



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
CENTRO MULTIDISCIPLINAR DE ANGICOS
CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

LEONARDO DE MORAIS SILVA

**PLANO DE COMBATE A INCÊNDIO DE UMA ESCOLA ESTADUAL NO
MUNICÍPIO DE ASSÚ-RN**

ANGICOS-RN

2021

LEONARDO DE MORAIS SILVA

**PLANO DE COMBATE A INCÊNDIO DE UMA ESCOLA ESTADUAL NO
MUNICÍPIO DE ASSÚ-RN**

Trabalho Final de Graduação apresentado a
Universidade Federal Rural do Semi-Árido
como requisito para obtenção do título de
Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Andrea Saraiva de Oliveira, Prof^ª.
Me.

ANGICOS-RN

2021

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

S586p Silva, Leonardo de Moraes.
Plano de combate a incêndio de uma Escola
Estadual no município de Assú-RN / Leonardo de
Moraes Silva. - 2021.
96 f. : il.

Orientadora: Andrea Saraiva de Oliveira.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Engenharia Civil,
2021.

1. Plano de combate a incêndio. 2. Medidas
protetivas. 3. Segurança. 4. Instruções Técnicas.
5. Propostas. I. Oliveira, Andrea Saraiva de,
orient. II. Título.

LEONARDO DE MORAIS SILVA

**PLANO DE COMBATE A INCÊNDIO DE UMA ESCOLA ESTADUAL NO
MUNICÍPIO DE ASSÚ-RN**

Trabalho Final de Graduação apresentado a
Universidade Federal Rural do Semi-Árido
como requisito para obtenção do título de
Bacharel em Engenharia Civil.

Defendida em: 01 / 06 / 2021.

BANCA EXAMINADORA

ANDREA SARAIVA DE
OLIVEIRA:05086360439

Assinado de forma digital por
ANDREA SARAIVA DE
OLIVEIRA:05086360439
Dados: 2021.06.10 10:57:39 -03'00'

Andrea Saraiva de Oliveira, Prof^a. Me. (UFERSA)
Presidente

CAMILA GABRIELLE DE ARAUJO
SANTOS:10718503422

Assinado de forma digital por CAMILA
GABRIELLE DE ARAUJO SANTOS:10718503422
Dados: 2021.06.10 15:43:54 -03'00'

Camila Gabrielle de Araújo Santos, Prof^a. (UFERSA)
Membro Examinador



Igor José Nascimento de Medeiros, Eng. Civil.
Membro Examinador

AGRADECIMENTOS

A Deus, primeiramente, pelo dom da vida, por toda força e coragem concedidas a mim por todo o curso.

A minha família, em especial a minha mãe Judy Cléver e meu Pai Antônio Lopes, por acreditarem e confiarem em meu potencial e por serem a base dos meus estudos e presentes em todos os momentos, mesmo que a distância, apoiando e iluminando minha jornada. Ao meu Irmão Eduardo, por toda ajuda e ser fonte de inspiração e apoio para mim. Obrigado pelo afeto, carinho e dedicação. Essa conquista também é de vocês.

A minha noiva, Isabele Raiane, peça fundamental nessa jornada, por todo amor, compreensão, paciência e incentivo a mim, e que acima de tudo, compartilhou dos meus sonhos.

A professora e orientadora, Andrea Saraiva de Oliveira, pelo esforço pessoal, pelo seu tempo e paciência, pelos conhecimentos técnicos que transmitiu na graduação e para conclusão desse trabalho, por toda ajuda e conselhos que levarei na vida profissional e por ser uma fonte de inspiração e respeito.

Aos colegas de turma e também amigos da faculdade, Leonardo Amaro, Rogerio, Sirleno, Wriel, Jady Filho, George, Eder Lopes, Marcelo Fonseca, Bruno Duarte, Pedro Barata, Kelly Cristina, Carlielson Dantas e Mafra Neto, que compartilharam não só os trabalhos, momentos de estudos e as angústias, mas também dos momentos de descontração e alegria.

RESUMO

Diante das inúmeras ocorrências ligadas a incêndio espalhados pelo nosso país, é perceptível a carência ainda existente quanto a proteção contra incêndio. Alguns desses casos, em especial as ocupações de características educacionais e culturais, fizeram com que o presente trabalho fosse elaborado na escolha de uma edificação que apresentasse tais ausências, e que necessitasse de adequações às normas. O desenvolvimento do trabalho foi traçado com objetivo de elaborar para uma Escola Estadual, localizada no município de Assú, um plano de combate contra incêndio, que pudesse garantir a segurança de seus ocupantes e do seu patrimônio. O traçado dessas estratégias de defesas, foram norteadas pelas Instruções Técnicas do Corpo de Bombeiros do Rio Grande do Norte e Normas Regulamentadoras Brasileiras. A realização deste trabalho iniciou-se por pesquisas bibliográficas, análises de ampliação por levantamento as built, verificações de existência ou não de medidas de combate a incêndio e locais dos reservatórios. Tendo como resultado o enquadramento dos tipos de edificações e seus riscos. Além disso, uma proposta de projeto com medidas de combate a incêndio necessárias para a edificação. Dessa forma, no projeto foi proposto a instalação de: extintores de incêndios, hidrantes, reservatório para atender a reserva técnica de incêndio, conjunto elevatório, iluminação, sinalização e saída de emergência e brigada de incêndio.

Palavras-Chave: Ocorrências. Medidas de proteção. Instruções Técnicas. Normas Regulamentadoras. Proteção ativa e passiva.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fluxograma de adaptação para edificações existentes.....	20
Figura 2 - Triângulo e tetraedro do fogo.	21
Figura 3 - Curva de incêndio celulósico.....	24
Figura 4 - Modelo de retorno.....	27
Figura 5 - Exposição entre edifícios adjacentes.	30
Figura 6 - Sinalização de saída sobre verga de portas, sinalização	33
Figura 7 - Sinalização de saída sobre porta corta-fogo, sinalização.....	33
Figura 8 - Medidas para fixação e sinalização de extintores.	35
Figura 9 – Hidrante, do tipo passagem.	37
Figura 10 - Mangotinho com ponto de tomada de água.	37
Figura 11 - Esquema básico de uma rede de chuveiros automáticos.	38
Figura 12 - Classificação dos bicos tipo ampola por temperatura.....	39
Figura 13 - Fachada da Escola Estadual.	42
Figura 14 - Locação do empreendimento.	43
Figura 15 – Bloco de salas.....	44
Figura 16 – Ginásio Poliesportivo.	44
Figura 17 - Configuração da escola.	46
Figura 18 - Planta baixa do prédio 1.	49
Figura 19 – Detalhamento, escada com corrimão.	63
Figura 20 – Detalhamento, rampa com corrimão.	63
Figura 21 - Propostas das saídas de emergência.	64
Figura 22 - Detalhamento de extintores.	66
Figura 23 - Proposta de locação dos extintores.	67
Figura 24 - Detalhamento de Iluminação de emergência.	68
Figura 25 - Proposta de Iluminação de emergência.	70
Figura 26 – Detalhamento isométrico do hidrante.	74
Figura 27 – Detalhamento do dispositivo de recalque no passeio público.....	77
Figura 28 – Detalhamento do Hidrante.	77
Figura 29 – Proposta de hidrante e dispositivo de recalque.	78
Figura 30 – Efeito fotoluminescente.	81
Figura 31 - Detalhamento da porta corta-fogo.	81
Figura 32 – Detalhamento dos acionadores, junto aos extintores.	84

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Normas relativas à prevenção de incêndios.	16
Quadro 2 - Instruções técnicas normativas.	17
Quadro 3 - Tipos de sinalização de emergência.	34
Quadro 4 - Tipos de extintores e suas recomendações de acordo com a classe de incêndio.	36
Quadro 5 – Comparativo de resultados.	52
Quadro 6 - Classificação das edificações e áreas	53
Quadro 7 – Fachadas.	54
Quadro 8 - Lista de verificação – Instrumento utilizado.	56
Quadro 9 – Ocupantes da edificação.	60
Quadro 10 - Peças para o dimensionamento.	75
Quadro 11 - Proposta de Sinalização.....	79

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Ocorrências registradas por incêndio entre os anos de 2017 e 2021.	13
Tabela 2 – Áreas das edificações em estudo.	47
Tabela 3 - classificação das edificações e áreas de risco quanto à ocupação (cont.)	48
Tabela 4 - Classificação das edificações quanto à altura	49
Tabela 5 – Planilha para cálculo da carga de incêndio específica.	50
Tabela 6 – Determinação da fachada para dimensionamento.	54
Tabela 7 - Severidade da carga de incêndio para o isolamento de risco.	54
Tabela 8 - Cálculo de X.	55
Tabela 9 – Cálculo de Y.	55
Tabela 10 - Cálculo do dimensionamento.	55
Tabela 11 – Resultado comparativo.	55
Tabela 12 - Exigências para edificações com área menor ou igual a 750 m ²	58
Tabela 13 - Dados para o dimensionamento das saídas de emergência.	59
Tabela 14 – Distâncias máximas a serem percorridas.	61
Tabela 15 - Distância máxima	65
Tabela 16 – Capacidade extintora e distribuição para risco classe A e B.	65
Tabela 17 - Aplicabilidade dos tipos de sistemas e volume de reserva de incêndio mínima (m ³)	71
Tabela 18 - Tipos de sistemas de proteção por hidrante ou mangotinhos	72
Tabela 19 - Fator "C" de Hazen-Williams.	73
Tabela 20 - Composição da brigada de incêndio por pavimento ou compartimento. (cont.)	82

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CBMRN	Corpo de Bombeiros Militar do Rio Grande do Norte
CBMMG	Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais
CESIP	Código Estadual de Segurança Contra Incêndio e Pânico do Rio Grande do Norte
GLP	Gás Liquefeito de Petróleo
ISB	Instituto Sprinkler Brasil
IT	Instrução Técnica
MJSP	Ministério da Justiça e Segurança Pública
MTE	Ministério do Trabalho e Emprego
NBR	Norma Brasileira
NFPA	National Fire Protection Association
NR	Norma Regulamentadora
OIT	Organização Internacional do Trabalho
SAT	Serviço de Atendimento Técnico
SCI	Segurança Contra Incêndio
SENASP	Secretaria Nacional de Segurança Pública
SPDA	Sistema de proteção contra descargas atmosféricas
PTS	Processo Técnico Simplificado

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	12
2. OBJETIVOS.....	15
2.1 Objetivo Geral	15
2.2 Objetivos Específicos.....	15
3. REFERENCIAL TEÓRICO.....	16
3.1 Combate ao incêndio	16
3.2 O fogo.....	21
3.3 Formas de transmissão do calor.....	22
3.4 Métodos de extinção do fogo.....	23
3.5 Conceitos de incêndio	23
3.6 Classes de incêndios.....	25
3.7 Medidas protetivas contra incêndios	25
4. METODOLOGIA.....	40
4.1 Descrição do Estudo	40
4.1.2 Pesquisa Bibliográfica	40
4.1.3 Coleta de dados.....	40
4.1.4 Análise dos dados e elaboração das propostas	41
4.2 Descrição do Local.....	42
4.2.1 Escola Estadual.....	42
4.2.1 Locação e infraestrutura.....	43
5. RESULTADOS	45
5.1 Cálculo da área e altura	46
5.2 Classificação das edificações.....	47
5.3 Isolamento de Risco.....	53
5.4 Análise situacional do bloco de salas.	56
5.5 Análise situacional do ginásio poliesportivo.....	57
5.6 Projeto de proteção contra incêndio – propostas de adaptação	58
5.6.1 Proposta para as saídas de emergência.	59
5.6.2 Proposta para os extintores de incêndio.	65
5.6.3 Proposta para iluminação de emergência.	68
5.6.4 Proposta para hidrantes.....	71
5.6.5 Proposta para sinalização de emergência	79
5.6.6 Proposta para brigada de incêndio.....	82
5.6.7 Proposta para alarme de incêndio.....	83
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	85
7. REFERÊNCIAS.....	87

1. INTRODUÇÃO

Ao tratar sobre ocorrências decorrentes de acidentes relacionados a incêndios, percebe-se que, em nosso país, não havia preocupações quanto ao assunto, até que acontecimentos nas últimas décadas acendeu o alerta. Esses diversos casos, deram início ao processo de reformulação das medidas de Segurança Contra Incêndio (SCI), no país. (Seito et al. 2008, p. 24-55).

Ainda de acordo com Seito *et al.* (2008, p. 24-55), muitas das ações voltadas ao combate a incêndios, foram baseadas por experiências passadas, não só em nosso país, mas por países considerados desenvolvidos, como é o caso do Estados Unidos, Reino Unido e Japão, esses diversos casos nortearam diversas medidas protetivas, através de normas e leis vigentes, para combater os incêndios. Em nosso país não é diferente dos demais países, pois só veio a tomar atitudes após grandes incêndios.

No Brasil existe em seu histórico grandes incêndios registrados nas últimas décadas. Entre os que mais chamam a atenção foi o acontecido em Niterói/RJ em 1961, que conteve o maior número de mortes já registrados por esse tipo de catástrofe, com mais de 250 vítimas e mais de 400 feridos no Gran Circus Norte-Americano (Seito et al. 2008, p. 23).

Mas só então com os ocorridos de 1972, ao edifício Andraus, em que houve a morte de 16 pessoas e deixou 336 feridos, e em 1974 ao edifício Joelma, que contabilizou 179 mortos e 320 feridos, foi que se iniciou a reformulação das medidas de segurança contra incêndios, pois revelou a imprensa da época, total despreparo para lidar com os incêndios, e as necessidades de aperfeiçoamento, organização e planejamento (Seito et al. 2008, p. 24).

No ano de 2013 em Santa Maria/RS, houve um dos incêndios mais trágicos da história do nosso País, na Boate Kiss, que apresentou 242 vítimas e cerca de 680 feridos, causado por um show pirotécnico no interior da edificação, esses e diversos outros casos pelo país, fez com existisse uma preocupação com o histórico, ligadas por sua grande maioria por erros humanos e falhas técnicas (ACOSTA, 2015, p. 14).

Percebe-se que foram vivenciadas diversas situações em que o fogo foi o elemento causador de catástrofes, que ficaram mundialmente conhecidas muito mais pelas vítimas, do que as perdas materiais. Essa proporcionalidade evidencia que existem problemas e imprudência humana quanto aos sistemas de combate a incêndio e também o mau uso do local.

De acordo com os dados contidos na plataforma SmartLab online (2017): Observatório Digital de Saúde e Segurança do Trabalho, desenvolvido por uma ação conjunta do Ministério

Público do Trabalho (MPT) e da Organização Internacional do Trabalho (OIT), é possível observar um grande número de acidentes de trabalho ocorridos entre os anos de 2012 e 2018 no Brasil, resultando em 20.920 trabalhadores mortos, onde muitas são as causas e classificações que compõe esse triste número de acidentes.

Entre essas causas, estão os acidentes que são classificados como provenientes de incêndios. A plataforma citada acima informa que, durante este período (2012 a 2018), do total de 5.725.749 acidentes registrados, 13.155 foram identificados tendo o incêndio como agente causador, resultando em 173 mortes (Ministério Público do Trabalho, 2018).

A plataforma online ISB – Instituto Sprinkler Brasil, desde 2012 monitora diariamente notícias, sobre incêndios estruturais no Brasil, que poderiam ter sido contornado por uso de sprinklers. O instituto enfatiza que os números apurados representam menos que 3% da quantidade real de ocorrências, e que muitos desses sinistros poderiam ser evitados caso houvesse um sistema eficaz de segurança contra incêndio.

Um levantamento através do Mapa de Incêndios, ferramenta que oferece estatísticas de ocorrências noticiadas pela imprensa, informa o número de ocorrências de janeiro de 2017 a março de 2021 no Brasil (Tabela 1) de acordo com o tipo de ocupação das edificações. Pode-se observar na tabela 1, que das 3.782 ocorrências de incêndio nesse período, 158 delas foram em ocupações do tipo Educacional e Cultural Física, sendo esse tipo de ocupação o foco de discussão desse trabalho.

Tabela 1 – Ocorrências registradas por incêndio entre os anos de 2017 e 2021.

Ano	Ocorrência de Incêndio	Ocupação –
		Educacional e Cultural Física
2017	677	43
2018	529	27
2019	882	43
2020	1.132	34
2021*	562	11
TOTAL	3.782	158

(*) até março de 2021.

Fonte: Instituto Sprinkler Brasil.

Interessante destacar sobre esses dados, que no estado do Rio Grande do Norte, foram registrados dois incêndios em escolas. Em junho de 2017 ocorreu um sinistro supostamente causado por fogos de artifício, que atingiu a fiação elétrica da Escola Municipal Profº. Mereci

Gomes dos Santos, na zona leste de Natal, localizada no bairro Alecrim, onde não houve feridos, apenas danos estruturais (Jornal Tribuna do Norte). Já em julho de 2019, no Centro Educacional Venera Dantas, no distrito de Mangabeira em Macaíba, o dormitório da escola foi atingido por chamas, queimando colchões, camas e ventilador, as causas ficaram sob investigação pelo Corpo de Bombeiros (G1 RN).

Segundo o Corpo de Bombeiros Militar do Rio Grande do Norte - CBMRN, apenas na região metropolitana de Natal no ano de 2016, foram registrados 1025 casos de combate a incêndios, tendo 125 incêndios florestais, 76 princípios de incêndio, 26 perigos eminente de sinistros, entre outros. O atendimento a esses eventos, por súbito de incêndio referentes a edificações, foram 175 residências unifamiliares e 64 comerciais.

Encontrar o equilíbrio entre qualidade, conforto e segurança, para qualquer edificação é primordial para o seu funcionamento, e tudo isso se deve não apenas a sua estrutura e sim a mecanismos de defesa para inibir ações perigosas como a de um sinistro, que consequentemente possa vir a acarretar perdas humanas e patrimoniais.

De acordo com Seito et al. (2008, p. 287), para se obter uma edificação segura contra incêndios é necessário observar três fatores importantes para a prevenção, os equipamentos instalados, a manutenção adequada e treinamento para manuseio.

Considerando a importância do tema prevenção e combate a incêndios e a necessidade de sempre salvar vidas, o propósito de analisar as instalações da escola que abriga diversos setores, sendo que algumas dessas áreas abriga materiais que possam servir de combustíveis requer cuidados e providencias a serem tomadas. As medidas devem seguir as normas brasileira e instruções técnicas do estado onde se encontra a edificação.

O presente estudo aborda a análise de um prédio de uma Escola Pública, localizada na cidade de Assú/RN, para elaboração de um Plano de Combate a Incêndio visando a integridade de todos os alunos e funcionários que ali frequentam, como também o seu patrimônio.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

O presente trabalho tem como objetivo realizar uma análise e propor medidas de prevenção e combate a incêndio de uma Escola Estadual situada na cidade de Assú/RN.

2.2 Objetivos Específicos

- Levantamento bibliográfico sobre normas e leis vigentes acerca do tema;
- Realização de visitas no local de estudo para verificação de medidas de combate a incêndio existente e levantamento de dados;
- Analisar o projeto arquitetônico;
- Realizar o enquadramento do tipo de edificação e riscos;
- Levantamento das medidas de combate a incêndio necessárias;
- Propor soluções de combate a incêndio.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Combate ao incêndio

No estudo do tema segurança contra incêndio, Negrisolo (2019, p. 19), destaca que em nosso país produzem-se regras em funções de informações de outros países, geradas por diagnósticos alheios, que seguem padrões de construção e cultura diversos, e de ações pontuais que se exacerbam após a ocorrência de tragédias. Por esses motivos, a preocupação em conhecer os conceitos básicos que regem essa área se torna um passo importante, no mínimo para ordenar a forma de abordar e pensar.

Já Aquino (2015, p. 2), enfatiza que nos últimos anos, instituições como: Ministério do Trabalho e Emprego – MTE, Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT e seguradoras, divergiram quanto as suas normatizações, entrando em contraposição de suas exigências gerando uma falta de padronização, que contribuiu de forma obscura para incerteza nos processos de elaboração e execução dos projetos de segurança contra incêndio.

É possível destacar algumas dessas normatizações (Quadro 1), que embasam a legislação brasileira na intenção de padronizar a segurança contra incêndio em nosso país.

Quadro 1 - Normas relativas à prevenção de incêndios.

Instituições	Normas
ABNT	NBR 5410 - Sistema Elétrico
	NBR 5419 - Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas
	NBR 9077 - Saídas de Emergência em Edificações
	NBR 9441 - Sistemas de Detecção e Alarme de Incêndio
	NBR 10897 - Proteção contra Incêndio por Chuveiro Automático
	NBR 10898 - Sistemas de Iluminação de Emergência
	NBR 11742 - Porta Corta-fogo para Saída de Emergência
	NBR 12693 - Sistemas de Proteção por Extintores de Incêndio
	NBR 13435 - Sinalização de Segurança contra Incêndio e Pânico
	NBR 13437 - Símbolos Gráficos para Sinalização contra Incêndio e Pânico
	NBR 13523 - Instalações Prediais de Gás Liquefeito de Petróleo
	NBR 13714 - Instalações Hidráulicas contra Incêndio, sob comando, por Hidrantes e Mangotinhos
	NBR 14039 - Instalações Elétricas de Alta Tensão

	NBR 14276 - Programa de brigada de incêndio
MTE	NR 23 – Proteção Contra Incêndios

Fonte: Próprio autor.

Além disso, a Constituição Federal do Brasil (1988), em seu Art. 144, estabelece a responsabilidades aos Corpos de Bombeiros dos estados. Logo, essa falta de doutrina a nível nacional nos últimos anos, unida as complexidades de parâmetros para o dimensionamento dos meios de proteção, contribuíram para que cada estado brasileiro adote uma norma destinta nesta área (AQUINO, 2015, p. 2).

O Ministério da Justiça e Segurança Pública, por meio da Secretaria Nacional de Segurança Pública (SENASP), apresentou o Modelo Nacional de Regulamento de Segurança Contra Incêndio e Emergências, na forma de Anexo a Portaria nº 108, de 12 de julho de 2019, a fim de subsidiar os Estados e o Distrito Federal na atualização, ou mesmo instituição de leis estaduais de segurança contra incêndio e emergências, visando a eficácia da Lei nº 13.425, de 30 de março de 2017, que foi fomentada após a tragédia ocorrida na casa noturna *Boate Kiss*.

De acordo com Negrisoló (2019, p. 21), esse documento produzido deve aumentar o movimento de convergência dessas regulamentações, já muito semelhantes em 19 Estados brasileiros. Diante disso, fica claro que essa tragédia foi um marco para a prevenção contra incêndio no Brasil, pois fez com que vários estados federativos buscassem realizar medidas para minimizar a deficiência legislativa.

O estado do Rio Grande do Norte permaneceu por mais de 45 anos sem uma atualização expressiva do Código de Segurança Contra Incêndio, tendo esta ocorrido somente em 2017, onde foi instituído, através da Lei Complementar nº 601 de 07/08/2017, o novo Código Estadual de Segurança Contra Incêndio e Pânico (CESIP). No entanto, após a atualização do código, a parte técnica de parâmetros voltadas para a proteção contra incêndio permaneceu carente de mais detalhes sobre o tema (RIO GRANDE DO NORTE, 2018).

Essa lacuna foi suprida no ano de 2018, através da publicação das 44 Instruções Técnicas do CBMRN (Quadro 2), que tem a finalidade de disciplinar a aplicação das exigências técnicas e medidas de segurança de prevenção de incêndio e pânico, como ato administrativo, nos termos da legislação em vigor (RIO GRANDE DO NORTE, 2017).

Quadro 2 - Instruções técnicas normativas.

Número	Instruções Técnicas
1	Procedimentos Administrativos
2	Conceitos Básicos de Segurança contra Incêndio

3	Terminologia de Segurança contra Incêndio
4	Símbolos Gráficos para Projeto de Segurança contra Incêndio
5	Segurança contra Incêndio – Urbanística
6	Acesso de Viaturas na Edificação e Áreas de Risco
7	Separação entre Edificações (Isolamento de Risco)
8	Resistência ao fogo dos Elementos de Construção
9	Compartimentação Horizontal e Vertical
10	Controle de materiais de acabamento e de revestimento
11	Saídas de Emergência
12	Centros Esportivos e de Exibição – Requisitos de Segurança contra Incêndio
13	Pressurização de Escada de Segurança
14	Carga de Incêndio nas Edificações e Áreas de Risco
15	Controle de fumaça
16	Plano de Emergência contra Incêndio
17	Brigada de incêndio
18	Iluminação de Emergência
19	Sistema de detecção e alarme de incêndio
20	Sinalização de emergência
21	Sistema de proteção por extintores de incêndio
22	Sistema de hidrantes e de mangotinhos para combate a incêndio
23	Sistema de chuveiros automáticos
24	Sistema de chuveiros automáticos para áreas de depósitos
25	Segurança contra incêndio para líquidos combustíveis e inflamáveis
26	Sistema fixo de gases para combate a incêndio
27	Armazenagem em silos
28	Manipulação, armazenamento, comercialização e utilização de Gás Liquefeito de Petróleo (GLP)
29	Comercialização, distribuição e utilização de gás natural
30	Fogos de artifício
31	Segurança contra incêndio para heliponto e heliporto
32	Produtos perigosos em edificações e áreas de risco no manuseio de produtos perigosos
33	Cobertura de sapé, piaçava e similares

34	Hidrante urbano
35	Túnel rodoviário
36	Pátio de contêiner
37	Subestação elétrica
38	Segurança contra incêndio em cozinha profissional
39	Estabelecimentos destinados a restrição de liberdade
40	Edificações históricas, museus e instituições culturais com acervos museológicos
41	Inspeção visual em instalações elétricas de baixa tensão
42	Processo Técnico Simplificado (PTS)
43	Adaptação às normas de segurança contra incêndio – Edificações existentes
44	Proteção ao meio ambiente

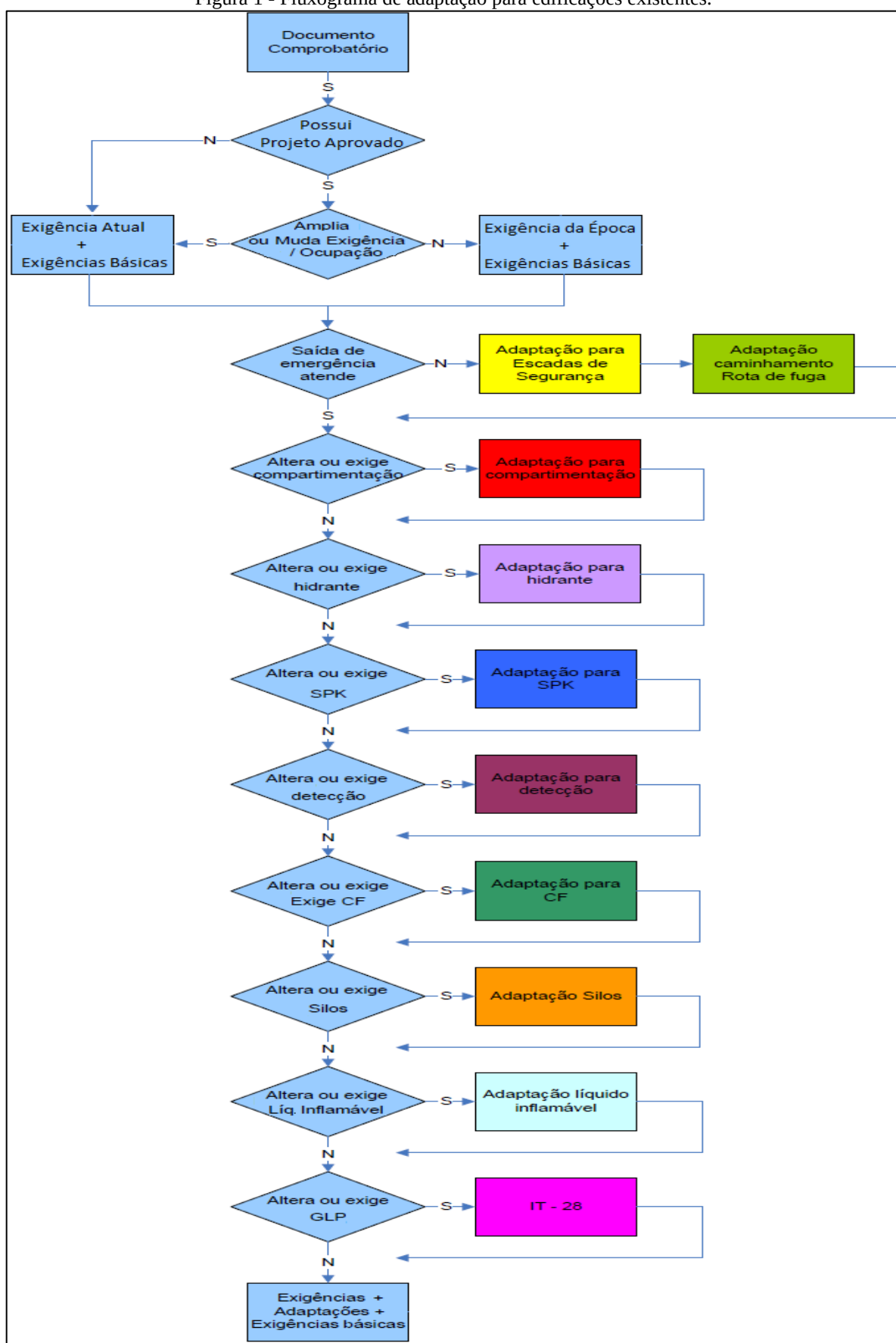
Fonte: CBMRN, 2018.

