

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
FACULDADE DE ARQUITETURA E URBANISMO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E URBANISMO

CAMILA MATOS DE OLIVEIRA SILVA

**PROTEÇÃO PASSIVA CONTRA INCÊNDIO EM EDIFICAÇÕES ESCOLARES DE
MÉDIO PORTE E BAIXA ALTURA: ANÁLISE NO PROJETO ESPAÇO
EDUCATIVO URBANO DE 12 SALAS**

MACEIÓ

2019

CAMILA MATOS DE OLIVEIRA SILVA

Proteção passiva contra incêndio e pânico em edificações escolares de médio porte e baixa altura: Análise no projeto Espaço Educativo Urbano de 12 salas.

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Alagoas, como requisito final para obtenção do grau de Mestre em Arquitetura e Urbanismo.

Área de Concentração: Concepção, Construção e Adequação do Espaço Habitado.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Morgana Maria Pitta Duarte Cavalcante

Maceió

2019

Catálogo na fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Central
Divisão de Tratamento Técnico

Bibliotecária Responsável: Helena Cristina Pimentel do Vale – CRB4 - 661

- S586p Silva, Camila Matos de Oliveira.
Proteção passiva contra incêndio em edificações escolares de médio porte e baixa altura : análise no projeto espaço / Camila Matos de Oliveira Silva. – 2019. 185 f. : il. color.
- Orientadora: Morgana Maria Pitta Duarte Cavalcante.
Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Federal de Alagoas. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo. Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo. Maceió, 2018.
- Bibliografia: f. 156-163.
Apêndice: f. 164-180.
Anexos: f. 181-185.
1. Arquitetura escolar – Normatização. 2. Edifícios escolares – Projeto padrão.
3. Incêndios – Proteção passiva. I. Título.

CDU: 727.1

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
FACULDADE DE ARQUITETURA E URBANISMO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E URBANISMO

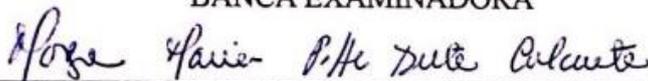
CAMILA MATOS DE OLIVEIRA SILVA

PROTEÇÃO PASSIVA CONTRA INCÊNDIO E PÂNICO EM EDIFICAÇÕES
ESCOLARES DE MÉDIO PORTE E BAIXA ALTURA: ANÁLISE NO PROJETO
ESPAÇO EDUCATIVO URBANO DE 12 SALAS

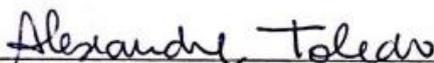
Dissertação de mestrado apresentada ao
Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e
Urbanismo da Universidade Federal de Alagoas,
como requisito final para obtenção do grau de
Mestre em Arquitetura e Urbanismo.

APROVADA em 11/04/2019.

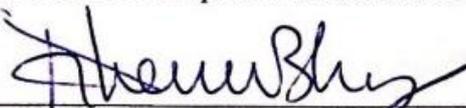
BANCA EXAMINADORA



PROFA. DRA. MORGANA MARIA PITTA DUARTE CAVALCANTE (Orientadora)
Faculdade de Arquitetura e Urbanismo- UFAL



PROF. DR. ALEXANDRE MÁRCIO TOLEDO
Faculdade de Arquitetura e Urbanismo- UFAL



PROF. DR. DILSON BATISTA FERREIRA
Faculdade de Arquitetura e Urbanismo- UFAL



PROFA. DRA. ROSARIA ONO
Faculdade de Arquitetura e Urbanismo- USP

*A meu pai que, mesmo não estando mais aqui fisicamente,
continua a ser meu maior incentivo. A ele todo o meu carinho.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, que me colocou nesta jornada e me sustentou durante todo o trajeto.

Aos meus pais e irmã, pelo apoio incondicional e estímulo constante, fazendo-me chegar até aqui.

Ao meu marido, por todo amparo, compreensão e companheirismo, e por sempre me apoiar.

À minha orientadora Morgana, por ter aceitado desenvolver esse trabalho comigo e por toda dedicação e assistência.

Aos amigos que compartilharam as alegrias e angústias da caminhada, e me deram suporte, em especial a Aloísio, Leila, Lorena e Jessica, amigos que o mestrado me proporcionou; e, Mel, Mona e Rebeca, amigas da vida.

Aos amigos da CPE, que me acolheram e muito me ensinaram, em especial a Rafael, que pacientemente me auxiliou sempre que precisei.

À minha querida amiga Manuela, pela oportunidade e suporte que me deu ao me inserir nesse universo de Segurança Contra Incêndio.

Aos professores Dilson Batista Ferreira, Rosária Ono e Alexandre Toledo, pela colaboração dada no percurso deste trabalho.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior- CAPES, por possibilitar esta pesquisa, através do auxílio financeiro.

Muito obrigada a todos.

RESUMO

A etapa projetual é de extrema importância no que diz respeito à proteção passiva contra incêndios, pois as soluções adotadas nessa etapa ecoam e influenciam as demais. Para isso é necessário que exista uma base consistente de conhecimento sobre o tema, de forma que esse processo suceda de forma natural e assim o arquiteto passe a aplicar não pensando apenas no cumprimento das exigências legais, mas também que seja capaz de conduzir o projeto de forma a garantir a proteção e cobrir possíveis deficiências empregadas pelas regulamentações. O tema é relevante também no que se refere aos equipamentos escolares, que possuem grande relevância social e cultural de um local. Diante dessas questões, a presente dissertação de mestrado tem como objetivo identificar e verificar os aspectos legais e projetuais associados à proteção passiva contra incêndio que devem ser utilizados em edificações escolares de médio porte e baixa altura; através do aprofundamento, discussão, análise crítica, e aplicação em objeto de estudo, que consiste no Espaço Educativo Urbano de 12 salas, projeto padrão do Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação- FNDE. Os procedimentos adotados foram fundamentados em pesquisa bibliográfica e documental baseada em técnica quanti-qualitativa, por meio do estabelecimento de parâmetros para cumprimento de critérios relacionados à proteção passiva contra incêndio em edificações escolares, através de instrumento de análise disciplinar de projeto, e apuração e sintetização da legislação existente. Por fim, foi feita aplicação do método no objeto de estudo, para sua melhor compreensão e observância. Percebeu-se que o objeto analisado cumpriu parcialmente os critérios exigidos nas normativas abordadas. Compreendeu-se, com esta dissertação, que as decisões para as medidas de proteção passiva necessitam ser definidas ainda em fase de desenvolvimento do projeto, como tipos de materiais, dimensionamentos, distâncias a serem percorridas e condições de implantação do objeto; portanto o domínio dos aspectos de proteção passiva por parte do arquiteto auxilia no desenvolvimento de um projeto mais seguro e permite que os seus elementos não sejam apenas vistos como uma etapa complementar para mero cumprimento de legislação, mas que se agreguem e faça parte de todo conjunto do projeto, de forma harmônica.

Palavras-Chave: proteção passiva; arquitetura escolar; normatização; projeto padrão.

ABSTRACT

The design stage is extremely important with regard to passive fire protection, because the solutions adopted at this stage echo and influence the others. This requires a consistent basis of knowledge on the subject, so that this process happens naturally and so the architect will apply not only to the fulfillment of legal requirements but also to be able to conduct the project ensure protection and cover possible shortcomings in regulations. The theme is also relevant with regard to school equipment, which has great social and cultural relevance of a place. In view of these issues, this Master's thesis aims to identify and verify the legal and design aspects associated with passive fire protection that should be used in medium and low-rise school buildings; through deepening, discussion, critical analysis, and application in object of study, which consists of the 12-room Urban Education Area, a standard project of the National Fund for Education Development - FNDE. The procedures adopted were based on a bibliographical and documentary research based on a quantitative-qualitative technique, through the establishment of parameters for compliance with criteria related to passive fire protection in school buildings, through a disciplinary project analysis instrument, and calculation and synthesis of existing legislation. Finally, the method was applied in the object of study, for its better understanding and observance. It was noticed that the analyzed object partially fulfilled the criteria required in the normatives addressed. It was understood, with this dissertation, that the decisions for passive protection measures need to be defined still in the development phase of the project, such as types of materials, dimensions, distances to be covered and conditions of implementation of the object; so the mastery of the passive protection aspects on the part of the architect assists in the development of a more secure project and allows its elements not only to be seen as a complementary stage for mere compliance with legislation, but that aggregate and be part of all set of the project, in a harmonic way.

Keywords: passive protection; school architecture; normatization; standard design.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1- Método	24
Figura 2- O Pátio do Colégio retratado por Militão Augusto de Azevedo em 1862	27
Figura 3- Colégio Pedro II e Igreja de São Joaquim. Desenho de P. G. Bertichem, em 1856.	28
Figura 4- Fachada da Escola Municipal Gonçalves Dias, Rio de Janeiro	28
Figura 5- Planta Baixa da Escola Municipal Gonçalves Dias, Rio de Janeiro, 1872	29
Figura 6- Planta Baixa- Grupo Escolar de Campinas- Pav. Térreo e Superior	31
Figura 7- Planta Térrea- Escola Modelo da Luz.....	32
Figura 8- Plantas Baixas- Escola Normal de São Paulo	33
Figura 9- Fachada da Escola Normal de São Paulo.....	34
Figura 10- Escola Municipal Rep. Argentina- Modelo Platoon – 1935	36
Figura 11- Planta Baixa da Escola Municipal da República Argentina- 1935.....	37
Figura 12- Planta do primeiro pavimento do Grupo Escolar Visconde Congonhas do Campo	39
Figura 13- Complexo Educacional de Pesquisas Aplicadas- Maceió- AL	41
Figura 14-Grupo Escolar São Bernardo do Campo, 1967- Planta Baixa.....	42
Figura 15- Escola Elementar Collinwood, durante incêndio	45
Figura 16- Incêndio em <i>Lady of the Angels School</i>	46
Figura 17- Foto do Edifício <i>Asch</i> , após o incêndio.....	47
Figura 18- Gran Circo Norte-Americano, após incêndio	48
Figura 19- Incêndio no Colégio Pedro II	48
Figura 20- Edifício Joelma e Andraus (respectivamente), durante os incêndios	49
Figura 21- Tetraedro do fogo	53
Figura 22- Exposição entre edificações	58
Figura 23- Método de Análise- Proteção Passiva em edificações Escolares	62
Figura 24- Aspectos voltados à Proteção Passiva em Projetos Escolares.....	63
Figura 25- Gráfico com quantitativo de projetos autorizados/executados pelo FNDE (2007-2018)	64
Figura 26- Gráfico com Projetos Padrão autorizados/executados pelo FNDE (2007-2018) ...	64
Figura 27- Organizações Espaciais.....	67

Figura 28- Classificação das edificações quanto à sua ocupação- Grupo E	69
Figura 29- Altura da Edificação, conforme NBR 9077	70
Figura 30- Características Construtivas da Edificação	71
Figura 31- Capacidade de Unidade de Passagem- Tabela 5- NBR 9077.....	72
Figura 32- Largura dos Corredores de Passagem.....	73
Figura 33- Distâncias Máximas a Serem Percorridas	73
Figura 34- Número de Saídas e Tipo de Escada conforme NBR 9077/2001.....	74
Figura 35- Dimensões de Guardas e Corrimãos.....	77
Figura 36- Corrimãos em Saídas de Emergência	77
Figura 37- Descarga através de hall térreo não enclausurado	78
Figura 38- Dimensionamento dos corredores de descarga.....	79
Figura 39- Largura para deslocamento em linha reta	80
Figura 40- Tipos de Retorno. Leg.: 1- Retorno Circular; 2- Retorno em Formato de Y; 3- Retorno em Formato T.....	81
Figura 41- Largura e altura mínimas do portão de acesso à edificação.....	82
Figura 42- Modelo de retorno.....	83
Figura 43- Tabela A.1- Tempos requeridos de resistência ao fogo, em minuto	84
Figura 44- Tabela C-1- Valores das cargas de incêndio específicas	85
Figura 45- Estrutura de Aço revestida de concreto.....	86
Figura 46- Vigas de Aço parcialmente revestidas com concreto	86
Figura 47- Sistema de cantoneira de apoio da Laje/ Piso tipo " <i>Slim floor</i> "	87
Figura 48- Lajes Mistas Steel Deck CE- 75- Extraído do Catálogo CODEME.....	88
Figura 49- Espessura efetiva mínima da laje em função do TRRF	88
Figura 50- Dimensões da seção transversal da laje	89
Figura 51- Pilares Mistos de Aço e Concreto.....	89
Figura 52- Requisitos para pilares mistos totalmente revestidos com concreto.....	90
Figura 53- Cobrimento de concreto para pilares de aço com função apenas de isolamento térmico.....	90
Figura 54- Pilar totalmente envolvido por concreto	91
Figura 55- Pilar incorporado às paredes.....	92
Figura 56- Pilar parcialmente integrado à parede de blocos	92

Figura 57- Pilares de fachada, interfaces com alvenaria.....	92
Figura 58- Classificação de produtos de revestimento de piso	96
Figura 59- Classificação de produtos de construção em geral, exceto revestimento de piso e produtos de isolamento térmico de tubulações e dutos com seção circular de diâmetro externo não superior a 300mm.....	97
Figura 60- Tabela B.1 da IT 10- Classe dos materiais a serem utilizados considerando o grupo/divisão da ocupação/uso em função da finalidade do material	97
Figura 61- Propagação e Isolamento das Edificações.....	101
Figura 62- Isolamento entre fachadas de edificações adjacentes	102
Figura 63- Considerações para distância segura em Isolamento de Risco.....	102
Figura 64- Índice das distâncias de Segurança α	103
Figura 65- Severidade da carga de incêndio para o isolamento de risco	103
Figura 66- Tabela de Cargas de Incêndio Específicas por ocupação	104
Figura 67- Determinação da fachada para o dimensionamento	105
Figura 68- Dimensionamento entre edificações não paralelas ou coincidentes	106
Figura 69- Distâncias de separação entre edificações.....	106
Figura 70- Alternativas para isolamento de risco	107
Figura 71- Distâncias entre edificações com alturas distintas.....	108
Figura 72- Separação entre edificações.....	108
Figura 73- Isolamento de risco em edificações geminadas.....	109
Figura 74- Isolamento por Parede Corta-Fogo.....	110
Figura 75- Separação entre edificações em lotes distintos.....	111
Figura 76- Afastamento de Telhas Combustíveis.....	111
Figura 77- Afastamento de Telhas Translúcidas Combustíveis	112
Figura 78- Compartimentação Horizontal.....	113
Figura 79- Compartimentação em Fachadas Ortogonais	113
Figura 80- Compartimentação em Fachadas Paralelas, ou oblíquas	114
Figura 81- Afastamento entre fachadas paralelas	114
Figura 82- Tabela de área máxima de compartimentação (m ²).....	115
Figura 83- Modelo de compartimentação vertical (verga peitoril).....	116
Figura 84- Modelo de compartimentação vertical (abas)	117
Figura 85- Modelo de compartimentação vertical (composição entre aba e verga-peitoril) .	117

Figura 86- Afastamento mínimo de segurança de recipientes individuais	119
Figura 87- Afastamento mínimo de segurança para agrupamento de recipientes transportáveis	120
Figura 88- Afastamentos para redes elétricas.....	120
Figura 89- Distância do recipiente à fonte de ignição com o uso de parede corta-fogo.....	121
Figura 90- Perspectiva Projeto Padrão 12 Salas.....	128
Figura 91- Perspectiva aérea Projeto Padrão 12 Salas.....	128
Figura 92- Blocos PEED 12 salas.....	129
Figura 93- Planta de Acessos e Fluxos	130
Figura 94- Planta com indicações de rampas e implantação.....	134
Figura 95- Saída de Emergência ao exterior da Edificação	135
Figura 96- Perspectiva da área externa da PEED 12 salas.....	135
Figura 97- Acessos da Quadra Coberta.....	136
Figura 98- Corredor - Blocos Salas de Aula	136
Figura 99- Simulação de trajetos a serem percorridas até a saída de emergência.....	137
Figura 100- Planta Baixa e Elevação do portão de acesso de veículos.....	139
Figura 101- Planta Baixa - Acesso de veículos	139
Figura 102- Tabela para definição de TRRF mínimo a ser implantado.....	140
Figura 103- Pilar de concreto armado com uma face exposta ao fogo.....	141
Figura 104- Requisitos para pilares mistos totalmente revestidos com concreto.....	141
Figura 105- Recorte da Tabela 01 (Dimensões mínimas para vigas em concreto em situação de incêndio)	142
Figura 106- Dimensões mínimas para lajes com resistência ao fogo	143
Figura 107- Planta dos Blocos com afastamentos	145
Figura 108- Planta Baixa- Central de Gás.....	148
Figura 109- Corte da Central de Gás- PEED 12 salas	148
Figura 110- Afastamento mínimo de segurança de recipientes individuais.....	149
Figura 111- Afastamentos da Central de gás a pontos de ignição	149
Figura 113- Classificação das edificações quanto à sua ocupação- Grupo E- PEED 12 salas	181
Figura 114- Altura da Edificação, conforme NBR 9077- PEED 12 salas	181

Figura 115- Classificação das edificações quanto às suas dimensões em planta- PEED 12 salas	182
Figura 116- Características Construtivas da Edificação- PEED 12 salas	182
Figura 117- Capacidade de Unidade de Passagem- PEED 12 salas	183
Figura 118- Distâncias Máximas a Serem Percorridas- PEED 12 salas	183
Figura 119- Número de Saídas e Tipo de Escada – PEED 12 salas	184
Figura 120- Classificação das edificações quanto à sua ocupação- PEED 12 salas (Quadra)	184
Figura 121- Capacidade de Unidade de Passagem- PEED 12 salas (Quadra)	185

LISTA DE QUADROS

Quadro 1- Dimensões mínimas para vigas em concreto em situação de incêndio	93
Quadro 2- Dimensões mínimas para pilares em concreto em situação de incêndio	94
Quadro 3- Dimensões mínimas para lajes em concreto em situação de incêndio	94
Quadro 4- Ensaio em Materiais de Revestimento de Piso	98
Quadro 5- Ensaio em Materiais de Revestimento de Teto	99
Quadro 6- Ensaio em Materiais de Revestimento de Parede	100
Quadro 7- Aspectos Espaciais e Formais	122
Quadro 8- Características Gerais	122
Quadro 9- Acessos e Escape: Saídas de Emergência	123
Quadro 10- Acesso e Escape: Vias de Acesso	123
Quadro 11- Controle e Segurança: Materiais Construtivos	124
Quadro 12- Controle e Segurança- Isolamento entre edificações	125
Quadro 13- Controle e Segurança: Compartimentação	125
Quadro 14- Controle e Segurança: Central de GLP	126
Quadro 15- Projeto Escola Padrão- PEED 12 Salas	127
Quadro 16- Síntese do Diagnóstico - Análise Disciplinar PEED 12	131
Quadro 17- Síntese de Diagnóstico- Características Gerais	132
Quadro 18- Síntese de Diagnóstico- Saídas de Emergência	133
Quadro 19- Síntese de Diagnóstico - Vias de Acesso	138
Quadro 20- Síntese de Diagnóstico- Controle e Segurança- Elementos Construtivos	140
Quadro 21- Síntese de Diagnóstico- Materiais de Revestimento e Acabamento	143
Quadro 22- Afastamento entre os blocos- PEED 12 salas	146
Quadro 23- Tabela com resultados da análise	150
Quadro 24- Isolamento entre Fachadas de Edificações Adjacentes- PEED 12 salas- Blocos A e B	164
Quadro 25- Isolamento entre Fachadas de Edificações Adjacentes com altura menor que 12m e área construída menor que 750m ² - PEED 12 salas- Bloco A	165
Quadro 26- Isolamento entre Fachadas de Edificações Adjacentes com altura menor que 12m e área construída menor que 750m ² - PEED 12 salas- Bloco B	166

