	2	NE	2	EP	2	PF	2	PF
	F-10	1	1	NE	1	EP	2	EP	2	PF	2	2	NE	2	EP	2	PF	2	PF
G	G-1	1	1	NE	1	NE	1	NE	1	EP	2	2	NE	2	NE	2	NE	2	EP
	G-2	1	1	NE	1	NE	1	EP	1	EP	2	2	NE	2	NE	2	EP	2	PF
	G-3	1	1	NE	1	EP	1	PF	1	PF	2	2	NE	2	EP	2	PF	2	PF
	G-4	1	1	NE	1	NE	1	EP	1	EP	2	2	NE	2	EP	2	PF	2	PF
H	H-1	1	1	NE	1	NE	1	EP	–	–	2	2	NE	2	NE	2	EP	–	–
	H-2	1	1	NE	1	EP	1	PF	1	PF	2	2	NE	2	EP	2	PF	2	PF
	H-3	2	2	NE	2	EP	2	PF	2	PF	2	2	NE	2	EP	2	PF	3	PF
	H-4	2	2	NE	2	NE	+	+	+	+	2	2	NE	2	NE	+	+	+	+
	H-5	2	2	NE	2	NE	+	+	+	+	2	2	NE	2	NE	+	+	+	+
	H-6	1	1	NE	1	EP	1	PF	1	PF	2	2	NE	2	EP	2	PF	2	PF
I	I-1	2	1	NE	1	NE	1	EP	2	EP	2	2	NE	2	EP	2	EP	2	PF
	I-2	2	1	NE	2	NE	1	EP	2	EP	2	2	NE	2	EP	2	PF	2	PF
	I-3	2	2	NE	1	EP	1	PF	2	PF	2	2	NE	2	EP	2	PF	3	PF
J	–	1	1	NE	1	NE	1	EP	2	PF	2	2	NE	2	EP	2	PF	2	PF
L	L-1	1	1	NE	2	EP	1	PF	2	PF	2	2	NE	2	EP	3	PF	4	PF
	L-2	2	2	NE	2	EP	2	PF	3	PF	2	2	NE	2	EP	3	PF	3	PF
	L-3	2	2	NE	2	EP	2	PF	3	PF	2	2	NE	2	EP	3	PF	3	PF
M	M-1	1	1	NE	1	NE	+	+	+	+	2	2	NE	2	NE	+	+	+	+
	M-2	2	2	NE	2	EP	2	PF	3	PF	2	2	NE	2	EP	3	PF	3	PF
	M-3	2	2	NE	2	EP	2	PF	2	PF	2	2	NE	2	EP	2	PF	2	PF
	M-4	1	1	NE	1	NE	1	NE	1	NE	1	1	NE	2	NE	2	NE	2	NE
	M-5	2	2	NE	2	EP	2	PF	2	PF	2	2	NE	2	EP	2	PF	2	PF

Fonte: Norma técnica 11/2014 – Anexo C, CBMGO.

Onde:

NE = escada não enclausurada (escada comum)

EP = escada enclausurada protegida (escada protegida)

PF = escada à prova de fumaça

Tipo esc = tipo de escada

Gr. = grupo de ocupação

Div. = subdivisão do grupo de ocupação

+ = símbolo que indica necessidade de consultar norma técnica, outras ou regulamentos específicos.

- = não se aplica

***** = para edificações com área inferior a 375m² por pavimento, tipo e altura menor ou igual a 106 metros, será permitida a utilização de apenas uma escada do tipo PF. Para edificações acima de 60m, além da escada PF, deve haver elevador de emergência.

APÊNDICE I - ADAPTAÇÕES DOS ELEMENTOS COMPONENTES DAS ROTAS DE SAÍDA SEGUNDO A NBR 9077

1. Classificação da edificação segundo a NBR 9077

- Ocupação:
 - a) Grupo: F
 - b) Ocupação: Locais de reunião de público
 - c) Divisão: F-8
 - d) Descrição: locais para refeições

- Altura:
 - a) Código: L
 - b) Denominação: edificações baixas ($H \leq 6,00\text{m}$)

- Dimensões em planta:
 - a) Enfoque: **g**
 - b) Código: V (edificações grandes)

- Características construtivas:
 - a) Código: Y
 - b) Tipo: mediana resistência ao fogo

- Dimensionamento das saídas:
 - a) Uma pessoa por m^2 de área

b) Capacidade de unidade de passagem:

- ❖ Portas: $C = 100$;
- ❖ Acessos e descargas: $C = 100$;
- ❖ Escadas e rampas: $C = 75$;

• Distância máxima a ser percorrida:

a) Saída única: 20 m

b) Mais de uma saída: 30 m

• Número de saídas e tipos de escadas:

a) 2 saídas

b) EP – Escada enclausurada protegida (escada protegida)

Obs: A edificação analisada apresenta apenas pavimento térreo, ou seja, suas escadas são secundárias (podendo, eventualmente, serem utilizadas como saídas de emergência) não necessitando, portanto, de escada enclausurada protegida.

2. Cálculo da largura das portas de acesso ao salão do restaurante

➤ Cálculo da população do salão do restaurante:

- Densidade populacional do restaurante (F_8): 1 pessoa por m^2 de área;
- Área do ambiente: 1173,134 m^2 ;
- População: $1173,134 m^2 \times 1 \text{ pessoa} / m^2 = 1173,134 = 1174$ pessoas;
- nº de funcionários do salão do restaurante: 6 funcionários;
- População total: $P_t = 1180$ pessoas;
- Dimensão das portas de acesso ao salão do restaurante: 1,80 m
- Distância máxima percorrida para desocupação do ambiente: 49,26m
- Distância máxima percorrida de acordo com a NBR 9077: 30m

- Tempo de evacuação:
 - De acordo com Brentano (2015, p. 211), as velocidades médias nos diversos trechos da edificação são:
 - ❖ Escadas: 5m/min
 - ❖ Trajetos horizontais: 20m/min

Trajetos horizontais

Distância máxima percorrida: 49,26m

20m _____ 1 min

49,26m _____ T_1

$T_1 = 2,463 \text{ min} = 2\text{min } 28\text{s}$

Escada

Para o cálculo do tempo de evacuação será utilizada a escada auxiliar, pois ela apresenta a maior distância percorrida (5,12m).

5m _____ 1 min

5,12m _____ T_2

$T_2 = 1,024 \text{ min} = 1\text{min}$

$T \text{ (tempo total)} = T_1 + T_2 = 3\text{min } 28\text{s}$

Logo, o tempo de evacuação da edificação calculado a partir de um ponto crítico localizado no salão do restaurante é de **3min 28s**.

- Largura mínima das portas de acesso ao salão do restaurante:
 - Os elementos componentes das rotas de saída do salão do restaurante terão suas dimensões calculadas em função da população total desse ambiente ($P_t = 1180$ pessoas) e da distância máxima percorrida exigida por norma (30m);
 - Capacidade da unidade de Passagem (portas): $C = 100$;
 - Número de unidades de passagem: $N = \frac{P_t}{C} = \frac{1180}{100} = 11,8 \text{ UP}$;
 - Largura mínima: $L = N \times \text{UP} = 11,8 \times 0,55\text{m} = 6,49\text{m}$;
 - Em virtude da distância máxima percorrida para a desocupação do salão ser superior a distância máxima percorrida exigida pela NBR 9077 para essa edificação, faz-se necessária a abertura de uma 3ª porta no salão.
 - O ambiente apresenta três possibilidades de saída, portanto: $\frac{6,49 \text{ m}}{3} = 2,163\text{m} = 2,20\text{m}$;

➤ Adaptações propostas:

- ❖ Abertura de uma 3ª porta que, após análise do ambiente, deverá localizar-se na extremidade direita do salão próxima ao corrimão de acesso às bandejas;
- ❖ As 3 portas devem apresentar largura igual a 2,20m;
- ❖ Por ser um local de reunião de público com capacidade acima de 200 pessoas, as portas do salão devem ser corta-fogo dotadas de barra antipânico;
- ❖ Em virtude de as portas de acesso ao salão apresentarem fluxo de pessoas em dois sentidos (entrada e saída) as mesmas devem permanecer abertas, sendo fechadas somente em caso de sinistro.