O Portal de Prevenção – CBMRN, dispõe em seu sistema online, o Serviço de Atividades Técnicas – SAT, que tem por responsabilidade as atividades preventivas de combate a incêndio e controle de pânico em todo o nosso estado, a plataforma oferece cadastros a clientes e profissionais, solicitação à serviços de análise de projetos e vistoria em edificações, como também consultas da situação desses processos junto ao Corpo de Bombeiros. Todos os documentos necessários requisitados para as regularizações, bem como as Instruções Técnicas e o CESIP podem ser acessados.

Almeida (2018, p. 21) exemplifica que a burocracia a ser seguida pelos empreendimentos para a legalização do seu estabelecimento, deve ser a seguinte: projeto urbanístico; projeto arquitetônico; consulta prévia do projeto de incêndio; análise; início da obra; edificação construída; edificação funcionando; vistoria; alvará funcionamento; edificação regularizada.

Mediante a atualização e publicação das 44 Instruções técnicas do CBMRN em 2018, foi necessário também criar medidas para as edificações existentes. A Instrução Técnica nº 43/2018 do CBMRN - Adaptação às normas de segurança contra incêndio – Edificações existentes, considera os procedimentos para edificações existentes, que sejam analisadas, adaptadas e dimensionadas, as medidas de segurança contra incêndio de acordo com o fluxograma (Figura 1).

Figura 1 - Fluxograma de adaptação para edificações existentes.



3.2 O fogo

Antes do homem ser capaz de produzir o fogo, alavancando o processo de civilização, o mesmo apenas conseguiu adquirir tal elemento por meio natural, na ocorrência de raios. Desta forma a humanidade aprendeu durante sua evolução a provocar o fogo por atrito entre pedras ou madeiras, onde esse avanço passou a estar presente nas atividades básicas do dia-a-dia (FLORES, et al. 2016, p. 8).

Ainda que o fogo proporcione atividades fundamentais como: aquecer, cozinhar e iluminar, passe por aperfeiçoamentos na intenção de tê-lo sobre controle, tal elemento tem um alto grau de periculosidade, tanto para os materiais quanto para a vida, podendo ser devastador quando não controlado.

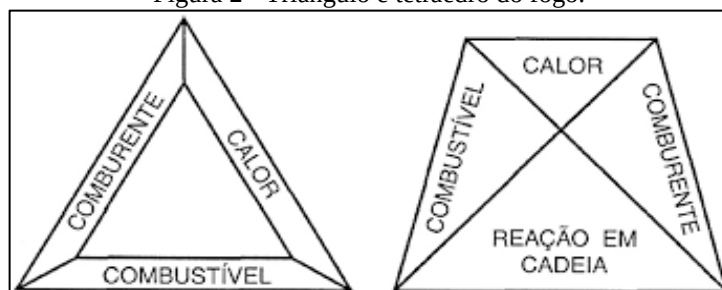
Toda edificação precisa de cuidados quanto a sua segurança, pois a mesma está sempre sujeita a um sinistro inesperado, causado pelo fogo. Por isso existe toda uma preocupação para diminuição de ocorrências de incêndios, onde o fogo pode causar perdas humanas e materiais.

Segundo Brentano (2007, p.39), “o fogo pode ser definido como uma reação química denominada combustão, que é uma oxidação rápida entre o material combustível, sólido, líquido ou gasoso, e o oxigênio do ar, provocada por uma fonte de calor que gera luz e calor.” Em outras palavras é uma combustão viva que se manifesta através da produção de chamas que geram luz e desprendem calor, além da emissão de fumaça, gases e outros resíduos.

De acordo com Ferigolo (1977, p.11, *apud* GOMES, 2014, p.16) “para fazermos uma prevenção de incêndio adequada é necessário primeiro colocarmos o fogo sob todos os seus aspectos: sua constituição, suas causas, seus efeitos e, principalmente, como dominá-lo”.

Os elementos que compõem o fogo são quatro: combustível, comburente, calor e reação em cadeia. Para Camilo Junior (2012, p.15), existe uma alteração naquilo que a literatura chama de triângulo do fogo, pois a reação em cadeia passa a ser considerada no momento em que a ocorrência foge do controle, formando o quadrado ou tetraedro do fogo (Figura 2).

Figura 2 - Triângulo e tetraedro do fogo.



Fonte: Manual de Prevenção e Combate a Incêndios. p, 15.

Segundo Brentano (2007, p.39) para que haja fogo e sua propagação, deve haver a ocorrência simultânea dos três elementos citados anteriormente, no qual a transferência de calor, seja de molécula para molécula do material combustível, que entra em combustão sucessivamente, gerando assim uma reação em cadeia.

Brentano ainda descreve as principais características dos elementos componentes do fogo:

- O Combustível é toda a matéria suscetível à queima seja ela sólida, líquida ou gasosa. Após sua inflamação, servirá como um campo no qual o fogo irá se alastrar caminhando por ele. A maior parte dos combustíveis sólidos possui um mecanismo sequencial para a sua ignição. Para entrar em combustão devem ser primeiramente aquecidos liberando vapores combustíveis que se misturam com o oxigênio do ar gerando uma mistura inflamável. Os combustíveis líquidos se vaporizam ao serem aquecidos, misturando-se com o oxigênio do ar, formando uma mistura inflamável. Os gases, para entrar em combustão devem formar uma mistura inflamável com o oxigênio do ar, cuja concentração deve estar dentro de uma faixa ideal;
- 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, energia que dá início, mantém e incentiva a propagação do fogo. O calor é o provocador da reação química da mistura inflamável, proveniente da combinação dos gases ou vapores do combustível e do comburente;
- A reação química em cadeia, que é a transferência de calor de uma molécula do material em combustão para a molécula vizinha, ainda intacta, que se aquece e entra em combustão, assim sucessivamente, até que todo o material esteja em combustão.

3.3 Formas de transmissão do calor

Segundo Camilo Junior (2012, p. 28), através de um contato direto da chama com os materiais combustíveis, o fogo se propaga pelo deslocamento de partículas incandescentes, que se desprendem de outros materiais já em combustão e pela ação do calor. Essa propagação pode ocorrer por três processos de transmissão:

- **Condução:** Quando o calor é transmitido de molécula a molécula ou de corpo a corpo, por um material condutor que por toda sua dimensão pode aquecer.
- **Convecção:** Quando o calor é transmitido através de uma massa de ar aquecida, em correntes ascendentes e descendentes, que se desloca do local em chamas, levando para outros locais quantidade de calor suficiente para que outros materiais combustíveis atinjam o seu ponto de combustão, originando outro foco de fogo.
- **Irradiação:** Quando o calor é transmitido por ondas, neste caso, o calor é transmitido através do espaço sem utilizar nem um meio material.

3.4 Métodos de extinção do fogo

De acordo com Camilo Junior (2012, p. 14), a extinção do fogo pode ocorrer por diversos processos, em que esse combate pode acontecer automaticamente por uso de equipamentos ou pela ação direta do homem.

Para que aconteça a extinção ou controle do fogo, Seito et al. (2008, p. 35) reforça que se deve retirar um dos elementos do triângulo do fogo (Figura 1), pois assim o mesmo não pode existir, evitando assim uma reação química em cadeia.

Segundo Camilo Junior (2012, p. 22), para a retirada de um dos elementos do fogo, temos os seguintes métodos de extinção:

- Extinção por retirada do material: quando retiramos o combustível, evitando que o fogo seja alimentado e tenha um campo de propagação.
- Extinção por retirada do comburente: conhecido por abafamento, consiste na retirada do comburente, evitando-se que o oxigênio no ar se misture com os gases gerados pelo combustível e forme uma mistura inflamável.
- Extinção por retirada de calor: quando retiramos o calor do fogo, até que o combustível não gere mais gases nem vapores e se apague, dizemos que extinguímos o fogo pelo método de resfriamento.
- Extinção química: quando interrompemos a reação em cadeia, lançando determinados agentes extintores ao fogo, agindo por dissociação das moléculas pela ação do calor e se combina com a mistura inflamável, formando outra mistura não inflamável.

3.5 Conceitos de incêndio

De acordo com a Instrução Técnica nº 03/2018 CBMRN, a qual trata da terminologia de segurança contra incêndio, Item 4.369, define-se incêndio como fogo sem controle, intenso, o qual causa danos e prejuízos à vida, ao meio ambiente e ao patrimônio.

Para Pozzobon (2007, *apud* FAGUNDES, 2013, p.16), quando existe a necessidade de investigar as causas de um incêndio, deve-se levar em consideração a ação direta ou não do homem.

Sendo assim, pode-se classificar as causas de um incêndio como:

- Causas humanas (culposas e criminosas): A causa humana culposa é causada

pela ação direta do homem por negligência, imprudência ou imperícia.

- Causas naturais: Ocorrem pelos chamados fenômenos naturais, tais como raios, descargas atmosféricas, terremotos, erupções vulcânicas e desabamentos;

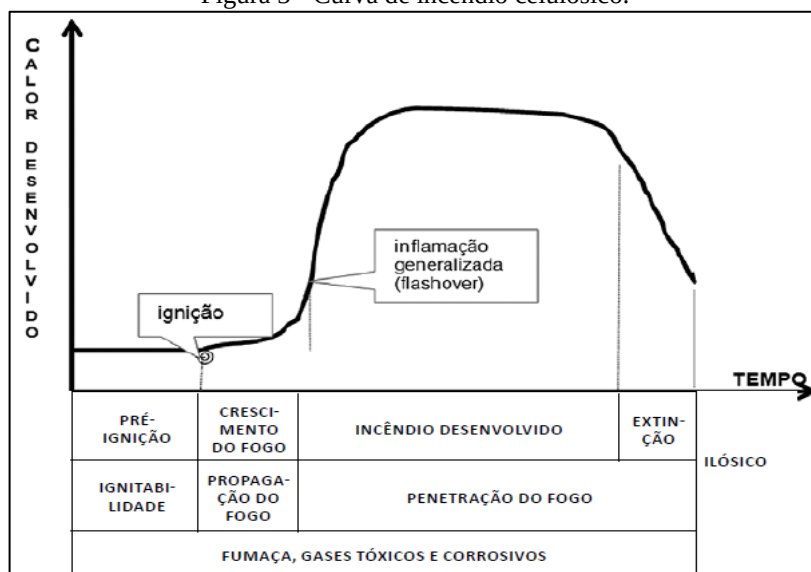
- Causas acidentais (elétricas, mecânicas e químicas): Ocorrem devido as falhas ocasionais.

- Causas industriais: o risco de incêndios industriais vem aumentando devido à utilização de novos materiais e projetos de edificações, além do grande consumo de energia para atender a demanda da mão de obra.

Seito et al. (2008, p. 43-44) destaca que não existe incêndios iguais, pois o mesmo tem vários fatores ligados que podem influenciar o seu desenvolvimento como, o ambiente, quanto ao início do fogo, aberturas entre as compartimentações para ventilação e a propagação do incêndio, e o projeto arquitetônico. No local, há preocupação, quanto a geometria e dimensões da compartimentação, e distribuição de materiais combustíveis sobre aquela área. As condições climáticas podem interferir por alterações à temperatura e a humidade relativa, enquanto que as medidas de prevenção de incêndio existentes e de proteção contra incêndio instaladas devem ser levadas em consideração, pois a falta de ambas tanto pode evitar, como inibir a ação do fogo. Já aos materiais combustíveis não menos importantes, devemos nos atentar a quantidade, a sua superfície específica e a característica de queima de cada um envolvido.

A Figura 3, ilustra a evolução de um material específico, em que o mesmo possui três fases distintas: a primeira fase que é um crescimento lento, entre cinco e vinte minutos até a ignição, posteriormente a segunda fase se caracteriza pelas chamas que começam a crescer aquecendo o ambiente, pôr fim a terceira fase ocorre pela diminuição gradual da temperatura do ambiente e das chamas, após consumo do material combustível.

Figura 3 - Curva de incêndio celulósico.



Fonte: Seito et al. (2008, p. 44).

Importante destacar que suas proporções de comportamento, em um alastramento dependeram exclusivamente das características de cada material combustível.

3.6 Classes de incêndios

Para Camilo Junior (2012, p. 37), no combate a incêndios, os materiais são identificados de acordo com uma ou mais classes de incêndio. Cada classe designa o combustível envolvido no incêndio, essa classificação vai permitir, de forma eficaz, a escolha do agente extintor mais adequado.

Ainda de acordo com o autor citado, existem múltiplos sistemas de classificação, com denominações diferentes para as diversas classes de incêndio. No Brasil de acordo com as normas técnicas, são considerados cinco classes de incêndio, (A, B, C, D e K).

Segundo o Manual de Prevenção e Combate a Princípios de Incêndio, essa classificação pode ser dividida em 5 tipos, de acordo com suas características.

- Classe A: São os incêndios ocorridos em materiais fibrosos ou combustíveis sólidos.
- Classe B: São os incêndios ocorridos em combustíveis líquidos ou gases combustíveis.
- Classe C: São os incêndios ocorridos em materiais energizados.
- Classe D: São os incêndios ocorridos em metais pirofóricos.
- Classe K: São os incêndios em banha, gordura e óleos voltados ao cozimento de alimentos.

3.7 Medidas protetivas contra incêndios

Segundo Seito et al. (2008, p. 56), para um edifício ser considerado seguro, o mesmo antecipadamente deve-se saber quais os objetivos dessa segurança e os requisitos funcionais a serem ali atendidos. Confirmando que quanto menor for a probabilidade de um incêndio, maior será as chances de os ocupantes daquele local terem suas vidas preservadas, como também evitar o alastramento do fogo a outras edificações vizinhas.

A IT nº 03/2018 do CBMRN, define as medidas de segurança contra incêndio como sendo o conjunto de dispositivos ou sistemas, a serem instalados nas edificações e áreas de risco necessário para evitar o surgimento de um incêndio, limitar sua propagação, possibilitar

sua extinção e ainda propiciar a proteção à vida, ao meio ambiente e ao patrimônio.

Segundo Bentrano (2007, p. 38), há dois aspectos que devem ser levados em consideração para a segurança de uma instalação, são elas: a proteção passiva e a proteção ativa.

3.7.1 Proteção Passiva

A proteção passiva é o conjunto de formas de proteção a serem consideradas no projeto arquitetônico para que não haja o surgimento ou que proporcionem a redução das chances de propagação dos efeitos do incêndio (BRENTANO, 2007, p. 124). Podem-se citar como exemplos:

- Acesso de viatura na edificação;
- Segurança estrutural das edificações;
- Controle dos materiais de revestimento e acabamento;
- Saídas de emergência;
- Brigada de incêndio;
- Controle das possíveis fontes de incêndio;
- Afastamento entre edificações;
- Compartimentações horizontais e verticais;
- Sistema de proteção contra descargas atmosféricas (SPDA);

3.7.1.1 Acesso de viatura na edificação:

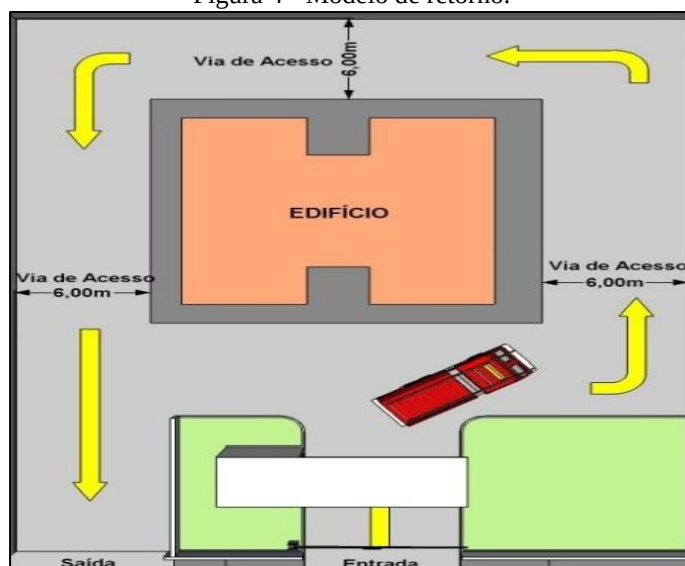
A IT nº 06/2018 CBMRN, a qual se trata sobre o acesso de viaturas na edificação e áreas de risco, descreve que uma via de acesso, é o arruamento trafegável para aproximação e operação dos veículos e equipamentos de emergência juntos às edificações ou áreas de risco.

De acordo com Gomes (2014, *apud* BENTRANO, 2014, p.29), para evitar a ocorrência de foco de fogo e seu alastramento, devem ser previstos meios apropriados para confinar o fogo no seu local de origem, permitir a desocupação da edificação com segurança e rapidez e facilitar o acesso e o combate ao fogo de forma rápida e eficaz.

Flores et al. (2016, p. 99-105), destaca que o acesso pode ser estabelecido para que se passe uma única vez, ou várias vezes, em um único sentido (entrada ou saída) ou ambos. É importante que se tenha, vias de acesso aos locais sinistrados, onde devem ser estabelecidos causando o menor dano possível à edificação. A Figura 4, ilustra que a viatura deve ter em seu

acesso, um arruamento trafegável para aproximação e operação dos veículos e equipamentos de emergência por todo o perímetro da edificação.

Figura 4 - Modelo de retorno.



Fonte: IT 06/2018 - CBMRN. p. 5.

3.7.1.2 Segurança estrutural das edificações:

A IT nº 02/2018 CBMRN, Item 7.1.3, destaca que a estrutura sofrerá deformações térmicas, quando estiver sujeita a temperaturas elevadas, como também os materiais constituintes serão afetados perdendo resistência. Todas as mudanças em um efeito global, farão com que a capacidade portante de sustentação sofra uma diminuição progressiva, ficando debilitada a estrutura.

Para Fagundes (2013, p. 25), na ocorrência de um incêndio, a edificação de forma generalizada, não suportará a temperatura alcançada e sua estrutura normalmente ficará frágil. Para isso, elas devem ser projetadas e construídas dentro de certos padrões mínimos de desempenho, com os objetivos de:

- Que os materiais de revestimento e acabamento não só não propaguem o fogo como não contribuam para o mesmo.
- Que as paredes de compartimentação permitam evitar e retardar a propagação das chamas, do calor e da fumaça.
- Evitar o colapso estrutural parcial ou total da edificação.

A estrutura de uma edificação deve resistir, para permitir que os seus ocupantes consigam sair em segurança, garantindo condições para combater o fogo pelo socorro externo e minimizar as possíveis perdas materiais, inclusive de edificações vizinhas.

3.7.1.3 Controle dos materiais de revestimento e acabamento:

A ABNT, através da NBR 14432:2000, a qual trata sobre exigências de resistência ao fogo de elementos construtivos de edificação, afirma que os elementos de construção devem ter a capacidade de resistir ao fogo por determinado período de tempo, por meios de estanqueidade e isolamento. Essa medida protetiva, ajudará facilitando a fuga dos ocupantes, aproximação e o ingresso no edifício para o desenvolvimento das ações de combate.

Para a IT nº 02/2018 CBMRN, o tempo gasto para o incêndio alcançar o ponto de inflamação generalizada é relativamente curto e depende, essencialmente, dos revestimentos e acabamentos utilizados no ambiente de origem, embora as circunstâncias em que o fogo comece a se desenvolver exerçam grande influência.

Seito et al. (2008, p. 143), define que a resistência ao fogo é a propriedade de um elemento de construção de resistir à ação do fogo por determinado período de tempo, mantendo sua segurança estrutural com estabilidade e integridade.

3.7.1.4 Saídas de emergência:

A NBR 9077:2001, que trata sobre as saídas de emergência em edifícios, caracteriza-se como rota de saída, o caminho contínuo, devidamente protegido, proporcionado por portas, corredores, *halls*, passagens externas, balcões, vestíbulos, escadas, rampas ou outros dispositivos de saída ou combinações destes, a ser percorrido pelo usuário, em caso de um incêndio, de qualquer ponto da edificação até atingir a via pública ou espaço aberto, protegido do incêndio, em comunicação com o logradouro.

De acordo com NBR 9050:2004, rota acessível é o trajeto contínuo, desobstruído e sinalizado que conecta os ambientes que possam ser usados de forma autônoma e segura por qualquer indivíduo, inclusive aquele com deficiência.

Fagundes (2013, p. 29), caracteriza as rotas em plano horizontal e vertical, onde o horizontal são todos os caminhos ou espaços localizados no interior dos pavimentos, que podem dar acesso a uma área de refúgio no mesmo pavimento como, (corredores, passarelas, varandas, terraços, sacadas, etc.), já o vertical são os caminhos ou meios utilizados para se deslocar entre pavimentos de diferentes níveis, que dão acesso a áreas de refúgio como, (escadas, rampas e elevadores de emergência).

3.7.1.5 Brigadas de incêndio:

Camilo Junior (2012, p. 141-142) compreende que as brigadas são organizações internas nas quais atendem exclusivamente a que se destinam. A de incêndio por exemplo, é destinada ao combate de princípio de incêndio nas edificações, formada pelos empregados da empresa, que devem estar preparados, treinados e habilitados, para operar os dispositivos de combate, nos padrões técnicos básicos, como também atuar com rapidez e eficiência na extinção e salvamento.

A IT nº 17/2018 CBMRN, que trata sobre a brigada de incêndio, destaca algumas ações que o mesmo deve ter quanto as atribuições, de prevenção e de emergência:

- análise dos riscos existentes durante as reuniões da brigada de incêndio;
- notificação ao setor competente da empresa ou da edificação das eventuais irregularidades encontradas no tocante a prevenção e proteção contra incêndios;
- orientação à população fixa e flutuante;
- participação nos exercícios simulados;
- conhecer o plano de emergência da edificação.
- identificação da situação;
- alarme/abandono de área;
- acionamento do Corpo de Bombeiros e/ou ajuda externa;
- corte de energia;
- primeiros socorros;
- combate ao princípio de incêndio;
- recepção e orientação ao Corpo de Bombeiros.

3.7.1.6 Controle das possíveis fontes de incêndio:

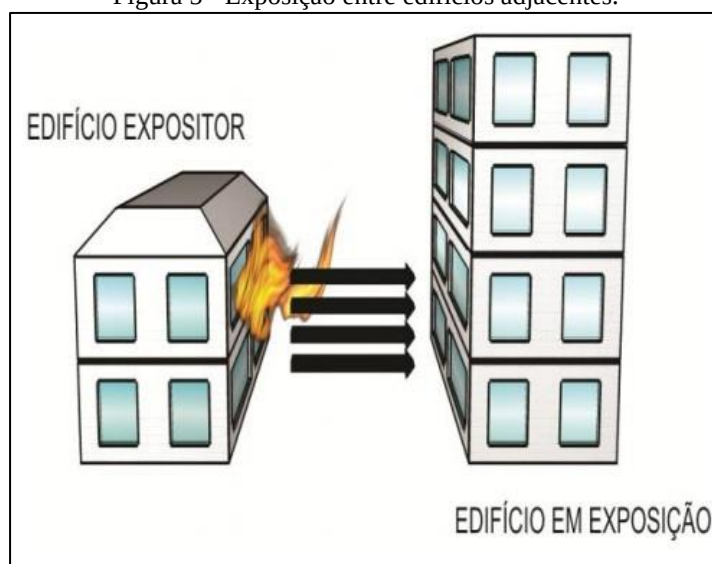
A IT nº 02/2018 CBMRN, afirma que a possibilidade de um foco de incêndio extinguir ou evoluir, depende de fatores como, quantidade, volume e espaçamento dos materiais no local, tamanho e situação das fontes de combustão, área de locação das janelas, velocidade e direção dos ventos, e a forma e dimensão do local. Se caso um desses fatores criarem condições favoráveis ao crescimento do fogo, a inflamação generalizada irá ocorrer e todo o compartilhamento será envolvido pelo fogo.

Segundo Jordão (2002, *apud* AGUILAR, 2017, p.31), equipamentos elétricos instalados, podem se tornar fontes de ignição pela possibilidade de emitir arcos e faíscas causadas por abertura e fechamento de circuitos elétricos, ou por superaquecimento, ou até por alguma eventual falha. Para prevenir uma explosão e evitar danos às instalações é essencial uma gestão de área de risco que inclua o uso de equipamentos elétricos com a proteção adequada para evitar que eles se tornem fontes de ignição.

3.7.1.7 Afastamento entre edificações:

Seito et al. (2008, p.170), define que uma edificação expositora é aquela que se encontra em chamas, sendo responsável pela emissão de gases quentes, fagulhas e ondas eletromagnéticas. E o edifício que se encontra próximo ao sinistro é conhecido por edificação em exposição que recebe os efeitos do calor por radiação, movimentação de fumaça, e gases quente ou por qualquer outra forma (Figura 5).

Figura 5 - Exposição entre edifícios adjacentes.



Fonte: IT 07/2018 – CBMRN. p, 4.

A IT nº 07/2018 CBMRN, têm como objetivo, estabelecer critérios para o isolamento de risco evitando o alastramento do fogo entre edificações próximas, que podem ser atingidas, pela ação do calor, dos gases quentes e das chamas.

Camilo Junior (2012, p.33), descreve que em uma situação em que ocorra um grande incêndio, e que vários outros prédios sejam queimados em virtude da radiação do calor, esses são considerados como portadores daquilo que podemos chamar de incêndio secundário, que apesar de não aflorarem, as consequências são semelhantes à de um incêndio primário.

3.7.1.8 Compartimentações horizontais e verticais:

Fagundes (2013, p. 24), caracteriza a compartimentação, como sendo uma célula de uma edificação, capaz de suportar a queima dos materiais combustíveis, impedindo e minimizando a propagação do fogo. O mesmo quando elaborado, depende de elementos construtivos, como a estabilidade estrutural, o isolamento térmico, e estanqueidade às chamas, gases e fumaça, para resistir determinado tempo ao fogo.

A IT nº 09/2018, descreve que as compartimentações horizontais, são destinadas a impedir a propagação de incêndio no pavimento de origem para outros ambientes no plano horizontal, enquanto que o vertical atende a propagação em entre pavimentos consecutivos.