Quadro 27- Isolamento entre Fachadas de Edificações Adjacentes- PEED 12 salas- Blocos A e C	166
Quadro 28- Isolamento entre Fachadas de Edificações Adjacentes com altura menor que 12m e área construída menor que 750m ² - PEED 12 salas- Bloco A.....	168
Quadro 29- Isolamento entre Fachadas de Edificações Adjacentes com altura menor que 12m e área construída menor que 750m ² - PEED 12 salas- Bloco C.....	168
Quadro 30- Isolamento entre Fachadas de Edificações Adjacentes- PEED 12 salas- Blocos A e D	169
Quadro 31- Isolamento entre Fachadas de Edificações Adjacentes- PEED 12 salas- Blocos A e F.....	170
Quadro 32- Isolamento entre Fachadas de Edificações Adjacentes- PEED 12 Salas -Blocos B e F.....	172
Quadro 33- Isolamento entre Fachadas de Edificações Adjacentes- PEED 12 Salas- Blocos C e E1	173
Quadro 34- Isolamento entre Fachadas de Edificações Adjacentes- PEED 12 Salas- Blocos D e E1	174
Quadro 35- Isolamento entre Fachadas de Edificações Adjacentes- PEED 12 Salas- Blocos D e G.....	175
Quadro 36- Isolamento entre Fachadas de Edificações Adjacentes- PEED 12 Salas- Blocos D e F.....	177
Quadro 37- Isolamento entre Fachadas de Edificações Adjacentes- PEED 12 Salas- Blocos F e E2	178

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação de Normas Técnicas
CAIC	Centro de Atenção Integral à Criança
CIAC	Centro Integrado de Atendimento à Criança
CIEP	Centro Integrado de Educação Pública
CEPA	Centro Educacional de Pesquisa Aplicada
CREA	Conselho Regional de Engenharia e Agronomia
FNDE	Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação
GARF	Gesso Acartonado Resistente ao Fogo
GLP	Gás Liquefeito de Petróleo
IT	Instrução Técnica
NBR	Norma Brasileira
NFPA	National Fire Protection Association
NR	Norma Reguladora
PAR	Plano de Ações Articuladas
PEED	Projeto Espaço Educativo Urbano
SENAI	Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial
SESI	Serviço Social da Indústria
SIMEC	Sistema Integrado de Planejamento, Orçamento e Finanças do Ministério da Educação
UP	Unidade de Passagem

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	19
1.1 Objetivos	22
1.2 Métodos	23
1.3 Estrutura do Trabalho	25
2 A ARQUITETURA ESCOLAR E A PROTEÇÃO PASSIVA CONTRA INCÊNDIO- TRAÇADO HISTÓRICO E CONCEITOS	26
2.1 Histórico e desenvolvimento tipológico das edificações escolares no Brasil	26
2.1.1 Do período jesuítico ao período Imperial- Primeiras edificações escolares.....	26
2.1.2 Brasil República	30
2.1.3 Décadas de 1930 a 1950	34
2.1.4 Décadas de 1960 a 1980 (Período de Regime Militar).....	41
2.1.5 Situação Atual (Abertura Política)	43
2.2 Breve histórico das normas e regulamentos técnicos voltados à segurança contra incêndio	44
2.2.1 Primeiros relatos sobre normativas voltadas à Segurança contra incêndio	44
2.2.2 Segurança contra incêndio após novo ordenamento das cidades.....	45
2.2.3 Avanço da preocupação sobre a questão de Segurança contra incêndio no Brasil.....	49
2.2.4 Normativas atuais no país sobre Segurança contra incêndio	51
2.3 Conceitos básicos de proteção contra incêndio	53
2.4 Considerações do capítulo	59
3 MEDIDAS DE PROTEÇÃO PASSIVA CONTRA INCÊNDIO EM ESCOLAS- MÉTODO DE ANÁLISE	61
3.1 Desenvolvimento do método	61
3.1.1 Descrição e Recorte de Objeto de Estudo.....	63
3.2 Critérios voltados à proteção passiva contra incêndio	66
3.2.1 Critérios Disciplinares de Projeto	66
3.2.1.1 Aspectos Espaciais e Formais	66
3.2.1.1.1 <i>Forma e Organização</i>	67
3.2.1.1.2 <i>Implantação e Circulação</i>	67
3.2.2 Critérios Normativos de Projeto.....	68
3.2.2.1 Acesso e Escape	68
3.2.2.1.1 <i>Saídas de Emergência</i>	69
3.2.2.1.1.1 Ocupação	69
3.2.2.1.1.2 Altura da Edificação	70

3.2.2.1.1.3 Características Construtivas	70
3.2.2.1.1.4 Larguras das Saídas de Emergência	71
3.2.2.1.1.5 Acessos ou Rotas de saídas horizontais	73
3.2.2.1.1.6 Escadas e Rampas	75
3.2.2.1.1.7 Descarga	78
3.2.2.1.2 Acesso de Viaturas.....	80
3.2.2.2 Controle e Segurança	83
3.2.2.2.1 Elementos Construtivos	84
3.2.2.2.1.1 Materiais Estruturais	84
3.2.2.2.1.2 Controle de Materiais	96
3.2.2.2.2 Isolamento entre edificações.....	100
3.2.2.2.3 Compartimentação	111
3.2.2.2.4 Central de Gás.....	118
3.2.3 Aplicação dos critérios relacionados à Proteção passiva em Edificações escolares	122
4 APLICAÇÃO EM OBJETO DE ESTUDO- ESPAÇO EDUCATIVO URBANO DE 12 SALAS.....	127
4.1 Análise Disciplinar de Projeto	127
4.1.1 Aspectos Espaciais e Formais.....	127
4.2 Análise Normativa de Projeto.....	132
4.2.1 Acesso e Escape	132
4.2.1.1 Saídas de Emergência	132
4.2.1.2 Acesso de Viaturas	138
4.2.2 Controle e Segurança.....	140
4.2.2.1 Elementos Construtivos	140
4.2.2.1.1 Materiais Estruturais.....	140
4.2.2.1.2 Materiais de Acabamento e Revestimento	143
4.2.2.2 Isolamento entre Edificações	145
4.2.2.3 Compartimentação.....	147
4.2.2.4 Central de Gás	147
4.3 CONSIDERAÇÕES DO CAPÍTULO	150
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	152
6 REFERÊNCIAS.....	156
APÊNDICE	164
ANEXO	181

1 INTRODUÇÃO

Mudanças culturais, econômicas e tecnológicas são fatores que afetam diretamente o espaço habitado e resultam em transformações que se refletem na arquitetura. Como destaque, tem-se a questão da segurança contra incêndio nas edificações, que se relaciona com a acessibilidade e proteção de usuários e patrimônios nesses equipamentos.

Um incêndio pode resultar em consequências graves e permanentes, assim se tornam relevantes as questões voltadas à proteção contra incêndio, com seus danos que podem ser desde riscos à vida humana, considerados preocupação prioritária, até danos materiais, como comprometimento da estrutura do edifício e perdas dos bens presentes nele, além de possíveis interrupções de serviços e procedimentos que ocorriam naquele lugar, como, por exemplo, suspensão de aulas de uma escola ou produtividade de uma indústria.

As medidas de proteção contra incêndio podem ser divididas em duas categorias, a ativa e a passiva: a proteção ativa consiste nos equipamentos a serem implantados e instalados nas edificações, inseridos já na parte complementar de Segurança contra Incêndio (extintores de incêndio, alarme manual, sinalização de emergência, dentre outros), e são caracterizados como medidas extintivas, com o objetivo de apagar ou controlar um foco de fogo já existente; e a proteção passiva corresponde a um conjunto de medidas de cunho preventivo, a serem previstas ainda na elaboração do projeto arquitetônico, a fim de se evitar ao máximo a ocorrência de incêndios, ou reduzir e controlar possíveis danos. São dispositivos construtivos que, aplicados isoladamente ou em conjunto a uma edificação, retardam a propagação do fogo e auxiliam na desocupação segura dos usuários, como, por exemplo, as saídas de emergência, compartimentações, controle de materiais, segurança estrutural e outros (BRENTANO, 2015).

No Brasil, torna-se uma preocupação na década de 1970, com a ocorrência de dois grandes incêndios na cidade de São Paulo; o Edifício Andraus, em 1972, que resultou em 16 mortos e 336 feridos e o Edifício Joelma, em 1974, o qual gerou 170 mortos e 320 feridos (SEITO et. al, 2008). Constatou-se, com estes eventos, o despreparo por parte do poder público para esse tipo de situação e a carência de legislação voltada para a prevenção contra incêndio e pânico. Houve, então, um estímulo para que medidas na área fossem realizadas, a fim de garantir mais segurança das pessoas dentro das edificações, impulsionando, assim, a criação das primeiras legislações voltadas ao tema.

O tema é relevante também no que se refere às escolas. Segundo Kowaltowski (2011), a edificação escolar, reconhecida por sua representatividade, influência e distinção pela

coletividade, apresenta-se como um importante equipamento nos contextos social, cultural e econômico de um local, com sua configuração física interferindo no aprendizado e participação dos seus usuários. Além dos seus aspectos perceptíveis, deve-se atentar para outros parâmetros, igualmente importantes nessa composição, como é o caso da funcionalidade, usabilidade, instalações e infraestrutura.

Junto a isso, observa-se uma precariedade no ambiente escolar público brasileiro, não sendo diferente em relação a investimento em estrutura, o que acarreta constantes problemas de projeto e instalação (FERREIRA, 2014). Assim, as escolas precisam de melhorias relacionadas à infraestrutura e prevenção de riscos, de forma a garantir os equipamentos adequados de segurança contra incêndios, além de proporcionar o conhecimento por parte dos usuários desses equipamentos sobre segurança contra incêndio e medidas de desocupação rápida do local, fato que, aliado à predominância de uma faixa etária de crianças e adolescentes, faz com que o ambiente seja mais vulnerável em situações de incêndio.

Nesse contexto, a questão da segurança contra incêndio nesses edifícios escolares se mostra igualmente precária e deficiente nessa tipologia projetual, além de pouco explorada, colocando em risco a proteção dos usuários.

A constituição Federal de 1988 estabelece:

É dever da família, da sociedade e do Estado assegurar à criança e ao adolescente e ao jovem, com absoluta prioridade, o **direito à vida, à saúde**, à alimentação, à **educação**, ao lazer, à profissionalização, à cultura, à dignidade, ao respeito à liberdade e à convivência familiar e comunitária, além de **colocá-los a salvo** de toda forma de **negligência**, discriminação, exploração, violência, crueldade e opressão (Grifo meu, Constituição Federal, art. 227).

Logo, a segurança dessas crianças e adolescentes deve ser assegurada, dentre outras questões, com vista à preservação da vida, propiciando-lhes um ambiente escolar seguro e protegido, fato que não pode ser negligenciado.

Existem hoje, no Brasil, leis e normas reguladoras de segurança contra incêndio, além de decretos estaduais e municipais estabelecendo condições exigíveis que as edificações devem possuir em relação à segurança contra incêndio. Porém não há legislação que trate de forma específica sobre a proteção passiva contra incêndio em edificações escolares¹.

¹ Foi encontrado apenas Manual de orientação à prevenção e ao combate a incêndio em escolas, elaborado pela Fundação para o Desenvolvimento da Educação do Estado de São Paulo (2009), que, apesar de apresentar uma boa introdução sobre segurança contra incêndio de forma geral, não chega a adentrar profundamente no tema, além de ser de âmbito estadual, e não possuir força de lei.

Além da questão supracitada, também há a falta de compreensão dos profissionais da área sobre o assunto. Segundo Ono (2004), há pouca consideração por parte dos profissionais em relação à segurança contra incêndio ao projetar uma edificação, que acabam vendo a questão apenas como um item a ser atendido para aprovação no órgão competente, fazendo com que o arquiteto não possua ferramentas para propor soluções alternativas de projeto que resultem em uma edificação segura e estética/funcionalmente satisfatória, prejudicando, assim, a liberdade criativa.

A etapa projetual é de extrema importância no que diz respeito à proteção passiva contra incêndios, pois as soluções adotadas nessa etapa ecoam e influenciam as demais. Segundo Luz Neto (1995, p.11), “Incêndio se apaga no projeto! [...] A importância do planejamento nesta área é medida pelos sinistros evitados e não pelos incêndios extintos”. Ou seja, é preciso que haja um planejamento de proteção contra incêndio ainda na fase de concepção dos edifícios. Para isso é necessário que exista uma base consistente de conhecimento sobre o tema, para que esse processo suceda de forma natural e assim o arquiteto passe a aplicar não pensando apenas em cumprimento às exigências legais, mas também que possa ser capaz de conduzir o projeto de forma a garantir a proteção e cobrir possíveis deficiências empregadas pelas regulamentações.

Logo, se vê a necessidade de que essa questão seja prevista ainda na fase projetual da edificação, pois é no projeto que são definidas as vias de circulação, definição de materiais, revestimentos e componentes construtivos, que são caracterizadas como medidas de proteção passiva contra incêndio e pânico.

Nagamine e Ono (2006) apontam para a necessidade de compreensão da situação dos edifícios escolares em relação à segurança contra incêndio e ao comportamento de seus usuários, para que, a partir daí, sejam definidas políticas públicas urbanas na área de educação preventiva e na criação de diretrizes de projeto das edificações escolares.

A efetividade do projeto está interligada ao conhecimento do arquiteto sobre essas questões. Esse conhecimento garante por parte do arquiteto a consciência para que possa conduzir o projeto de forma a cobrir possíveis deficiências de medidas de segurança contra incêndio presentes nas regulamentações.

Ono (2007) afirma que é necessária a criação de uma massa crítica de profissionais que compreendam melhor as implicações que podem ter as medidas de proteção contra incêndio e pânico aplicadas inadequadamente, e que tenham leitura crítica das regulamentações existentes, exigindo o aprimoramento das mesmas. Venezia e Ono (2014) afirmam que o domínio do

arquiteto sobre os conceitos que fundamentam as exigências das regulamentações e normas é diretamente proporcional ao grau de efetividade do projeto.

Faz-se importante uma maior conscientização, a fim de impulsionar mudanças substanciais que, por sua vez, refletirão num espaço mais protegido. Os projetistas precisam ver a segurança contra incêndio como algo a ser pensado ainda na concepção do projeto arquitetônico, os empresários como um bom investimento, e a sociedade como um todo deve atentar-se para a questão, a fim de exigir ações por parte dos governantes.

1.1 Objetivos

Objetivo Geral:

A presente dissertação de mestrado em Arquitetura e Urbanismo tem como objetivo identificar e verificar os aspectos legais e projetuais associados à proteção passiva contra incêndio que devem ser utilizados em edificações escolares de médio porte e baixa altura; através do aprofundamento, discussão, análise crítica e aplicação em objeto de estudo, que consiste no Espaço Educativo Urbano de 12 salas, projeto padrão do Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação- FNDE.

Objetivos específicos:

- Identificar os requisitos normativos e projetuais relacionados à proteção passiva contra incêndio, aplicáveis à fase de elaboração dos projetos de edificações escolares no Brasil, tendo como objeto a escola de médio porte e baixa altura;
- Verificar o atendimento dos requisitos exigidos na legislação de segurança contra incêndio nas edificações escolares, através de análise projetual, com aplicação de instrumento de análise em um projeto padrão da FNDE, o Projeto 12 Salas, para identificar conformidades, lacunas e dificuldades na sua implementação;
- Refletir se os requisitos de proteção passiva contra incêndios exigidos estão de fato suprindo as necessidades de segurança necessárias para que o risco à vida das pessoas no interior desses edifícios seja minimizado ao máximo; discutir tendências e sugestões que auxiliem na melhoria de desempenho dessas edificações em caso de situações de incêndio e pânico.

1.2 Métodos

Os procedimentos adotados nesta pesquisa a fim de se alcançar seu objetivo foram fundamentados em pesquisa bibliográfica e documental baseada em técnica quanti-qualitativa, com demonstração de aplicação de caso prático, através da delimitação de objeto de estudo, seguindo quatro etapas distintas.

A primeira etapa consistiu na fundamentação teórica, que teve como finalidade aprofundamento na literatura relacionada à segurança contra incêndio e arquitetura escolar. Nessa etapa buscou-se, por meio de normatizações municipais, estaduais, nacionais e internacionais, livros, artigos científicos, dissertações e sites especializados, uma maior contextualização e compreensão dessas questões, com levantamento histórico, e através de identificação e conceituação dos requisitos e princípios referentes aos mesmos.

Na segunda etapa, por meio dos dados e observações obtidas na etapa anterior, foi desenvolvido o instrumento de análise, que consiste na análise disciplinar de projeto, e apuração e sintetização da legislação existente que trata dos aspectos relacionados ao tema. No Brasil há uma série de normas e regulamentos legais que regem as atividades técnicas na execução de projetos. São eles os códigos de obra, planos diretores, dentre outros. Em relação à segurança contra incêndio, não há uma legislação nacional que seja unificada, ficando a cargo de cada estado e/ou cidade elaborar seu próprio regulamento, sendo apenas as normas técnicas válidas para todo o território nacional.

Diante desse quadro, para que o estudo pudesse ser viabilizado, buscou-se suporte na normativa da Associação Brasileira de Normas Técnicas- ABNT, com uso das Instruções Técnicas do Corpo de Bombeiros do estado de São Paulo², e em outros materiais relevantes como suporte ou preenchimento de lacunas.

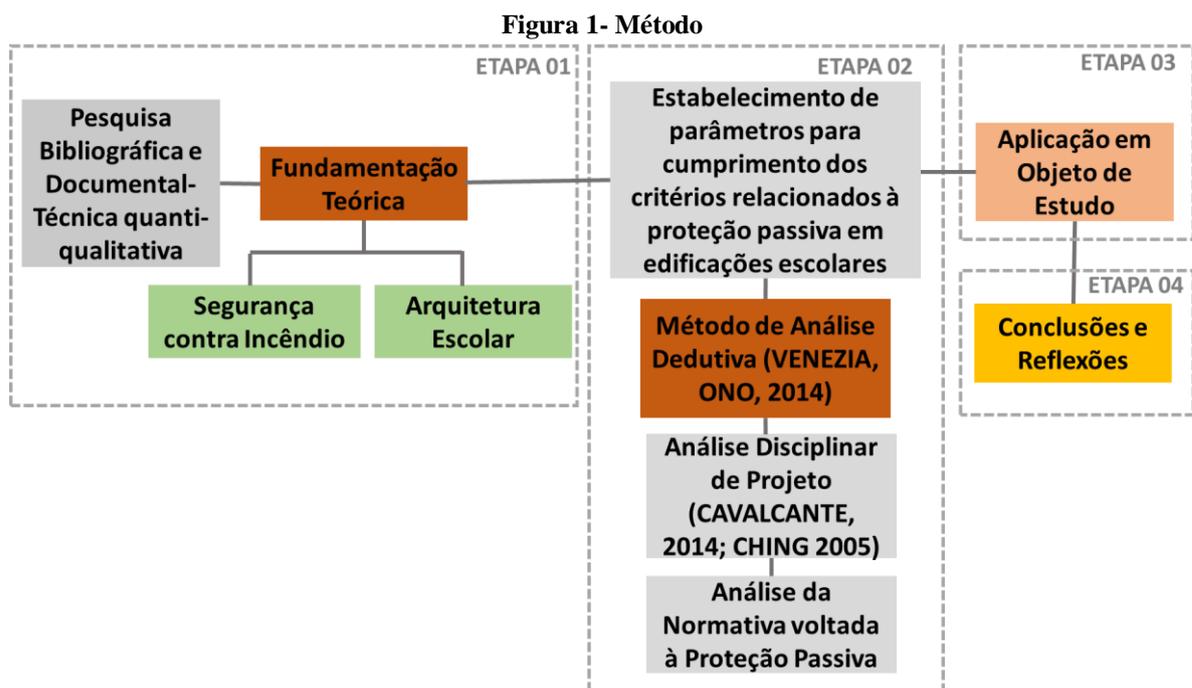
Através do estudo dessas normas e regulamentações, bem como dos preceitos para elaboração de projetos escolares, os requisitos a serem adotados em edificações escolares referentes a medidas de proteção passiva contra incêndio foram explanados e desenvolvidos, tendo em vista sua melhor compreensão.

² As instruções técnicas do Corpo de Bombeiros do Estado de São Paulo são consideradas por boa parte das normativas estaduais e municipais brasileiras voltadas à Segurança contra incêndio como guias e assessores a serem consultados em seus documentos.

A terceira etapa teve como foco a realização de estudo de caso, que teve como objetivo assimilar de forma mais clara e adequada as questões apresentadas na etapa anterior. Os critérios para a seleção envolveram a tipologia do edifício, e sua relevância no cenário nacional e influência nos projetos escolares. Assim, foram definidos como recorte, edificações escolares de médio porte e baixa altura.

O objeto foi explorado nessa etapa, através de análise do seu projeto arquitetônico, com base nos critérios desenvolvidos, para avaliação de conformidade com as questões relacionadas à proteção passiva contra incêndio. A escolha de um projeto como objeto de estudo, por meio da análise das suas plantas arquitetônica e memorial descritivo, buscou apreender as características que se desenvolvem e são definidas nessa etapa, para assim inserir a proteção passiva nesse processo de projeto.