3. Cálculo da largura das escadas e rampa de acesso à edificação

➤ Escada principal:

- Dimensão: 3,02m;
- Altura do degrau: 14,5cm;
- Largura do degrau: 30 cm;
- Comprimento do patamar: 90 cm.

➤ Escada auxiliar:

- Dimensão: 5,85m;
- Altura do degrau: 14,5cm;
- Largura do degrau: 30 cm;
- Comprimento do patamar: 90 cm.

➤ Dimensão da rampa: 1,90m

➤ Largura mínima das escadas e rampa da edificação:

- O cálculo da largura das escadas e rampa de acesso à edificação será feito levando-se em consideração a população total do salão do restaurante ($P_t = 1180$ pessoas) e da distância máxima percorrida exigida por norma (30m);
- Capacidade da unidade de Passagem (escadas e rampas): $C = 75$;

- Número de unidades de passagem: $N = \frac{P_t}{C} = \frac{1180}{75} = 15,73$ UP;
- Largura mínima: $L = N \times UP = 15,73 \times 0,55\text{m} = 8,652\text{m}$;
- Em virtude da abertura de uma 3ª porta no salão do restaurante, surge a necessidade de uma 3ª escada, a qual dará continuidade ao fluxo de pessoas para a parte exterior da edificação.
- A edificação apresenta três possibilidades de saída, portanto: $\frac{8,652 \text{ m}}{3} = 2,90\text{m}$;

Diante do exposto, observa-se que a largura da escada auxiliar (5,85m) estar adequada, pois supera os 2,90m propostos. A largura da escada principal e da rampa também estão adequadas pois a soma da largura de ambas (as quais encontram-se dispostas lado a lado) é igual a 4,92m, ou seja, superior aos 2,90m propostos.

A largura dos degraus das escadas (30cm) estar adequada, pois encontra-se no intervalo de 28cm a 32 cm, porém a altura dos mesmos (14,5 cm) não estar em conformidade com a NBR 9077 a qual exige altura compreendida no intervalo de 16cm a 18cm.

Quanto aos patamares, o comprimento observado (90cm) também está inadequado. Tal comprimento é obtido por meio da fórmula de blondel para patamares. Para a edificação analisada, tem-se:

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

onde:

- p: comprimento do patamar (em cm);
- h: 16cm (altura mínima exigida por norma);
- b: 30cm;
- n: 2 (escada com largura acima de 1,5m).

$$p = (2 \times 16 + 30) \times 2 + 30$$

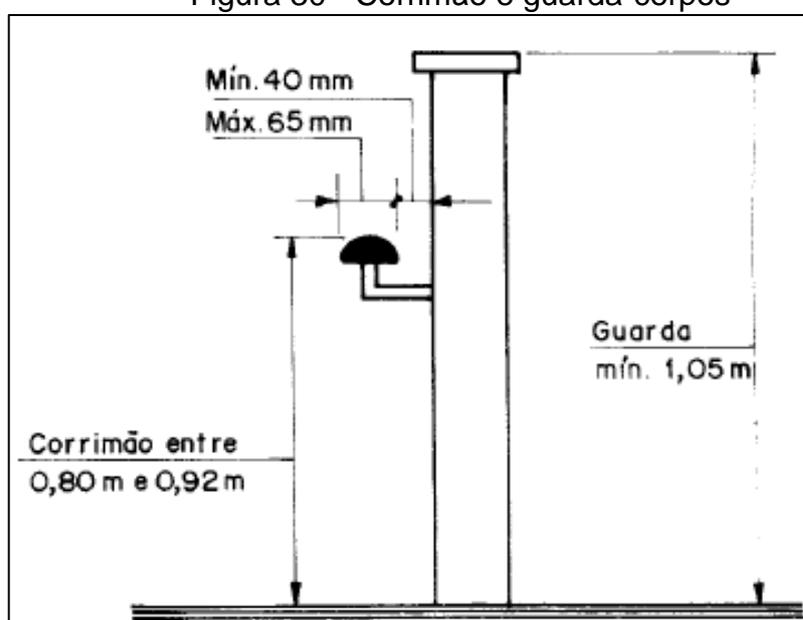
$$p = 154 \text{ cm} = 1,54 \text{ m}$$

Dessa forma, observa-se que os patamares da edificação deveriam apresentar comprimento mínimo de 1,54m.

➤ Adaptações propostas:

- Escada principal
- ❖ Piso antiderrapante;
- ❖ Apresentar corrimão lateral fixado a 40 mm (no mínimo) da parede (com extremidades curvadas para essa) com altura compreendida entre 80cm a 92 cm (figura1) e diâmetro entre 38mm e 65mm (figura 29 a seguir);

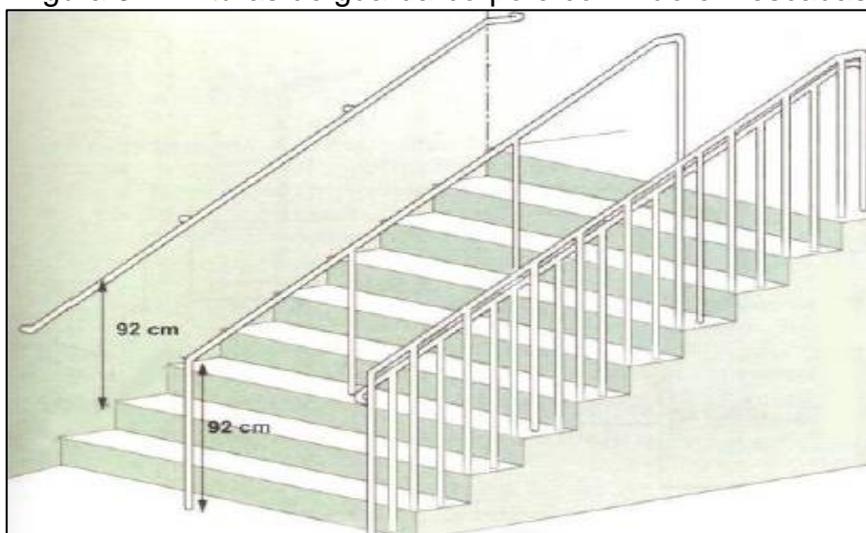
Figura 30 - Corrimão e guarda-corpos



Fonte: NBR 9077 (2001)

- ❖ Por possuir largura superior a 2,20m deve apresentar corrimão intermediário (com extremidades curvadas para baixo) situado a 1,80m da parede. A altura do corrimão deve estar compreendida entre 80cm a 92 cm acima do nível do piso e o mesmo deve possuir extremidades dotadas de balaústres (figura 30);
- ❖ Apresentar degraus com altura mínima de 16 cm;
- ❖ Apresentar patamar com comprimento mínimo de 1,54 m (levando-se em conta degraus com largura igual a 30cm).

Figura 31 - Alturas de guarda-corpo e corrimão em escadas



Fonte: CBMDF, Manual de Combate a Incêndio (2009, p. 30)

- Escada auxiliar
 - ❖ Apresentar piso antiderrapante;
 - ❖ Ser dotada de corrimão lateral fixado a 40 mm (no mínimo) da parede (com extremidades curvadas para essa) e com altura compreendida entre 80cm a 92 cm (figura 29);
 - ❖ Por apresentar largura superior a 2,20m deve apresentar dois corrimãos intermediários (com extremidades dotadas de balaústres) a cada 1,80m com altura compreendida entre 80cm a 92 cm acima do nível do piso e diâmetro entre 38mm e 65mm;
 - ❖ Apresentar, em seu lado aberto, guarda-corpos vazado (ou aberto) constituído por balaústres (elementos verticais) com abertura máxima admissível de 15cm e com altura de 1,05m (figura 30);
 - ❖ Apresentar degraus com altura mínima de 16 cm;
 - ❖ Apresentar patamar com comprimento mínimo de 1,54 m (levando-se em conta degraus com largura igual a 30cm).
- Rampa

- ❖ Piso antiderrapante;
- ❖ Por ser um local de reunião de Público, os guarda-corpos da rampa devem ser constituídos por balaústres verticais com abertura máxima de 15cm ao invés de longarinas intermediárias.