3.7.1.9 Sistema de proteção contra descargas atmosféricas (SPDA):

A NBR 5419:2005, descreve que o sistema é destinado a proteger uma estrutura contra os efeitos das descargas atmosféricas, podendo ser composto por um sistema interno ou externo, ou até mesmo ambos, como é da maioria dos casos.

O CBMRN buscando dar continuidade ao compromisso da constante atualização e procurando por melhorias nas proteções contra incêndio, publicou a Portaria nº 216/2017, que estabelece os procedimentos administrativos para os processos de regularização das edificações do estado, as quais dispõem sobre os documentos necessários para linearidade e simplificação de processos de licenciamento pelo Corpo de Bombeiros Militares. O CBMRN ainda destaca que o SPDA é um dos documentos solicitados no ato das vistorias, esse por sua vez considerado como um laudo que deve ser assinado por um responsável técnico, seus parâmetros devem ser de acordo com Serviço de Atividades Técnicas do CBMRN (RIO GRANDE DO NORTE, 2017).

3.7.2 Proteção Ativa

A proteção ativa envolve meios que alarmem a ocorrência no local, ou seja, a detecção do fogo ou o crescimento do mesmo até a chegada do corpo de bombeiros (BRENTANO, 2007, p. 124). Podem-se citar como exemplo:

- Sistema de iluminação de emergência;
- Sistema de detecção e alarme de incêndio (SDAI);
- Sistema de sinalização de emergência;

- Sistema de extintores de incêndio;
- Sistema de hidrantes ou mangotinhos;
- Sistema de chuveiros automáticos (“sprinklers”);
- Sistema de espuma mecânica, em alguns tipos de risco;

3.7.2.1 Sistema de iluminação de emergência:

Liberato (2015, p. 29) considera que a iluminação de emergência é um sistema automático, que deve funcionar quando houver falha no suprimento de energia, servindo de facilitador a fuga da edificação para uma saída segura dos seus ocupantes.

A NBR 10898:2013, afirma que a iluminação utilizada deve permitir o reconhecimento de obstáculos que possam dificultar a circulação, como grades, saídas, mudanças de direção e assinalando todas as mudanças de direção sem haver obstrução por anteparos ou arranjos decorativos.

3.7.2.2 Sistema de detecção e alarme de incêndio (SDAI):

De acordo com Seito et al. (2008, p. 201) a proposta conceitual do sistema de detecção e alarme de incêndio (SDAI) é detectar o fogo em sua fase inicial antecipando a evolução das chamas, a fim de possibilitar o abandono rápido e seguro dos ocupantes do edifício e iniciar as ações de combate ao fogo, evitando assim a perda de vidas, do patrimônio e a contaminação do meio ambiente.

Camilo Junior (2012, p. 110-112), descreve que o detector é um dispositivo que quando sensibilizado por fenômenos físicos e/ou químicos, detecta princípios de incêndio, por fumaça, chama ou calor, já o alarme, é um conjunto de avisadores manuais tipo quebra vidros e campainhas de alta potência, instalados em pontos estratégicos que produzem sinais luminosos e sonoros para comunicar o sinistro, a evacuação imediata do local e reunir a brigada de incêndio.

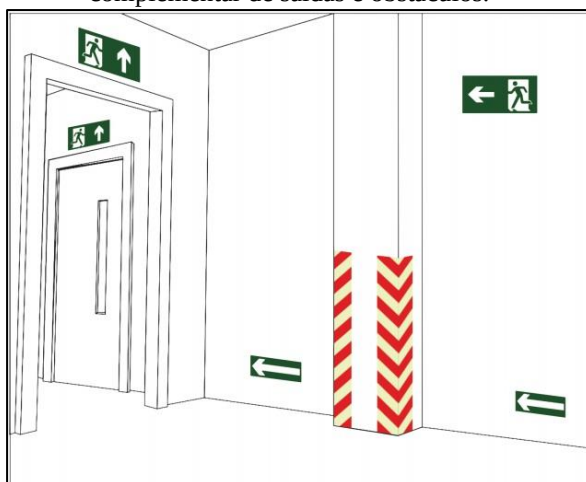
A IT nº 19/2018 CBMRN, descreve que os acionadores manuais devem estar localizados junto aos hidrantes, e que em locais onde não se possa ouvir o alarme geral devido a sua atividade sonora intensa é obrigatório a instalação de avisadores visuais e sonoros.

3.7.2.3 Sistema de sinalização de emergência:

De acordo com a IT nº 20/2018 CBMRN, a sinalização de emergência tem como finalidade reduzir o risco de ocorrência de incêndio, alertando para os riscos existentes e garantir que sejam adotadas ações adequadas à situação de risco, que orientem as ações de combate e facilitem a localização dos equipamentos e das rotas de saída para abandono seguro da edificação em caso de incêndio.

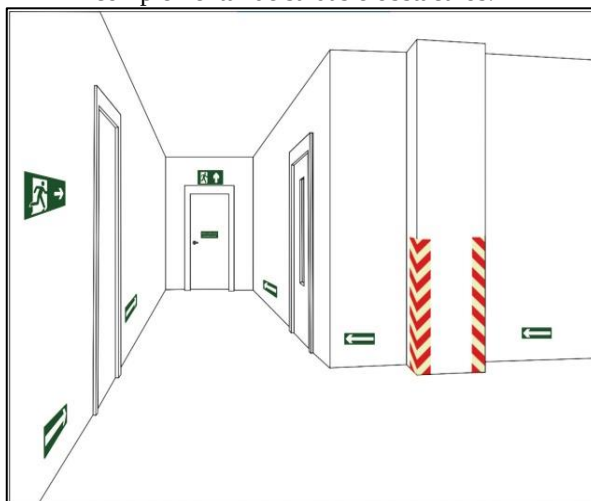
Ainda de acordo com a IT citada, os tipos de sinalização a serem implementadas devem corresponder as características específicas de uso e dos riscos, bem como em função de necessidades básicas para a garantia da segurança contra incêndio e pânico na edificação, conforme os exemplos a seguir, (Figuras 6 e 7).

Figura 6 - Sinalização de saída sobre verga de portas, sinalização complementar de saídas e obstáculos.



Fonte: IT 20/2018 - CBMRN. p. 31.

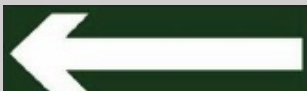
Figura 7 - Sinalização de saída sobre porta corta-fogo, sinalização complementar de saídas e obstáculos.



Fonte: IT 20/2018 - CBMRN. p. 32.

Rotondo (2019, p. 10), classifica as sinalizações em básicas e complementares descrevendo suas subcategorias, como também suas funções conforme o (Quadro 3).

Quadro 3 - Tipos de sinalização de emergência.

Símbolo	Tipo de sinalização	Categoria	Função
	Básica	Proibição	Visa a proibir e coibir ações capazes de conduzir ao início do incêndio ou ao seu agravamento.
	Básica	Alerta	Visa alertar para áreas e materiais com potencial de risco de incêndio, explosão, choques elétricos e contaminação por produtos perigosos.
	Básica	Orientação e salvamento	Visa a indicar as rotas de saída e as ações necessárias para o seu acesso e uso.
	Básica	Equipamentos	Visa a indicar a localização e os tipos de equipamentos de combate a incêndios e alarmes disponíveis no local.
	Complementar	Rotas de saída	Visa à indicação do trajeto completo das rotas de fuga até uma saída de emergência.
	Complementar	Obstáculos e riscos de utilização das rotas de saída	Visa a indicação da existência de obstáculos nas rotas de fuga, tais como, pilares, aristas de paredes e vigas, desníveis de piso, fechamento de vãos com vidros ou outros materiais translúcidos e transparentes etc.
	Complementar	Complementação da mensagem saída dada pelo símbolo	Visa a indicação de mensagens específicas escritas que acompanham a sinalização básica.

Fonte: Programa de Brigadas Escolares. p. 10.

As sinalizações básicas das categorias de orientação e salvamento, e de equipamentos devem apresentar efeito fotoluminescente, bem como as sinalizações complementares para obstáculos em ambiente com iluminação artificial, de acordo com a NBR 16820/2020. A norma também descrever que as sinalizações podem ser alocadas, por nível de instalação, que pode ser superior, intermediário e inferior.

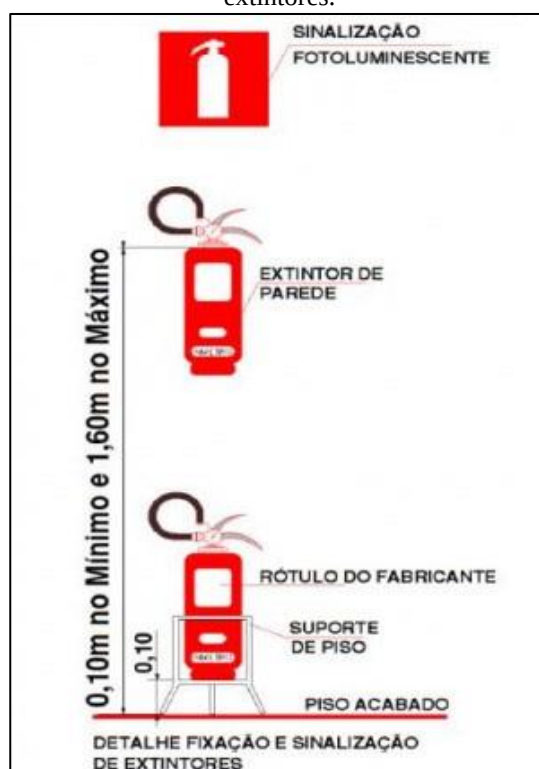
3.7.2.4 Sistema de extintores de incêndio:

Flores et al. (2016, p. 124), afirma que extinção é debelar o fogo, utilizando-se das técnicas adequadas e necessárias, mediante o agente extintor mais adequado.

De acordo com a NFPA, para cada tipo de incêndio existe um modo de extinção, através de um agente extintor que possa eliminar o perigo apagando o fogo sem maiores prejuízos,

A IT nº 21/2018 CBMRN, descreve algumas recomendações quanto a distância máxima de caminhada para se chegar ao extintor, de acordo com a classificação do risco da edificação, risco baixo (25m), risco médio (20m) e risco alto (15m). Alerta também quanto a sua instalação e sinalização que devem seguir o padrão da (Figura 8).

Figura 8 - Medidas para fixação e sinalização de extintores.



Fonte: Programa de Brigadas Escolares. p. 10.

Os extintores devem seguir suas recomendações para cada tipo de incêndio mais propício a acontecer, ou seja, alocar o tipo de extintor corretamente para o qual se destina adequadamente. Por isso é importante reforçar treinamento e manuseio do equipamento, pois cada um atende a suas especificações. Flores (2016, p. 38), destaca ainda que a adequação é determinante para extinguir o fogo através dos agentes extintores capazes de combater pela ação em um ou mais dos componentes do tetraedro do fogo. (Quadro 4).

Quadro 4 - Tipos de extintores e suas recomendações de acordo com a classe de incêndio.

Classe de Incêndio	Tipo de Extintores				
	Água	Espuma	Pó CO ²	Pó BC	Pó ABC
	A	A	NR	NR	A
	P	A	A	A	A
	P	P	A	A	A
	O AGENTE EXTINTOR DEVERÁ SER COMPATÍVEL COM O METAL.				

(A) – Adequado; (P) – Proibido; (NR) – Não recomendado.

Fonte: Fundamentos de Combate a Incêndio. p. 38.

De acordo com Simiano (2013, p. 13 e 17) é importante destacar que na falta de um extintor especial, indicado para combater um incêndio classe k, em que o óleo de gordura reage perigosamente com água, o mesmo deve ser extinto por “meio de fortuna” que é improvisação de um agente extintor a fim de combater o sinistro com base na teoria de extinção de incêndios.

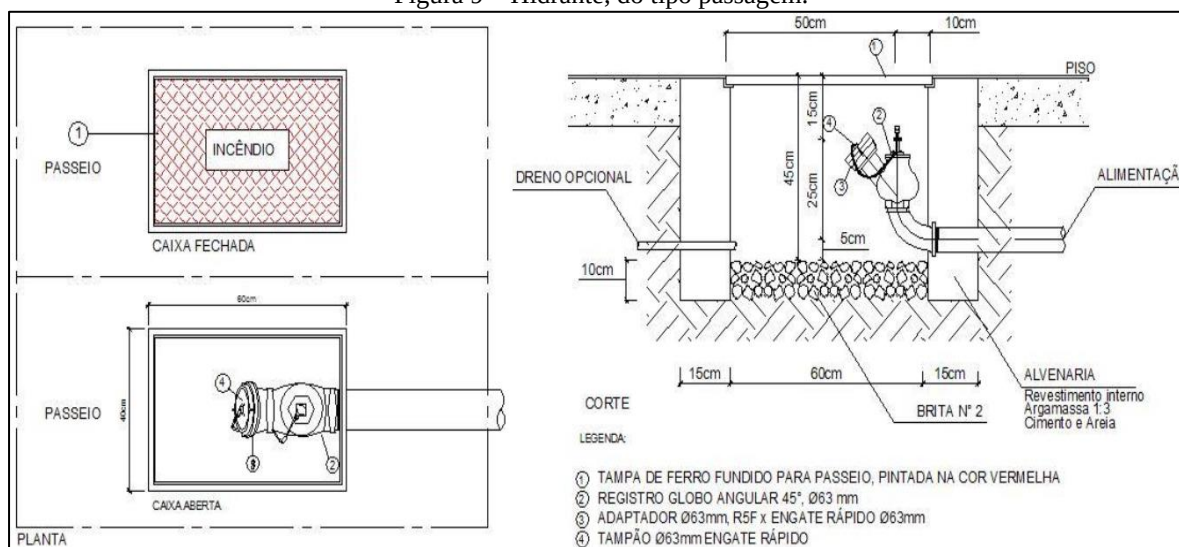
3.7.2.5 Sistema de hidrantes ou mangotinhos:

Brentano (2007, p.47) descreve que o sistema é acionado sob comando, com o objetivo de levar água da fonte de suprimento até o ponto onde o fogo deve ser combatido, na intenção de extinguir ou controlar o fogo até a chegada do corpo de bombeiros, localizado dentro da edificação o mesmo deve ser operado por seus ocupantes, que devem ser orientados adequadamente, pois se trata de equipamentos especializados com grandes pressões e vazão de água.

De acordo com Aquino (2015, *apud* BENTRANO, 2011, p.45) essas redes são constituídas por canalizações fixas, tomadas de incêndio com uma ou duas saídas, válvulas de

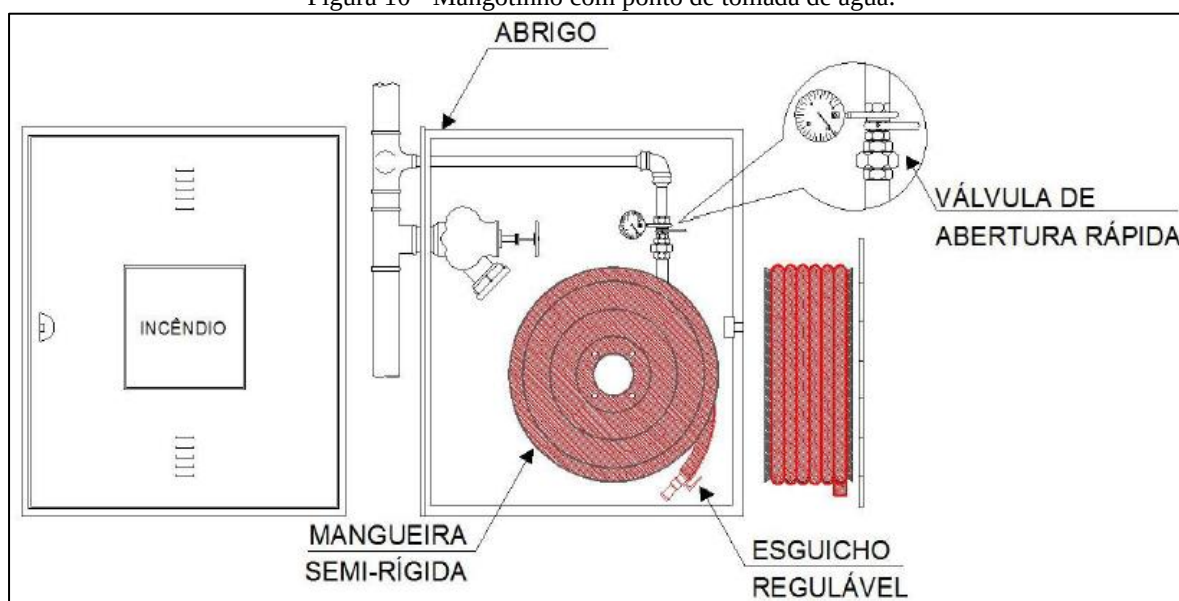
bloqueio, mangueiras, esguichos e abrigos, nos quais são abastecidos de água automaticamente, com simples abertura de um hidrante (Figura 9) ou mangotinho (Figura 10) em qualquer ponto da instalação, pressurizados por gravidade ou por um sistema exclusivo de bombas de recalque, devidamente dimensionado para proporcionar a vazão e pressão de água compatível ao risco de incêndio.

Figura 9 – Hidrante, do tipo passagem.



Fonte: Instrução Técnica nº17 – Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais. 2019. p. 7.

Figura 10 - Mangotinho com ponto de tomada de água.



Fonte: IT nº17 – CBMMG, 2019. p. 18.

Ambos os sistemas devem obedecer ao que está descrito na NBR 13.714/2000, que além de tratar do dimensionamento, também determina condições para instalação, aceitação de projeto, manuseio e manutenção, bem como as características dos componentes vistos acima. É importante destacar que essa mesma norma, apresenta condições para utilização eficiente de

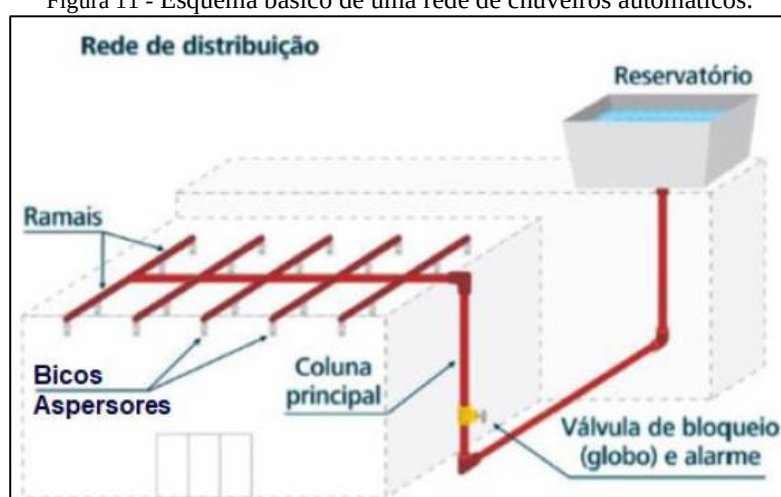
reservas técnicas, indicando que sua capacidade efetiva deve ser mantida permanentemente fazendo com que o reservatório se mantenha com 50% da reserva de incêndio, assim preservando o uso imediato, por uma alimentação constante desses sistemas hidráulicos.

A IT nº 22/2018 CBMRN, destaca que os parâmetros a serem adotados em projeto, devem constar em memorial, assim como os cálculos, dimensionamentos e perspectiva isométrica da tubulação.

3.7.2.6 Sistema de chuveiros automáticos (“sprinklers”):

De acordo Miranda (2019, p. 247) o sistema de chuveiros automáticos, também conhecido por “sprinklers” (denominação em inglês), como o próprio nome diz, é um sistema automático de aspersão de água, composto basicamente por um reservatório de água, que alimenta tubulações próprias para levar água aos bicos aspersores que ficam em suas extremidades. O sistema pode ser pressurizado com a altura manométrica (Figura 11) ou por bombas, nos casos em que somente a gravidade não seja suficiente.

Figura 11 - Esquema básico de uma rede de chuveiros automáticos.



Fonte: Fundamentos de Segurança Contra Incêndios em edificações – Proteção Passiva e Ativa. Miranda, 2019. p. 248.

Camilo Junior (2012, p. 78-79) detalha que a distribuição de encanamentos é ligada a um encanamento central, do qual saem ramificações de tubos cujos os diâmetros diminuem à medida que se afastam da linha principal. Nessas ramificações são instalados os bicos aspersores que dão vazão à água, cuja a quantidade e cujo o tipo variam de acordo com o risco.

Beltrami (2012, p. 74-76) cita que no momento em que o ar aquecido atinge a temperatura de acionamento do sprinkler, o líquido do interior da ampola se dilata e quebra o vidro, liberando a água do encanamento sob a forma de ducha.

De acordo com a NBR 6135/92 - Chuveiros automáticos para extinção de incêndio, o interior da ampola contém um elemento termo sensível, em que sua coloração determinará a temperatura máxima permitida ao ambiente que será protegido (Figura 12).

Figura 12 - Classificação dos bicos tipo ampola por temperatura.



Fonte: Miranda, 2019. p, 251.

A IT nº 23/2018 do CBMRN, serve como um guia para o sistema de chuveiros automáticos, através das recomendações de aplicação e vistoria dos projetos/processos submetidos ao corpo de bombeiros, que destaca passos básicos para cálculos hidráulicos. Enquanto a IT nº 24/2018 do CBMRN, também apresenta recomendações para aplicação de chuveiros automáticos, porém é destinada a áreas de depósito.

4. METODOLOGIA

4.1 Descrição do Estudo

O trabalho proposto é um estudo de caso, onde foi analisado uma edificação pública, localizada no Município de Assú/RN, por uma abordagem quantitativa e qualitativa, de caráter exploratório/descritivo, utilizando-se da aplicação das normas técnicas contra incêndio do Corpo de Bombeiros Militar do Rio Grande do Norte e das normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas, na intenção de elaborar um plano de ação e adequar a edificação pesquisada às exigências básicas de segurança.

4.1.2 Pesquisa Bibliográfica

Inicialmente, para realização deste trabalho foi feita uma revisão bibliográfica em livros, artigos dentre outros, para alinhar as ideias acerca do tema, considerando as normas e leis vigentes quanto as medidas preventivas de combate a incêndio. Posteriormente, foi realizado uma seleção dessas bibliografias, com o intuito de aprofundar-se aos conhecimentos técnicos e orientação sobre a análise do local, como também a elaboração do plano de ação. Dessa seleção, as normas que tiveram maior contribuição ao trabalho, foram as Instruções Técnicas do CBMRN e da ABNT.

4.1.3 Coleta de dados

Devido a Pandemia ocasionada pelo novo Corona Vírus, as aulas na escola foram suspensas, estando presente na edificação somente alguns funcionários. Para as visitas foram obedecidos todos os Protocolos de Biossegurança recomendado pela OMS e decretos Municipais e Estaduais em vigor. As medidas de biossegurança que foram adotadas: distanciamento social adequado, utilização de máscaras e uso de álcool gel.

Foram realizadas 05 visitas técnicas ao local de estudo para o levantamento de informações, na ocasião foi verificado:

- Conferência do projeto arquitetônico fornecido pelo diretor e a situação atual da escola e ginásio poliesportivo. Nessa verificação foi constatado que houve uma ampliação da área da escola nos últimos anos, assim como, uma mudança no

arranjo de um ambiente. Devido essas mudanças, foi necessário realizar o levantamento as built.

- Verificação da locação dos reservatórios e conferência das dimensões dos mesmos.
- Verificação da existência e condições das medidas de combate a incêndio.

Para o levantamento da população da edificação, foi solicitado a informação à direção da escola, a mesma feita por e-mail. Também foi verificado a capacidade máxima de cada ambiente por meio da tabela de ocupação da IT do CBMRN.

4.1.4 Análise dos dados e elaboração das propostas

Após o levantamento dos dados, com base nas Instruções Técnicas nº 1 e 43/2018 CBMRN, foi realizado a análise do projeto arquitetônico para quantificação das áreas e alturas para posteriormente fazer o enquadramento do risco da edificação e verificação das medidas necessárias exigidas pelo CBMRN.

Para uma análise superficial quanto a área total do lote, em que as edificações estão inseridas, foi utilizado o Google Earth para obtenção de imagens via satélite. Já para as obtenções de imagens das fachadas dessas edificações, foi utilizado a ferramenta Google Maps.

Para a análise do projeto arquitetônico assim como a confecção da proposta do plano de combate a incêndio, foi utilizado a ferramenta Autocad 2021. E para o dimensionamento das medidas preventivas, foi utilizado as Instruções Técnicas normativas do CBMRN, com o auxílio da ferramenta Excel 2019 para realização dos cálculos necessários, através de planilhas eletrônicas que se encaixassem a situação em estudo. As normas e instruções técnicas utilizadas nesse trabalho foram:

- NBR 10.898 – Iluminação de Emergência;
- NBR 12.693 – Sistema de proteção por extintores de incêndio;
- NBR 14.276 – Brigada de incêndio;
- IT nº 01 - Procedimentos Administrativos;
- IT nº 07 - Separação entre Edificações (Isolamento de Risco);
- IT nº 11 - Saídas de Emergência;
- IT nº 12 - Centros Esportivos e de Exibição – Requisitos de Segurança contra Incêndio;
- IT nº 14 - Carga de Incêndio nas Edificações e Áreas de Risco;

- IT nº 18 - Iluminação de Emergência;
- IT nº 19 - Sistema de detecção e alarme de incêndio;
- IT nº 20 - Sinalização de emergência;
- IT nº 21 - Sistema de proteção por extintores de incêndio;
- IT nº 22 - Sistema de hidrantes e de mangotinhos para combate a incêndio;
- IT nº 43 - Adaptação às normas de segurança contra incêndio – Edificações existentes;

4.2 Descrição do Local

4.2.1 Escola Estadual

A Escola Estadual foi fundada em 1986, graças à colaboração e doação de João Rodrigues Filho, popularmente conhecido por “Cícero de Padre”, motivado pelo desejo de contribuir para o desenvolvimento da população local, doou o terreno para a construção, tendo em vista, a formação educacional ser imprescindível para conduzir a vida pessoal, social e sobretudo, profissional, na perspectiva da aquisição de conhecimento resultantes do aprendizado.

Foi o Prefeito Ronaldo da Fonseca Soares que reivindicou junto ao Excelentíssimo Governador da referida época, o Senhor José Agripino Maia, à construção da Unidade Estadual de Ensino público.

A instituição oferece no momento apenas o Ensino Médio da 1º à 3º Série, em um total de 17 turmas, funcionando nos turnos matutinos, vespertino e noturno (Figura 13).

Figura 13 - Fachada da Escola Estadual.



Fonte: Google Maps, 2018.

4.2.1 Locação e infraestrutura

A edificação está localizada na cidade de Assú/RN, inserida em um terreno de aproximadamente 10.000 m² de área, com perímetro de 400 m, como mostra a Figura 14, o mesmo possui apenas duas entradas de acesso, pela Av. Samuel Sandoval da Fonseca, as entradas de acesso são mostradas nas Figuras 15 e 16, respectivamente.

Figura 14 - Locação do empreendimento.



Fonte: Google Earth, 2019.

A infraestrutura da escola compreende duas construções, o bloco de salas considerado o principal objeto de estudo com 936,43 m² de área construída, composto por salas de aulas, de reuniões, de Atendimento Educacional Especializado – AEE, diretoria, secretária, biblioteca, tele sala, informática, cozinha, recreio coberto, banheiros, despensa e almoxarifado (Figura 15). Já o ginásio poliesportivo tem uma área construída de 785,00 m², com vestiários e depósito, usado para a prática de esportes, reuniões de pais e mestres, eventos e ações com a comunidade (Figura 16).

Figura 15 – Bloco de salas.



Fonte: Acervo do Autor.