A quarta etapa consistiu na apuração e análise dos dados obtidos na etapa anterior, para verificar sua conformidade com as legislações vigentes e tecer reflexões sobre o real suprimento das necessidades de segurança necessárias, a fim de minimizar o risco à vida das pessoas no interior do edifício e identificar lacunas e dificuldades de implementação do projeto de segurança nessas edificações. Foram, então, desenvolvidas possíveis estratégias a fim de auxiliar numa melhoria na segurança dessas edificações estudadas, discutindo-se tendências e sugestões que objetivem a melhoria de desempenho em situações de incêndio e pânico (Figura 1).



1.3 Estrutura do Trabalho

O presente trabalho é composto por cinco capítulos. O capítulo 01 corresponde à sua apresentação; contendo introdução, exposição dos objetivos, metodologia e estrutura.

O capítulo 2 volta-se para a caracterização das edificações escolares e a proteção passiva contra incêndio, por meio de conceitos básicos e evolução histórica, a fim de fundamentar a pesquisa.

O capítulo 3 trata da segurança contra incêndio em edificações escolares, abordando a análise dos requisitos de proteção passiva contra incêndio para essas edificações, e elaboração de instrumento de análise relacionado aos aspectos inerentes à proteção passiva contra incêndio em edificações escolares.

O capítulo 4 desenvolve o modelo de aplicação no estudo de caso, através da sua apresentação e análise. São expostas também a avaliação e a síntese do diagnóstico.

Por fim, o capítulo 5 apresenta as considerações finais da pesquisa, com os resultados, diagnósticos e reflexões, a que se acrescentam alternativas e sugestões para o sistema de prevenção de incêndio.

2 A ARQUITETURA ESCOLAR E A PROTEÇÃO PASSIVA CONTRA INCÊNDIO- TRAÇADO HISTÓRICO E CONCEITOS

Para um embasamento mais aprofundado nos temas da dissertação, foram realizados os estudos do desenvolvimento histórico das edificações escolares e suas tipologias, e da evolução das normativas relacionadas à proteção passiva e aos principais acontecimentos que resultaram em uma maior preocupação sobre o tema, além da apresentação dos seus conceitos básicos. Buscou-se assim a familiarização necessária para o desenvolvimento do método de análise de proteção passiva contra incêndio.

2.1 Histórico e desenvolvimento tipológico das edificações escolares no Brasil

A escola, como instituição de ensino atualmente conhecida, é o resultado de um longo processo histórico [...]. A educação é vista como a transmissão de valores e o acúmulo de conhecimento de uma sociedade. Portanto, a história da educação também é a história de uma sociedade e seu desenvolvimento cultural, econômico e político (KOWALTOWSKI, 2011. p. 12).

A arquitetura escolar e sua transformação no decorrer do tempo sofreram influências inerentes a cada época, com suas características sociais e políticas. Assim, entender esse processo histórico significa a compreensão de forma mais clara das tipologias arquitetônicas escolares, com o olhar em suas transformações, uso de materiais e mudanças nas configurações dos espaços.

2.1.1 Do período jesuítico ao período Imperial- Primeiras edificações escolares

A história das edificações escolares no Brasil se inicia logo após a chegada dos portugueses, que trouxeram consigo o padrão de educação formal europeu, contrastando com a cultura indígena presente no país. No ano de 1549, os jesuítas entraram no país, na armada de Tomé de Souza e, com o propósito de propagar a religião católica entre os indígenas, surgiu a necessidade de ensinar-lhes a ler e a escrever. Assim, em 1549 foi edificada a primeira escola elementar brasileira, em Salvador, na Bahia, o Colégio de Jesus da Bahia³, com seus métodos pedagógicos, que englobavam ensino e religião, abarcando entre os alunos indígenas e filhos de colonos (SHIGUNOV NETO; MACIEL, 2008).

Logo após outras escolas foram criadas em outros lugares do país, como, por exemplo, o Pátio do Colégio (Figura 2), construído em 1554, na cidade de São Paulo, inicialmente um

³ Transformada em 1951 em Colégio dos Meninos de Jesus.

acampamento para os jesuítas e missionários que catequizavam os índios, logo se tornando um espaço destinado aos estudos (CARVALHO, 2009).

Figura 2- O Pátio do Colégio retratado por Militão Augusto de Azevedo em 1862



Fonte: Assembleia Legislativa do Estado de São Paulo, 2004⁴

Esse modelo funcionou por 210 anos, nos quais foram fundadas missões jesuíticas em vários pontos do país, e instaladas escolas de ensino básico em quase todos os povoados e aldeias, além de 18 estabelecimentos de ensino secundário nas principais cidades da época (PAIVA, 2000).

No ano de 1759, teve fim o período jesuítico, para dar lugar ao que ficou conhecido como Período Pombalino, caracterizado como uma fase de decadência em termos de educação no país. Portugal passava por um período de declínio na época, sendo o Marquês de Pombal nomeado a fim de recuperar a situação do país, nos âmbitos político, administrativo, econômico, cultural e educacional do país, através das reformas pombalinas. Dentre essas reformas houve a expulsão dos jesuítas, por incompatibilidade de interesses, e a educação passou a ser voltada aos interesses do Estado, e não mais aos religiosos (SHIGUNOV NETO; MACIEL, 2006).

No final do Brasil Colônia, em 1808, a família real foge para o Brasil, e no ano de 1821, D. Pedro I proclama a independência. Inicia-se então o Período Imperial, no ano de 1822, perdurando até 1888. Através da primeira Constituição brasileira, outorgada em 1824, foi instituída instrução primária gratuita para todos os cidadãos, elaborada com o intuito de organizar a educação nacional, porém sem dispor para isso os recursos necessários (BELLO, 2001).

Na época, as escolas que não funcionavam em conventos ou seminários eram improvisadas em edificações inadequadas para esses fins. Com o intuito de melhoria desse

⁴ Disponível em: < <https://www.al.sp.gov.br/noticia/?id=297935> > Acesso em 18 abr 2018.

cenário, surgiu o Colégio Pedro II (1837) no Rio de Janeiro, primeiro colégio secundário oficial do país, com o objetivo de se tornar parâmetro de ensino e referência nacional para os demais colégios secundários públicos a serem criados (Figura 3).

Figura 3- Colégio Pedro II e Igreja de São Joaquim. Desenho de P. G. Bertichem, em 1856



Fonte: Multirio. Acesso em: 01 abr. 2018⁵

Posteriormente, na década de 1870, D. Pedro II começou a desenvolver as chamadas Escolas do Imperador, que consistiam em escolas primárias, construídas em uma associação de verbas públicas e recursos de particulares, no Rio de Janeiro, distrito federal da época. Eram escolas marcadas pela sua monumentalidade, como forma de expor a importância dada pelo império às questões educacionais (CASTRO, 2009). Uma das primeiras a serem construídas foi a Escola Municipal Gonçalves Dias, inaugurada no ano de 1872 (Figuras 4 e 5).

Figura 4- Fachada da Escola Municipal Gonçalves Dias, Rio de Janeiro

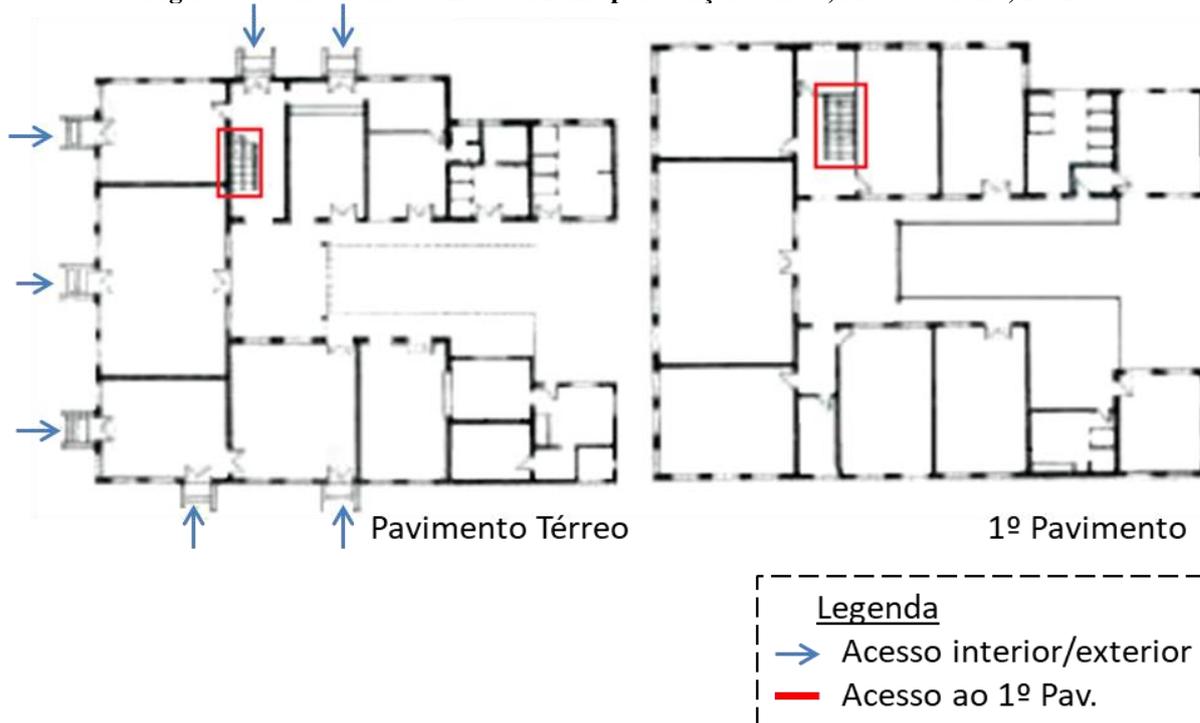


Fonte: Agência O Globo⁶

⁵ Disponível em: < <http://multirio.rio.rj.gov.br/index.php/estude/historia-do-brasil/brasil-monarquico/91-per%C3%ADodo-regencial/8950-a-cria%C3%A7%C3%A3o-do-col%C3%A9gio-de-pedro-ii>>.

⁶ Disponível em: <<https://oglobo.globo.com/rio/confira-fotos-recentes-antigas-da-escola-municipal-goncalves-dias-12179938>>. Acesso em: jan 2019.

Figura 5- Planta Baixa da Escola Municipal Gonçalves Dias, Rio de Janeiro, 1872



Fonte: SISSON, 1990, p.67 *apud* Silveira, 2017⁷, adaptado pela autora

Houve uma grande preocupação na época quanto aos acessos, com o pavimento térreo possuindo acesso direto de praticamente todos os ambientes ao exterior do edifício. Já no primeiro pavimento, os trajetos entre as salas e a escada são em sua maioria curtos. Também nota-se a presença de amplas aberturas de esquadrias.

No decorrer do século XIX, foram criadas, também, as escolas normais⁸, para formação de professores, o que acarretou na substituição do “mestre-escola” pelo “novo” professor do ensino primário (VILLELA, 2000). Isso constituiu um marco na educação, pois o professor passou a ter uma capacitação maior para lecionar.

Às escolas e seminários construídos no período jesuítico e imperial foi oferecida certa atenção para as questões de planejamento arquitetônico, como a criação de salas específicas para estudo e leitura, oração e para uso de alunos e professores. Apesar de as construções possuírem os estilos da época, renascentista e barroco, buscou-se a adequação aos diversos

⁷ SILVEIRA, Luciana de Almeida. As “escolas do imperador” entre tradição e modernidade: O caráter disciplinador e inovador das culturas escolares e urbanas na segunda metade do século XIX. IX Congresso Brasileiro de História da Educação, João Pessoa, 2017. Disponível em: <<http://www.ixcbhe.com/arquivos/anais/eixo1/individual/1317-1334.pdf>>

⁸ As escolas normais se diferiam das demais escolas secundárias por destinar-se à capacitação dos alunos para lecionarem em escolas de primeiras letras, e foi considerado como uma conquista, tendo em vista que reconhecia o professor como um profissional e os preparavam para exercer a função.

climas, com janelas amplas, pé-direitos altos, e outros elementos construtivos, facilitando o conforto térmico, circulação do ar e iluminação natural. No período pombalino, a realidade era diferente, com ambientes escolares muitas vezes precários e improvisados, sem conforto ambiental, com iluminação e ventilação ineficientes, pouco propícios ao aprendizado, e com professores despreparados (FERREIRA, 2014).

Porém, apesar da construção de novas escolas, nem todo ensino era praticado nessas edificações. Segundo Carvalho (2009), os locais de ensino da época situavam-se em sua maioria em paróquias, salas fechadas, moradia de professores ou lugares cedidos e alugados. Estes eram espaços improvisados, portanto, careciam do conforto ideal para o ambiente, com ausência de iluminação, circulação de ar reduzida.

2.1.2 Brasil República

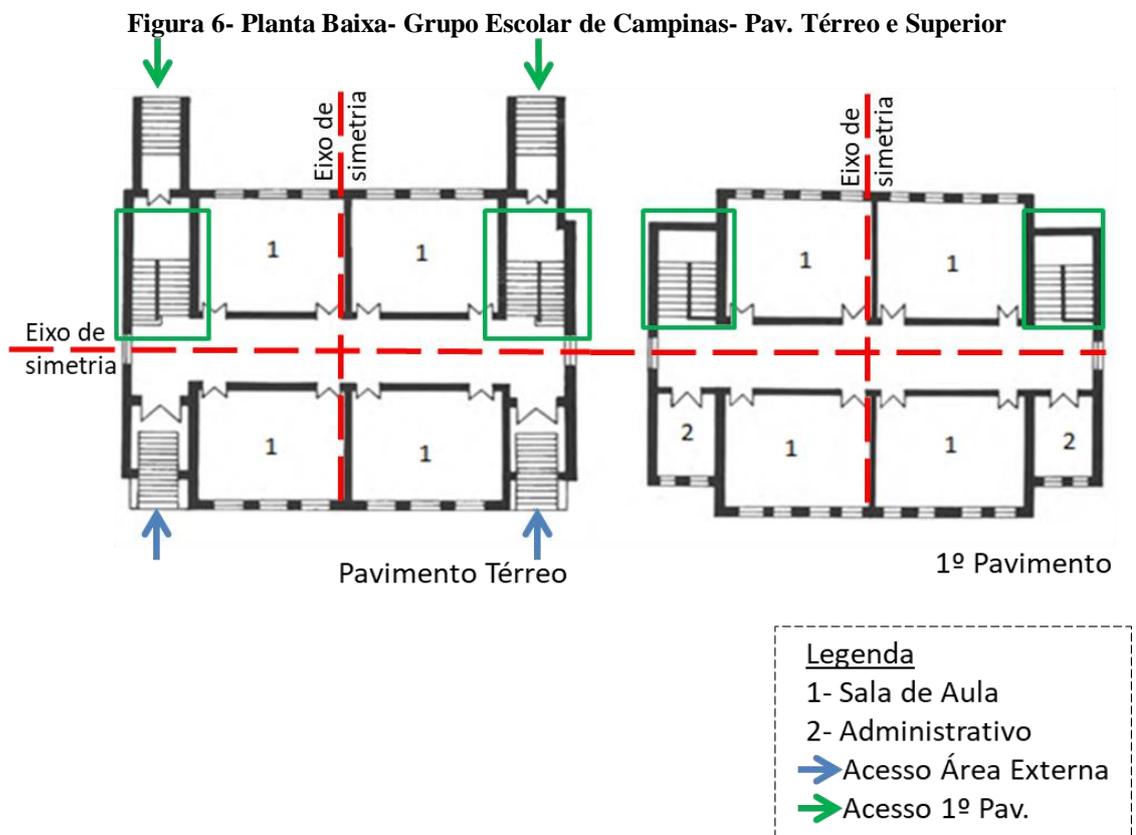
Em 1889 foi proclamada a república e, a partir daí, foi adotado o modelo político presidencialista, baseado no norte-americano. Nessa época houve um esforço por parte do Brasil e dos demais países latino-americanos em termos de uma maior dedicação à educação, na busca de um maior desenvolvimento, com o intuito de expansão do ensino, o que resultou na unificação entre o padrão pedagógico e o arquitetônico no país. Porém, ao mesmo tempo, houve uma explosão demográfica, o que veio a interferir nesse objetivo, pois o poder público não conseguiu suprir a demanda (KOWALTOWSKI, 2011).

A escola, assim, passa a ser considerada como um instrumento de progresso, necessária à transformação do Brasil numa nação civilizada. Mas o cenário era desfavorável, o país possuía alto índice de analfabetismo, um dos maiores do mundo. Havia poucos prédios escolares, e estes eram inadequados ao ensino. Deu-se início à preocupação com a educação popular e a configuração do ambiente escolar, notando-se a influência do espaço no aprendizado (MOURA; SANTOS; MELO, 2012).

Houve uma evolução em relação à organização espacial do ambiente escolar, motivada pelo crescimento populacional, que impulsionou a criação de espaços voltados ao ensino (CARVALHO, 2009). Iniciam-se então, discussões sobre a necessidade de espaços específicos para as atividades escolares e a institucionalização das escolas como plano de modernização da sociedade. Assim, os grupos escolares são criados como modelo de escola racionalizada e padronizada, como espaço funcional e simbólico, que se mostrassem diferentes das escolas do Império (BENCOSTA, 2005).

As plantas dessas edificações passaram a adotar a padronização, através de projeto-tipo, diferenciando-se uma das outras através das fachadas, havendo necessidade de contratação de arquitetos para a sua personalização. Garantia-se assim a construção de forma mais rápida e com custo reduzido. (WOLFF, 1993).

Dentre os principais modelos escolares da época, destaca-se o Grupo Escolar de Campinas (Figura 6), construído em 1897, por Ramos de Azevedo, com características inerentes à época, como o estilo neoclássico, presença de simetria e monumentalidade, além de grande quantidade de acessos.



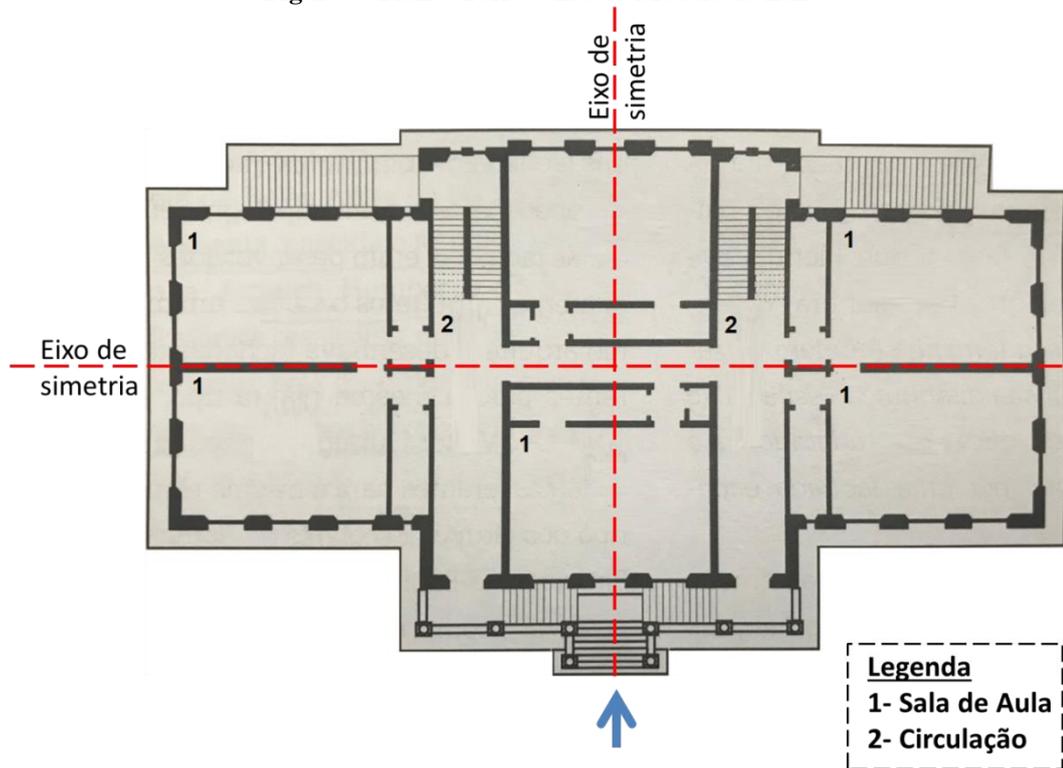
Fonte: Wolff, 1993, adaptado pela autora

O espaço passou a exigir novos elementos construtivos, como, por exemplo, a distribuição de salas entre corredores, porém manteve a simetria, e acessos separados para as alas masculina e feminina. Essas edificações contavam com salas de aula e salas administrativas, ficando os sanitários na parte externa do edifício, no fundo do terreno, providos de fossas, devido à precariedade das instalações de rede pública de água e esgoto (WOLFF, 1993).