4. Cálculo da largura das portas principais de acesso à edificação

- Dimensão das portas principais de acesso ao restaurante universitário: 1m
- Largura mínima das portas de acesso ao restaurante universitário:
 - O cálculo da largura das portas principais de acesso à edificação será feito levando-se em consideração a população total do salão do ($P_t = 1180$ pessoas);
 - Capacidade da unidade de Passagem (portas): $C = 100$;
 - Número de unidades de passagem: $N = \frac{P_t}{C} = \frac{1180}{100} = 11,80$ UP;
 - Largura mínima das portas: $L = N \times UP = 11,80 \times 0,55m = 6,49m$;
 - O ambiente apresenta duas possibilidades de saída, portanto: $\frac{6,49m}{2} = 3,245$ m;
- Adaptações propostas:
 - ❖ Diante do exposto, deveria haver 4 portas de acesso principal ao restaurante universitário com 2 m de largura cada dispostas duas a duas em lados opostos do hall de entrada da edificação;
 - ❖ As portas devem abrir no sentido de fuga, de acordo com a NBR 9077.

5. Cálculo da largura do corredor de acesso à recepção e controle e do corredor de acesso à despensa

- Dimensão do corredor de acesso à recepção e controle: 1,22 m
- Dimensão do corredor de acesso à despensa: 2,60 m
- Largura mínima dos corredores:

- O cálculo da largura dos corredores será realizado com base nos 32 funcionários ($P_t = 32$) que exercem suas atividades na cozinha, uma vez que, em uma situação de incêndio e pânico haverá fluxo desses funcionários nos mesmos;
- Capacidade da unidade de Passagem (acessos e descargas): $C = 100$;
- Número de unidades de passagem: $N = \frac{P_t}{C} = \frac{32}{100} = 0,32$ UP;
- Largura mínima dos corredores: $L = N \times UP = 0,32 \times 0,55\text{m} = 0,18\text{m} = 18\text{cm}$;

Logo, os corredores apresentam larguras adequadas pois suas dimensões são superiores ao mínimo exigido por norma (1,10m).

6. Cálculo da largura das portas de acesso à cozinha do restaurante universitário

- Dimensão da porta de acesso da área da cozinha à recepção e controle: 1,22m
- Dimensão da porta de acesso da área da cozinha ao corredor de acesso à despensa: 1,25m
- Tempo de evacuação da cozinha:

Distância horizontal máxima percorrida: 29,69m

20m _____ 1 min

29,69m _____ T

$T = 1,4845$ min = 1min 29s

Logo, o tempo de evacuação da cozinha do restaurante é de 1min 29s.

- Largura mínima das portas de acesso à cozinha do restaurante universitário:
- O cálculo da largura das portas de acesso à cozinha do restaurante universitário será realizado com base nos 32 funcionários ($P_t = 32$) que exercem suas atividades nesse ambiente;
- Capacidade da unidade de Passagem (portas): $C = 100$;
- Número de unidades de passagem: $N = \frac{P_t}{C} = \frac{32}{100} = 0,32$ UP;

- Largura mínima das portas: $L = N \times UP = 0,32 \times 0,55\text{m} = 0,18\text{m} = 18 \text{ cm}$;

A partir da análise da largura mínima calculada, na cozinha deveria haver uma única porta com 80cm de largura (largura mínima exigida de acordo com a NBR 9077) havendo, entretanto, 2 portas, ambas com largura superior a esse valor (1,22m e 1,25m respectivamente), as quais abrem no sentido do fluxo de saída. Portanto, as portas desse ambiente estão adequadas ao fluxo de saída de pessoas em uma situação de sinistro.

7. Cálculo da largura das portas de acesso à despensa

- Dimensão da porta de acesso da área de recepção e controle à área da despensa: 1,5m
- Dimensão da porta de acesso da área da despensa ao corredor próximo ao açougue: 1,5m
- Largura mínima das portas de acesso à despensa:
 - O cálculo da largura das portas de acesso à despensa será realizado com base nos 32 funcionários ($P_t = 32$) que exercem suas atividades na cozinha, uma vez que, em uma situação de incêndio e pânico poderia haver fluxo desses funcionários na despensa por ser essa um ambiente integrante das rotas de fuga;
 - Capacidade da unidade de Passagem (portas): $C = 100$;
 - Número de unidades de passagem: $N = \frac{P_t}{C} = \frac{32}{100} = 0,32 \text{ UP}$;
 - Largura mínima das portas: $L = N \times UP = 0,32 \times 0,55\text{m} = 0,18\text{m}$;

Logo, as portas de acesso à despensa apresentam largura adequada uma vez que ambas deveriam ter apenas a largura mínima exigida por norma (80cm) apresentando, entretanto, largura superior a esse valor (1,5 m)

- Adaptação proposta:
 - ❖ A porta de acesso à recepção e controle, embora apresente largura adequada deve abrir no sentido do fluxo de saída.

8. Cálculo da largura da porta de entrada/saída da área de recepção e controle

- Dimensão da porta de saída da edificação: 1,60m
- Largura mínima da porta de saída da edificação:
 - O cálculo da largura da porta de saída da edificação será realizado com base nos 32 funcionários ($P_t=32$) que exercem suas atividades na cozinha, uma vez que, em uma situação de incêndio e pânico, esses funcionários utilizariam essa porta para saírem da edificação;
 - Capacidade da unidade de Passagem (portas): $C = 100$;
 - Número de unidades de passagem: $N = \frac{P_t}{C} = \frac{32}{100} = 0,32 \text{ UP}$;
 - Largura mínima das portas: $L = N \times \text{UP} = 0,32 \times 0,55\text{m} = 0,18\text{m} = 18\text{cm}$;

Logo, a porta de entrada/saída da área de recepção e controle possui dimensão adequada pois sua largura (1,60m) é superior à largura exigida por norma (80 cm).

- Adaptação proposta:
 - ❖ A porta de saída da edificação, embora apresente largura adequada deve abrir no sentido do fluxo de saída.

9. Cálculo da largura da porta dos demais ambientes da edificação

- Dimensão das portas de saída dos demais ambientes (sala da nutricionista, sala da administração do RU e sala da ASCOM): 70 cm
- Adaptação proposta:
 - ❖ A portas de saída dos demais ambientes da edificação (sala da nutricionista, sala da administração do RU e sala da ASCOM), devem apresentar largura mínima exigida por norma (80 cm) e abrir no sentido do fluxo de saída.

APÊNDICE II - MEMORIAL DESCRITIVO DE PROTEÇÃO CONTRA INCÊNDIO E PÂNICO

1. OBJETIVO

O presente trabalho tem por finalidade a elaboração do memorial de cálculo do sistema preventivo de combate a incêndio e pânico do Restaurante Universitário da Universidade Estadual do Maranhão.

2. DADOS DO PROJETO

Nome da Edificação	Restaurante Universitário
Local	Universidade Estadual do Maranhão
Endereço	Cidade Universitária Paulo VI, S/N – Tirirical – São Luís/MA
Nº de pavimentos	01 (um) - Térreo
Área construída	2172,45m ²
Classificação	Reunião de Público
Classificação das edificações vizinhas (lados direito, esquerdo e fundo):	Edificações vizinhas se encontram a mais de 50 metros de distância, com campos gramados e árvores entre eles.