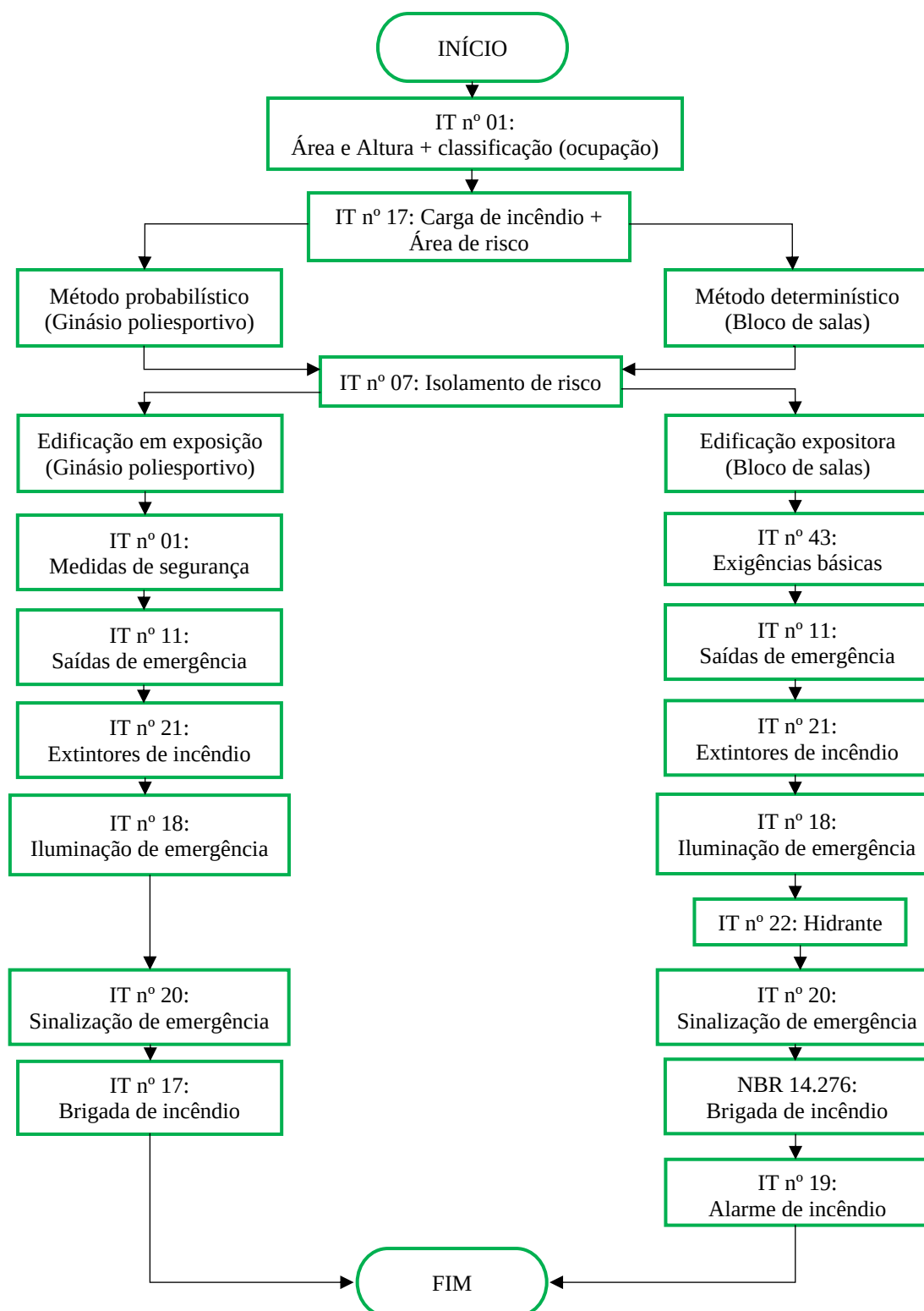
Figura 16 – Ginásio Poliesportivo.



Fonte: Acervo do Autor.

5. RESULTADOS

Antes da elaboração dos resultados, foi construído um fluxograma, para discorrer sobre os passos que foram tomados na realização desta etapa do trabalho, que caracterizara o dimensionamento das medidas de prevenção das edificações em questão.



5.1 Cálculo da área e altura

Para fins de aplicação das exigências das medidas de segurança, se faz necessário o cômputo das áreas da edificação, podendo ser excluídas, de acordo com a IT nº 01/2018 do CBMRN, as seguintes áreas:

- a. telheiros, com laterais abertas, destinados à proteção de utensílios, caixas d'água, tanques e outras instalações desde que não tenham área superior a 10 metros quadrados;
- b. platibandas e beirais de telhado até 3 metros de projeção;
- c. passagens cobertas, com largura máxima de 3 metros, com laterais abertas, destinadas apenas à circulação de pessoas ou mercadorias;
- d. reservatórios de água; e. piscinas, banheiros, vestiários e assemelhados, no tocante a sistemas hidráulicos, alarme de incêndio e compartimentação;

Na planta baixa das edificações (Figura 17), estão indicadas as áreas construída, coberta e molhada.

Figura 17 - Configuração da escola.



Fonte: Elaboração do Autor.

Através da análise dessas áreas, de ambas as edificações, foi elaborado uma tabela, para determinar a área de cálculo a ser considerada pela IT nº01/2018 do CBMRN (Tabela 2). E assim então, determinar os procedimentos seguintes, para elaboração das medidas de segurança contra incêndio.

Tabela 2 – Áreas das edificações em estudo.

Edificação	Bloco de salas	Ginásio poliesportivo
Área Construída: $A_{con} (m^2)$	936,43	785
Área molhada: $A_m (m^2)$	35,7	74,27
Área de cálculo: $A_c = A_{con} - A_m (m^2)$	900,73	710,73

Fonte: Elaborado pelo Autor.

Dessa forma, foi verificado que a área da edificação computada, excluindo as áreas molhadas, referente aos banheiros e vestiários, foram de 900,73m² e 710,73m² para o bloco de salas de aulas e o ginásio respectivamente.

De acordo com o CBMRN, a altura da edificação, “para fins de exigências das medidas de segurança contra incêndio, é a medida em metros do piso mais baixo ocupado ao piso do último pavimento.”.

Ainda de acordo com a IT nº 01/2018 do CBMRN, não serão considerados:

- a. os subsolos destinados exclusivamente a estacionamento de veículos, vestiários e instalações sanitárias, áreas técnicas sem aproveitamento para quaisquer atividades ou permanência humana;
- b. pavimentos superiores destinados, exclusivamente, a áticos, casas de máquinas, barriletes, reservatórios de água e assemelhados;
- c. mezaninos cuja área não ultrapasse a 1/3 (um terço) da área do pavimento onde se situa;
- d. o pavimento superior da unidade duplex do último piso de edificação de uso residencial.

Com essa orientação, foi possível mensurar o valor da altura das edificações a serem consideradas. Logo, para bloco de salas foi desconsiderado o valor do reservatório d’água, sendo determinado uma altura de 4,40 m, já o ginásio poliesportivo, por sua vez tem reservatório e vestiários que estão localizados no seu interior, dessa forma a altura de 9,69 m, foi considerada do piso ao telhado.

5.2 Classificação das edificações

Seguindo a IT nº 01/2018 do CBMRN, para classificação quanto a ocupação, a altura e a carga de incêndio, foram utilizadas as tabelas do anexo único desta IT. Com relação a ocupação, o bloco de salas enquadra-se no Grupo E, Educacional e cultural na divisão E-1, na qual abrange

escolas em geral. Enquanto o ginásio poliesportivo enquadra-se no Grupo F, Local de Reunião de Público, na divisão F-3, na qual se refere a Centro esportivo e de exibição, conforme a Tabela 3.

Tabela 3 - classificação das edificações e áreas de risco quanto à ocupação (cont.)

Grupo	Ocupação/Uso	Divisão	Descrição	Exemplos
E	Educativa e cultura física	E-1	Escola em geral	Escolas de primeiro, segundo e terceiro graus, cursos supletivos e pré-universitário e assemelhados.
		E-2	Escola especial	Escolas de artes e artesanato, de línguas, de cultura geral, de cultura estrangeira, escolas religiosas e assemelhados
		E-3	Espaço para cultura física	Locais de ensino e/ou práticas de artes marciais, natação, ginástica (artística, dança, musculação e outros) esportes coletivos (tênis, futebol e outros que não estejam incluídos em F-3), sauna, casas de fisioterapia e assemelhados. Sem arquibancadas.
		E-4	Centro de treinamento profissional	Escolas profissionais em geral
		E-5	Pré-escola	Creches, escolas maternas, jardins de infância
		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, galerias de arte, bibliotecas e assemelhados
		F-2	Local religioso e velório	Igrejas, capelas, sinagogas, mesquitas, templos, cemitérios, crematórios, necrotérios, salas de funerais e assemelhados
		F-3	Centro esportivo e de exibição	Arenas em geral, estádios, ginásios, piscinas, rodeios, autódromos, sambódromos, pista de patinação e assemelhados. Todos com arquibancadas
		F-4	Estação e terminal de passageiro	Estações rodoferroviárias e marítimas, portos, metrô, aeroportos, heliponto, estações de transbordo em geral e assemelhados
		F-5	Arte cênica e auditório	Teatros em geral, cinemas, óperas, auditórios de estúdios de rádio e televisão, auditórios em geral e assemelhados
		F-6	Clubes sociais e diversão	Boates, clubes em geral, salões de baile, restaurantes dançantes, clubes sociais, bingo, bilhares, tiro ao alvo, boliche e assemelhados
		F-7	Construção provisória	Circos e assemelhados
		F-8	Local para refeição	Restaurantes, lanchonetes, bares, cafés, refeitórios, cantinas e assemelhados
		F-9	Recreação pública	Jardim zoológico, parques recreativos e assemelhados
		F-10	Exposição de objetos ou animais	Salões e salas para exposição de objetos ou animais. Edificações permanentes

Fonte: IT nº 01/2018, CBMRN. p. 5.

Logo para a classificação da altura (Tabela 4), foi identificado que ambos, bloco de salas

com altura de 4,4 m e o ginásio com 9,69 m fazem parte do tipo I, correspondente as Edificações Térreas, pois como não possuem andares superiores, os mesmos são considerados edificações de pavimentos únicos, em que a altura dos reservatórios de água dos dois casos é desconsiderada.

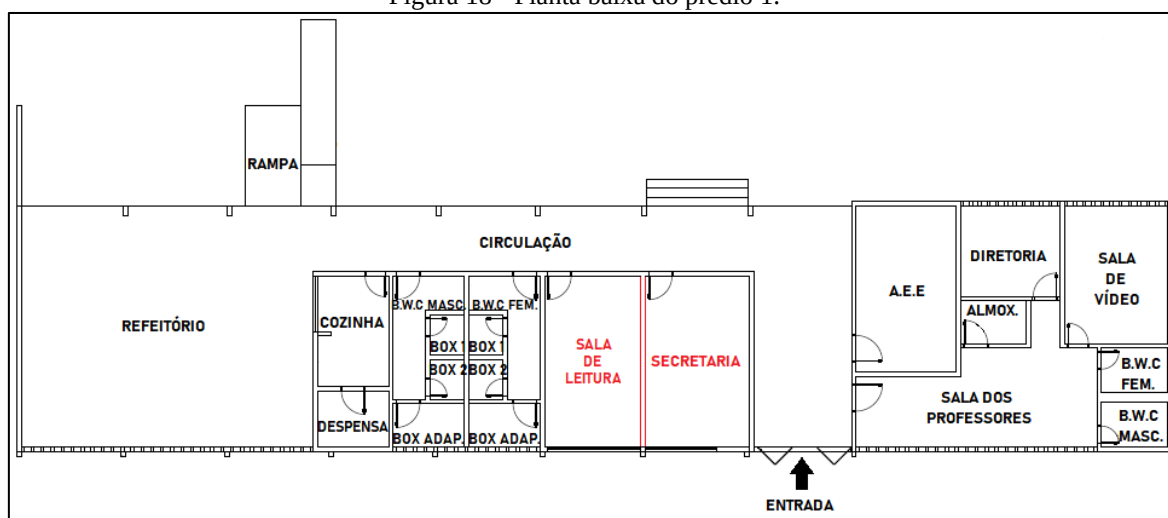
Tabela 4 - Classificação das edificações quanto à altura

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

Fonte: IT nº 01/2018, CBMRN. p. 8.

Antes de classificar os graus de riscos das edificações, ainda pela IT nº 01/2018 do CBMRN, é interessante destacar que a escola passou por modificações que não foram alteradas no projeto arquitetônico repassado pela direção da escola, essas diferenças, fez crescer o alerta, quanto ao cálculo da carga de incêndio, pois havia na edificação do bloco de salas, uma redução de área da secretaria, acrescido uma sala de leitura, ou seja, houve uma desproporção dos materiais considerados combustíveis, que antes estavam alocados para um ambiente maior e agora estão em um ambiente menor. Abaixo, em destaque a área modificada em planta baixa, referente ao prédio 1 (Figura 18), que inclusive é considerada para o dimensionamento das medidas protetivas do bloco de salas.

Figura 18 - Planta baixa do prédio 1.



Fonte: Escola Estadual.

Em seguida, através da ferramenta Excel, foi criada uma tabela dinâmica para gerar comparações entre o que ocorre na IT nº 14/2018 do CBMRN, sobre o método probabilístico e determinístico, para assim considerar o maior valor da carga de incêndio, entre a edificação e suas áreas de risco.

De acordo com a tabela de cargas de incêndio específicas por ocupação desta IT (ANEXO A), as edificações em estudo possuem pelo método probabilístico, os valores a seguir:

- Escola (bloco de salas): 300 MJ/m².
- Ginásio Poliesportivo: 150 MJ/m².

Logo, o Anexo C, considera, o método para levantamento da carga de incêndio específica como determinístico, considerando o potencial calorífico dos materiais inseridos em um ambiente, através da fórmula:

$$q_{fi} = \frac{\sum M_i H_i}{A_f} \quad (\text{Equação 1 – Carga de incêndio específica})$$

Onde:

q_{fi} – valor da carga de incêndio específica, em megajoule por metro quadrado de área de piso;

M_i – massa total de cada componente i do material combustível, em quilograma. Esse valor não pode ser excedido durante a vida útil da edificação, exceto quando houver alteração de ocupação, ocasião em que M_i deve ser reavaliado;

H_i – potencial calorífico específico de cada componente do material combustível, em megajoule por quilograma, conforme Tabela C.1 (ANEXO B);

A_f – área do piso do compartimento, em metro quadrado.

A utilização da planilha (Tabela 5), foi destinada as áreas consideradas de maior potencial de risco no bloco de salas, onde havia alguns materiais com potenciais caloríficos elevados para o tamanho do ambiente em que estão inseridos. E com isso, saber se algum desses locais da edificação em estudo, apresentava valores de carga de incêndio superiores ao encontrado pelo método probabilístico, citado anteriormente.

Tabela 5 – Planilha para cálculo da carga de incêndio específica.

Carga de Incêndio - Despensa				
Tipo de material Existente na edificação por compartilhamento		Massa total de cada material M_i - Kg	Potencial calorífico específico H_i - (MJ/m²)	Potencial Calorífico por material $M_i \times H_i$ - q_i (MJ)
1	Arroz* (grãos)	30	17	510
2	Achocolatado* (cacau em pó)	16	17	272
3	Flocão* (amido)	20	17	340
4	Biscoito* (cereais)	32	17	544

5	Açúcar*	24	17	408
Total do potencial calorífico do pavimento - $q_{fi} (MJ) - \sum M_i \times H_i$				2074
Área do piso do pavimento - $A_f (m^2)$				4,67
Carga de incêndio específica do pavimento - $q_{fi} (MJ/m^2)$				444,11

(*) alimentos de acordo com fornecimento e cardápio das refeições, que ficam estocados.

Fonte: IT nº 14/2018, CBMRN. p. 14.

Importante destacar que alguns alimentos, não entraram no cálculo, pelo fato de serem gelados, carnes, verduras e frutas. A compra de alguns alimentos é feita de acordo com a necessidade da escola para o preparo das refeições, como leite, ovos, temperos, margarina e óleo.

Diante dessa preocupação, houve também a necessidade de saber sobre sua área vizinha, a cozinha, que comporta um botijão de gás convencional (GLP) de 13 kg (Tabela 5.1).

Tabela 5.1 - Planilha para cálculo da carga de incêndio específica.

Carga de Incêndio - Cozinha						
Tipo de material Existente na edificação por compartilhamento		Massa total de cada material M_i - Kg		Potencial calorífico específico H_i - (MJ/m^2)		Potencial Calorífico por material $M_i \times H_i$ - q_i (MJ)
1	Gás (GLP)	3,9*	9,1*	45	46	594,1
Total do potencial calorífico do pavimento - q_{fi} (MJ) - $\sum M_i \times H_i$						594,1
Área do piso do pavimento - A_f (m^2)						9,19
Carga de incêndio específica do pavimento - q_{fi} (MJ/m^2)						64.65

(*) Valores, correspondentes à 30% de Butano e 70% de Propano.

Fonte: IT nº 14/2018, CBMRN. p.14.

Em relação a sala de leitura, o cálculo foi elaborado sobre o peso que as estantes suportariam dos seus livros e também alguns objetos no interior do ambiente (Tabela 5.2).

Tabela 5.2 - Planilha para cálculo da carga de incêndio específica.

Carga de Incêndio – Sala de Leitura				
Tipo de material Existente na edificação por compartilhamento		Massa total de cada material M_i - Kg	Potencial calorífico específico H_i - (MJ/m^2)	Potencial Calorífico por material $M_i \times H_i$ - $q_i (MJ)$
1	Livros* (papel)	1215	17	20655
2	Cadeiras (plástico)	22	31	682
3	Mesa (madeira)	10	19	190
Total do potencial calorífico do pavimento - $q_{fi} (MJ)$ - $\sum M_i \times H_i$				21527
		Área do piso do pavimento - $A_f (m^2)$		19,35
Carga de incêndio específica do pavimento - $q_{fi} (MJ/m^2)$				1112,51

(*) Estantes de 2m de altura, 95cm de largura e 25cm de profundidade, comportando 75% de sua capacidade.

Fonte: IT nº 14/2018, CBMRN. p.14.

Por fim, a secretaria, apresentou os seguintes materiais: pastas plásticas, papel, mesas de

madeira cadeiras acolchoadas e plástica. (Tabela 5.3).

Tabela 5.3 – Planilha para cálculo de carga de incêndio específica.

Carga de Incêndio - Secretaria				
Tipo de material Existente na edificação por compartilhamento		Massa total de cada material M_i - Kg	Potencial calorífico específico H_i - (MJ/m ²)	Potencial Calorífico por material $M_i \times H_i$ - q_i (MJ)
1	Folhas (papel)	650	17	11560
2	Mesas (madeira)	50	19	950
3	Cadeiras tipo 1*	16,5	28,3	466,95
4	Cadeiras tipo 2*	33,6	28,3	950,88
5	Pastas arquivos (plástico)	30,6	31	948,6
Total do potencial calorífico do pavimento - q_{fi} (MJ) - $\sum M_i \times H_i$				14876,43
Área do piso do pavimento - A_f (m ²)				20,99
Carga de incêndio específica do pavimento - q_{fi} (MJ/m ²)				708,74

(*) Média entre os materiais de sua composição.

Fonte: IT nº 14/2018, CBMRN. p.14.

Os demais ambientes, apresentaram poucos materiais e com pequeno potencial calorífico, considerados como material de expediente.

Diante disso, os resultados obtidos foram, os seguintes:

- Despensa: 444,11 MJ/m²
- Cozinha: 64,65 MJ/m²
- Sala de Leitura: 1112,51 MJ/m²
- Secretaria: 708,74 MJ/m²

Com esses dados coletados dos ambientes da escola, foi feito um comparativo de qual é o maior valor entre o método probabilístico (ANEXO A) tabelado, ou o método determinístico que foi calculado, com critério de propor uma maior segurança a toda edificação, foi considerado o maior valor de carga de incêndio em que a edificação está sujeita, como referência para que assim, sejam adotadas medidas protetivas. Assim foi elaborado na planilha o comparativo (Quadro 5).

Quadro 5 – Comparativo de resultados.

Maior carga de incêndio encontrada na edificação (MJ/m ²):	1112,51
Valor recomendado (Tabelado) (MJ/m ²):	300
Valor real de carga de incêndio (MJ/m ²):	1112,51

Fonte: Elaborado pelo autor.

Com tudo, retornamos a IT nº 01/2018 do CBMRN, onde é possível classificar as edificações, quanto aos seus riscos, que podem ser determinados pelo (Quadro 6), que é a legenda de associação por cor, utilizada na planilha.

Quadro 6 - Classificação das edificações e áreas de risco quanto à carga de incêndio.

Risco	Carga de Incêndio
Baixo	Até 300 MJ/m ²
Médio	Entre 300 e 1.200 MJ/m ²
Alto	Acima de 1.200MJ/m ²

Fonte: Adaptado da IT nº 01/2018, CBMRN. p. 11.

Enquanto que a escola demonstrou a necessidade de calcular o valor real da carga de incêndio, chegando ao risco médio (amarela), como mostra o quadro 6, o ginásio por sua vez não apresentou materiais com potencial calorífico, sendo assim, o seu valor de carga de incêndio fica determinado pelo método probabilístico e mantendo-se no risco baixo (verde).

Esta classificação prévia das edificações é de grande importância pois, a aplicação das demais instruções, assim como níveis de exigências e tipos de proteção, além de outros fatores, dependem dessa categorização para serem aplicados. Portanto, após toda essa caracterização inicial chegamos ao seguinte resultado acerca do perfil do estabelecimento:

- Bloco de salas é uma edificação térrea, com área calculada de 900,71 m² a ser considerado, apenas um pavimento, classificado quanto a sua ocupação na categoria E-1, com carga de incêndio de 1112,51 MJ/m² e risco considerado médio.
- Ginásio poliesportivo é uma edificação térrea, com área calculada de 710,73 m² a ser considerado, classificado quanto a sua ocupação na categoria F-3, com carga de incêndio 150 MJ/m² e risco considerado baixo.

5.3 Isolamento de Risco.

Posteriormente, foi verificado a separação entre as edificações, com a intenção obedecer a IT nº 07/2018 do CBMRN, que tem por objetivo, preservar uma edificação da outra, afim de evitar a propagação das chamas.

A IT citada faz uma ressalva ao caso em estudo para edificações situadas no mesmo lote, em seu item 2.2:

As edificações situadas no mesmo lote que não atenderem às exigências de isolamento de risco deverão ser consideradas como uma única edificação para o dimensionamento das medidas de proteção.

Neste sentido, na intenção de saber se as edificações atenderiam ou não tal exigência, foi elaborado outra planilha utilizando-se do valor da carga de incêndio específica, para realizar a

checagem.

Para a realização dessa planilha foi necessário saber qual das edificações, teria a maior severidade da carga de incêndio, para determinar qual seria a edificação expositora e em exposição. Desta forma, a partir das seguintes premissas, foi determinado:

- Edificação expositora: Bloco de salas, com carga de incêndio de 1112,51 MJ/m².
- Edificação em exposição: Ginásio poliesportivo, com carga de incêndio de 150 MJ/m².

Diante disto, foi necessário coletar em planta a distância mais próxima da fachada expositora para fachada em exposição. Ver Quadro 7.

Quadro 7 – Fachadas.

Dados da fachada expositora e edificação vizinha	
Fachada	Fachada Lateral-Direita
Edificação Vizinha	Ginásio Poliesportivo
Distância (m):	20

Fonte: Elaborado pelo Autor.

Através da Tabela 6 (ANEXO C), que discorre sobre as medidas segurança contra incêndio existentes e parte da fachada a ser considerada no dimensionamento, foi traçado o perfil da edificação expositora, para a realização dos cálculos.

Tabela 6 – Determinação da fachada para dimensionamento.

Medidas de segurança contra incêndio existentes		Parte da fachada a ser considerada no dimensionamento	
Compartimentação		Edificações Térreas	Edificações com 2 ou mais pavimentos
Horizontal	Vertical		
Não	Não	Toda a fachada do edifício	Toda a fachada do edifício

Fonte: Adaptado da IT nº 07/2018, CBMRN. p. 5.

Para efeitos de cálculo, também foi necessário destacar o grau de severidade da carga de incêndio provinda do bloco de salas, na Tabela 7 (ANEXO C.1).

Tabela 7 - Severidade da carga de incêndio para o isolamento de risco.

Classificação da severidade	Carga de Incêndio (MJ/m²)
II	681 até 1460

Fonte: Adaptado da IT nº 07/2018, CBMRN. p. 5.

Logo, para a realização do cálculo de dimensionamento da distância de separação, a formula geral que deve ser utilizada da IT nº 07/2018, é dada pela seguinte expressão:

$$D = \alpha \cdot (largura\ ou\ altura) + \beta \quad \text{(Equação 2 – Distância de separação)}$$

Onde:

D – distância de separação em metros;

α – coeficiente obtido da tabela A-1 (ANEXO D), em função da relação (largura/altura ou altura/largura), da porcentagem de aberturas e da classificação de severidade;

β – coeficiente de segurança que assume os valores de 1,5 m (β_1) ou de 3 m (β_2), conforme a existência de Corpo de Bombeiros no município.

Seguindo esse raciocínio, as Tabelas 8 e 9 a seguir, trazem os cálculos de X e Y, e seus respectivos valores imediatamente superiores, na tabela A-1 (ANEXO D), conforme a consulta da relação largura/altura e classificação de severidade.

Tabela 8 - Cálculo de X.

Largura (m)	Altura (m)	Larg./Altura (m)	X
101,51	4,4	23,07	25

Fonte: Elaborado pelo Autor.

Tabela 9 – Cálculo de Y.

Fachadas (m²)	Aberturas (m²)	Abert. /Fachada (%)	Y
446,644	24,36	18,34	20

Fonte: Elaborado pelo Autor.

Com auxílio deste resultado, de ambos os valores, é possível traçar e encontrar o índice para as distâncias de segurança, que é $\alpha = 1,34$. Já o valor do coeficiente de segurança, será $\beta_2 = 3$, pois no município não possui corpo de bombeiros.

Com tudo, foi realizado o cálculo da fórmula geral e encontrada a distância de separação mínima entre as edificações, como mostra a Tabela 10.

Tabela 10 - Cálculo do dimensionamento.

Distância de separação				
	α	(L ou A)	β	
$D = \alpha \times (\text{largura ou altura}) + \beta$	1,34	4,4	3	D (m)= 8,90

Fonte: Elaborado pelo Autor.

Por último, a Tabela 11 demonstra o resultado comparativo da planilha, entre a distância mínima e a real. Afirmando que as distâncias são atendidas em um mesmo lote, logo as edificações não são consideradas como única edificação, tornando as análises e medidas de proteção independentes uma da outra.

Tabela 11 – Resultado comparativo.

Resultado		
Distância Real (m):	20,0	Atende?
Distância Mínima (m):	8,90	SIM

Fonte: Elaborado pelo Autor.

5.4 Análise situacional do bloco de salas.

De acordo com o que foi descrito na IT nº 01/2018, edificações e áreas comprovadamente existentes na data da publicação da Portaria 131/18, podem ser adaptadas e atendidas pela IT nº 43/2018. A avaliação quanto aos sistemas de proteção e combate a incêndio a escola, serão guiados pelas exigências básicas apresentadas, por esta última instrução técnica citada, para edificações com área superior 750 m² ou altura superior a 12 m, independente da data de construção e da regularização, são:

- a. extintores de incêndio;
- b. iluminação de emergência;
- c. sinalização de emergência;
- d. alarme de incêndio;
- f. instalações elétricas em conformidade com as normas técnicas;
- g. brigada de incêndio ou profissional, quando exigido, conforme IT 17;
- h. hidrantes;
- i. saída de emergência;
- j. selagem de shafts e dutos de instalações, para edificações com altura superior a 12 m;
- l. controle de material de acabamento e revestimento para ocupações do grupo B, F-3, F-5, F-6, F-7, F-11, H-2, H-3 e H-5.