Sua arquitetura remetia ao estilo clássico, com presença de elementos como escadarias, distribuição de salas em corredores, salas retangulares, com capacidade máxima de quarenta

alunos e presença de porões, a fim de evitar umidade e elevar o edifício, e na presença da simetria nas plantas. Como exemplo dessa arquitetura, ressalta-se a Escola Modelo da Luz (Figura 7), em São Paulo (CARVALHO, 2009).

Figura 7- Planta Térrea- Escola Modelo da Luz

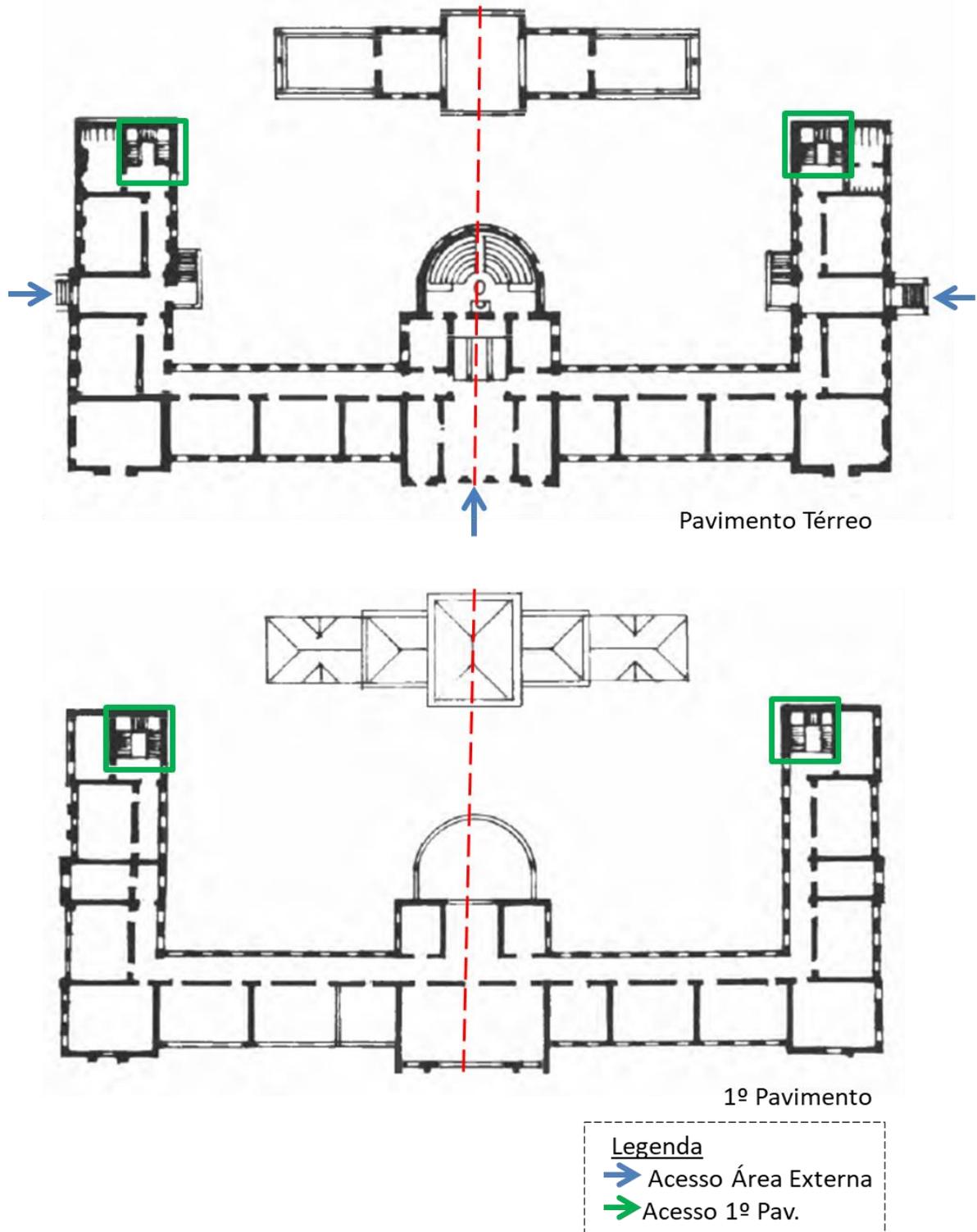


Fonte: Buffa e Pinto, 2002, adaptado pela autora

De acordo com Baltar (2001), nas escolas do século XIX predominava a divisão do local em três corpos: o central, onde ficava a administração, e as duas laterais, idênticas e independentes, um lado masculino e outro feminino. Nota-se, também, a presença de varandas internas, que davam para a porta das salas, geralmente rodeando um pátio, por vezes abertos e protegidos com árvores frondosas. Segundo Kowaltowski (2011), o programa arquitetônico era composto por salas de aula e uns poucos ambientes administrativos. As escolas normais possuíam programas mais complexos, que envolviam bibliotecas, anfiteatros e laboratórios.

Alguns arquitetos tiveram participação na elaboração desses projetos escolares no período, como Ramos de Azevedo, atuante no final do século XIX, que implantou projetos marcados pela monumentalidade, e com uso de alvenaria de tijolos e ornamentos neoclássicos. O seu projeto para a nova Escola Normal de São Paulo (Figuras 8 e 9) apresenta esses elementos ornamentais, simetria e superposição de ordens, e implantação em terreno livre isolado de vizinhos (WOLF, 1993).

Figura 8- Plantas Baixas- Escola Normal de São Paulo



Fonte: Wolf, 1993, Adaptado pela autora

Figura 9- Fachada da Escola Normal de São Paulo



Fonte: Quaas, Otto Rudolf, 1900⁹

Observava-se nas construções o uso de tijolos autoportantes, uso abundante de madeira em assoalhos, revestimentos e escadas, e uso de porão. Os telhados eram em madeira com telhas de barro, e havia muitas aberturas nos ambientes, garantindo uma melhor iluminação e circulação de ar. Em relação às circulações, nas edificações com mais de um pavimento, as escadas e corredores tinham larguras condizentes com o fluxo, nas plantas-tipo, como se percebe na Escola Estadual de Primeiro Grau Marechal Floriano, construída em São Paulo, no ano de 1885, com projeto de Ramos de Azevedo (VALENTIN, 2008).

2.1.3 Décadas de 1930 a 1950

No ano de 1930, inicia-se a Era Vargas, período marcado pela revolução de 30 que resultou em uma mudança do cenário político e pela grave crise mundial que se estabeleceu após a quebra da bolsa de Nova Iorque, em 1929. Com a expansão do capitalismo industrial, a sociedade foi se modificando e houve a necessidade de mão de obra qualificada, o que demandava investimento em educação. Também resultou no êxodo rural e consequente aumento da população nas cidades, fato que, somado à expansão da classe média e operária, causou uma maior demanda na busca pela educação e maior instrução, e consequente pressão para ampliação das escolas (HENN; NUNES, 2013).

⁹ Disponível em: <http://brasilianafotografica.bn.br/brasiliana/handle/20.500.12156.1/1974>. Acesso em fev. 2019

Assim, com a arquitetura modernista e seus conceitos racionalistas correspondendo aos interesses do Estado, as construções de escolas foram incentivadas na época, como forma de expressão do fortalecimento do Estado, sob o comando de Getúlio Vargas (FERNANDES; ALANIZ, 2016). Segundo Carvalho (2008), o foco do Estado era não apenas alfabetizar, mas também gerar uma mudança no homem e conter as forças revolucionárias.

A industrialização e a urbanização crescentes no país provocaram mudanças significativas, como a reivindicação pela ampliação do acesso às escolas públicas. Porém esse processo ocorre de forma insuficiente, sem atendimento à demanda social. Conforme Fernandes e Alaniz (2016), os primeiros sinais de transformações significativas na arquitetura escolar começaram a surgir na década de 1930, época em que houve pressão popular por uma demanda crescente em busca pela educação, que entrou em processo de transformação, junto com a cultura escolar.

Com o passar dos anos, a arquitetura foi se consolidando sob os moldes modernistas, com a propagação da racionalização, despojamento de ornamentação, modulação e volumes simplificados. Assim, a arquitetura escolar foi de encontro aos interesses do Estado, por serem mais simplificadas, padronizadas e menos onerosas (FERNANDES; ALANIZ, 2016).

Nessa época, o país passava por um alto crescimento demográfico e, em contrapartida, não havia espaços escolares suficientes. Na arquitetura começou a haver modificações dos ambientes escolares, como o layout mais flexível, com os móveis não mais fixos no chão e aparecimento de novos ambientes, havendo uma preocupação maior quanto ao conforto ambiental, com o controle da insolação e ventilação. Os projetos passaram a ser menos simétricos e mais dinâmicos, voltando-se mais para a setorização, com o isolamento de áreas mais silenciosas (CARVALHO, 2009).

Propostas significativas na educação foram idealizadas por Anísio Teixeira, educador que muito colaborou para que parâmetros para a construção de edificações escolares fossem criados no país. À frente da Diretoria da Instrução Pública do Distrito Federal entre 1931 e 1935, Teixeira promoveu modificações tanto na organização pedagógica quanto na estrutura das instalações escolares. Propôs um plano de reforma educacional com a escola além de alfabetizar, ligar-se também ao contexto social. Escolas projetadas sob racionalidade e funcionalidade, por conta da arquitetura moderna, com programas específicos para cada unidade e região. Elementos como anfiteatros, bibliotecas e áreas livres compunham a escola (DÓREA, 2000).

De acordo com Dórea (2000), Anísio Teixeira, em análise nas escolas da época, constatou que ainda havia predominância de imóveis adaptados para o uso escolar e, após fazer um estudo das condições da estrutura dessas edificações, constatando sua precariedade e deficiência, propôs programas arquitetônicos mais adequados na concepção de novos edifícios. Assim, desenvolveu as escolas-classes e escolas-parque, em prédios adequados e que promovessem educação integral em que, além de aulas convencionais, houvesse acesso à educação social.

Esses edifícios deviam caber nos cofres públicos, sem interferir na qualidade, além da importância da quantidade. Foi idealizado, como solução, a criação de escolas classes e escolas parques, onde o aluno em um turno realizaria as atividades escolares nas escolas classes, e no outro turno desenvolvia a sua educação social na escola parque, com atividades como educação física, música, leitura e assistência alimentar. No final de 1935, ano de sua demissão no cargo, haviam sido construídos 25 novos prédios escolares no Rio de Janeiro, o Distrito Federal da época, um número significativo, pelo curto espaço de tempo, porém ainda aquém das necessidades. É importante destacar que, apesar da sua idealização com as escolas parque, esse tipo de escola permaneceu ainda na teoria, predominando as escolas classes funcionando sob os moldes antigos (DÓREA, 2000).

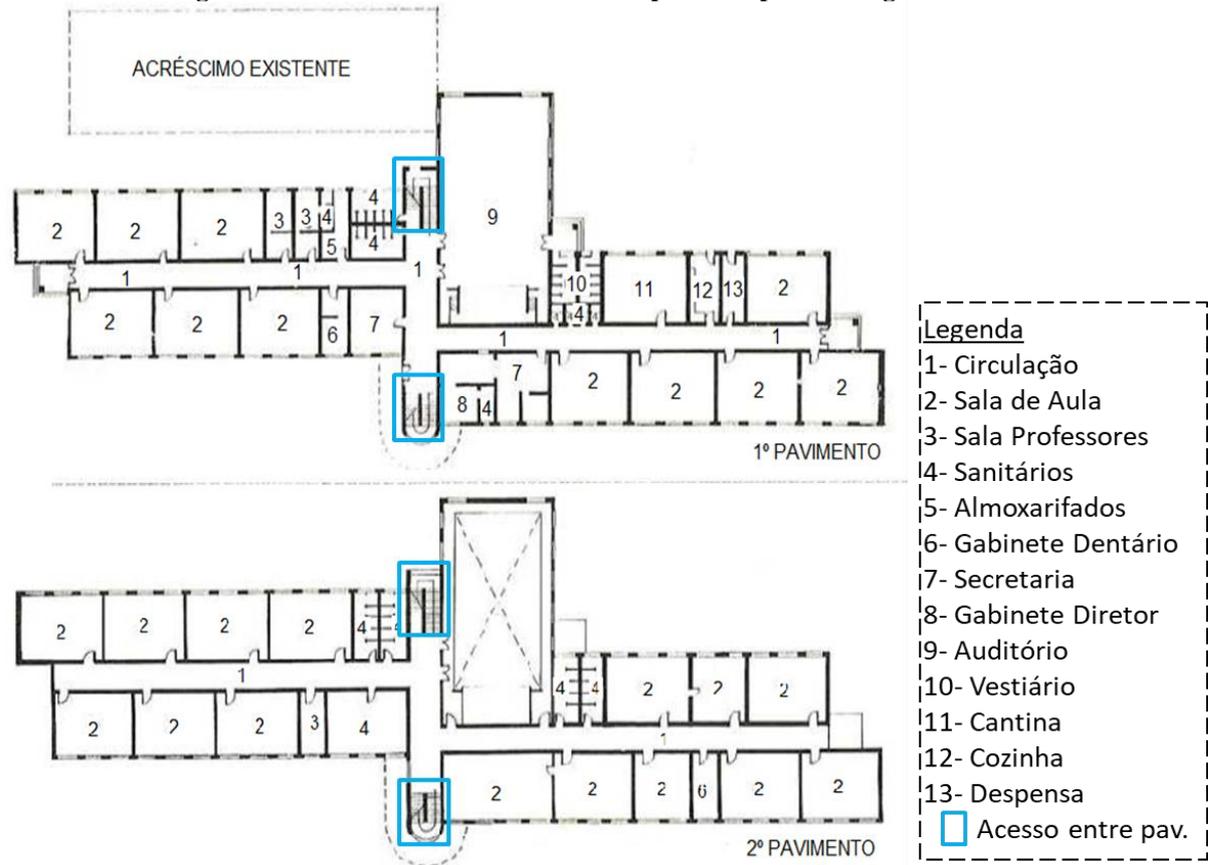
Inspirada nas ideias de Anísio Teixeira, foi implantada, no ano de 1935, a Escola Municipal República da Argentina, no Rio de Janeiro (Figuras 10 e 11), com o sistema Platoon que, segundo Dórea (2000), era caracterizado por salas de aulas comuns e especiais, essas últimas para uso como auditório, sala de música, recreação, jogos, leitura, ciência, desenho e artes, havendo o deslocamento do aluno para salas específicas, a depender das aulas e horários estipulados.

Figura 10- Escola Municipal Rep. Argentina- Modelo Platoon – 1935



Fonte: Castro, 2009

Figura 11- Planta Baixa da Escola Municipal da República Argentina- 1935



Fonte: Castro, 2009, adaptado pela autora

No ano de 1937, através de um golpe de estado, inicia-se um período ditatorial e antidemocrático no país, ainda comandado por Getúlio Vargas, e a nova constituição tira o dever da educação das mãos do Estado (mantendo a gratuidade e obrigatoriedade do ensino primário), ao tempo em que enfatiza o ensino pré-vocacional e profissional. O período se caracteriza pelo dualismo da educação brasileira, ficando o ensino superior ao alcance apenas da elite que, por sua vez, exerce o trabalho intelectual, enquanto as classes menos favorecidas executam os trabalhos manuais, através do ensino profissional e técnico (BELLO, 2001). Sendo assim, o setor educacional foi uma ferramenta importante utilizada na época para controle da classe trabalhadora.

Segundo Segawa (1997), permeou no período a chamada modernidade pragmática, em que as obras públicas seguiam as vertentes racionalistas, como a funcionalidade, eficiência e economia. Assim, as escolas da época possuíam linhas geometrizarantes e prezavam pelas questões de orientação de edifícios e aberturas e uso de materiais da região.

Anísio Teixeira reformulou o programa educacional do Rio de Janeiro, estabelecendo cinco tipos de escolas. Alguns se opuseram contra o novo modelo, os defensores da arquitetura escolar neocolonial, como José Mariano Filho, que classificava o modelo como “estilo

arquitetônico de caixa d'água” e com “figurinos comunistas”, pois as construções eram de baixo custo, em estruturas de concreto armado e fechamento em alvenaria, com preocupação em dimensionamento de circulações e ventilações, e com acabamentos padronizados (SEGAWA, 1997).

A monumentalização não marcava mais o edifício escolar, e a arquitetura escolar, antes ornamental e requintada, além de inacessível a quem não pertencia à elite, era agora racionalista e com redução de custos, com edifícios de volumes mais simplificados, seguindo a arquitetura modernista. Influenciados pela arquitetura moderna e pelo modelo escolar proposto por Anísio Teixeira, os projetos escolares se tornavam mais dinâmicos e flexíveis, com novas configurações, como o abandono da simetria, por não mais haver separação de salas por gênero (FERNANDES; ALANIS, 2016).

Nesse período começou a preocupação em analisar os prédios existentes e estabelecer parâmetros para a construção dos novos, atentando-se para questões como ensino, mas também aspectos construtivos, como dimensionamentos, iluminação, tipos de revestimentos, posição de janelas, estilo e programa arquitetônico. Os prédios escolares passaram, assim, a ter formas geométricas mais simples, uso de concreto armado, diminuição da simetria e abandono da ornamentação (CARVALHO, 2008).

Também foram abolidos os porões, devido às novas tecnologias contra infiltrações, e a implantação de pátios cobertos. A preocupação com a insolação fez com que muitos projetos aderissem à construção de salas em apenas um lado do corredor, o que logo se tornou pouco viável, pois a proposta reduzia o número de salas.

De acordo com Castro (2009), são executadas escolas de baixo custo, com estrutura em concreto armado e fechamentos em alvenaria. O programa arquitetônico passa a incorporar outros ambientes, como laboratórios, auditórios, bibliotecas e salas de arte.

Assim, os prédios escolares da época surgem como símbolo de modernização e dialogam com a política nacional idealizada por Anísio Teixeira, de uma escola pública racional, modulada e com espaço otimizado, que atendesse à sociedade “urbano-industrial” emergente (AZEVEDO, 2002).

Um forte exemplo da época é o Grupo Escolar Visconde Congonhas do Campo, em São Paulo, projeto do arquiteto José Maria da Silva Neves, no ano de 1937. Conforme mostra a Figura 12, observa-se a localização das salas em apenas um lado do hall, favorecendo, assim, o

conforto ambiental; assimetria da planta e ausência de formas geométricas regulares entre si (CARVALHO, 2009).

Figura 12- Planta do primeiro pavimento do Grupo Escolar Visconde Congonhas do Campo



Fonte: Buffa & Pinto: Arquitetura e Educação, 2002, p 80

No ano de 1942 é criado o SENAI, pelo então presidente Getúlio Vargas, com o intuito de formar mão de obra para as indústrias. Assim, em 1943 começa a funcionar a sua primeira unidade, na cidade de São Paulo, expandindo-se a partir daí para todo o país, através de projetos-padrão. O SESI é criado após o golpe militar, em 1946, também com objetivos voltados para trabalhadores das indústrias (VALENTIN, 2008).

Com o fim da Era Vargas, no ano de 1945, instituiu-se novamente um governo democrático no país, com a criação de uma nova Constituição Federal, de cunho liberal e democrático. Na área da educação, a constituição determina a obrigatoriedade de cumprimento do ensino primário e deixa a cargo da União a legislação sobre diretrizes e bases da educação no país, determinando também a educação como direito de todos. Começam, nesse momento discussões de reformas na educação nacional, que posteriormente resultaria na Lei de Diretrizes e Bases para a Educação Nacional, em 1961 (BELLO, 2001).

A partir de 1950, no período do Brasil pós-guerra, a população passa a migrar cada vez mais para a cidade, o que acarreta em uma pressão demográfica nas cidades brasileiras, e anos de intensa atividade econômica, ocorrendo a implantação de estruturas industriais e bens de produção (SEGAWA, 1997). De acordo com Verçosa (2006), foi um período em que houve um aumento significativo das ofertas educacionais de nível primário e médio, tanto em instituições públicas quanto privadas, o que acarretou na construção de novos colégios.