3. CARACTERÍSTICAS DA EDIFICAÇÃO

Altura	3,20 m
Estrutura	<ul style="list-style-type: none"> • Paredes em alvenaria de blocos cerâmicos 6 furos (9 x 14 x 19cm), assentados em argamassa de cimento e areia (traço 1:4); • Chapisco em argamassa de

	<p>cimento e areia (traço 1:3);</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reboco estilo paulista (massa única) com adição de cal (traço 1:2:6); • Revestimento interno até meia parede em cerâmica 15 x 15 (cor branca) com rejunte de cimento branco nessa cerâmica; • Demais revestimento internos (restante das paredes): pintura com tinta acrílica, sob emassamento acrílico.
Piso interno (piso korodur):	Quadros de 1m ² constituídos por piso de alta resistência de 12mm de espessura com juntas de nylon.
Piso externo (entradas, rampas, escadas e calçadas)	Piso cimentado simples
Esquadrias internas	<ul style="list-style-type: none"> • Janelas de madeira com venezianas e portas de madeira almofadas (0,80 x 2,10m). • Apresenta também esquadrias de alumínio branco e portões e grades de aço em barras chatas em alguns pontos;
Cobertura	Cobertura de telha cerâmica capa/canal apoiada sob estrutura de madeira tramada, composta por ripas, caibros, tercas, quadros e cachorros. A estrutura de apoio do telhado também possui tesouras de madeira.
Forro	Forro de pvc bisota com placas de 6000 x 100 mm fixada em estrutura metálica e arrebitados.
Instalação Elétrica	Fios e cabos isolados em PVC flexível embutido; cabeamento isolados com eletroduto em PVC rígido;
Drenagem pluvial	A edificação apresenta drenagem pluvial através de sistemas de canaletas, porém não possui grelhas de aço para proteção de transeunte.
Instalações	Ar condicionado, câmaras frigoríficas, central de GLP,

	compressores, bombas de água e fornos industriais.
--	--

4. CLASSIFICAÇÃO DA EDIFICAÇÃO

De acordo com a Lei 6.546/95 em seu capítulo III, art. 31, item IX, a edificação é classificada como de reunião de público (cinemas, teatros, restaurantes etc.).

5. EXIGÊNCIA DOS DISPOSITIVOS PREVENTIVOS FIXOS

Ainda com base na Lei 6.546/95, capítulo IV, art. 39, esta edificação, por ser de reunião de público, terá como exigências o previsto no art. 33 e no capítulo XII, bem como outras medidas julgada necessárias pelo Corpo de Bombeiros. O art. 33, inciso II, determina que, por apresentar um único pavimento com área total construída de 2172,45m², a edificação possua canalização preventiva contra incêndio.

6. DIMENSIONAMENTO DOS EQUIPAMENTOS DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO E PÂNICO

6.1. Dimensionamento de dispositivos móveis (extintores)

6.1.1 Classificação quanto ao risco de incêndio

De acordo com a NT-03/97, item 4.2 esta edificação classificada como de reunião de público é enquadrada como risco médio.

Segundo a lei 6.546/95 em seu capítulo XI, seção II, art 104 a quantidade de extintores para o risco definido é:

RISCO	ÁREA MÁXIMA A SER PROTEGIDA POR 1UNID. EXTINTORA	DISTÂNCIA MÁXIMA PARA O ALCANCE DO OPERADOR

MÉDIO	200m ²	15m
-------	-------------------	-----

6.1.2 Cálculo do quantitativo de aparelhos extintores pelo método das áreas:

$$ATC = 2172,45m^2$$

$$1 \text{ UE} \underline{\hspace{2cm}} 200m^2$$

$$X \text{ EU} \underline{\hspace{2cm}} 2172,45m^2$$

$$X = 10,86 \text{ UE} , \text{ Logo } X = 11 \text{ UE}$$

6.1.3 Cálculo do quantitativo de aparelhos extintores pelo método do caminhamento

Para que seja cumprido o critério de distância máxima para o alcance do operador (15 m) se faz necessária a adoção de três unidades extintoras, localizadas respectivamente na:

- Sala da ASCOM
- Sala da administração do RU
- Sala arquivo central UEMA

6.1.4 Cálculo do quantitativo de aparelhos extintores pelo método dos equipamentos específicos

Em virtude da existência de riscos especiais na edificação foram adotadas 5 unidades extintoras para cobrir os seguintes riscos específicos:

- Bombas para água de consumo
- Compressores câmaras frigoríficas
- Central de Gás
- Bombas de combate a incêndio

6.1.5 Cálculo da quantidade total de aparelhos extintores

QNT total = Método das Áreas + Método do Caminhamento + Método de Equipamento de risco Específico

QNT total = 11 + 3 + 5

QNT total = 19 aparelhos

6.1.6 Disposição dos aparelhos extintores

Do exposto as unidades extintoras dimensionadas para a referida edificação estão dispostas da seguinte forma:

Ambiente	Tipo	QNT.
Hall de entrada	ABC	01
Restaurante	ABC	06
Cozinha	ABC	02
Despensa	ABC	01
Parede externa da DML	ABC	01
Sala da administração do RU	ABC	01
Sala da ASCOM	CO ₂	01
Parede próxima ao reservatório elevado	CO ₂	01
Arquivo central UEMA	ABC	01
Sala dos compressores das câmaras frigoríficas	CO ₂	01
Central de GLP	ABC	02
Casa de bombas de combate à incêndio	CO ₂	01

6.1.7 Características dos aparelhos extintores

Tipo de extintor	Pó Químico
Classe de fogo	ABC
Carga	6 Kg
Diâmetro/ Recipiente	137 mm
Altura do Extintor	608 mm
Peso Total	12 Kg
Capacidade extintora	3A;20 B; C
N° de unidade extintora	15 UE
Qtd de aparelhos	15

Tipo de extintor	CO₂
Classe de fogo	BC
Carga	6 Kg
Diâmetro/ Recipiente	161,1 mm
Altura do Extintor	620 mm
Peso Total	9,55 Kg
Capacidade extintora	5B; C
N° de unidade extintora	4 UE
Qtd de aparelhos	4

6.2 Dimensionamento do sistema de sinalização de emergência

Segundo a NBR 13434-2 (item 4.1) o dimensionamento da área da placa de sinalização é dado pela expressão a seguir: $A > L^2 / 2000$. Onde “A” compreende a área da placa (em metros quadrados) e “L” a distância (em metros) do observador do ponto mais desfavorável à superfície da placa.

Por outro lado, ainda de acordo com a NBR 13434-2 (item 4.1.2), a altura das letras (caso haja necessidade de seu emprego) deve obedecer a seguinte expressão: $h > L / 125$. Onde “h” é a altura a letra (em metros) e “L” a distância do observador à placa.

❖ Sinalização de Orientação e Salvamento

Placa 1

Tipo de placa: Orientação e Salvamento

Código: S_3

Distância máxima de visibilidade: 6,39 m

$A > 6,39^2 / 2000$, $A > 0,02 \text{ m}^2$

Distância tabela 1 NBR 13434 -2: 8 m

Critérios:

$L = 2h$, onde $h = 126 \text{ mm}$, logo: $L = 252 \text{ mm}$ e $A = 31752 \text{ mm}^2$ ou $A = 0,032 \text{ m}^2$;

Prova:

Área da placa calculada > Área mínima

$0,032 \text{ m}^2 > 0,02 \text{ m}^2$

Placa 2

Tipo de placa: Orientação e Salvamento

Código: S_3

Distância máxima de visibilidade: 15m

$A > 15^2 / 2000$, $A > 0,113 \text{ m}^2$

Distância tabela 1 NBR 13434 -2: 8 m

Critérios:

$L = 2h$, onde $h = 253 \text{ mm}$, logo: $L = 506 \text{ mm}$ e $A = 128018 \text{ mm}^2$ ou $A = 0,128 \text{ m}^2$;

Prova:

Área da placa calculada > Área mínima

$$0,128 \text{ m}^2 > 0,113 \text{ m}^2$$

Placa 3

Tipo de placa: Orientação e Salvamento

Código: S_3

Distância máxima de visibilidade: 9m

$$A > 9^2 / 2000, A > 0,041 \text{ m}^2$$

Distância tabela 1 NBR 13434 -2: 10 m

Critérios:

$$L = 2h, \text{ onde } h = 158\text{mm}, \text{ logo: } L = 316 \text{ mm e } A = 49928 \text{ mm}^2 \text{ ou } A = 0,05\text{m}^2;$$

Prova:

Área da placa calculada > Área mínima

$$0,05 \text{ m}^2 > 0,041 \text{ m}^2$$

Placa 4

Tipo de placa: Orientação e Salvamento

Código: S_3

Distância máxima de visibilidade: 11,56m

$$A > 11,56^2 / 2000, A > 0,07 \text{ m}^2$$

Distância tabela 1 NBR 13434 -2: 12 m

Critérios:

$L = 2h$, onde $h = 190$ mm, logo: $L = 380$ mm e $A = 72200$ mm² ou $A = 0,072$ m²;

Prova:

Área da placa calculada > Área mínima

$$0,072 \text{ m}^2 > 0,07 \text{ m}^2$$

Placa 5

Tipo de placa: Orientação e Salvamento

Código: S_5

Distância máxima de visibilidade: 5,52 m

$$A > 5,52^2/2000, A > 0,0152 \text{ m}^2$$

$$h > 5,52/125, h > 0,0441 \text{ m}$$

Distância tabela 1 NBR 13434 -2: 6 m

Critérios:

$L = 2h$, onde $h = 95$ mm, logo: $L = 190$ mm e $A = 18050$ mm² ou $A = 0,018$ m²;

h da letra 6m – 50 mm (tabela 2 NBR 13434 -2)

Prova:

Área da placa calculada > Área mínima

$$0,018 \text{ m}^2 > 0,0152 \text{ m}^2$$

Altura da letra (tabela 2 NBR 13434 -2) > Altura mínima

$$0,05 \text{ m} > 0,0441 \text{ m}$$

Placa 6

Tipo de placa: Orientação e Salvamento

Código: S_2

Distância máxima de visibilidade: 5,78 m

$$A > 5,78^2/2000, A > 0,0167 \text{ m}^2$$

Distância tabela 1 NBR 13434 -2: 6 m

Critérios:

$L = 2h$, onde $h = 95$ mm, logo: $L = 190$ mm e $A = 18050$ mm² ou $A = 0,01805$ m²;

Prova:

Área da placa calculada > Área mínima

$0,01805$ m² > $0,0167$ m²

Placa 7

Tipo de placa: Orientação e Salvamento

Código: S_3

Distância máxima de visibilidade: 6,18 m

$A > 6,18^2/2000$, $A > 0,019$ m²

Distância tabela 1 NBR 13434 -2: 8 m

Critérios:

$L = 2h$, onde $h = 126$ mm, logo: $L = 252$ mm e $A = 31752$ mm² ou $A = 0,03175$ m²;

Prova:

Área da placa calculada > Área mínima

$0,03175$ m² > $0,019$ m²

Placa 8

Tipo de placa: Orientação e Salvamento

Código: S_3

Distância máxima de visibilidade: 6,07 m

$A > 6,07^2/2000$, $A > 0,0184$ m²

Distância tabela 1 NBR 13434 -2: 8 m

Critérios:

$L = 2h$, onde $h = 126$ mm, logo: $L = 252$ mm e $A = 31752$ mm² ou $A = 0,031752$ m²;

Prova:

Área da placa calculada > Área mínima

$$0,031 \text{ m}^2 > 0,0184 \text{ m}^2$$

Placa 9

Tipo de placa: Orientação e Salvamento

Código: S_3

Distância máxima de visibilidade: 9,68 m

$$A > 9,68^2/2000, A > 0,0468 \text{ m}^2$$

Distância tabela 1 NBR 13434 -2: 10 m

Critérios:

$$L = 2h, \text{ onde } h = 158 \text{ mm, logo: } L = 316 \text{ mm e } A = 49928 \text{ mm}^2 \text{ ou } A = 0,0499\text{m}^2;$$

Prova:

Área da placa calculada > Área mínima

$$0,0499 \text{ m}^2 > 0,0468 \text{ m}^2$$

Placa 10

Tipo de placa: Orientação e Salvamento

Código: S_5

Distância máxima de visibilidade: 3,13 m

$$A > 3,13^2/2000, A > 0,00489 \text{ m}^2$$

$$h > 3,13/125, h > 0,025 \text{ m}$$

Distância tabela 1 NBR 13434 -2: 4 m

Critérios:

$$L = 2h, \text{ onde } h = 63 \text{ mm, logo: } L = 126 \text{ mm e } A = 7938 \text{ mm}^2 \text{ ou } A = 0,007938 \text{ m}^2;$$

h da letra 4m – 30 mm (tabela 2 NBR 13434 -2)

Prova:

Área da placa calculada > Área mínima

$$0,007938 \text{ m}^2 > 0,00489\text{m}^2$$

Altura da letra (tabela 2 NBR 13434 -2) > Altura mínima

0,03 m > 0,025 m

Placa 11

Tipo de placa: Orientação e Salvamento

Código: S_1

Distância máxima de visibilidade: 5,96 m

$A > 5,96^2/2000$, $A > 0,0177 \text{ m}^2$

Distância tabela 1 NBR 13434 -2: 6 m

Critérios:

$L = 2h$, onde $h = 95 \text{ mm}$, logo: $L = 190 \text{ mm}$ e $A = 18050 \text{ mm}^2$ ou $A = 0,01805 \text{ m}^2$;

Prova:

Área da placa calculada > Área mínima

$0,01805 \text{ m}^2 > 0,0177 \text{ m}^2$

Placa 12

Tipo de placa: Orientação e Salvamento

Código: S_2

Distância máxima de visibilidade: 15,53 m

$A > 15,53^2/2000$, $A > 0,1205 \text{ m}^2$

Distância tabela 1 NBR 13434 -2: 16 m

Critérios:

$L = 2h$, onde $h = 253 \text{ mm}$, logo: $L = 506 \text{ mm}$ e $A = 128018 \text{ mm}^2$ ou $A = 0,1280 \text{ m}^2$;

Prova:

Área da placa calculada > Área mínima

$0,1280 \text{ m}^2 > 0,1205 \text{ m}^2$

Placa 13

Tipo de placa: Orientação e Salvamento

Código: S_5

Distância máxima de visibilidade: 11,87 m

$A > 11,87^2/2000$, $A > 0,0704 \text{ m}^2$

$h > 11,87/125$, $h > 0,0949 \text{ m}$

Distância tabela 1 NBR 13434 -2: 12 m

Critérios:

$L = 2h$, onde $h = 190 \text{ mm}$, logo: $L = 380 \text{ mm}$ e $A = 72200 \text{ mm}^2$ ou $A = 0,0722\text{m}^2$;

h da letra 12m – 100mm (tabela 2 NBR 13434 -2)

Prova:

Área da placa calculada > Área mínima

$0,0722 \text{ m}^2 > 0,0704 \text{ m}^2$

Altura da letra (tabela 2 NBR 13434 -2) > Altura mínima

$0,1 \text{ m} > 0,0949 \text{ m}$

Placa 14

Tipo de placa: Orientação e Salvamento

Código: S_2

Distância máxima de visibilidade: 11,41 m

$A > 11,41^2/2000$, $A > 0,065 \text{ m}^2$

Distância tabela 1 NBR 13434 -2: 12 m

Critérios:

$L = 2h$, onde $h = 190 \text{ mm}$, logo: $L = 380 \text{ mm}$ e $A = 72200 \text{ mm}^2$ ou $A = 0,0722\text{m}^2$;

Prova:

Área da placa calculada > Área mínima

$0,0722 \text{ m}^2 > 0,065 \text{ m}^2$

Placa 15

Tipo de placa: Orientação e Salvamento

Código: S_5

Distância máxima de visibilidade: 6,11 m

$A > 6,11^2/2000$, $A > 0,0186 \text{ m}^2$

$h > 6,11/125$, $h > 0,0488 \text{ m}$

Distância tabela 1 NBR 13434 -2: 8 m

Critérios:

$L = 2h$, onde $h = 126 \text{ mm}$, logo: $L = 252 \text{ mm}$ e $A = 31752 \text{ mm}^2$ ou $A = 0,0317 \text{ m}^2$;

h da letra 8m – 65mm (tabela 2 NBR 13434 -2)

Prova:

Área da placa calculada > Área mínima

$0,0317 \text{ m}^2 > 0,0186 \text{ m}^2$

Altura da letra (tabela 2 NBR 13434 -2) > Altura mínima

$0,065 \text{ m} > 0,0488 \text{ m}$

Placa 16

Tipo de placa: Orientação e Salvamento

Código: S_5

Distância máxima de visibilidade: 12 m

Critérios:

$L = 2h$, onde $h = 190 \text{ mm}$, logo: $L = 380 \text{ mm}$ e $A = 72200 \text{ mm}^2$ ou $A = 0,0722 \text{ m}^2$;

h da letra 12m – 100mm (tabela 2 NBR 13434 -2)