Para essa identificação em um primeiro momento, foi utilizado o (Quadro 8) na intenção de saber, quais tipos de proteção já existiam nas edificações, e assim traçar as adaptações necessárias.

Quadro 8 - Lista de verificação – Instrumento utilizado.

Lista de verificação				
Locais de aplicação: Bloco de salas.				
Item	Tipo de proteção	Existe no estabelecimento?		
		Sim	Não	N/A
a	Extintores de incêndio		X	
b	Iluminação de emergência		X	
c	Sinalização de emergência		X	
d	Alarme de incêndio		X	
e	Instalações Elétricas	X		
f	Brigada de incêndio		X	
g	Hidrantes		X	
h	Saída de emergência		X	
i	Selagem de shafts			X
j	Controle de material			X

(N/A) – Não se aplica.

Fonte: Gomes, (2018, p. 59).

Importante destacar que há existência de instalações elétricas, porém não foi analisado as condições das mesmas, já que não é o objetivo principal do presente trabalho.

Após conhecer as necessidades de proteções foi possível consultar as Instruções Técnicas do Corpo de Bombeiros do Estado do Rio Grande do Norte referentes a cada tipo de proteção, para que pudesse ser levantados alguns pontos para uma melhor avaliação quadro atual. As principais normas utilizadas foram:

- a) IT nº 11/2018 – Saídas de emergência
- b) NBR 14.276 - Brigada de incêndio
- c) IT nº 18/2018 – Iluminação de emergência
- d) IT nº 19/2018 – Sistema de detecção e alarme de incêndio
- e) IT nº 20/2018 – Sinalização de emergência
- f) IT nº 21/2018 – Sistema de proteção por extintores de incêndio
- g) IT nº 22/2018 – Sistemas de hidrantes e de mangotinhos para combate a incêndio.

A consulta às instruções técnicas acima foi necessária para que fossem levantados pontos, que serviram para nortear a análise e identificar a realidade da proteção contra incêndio do Bloco de salas. Já a escolha da NBR 14.276, aconteceu pelo fato da necessidade de utilizar a Tabela 20 presente na mesma, que auxiliou na composição da brigada de incêndio, por apresentar uma subdivisão em relação a nível de risco da carga de incêndio em que a edificação está inserida que na IT não tinha.

5.5 Análise situacional do ginásio poliesportivo.

De acordo com o que foi descrito ao decorrer do presente trabalho, a área considerada do ginásio poliesportivo deve ter a subtração de suas áreas molhadas, no caso não sendo computada seus vestiários, como discorre a IT nº 01/2018 no Item 8.3. Logo, a edificação em questão, obedece a avaliação quanto aos sistemas de proteção e combate a incêndio serão guiados pelas exigências básicas apresentadas na IT nº 43/2018, no item 6.3:

As medidas de segurança contra incêndio consideradas como exigências básicas nas edificações com área menor ou igual a 750 m² e altura inferior ou igual a 12 m, independentemente da data de construção e da regularização, são as constantes na Tabela 12 da IT 01 – Parte 01.

Tabela 12 - Exigências para edificações com área menor ou igual a 750 m² e altura inferior ou igual a 12,00 m.

Medidas de Segurança Contra Incêndio	A, D, E e G	B	C	F			H		I e J	L
				F2, F3, F4, F6 e F8	F1 e F5	F9 e F10	H1, H4 e H6	H2, H3 e H5		
Controle de Materiais de Acabamento	-	X	-	X	X	-	-	X	-	X
Saídas de Emergência	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Iluminação de Emergência	X ¹	X ²	X ¹	X ³	X ³	X ³	X ¹	X ¹	X ¹	-
Sinalização de Emergência	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Extintores	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Brigada de Incêndio	-	-	-	X ⁴	X ⁴	X ⁴	-	-	-	X
NOTAS ESPECÍFICAS: 3 – Para edificação com lotação superior a 50 pessoas ou edificações com mais de dois pavimentos; 4 – Exigido para lotação superior a 100 pessoas.										

Fonte: IT nº 01/2018, CBMRN. p. 12.

Importante destacar, que para o ginásio poliesportivo, não será realizado a análise do matérias de acabamento/revestimento, pois o mesmo requer uma análise laboratorial, por meio de ensaios, de determinação do índice de propagação superficial de chama pelo método do painel radiante e densidade crítica de fluxo de energia térmica, que para o nosso trabalho não foi considerado como objetivo principal.

5.6 Projeto de proteção contra incêndio – propostas de adaptação

Após perceber que desde a inauguração da escola, não houve elaboração de um plano de combate contra incêndio, e que nos últimos anos apresentou modificações pontuais em sua configuração, ficou evidenciada a necessidade de melhorias, a principal ação a ser adotada é adaptação da escola ao um projeto de proteção contra incêndio.

Apesar da atual legislação não obrigar as edificações sem projetos aprovados anteriores à data de vigência da Portaria nº 131/2018 a atenderem a referida norma, para edificações com aprovação pelo Corpo de Bombeiros, mas que necessitam realizar qualquer adaptação prevista pela Instrução Técnica IT nº 43/2018, é obrigatório pelo menos o cumprimento das exigências do item 6 desta IT.

5.6.1 Proposta para as saídas de emergência.

A realização desta proposta tem base na IT nº 11/2018, que apresenta parâmetros como cálculo das unidades de passagens, distância máxima a percorrer e largura dos corredores e normatização acerca dos acessos, e saídas de emergência.

Antes de tomar as medidas cabíveis ao bloco de salas, foram realizados os cálculos, para saber se a atual configuração da figura 16, atenderiam a necessidade de seus ocupantes em um eventual sinistro.

De acordo com a IT nº 11/2018 a formula utilizada para calcular a largura das saídas de emergência é dado pela seguinte expressão:

$$N = \frac{P}{C} \quad (\text{Equação 3 – cálculo do número de unidade de passagem})$$

Onde:

N – Número de unidades de passagem, arredondado para número inteiro imediatamente superior;

P – População, conforme Tabela 13;

C – Capacidade da unidade de passagem, conforme Tabela 13.

Tabela 13 - Dados para o dimensionamento das saídas de emergência.

Ocupação ^(O)		População ^(A)	Capacidade da Unidade de Passagem (UP)		
Grupo	Divisão		Acessos/ Descargas	Escadas/ Rampas	Portas
A	A-1, A-2	Duas pessoas por dormitório ^(C)	60	45	100
	A-3	Duas pessoas por dormitório e uma pessoa por 4 m ² de área de alojamento ^(D)			
B		Uma pessoa por 15 m ² de área ^{(E) (G)}	100	75	100
C		Uma pessoa por 5 m ² de área ^{(E) (J) (M)}			
D		Uma pessoa por 7 m ² de área ^(L)			
E	E-1 a E-4	Uma pessoa por 1,50 m ² de área de sala de aula ^{(F) (N)}	30	22	30
	E-5, E-6	Uma pessoa por 1,50 m ² de área de sala de aula ^{(F) (N)}			
F	F-1, F-10	Uma pessoa por 3 m ² de área ^(N)	100	75	100
	F-2, F-5, F-8	Uma pessoa por m ² de área ^{(E) (G) (N) (P) (Q)}			
	F-3, F-6, F-7, F-9	Duas pessoas por m ² de área ^{(G) (N) (Q) (1:0,5 m²)}			
	F-4	Uma pessoa por 3 m ² de área ^{(E) (J) (F) (N)}			

Fonte: IT nº11/2018, CBMRN. p. 21.

Para o bloco de salas, a população deve ser calculada considerando uma pessoa por 1,5 m² de área e capacidade da Unidade de Passagem (UP) deve ser considerada 100 pessoas/UP/minuto. Para calcular a população devemos, primeiramente, dividir a área do local pelo valor da tabela 13, onde obteremos a seguinte expressão:

$$Popul. = \frac{\text{Área}}{\text{Valor da tabela 7}} = \frac{936 \text{ m}^2}{1,5 \text{ m}^2} = 624 \text{ pessoas}$$

Em seguida, aplicando o valor encontrado na equação 2, temos:

$$N = \frac{P}{C} = \frac{624}{100} = 6,24$$

Porém esse valor deve sofrer um arredondamento para o primeiro número inteiro superior, assim o Número de Unidade de Passagens obtido é 7. A IT fixa 1 UP em 0,55 m. Portanto, multiplicando o valor encontrado pelo valor correspondente em UP (7 x 0,55), temos que a largura das saídas de emergência devem ser de no mínimo 3,85 metros, para essas condições propostas.

Dessa forma, como existe apenas uma saída que é a entrada, para o bloco de salas, e essa tem apenas 1,73 m de largura, ou seja, um valor inferior ao resultado, será necessário realizar mudanças, que podem ser na largura desta passagem, acrescentar outra saída de emergência a edificação ou até mesmo limitar a quantidade de pessoas no prédio.

Com tudo, na intenção de verificar uma maneira de evitar algumas dessas mudanças mais drásticas, foi realizado o mesmo cálculo do número de unidade de passagem, considerando apenas a população em um dos turnos de funcionamento, no caso, o turno com maior quantidade de ocupantes. Os dados quantitativos disponibilizados pela escola, foram utilizados para elaboração do Quadro 9, que descreve o número de ocupantes que frequentam a edificação.

Quadro 9 – Ocupantes da edificação.

Ocupantes	Turno	Quantidade
Alunos	Matutino	287
	Vespertino	262
	Noturno	114
Funcionários		65
Total		728

Fonte: Escola Estadual.

Utilizando-se da quantidade do turno matutino que é de 287 ocupantes e somados a esses uma equipe permanente de 25 funcionários atuantes neste período, foi obtido o Número de Unidade de Passagens de 4, logo esse valor foi multiplicado por 0,55, resultando em 2,20 metros de largura mínima, o que não atende ao valor de 1,73 m da entrada do edifício.

Porém mesmo o segundo resultado sendo mais aproximado ao que a passagem disponibiliza de largura, apresentando uma melhor situação possível em um caso de um

eventual sinistro, se comparado ao primeiro resultado. Ainda assim será necessário realizar algumas mudanças para que a evacuação do local, seja mais segura para as pessoas. Portanto, propõe-se que:

- a) Deve ser colocado uma porta de 1,1 m de largura, equivalente a 2 UP, no refeitório.
- b) Adequação da entrada principal da escola para a largura mínima de 2,20 m.

Outro ponto analisado foram as distâncias a serem percorridas até as saídas de emergências. A IT nº 11/2018 descreve que para atingir um local de relativa segurança (espaço livre exterior/ área de refúgio), tendo em vista o risco à vida humana decorrente do fogo e da fumaça, deve-se considerar:

- a. o acréscimo de risco quando a fuga é possível em apenas um sentido;
- b. a redução de risco em caso de proteção por chuveiros automáticos, detectores ou controle de fumaça;
- c. a redução de risco pela facilidade de saídas em edificações térreas.

Atualmente, existem pontos no prédio 2 que não atendem a este quesito por ficar a mais de 60 metros de distância da saída mais próxima, como também no prédio 3, com distâncias superiores a 50 metros. Esta questão pode ser solucionada através da implantação de novas saídas de emergência mais próximas a esses pontos, pois de acordo com a Tabela 14, locais com apenas uma saída de emergência e que não possuem detecção automática de fumaça diminuem a distância máxima a ser percorrida para 40 metros.

Tabela 14 – Distâncias máximas a serem percorridas.

Grupo/ Divisão de Ocupação	Andar	Sem chuveiros automáticos				Com chuveiros automáticos			
		Saída única		Mais de uma saída		Saída única		Mais de uma saída	
		Sem detecção automática de fumaça (referência)	Com detecção automática de fumaça	Sem detecção automática de fumaça (referência)	Com detecção automática de fumaça	Sem detecção automática de fumaça (referência)	Com detecção automática de fumaça	Sem detecção automática de fumaça (referência)	Com detecção automática de fumaça
A e B	De saída da edificação (piso de descarga)	45 m	55 m	55 m	65 m	60 m	70 m	80 m	95 m
	Demais andares	40 m	45 m	50 m	60 m	55 m	65 m	75 m	90 m
C, D, E, F, G-3, G-4, G-5, H, L e M	De saída da edificação (piso de descarga)	40 m	45 m	50 m	60 m	55 m	65 m	75 m	90 m
	Demais andares	30 m	35 m	40 m	45 m	45 m	55 m	65 m	75 m

Fonte: IT nº 11/2018, CBMRN. p. 23.

Unindo-se a proposta anterior, como complemento pode-se propor:

- c) Deve ser retirada uma grade existente com largura de 1,7 metros que se encontra entre

os prédios 2 e 3, para que a evacuação do local seja efetuada mais rapidamente, diminuindo as distâncias máximas a serem percorridas de locais mais desfavoráveis a saída 1.

Em seguida, foi observado se a escada que dá acesso a saída 1, estava dimensionada corretamente. A NBR 9050/2020 em seu item 6.8.2, considera uma escada, uma sequência de três degraus ou mais, porém não respeitava as seguintes condições:

- a) $0,63 \text{ m} \leq p + 2e \leq 0,65 \text{ m}$,
- b) pisos (p): $0,28 \text{ m} \leq p \leq 0,32 \text{ m}$ e
- c) espelhos (e): $0,16 \text{ m} \leq e \leq 0,18 \text{ m}$;

Em que:

e – altura do degrau = espelho.

p – largura do degrau = piso.

Observando que os degraus não obedecem a norma, assim propõe-se que:

- d) Os degraus tenham dimensões corretas ou substituí-la por rampas que atendam ao acesso das saídas de emergência 1 e 3, com seus devidos corrimões.

Para realização de propostas para ocupações do tipo centros esportivos e de exibição, a IT nº 12/2018, em seu item 2.1.1:

Quando houver lotação inferior a 2500 pessoas, para edificações permanentes, admite-se que os parâmetros de saídas sejam dimensionados conforme a Instrução Técnica CBMRN nº 11/18 – Saídas de Emergência.

Desta maneira, foi realizado o cálculo da largura das saídas de emergência, para conferir se essas dimensões já estavam sendo atendidas no ginásio poliesportivo, através do mesmo procedimento tomado anteriormente ao bloco de salas, porém considerando ($1:0,5 \text{ m}^2$) de área e capacidade da Unidade de Passagem (UP) em 100 pessoas/UP/minuto, conforme tabela 13. Obtendo-se:

$$Popul. = \frac{\text{Área}}{\text{Valor da tabela 7}} = \frac{785 \text{ m}^2}{0,5 \text{ m}^2} = 1570 \text{ pessoas}$$

Valor considerado para lotação máxima tanto de arquibancadas, quanto de quadra lotada, já que a edificação também é utilizada para reuniões. Em seguida, aplicando o valor encontrado na equação 2, temos:

$$N = \frac{P}{C} = \frac{1570}{100} = 15,7$$

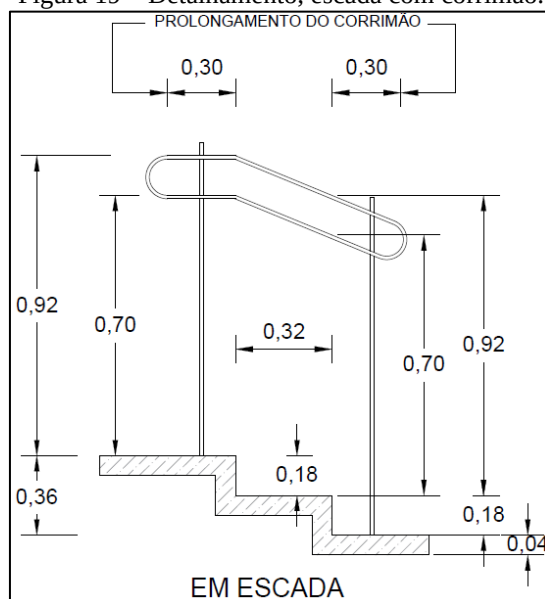
Logo, esse valor sofrendo arredondamento para o primeiro número inteiro superior, é considerado 16 UP. Multiplicando o valor encontrado ($16 \times 0,55$), temos que a largura das

saídas de emergência devem ser de no mínimo 8,8 metros.

Desta forma, como o somatório das saídas do ginásio é de 9,3 m, compreendidas em 4 saídas, logo essa largura de passagem já atende na presença de um sinistro.

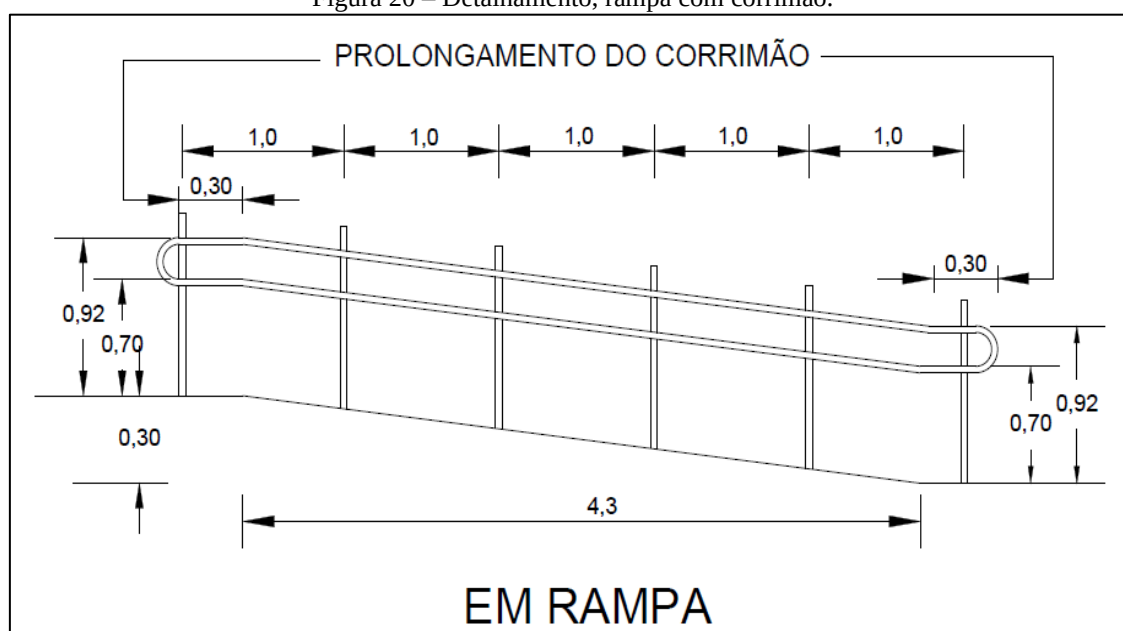
As Figura 19 e 20, demonstram o detalhamento para adoção de escadas e/ou rampas, no sentido pátio a saída de emergência 1.

Figura 19 – Detalhamento, escada com corrimão.



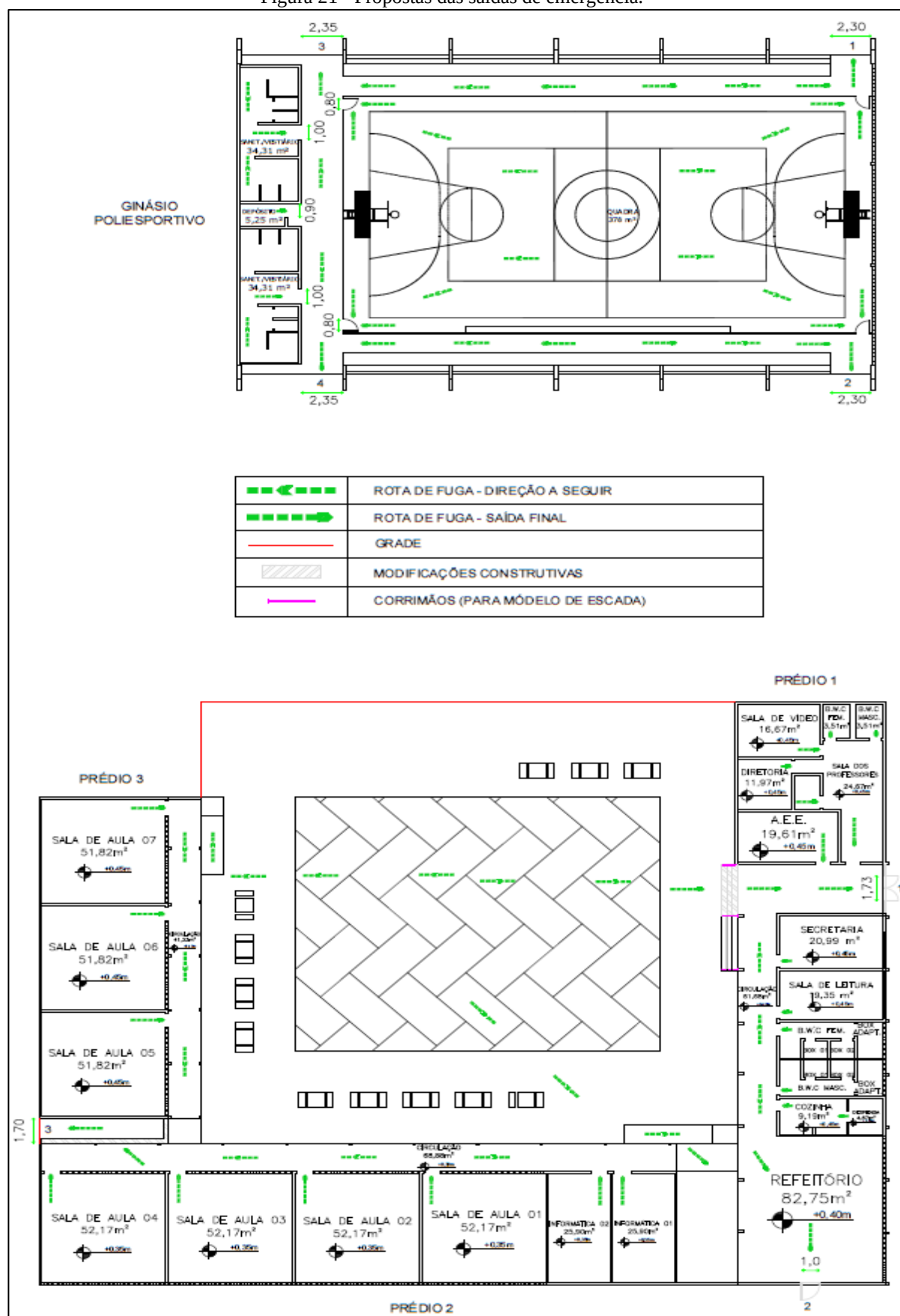
Fonte: Elaborado pelo Autor.

Figura 20 – Detalhamento, rampa com corrimão.



Fonte: Elaborado pelo Autor.

Figura 21 - Propostas das saídas de emergência.



Fonte: Elaborado pelo Autor.

5.6.2 Proposta para os extintores de incêndio.

A execução da adaptação de sistemas de proteção por extintores de incêndio, passa pelos critérios estabelecidos na IT nº 21/2018. A mesma sugere que sejam dimensionados e distribuídos corretamente no estabelecimento, de acordo com a distância máxima de caminhada, estabelecida na norma através da Tabela 15. Logo, para o caso em estudo a distância de caminhada até os extintores deve ser de 20 metros, no bloco de salas que apresenta risco médio, e de 25 metros para o ginásio poliesportivo de risco baixo, entre extintores instalados nas edificações.

Tabela 15 - Distância máxima de caminhada.

A. RISCO BAIXO	25 m
B. RISCO MÉDIO	20 m
C. RISCO ALTO	15 m

Fonte: IT nº 21/2018. CBMRN. p. 2.

A IT nº 21/2018, ainda determina em seu item 5.2.1.10.2, que:

Deve ser instalado, pelo menos, um extintor de incêndio a não mais de 5 m da entrada principal da edificação e das escadas nos demais pavimentos.

A NBR 12693/2013, determina a capacidade extintora mínima de cada extintor, de acordo com sua classe de risco, devendo seguir as seguintes recomendações da Tabela 16.

Tabela 16 – Capacidade extintora e distribuição para risco classe A e B.

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

(*) Pode ser substituído por 2 extintores com carga d'água de capacidade 2-A;

Fonte: Adaptado da NBR 12693, p. 9.

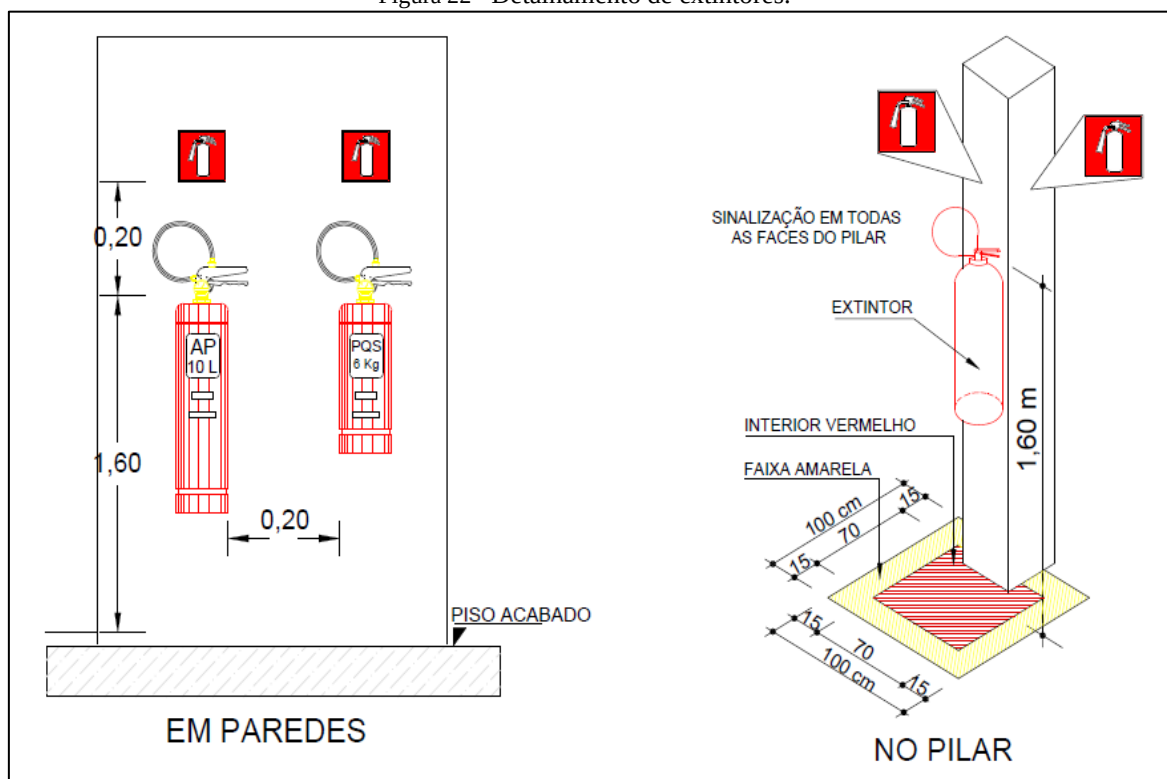
Dessa forma será necessário a instalação de 11 extintores para toda escola, sendo: 4 extintores de água pressurizada, com capacidade extintora (3-A), 4 extintores com carga PQS, capacidade extintora 40 BC e 1 extintor com carga ABC, para o bloco de salas. O ginásio por sua vez deve adquirir apenas 2 extintores PQS, com capacidade de carga ABC.

Para fazer bom uso do equipamento e conservar sua qualidade e capacidade, os mesmos

devem estar sempre em conformidade de sua pressão adequada para uso, bem como validade e garantia. Devem também ser manuseados por pessoas treinadas, que podem ocorrer através da brigada de incêndio.