Conforme Ferreira (2014), na época, quase 50% dos brasileiros não eram alfabetizados, e as escolas contavam com alto índice de reprovação e desistência. Leonel Brizola atuou bastante nesse sentido, sendo considerado um dos maiores reformistas do ensino no país; e, quando governador do Rio Grande do Sul, iniciou-se, em 1958 um programa para erradicar o analfabetismo no estado, com a implantação das chamadas escolas “Brizoletas”, que possibilitou um grande crescimento no número de escolas. Entre 1958 e 1961 foram construídos 6.302 estabelecimentos de ensino. Essas escolas eram padronizadas, e construídas em sistema modulado, com o uso de madeira.

Essa década sofreu influência dos ideais de Anísio Teixeira, que resultou em uma nova reformulação espacial do ambiente escolar. As influências modernistas ganharam mais força, e com elas a busca pelo racionalismo e funcionalismo. Surgiram então as Escola-Parque e Escola-Classe, uma organização com salas de aula, áreas cobertas, gabinetes médicos, administração, jardins, hortas e áreas livres (DÓREA, 2000). Inicialmente, em Salvador- BA, com o Centro Educacional Carneiro Ribeiro, projeto de Diógenes Rebouças e Hélio Duarte. Segundo Carvalho (2009), a escola buscou proporcionar educação integral para crianças da comunidade; com espaços destinados à prática de atividades socioeducativas e de esportes, fazendo com que a escola fosse um espaço completo.

Ainda sob o viés de Anísio Teixeira, construiu-se no estado de Alagoas, o Centro Educacional de Pesquisa Aplicada- CEPA (Figura 13), no ano de 1958, que ocupou por anos o posto de maior complexo educacional da América Latina. O projeto foi fortemente influenciado pelo conceito de escola parque do Centro Educacional Carneiro Ribeiro, construído em 1950 em Salvador, idealizado por Anísio Teixeira.

Figura 13- Complexo Educacional de Pesquisas Aplicadas- Maceió- AL



Fonte: Portal de Arquitetura Alagoana (2015)¹⁰

Porém, segundo Buffa e Pinto (2002), apesar dos esforços na construção de novos equipamentos escolares, em todo o país ainda predominavam as escolas inseridas em locais alugados, impróprios para a função.

2.1.4 Décadas de 1960 a 1980 (Período de Regime Militar)

Nos anos 1960, os arquitetos elaboravam projetos com salas de aula, setor administrativo, setor de lazer e socialização, e pátio coberto, auditório e biblioteca em áreas centrais. As plantas baixas eram assimétricas, salas de aula e setores administrativos configurados linearmente, e início de preocupação com vagas de estacionamento (CARVALHO, 2009).

Em 1964, o país sofre um golpe militar, que perdura até o ano de 1985, período marcado por opressões e repressão da expressão popular contrária aos interesses do governo. Em decorrência desse período militar, em conjunto com a aceleração do projeto de urbanização, ocorre a ruptura com os pensamentos de Anísio Teixeira e suas políticas públicas. A escola, antes liberal e com o ideal de instrumento de ascensão social, passa a visar à reprodução de mão-de-obra. A edificação dessas escolas passa, então, a ser determinada por questões políticas e não mais técnicas (CASTRO, 2009). Além disso, apesar de se ter promovido certa expansão das escolas pública no país, por não ter ocorrido planejamento e pela diminuição dos recursos

¹⁰ Disponível em: <http://arquiteturaalagoana.al.org.br/index.php/temas/escolas/cepa-centro-educacional-de-pesquisa-aplicada/> Acesso em: 12 mai 2018.

voltados à educação, houve a precariedade das condições de trabalho dos professores, além da deterioração do ensino.

De acordo com Segawa (1997), o golpe contou com o vetor dominante na economia através da concentração, em que grandes conglomerados absorviam os grupos menores. Na arquitetura, isso se refletiu em grandes empresas de engenharia monopolizando o planejamento das grandes obras.

Conforme Valentin (2008), diferente dos períodos anteriores, em que predominavam os projetos escolares com duas escadas, devido à divisão das escolas em ala masculina e feminina, as características dos equipamentos da época resultaram em pouca preocupação em relação às saídas de emergência, e adoção de apenas uma rota de fuga, após o abandono da setorização de alas de acordo com o sexo, como se pode observar no Grupo Escolar São Bernardo do Campo (Figura 14), do ano de 1967, projeto de Paulo Mendes da Rocha e João de Genaro.

Figura 14-Grupo Escolar São Bernardo do Campo, 1967- Planta Baixa



Fonte: Silva, 1998, p 130, 131 *apud* Valentin, 2008

Os anos 1970 e 1980 foram marcados pela chegada do pós-modernismo, com características que envolviam a produção rápida e econômica através do uso de peças pré-moldadas. As escolas eram em sua maioria implantadas em áreas periféricas, com o fim de dar um valor sociocultural às obras (CARVALHO, 2009).

Segundo Zinet (2016), a expansão das escolas no período militar foi veloz e sem recurso, o que resultou em prédios precários e insuficientes para o desenvolvimento da educação. A maior abertura para o ensino privado fez com que a elite migrasse para os colégios particulares,

fortalecendo ainda mais as desigualdades sociais e educacionais. Desse modo, o autor destaca que o período deixou marcas profundas na educação brasileira, como, por exemplo, a prática de expandir sem qualificar. A nova constituição passou a desobrigar a União e estados a reservarem um investimento mínimo voltado à educação, o que estava previsto na Lei de Diretrizes e Bases de 1961.

2.1.5 Situação Atual (Abertura Política)

Em 1986, com o fim da Ditadura Militar, teve início o Período da Abertura Política, sob o regime democrático. Nesse período foram retomadas as discussões sobre as questões sociais relacionadas à educação, com o objetivo de melhorar a qualidade do ensino na rede pública.

Para Bello (2001), apesar de toda a linha histórica sobre a educação brasileira, marcada por rupturas, as escolas pouco desenvolveram em relação à sua qualidade. Ferreira (2014) identifica a precariedade das escolas públicas atuais, que apresentam uma má gestão pública e problemas relacionados à corrupção, os quais interferem na quantidade e qualidade dessas escolas. Há problemas de infraestrutura e manutenção, bem como de ensino, com baixo estímulo tanto para alunos quanto para professores, que contam com baixos salários e péssimas condições de trabalho.

Observa-se a tendência nacional pela padronização, presente em várias épocas no país, sendo comum a adoção de soluções prontas e componentes e padrões construtivos padronizados, visando agilizar e baratear essas construções, sem a maior reflexão sobre os contextos físico e sociocultural existentes. Essa padronização se mostra frágil em vários aspectos, entre os quais estão a dificuldade e a incoerência na implantação dessas edificações (AZEVEDO, 2002).

Constatam-se claramente as influências que cada período político teve na concepção dos projetos escolares e na sua transformação. De acordo com Correia (2005), a configuração da escola sofre influências e se transforma de acordo com ideologias, discursos e projetos políticos. Conforme Kowaltowski (2011), desde a década de 1990, as edificações se encontram padronizadas. E, em toda trajetória de arquitetura escolar no Brasil, há a intenção por parte do poder público do reconhecimento da tipologia construtiva como assinatura de determinada gestão, com o interesse de que determinada arquitetura escolar seja vista como uma marca de cada governo.

2.2 Breve histórico das normas e regulamentos técnicos voltados à segurança contra incêndio

As normas e regulamentos voltados à segurança contra incêndio em edificações se estabeleceram a partir de uma série de eventos históricos que, juntamente com as transformações da configuração das cidades e edificações, no decorrer do tempo foram se consolidando e se transformando, com o propósito de garantir maior segurança e minimizar danos.

2.2.1 Primeiros relatos sobre normativas voltadas à Segurança contra incêndio

Segundo Cote e Grant (2015), as primeiras leis voltadas ao tema do que se tem conhecimento datam do Império Romano, durante os reinados de Júlio e Augusto Cesar, época em que se começou a construir prédios altos voltados à moradia, em decorrência do crescimento desordenado da cidade.

Nesse período, houve vários desmoronamentos ocasionados pelo mau planejamento dessas edificações, resultando, assim, na criação de leis que limitassem as alturas desses edifícios, como forma de prevenção de acidentes. Foram emitidos também alguns decretos instruindo os cidadãos sobre prevenção à incêndios, e designando um grupo de escravos para prestar serviços de combate a incêndios, o que pode ser considerado como o primeiro Corpo de Bombeiros de que se tem conhecimento (COTE; BUGBEE, 1988).

Conforme Cote e Bugbee (1988), foi em 1189 que surgiu o primeiro regulamento voltado especificamente à proteção passiva contra incêndio nas edificações, quando, na cidade de Londres, criou-se a ordem que determinava o uso de azulejo, pedra ou gesso nas chaminés, tornando proibido o uso da madeira, por ser um material combustível. Exigiu-se também que novos edifícios tivessem paredes de pedra e telhado de telha ou ardósia, proibindo, assim, o uso de colmo, um tipo de palha muito utilizado na época. Em 1566 criou-se uma portaria exigindo o armazenamento seguro de combustível para fornos de padeiros e em 1647, as chaminés de madeira foram banidas.

Contudo, as medidas adotadas até então eram relativamente primitivas, não resultando em grandes efeitos em relação à proteção das edificações, com carência de regulamentos voltados à segurança contra incêndio. Isso resultou em incêndios de grandes proporções, ocorridos em vários lugares ao redor do mundo.

No ano de 1.666, ocorreu o “Grande incêndio de Londres”, responsável por destruir treze mil edifícios e deixar em torno de 100.000 pessoas desabrigadas, fato que incentivou na

constituição da legislação conhecida como *London Building Act* e na criação do seguro contra incêndio; florescendo a preocupação com medidas preventivas que fossem tratadas de modo mais abrangente (NFPA, 2008).

2.2.2 Segurança contra incêndio após novo ordenamento das cidades

No final do século XIX e início do século XX, através da nova configuração das cidades, resultado do uso de automóvel e alargamento das ruas, esses incêndios de grandes proporções urbanísticas foram cessando, trazendo o foco para incêndios em edificações isoladas (VIDAL, 2016).

Um grande incêndio ocorrido nesse período foi o da Escola Elementar Collinwood em Lake View (Figura 15), em 1908, na cidade de Collinwood, nos Estados Unidos, que vitimou 175 pessoas, sendo 172 crianças. As causas do incêndio foram tubos de vapor sobreaquecidos que inflamaram vigas de madeira, alastrando-se por todo o prédio. Quase metade dos 350 estudantes presentes no dia não conseguiram escapar, por causa de uma saída de emergência mal dimensionada. O incêndio ganhou grande repercussão internacional e aumentou a conscientização pública sobre a necessidade de segurança contra incêndio em escolas, motivando publicações sobre o tema, como o artigo “*Fire Protection for Schools*”, publicado por H. Walter Foster, no ano de 1919, documento amplamente distribuído às autoridades escolares em todo os Estados Unidos (GRANT, 2008).

Figura 15- Escola Elementar Collinwood, durante incêndio



Fonte: *NFPA Journal*, 2008

Cerca de 50 anos depois, em 1958, outro incêndio de grande proporção em uma edificação escolar ocorreu nos Estados Unidos, em Chicago, na escola *Our Lady of the Angels School* (Figura 16), resultando na morte de 92 crianças e 3 freiras. O desastre contribuiu para

melhorias nos padrões de desenho do ambiente escolar e em relação aos códigos de segurança contra incêndio. Descobriu-se, através de investigação, que o prédio não possuía itens básicos, como alarme de incêndio automático, detector de incêndio, nenhuma porta corta-fogo, além de ter materiais combustíveis, como escadas, paredes e cobertura de madeira, com pisos revestidos de vernizes inflamáveis, contando também com apenas uma saída (NEW YORK TIMES, 2008).

A escola não estava obrigada a cumprir todos os códigos de segurança contra incêndio da época tendo em vista que, por se tratar de uma edificação antiga, a lei não obrigou a sua adaptação. Após o ocorrido, a lei exigiu que todas as escolas cumprissem os exigidos pela lei, independentemente de ser antiga. Assim, mais uma vez o código foi modificado (NEW YORK TIMES, 2008).

Figura 16- Incêndio em *Lady of the Angels School*



Fonte: New York Times, 2008

Outro incêndio marcante ocorreu na cidade de Nova Iorque, no ano de 1911. O *Triangle Shirtwaist Factory* (Figura 17), indústria de vestuário localizada no Edifício *Asch*, sofreu um incêndio, resultando em 146 mortes, sendo em sua maioria de jovens mulheres imigrantes com menos de 18 anos de idade. A população acompanhou o desenvolvimento do incêndio, no qual pessoas se atiravam da janela, enquanto outras pereciam em escadas e corredores, em decorrência da falta de rotas de escape adequadas no local (GILL; NEGRISOLO; OLIVEIRA, 2008).

Figura 17- Foto do Edifício *Asch*, após o incêndio



Fonte: Página do *Triangle Fire*¹¹

Segundo NFPA- *National Fire Protection Association* (2008), a ocorrência desses grandes incêndios fez com que a população, que antes tolerava os incêndios ocorridos, passasse a manifestar seu descontentamento, diante dessas fatalidades, fazendo com que estudos fossem estimulados a fim de buscar informações sobre suas circunstâncias, como forma de embasamento para que se desenvolvessem os primeiros códigos e padrões relacionados à proteção passiva contra incêndio em edificações, tratando o tema de forma mais ampla; sendo, portanto, um marco para as normatizações americanas.

No Brasil, não havia registros de grandes ocorrências de incêndios até a década de 1960 e, devido à falta de políticas preventivas, o país não aprendeu com os incêndios que devastaram grandes cidades pelo mundo. Não havia preocupação relacionada à sua prevenção. Sua legislação era escassa, presente apenas de forma tímida em códigos de obras dos municípios e se limitava ao uso de extintores e hidrantes, responsabilidade apenas do Corpo de Bombeiros.

De acordo com Negrisolo (2011), havia, inclusive, um falso entendimento de que, por ser um país com grande faixa litorânea e alta umidade de ar, o Brasil possuía características que evitavam a ocorrência de incêndios, teoria que logo foi descartada. Em 1961 ocorreu um dos maiores incêndios registrados no país, no Gran Circo Norte-Americano (Figura 18), na cidade de Niterói, resultando em 371 mortes. O incêndio se propagou no seu toldo e logo se proliferou, caindo por cima dos expectadores. Por ser um toldo de lona, material altamente combustível, e

¹¹ Disponível em: < <http://trianglefire.ilr.cornell.edu/primary/photosIllustrations>> Acesso em dez. 2017.

por falta de requisitos necessários para um escape com segurança do local, várias pessoas foram queimadas e pisoteadas.

Figura 18- Gran Circo Norte-Americano, após incêndio



Fonte: Jorge Peter, 1961

No mesmo ano, em 1961, um incêndio de proporções grandiosas atinge o Colégio Pedro II, no Rio de Janeiro (Figura 19). O prédio abrigava no total 800 alunos, possuía quatro pavimentos, os quais comportavam salas de aula, biblioteca, setores administrativos e dormitórios para alunos internos.

Figura 19- Incêndio no Colégio Pedro II



Fonte: Exposição Memória Histórica- Colégio Pedro II¹²

O fogo, iniciado no terceiro andar do prédio, se alastrou para toda a edificação, deixando suas dependências destruídas. A biblioteca, considerada uma das mais importantes da época, com livros e telas importantes, foi parcialmente destruída. Porém, todos conseguiram escapar e, apesar de dois bombeiros terem se ferido, o fato não resultou em nenhuma morte. Contudo,

¹² Disponível em: http://www.cp2.g12.br/images/comunicacao/memoria_historica/index.html. Acesso em: 20 mai 2018.

empecilhos como a falta de água, contribuíram para que os danos fossem maiores, pois dificultou a extinção do fogo de forma mais rápida (A NOITE, 1961).

2.2.3 Avanço da preocupação sobre a questão de Segurança contra incêndio no Brasil

Em pouco mais de uma década, em 1972, ocorre outro incêndio de grande proporção no país, no Edifício Andraus (Figura 20), na cidade de São Paulo, resultando em 16 mortes e 345 feridos. Apesar de o incêndio ter sido de ampla extensão, muitas mortes foram evitadas devido à existência de um heliponto na cobertura, que contribuiu para a proteção das pessoas que se deslocaram para lá, onde havia isolamento do incêndio pelos beirais e laje; e pela desobstrução das escadas, que possibilitou que muitos conseguissem escapar do local. Esse incêndio despertou a preocupação em torno do tema de segurança preventiva nas edificações, porém, pelos danos minimizados, pouco se fez (NASCIMENTO, 2008).

No ano de 1974, dois anos após o ocorrido no Edifício Andraus, houve o incêndio no Edifício Joelma (Figura 20), que resultou em 179 mortos e 320 feridos. O incêndio não contou com a mesma “sorte”. A falta de heliponto e o fato de o fogo ter atingido as escadas fizeram com que a tragédia tivesse mais danos, causando um grande impacto. A partir daí começaram-se mudanças substanciais relativas à legislação voltadas ao tema. Percebeu-se o evidente despreparo por parte do governo e do corpo de bombeiros, além de deficiência de regulamentos (NASCIMENTO, 2012).

Figura 20- Edifício Joelma e Andraus (respectivamente), durante os incêndios



Fonte: Página São Paulo Antiga¹³

¹³ Disponível em: < <http://www.saopauloantiga.com.br/> >. Acesso em jan. 2018.

A partir desses episódios, ocorreram, ainda em 1974, movimentações tanto no meio técnico como político e, no decorrer dos anos tanto prefeituras como estados foram aprimorando seus códigos de obras e regulamentações, a fim de prever as questões voltadas à segurança contra incêndio ainda na fase de projeto. Negrisoló (2011) discorre sobre a ocorrência de diversas manifestações técnicas no país, através de simpósios que discutiam pareceres e propostas relacionadas à segurança das edificações.

Assim, a ABNT se mobilizou e, no ano de 1974 foi aprovada e publicada a primeira versão da NBR 9077, denominada de Norma Brasileira 208- Saídas de Emergência em edifícios altos, importante norma relacionada à proteção passiva contra incêndios no país. E, pouco tempo depois, no ano de 1978, foi publicada pelo Ministério do Trabalho, a primeira versão da Norma Regulamentadora (NR) - 23 que trata sobre a proteção contra incêndio, como parte das obrigações do empregador.

Em 1985 foi publicada a NBR 9050, sobre “adequação das edificações e do mobiliário urbano à pessoa deficiente”, com apresentação de parâmetros para elementos como acessos e circulação (MORAES, 2007). Essa norma tornou-se um grande aliado da NBR 9077 na questão da proteção passiva, por tratar sobre rotas de fuga e, dimensionamentos voltados à acessibilidade.

Segundo Seito e Silva (2006), em 1994, instalou-se, no Comitê Brasileiro de Segurança contra incêndios da Associação Brasileira de Normas Técnicas- ABNT, a Comissão de Estudos de Resistência ao Fogo de Estruturas. A partir desse momento, deu-se início à elaboração de normas mais específicas referentes a materiais construtivos seguros em situações de incêndio.

As cidades e estados brasileiros também passaram a abordar e incorporar mais as questões relacionadas ao tema em suas regulamentações. Porém, apesar desse avanço nas leis e na preocupação em relação ao tema, ainda há um longo caminho a ser percorrido. Mais recentemente houve o trágico incêndio na Boate Kiss, no ano de 2013, que resultou na morte de 241 pessoas. O local abrigava no momento mais de 1000 pessoas, quando a capacidade era de até 691 pessoas (REBELLO; CAVALHEIRO, 2013).

Segundo o CREA-RS¹⁴ (2013), o uso de material de revestimento acústico inflamável, a deficiência das saídas de emergência e a obstrução das rotas de fuga foram fortes

¹⁴ Conselho Regional de Engenharias e Agronomia do Rio Grande do Sul.

influenciadores para o número de vítimas. Tudo isso deixou expostas as deficiências do sistema regulatório de segurança contra incêndio e pânico no país.

Tais fatos deixam clara a relevância da proteção passiva contra incêndio numa edificação. Sua negligência levou e ainda leva a desastres e perdas por vezes inestimáveis. A forma de garantir que esses equipamentos passem a ser mais seguros é através de fiscalização, normas e regulamentos, que são implantados visando ao uso de equipamentos mais protegidos e que por sua vez causem menos danos em casos de sinistro.

2.2.4 Normativas atuais no país sobre Segurança contra incêndio

As normas e regulamentos diferem entre si pela natureza da sua atribuição. Enquanto as normas têm caráter de recomendação, ou seja, servem apenas para ditar parâmetros de especificações e procedimentos, os regulamentos ou leis determinam obrigações, contendo regras que devem ser cumpridas estabelecendo requisitos para sua realização.