Qtd. de placas de sinalização de orientação e salvamento exigidas para o projeto = 35

❖ Sinalização de equipamentos

Placa 1

Tipo de placa: equipamentos

Código: E_5

Distância máxima de visibilidade: 10 m

Distância tabela 1 NBR 13434 -2: 10m

Critérios:

$L = 224 \text{ mm}$, $A = 50176 \text{ mm}^2$ ou $A = 0,05\text{m}^2$;

Placa 2

Tipo de placa: equipamentos

Código: E_7

Distância máxima de visibilidade: 10 m

Distância tabela 1 NBR 13434 -2: 10m

Critérios:

$L = 224 \text{ mm}$, $A = 50176 \text{ mm}^2$ ou $A = 0,05\text{m}^2$;

Placa 3

Tipo de placa: equipamentos

Código: E_3

Distância máxima de visibilidade: 4 m

Distância tabela 1 NBR 13434 -2: 4m

Critérios:

$L = 89 \text{ mm}$, $A = 7921 \text{ mm}^2$ ou $A = 0,0079\text{m}^2$

h da letra 4m – 30mm (tabela 2 NBR 13434 -2)

Qtd. de placas de sinalização de equipamentos exigidas para o projeto = 47

❖ Sinalização Complementar

Placa 1

Tipo de placa: sinalização complementar

Código: M_3

Distância máxima de visibilidade: 11,56 m

Distância tabela 1 NBR 13434 -2: 12 m

Critérios:

$L = 2h$, onde $h = 190$ mm, logo: $L = 380$ mm e $A = 72200$ mm² ou $A = 0,072$ m²;

h da letra 12m – 100mm (tabela 2 NBR 13434 -2)

Placa 2

Tipo de placa: sinalização complementar

Código: M_4

Distância máxima de visibilidade: 11,56 m

Distância tabela 1 NBR 13434 -2: 12 m

Critérios:

$L = 2h$, onde $h = 190$ mm, logo: $L = 380$ mm e $A = 72200$ mm² ou $A = 0,072$ m²;

h da letra 12m – 100mm (tabela 2 NBR 13434 -2)

Qtd. de placas de sinalização complementar exigidas para o projeto = 12

6.2.1 Características do sistema de sinalização de emergência

Material	PVC rígido fotoluminescente
Espessura	2 mm

Características	Superfície antiestética, não inflamável e auto-extinguível
Quantidade	94 placas

6.3 Dimensionamento do sistema de iluminação de emergência

Definição dos parâmetros de acordo com a NBR 10898 (Sistema de iluminação de emergência):

- Altura da instalação adotada: 2,50m.
- Cálculo de distanciamento dos blocos de bateria autônomos:

De acordo com a NBR 10898, o distanciamento entre as luminárias de emergência não deve ultrapassar 4 vezes a altura de instalação e as mesmas devem ser colocadas de forma perpendicular ao deslocamento para não causar ofuscamento, logo o espaçamento entre elas calculado é de no máximo 10,00m. Assim, devido as peculiaridades do layout arquitetônico, a edificação contemplou 30 unidades de iluminação de emergência (luminária de bloco autônomo em LED).

6.3.1 Características do sistema de iluminação de emergência

Tipo	Bateria de bloco autônomo
Autonomia do Sistema	2h
Tensão de Trabalho	30 Volts
Incidência luminosa	20:1
Iluminamento	5 lux
Quantidade	43

6.4 Dimensionamento do Sistema de hidrantes

PROTEÇÃO POR HIDRANTES	
Sistema Fixo	Canalização Preventiva
Nº de pavimentos:	Térreo
Nº de hidrantes:	5 (cinco)
Diâmetro da tubulação:	65 mm
Mangueira:	40 mm
Comprimento da mangueira:	30 metros
Diâmetro da boca dos esguichos:	13 mm
Nº de válvulas de retenção:	2 (dois)
Nº de reservatório de incêndio:	1 (um)
Tipo de reservatório:	Estrutura Metálica Resistente a fogo
Capacidade reservada:	6,5 m ³
Altura sobre últ. hydr.:	1,20 m
Vazão:	204,95 l/min.
Pressão:	35,18 mca
Hidr. mais próximo do anterior:	<ul style="list-style-type: none"> • Vazão: 216,33 l/min. • Pressão: 39,20 mca
BOMBA CENTRÍFUGA	
Tipo:	Sucção Positiva
Tubulação:	75 mm
Vazão:	395 l/min.
Pressão:	46,00 mca
Velocidade:	1,49 l/seg.
Potência:	7 cv

Obs: HR-1 e H-1 são os dois hidrantes mais desfavoráveis, pois possuem maiores perdas de carga, além de estarem mais distantes das bombas	PERDA DE CARGA LOCALIZADAS (ø 65 mm AÇO GALVANIZADO) (COMP. EQUIVALENTE)									
	HR-1 *		H-1 *		H-2		H-3		H-4	
	QUANT.	COEF.	QUANT.	COEF.	QUANT.	COEF.	QUANT.	COEF.	QUANT.	COEF.
CURVAS	6	1	3	1	3	1	3	1	2	1
JOELHO	1	1,7	1	1,7	1	1,7	1	1,7	1	1,7
TÊS DIRETO	0	4,3	1	4,3	1	4,3	0	4,3	1	4,3
TÊS PASSAGEM	4	1,3	3	1,3	2	1,3	2	1,3	0	1,3
REG ANGULAR	1	10	1	10	1	10	1	10	1	10
RES - BOMBA	1	13,8	1	13,8	1	13,8	1	13,8	1	13,8
TOTAL	36,7		36,7		35,4		31,1		31,8	

	PERDA DE CARGA LOCALIZADAS (ø 65 mm AÇO GALVANIZADO) (COMP. EQUIVALENTE)							
	RS-BOMBA (Obs: ø75 mm)		AB		BC		BD	
	QUANT.	COEF.	QUANT.	COEF.	QUANT.	COEF.	QUANT.	COEF.
CURVAS	4	1,3	2	1	2	1	0	1
JOELHO	0	2,1	0	1,7	1	1,7	1	1,7
TÊS DIRETO	0	5,2	0	4,3	0	4,3	1	4,3
TÊS PASSAGEM	0	1,6	3	1,3	1	1,3	0	1,3
REG ANGULAR	0	13	0	10	1	10	1	10
REG GAVETA	2	0,5	0	0,4	0	0,4	0	0,4
FLANGE	1	1,1	0	0,9	0	0,9	0	0,9
UNIÃO	2	0,1	0	0,1	0	0,1	0	0,1
VALV DE RETENÇÃO	1	6,3	0	5,2	0	5,2	0	5,2
RS - BOMBA	0	13,8	1	13,8	0	13,8	0	13,8
TOTAL	13,8		19,7		15		16	

MEMORIAL DE CÁLCULOS DO SISTEMA DE HIDRANTES

I - Hidrantes mais Desfavoráveis

1 - HIDRANTE HI-1

a - Pressão necessária no requinte : $h_1 = 35,0$ mca

b - Vazão no requinte com a pressão necessária:

$$Q = 0,00341 \text{ m}^3/\text{s} = 225,00 \text{ l/min}$$

c - Requite : 13 mm

2 - HIDRANTE HI-2

a - Pressão necessária no requinte : $h_2 = 20,0$ mca

b - Vazão no requinte com a pressão necessária:

$$Q = 0,00258 \text{ m}^3/\text{s} = 170,00 \text{ l/min}$$

c - Requite : 13 mm

3 - DESNÍVEL ENTRE BOMBA E HI-1 = $1,20$

4 - DESNÍVEL ENTRE HI-1 E HI-2 = $2,20$

II - Perdas de Cargas

1 - POR TRECHOS

Obs: Normas Utilizadas para dimensionamento são COSCIP, NT 002/97, NT 003/97, NT 004/97

Obs: Os dados do Comprimento Equivalentes (m) foram calculados nas tabelas em anexo ao memorial de cálculo

Obs: Os Resultados finais das Pressões e Vazões ultrapassam os das normas devido a margens de segurança, mas não deixando de focalizar no fator econômico. Sendo assim irrisórios.