A Figura 22, demonstra o detalhamento das locações de extintores duplos que é a grande maioria no bloco de salas e o extintor em pilar instalado no refeitório.

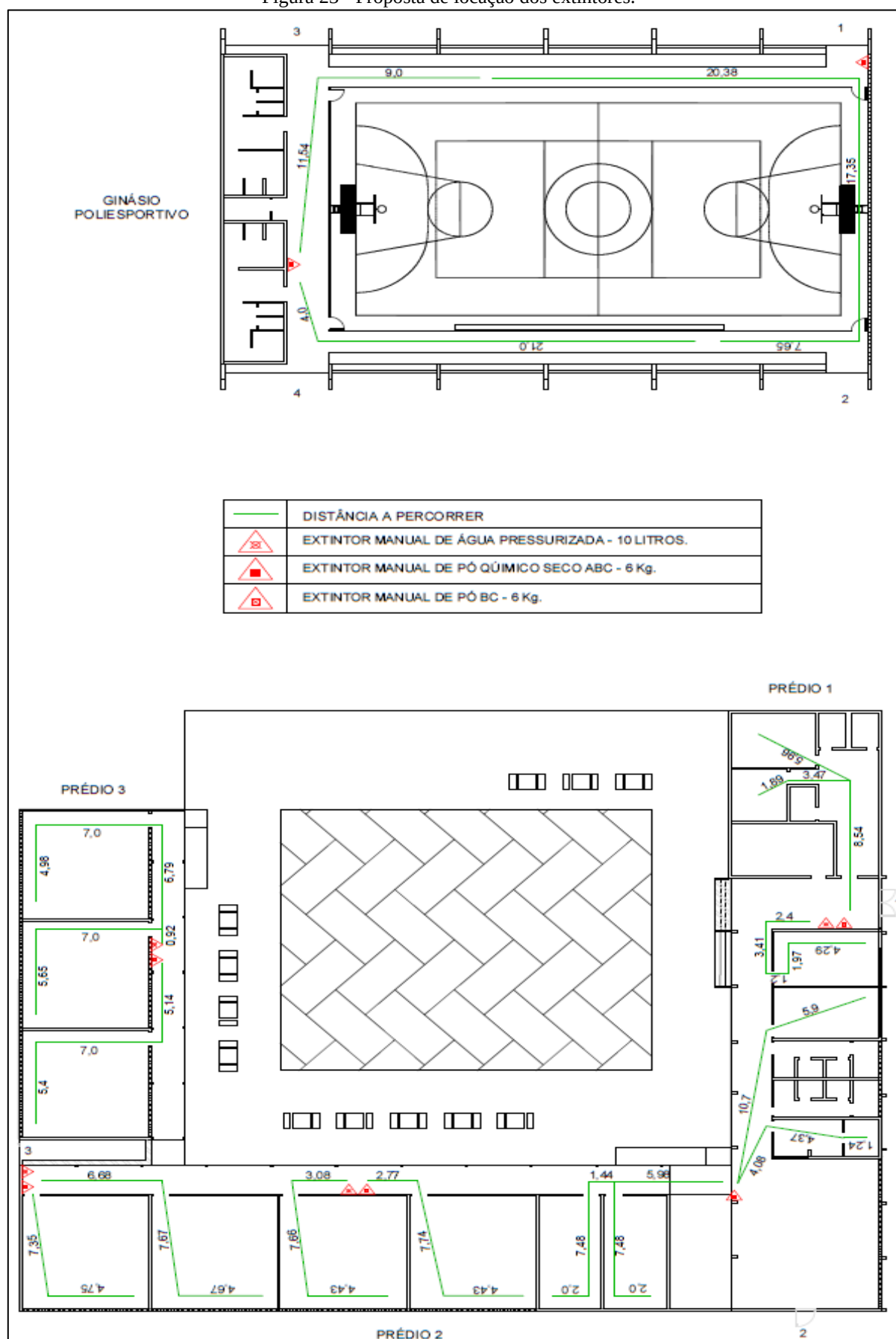
Figura 22 - Detalhamento de extintores.



Fonte: Elaborado pelo Autor.

Dessa maneira, tendo este quantitativo e observando as exigências da IT, a Figura 23 apresenta uma sugestão de adaptação da localização dos extintores no estabelecimento, bem como as distâncias a percorrer ao mesmo.

Figura 23 - Proposta de locação dos extintores.



Fonte: Elaborado pelo Autor.

5.6.3 Proposta para iluminação de emergência.

A proposta de iluminação de emergência, levou em consideração as diretrizes estabelecidas na IT nº 18/2018 do CBMRN, bem como a aplicação da NBR 10.898.

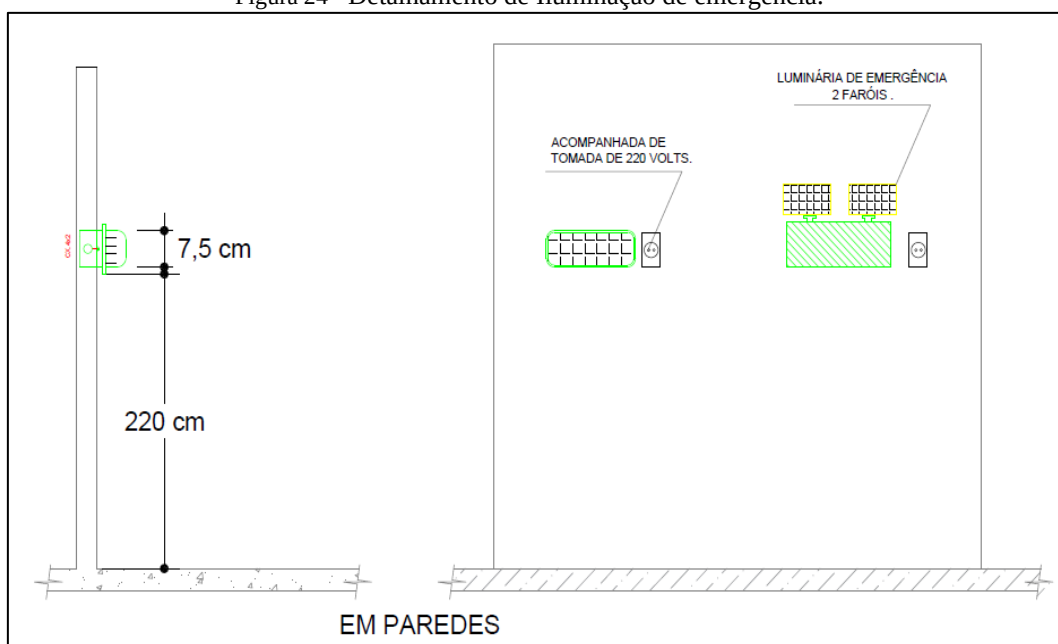
A NBR 10.898, considera como ambientes de risco aqueles que apresentem, pouca iluminação, obstáculos e riscos de acidentes, por exemplo: áreas industriais, galerias, salas de aula, restaurantes, dormitórios coletivos entre outros.

Esse sistema deve atender todo o bloco de salas e o ginásio poliesportivo, priorizando locais fechados e rotas de fuga, o mesmo teria a função de nortear os ocupantes em eventual fuga, proporcionando a visibilidade de corredores e possíveis obstáculos, bem como indicação das saídas de emergência.

O tipo de iluminação escolhida para ser implementado na escola, foi por meio de blocos autônomos, a distribuição dessas luminárias deve atender a recomendação de distância entre os pontos de iluminação, sendo 15 metros entre os pontos de iluminação e 7,5 metros entre o ponto de iluminação e a parede. As mesmas devem possuir, um nível de iluminamento mínimo de 3 lux para locais planos e 5 lux para desníveis, conforme é exigido na IT e na NBR.

A Figura 24, demonstra o detalhamento das locações de luminárias utilizadas para as edificações, e a necessidade de tomadas para o seu funcionamento.

Figura 24 - Detalhamento de Iluminação de emergência.



Fonte: Elaborado pelo Autor.

Desta forma, foi proposto a instalação de 33 luminárias:

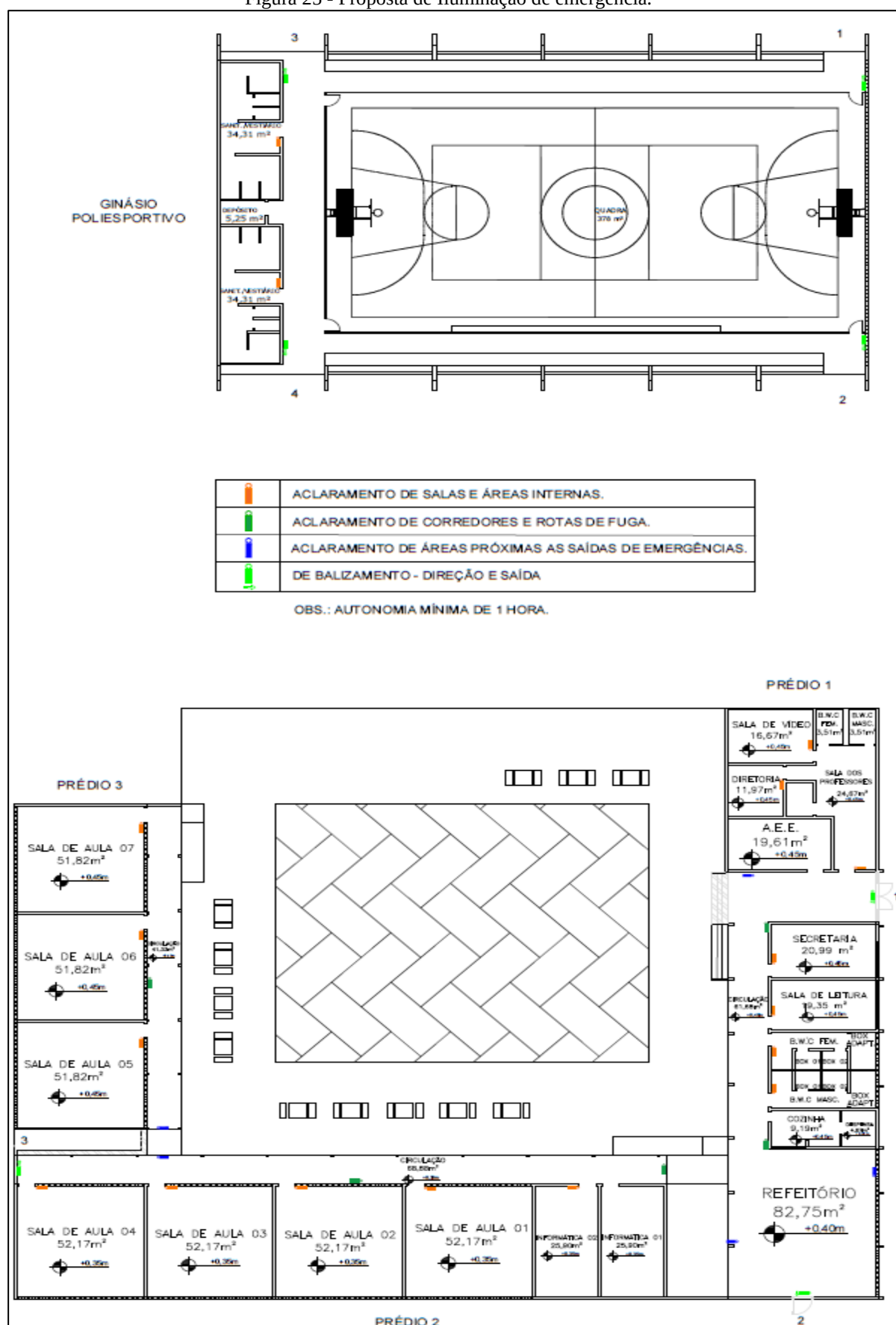
- a) 17 para aclaramento de salas e áreas internas de 30 leds, fluxo luminoso de 100 lm,

13 dessa devem ser com 5 lux para as salas que possuem obstáculos, as demais com 3 lux.

- b) 5 para aclaramento de corredores e rotas de fuga de 30 leds, fluxo luminoso de 500 lm, com 3 lux.
- c) 5 para aclaramento de áreas próximas as saídas de emergência 30 leds, fluxo luminoso de 500 lm, com 3 lux e uma delas seja com as mesmas características, porém de 5 lux, pois a existência de uma escada próxima;
- d) 7 para balizamento (direção e saída) 48 leds, fluxo luminoso de 1200 lm, com 3 lux. abrangendo

Essas luminárias serão distribuídas por ambas as edificações, as quais serão alocadas conforme a Figura 25.

Figura 25 - Proposta de Iluminação de emergência.



Fonte: Elaborado pelo Autor.

5.6.4 Proposta para hidrantes.

A proposta para hidrantes, foi tomada sobre a IT nº 22/2018, que visa a instalação de uma nova reserva técnica apenas para atender o bloco de salas, ficando independente dos demais reservatórios que já fazem parte da configuração da escola.

O corpo de bombeiros em sua instrução técnica, destaca em seu item 5.2.3.1:

O projeto de um sistema de hidrantes e mangotinhos é definido de acordo com a aplicabilidade do sistema, conforme estabelecido na tabela 3 (TABELA 17), em função da área construída e da ocupação.

Para a realização dessa medida de proteção, recomenda-se usar como parâmetros a carga de incêndio e a classificação da edificação, porém essa escolha foi feita por parte apenas pelo tipo de uso e ocupação da edificação, por considerar um superdimensionamento se levado em consideração a carga de incêndio, logo foi escolhido o enquadramento do tipo 2, que determina uma Reserva Técnica de Incêndio – RTI de 8 m³, conforme a Tabela 17.

Tabela 17 - Aplicabilidade dos tipos de sistemas e volume de reserva de incêndio mínima (m³)

Área das edificações e áreas de risco	CLASSIFICAÇÃO DAS EDIFICAÇÕES E ÁREAS DE RISCO CONFORME TABELA 1 DO DECRETO ESTADUAL 56.819/11				
	A-2, A-3, C-1, D-1(até 300 MJ/m ²), D-2, D-3 (até 300 MJ/m ²), D-4 (até 300 MJ/m ²), E-1, E-2, E-3, E-4, E-5, E-6, F-1 (até 300 MJ/m ²), F-2, F-3, F-4, F-8, G-1, G-2, G-3, G-4, H1, H-2, H-3, H-5, H-6; I-1, J-1, J-2 e M-3	D-1 (acima de 300 MJ/m ²), D-3 (acima de 300 MJ/m ²), D-4 (acima de 300 MJ/m ²), B-1, B-2, C-2 (acima de 300 até 1000 MJ/m ²), C-3, F-1 (acima de 300 MJ/m ²), F-5, F-6, F-7, F-9, F-10, H-4, I-2 (acima de 300 até 800 MJ/m ²), J-2 e J-3 (acima de 300 até 800 MJ/m ²)	C-2 (acima de 1000 MJ/m ²), I-2 (acima de 800 MJ/m ²), J-3 (acima de 800 MJ/m ²), L-1, M-1, M-5	G-5, I-3, J-4, L-2 e L-3	
Até 2.500 m ²	Tipo 1 RTI 5 m ³	Tipo 2 RTI 8 m ³	Tipo 3 RTI 12 m ³	Tipo 4 RTI 28 m ³	Tipo 4 RTI 32 m ³
Acima de 2.500 m ² até 5.000 m ²	Tipo 1 RTI 8 m ³	Tipo 2 RTI 12 m ³	Tipo 3 RTI 18 m ³	Tipo 4 RTI 32 m ³	Tipo 4 RTI 48 m ³
Acima de 5.000 m ² até 10.000 m ²	Tipo 1 RTI 12 m ³	Tipo 2 RTI 18 m ³	Tipo 3 RTI 25 m ³	Tipo 4 RTI 48 m ³	Tipo 5 RTI 64 m ³
Acima de 10.000 m ² até 20.000 m ²	Tipo 1 RTI 18 m ³	Tipo 2 RTI 25 m ³	Tipo 3 RTI 35 m ³	Tipo 4 RTI 64 m ³	Tipo 5 RTI 96 m ³
Acima de 20.000 m ² até 50.000 m ²	Tipo 1 RTI 25 m ³	Tipo 2 RTI 35 m ³	Tipo 3 RTI 48 m ³	Tipo 4 RTI 96 m ³	Tipo 5 RTI 120 m ³
Acima de 50.000 m ²	Tipo 1 RTI 35 m ³	Tipo 2 RTI 48 m ³	Tipo 3 RTI 70 m ³	Tipo 4 RTI 120 m ³	Tipo 5 RTI 180 m ³

Fonte: IT nº 22/2018, CBMRN. p. 13.

Posteriormente, foi definido o uso de apenas um hidrante capaz de atender toda edificação situada em seu interior, mais precisamente no pátio da escola, que deve ser alimentado por um

reservatório de 8m³ do tipo elevado. Essa alimentação dependera de uma bomba de esforço, que deve ser protegida por alvenaria não ficando exposta ao tempo, sendo regulável por um registro de recalque.

Para alimentar este sistema é necessário traçar um perfil no que diz, a respeito as vazões e pressões que são requeridas a este tipo de empreendimento, e que devem ser consideradas para os cálculos posteriores. Dito isto, essas premissas são determinadas de acordo com a Tabela 18.

Tabela 18 - Tipos de sistemas de proteção por hidrante ou mangotinhos

Tipo	Esguicho regulável (DN)	Mangueiras de incêndio		Número de expedições	Vazão mínima na válvula do hidrante mais desfavorável (l/min)	Pressão mínima no hidrante mais desfavorável (mca)
		DN (mm)	Comprimento (m)			
1	25	25	30	simples	100	80
2	40	40	30	simples	150	30
3	40	40	30	simples	200	40
4	40	40	30	simples	300	65
	65	65	30	simples	300	30
5	65	65	30	duplo	600	60

Fonte: IT nº 22/2018, CBMRN. p. 12.

Após essa definição, ficou verificado o uso de:

- Esguicho regulável de DN-40;
- Duas Mangueiras de incêndio com 15 metros e com DN-40;
- Hidrante com expedição simples, vazão mínima de 150L/min e pressão mínima de 30 mca, ambos na válvula do hidrante mais desfavorável.

Ainda de acordo com essa IT, foi definido o diâmetro para as tubulações de sucção e de recalque igual a DN65mm (2.1/2”), porém foi utilizado o diâmetro interno de 63 mm.

Para atender a pressão mínima de 30mca exigida pela IT, se faz necessário a instalação de um sistema de recalque. Para a seleção da bomba foi necessário calcular a altura manométrica.

Para o cálculo da altura manométrica foi necessário realizar o cálculo das perdas de carga por todo o sistema. A IT nº 22/2018, recomenda o uso da fórmula de Hazen-Williams, compreendida pela seguinte equação:

$$hf = J \cdot Lt$$

(Equação 4 – Fórmula de Hazen-Williams)

$$J = 605 \cdot Q^{1.85} \cdot C^{-1.85} \cdot D^{-4.84} \cdot 10^4$$

Onde:

hf - É a perda de carga, em metros de coluna d'água;

Lt - É o comprimento total, sendo a soma dos comprimentos da tubulação e dos comprimentos equivalentes das conexões;

J - É a perda de carga por atrito, em metros por metros;

Q - É a vazão, em litros por minuto;

C - É o fator de Hazen-Williams (ver Tabela 19);

D - É o diâmetro interno do tubo em milímetros.

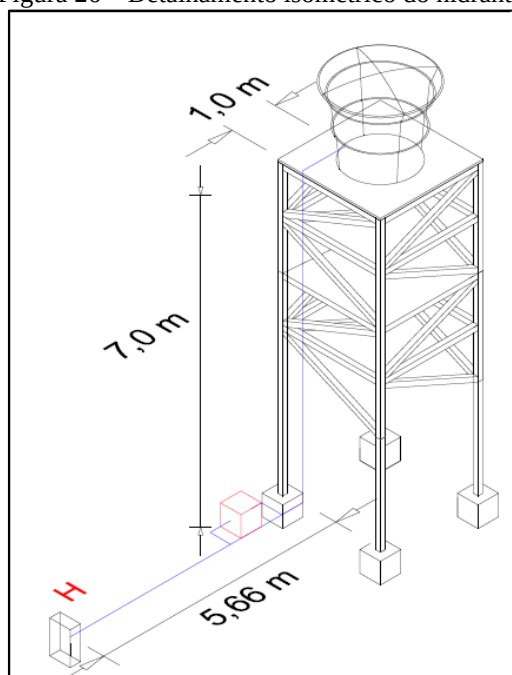
Tabela 19 - Fator "C" de Hazen-Williams.

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
Plástico	150
Ferro fundido ou dúctil com revestimento interno de cimento	140
Cobre	150
Nota: Os valores de "C" de Hazen Williams são válidos para tubos novos	

Fonte: IT nº 22/2018, CBMRN. p. 7.

Como dito anteriormente, este dimensionamento leva em consideração os parâmetros já descritos, como a pressão e a vazão mínima. Partindo do pressuposto que o local para atender todo o bloco de salas seja o mais desfavorável, e que sejam atendidas a este equipamento, a vazão e pressão mínima. A Figura 26, apresenta o esquema isométrico utilizado para auxiliar no cálculo das perdas de cargas.

Figura 26 – Detalhamento isométrico do hidrante.



Fonte: Elaborado pelo Autor.

Primeiramente foi realizado o cálculo da perda de carga por atrito, através fórmula de Hazen-Willians, utilizando-se do fator “C” do aço galvanizado, e o $D = 63 \text{ mm}$.

$$J = 605 \cdot (150)^{1.85} \cdot (120)^{-1.85} \cdot (63)^{-4.84} \cdot 10^4$$

$$J = 0,015 \text{ m/m}$$

Em seguida, a verificação da velocidade:

$$Vr = \frac{Q}{A} \rightarrow \frac{2,5 \cdot 10^{-3}}{\pi \cdot \frac{(0,063)^2}{4}} = 0,8 \text{ m/s}$$

Segundo a IT, o valor máximo para velocidade na tubulação de sucção é de 3m/s e que a velocidade máxima em qualquer ponto da rede não pode ultrapassar 5m/s. Dessa forma, a velocidade encontrada de 0,8m/s para o diâmetro de 65mm está de acordo com os limites exigidos pela IT.

Posteriormente para realizar o Cálculo da altura manométrica total de todo o sistema adotado, foi necessário determinar todas as pressões que nele estariam presentes.

$$H_{MT} = P_{\min} - h_g + h_{fs} + h_{fr} + h_{fm} + h_{fesg} \quad (\text{Equação 5 – Altura manométrica total})$$

Onde:

$P_{\min}$ – pressão mínima para o hidrante. (tipo 2)

h_g – altura da coluna d'água.

h_{fs} – perda de carga na sucção.

h_{fr} – perda de carga no recalque.

h_{fm} – perda de carga na mangueira.

h_{fsg} – perda de carga no esguicho.

Desta maneira, foram calculados um a um:

Para realizar a perda de carga por esguicho, foi necessário calcular a velocidade, considerando DN-40.

$$\cdot V_{es} = \frac{Q}{A} \rightarrow \frac{2,5 \cdot 10^{-3}}{\pi \cdot \frac{(0,04)^2}{4}} = 1,98 \text{ m/s}$$

$$\cdot h_{fsg} = \left(\frac{1}{C V^2} - 1 \right) \cdot \frac{V^2}{2g}; C = 0,95; \text{ Foi obtido: } h_{fsg} = 0,021 \text{ m}$$

Já a perda de carga de carga da mangueira, foi realizado pela equação 4, a parti das seguintes premissas, $D = 38 \text{ mm}$; $Q = 150 \text{ l/m}$; $L = 30 \text{ m}$; $C = 140$.

$$\cdot J = 605 \cdot (150)^{1,85} \cdot (140)^{-1,85} \cdot (38)^{-4,84} \cdot 10^4 = 0,139$$

$$\cdot h_{fm} = J \cdot L = 4,17 \text{ m}$$

Quanto aos cálculos das cargas de sucção e recalque, foram feitos levando em consideração as peças do Quadro 10, a seguir, retirados do (Anexo E).

Quadro 10 - Peças para o dimensionamento.

Sucção			Recalque		
Peças	Qtd.	Comp. Eq.	Peças	Qtd.	Comp. Eq.
Entrada normal	1	0,9	Joelho 90°	2	1,3
Joelho 90°	2	1,3	Tê de passagem lateral	2	4,3
Válvula de retenção	1	5,2	Registro	1	0,4
Tê de passagem lateral	1	4,3			
Válvula de gaveta	2	0,4			

Fonte: Elaborado pelo autor.

$$\cdot h_{fs} = J \cdot (L_{real} + L_{eq}) \rightarrow h_{fs} = 0,015 \cdot (13,66 + 13,8) = 0,41 \text{ m}$$

$$\cdot h_{fr} = J \cdot (L_{real} + L_{eq}) \rightarrow h_{fr} = 0,015 \cdot (13,66 + 11,6) = 0,38 \text{ m}$$

Contudo, a altura manométrica total, encontrada foi:

$$H_{MT} = 30 - 7 + 0,41 + 0,38 + 4,17 + 0,021 \rightarrow H_{MT} = 28,17 \text{ m}$$

Dessa forma, de posse do catálogo da bomba, inserindo os dados de Altura manométrica e vazão, foi encontrado os seguintes valores:

- Potência da bomba: 4 cv
- Altura manométrica máxima: 30 mca
- Vazão máxima: 13,2 m³/h
- Diâmetro do rotor: 138 mm
- NPSH requerido da bomba: 1,3

Por fim, a o Corpo de Bombeiros, recomenda uma checagem de verificação entre os NPSH da bomba utilizada e o desenvolvido pelo sistema. Logo, foi visto que este quesito foi atendido.

$$NPSH_B < NPSH_D$$

$$1,3 < \frac{P_{atm}}{\gamma} - \frac{P.V}{\gamma} + h_{gs} + h_{fs}$$

$$1,3 < 10,27 - 0,023 + 7 + 0,41$$

$$1,3 < 17,66 \rightarrow OK !$$

Este hidrante ficará localizado no pátio da escola como ilustra a Figura 29, logo o mesmo deverá atender a uma situação de incêndio, já que o jato d'água deve atingir 10 metros de distância, de acordo com a IT nº 22/2018.