Brentano (2015) ressalta que a norma poderá determinar obrigações, desde que seja adotada como referência por uma lei, o que ocorre frequentemente no país, onde regulamentações técnicas são apoiadas pelas normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas- ABNT.

A ABNT Técnicas é uma entidade privada sem fins lucrativos, fundada em 1940, reconhecida pelo COMNMETRO¹⁵ como único fórum nacional de normatização, responsável pela criação das normas brasileiras (ABNT, 2015a). São elas responsáveis pela publicação dos principais documentos que regulam a segurança contra incêndio no país, que foram surgindo principalmente no início da década de 1970. Hoje, o Comitê Brasileiro de Segurança Contra Incêndio é responsável por produzi-las e atualizá-las.

Não há uma lei nacional específica para segurança contra incêndio no país que abranja todas as edificações; tem-se apenas a Lei nº 13.425, de 2017, chamada de “Lei Kiss”, voltada à fixação de diretrizes gerais sobre medidas de prevenção e combate a incêndio e a desastres em estabelecimentos, edificações e áreas de reunião de público (BRASIL, 2017).

Há o Projeto de Lei nº 121, de 2014, em tramitação no Senado, que pretende estabelecer diretrizes gerais de segurança contra incêndio e pânico, no âmbito nacional, visando à proteção à vida e à redução de danos ao meio ambiente e patrimônio.

¹⁵ Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial.

Já na esfera estadual, cada estado conta com seus códigos e decretos, que regulam a questão de segurança contra incêndio. Esse assunto fica a cargo do Corpo de Bombeiros, que se responsabiliza também pela parte de aprovação de projetos e fiscalização. No âmbito municipal, algumas cidades se responsabilizam pela análise de projeto de segurança contra incêndio, exigindo conformidade das mesmas para geração de documentos como o Habite-se. Além disso, a proteção passiva pode ser abordada em alguns dos seus termos nos Códigos de Edificações dos municípios, ao definir questões como dimensionamento de corredores e acessos.

No estado de Alagoas, a regulamentação contra incêndio é dada através da Portaria nº 178, de 2013, que aprova a Instrução Geral Técnica Provisória, a qual disciplina os Sistemas de Proteção Contra Incêndio e Pânico no Estado de Alagoas. Esse regulamento dedica sua maior parte a elementos de proteção ativa contra incêndio e trata de forma vaga sobre proteção passiva contra incêndio, deixando as especificações a cargo das Instruções Técnicas do Corpo de Bombeiros de São Paulo, conforme especificado em seu Art. 106, que diz: “Os casos omissos desta portaria deverão obedecer às Instruções Técnicas do Corpo de Bombeiros do Estado de São Paulo” (ALAGOAS, 2013).

O estado de São Paulo tem o que se considera o maior e mais completo corpo normativo entre os estados brasileiros, e serve como base e referência para a maior parte das regulamentações dos demais estados e municípios. Possui 45 instruções técnicas que abordam a questão da segurança contra incêndio em seus diversos aspectos.

No âmbito internacional, algumas organizações se destacam pela pesquisa, estudo e elaboração normativa voltados à proteção contra incêndio, como a *National Fire Protection Association*- NFPA; e a *British Standards Institution*- BSI. A NFPA se apresenta como uma associação internacional sem fins lucrativos. Fundada no ano de 1896, possui prestígio e referência mundial, tendo mais de 300 códigos e normas, elaborados e atualizados por cerca de 200 comitês. Constitui como base de normativas em diversos lugares do mundo, inclusive no Brasil (NFPA, 2018).

Já a BSI é uma empresa britânica que trata de códigos voltados ao aumento de desempenho de organizações em todo o mundo. Fundada em 1991, apresenta em seus materiais desenvolvidos códigos interessantes voltados à segurança contra incêndio (BSI, 2018).

Muito se tem discutido sobre normatização com métodos baseados em desempenho. Segundo Serpa (2009), eles auxiliariam na investigação de novas alternativas e soluções,

aliando-as ao uso e características da edificação, e levando em consideração aspectos socioculturais e geográficos do local, exigências do usuário e expectativas da sociedade, sendo assim mais eficientes que o modelo prescritivo das normas atuais. Porém esse método exige um domínio maior de conhecimento por parte dos projetistas e do corpo técnico dos órgãos competentes, bem como um banco de dados mais consistente, fatores ainda fora da realidade do país.

2.3 Conceitos básicos de proteção contra incêndio

O fogo é considerado, desde a sua descoberta, um importante aliado da sociedade, servindo para diversos fins, contudo, o mesmo, quando descontrolado, pode ser responsável por danos catastróficos. Conforme Brasil (2014), para que se inicie o fogo é necessária a ocorrência de quatro elementos simultaneamente: material combustível, comburente (oxigênio), uma fonte de calor e reação em cadeia, que juntos formam o Tetraedro do Fogo (Figura 21).

Figura 21- Tetraedro do fogo



Fonte: BRASIL (2014)

Segundo Brentano (2015), o comportamento desse fogo em uma edificação varia de acordo com vários fatores, como a característica do ambiente, principalmente em questões voltadas à ocupação da edificação, materiais utilizados, mobiliário existente, dimensões dos ambientes e ventilação.

A natureza do incêndio pode ser dividida em 04 classes: Classe A, em que o fogo envolve materiais combustíveis sólidos, como madeiras, papéis, tecidos, borrachas, plásticos termoestáveis e outras fibras orgânicas, que queimam em superfície e profundidade, deixando resíduos; Classe B, que envolve líquidos e gases inflamáveis ou combustíveis, plásticos e graxas que se liquefazem por ação do calor e queimam somente em superfície; Classe C, que abrange

fogo envolvendo equipamentos e instalações elétricas energizados; e Classe D, com fogo em metais combustíveis, como magnésio, titânio, sódio, potássio e lítio (ABNT, 1993).

Com a tecnologia e a evolução da vida moderna, maior concentração humana, produção de novos materiais, edificações maiores e mais complexas, a necessidade de controle de incêndio aumentou, o que demanda uma constante atenção a essas questões, principalmente voltada às edificações. Porém essa evolução tecnológica também resultou no aprimoramento de métodos de extinção, que por muito tempo se limitaram a lançamento de água a distância e tentativa sem planejamento para retirada de possíveis pessoas presentes nessas edificações atingidas.

Com o tempo, a estratégia passou a abarcar questões relacionadas à maior prevenção e busca da evacuação cada vez mais segura. Foram, então, surgindo dispositivos e métodos voltados para esse fim, caracterizando a Segurança Contra Incêndio e Pânico, que consiste em um conjunto de medidas que são aplicadas em uma edificação, de forma a extinguir ou minimizar os riscos voltados a situações de incêndio e pânico.

O foco e prioridade, nesse sistema, são a garantia da preservação da vida humana, fato a ser sempre observado. Além dessa questão, há também a proteção dos bens materiais. Assim, a mesma deve abordar aspectos voltados à prevenção e à evacuação segura, e não apenas métodos extintivos.

Conforme Brentano (2015), na elaboração de projetos relacionados à proteção contra incêndio, deve-se ressaltar duas premissas básicas: evitar o início do fogo, e, quando não possível, prever uma desocupação básica e segura da edificação, bem como combater e controlar esse fogo para que não se propague. Para tais questões, adotam-se os métodos de Proteção Contra Incêndio, que se subdividem em Proteção Ativa e Proteção Passiva.

A Proteção Ativa Contra Incêndio consiste em um conjunto de medidas a serem tomadas para combate de fogo existente, e dependem de uma ação inicial para seu funcionamento, que pode ser manual ou automático (SÃO PAULO, 2018a). Elas atuam de forma a complementar as medidas de proteção passiva e são planejadas na etapa de Projeto Complementar, em conexão com projetos como hidráulicos e elétricos. São: Extintores de Incêndio; Sistema de Hidrantes; Chuveiros Automáticos; Detectores Automáticos; Sinalização de Segurança; Iluminação de Emergência; Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas; Grupo Moto gerador; brigada de Incêndio e Plano de Emergência.

Brentano (2015) aponta para a necessidade de que esses sistemas passem por manutenção regularmente, e que se garanta a sua integridade e funcionamento em todo tempo. O autor destaca também a importância de haver sempre pessoas treinadas no local, que saibam manusear esses equipamentos, em caso de necessidade de utilização.

Já a Proteção Passiva Contra Incêndios, objeto deste estudo, compreende um conjunto de medidas incorporadas à edificação, que não necessitam de acionamento para funcionamento em situação de incêndio. São meios que atendem às necessidades dos usuários no funcionamento cotidiano do edifício, e em situações de incêndio atuam de forma a evitar seu crescimento e propagação, permitindo uma maior segurança estrutural, evacuação segura dos usuários e acesso ao edifício para ações de combate (MARCATTI; BERQUÓ FILHO; COELHO FILHO, 2008).

São consideradas como proteção passiva contra incêndio: Saídas de Emergência; Compartimentação (horizontal e vertical); Segurança dos materiais estruturais; Controle de materiais de acabamento e revestimento; Central de gás; Controle de Fumaça; Isolamento de Risco entre edificações e Acesso de viaturas de bombeiros ao local.

Com relação às edificações escolares de médio porte e baixa altura, são pertinentes as seguintes medidas:

- Saídas de Emergência
- Compartimentação (horizontal e vertical)
- Segurança dos materiais estruturais
- Controle de materiais de acabamento e revestimento
- Central de gás
- Isolamento de Risco entre edificações
- Acesso de viatura de bombeiros ao local

Assim, as mesmas devem ser observadas ainda na fase de concepção do projeto arquitetônico, por envolverem questões que dificilmente seriam viáveis implantar com a edificação já concebida.

2.3.1 Saídas de Emergência

As saídas de emergência têm como objetivo permitir o abandono por parte dos usuários em situações de emergência de forma rápida e segura, de forma que a integridade física seja

resguardada, e permita fácil acesso por parte do Corpo de Bombeiros (BRASIL, 2014). São constituídas por: Acessos ou rotas de saída horizontais; Escadas ou Rampas; e descarga.

Seu trajeto deve ser dimensionado e posicionado de forma correta, observando-se o tipo de edificação, de público e quantidade de pessoas que possam transitar no local; e sua execução deve garantir um meio de escape rápido e seguro, de forma a garantir um trajeto eficiente para locais longe de riscos. Outro ponto a ser observado é a necessidade de que as saídas de emergência garantam a rota acessível, de maneira que possam ser utilizadas com segurança e autonomia por qualquer pessoa, mesmo as que possuam mobilidade reduzida.

Os dimensionamentos recomendados para as saídas de emergência irão depender de fatores como tipologia, altura, dimensões e características construtivas do equipamento, que irão definir as larguras, distâncias máximas a serem percorridas até elas, e quantidade e tipo de escadas a serem adotadas (ABNT, 2001b).

2.3.2 Compartimentação (horizontal e vertical)

Conforme Brentano (2015), a compartimentação é o meio mais eficaz e econômico, dentro da proteção passiva, para se proteger a edificação. Ela consiste em dividir uma edificação em ambientes ou setores, dentro de um pavimento, de modo a isolá-lo tanto no plano vertical, quanto horizontal, através de paredes, pisos, tetos, portas e aberturas.

O isolamento por compartimentação corta-fogo tem como objetivo dificultar o alastramento do fogo para outros ambientes do edifício, uma vez que limita o fogo dentro de um setor/ambiente, minimizando, assim, seus danos, e sendo também usado em rotas de saída, de forma a garantir segurança no percurso.

Ao se iniciar, em um ambiente, o fogo, gases ou fumaça podem se propagar de forma horizontal, através de aberturas, como portas, janelas, fissuras, canalizações, etc., expandindo-se para os demais ambientes do plano horizontal, bem como para edificações adjacentes, agravando assim o incêndio. A compartimentação horizontal funciona de forma a evitar esse alastramento, através da proteção dos seus elementos construtivos, com atenção aos elementos de vedação.

Já a compartimentação vertical evita que o fogo se propague e se espalhe entre os pavimentos de uma edificação. Essa disseminação pode ocorrer por meio de aberturas nas fachadas, dutos e shafts, tubos de instalações, caixa de elevadores e escadas, etc, sem os devidos meios de isolamento e vedação.

2.3.3 Segurança dos materiais estruturais

Silva, Vargas e Ono (2010) definem a resistência ao fogo de elementos estruturais como sendo a sua “capacidade de suportar, por dado período, os intensos fluxos de energia térmica que ocorrem durante um incêndio, sem deixar de exercer sua função portante, de estanqueidade e de isolamento, quando exigidas”. Segundo os autores, para que os materiais estruturais sejam resistentes ao fogo, além das condições normais de resistência a ações de gravidade e vento, elas devem suportar também a exposição a altas temperaturas.

Assim, há a necessidade de realização de estudos e aplicação de testes de resistência, de forma a identificar mecanismos para garantir que os materiais suportem melhor a exposição ao fogo (SILVA et. al, 2008). Dessa forma, os mesmos devem resistir por um período seguro de tempo até que a saída dos usuários seja finalizada.

2.3.4 Controle de materiais de acabamento e revestimento

Os materiais de acabamento e revestimento empregados nas edificações devem ser considerados, na busca de uma maior proteção contra incêndio. De acordo com BRASIL (2014), características dos materiais, como graus de combustibilidade ou emissão de gases podem contribuir na propagação dos incêndios, e dificultar seu controle. Já o seu alto índice de densidade óptica de fumaça pode minimizar a visibilidade e dificultar a desocupação.

Por tais questões, é necessário que haja um controle do uso desses materiais em paredes, pisos, tetos e coberturas. A depender da ocupação da edificação, é estabelecido o tipo adequado para cada local, determinado através de ensaios, que classificam o material, levando em consideração questões como seu índice de propagação superficial de chama, densidade específica, ótica máxima, variação da temperatura no interior do forno, variação da massa do corpo de prova e seu tempo de flamejamento.

Conforme Brentano (2015), os materiais podem ser classificados como:

- De revestimento (aqueles empregados nas superfícies internas e externas dos elementos de construção da edificação);
- Acabamento (aqueles utilizados como arremates entre elementos de construção e revestimento);
- Termo acústico (utilizados para isolamento térmica e/ou acústica (BRENTANO, 2015). Segundo o autor, os materiais mais vulneráveis ao fogo são os móveis e elementos de decoração, seguidos pelos revestimentos. Os forros são os primeiros a receber a ação do fogo

com o acúmulo de calor, gases e fumaça, por esse motivo é importante que eles sejam incombustíveis, ou, pelo menos, retardem o fogo.

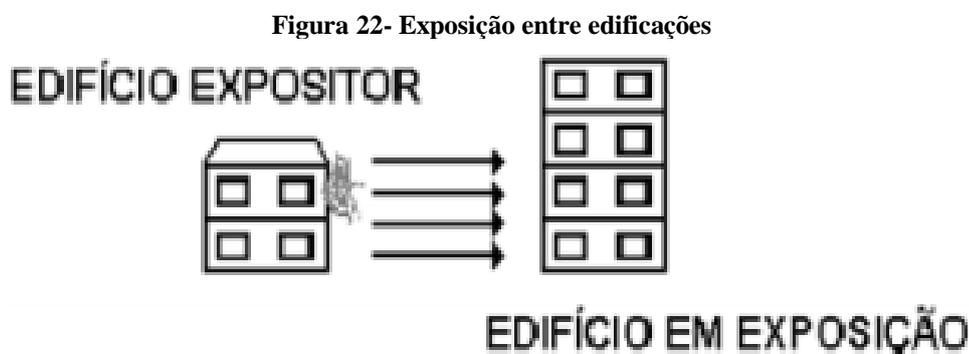
2.3.5 Central de gás

Para Brentano (2015), o gás é uma das grandes causas de incêndio e explosões, muitas vezes por erros de projeto e execução, uso de materiais de má qualidade e uso inadequado por parte dos usuários. Os tipos mais utilizados de gases são o Gás Liquefeito de Petróleo- GLP e Gás Natural (GN). O gás natural necessita de instalações mais complexas, por meio de redes de canalizações, não acessível para todos os lugares, portanto o GLP ainda é o mais utilizado nas instalações prediais em grande parte das cidades, pela sua facilidade de armazenamento, transporte e distribuição.

Por não ser canalizado e distribuído diretamente na rede pública, como o Gás Natural, o GLP necessita de cuidados específicos para seu armazenamento. O ideal é que não haja seu manuseio individualizado, como ocorre principalmente em algumas edificações multifamiliares, em que cada unidade possui seu recipiente, mas que tenha uma central de gás que armazene os recipientes em local protegido e com as devidas especificações, para que o risco de incêndio seja diminuído.

2.3.6 Isolamento de Risco entre edificações

Uma edificação em chamas emite gases quentes, fagulhas e ondas eletromagnéticas, que podem ser transmitidos para edificações adjacentes (Figura 22). Essa transmissão pode ocorrer por diversas formas, como através do calor por radiação, pela movimentação de fumaça e gases quentes, por convecção ou pelo contato direto das chamas, por condução. (MARCATTI; BERQUÓ FILHO; COELHO FILHO, 2008).



Fonte: Marcatti, Berquó Filho; Coelho Filho (2008)

Brentano (2015) afirma que as medidas utilizadas para se garantir um isolamento de riscos adequado entre edificações são: afastamento seguro entre edificações próximas; proteções nas

fachadas contra calor e chama; controle das aberturas para diminuir a ação do fogo; barreiras físicas corta-fogo, entre edificações; fachadas cegas corta-fogo; paredes corta-fogo entre edificações geminadas; distância vertical de segurança entre edificações de diferentes alturas. Essas medidas devem ser aplicadas de acordo com as necessidades e características da edificação e do seu entorno.

2.3.7 Acesso de viatura de bombeiros ao local

Outro ponto a ser considerado é o acesso do corpo de bombeiros à edificação. Para que a viatura chegue ao local, são necessárias vias que comportem esses veículos e um acesso que permita a sua entrada para o mais próximo possível da edificação, a fim de atuar no combate ao fogo. Assim, essas vias deverão suportar peso e dimensões da viatura, viabilizando a sua chegada.

Além de observar o trajeto das viaturas pelas vias urbanas, faz-se necessário verificar também as condições da sua passagem pelos acessos de entrada e vias internas das edificações, para que seja garantida a sua entrada ao interior do terreno, no caso de edificações maiores, ou que possuam vias internas e blocos.

2.4 Considerações do capítulo

O traçado histórico e aprofundamento sobre as edificações escolares no Brasil e as legislações voltadas à segurança contra incêndio contribuiram para um maior entendimento e esclarecimento sobre os temas.

No tocante ao desenvolvimento das edificações escolares no país, percebe-se que a relação entre o poder público e a educação mudou no decorrer dos séculos. No período da Primeira República, a intenção era impressionar a população com suas edificações escolares pomposas e monumentais, e com constantes exposições públicas dos seus alunos (IWAYA, 2005). Hoje não há mais essa preocupação, e o direcionamento vai para a necessidade de suprir a demanda de alunos, com uma redução dos custos, o que resulta em escolas mais simples e funcionais.

Não se nota um interesse significativo em relação aos aspectos relacionados à proteção passiva contra incêndio nas tipologias escolares nas épocas apresentadas, de forma intencional. Percebe-se, como ponto positivo, a redução de materiais combustíveis com o passar dos anos, através da substituição de revestimentos de madeira pelo uso maior de concreto; porém, com o aumento do número de salas e de ambientes do programa de necessidade, consequentemente da área construída das edificações escolares, os corredores ficaram mais extensos, e os projetos

passaram a ter disposições mais complexas, portanto os itens relacionados a acessos devem ser melhores explorados, pois o caminho até as saídas se tornou mais longo e complicado. E, apesar dessas questões, não houve preocupação por parte dos projetistas, e a quantidade de escadas e portas de saída de emergência, na maioria das edificações, foi reduzida.

Assim, a tendência da arquitetura escolar pública em relação à padronização de projetos, com disponibilização de projetos padrões a serem implantados nas diversas cidades do país, levanta a preocupação em relação à sua qualidade em relação à proteção passiva contra incêndio, tanto pelo risco de replicação de deficiências, como preservação dessa proteção na implantação do lote.

Já quanto às normas e regulamentos no decorrer da história, nota-se o caráter pouco preventivo por parte da sociedade como um todo. As principais normas se mostram frutos de desastres, que por sua vez impulsionaram na adoção de medidas corretivas, sendo este um padrão que vem acontecendo há muito tempo.