Obs: 1 - Formula de Hazen Williams
 $J = 605 \times Q^{1,85} \times C^{(-1,85)} \times D^{(-4,87)} \times 10^4$

Obs: 2 - Formula $J_{um} = (10,641 \cdot Q^{1,85}) / (C^{1,85} \cdot D^{4,87})$

Obs: 3 - Formula
 $J_e = (1/(c_v^2) - 1) \cdot V^2 / 2g$

Tubulação Aço Galvanizado C = 120

TRECHO	DIAMETRO (mm)	VAZÃO (l / min)	COMP. (m)	COMP. EQUIV (m)	COMP. TOTAL (m)	PERDA UNIT. (m / m) ^{1 2 3}	PERDA TOTAL (mca)	OBS
AB	65	395,00	85,45	19,70	105,15	0,0834	8,7648	J1
BC	65	225,00	31,40	15,00	46,40	0,0294	1,3655	J2
BD	65	170,00	4,40	16,00	20,40	0,0175	0,3574	J3
MANG.	63	225,00	30	-	30,00	0,0167	0,5017	J4
MANG.	63	170,00	30	-	30,00	0,0096	0,2867	J5
ESG.	38X13	225,00	-	-	-	1,3860	1,3860	J6
ESG.	38X13	170,00	-	-	-	0,7920	0,7920	J7

2 - PERDA TOTAL

a - Até HI-1 : $hf_1 = J_1 + J_2 + J_4 + J_6 = 12,0180$

b - Até HI-2 : $hf_2 = J_1 + J_3 + J_5 + J_7 = 10,2009$

III - Dimensionamento da Bomba de Sucção:

1 - Altura manométrica

$$H_{man} = h_1 + hf_1 \pm \text{ desnível} = 45,82 \text{ mca}$$

$$H_{man} \sim 46,0 \text{ mca}$$

2 - Vazão

$$Q = 395,00 \text{ l/min} = 0,00658 \text{ m}^3/\text{s}$$

NT 002/97

$$V = 1,49 \text{ m/s} < 1,50 \text{ m/s OK!}$$

$$3 - \text{Potência} = 6,72963$$

$$\text{Potência} \sim 7,0 \text{ CV}$$

IV - Pressões e Vazões Finais

1 - NO HIDRANTE MAIS DESFAVORÁVEL (NT Nº 004/97, Item 4)

a - Pressão residual

$$h = H_{man} - hf_1 \pm \text{ desnível} = 35,18 \text{ mca} > 35 \text{ mca OK!}$$

b - Vazão real no requinte

$$Q = 0,00342 \text{ m}^3/\text{s} = 204,95 \text{ l/min} > 200,00 \text{ l/min OK!}$$

$$\text{c- Velocidade} \quad V = 1,029 \text{ m/s}$$

2 - NO HIDRANTE MAIS PRÓXIMO AO ANTERIOR

a - Pressão residual

$$h = H_{man} - hf_2 \pm \text{ desnível total} = 39,20 \text{ mca} > 35 \text{ mca OK!}$$

b - Vazão real no requinte

$$Q = 0,00361 \text{ m}^3/\text{s} = 216,33 \text{ l/min} > 200,00 \text{ l/min OK!}$$

$$\text{c- Velocidade} \quad V = 1,09 \text{ m/s}$$

V - Dimensionamento de Caixa D'água (COSCIP Art. 46)

Tipo: Canalização preventiva

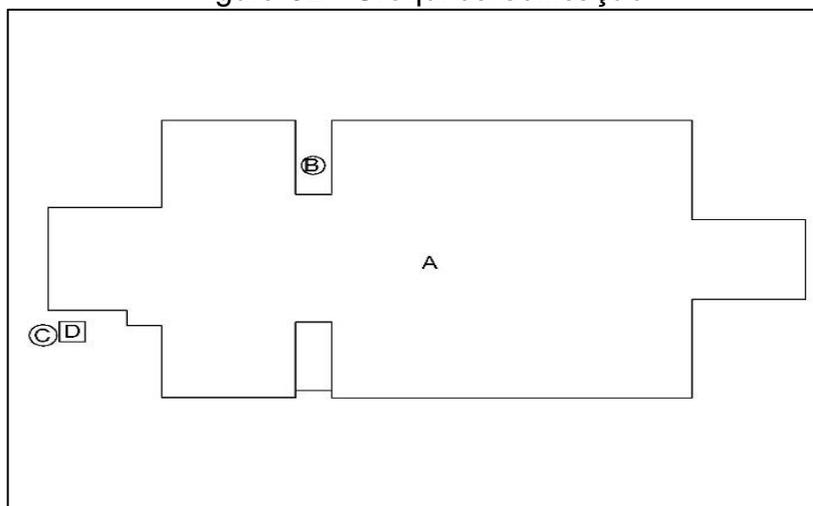
Nº de Hidrante: 5 hidrante

Logo, $V = 6000 + 500$ Assim, $V = 6.500$ litros

6.5 Sistemas de Proteção Contra Descargas Atmosféricas (SPDA)

6.5.1 Especificação de setores para cálculo de SPDA

Figura 32 - Croqui da edificação



Fonte: Autores

- A – Restaurante Universitário;
- B – Caixa d'água;
- C – Reservatório para Combate a Incêndio;
- D – Casa de Máquinas (Bombas).

6.5.2 Memorial de Cálculo

6.5.2.1 Avaliação do risco de exposição

$Ng = 0,04 \times Td^{1,25}$ [raios por Km² /ano] Ou através da NBR 5419-2 (2015, p. 99 – Figura 3 dessa norma)

$Ng = 3,1$ (pelo site www.inpe.br/webelat/ABNT_NBR5419_Ng/)

- Área de exposição

De acordo com o item A.2.1.1 da NBR 5419-2 (2015, p. 32), utiliza-se a seguinte fórmula para área retangular:

$$Ae = (L \times W) + (2x(LxH)) + (2x(WxH)) + (3,14 \times H^2)$$

$$L = \text{Largura da edificação} = 38,18 \text{ m}$$

$$W = \text{Comprimento da edificação} = 80,15 \text{ m}$$

$$H = \text{Altura da Edificação} = 8 \text{ m}$$

$$Ae = (38,18 \times 80,15) + (2x(38,18x8)) + (2x(80,15x8)) + (3,14 \times 8^2)$$

$$Ae = 5154,367 \text{ m}^2$$

- Frequência de Descargas - número de eventos perigosos Nd para a estrutura segundo o item A.2.4 da NBR 5419 (2015, p. 36)

$$Nd = Ng \times Ae \times 10^{-6}$$

$$Nd = 3,1 \times 5154,367 \times 10^{-6}$$

$$Nd = 3,1 \times 5154,367 \times 10^{-6}$$

$$Nd = 0,025772 = \text{Descargas por ano}$$

- Avaliação do Risco
 - ✓ Fator A = Tipo de ocupação da Estrutura: A = 1,30 (vide Tabela n1)
 - ✓ Fator B = Tipo de construção da Estrutura: B = 0,40 (vide Tabela n2)
 - ✓ Fator C = Conteúdo da Estrutura: C = 1,70 (vide Tabela n3)
 - ✓ Fator D = Localização da Estrutura: D = 1,00 (vide Tabela n4)
 - ✓ Fator E = Topografia: E = 0,30 (vide Tabela n5)

$$Np = N \times A \times B \times C \times D \times E$$

$$Np = 0,025772 \times 1,30 \times 0,40 \times 1,70 \times 1,00 \times 0,30$$

$$Np = 0,025772 \times 1,30 \times 0,40 \times 1,70 \times 1,00 \times 0,30$$

$$Np = 0,006835$$

Com o valor de N corrigido compara-se o resultado com a frequência admissível de danos (Nc), conforme o seguinte critério (NBR 5419):

a) Se N_p corrigido $> 10^{-3}$ (0,001) (isto é, um em mil)

A estrutura requer um SPDA;

b) se 10^{-3} (0,001) $> N_p > 10^{-5}$ (0,00001)

A conveniência de um SPDA deve ser decidida por acordo entre projetista e usuário.

c) Se $N_p < 10^{-5}$ (0,00001)

A estrutura dispensa um SPDA.