Ainda de acordo com a IT:

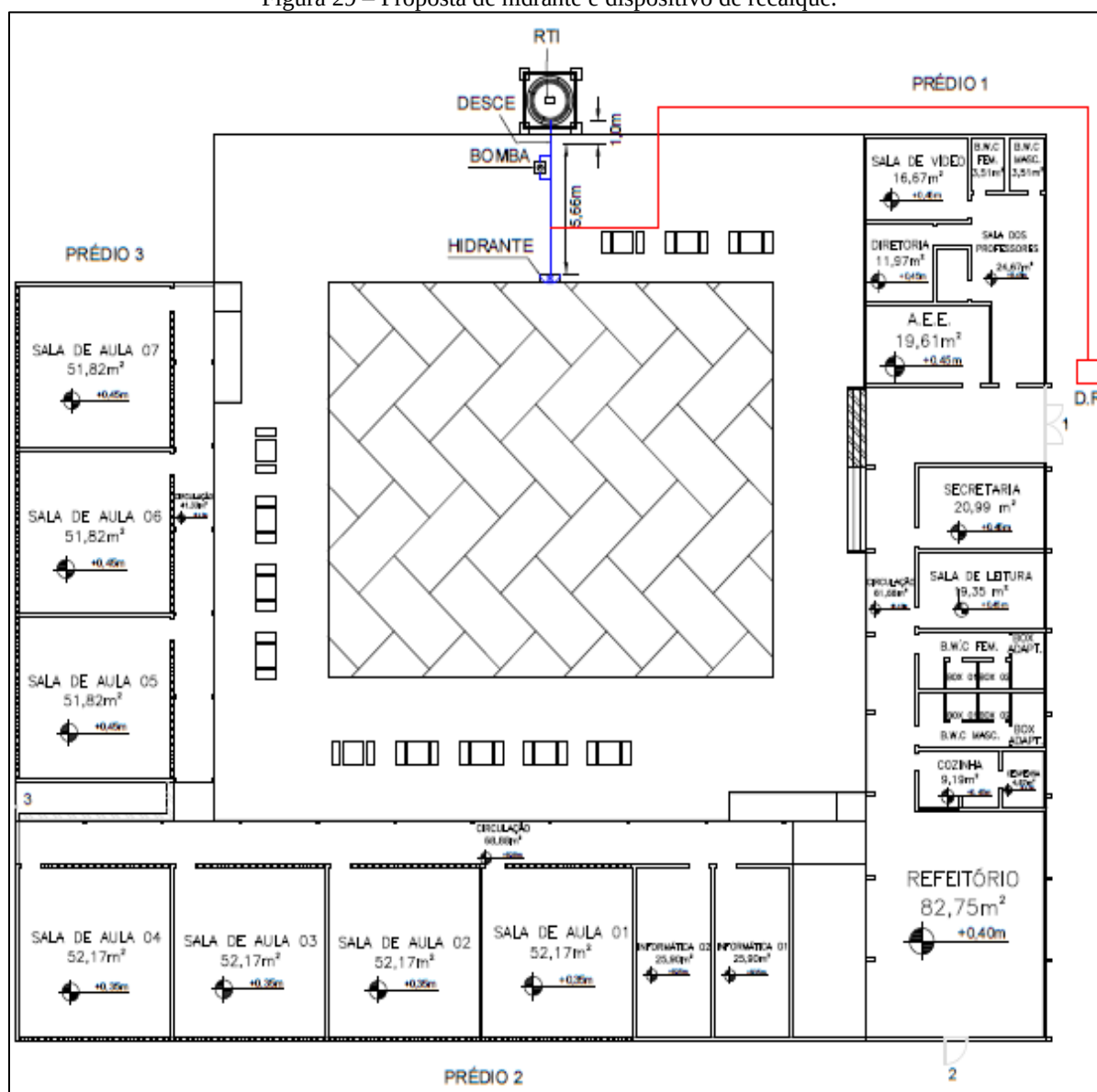
5.3.1 Todos os sistemas devem ser dotados de dispositivo de recalque, consistindo de um prolongamento de mesmo diâmetro da tubulação principal, cujos engates sejam compatíveis com os usados pelo Corpo de Bombeiros.

5.3.2 O dispositivo de recalque deve ser preferencialmente do tipo coluna. Onde houver impossibilidade técnica o dispositivo de recalque pode ser instalado no passeio público.

Dessa forma, o dispositivo de recalque será locado no passeio público, na fachada principal da edificação, conforme o detalhe mostrado na Figura 27. Atendendo as seguintes recomendações:

- 5.3.5.1 Ser enterrado em caixa de alvenaria, com fundo permeável ou dreno;
- 5.3.5.2 A tampa deve ser articulada e o quadro em ferro fundido ou material similar, identificada pela palavra “HIDRANTE”, com dimensões de 0,40 m x 0,60 m;
- 5.3.5.3 Estar afastada a 0,50 m da guia do passeio;
- 5.3.5.4 A introdução voltada para cima em ângulo de 45° e posicionada, no máximo, a 0,15 m de profundidade em relação ao piso do passeio;
- 5.3.5.5 O volante de manobra deve ser situado a, no máximo, 0,50 m do nível do piso acabado;
- 5.3.5.6 A válvula deve ser do tipo gaveta ou esfera, permitindo o fluxo de água nos dois sentidos e instalada de forma a garantir seu adequado manuseio.

Figura 29 – Proposta de hidrante e dispositivo de recalque.



Fonte: Elaborado pelo Autor.

5.6.5 Proposta para sinalização de emergência

Essa proposta, tem por finalidade reduzir o risco de ocorrência de incêndio, por toda edificação, levando em consideração a IT nº 20/2018 do CBMRN. A mesma esclarece que essas medidas sejam para alertar sobre riscos existentes, como também orientar as ações de combate que auxiliem na identificação de equipamentos e rotas de fuga.

Desta forma, foi adotado sinalizações básicas, de características que alertassem sobre proibição, equipamentos, orientações e salvamento. Logo, propõem-se que a escola deve adotar as sinalizações do Quadro 11, com suas devidas características e recomendações da IT.

Quadro 11 - Proposta de Sinalização.

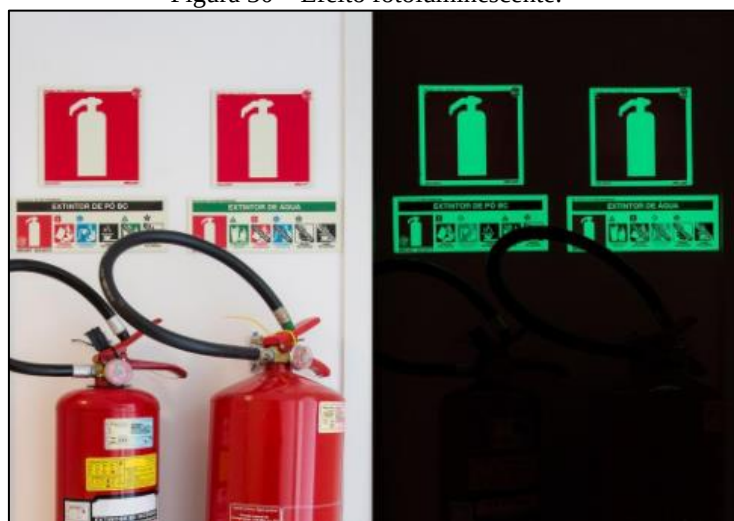
Proibição				
Código	Símbolo	Significado	Forma e cor	Aplicação
P2		Proibido produzir chama	Símbolo: circular Fundo: branco Pictograma: preto Faixa circular e barra diametral: vermelha.	Todo o local onde a utilização de chama pode aumentar o risco de incêndio.
Orientação e Salvamento				
Código	Símbolo	Significado	Forma e cor	Aplicação
S1		Saída de Emergência	Símbolo: retangular Fundo: verde Pictograma: fotoluminescente	Indicações de sentido (esquerda ou direita) de uma saída de emergência, especialmente para ser fixado em colunas Dimensões mínimas: L = 1,5H
S2				Indicações de sentido (esquerda ou direita) de uma saída de emergência. Dimensões mínimas: L = 2,0H
S4				Indicação do sentido de uma saída por rampa ou direção vertical (subindo ou descendo);
S7				
S12		Saída de Emergência	Símbolo: retangular Fundo: verde Mensagem "SAÍDA" Pictograma: fotoluminescente, com altura de letra sempre ≥ 50 mm	Indicação da saída de emergência.

S18		Instrução de abertura da porta corta-fogo por barra antipânico.	Símbolo: retangular Fundo: verde Mensagem “APERTE E EMPURRE” Pictograma: fotoluminescente	Indicação, sobre a porta corta-fogo, da forma de acionamento da barra antipânico instalada.
Equipamentos de combate a incêndio e alarme.				
Código	Símbolo	Significado	Forma e cor	Aplicação
E1		Alarme sonoro	Símbolo: quadrado Fundo: vermelho Pictograma: fotoluminescente	Indicação do local de acionamento do alarme de incêndio.
E2		Comando manual de alarme		Ponto de acionamento de alarme de incêndio. Devendo sempre vir com mensagem escrita, designando o equipamento acionado por aquele ponto.
E5		Extintor de incêndio		Indicação da localização dos extintores de incêndio.
E8		Hidrante de incêndio		Indicação da localização dos hidrantes.
E17		Sinalização de solo para equipamentos de combate a incêndio (hidrante e extintores)	Símbolo: quadrado (1,00 m x 1,00 m) Fundo: vermelho (0,70 m x 0,70 m) Borda: amarela (largura: 0,15 m)	Usado para indicar a localização dos equipamentos de combate a incêndio e alarmes, para evitar sua obstrução.

Fonte: Adaptado da IT nº 20/2018, CBMRN. p. 15-22.

Assim, a Figura 30, demonstra que na falta de luz natural, a grande maioria dessas sinalizações devem apresentar um efeito fotoluminescente.

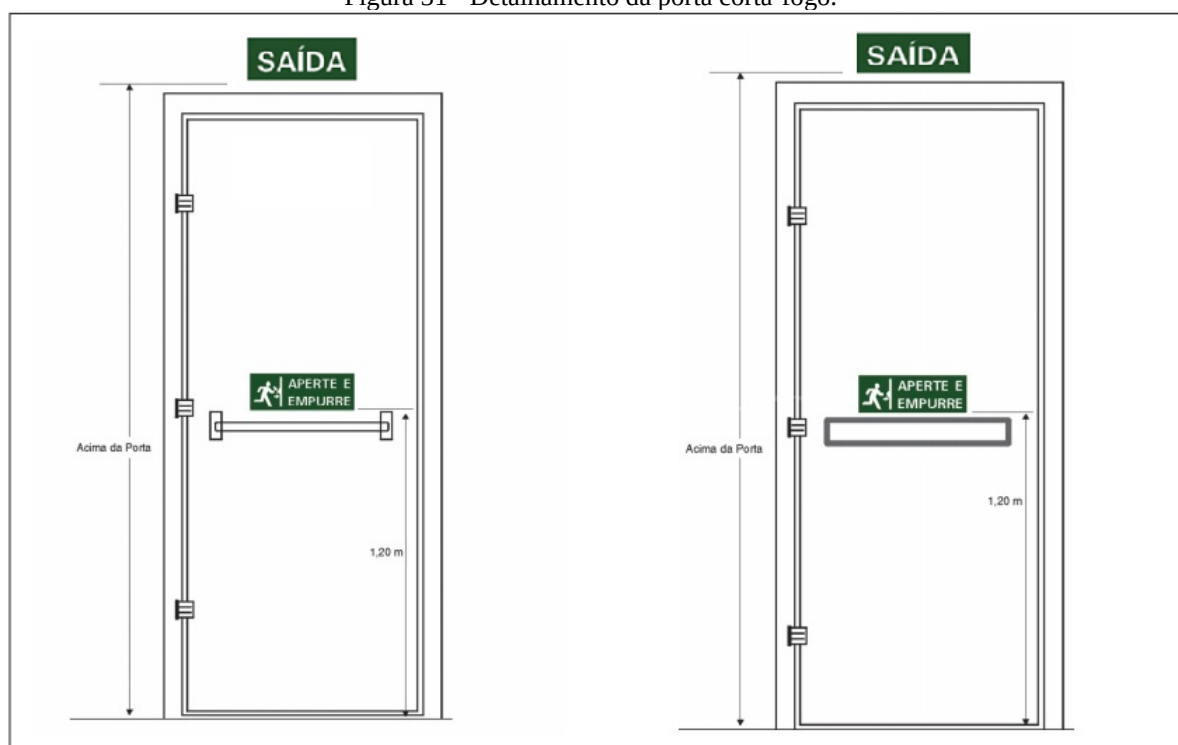
Figura 30 – Efeito fotoluminescente.



Fonte: <https://canteirodeengenharia.com.br/2020/11/11/nbr-168202020-sinalizacao-de-emergencia-parte-2/>

A porta corta-fogo (Figura 31), que tem o papel de retardar o fogo, deve ser sinalizada com placas de saída e, aperte e empurre para indicação da barra antipânico.

Figura 31 - Detalhamento da porta corta-fogo.



Fonte: Adaptado da IT nº 20/2018, CBMRN. p. 29.

Enquanto as sinalizações complementares, foram para direção das rotas de fuga e indicação de obstáculos por parte de pilares próximos a saídas de emergência 2 e 3. Toda a proposta de sinalização será apresentada, junto a todas as outras propostas no Apêndice A ao fim do trabalho.

5.6.6 Proposta para brigada de incêndio.

A elaboração dessa proposta para o bloco de salas, foi definida pela NBR 14.276, contemplada pelas suas recomendações, quanto aos brigadistas. A referida norma, sugere o uso da Tabela 20, para o dimensionamento da brigada, em que deve ter sua composição com base em critérios, como: ocupação, o grau de risco, a população fixa do local.

Tabela 20 - Composição da brigada de incêndio por pavimento ou compartimento. (cont.)

Grupo	Divisão	Descrição	Exemplos	Grau de risco	População fixa por pavimento ou compartimento						Nível do treinamento (Anexo B)	Nível da instalação (NBR 14277)
					Até 2	Até 4	Até 6	Até 8	Até 10	Acima de 10		
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), centros profissionais etc.	Baixo	1	2	2	2	2	(nota 5)	Básico	Básico
				Médio	1	2	3	4	4	(nota 5)	Intermediário (nota 13)	Intermediário (nota 13)
				Alto	Todos	2	3	4	5	(nota 5)	Intermediário	Intermediário
	D-2	Agência bancária	Agências bancárias e assemelhados	Baixo	1	2	2	2	2	(nota 5)	Básico	Básico
				Médio	1	2	3	4	4	(nota 5)	Intermediário (nota 13)	Intermediário (nota 13)
				Alto	Todos	2	3	4	5	(nota 5)	Intermediário	Intermediário
	D-3	Serviço de reparação (exceto os classificados em G4)	Lavanderias, assistência técnica, reparação e manutenção de aparelhos eletrodomésticos, chaveiros etc.	Baixo	1	2	2	2	2	(nota 5)	Básico	Básico
				Médio	1	2	3	4	4	(nota 5)	Intermediário (nota 13)	Intermediário (nota 13)
				Alto	Todos	2	3	4	5	(nota 5)	Intermediário	Intermediário
	D-4	Laboratório	Laboratórios de análises clínicas sem internação, laboratórios químicos, fotográficos e assemelhados	Baixo	1	2	2	2	2	(nota 5)	Básico	Básico
				Médio	Todos	Todos	4	5	6	(nota 5)	Intermediário (nota 13)	Intermediário (nota 13)
				Alto	Todos	Todos	Todos	7	8	(nota 5)	Avançado	Avançado
	E-1	Escola em geral	Escolas de primeiro, segundo e terceiro graus, cursos supletivos e pré-universitário e assemelhados	Baixo	1	2	2	2	2	(nota 5)	Intermediário (nota 13 e 14)	Intermediário (nota 13 e 14)
				Médio	1	2	3	4	4	(nota 5)	Intermediário (nota 13 e 14)	Intermediário (nota 13 e 14)
				Alto	todos	2	3	4	5	(nota 5)	Intermediário	Intermediário

Nota 5: Quando a população fixa de um pavimento, compartimento ou setor for maior que 10 pessoas, será acrescido mais um brigadista para cada grupo de até 20 pessoas para risco baixo, mais um brigadista para cada grupo de até 15 pessoas para risco médio e mais um brigadista para cada grupo de até 10 pessoas para risco alto.

Fonte: NBR 14.276. p. 11.

Observado que a escola detém 25 funcionários fixos e o mínimo permanente de 114 alunos, levando em consideração os três turnos, de acordo com o quadro 10, o dimensionamento, foi realizado a partir de 139 ocupantes no pavimento.

O cálculo a seguir, determina através da (nota 5) o excedente a 4 brigadistas, já recomendado para o bloco de salas.

$$Pop_{Total} = 139$$

A nota 5, estabelece a adição de 1 brigadista a cada 15 pessoas, após os 10 primeiros. Logo,

$$139 - 10 = 129$$

$$129 \div 15 = 8,6 \text{ brigadistas.}$$

Contudo, esse valor deve ser arredondado para 9. Assim temos um total de 13 brigadistas.

A norma recomenda que esse grupo, será composto por um coordenador geral, um líder de brigada e os demais brigadista, e que todos tenham um treinamento de nível intermediário:

Para edificações, do grupo F-3, Centros-esportivos e de exibição, é recomendado pela IT nº 17/2018, aos funcionários fixos a serviço do evento, que não estarão permanentes junto ao público, é permitido a contratação de brigadistas ou bombeiro civil, desde que atentam a própria instrução técnica.

5.6.7 Proposta para alarme de incêndio.

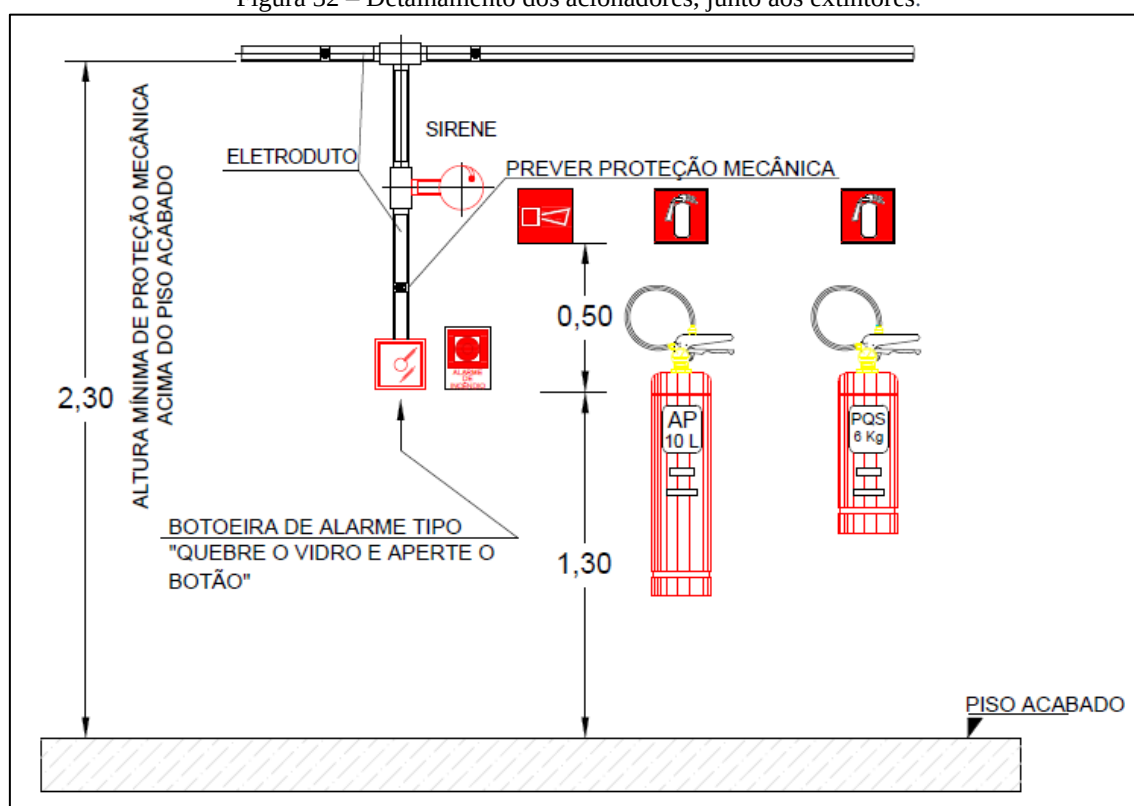
A IT nº 43/2018, recomenda que para edificações existentes, o seu sistema de alarmes deve obedecer a IT nº 19/2018, que descreve em seu item 5.3:

Todo sistema deve ter duas fontes de alimentação. A principal é a rede do sistema elétrico da edificação, e a auxiliar é constituída por baterias, nobreak ou gerador. Quando a fonte de alimentação auxiliar for constituída por bateria de acumuladores ou “nobreak”, esta deve ter autonomia mínima de 24 horas em regime de supervisão, sendo que no regime de alarme deve ser de, no mínimo, 15 minutos para suprimento das indicações sonoras e/ou visuais ou o tempo necessário para o abandono da edificação. Quando a alimentação auxiliar for por gerador, também deve ter os mesmos parâmetros de autonomia mínima.

A instrução técnica, destaca que para com que funcionamento do sistema alcance sua eficiência, o mesmo deve obedecer a distância máxima a ser percorrida e apresentarem acionadores manuais.

Portanto, como proposta ao bloco de salas, recomenda-se a instalação de acionadores manuais junto aos extintores conforme ilustra a Figura 32, como também cumprir a exigência de que a distância máxima a ser percorrida por uma pessoa não ultrapasse 30 metros, para realizar seu acionamento.

Figura 32 – Detalhamento dos acionadores, junto aos extintores.



Fonte: Elaborado pelo Autor.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho buscou propor um conjunto de diversas adaptações a configuração da escola, por meio das Instruções Técnicas do Corpo de Bombeiros do Rio Grande do Norte, que traçam parâmetros de segurança contra incêndio. Os resultados alcançados foram satisfatórios, visto que as principais medidas de segurança consideradas como básicas foram sugeridas em ambas as edificações, promovendo proteção e prevenção.

O trabalho alcançou seus objetivos principais, no que remete a traçar diretrizes ao plano de combate a incêndios, assim como a compatibilização da adoção de todos os sistemas de segurança para escola de forma eficiente. Dessa forma o trabalho teve como resultado:

- Enquadrar os tipos de edificações de acordo com as Instruções técnicas do corpo de bombeiros;
- Isolamento de riscos;
- Dimensionamento de extintores;
- Dimensionamento de hidrante e sistema de recalque;
- Dimensionamento de iluminação e saídas de emergência;
- Dimensionamento de brigada de incêndio.

Ficou perceptível que a sequência a ser tomada, para elaboração das medidas de segurança, por qualquer que seja a edificação existente, anterior a Portaria nº 131/2018, deve ocorrer de acordo com a necessidade de adaptação, onde diversas modificações dependeram umas das outras, conforme se encontram, sem existência ou não dessas medidas.

O presente estudo, demonstrou claramente que existe possibilidades diferentes de soluções, para a realização de um plano de combate a incêndio, porém cabe ao técnico responsável analisar a edificação classificando-a da maneira correta e também levando em consideração, não apenas a necessidade da edificação e os gastos, mas também saber considerar outras alternativas que apresentem um resultado efetivo e eficiente.

É importante enfatizar que o trabalho foi realizado na intenção de obter uma maior segurança para toda a escola, pois foi considerado uma análise pontual da sala de leitura pelo método determinístico, resultando em uma carga de incêndio de risco médio para todo o bloco. Já para o método probabilístico, a escola seria considerada com risco pequeno, reduzindo as medidas protetivas ativas e passivas a serem dimensionadas, bem como, a diminuição da quantidade de equipamentos como extintores, iluminação dentre outros, o que poderia levar a um custo de compra de equipamentos reduzido, porém com uma segurança menor.

Vários fatores apontaram que o bloco de salas de aula está mais vulnerável a ocorrência de sinistro em relação ao ginásio poliesportivo, esses fatores são: idade das edificações, exposição aos riscos, número de medidas a serem elaboradas para promover proteção e o correto uso de seus ambientes. Esses fatores contribuíram para que houvesse uma discrepância entre elas, no que diz respeito a atender a segurança de todos.

É preciso atentar que os responsáveis pela edificação devem ficar atentos, aos itens recomendados pelas normas vigentes para prevenção contra incêndio e pânico. Além de zelar pela conservação dos equipamentos de segurança, deve-se saber manuseá-los e proporcionar oportunidades para que os demais ocupantes da escola de preferência os adultos tenham esses conhecimentos. No, mas essa compreensão deve ser norteadada pelos princípios de prevenção e combate, podendo ser implementadas medidas educativas, que podem ser palestras realizados pelo corpo de bombeiros, treinamento visando preparo adequado para lidar com imprevistos voltados ao uso de equipamentos e evacuação segura da edificação, ambiente seguro e organizado, cumprimento das normas.

Fica como sugestão para trabalhos futuros a análise das instalações elétricas da edificação, assim como, a análise dos materiais de acabamento/revestimento.

7. REFERÊNCIAS

ACOSTA, E. S. **Tecnologias Para Prevenção de Incêndios: A Tragédia da Boate Kiss**. 2015. 54 p. Monografia (Especialista em Tecnologias da Informação e Comunicação aplicadas a Segurança Pública e Direitos Humanos) – Universidade Federal de Santa Catarina - Campus Araranguá, Araranguá/SC, 2015.

ALMEIDA, Marcos Rangel de. **Prevenção e Combate ao Sinistro** - Londrina: Editora e Distribuidora Educacional S.A., 2017. p. 248.

AQUINO, Laurêncio Menezes. **Aplicação das normas de segurança contra incêndio no Estado do Rio Grande do Norte: Uma proposta de atualização**. Natal. 2015. 170 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal/RN, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5419/2005: **Proteção de estruturas contra descargas atmosféricas**. Rio de Janeiro, 2005. 48 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6135/2001: **Chuveiros automáticos para extinção de incêndio**. Rio de Janeiro, 2001. 6 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9050/2004: **Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos**. Rio de Janeiro, 2013. 105 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9077/2001: **Saídas de emergência em edifícios**. Rio de Janeiro, 2001. 38 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10898/2013: **Sistema de iluminação de emergência**. Rio de Janeiro, 2013. 36 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12693: **Sistemas de proteção por extintor de incêndio**. Rio de Janeiro, 2013. 22 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13714/2000: **Sistemas de hidrantes e de mangotinhos para combate a incêndio**. Rio de Janeiro, 2000. 25 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14276: **Brigada de incêndio**. Rio de Janeiro. 2006. 37 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14432: **Exigência de resistência ao fogo de elementos construtivos das edificações. Procedimento**. Rio de Janeiro. 2000. 14 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 16820/2020: **Sinalização de emergência – Projeto, requisitos e métodos de ensaio**. Rio de Janeiro. 2021. 51 p.

BRASIL. **Constituição da República Federativa. Senado**. Brasília/DF. 1988.

BRASIL. Portaria nº 108, de 12 de julho de 2019, que institui o Modelo Nacional de Regulamento de Segurança Contra Incêndio e Emergências. **Diário Oficial da União**, Ministério da Justiça e Segurança Pública, Secretaria Nacional de Segurança Pública, 23 jul. 2019. Ed. 140, Seção 1, p. 31.

BELTRAMI, Mônica; STUMM, Silvana Bastos. **Controle de Riscos e Sinistros**. Curitiba: IFPR, 2012.

BRENTANO, Telmo. **Instalações hidráulicas de combate a incêndios nas edificações**. 3.ed. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2007. p.450.

CAMILO JUNIOR, Abel Batista. **Manual de prevenção e combate a incêndios**. 14ª ed. rev. São Paulo: Editora Senac, 2012. p.245.

Corpo de Bombeiros atende quase seis mil ocorrências em 2016. Disponível em <encurtador.com.br/jlGU9> Acesso em 17 out. 20.

FAGUNDES, Fábio. **Plano de Prevenção e Combate a Incêndios: Estudo de Caso em Edificações Residencial Multipavimentada**. 2013. p.71. Monografia do curso de (Pós-Graduação) *Latu Sensu* - Engenharia de Segurança no Trabalho – Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul, 2013.

FERIGOLO, Francisco Celestino. **Prevenção de incêndio**. Porto Alegre: Sulina, 1977 *apud* GOMES, Taís. **Projeto de Prevenção e Combate a Incêndio**. 2014. p. 93. Trabalho de conclusão de curso (Graduação) – Curso de Engenharia Civil – Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul, 2014.

FLORES, Bráulio Cançado; ORNELAS, Éliton Ataíde; DIAS, Leônidas Eduardo. **Fundamentos de Combate a Incêndio – Manual de Bombeiros**. Corpo de Bombeiros Militar do Estado de Goiás. Goiânia-GO, 1ªed: 2016, 150 p.

Incêndio atinge dormitório de escola na Grande Natal. G1 RN. 04 jul. 2019. Disponível em:<encurtador.com.br/dlvz0> Acesso em: 27 nov. 20.

Incêndio atinge escola na zona Leste de Natal. Tribuna do Norte. 30 jun. 2017. Disponível em: <encurtador.com.br/eyGPV> Acesso em: 27 nov. 20.