Em relação às normas e aos regulamentos vigentes no país, identifica-se a falta de unificação, cabendo a cada cidade e/ou estado definir seus próprios regimentos. Esse fato faz com que sejam menos embasadas e sem padronização, gerando, inclusive, divergências de conteúdo e de terminologia, dificultando ainda mais uma aplicação mais eficaz. São legislações com sobreposição de parâmetros, muitas criadas por comitês técnicos sem conhecimento da causa suficiente, ou adaptadas de forma precária de outros regimentos, resultando em regulamentos confusos, o que dificulta ainda mais o seu entendimento por parte dos profissionais que atuam na área. É necessário que as legislações possuam redação clara e objetiva, por serem documentos legais balizadores dos projetos.

3 MEDIDAS DE PROTEÇÃO PASSIVA CONTRA INCÊNDIO EM ESCOLAS- MÉTODO DE ANÁLISE

Negrisoló (2011), em pesquisa sobre os conceitos e definidores básicos ligados à concepção de projeto, concluiu, com base em entrevistas realizadas com arquitetos, que a arquitetura, na ótica desses profissionais, busca valores voltados à preocupação quanto ao uso da edificação, sua função, sua implantação e entorno questões voltadas à estética e proporção, priorizando conforto, estrutura e circulações. O autor observa que muitas dessas preocupações, inerentes ao que o arquiteto considera importante ao projetar, envolvem pontos que podem estar relacionados à proteção passiva contra incêndio, como, por exemplo, acessos, materiais de acabamento, estrutura, ventilação, dentre outros. Porém, ele destaca a falta de materiais disponíveis voltados ao tema, com foco em profissionais de arquitetura, que os instigue a se aproximar mais da temática e adotá-la de forma consciente na concepção do projeto.

Brentano (2015) destaca que a ênfase em um projeto de edificação não deve estar apenas na estética da edificação e distribuição adequada dos ambientes, mas também que seja entendida como um sistema complexo, formado por subsistemas, que devem se consolidar de forma simultânea. Dentre esses subsistemas está a Proteção Passiva contra incêndio, que deve estar ligada diretamente à concepção projetual.

Portanto, são necessários estudos que contribuam para essa propagação no meio dos arquitetos e urbanistas. Assim, para auxiliar no projeto de escolas mais seguras, viu-se a necessidade de desenvolvimento de um método, que atue como forma de parâmetro para elaboração de projetos escolares que cumpram requisitos básicos relacionados à proteção passiva no país.

3.1 Desenvolvimento do método

O método de análise dedutiva se baseia em Venezia e Ono (2014), em que se definem os elementos básicos de proteção passiva contra incêndio importantes e necessários em projetos arquitetônicos delimitados através do objeto de estudo, por meio da literatura, legislação e estudo sobre o tema. Definido o universo como Edificações escolares de médio porte¹⁶ e baixa

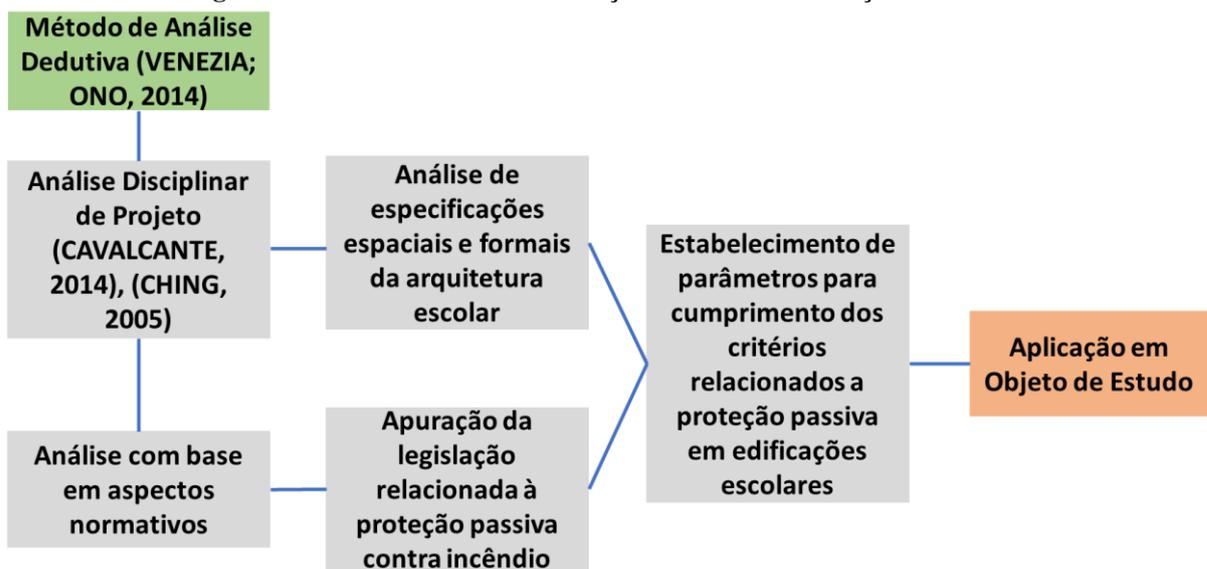
¹⁶ Conforme critérios do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira- INEP, que classifica escolas de pequeno porte como possuindo até 50 alunos; médio porte entre 51 e 499 alunos e grande porte a partir de 500 alunos (CENSO, 2017).

altura¹⁷, buscou-se delimitar os principais aspectos a serem considerados de proteção passiva contra incêndio na etapa projetual.

Tal método foi desenvolvido através de dois aspectos: (1) o estudo da análise disciplinar de projeto (CAVALCANTE, 2014; CHING, 2005), em que foi feita a elaboração de especificações espaciais e formais da arquitetura escolar; e (2), a elaboração de apuração da legislação relacionada à proteção passiva contra incêndio, a fim de desenvolver instruções voltadas às principais questões relacionadas ao tema no que diz respeito ao projeto escolar.

Desse modo, elaborou-se o estabelecimento de parâmetros para cumprimento de critérios relacionados à proteção passiva contra incêndio em edificações escolares, de maneira que os projetos sejam executados de forma segura. Por fim, foi feita aplicação do método em objeto de estudo, para sua melhor compreensão (Figura 23).

Figura 23- Método de Análise- Proteção Passiva em edificações Escolares

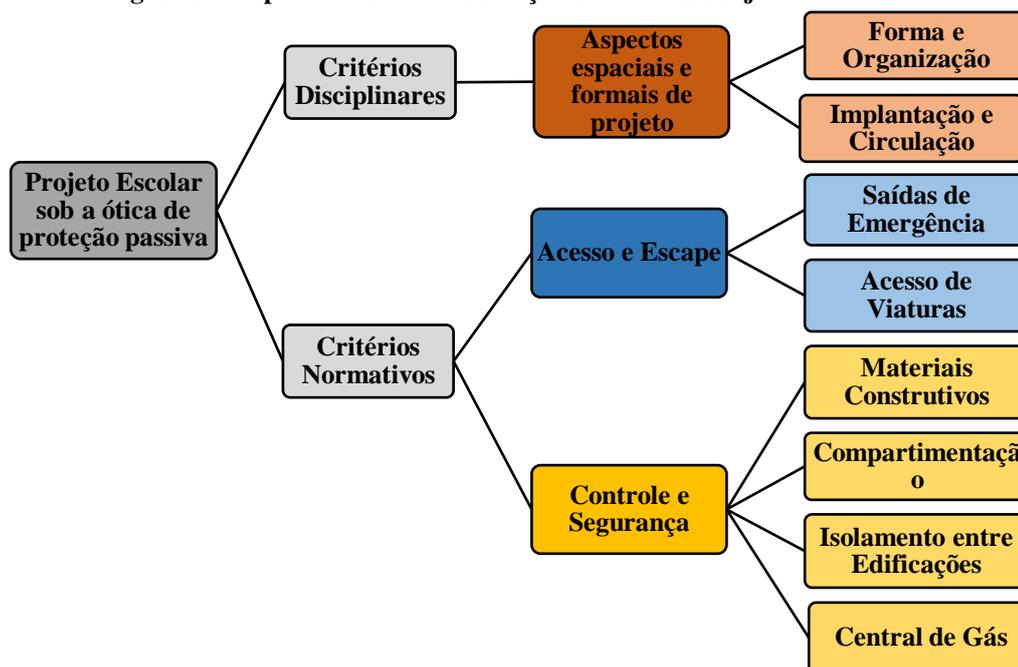


Fonte: Elaboração Autoral, 2018

Os principais critérios relacionados à proteção passiva pertinentes às edificações escolares considerados foram então explanados, para que se possa discutir cada um, tendo em vista uma melhor compreensão deles na elaboração de edificações escolares, conforme apresentado na Figura 24.

¹⁷ Conforme critérios definidos pela Tabela 2 da NBR 9077 (2001), caracterizados por edificações com altura de até 6,00m, contada da soleira de entrada ao piso do último pavimento.

Figura 24- Aspectos voltados à Proteção Passiva em Projetos Escolares



Fonte: Elaboração Autoral, 2018

O diagrama mostra os aspectos a serem observados ao se projetar uma edificação escolar, sob a ótica da proteção passiva. As mesmas foram subdivididas em dois critérios: Critérios Disciplinares e Critérios normativos. Dentre os Critérios Disciplinares, têm-se os critérios relacionados aos aspectos espaciais e formais de projetos, deles decorrendo “Forma e Organização” e “Implantação e Circulação”. Já os Critérios Normativos foram subdivididos em “Acesso e Escape” e “Controle e Segurança”. Dentro de Acesso e Escape foram concentrados o “Acesso de Viatura” e “Saídas de Emergência”; em Controle e Segurança têm-se “Materiais Construtivos”, “Compartimentação”, “Isolamento entre Edificações” e “Central de gás”. Cada um desses aspectos será explorado a seguir.

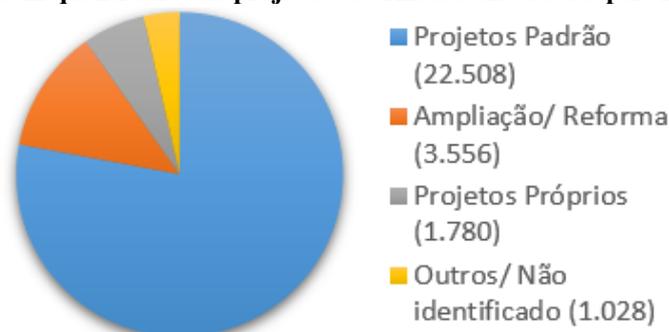
3.1.1 Descrição e Recorte de Objeto de Estudo

O governo federal implantou, por meio do Decreto nº 6.094, de 24 de abril de 2007, o Plano de Ações Articuladas- PAR, apoiado pelo Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação-FNDE, como uma estratégia de assistência técnica e financeira para melhoria do sistema nacional de ensino. Um dos propósitos do programa diz respeito à melhoria da infraestrutura física das escolas, e, além de apoio financeiro, disponibiliza projetos escolares padronizados, a serem opcionalmente implantados nos municípios que aderirem ao programa.

Assim, a padronização de plantas é uma realidade crescente em relação às escolas públicas. Conforme o Sistema Integrado de Planejamento, Orçamento e Finanças do Ministério

da Educação-SIMEC¹⁸, desde o início do programa, em 2007, já foram abrangidas 28.872 escolas, tanto para intervenções de construções quanto reforma ou ampliação. Destas, 22.508 utilizaram os projetos padrões fornecidos pelo programa (Figura 25).

Figura 25- Gráfico com quantitativo de projetos autorizados/executados pelo FNDE (2007-2018)



Fonte: Elaboração Autoral, conforme dados fornecidos pelo SIMEC, 2018

Dentre os projetos disponibilizados, tem-se a opção de construção de escolas de educação infantil, quadras cobertas, Projetos do espaço educativo e Projetos de ensino médio profissionalizante (Figura 26).

Figura 26- Gráfico com Projetos Padrão autorizados/executados pelo FNDE (2007-2018)



Fonte: Elaboração Autoral, conforme dados fornecidos pelo SIMEC, 2018

São disponibilizados, assim, projetos padrões de escolas, adaptáveis aos terrenos das cidades a serem implantadas, que por sua vez passam por aprovação dentro da FNDE. Considera-se que, através da padronização, há uma redução custos de produção, tempo, e, por se tratar de parâmetros, permite um melhor aperfeiçoamento ao longo do tempo.

Apesar de os projetos serem cada vez mais empregados, algumas questões devem ser observadas para que ocorra uma execução bem-sucedida. Segundo Bertoli, Kowaltowski e Barros (1999), a padronização de escolas exige cuidado, principalmente em sua implantação, e

¹⁸ Dados analisados conforme Planilha fornecida pela SIMEC, disponível em < <http://simec.mec.gov.br/painelObras/> > Com última atualização desses dados realizada em 09 set. 2018.

necessita de avaliações para que se evitem situações de inadequação dos programas de necessidade, com estudos como Avaliação Pós Ocupação, e atualização periódica dos projetos.

Desde o início da implantação do programa, em 2007, nota-se a preferência por parte da maioria dos municípios pelo uso dos projetos padrão, o que denota o crescimento desse tipo de edificação padronizada no contexto das escolas públicas, conforme apresentado na Figura 23.

Os projetos escolares disponibilizados pela FNDE possuem os seguintes programas:

- **PROINFÂNCIA**, que atua na melhoria da qualidade da educação infantil, através da Construção de creches e pré-escolas, e aquisição de mobiliário e equipamentos;
- **PAR**, que visa contribuir para a construção de um sistema nacional de ensino. Atua na Gestão Educacional; Formação de Professores; práticas pedagógicas e infraestrutura física;
- **BRASIL PROFISSIONALIZADO**, que atua com o objetivo de expandir e ampliar a oferta de cursos técnicos de nível médio, principalmente do ensino médio integrado à educação profissional e tecnológica.

Dispostos conforme os modelos apresentados abaixo.

PROGRAMA	MODELO	
PROINFÂNCIA	PROJETO TIPO 1	
	PROJETO TIPO 2	
	PROJETO TIPO A	
	PROJETO TIPO B	
	PROJETO TIPO C	
PAR	ESPAÇO EDUCATIVO RURAL	1 SALA
		2 SALAS
		4 SALAS
	ESPAÇO EDUCATIVO URBANO/ RURAL	6 SALAS
	ESPAÇO EDUCATIVO URBANO	12 SALAS
BRASIL PROFISSIONALIZADO	ESCOLA TÉCNICA PADRÃO	

Fonte: Elaboração autoral, com dados disponibilizados em < <https://www.fn.de.gov.br/>>. Acesso em nov. 2018

A presente dissertação apresenta o recorte em escolas de porte intermediário, com baixa altura, voltadas ao ensino fundamental e/ou médio. Portanto, como objeto de estudo, foi selecionado o projeto do PAR, com o modelo que se enquadra nesse universo, o Modelo Educativo Urbano 12 salas.

3.2 Critérios voltados à proteção passiva contra incêndio

Conforme apresentado anteriormente, alguns critérios devem ser observados ao se projetar uma edificação escolar, de forma a garantir segurança a seus usuários. Essas questões foram agrupadas entre Critérios Disciplinares, que abrangem os “Aspectos Espaciais e Formais de Projeto”, e Critérios Normativos, que tratam sobre “Acesso e Escape” e “Controle e Segurança”; abordados como auxílio para o cumprimento dos requisitos básicos relacionados à proteção passiva em edificações escolares no país.

3.2.1 Critérios Disciplinares de Projeto

Os critérios disciplinares de projeto correspondem às características relacionadas ao ordenamento do projeto, desde sua implantação no lote, até às especificações relacionadas a sua forma, como acessos, setorização de espaços e circulações, sistema estrutural adotado e organização (CAVALCANTE, 2014). Esses critérios auxiliam na análise do desenvolvimento de um projeto, sendo observados assim que se inicia a arquitetura, através da sua concepção. Sabe-se que o projeto envolve várias questões interdisciplinares, voltadas à distribuição de espaços, conforto ambiental, segurança, acessibilidade, forma, dentre outros.

Dentre as preocupações com os diversos enfoques que devem estar intrínsecos nessa etapa projetual, os aspectos voltados à proteção passiva contra incêndio devem constar já nessa fase, de forma a dialogar com o projeto com harmonização, evitando que sejam vistos como complementares, mas como parte do seu processo de criação e desenvolvimento.

Aqui são desenvolvidas as questões voltadas aos critérios disciplinares de projeto que uma edificação escolar possui, de forma a compreendê-los e enxergar como a aplicação da proteção passiva contra incêndio se insere ainda nessa fase.

3.2.1.1 Aspectos Espaciais e Formais

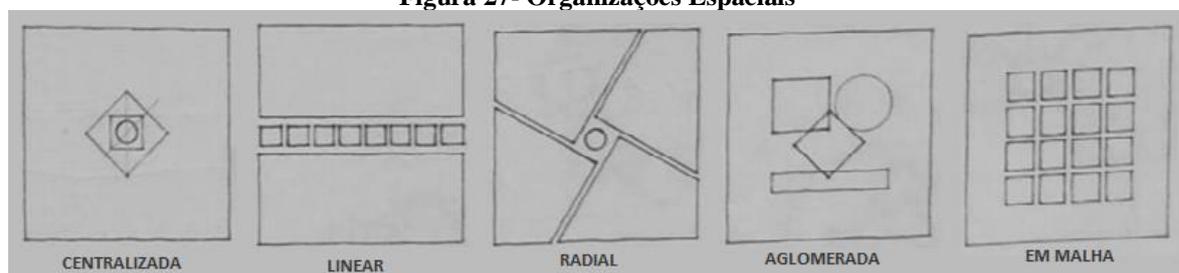
Os aspectos Espaciais e Formais de Projeto se manifestam como aqueles necessários para as questões relacionadas ao partido arquitetônico a ser desenvolvido e às soluções funcionais de projeto (CAVALCANTE, 2014). Dizem respeito tanto a itens voltados à Forma, Espaço e Organização do equipamento a ser desenvolvido, que alia forma dos planos e das fachadas, volume e organização; quanto à Implantação e Circulação, que tratam de assuntos relativos à inserção do projeto no lote, acessos e fluxos internos e externos.

3.2.1.1.1 *Forma e Organização*

Ao se projetar, um dos princípios iniciais é o desenvolvimento da forma da edificação. Ching (2005) trata sobre a forma, dentro do contexto arquitetônico, como sendo a disposição e coordenação de elementos e partes de uma composição de formas, de modo a determinar a sua estrutura final. Esses elementos, geometricamente dispostos, resultam tanto no formato da edificação, quanto na conformação dos seus espaços, interferindo na sua qualidade, sendo, portanto, importante forma de estratégia projetual.

Quanto à organização do espaço, Ching (2005) apresenta cinco maneiras básicas para sua disposição, que são ordenadas de acordo com exigências do partido arquitetônico e fatores externos. São: (1) Organização Centralizada- presença de espaço central dominante, envolto por espaços secundários; (2) Organização Linear- sequência de espaços dispostos de forma linear; (3) Organização Radial- espaço central, do qual derivam espaços lineares, de modo radial; (4) Organização Aglomerada- espaços agrupados entre si e (5) Organização em Malha- espaços organizados dentro de uma malha estrutural (Figura 27). Essa disposição determina questões importantes, como os acessos e circulações que a edificação irá possuir.

Figura 27- Organizações Espaciais



Fonte: Ching, 2005

O arquiteto possui liberdade criativa para compor essas formas e organizar o seu projeto, de forma a defini-los. Porém, é importante observar a interferência que essa fase terá não apenas no que diz respeito à estética, mas também à outras vertentes, dentre elas a proteção passiva da edificação, tendo em vista que as aberturas irão interferir diretamente na propagação de fogo e fumaça, enquanto a delimitação de acessos e circulações irão afetar a desocupação segura dos usuários. Tudo isso poderá interferir na questão de incêndios. Assim, é importante o entendimento do tema de Proteção Passiva Contra Incêndio por parte desses profissionais, de forma a estar incluso ainda nessa fase do projeto.

3.2.1.1.2 *Implantação e Circulação*

Quanto à implantação do lote, é importante observar onde o mesmo está inserido. Se está entre edificações ou vias, é preciso considerar seus afastamentos e recuos e taxa de

ocupação (CAVALCANTE, 2014). Esses fatores interferem, principalmente, em relação à propagação do fogo entre edificações vizinhas. Também, através dele, compreende-se a taxa de ocupação e densidade das edificações, bem como suas áreas livres, cobertas, e capacidade de usuários.