Logo, $N_p = 6,835 \times 10^{-3} > 10^{-3}$ (sendo assim a estrutura requer um SPDA)

6.5.2.2 Dados

De acordo com a NBR 5419-2 (2015, p. 13 em sua Tabela 1), tem-se o seguinte:

Ponto de Impacto: Estrutura

Fonte de Dano: S1 (descargas atmosféricas na estrutura)

Tipo de Dano: D1, D2, D3 (respectivamente ferimentos aos seres vivos por choque elétrico, danos físicos e falhas de sistemas eletroeletrônicos)

Tipo de Perda: L1, L2, L3, L4 (respectivamente perda de vida humana, perda de serviço ao público, perda de patrimônio cultural, perda de valores econômicos - estrutura, conteúdo, e perdas de atividades)

Nível de Proteção: III (de acordo com tabela 16, nível moderado de proteção)

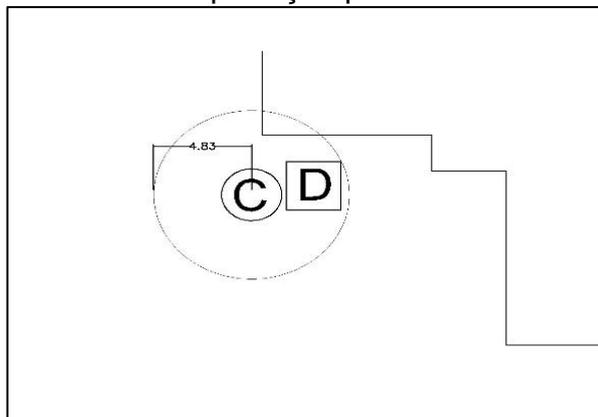
Distância entre os condutores: 15 metros (vide tabela 17)

Material dos condutores de captação: Cobre encordado 35 mm² (conforme prescreve NBR 5419-3:2015)

Material dos eletrodos: Cobre encordado 50 mm² (de acordo com NBR 5419-3:2015)

6.5.3 Método de Franklin

Figura 33 - Raio de proteção pelo método de Franklin



Fonte: Autores

Raio de Proteção = 4,83 metros = R_p (OC)

h1 = Altura do Mastro = 4 metros (utilizado no projeto)

$$R_p = h_1 \times \tan \alpha$$

$$4,83 = 4 \times \tan \alpha$$

$$\alpha = \arctan 1,207 \cong 69,19^\circ$$

De acordo com a NBR 5419-3, a angulação necessária seria de 74° ($> 69,19^\circ$). Logo, o para-raios em mastro é suficiente para proteger C e D. Como o raio de proteção do B é menor que do Raio de C e D, assim faz-se necessário utilizar o mesmo método para o B.

6.5.4 Método de Faraday

Como a edificação A é muito extensa e com vários lados diferentes, deve-se utilizar método de Faraday com as seguintes precauções:

- Máximo afastamento dos condutores da malha em 15 x 15 metros (Tabela 20)
- Mini captosres (terminais aéreos) em quinas;
- Mini captosres (terminais aéreos) em cruzamentos de cabos.

APÊNDICE III – PLANTAS DE PROTEÇÃO CONTRA INCÊNDIO

APÊNDICE IV – MAPA DE RISCO

APÊNDICE V – ORÇAMENTO GENÉRICO DOS DISPOSITIVOS PROTETIVOS

1. Orçamento genérico para preventivos (I)

Tabela A: Orçamento de dispositivos protetivos (curso para brigadista; luminárias; extintores e placas de sinalização)

Item	Item	Quantidade	Preço unitário (R\$)	Total (R\$)
1	Curso de brigadista para 12 pessoas	1	1.500,00	1.500,00
2	Luminária de emergência (intensidade de 5 lux)	43	32,79	1.409,97
3	Extintor de incêndio (Pó ABC, carga de 6 kg)	15	174,90	2.623,50
4	Extintor de incêndio (CO ₂ , carga de 6 kg)	4	289,70	1.158,80
5	Placa de orientação e salvamento	35	12,50	437,50
6	Placa de sinalização complementar	12	17,60	211,20
	Placa de sinalização de			

7	extintores	42	9,75	409,50
8	Placa de sinalização de hidrantes	4	15,85	63,40
9	Placa de acionamento manual de bomba de incêndio	1	4,00	4,00
Total				7.817,87

Fonte: autores

2. Orçamento genérico para SPDA (II)

Tabela B: orçamento de componentes do Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas segundo o SINAPI (Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil)

Item	Descrição dos serviços	Unid.	Quant.	Preço Unit. (R\$)	Total (R\$)
1	Instalação para-raios p/reservatório	m	2,00	2.611,76	5.223,52
2	Suporte para guia	un	119,00	181,63	21.613,97
3	Terminal aéreo	um	33,00	21,44	707,52
4	Caixa de equalização de potências 200x200mm em aço com barramento Espessura 6 mm	un	3,00	301,58	904,74

5	Haste tipo cooperweld 5/8" x 3,00m.	un	24,00	40,80	979,20
6	Cordoalha de cobre nu 35 mm ²	m	724,00	37,34	27.034,16
7	Cordoalha de cobre nu 50 mm ²	m	287,50	46,31	13.314,13
8	Caixa de inspeção, PVC de 12", com tampa de aço galvanizado, conforme detalhe no projeto	un	22,00	149,38	3.286,36
9	Conector de bronze para haste de 5/8" e cabo de 50 mm ²	un	24,00	15,70	376,80
10	Caixa de inspeção 80x80x80cm em alvenaria	un	24,00	263,03	6.312,72
11	Escavação manual de valas	m ³	57,50	107,50	6.181,25
12	Reaterro apiloado de vala com material da obra	m ³	48,90	32,25	1.577,03
Total					87.511,39

Fonte: autores

3. Orçamento genérico para sistema de hidrantes (III)

Tabela C: orçamento de componentes do sistema de hidrantes segundo o SINAPI
(Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil)

Item	Descrição dos serviços	Unid.	Quant.	Pr. Unit. (R\$)	Valor (R\$)
1	Hidrante Simples, com registro globo angular 45° 2.1/2, ", Adaptador storz 2.1/2", redução 2.1/2x1.1/2" - fornecimento e instalação	un	4,00	827,07	3.308,28
2	Conjunto de mangueira para combate a incêndio em fibra de poliéster pura, com 1.1/2", revestida internamente, com 2 lances de 15m cada	un	4,00	383,00	1.532,00
3	Fornecimento e instalação de esguicho p/mangueira de incêndio 2 1/2"	un	4,00	96,24	384,96
4	Hidrante (Recalque) subterrâneo ferro fundido c/ curva longa e caixa dn=75mm	un	1,00	2089,95	2.089,95
5	Tubo de aço galvanizado com costura 2.1/2" (65mm), inclusive conexões, fornecimento e instalação	m	153,15	106,23	16.269,12
6	Set de válvulas, conexões e acessórios para rede de Hidrantes, incluindo instalação.	un	1,00	2143,26	2.143,26
7	Set de acessórios para solda e insumos de instalação, incluindo equipamentos de soldagem para solda em arco e oxiacetileno.	un	1,00	715,48	715,48

8	Bomba centrífuga para incêndio 8cv, Schneider, mod. BPI-BCV, monofásica 110V/220V com capacitor, sucção e recalque d=2 1/2", ou similar	un	2,00	2650,26	5.300,52
9	Quadro de comando para acionamento de bomba de incêndio, incluindo ligação da bomba ao quadro	un	1,00	2780,65	2.780,65
10	Set de suportaço para tubulaço, incluindo buchamento para fixaço de tubos de comando e hidrantes	un	1,00	629,43	629,43
11	Pintura esmalte fosco, duas demãos, sobre superfície metálica	m ³	34,65	17,21	596,33
12	Reservatório metálico de 6500 L, fornecimento e instalação	un	1,00	16000,00	16.000,00
13	Escavaço manual de valas	m ³	2,50	107,50	268,75
14	Reaterro apiloado de vala com material da obra	m ³	2,10	32,25	67,73
Total					52.086,46

Fonte: autores

4. Orçamento total (valor total)

Valor Total = (I) + (II) + (III) = 7.817,87 + 87.511,39 + 52.086,46 = R\$ 147.415,72