GOMES, João Paulo Bernardo da Silva. **Exigências básicas de segurança contra incêndio: um estudo de caso no instituto de química da UFRN**. 2018. 98 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia de Segurança do Trabalho, Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2018.

JORDÃO, Dácio de Miranda. **Manual de instalações elétricas e indústrias químicas, petroquímicas e de petróleo: atmosferas explosivas**. 3ªed. São Paulo: Qualitymark, 2002 *apud* AGUILAR, Jeferson França de. **Instalações elétricas em atmosferas explosivas: a importância da classificação de áreas**. 2017. p. 54. Trabalho de conclusão de curso – Engenharia Elétrica – Universidade Federal de Juiz de Fora, Minas Gerais, 2017.

LIBERATO, Daniel de Matos; SOUZA, Maria de Fátima. **Subsídios educativos para prevenção e combate a incêndio e pânico**. Rio Grande do Norte, Natal: EDUFRN, 2015. 36

p.

MIRANDA, Nilton. Chuveiros automáticos para extinção de incêndio. *In*: Negrisol, Water. *et al.* **Fundamentos de segurança contra incêndio em edificações: proteção passiva e ativa**. São Paulo: FUNDABOM; FIREK Educação, 2019. cap. 11, p.245-264. Disponível em: <<http://www.firek.com.br/wp-content/uploads/2020/08/Livro-Digital-FSCIE-PPA.pdf>>. Acesso em: 19 mar. 21.

NEGRISOL, Water. *et al.* **Fundamentos de segurança contra incêndio em edificações: proteção passiva e ativa**. São Paulo: FUNDABOM; FIREK Educação, 2019. p. 17-21.

RIO GRANDE DO NORTE. Lei Complementar nº 601, de 07 de agosto de 2017, institui o Código Estadual de Segurança Contra Incêndio e Pânico - CESIP. **Diário Oficial do Estado do Rio Grande do Norte**. Natal, 2017. 14p.

RIO GRANDE DO NORTE. Corpo de Bombeiros Militar do Rio Grande do Norte. **Instrução Técnica nº 01/2018 – Procedimentos administrativos (Parte 1) – Procedimentos gerais e classificação das edificações**. Rio Grande do Norte. 2018.

RIO GRANDE DO NORTE. Corpo de Bombeiros Militar do Rio Grande do Norte. **Instrução Técnica nº 02/2018 – Conceitos básicos de segurança contra incêndio**. Rio Grande do Norte. 2018.

RIO GRANDE DO NORTE. Corpo de Bombeiros Militar do Rio Grande do Norte. **Instrução Técnica nº 03/2018 – Termologia de Segurança contra Incêndio**. Rio Grande do Norte. 2018.

RIO GRANDE DO NORTE. Corpo de Bombeiros Militar do Rio Grande do Norte. **Instrução Técnica nº 06/2018 – Acesso de viaturas na edificação e áreas de risco**. Rio Grande do Norte. 2018.

RIO GRANDE DO NORTE. Corpo de Bombeiros Militar do Rio Grande do Norte. **Instrução Técnica nº 07/2018 – Separação entre edificações (isolamento de risco)**. Rio Grande do Norte. 2018.

RIO GRANDE DO NORTE. Corpo de Bombeiros Militar do Rio Grande do Norte. **Instrução Técnica nº 09/2018 – Compartimentação horizontal e vertical**. Rio Grande do Norte. 2018.

RIO GRANDE DO NORTE. Corpo de Bombeiros Militar do Rio Grande do Norte. **Instrução Técnica nº 11/2018 – Saídas de emergência**. Rio Grande do Norte. 2018.

RIO GRANDE DO NORTE. Corpo de Bombeiros Militar do Rio Grande do Norte. **Instrução Técnica nº 12/2018 – Centros esportivos e de exibição – Requisitos de segurança contra incêndio**. Rio Grande do Norte. 2018.

RIO GRANDE DO NORTE. Corpo de Bombeiros Militar do Rio Grande do Norte. **Instrução Técnica nº 14/2018 – Carga de incêndio nas áreas de risco**. Rio Grande do Norte. 2018.

RIO GRANDE DO NORTE. Corpo de Bombeiros Militar do Rio Grande do Norte. **Instrução Técnica nº 17/2018 – Brigadas e bombeiro civil**. Rio Grande do Norte. 2018.

RIO GRANDE DO NORTE. Corpo de Bombeiros Militar do Rio Grande do Norte. **Instrução Técnica nº 18/2018 – Iluminação de emergência.** Rio Grande do Norte. 2018.

RIO GRANDE DO NORTE. Corpo de Bombeiros Militar do Rio Grande do Norte. **Instrução Técnica nº 11/2018 – Saídas de emergência.** Rio Grande do Norte. 2018.

RIO GRANDE DO NORTE. Corpo de Bombeiros Militar do Rio Grande do Norte. **Instrução Técnica nº 19/2018 – Sistema de detecção e alarme de incêndio.** Rio Grande do Norte. 2018.

RIO GRANDE DO NORTE. Corpo de Bombeiros Militar do Rio Grande do Norte. **Instrução Técnica nº 20/2018 – Sinalização de emergência.** Rio Grande do Norte. 2018.

RIO GRANDE DO NORTE. Corpo de Bombeiros Militar do Rio Grande do Norte. **Instrução Técnica nº 21/2018 – Sistema de proteção por extintores de incêndio.** Rio Grande do Norte. 2018.

RIO GRANDE DO NORTE. Corpo de Bombeiros Militar do Rio Grande do Norte. **Instrução Técnica nº 22/2018 – Sistema de hidrantes e de mangotinhos para combate a incêndio.** Rio Grande do Norte. 2018.

RIO GRANDE DO NORTE. Corpo de Bombeiros Militar do Rio Grande do Norte. **Instrução Técnica nº 23/2018 – Sistema de chuveiros automáticos.** Rio Grande do Norte. 2018.

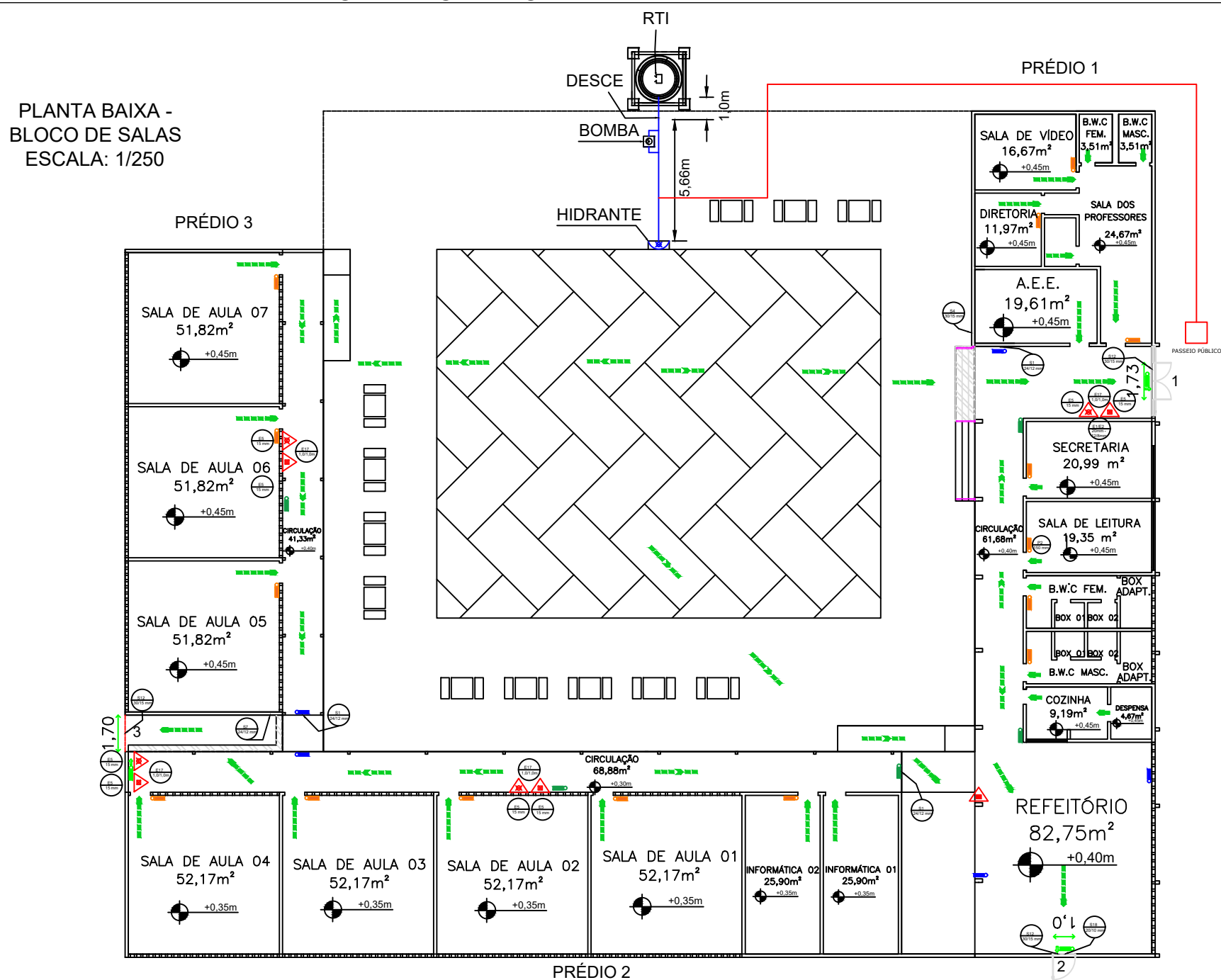
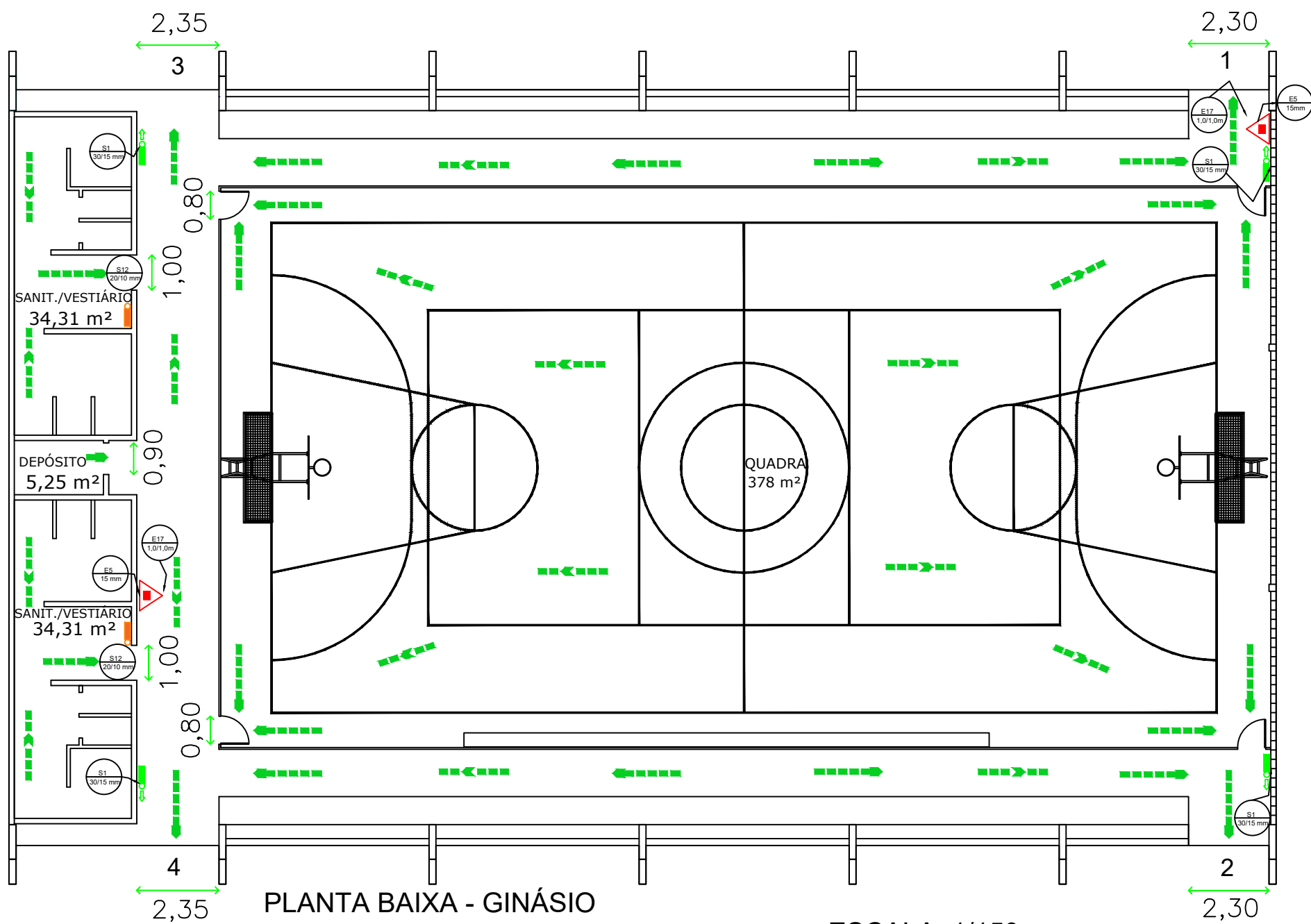
RIO GRANDE DO NORTE. Corpo de Bombeiros Militar do Rio Grande do Norte. **Instrução Técnica nº 43/2018 – Edificações existentes.** Rio Grande do Norte. 2018.

ROTONDO, Murilo. **Programa de brigadistas escolares.** Modulo 3. Coordenadoria Estadual de Proteção e Defesa Civil do Paraná – CEPDEC. Curitiba, 2019. p.24.

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

SIMIANO, Lucas Frates; BAUMEL, Luiz Fernando. Silva. **Manual de prevenção e combate a princípios de incêndios.** Coordenadoria Estadual De Defesa Civil do Paraná. Curitiba, 2013.

POZZOBON, Cristina Eliza. **Proteção contra incêndios e explosões:** Técnica de prevenção e combate a sinistros. Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho. Ijuí: UNIJUI, 2007 *apud* FAGUNDES, Fábio. **Plano de Prevenção e Combate a Incêndios: Estudo de Caso em Edificações Residencial Multipavimentada.** 2013. p.71. Monografia do curso de (Pós-Graduação) *Latu Sensu* - Engenharia de Segurança no Trabalho – Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul, 2013.



APÊNDICE A

PROJETO:
ESCOLA ESTADUAL - PLANO DE COMBATE A INCÊNDIO

PROJETISTA: LEONARDO DE MORAIS SILVA

ESCALA: SEM ESCALA

DATA: 25/05/21

FOLHA: 01/01

ANEXOS

ANEXO A - Tabela de cargas de incêndio específicas por ocupação.

Ocupação/Uso	Descrição	Divisão	Carga de incêndio (qfi) em MJ/m ²
Serviços profissionais, pessoais e técnicos	Agências bancárias	D-2	300
	Agências de correios	D-1	400
	Centrais telefônicas	D-1	200
	Cabeleireiros	D-1	200
	Copiadora	D-1	400
	Encadernadoras	D-1	1000
	Escritórios	D-1	700
	Estúdios de rádio ou de televisão ou de fotografia	D-1	300
	Laboratórios químicos	D-4	500
	Laboratórios (outros)	D-4	300
	Lavanderias	D-3	300
	Oficinas elétricas	D-3	600
	Oficinas hidráulicas ou mecânicas	D-3	200
	Pinturas	D-3	500
	Processamentos de dados	D-1	400
Educacional e cultura física	Academias de ginástica e similares	E-3	300
	Pré-escolas e similares	E-5	300
	Creches e similares	E-5	300
	Escolas em geral	E-1/E-2/E-4/E-6	300
Locais de reunião de Público	Bibliotecas	F-1	2000
	Cinemas, teatros e similares	F-5	600
	Circos e assemelhados	F-7	500
	Centros esportivos e de exibição	F-3	150
	Clubes sociais, boates e similares	F-6	600
	Estações e terminais de passageiros	F-4	200
	Exposições	F-10	Adotar Anexo B ou C
	Igrejas e templos	F-2	200
	Lan house, jogos eletrônicos	F-6	450
	Museus	F-1	300
	Restaurantes	F-8	300
	Estacionamentos	G-1/G-2	200
Serviços automotivos e assemelhados	Oficinas de conserto de veículos e manutenção	G-4	300
	Postos de abastecimentos (tanque enterrado)	G-3	300
	Hangares	G-5	200
	Asilos	H-2	350
Serviços de saúde e Institucionais	Clínicas e consultórios médicos ou odontológicos	H-6	300
	Hospitais em geral	H-1/H-3	300
	Presídios e similares	H-5	200
	Quartéis e similares	H-4	450
	Veterinárias	H-1	300

ANEXO B

Tabela C.1 – Valores de referência – potencial calorífico específico (Hi)

Tipo de material	Hi (MJ/kg)	Tipo de material	Hi (MJ/kg)	Tipo de material	Hi (MJ/kg)
Acetileno	50	Dietilcetona	34	Metano	50
Acetileno dissolvido	17	Dietileter	37	Metanol	19
Acetona	30	Epóxi	34	Monóxido de carbono	10
Acrílico	28	Etano	47	Nafta	42
Açúcar	17	Etanol	26	N-Butano	45
Amido	17	Eteno	50	Nitrocelulose	8,4
Algodão	18	Éter amílico	42	N-Octano	44
Álcool alílico	34	Éter etílico	34	N-Pentano	45
Álcool amílico	42	Etileno	50	Óleo de linhaça	37
Álcool etílico	25	Etino	48	Óleo vegetal	42
Álcool metílico	21	Enxofre	8,4	Palha	16
Benzeno	40	Farinha de trigo	17	Papel	17
Benzina	42	Hexaptano	46	Parafina	46
Celulose	16	Fenol	34	Petróleo	41
Biodiesel	39	Fibra sintética 6,6	29	Plástico	31
Borracha espuma	37	Fósforo	25	Poliacrilonitríco	30
Borracha em tiras	32	Gás natural	26	Policarbonato	29
Butano	46	Gasolina	47	Poliéster	31
Cacau em pó	17	Glicerina	17	Poliestireno	39
Café	17	Gordura e óleo vegetal	42	Poliétileno	44
Cafeína	21	Grãos	17	Polimetilmetacrílico	24
Cálcio	4	Graxa, lubrificante	41	Polioximetileno	15
Carbono	34	Heptano	46	Poliuretano	23
Carvão	36	Hexametileno	46	Polivinilclorido	16
Celulose	16	Hexano	46	Propano	46
Cereais	17	Hidreto de sódio	9	PVC	17
C-Heptano	46	Hidrogênio	143	Resina de fenol	25
C-Pentano	46	Hidreto de magnésio	17	Resina de uréia	21
C-Propano	50	Látex	44	Resina melamínica	18
C-Hexano	46	Lã	23	Seda	19
Chocolate	25	Leite em pó	17	Sisal	17
Chá	17	Linho	17	Tabaco	17
Cloreto de polivinil	21	Linóleo	2	Tolueno	42
Couro	19	Lixo de cozinha	18	Turfa	34
Creosoto/fenol	37	Madeira	19	Ureia (ver também resina de ureia)	9
D-glucose	15	Magnésio	25	Viscose	17
Diesel	43	Manteiga	37		
Dietilamina	42	Polipropileno	43		

Nota: valores de materiais não listados nesta tabela poderão ser apresentados pelo projetista, desde que citada a fonte bibliográfica.

ANEXO C

Tabela 1 - Determinação da fachada para o dimensionamento.

Medidas de segurança contra incêndio existentes		Parte da fachada a ser considerada no dimensionamento	
Compartimentação		Edificações Térreas	Edificações com 2 ou mais pavimentos
Horizontal	Vertical		
Não	Não	Toda a fachada do edifício	Toda a fachada do edifício
Sim	Não	Toda fachada da área do maior compartimento	Toda fachada da área do maior compartimento
Não	Sim	Não se aplica	Toda a fachada do pavimento
Sim	Sim	Não se aplica	Toda fachada da área do maior compartimento

ANEXO C.1

Tabela 2 - Severidade da carga de incêndio para o isolamento de risco

Classificação da Severidade	Carga de Incêndio (MJ/m ²)
I	0 - 680
II	681 - 1460
III	Acima de 1460

ANEXO D

Tabela A-1 - Índice das distâncias de segurança “ α ”

INTENSIDADE DE EXPOSIÇÃO			RELAÇÃO LARGURA/ALTURA (OU INVERSA) – “X”																	
Classificação da Severidade – “y”																				
I	II	III	1,0	1,3	1,6	2,0	2,5	3,2	4,0	5,0	6,0	8,0	10,0	13,0	16,0	20,0	25,0	32,0	40,0	
% ABERTURAS			ÍNDICE PARA AS DISTÂNCIAS DE SEGURANÇA “α”																	
20	10	5	0,4	0,40	0,44	0,46	0,48	0,49	0,50	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	
30	15	7,5	0,6	0,66	0,73	0,79	0,84	0,88	0,90	0,92	0,93	0,94	0,94	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	
40	20	10	0,8	0,80	0,94	1,02	1,10	1,17	1,23	1,27	1,30	1,32	1,33	1,33	1,34	1,34	1,34	1,34	1,34	
50	25	12,5	0,9	1,00	1,11	1,22	1,33	1,42	1,51	1,58	1,63	1,66	1,69	1,70	1,71	1,71	1,71	1,71	1,71	
60	30	15	1,0	1,14	1,26	1,39	1,52	1,64	1,76	1,85	1,93	1,99	2,03	2,05	2,07	2,08	2,08	2,08	2,08	
80	40	20	1,2	1,37	1,52	1,68	1,85	2,02	2,18	2,34	2,48	2,59	2,67	2,73	2,77	2,79	2,80	2,81	2,81	
100	50	25	1,4	1,56	1,74	1,93	2,13	2,34	2,55	2,76	2,95	3,12	3,26	3,36	3,43	3,48	3,51	3,52	3,53	
...	60	30	1,6	1,73	1,94	2,15	2,38	2,63	2,88	3,13	3,37	3,60	3,79	3,95	4,07	4,15	4,20	4,22	4,24	
...	80	40	1,8	2,04	2,28	2,54	2,82	3,12	3,44	3,77	4,11	4,43	4,74	5,01	5,24	5,41	5,52	5,60	5,64	
...	100	50	2,1	2,30	2,57	2,87	3,20	3,55	3,93	4,33	4,74	5,16	5,56	5,95	6,29	6,56	6,77	6,92	7,01	
...	...	60	2,3	2,54	2,84	3,17	3,54	3,93	4,36	4,83	5,30	5,80	6,30	6,78	7,23	7,63	7,94	8,18	8,34	
...	...	80	2,6	2,95	3,31	3,70	4,13	4,61	5,12	5,68	6,28	6,91	7,57	8,24	8,89	9,51	10,0	10,5	10,8	
...	...	100	3,0	3,32	3,72	4,16	4,65	5,19	5,78	6,43	7,13	7,88	8,67	9,50	10,3	11,1	11,9	12,5	13,1	

ANEXO E

TABELA 10 - COMPRIMENTO EQUIVALENTES A PERDAS LOCALIZADAS																			
Diâmetro	Cotovelo 90° Raio longo	Cotovelo 90° raio médio	Cotovelo 90° raio curto	Cotovelo 45°	Curva 90° R/D = 1 1/2	Curva 90° R/D = 1	Curva 45°	Entrada normal	Entrada de borda	Registro de gaveta aberto	Registro de globo aberto	Registro de ângulo aberto	Tê de passagem direta	Tê de saída de lado	Tê de saída bilateral	Válvula de pé e crivo	Saída de canalização	Válvula de tipo leve	Retenção de tipo pesado
D																			
Mm	pol																		
13	½	0,3	0,4	0,5	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2	0,1	4,9	2,6	0,3	1,0	1,0	3,6	0,4	1,1	1,6
19	¾	0,4	0,6	0,7	0,3	0,3	0,4	0,2	0,2	0,1	6,7	3,6	0,4	1,4	1,4	5,6	0,5	1,6	2,4
25	1	0,5	0,7	0,8	0,4	0,3	0,5	0,2	0,3	0,2	8,2	4,6	0,5	1,7	1,7	7,3	0,7	2,1	3,2
32	1 ¼	0,7	0,9	1,1	0,5	0,4	0,6	0,3	0,4	0,2	11,3	5,6	0,7	2,3	2,3	10,0	0,9	2,7	4,0
38	1 ½	0,9	1,1	1,3	0,8	0,5	0,7	0,3	0,5	0,3	13,4	6,7	0,9	2,8	2,8	11,6	1,0	3,2	4,8
50	2	1,1	1,4	1,7	0,8	0,6	0,9	0,4	0,7	0,4	17,4	8,5	1,1	3,5	3,5	14,0	1,5	4,2	6,4
63	2 ½	1,3	1,7	2,0	0,9	0,8	1,0	0,5	0,9	0,4	21,0	10,0	1,3	4,3	4,3	17,0	1,9	5,2	8,1
75	3	1,6	2,1	2,5	1,2	1,0	1,3	0,6	1,1	0,5	26,0	13,0	1,6	5,2	5,2	20,0	2,2	6,3	9,7
100	4	2,1	2,8	3,4	1,5	1,3	1,6	0,7	1,6	0,7	34,0	17,0	2,1	6,7	6,7	23,0	3,2	6,4	12,9
125	5	2,7	3,7	4,2	1,9	1,6	2,1	0,9	2,0	0,9	43,0	21,0	2,7	8,4	8,4	30,0	4,0	10,4	16,1
150	6	3,4	4,3	4,9	2,3	1,9	2,5	1,1	2,5	1,1	51,0	26,0	3,4	10,0	10,0	39,0	5,0	12,5	19,3
200	8	4,3	5,5	6,4	3,0	2,4	3,3	1,5	3,5	1,4	67,0	34,0	4,3	13,0	13,0	52,0	6,0	16,0	25,0
250	10	5,5	6,7	7,9	3,8	3,0	4,1	1,8	4,5	1,7	85,0	43,0	5,5	16,0	16,0	65,0	7,5	20,0	32,0
300	12	6,1	7,9	9,5	4,6	3,6	4,8	2,2	5,5	2,1	102,0	51,0	6,1	19,0	19,0	78,0	9,0	24,0	38,0
350	14	7,3	9,5	10,5	5,3	4,4	5,4	2,5	6,2	2,4	120,0	60,0	7,3	22,0	22,0	90,0	11,0	28,0	45,0

ANEXO F

Tabela de Seleção

Modelo		Pot. (cv)	Tubulação		Diâmetro rotor (mm)	AMT max. (mca)	Altura Manométrica Total em metros de Coluna de Água (mca) - Não estão incluídas as perdas por atrito																													
Monofásico	Trifásico		Suc. (bsp)	Elev. (bsp)			6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	50	52	54	56	58	60				
110V/220V	220V/380V						Vazão (m³/h)																													
CAM-W21	CAM-W21	2	2½"	2½"	113,0	21	36,2	34,0	31,5	28,7	26,1	23,2	18,5	13,1																						
		3			125,0	26					34,3	31,9	29,2	26,1	22,5	18,6																				
416 MJM	416 TJM	4			138,0	31										25,7	22,7	19,0	13,2																	
616 MJM	616 TJM	5			145,0	35										31,9	29,5	26,8	23,4	19,1	12,1															
646 MJM	646 TJM	7½			155,0	43															39,0	36,3	32,7	27,7	16,1											
666 MJM	666 TJM	10*	180,0	62																							34,0	30,6	26,9	22,7	17,5					

* Modelo Trifásico 220/380/440/760V

IMPORTANTE: Não utilizar as bombas em alturas inferiores àquelas limitadas pela linha demarcativa, sob o risco de sobrecarga no motor elétrico, ocasionando a perda da GARANTIA.