Em relação aos acessos, são eles considerados como a primeira fase do sistema de circulação, em que se conduz o usuário à entrada do edifício, e a circulação que, com sua trajetória e configuração, interfere diretamente na visibilidade e percepção por parte do usuário (CHING, 2005). Assim, a configuração dessas circulações pode contribuir positivamente para uma condução segura até a saída, de forma mais simplificada possível.

Compreendendo-se assim esses aspectos, entende-se que, ainda na concepção projetual, são delimitados itens que determinam requisitos importantes para a segurança dos usuários no local, sendo a maior compreensão do tema de proteção passiva, por parte do projetista, um elemento importante.

3.2.2 Critérios Normativos de Projeto

Quanto ao âmbito legislativo, as leis e normatização se apresentam como importantes fontes de regras, parâmetros e instruções que guiam o projetista a fim de obter uma edificação mais adequada e segura.

As NBR's serão as principais normativas aqui abordadas, pois as mesmas embasam as questões relacionadas aos tópicos abordados dentro do âmbito nacional e referenciadas pelos códigos e leis estaduais e municipais, porém, como complementação, outras normas e legislações poderão ser consideradas e comentadas, sempre que sejam consideradas relevantes para o assunto.

3.2.2.1 Acesso e Escape

O meio de desocupação segura por parte de usuários de um edifício é de essencial importância no caso de incêndios, tendo em vista que visa preservar o maior bem comum, a vida humana. Também é importante o acesso por meio do corpo de bombeiros ao local, de forma a auxiliar nessa desocupação e diminuir os danos causados pelo fogo. No contexto da proteção passiva, essas questões são tratadas em Saídas de Emergência e Acesso de Viaturas.

3.2.2.1.1 Saídas de Emergência

As saídas de emergência são tratadas na NBR 9077- Saída de Emergência em edifícios, com a última atualização em 2001. A norma define os dimensionamentos recomendados, bem como quantidade de saídas necessárias no local, das rampas, escadas, circulações e descarga.

3.2.2.1.1.1 Ocupação

Primeiramente, é necessário classificar a edificação. Essa parte é tratada na Tabela 1-Anexo A da NBR 9077 (2001), que divide as edificações em grupos de “A” a “J”, de acordo com a ocupação e uso da edificação. As edificações escolares estão representadas no Grupo “E”, denominado de Estabelecimento Educacional e Cultura Física que, por sua vez, se subdividem em E-1; E-2; E-3; E-4; E-5 e E-6, de acordo com as suas funções (Figura 28).

As subdivisões da ocupação “Educacional e cultura física” se apresentam de acordo com as variações de características que as escolas devem possuir, de forma que uma escola possa ter mais de uma divisão, como seria o caso de escolas com espaços para cultura física. Escolas como pré-escolas e escolas para portadores de deficiências possuem alguns requisitos mais restritivos que as demais, conforme se observará à frente.

Figura 28- Classificação das edificações quanto à sua ocupação- Grupo E

Grupo	Ocupação/Usu	Divisão	Descrição	Exemplos
E	Educacional e cultura física	E-1	Escolas em geral	Escolas de primeiro, segundo e terceiro graus, cursos supletivos e pré-universitários e outros
		E-2	Escolas especiais	Escolas de artes e artesanatos, de línguas, de cultura geral, de cultura estrangeira
		E-3	Espaço para cultura física	Locais de ensino e/ou práticas de artes marciais, ginástica (artística, dança, musculação e outros) esportes coletivos (tênis, futebol e outros não incluídos em F-3), sauna, casas de fisioterapias e outros
		E-4	Centros de treinamento profissional	Escolas profissionais em geral
		E-5	Pré-escolas	Creches, escolas maternais, jardins-de-infância
		E-6	Escolas para portadores de deficiências	Escolas para excepcionais, deficientes visuais e auditivos e outros

Fonte: Tabela 01, Anexo A da NBR 9077, 2001

Porém, tendo em vista que a escola é um equipamento que deve ser inclusivo, de acesso por pessoas com diversas características, inclusive com limitações e deficiências, seria interessante que fosse considerada a subdivisão mais restritiva para todos os equipamentos

escolares, a fim de que alcançasse todas as pessoas de forma mais confortável e segura possível, principalmente no que diz respeito aos fluxos e portas de saídas de emergência (ABNT, 2001b).

3.2.2.1.1.2 Altura da Edificação

Outra informação importante diz respeito à altura da edificação. Seu código é encontrado através da Tabela 2 do Anexo da NBR 9077 (Figura 29).

Figura 29- Altura da Edificação, conforme NBR 9077

	Tipo de edificação	Alturas contadas da soleira de entrada ao piso do último pavimento, não consideradas edículas no ático destinadas a casas de máquinas e terraços descobertos (H)
Código	Denominação	
K	Edificações térreas	Altura contada entre o terreno circundante e o piso da entrada igual ou inferior a 1,00 m
L	Edificações baixas	$H \leq 6,00$ m
M	Edificações de média altura	$6,00 \text{ m} < H \leq 12,00$ m
N	Edificações medianamente altas	$12,00 \text{ m} < H < 30,00$ m
O	Edificações altas	0 - 1 $H > 30,00$ m ou
		0 - 2 Edificações dotadas de pavimentos recuados em relação aos pavimentos inferiores, de tal forma que as escadas dos bombeiros não possam atingi-las, ou situadas em locais onde é impossível o acesso de viaturas de bombeiros, desde que sua altura seja $H > 12,00$ m

Fonte: Tabela 02, Anexo A da NBR 9077, 2001

Conforme observado na tabela, pelo recorte considerado neste trabalho, de edificações escolares com até 12m de altura, o universo da edificação em questão estará entre o Código K e L; tendo em vista que essa medida é contada da soleira de entrada até o piso do pavimento mais alto.

3.2.2.1.1.3 Características Construtivas

Outra condicionante apresentada pela norma, que influenciará nas características das saídas de emergência. Conforme Tabela 04 do Anexo da Norma (Figura 30), a edificação pode ser caracterizada como X, Y ou Z, sendo X a edificação com fácil propagação de fogo, Y com média resistência e Z com difícil propagação do fogo. A sua classificação dependerá das especificações da sua estrutura.

Figura 30- Características Construtivas da Edificação

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

Fonte: Tabela 04, Anexo A da NBR 9077, 2001

Preferencialmente, ao se projetar a edificação, deve-se garantir que ela possua o Código Z, ou seja, que sua estrutura atue de forma a dificultar a propagação do fogo, portanto é importante especificar materiais que resistam ao fogo e permitam um maior isolamento para que possa dificultar a sua propagação.

3.2.2.1.1.4 Larguras das Saídas de Emergência

A partir dessas informações, pode-se calcular as dimensões mínimas exigidas para as saídas de emergência. Quanto à largura das mesmas, deverão ser respeitados os critérios para cálculo da população da edificação, conforme apresenta a NBR 9077, em seus subitens 4.3 e 4.4. A fórmula para esse cálculo é:

$$N = P/C$$

Onde:

- N é o número de unidades de passagem (arredondado para número inteiro)
- P é a população (conforme tabela 5 do anexo A da NBR 9077)
- C é a capacidade da unidade de passagem (conforme tabela 5 do anexo A da NBR 9077).

Para definição da capacidade de unidade de passagem, utiliza-se a Tabela 5 da NBR 9077, através da informação da ocupação da edificação (no caso das edificações escolares, o Grupo E), e de área do local, excluindo-se sanitários. Assim, determina-se a população que ela é capaz de abrigar no espaço. Algumas edificações já têm definidas a capacidade máxima de pessoas no local, o que dispensa esse cálculo, desde que garantido que não ultrapasse esse limite especificado (Figura 31). Nesta tabela se encontra também a capacidade da unidade de passagem, seja ela em acessos/descargas, escadas/rampas ou portas. Essas informações

encontradas são inseridas na fórmula apresentada acima, para que se encontre o número de unidades de passagem adequado para o ambiente ou edificação.

Figura 31- Capacidade de Unidade de Passagem- Tabela 5- NBR 9077

Ocupação		População ^(A)	Capacidade da U. de passagem		
Grupo	Divisão		Acessos e descargas	Escadas ^(B) e rampas	Portas
A	A-1, A-2	Duas pessoas por dormitório	60	45	100
	A-3	Duas pessoas por dormitório e uma pessoa por 4 m ² de área de alojamento			
B	-	Uma pessoa por 15,00 m ² de área	100	60	100
C	-	Uma pessoa por 3,00 m ² de área			
D	-	Uma pessoa por 7,00 m ² de área			
E	E-1 a E-4	Uma pessoa por 1,50 m ² de área ^(F)			
	E-5, E-6	Uma pessoa por 1,50 m ² de área ^(F)	30	22	30

Legenda:

(A) Os parâmetros dados nesta Tabela são os mínimos aceitáveis para o cálculo da população. Em projetos específicos, devem ser cotejados com os obtidos em função da localização de assentos, máquinas, arquibancadas e outros, e adotados os mais exigentes, para maior segurança.

(B) As capacidades das unidades de passagem (ver Nota de 3.54) em escadas e rampas estendem-se para lanços retos e saída descendente. Nos demais casos, devem sofrer redução, como abaixo especificado. Essas percentagens de redução são cumulativas, quando for o caso:

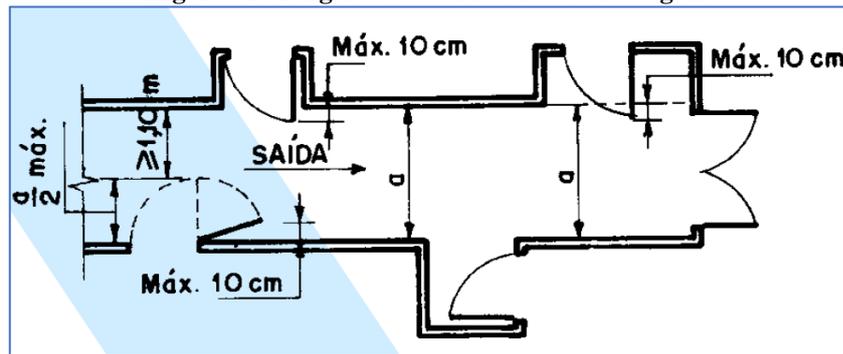
- lanços curvos de escadas (com degraus ingrauxidos): redução de 10%;
- lanços ascendentes de escadas, com degraus até 17 cm de altura: redução de 10%;
- lanços ascendentes de escada com degraus até 17,5 cm de altura: redução de 15%;
- lanços ascendentes de escadas com degraus até 18 cm de altura: redução de 20%;
- rampas ascendentes, declividade até 10%: redução de 1% por grau percentual de inclinação (1% a 10%);
- rampas ascendentes de mais de 10% (máximo: 12,5%): redução de 20%.

(F) Auditórios e assemelhados, em escolas, bem como salões de festas e centros de convenções em hotéis são considerados nos grupos de ocupação F-2, F-6 e outros, conforme o caso.

Fonte: Tabela 5- Anexo A da NBR 9077, 2001

Além do cálculo, algumas considerações devem ser observadas, em relação aos dimensionamentos. Cada unidade de passagem corresponde à medida de 0,55m, porém deve ser respeitada a largura mínima das saídas que, para o caso de edificações de tipo “E”, corresponde a 1,10m (Figura 32).

Figura 32- Largura dos Corredores de Passagem



Fonte: NBR 9077, 2001

Esse valor mínimo das larguras deve ser considerado em sua parte mais estreita, de forma que portas com aberturas de 180° não podem diminuir a distância efetiva em mais da metade, (sempre se preservando a largura mínima de 1,10m), e portas com abertura de 90° devem ficar em recessos das paredes, não podendo reduzir a largura em mais que 0,10m (ABNT 2001b).

3.2.2.1.1.5 Acessos ou Rotas de saídas horizontais

Os acessos constituem as rotas de saídas horizontais, como corredores e passagens, que delimitam o trajeto a ser percorrido, a fim de se conduzir os usuários até áreas protegidas. Esses acessos devem ser projetados de forma a permitir a fácil desocupação da edificação, de forma desobstruída e livres de qualquer obstáculo, além de obedecer a dimensões mínimas de segurança. Quanto ao seu pé direito, deverá ser de no mínimo 2,50 metros, admitindo-se 2,0 metros de altura livre, quando possuir obstáculos, como, por exemplo, vigas e vergas de portas (ABNT, 2001b).

A NBR 9070 determina também a distância máxima que o usuário deve percorrer de qualquer ponto da edificação até uma área segura, em sua Tabela 6 do Anexo (Figura 33).

Figura 33- Distâncias Máximas a Serem Percorridas

Tipo de edificação	Grupo e divisão de ocupação	Sem chuveiros automáticos		Com chuveiros automáticos	
		Saída única	Mais de uma saída	Saída única	Mais de uma saída
X	Qualquer	10,00 m	20,00 m	25,00 m	35,00 m
Y	Qualquer	20,00 m	30,00 m	35,00 m	45,00 m
Z	C, D, E, F, G-3, G-4, G-5, H, I	30,00 m	40,00 m	45,00 m	55,00 m
	A, B, G-1, G-2, J	40,00 m	50,00 m	55,00 m	65,00 m

Fonte: Tabela 6- Anexo A da NBR 9077, 2001

Essa distância, definida de acordo com o tipo de edificação e sua ocupação, é estabelecida em função do uso ou não de chuveiros automáticos, porém, por se tratar de critérios que envolvem apenas proteção passiva, de forma à edificação se tornar segura com base em critérios construtivos definidos em projeto arquitetônico, assim, considerou-se as medidas sem chuveiros automáticos. Em leitura da Tabela, observa-se que quanto mais a edificação é classificada como resistente ao fogo, maior poderá ser o valor da distância a ser percorrida.

Quanto à quantidade de saídas de emergência, a NBR 9077 estabelece através da sua Tabela 7 (Figura 34).

Figura 34- Número de Saídas e Tipo de Escada conforme NBR 9077/2001

Dimensão		P (área de pavimento ≤ 750 m ²)									Q (área de pavimento > 750 m ²)																				
Altura		K			L			M			N			O			K			L			M			N			O		
Ocupação		N ^{os}		Tipo esc.	N ^{os}		Tipo esc.	N ^{os}		Tipo esc.	N ^{os}		Tipo esc.	N ^{os}		Tipo esc.	N ^{os}		Tipo esc.	N ^{os}		Tipo esc.	N ^{os}		Tipo esc.	N ^{os}		Tipo esc.	N ^{os}		Tipo esc.
Gr.	Div.																														
E	E-1	1	1	NE	1	NE	1	PF	2	PF	2	2	NE	2	EP	2	PF	3	PF												
	E-2	1	1	NE	1	NE	1	PF	2	PF	2	2	NE	2	EP	2	PF	3	PF												
	E-3	1	1	NE	1	NE	1	PF	2	PF	2	2	NE	2	EP	2	PF	3	PF												
	E-4	1	1	NE	1	NE	1	PF	3	PF	2	2	NE	2	EP	2	PF	3	PF												
	E-5	1	1	NE	1	EP	2	PF	2	PF	2	2	NE	2	EP	2	PF	3	PF												
	E-6	2	2	NE	2	EP	2	PF	2	PF	2	2	NE	2	EP	2	Pf	3	PF												

Fonte: Tabela 7 do Anexo A – NBR 9077, 2001

Para encontrar essa informação, é necessário o tipo de Ocupação, sua altura e sua dimensão, sendo este último considerado a área do maior pavimento da edificação. Assim, obtêm-se tanto a quantidade de saídas necessárias, quanto o tipo de escada a ser adotado, no caso de edificações com mais de um pavimento.

As portas que compõem essas saídas devem possuir dimensionamento conforme cálculo acima apresentado, referente à unidade de passagem, correspondendo, assim, às seguintes determinações de vão livre: 0,80m (se uma unidade de passagem); 1,00m (se duas unidades de passagem); e 1,50m em duas folhas (se três unidades de passagem). Há também a exigência de portas das rotas de saídas e de salas com capacidade de mais de 50 pessoas, que se comunicam com os acessos e descargas, que devem ter abertura no sentido do trânsito de saída.

3.2.2.1.1.6 Escadas e Rampas

As rampas são utilizadas para vencer desníveis e interligar áreas de refúgio em níveis diferentes. Segundo a NBR 9077 (ABNT, 2001b), algumas situações, em saídas de emergência demandam uso de rampas. São elas:

- Na descarga e acesso de elevadores de emergência;
- Quando a altura a vencer for inferior a 0,48 m (são vedados lanços de escadas com menos de três degraus);
- Quando a altura a ser vencida não permitir o dimensionamento equilibrado dos degraus de uma escada;
- Para unir o nível externo ao nível do saguão térreo das edificações em que houver pessoas de cadeiras de rodas.

Assim, as rampas atuam como auxílio às escadas, tornando o deslocamento mais fluido e acessível. Elas devem ser dimensionadas de forma a respeitar o cálculo aplicado para largura das saídas de emergência, e possuir especificações conforme indicado no item 4.6.2 da NBR 9077, ou seja, devem possuir piso antiderrapante, ser dotadas de guardas e corrimãos devidamente posicionados, ter o fluxo livre e sem obstáculo (vedado o uso de portas em rampas) e possuir patamares (em nível, com comprimento mínimo de 1,10m), sempre que houver mudança de direção ou altura a ser vencida maior que 3,70m.

As rampas podem ser utilizadas na sucessão de um lanço de escada, porém sempre no sentido descendente de saída, e não pode precedê-lo. Quanto à sua declividade, não deve exceder 10%, tanto em ambientes internos quanto externos.

As escadas de uma edificação também compõem as saídas de emergência, desde que contenham elementos que contribuam para resguardar os usuários que por elas transitam. Conforme a NBR 9077, essas escadas devem atender a todos os pavimentos e possuir interrupção obrigatoriamente no piso de descarga. Essa medida permite que o usuário seja conduzido a esse pavimento, para que encontre facilmente o acesso externo, sem correr o risco de parar em andares inadequados e/ou subsolos. Quanto à sua largura, deve obedecer às larguras mínimas calculadas para as saídas de emergência, e seu dimensionamento deve respeitar a fórmula de Blondel, $63 \text{ cm} \leq (2h + b) \leq 64 \text{ cm}$ (em que h corresponda à sua altura e b à sua largura, que deve variar entre 0,16 e 0,18 cm).

Essas escadas podem ser do tipo não enclausuradas, enclausuradas, enclausuradas à prova de fumaça ou pressurizada. Características como tipo de edificação, altura do edifício e

área do pavimento definem o tipo de escada mais adequada a ser implantada, de forma a garantir maior segurança. Conforme visto anteriormente, em aplicação da Tabela 7 (Figura 32), para o universo escolhido para este estudo, são necessárias apenas escadas do tipo não enclausuradas. Para essas escadas, exige-se que seja constituída por materiais incombustíveis, com elementos estruturais com resistência ao fogo por no mínimo 2 h, e pisos e patamares revestidos com materiais resistentes à propagação superficial de chama (que possuam índice “A” da NBR 9442¹⁹).

São admitidas escadas com lanços curvos ou mistos para saídas de emergência (no universo em questão, de edificações escolares de médio porte e baixa altura), desde que seus lanços respeitem as características e medidas constantes nos itens 4.7.8 e 4.7.9 da NBR 9077.

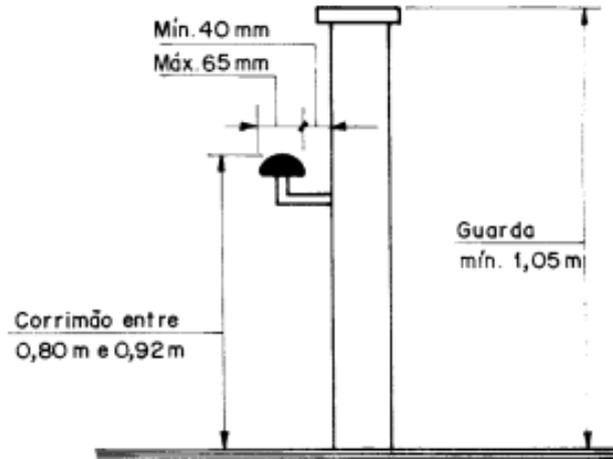
A norma prevê também o uso das demais escadas da edificação, as chamadas escadas secundárias, que eventualmente podem funcionar como saídas de emergência, mesmo que originalmente não sejam destinadas a essa função. Para isso, as mesmas devem possuir pisos antiderrapantes; corrimãos em conformidade com as especificações da norma, sendo permitido apenas um corrimão em escadas com até 1,20m de largura, dispensando-se a exigência de corrimãos intermediários; e devem ser calculadas conforme Fórmula de Blondel²⁰, admitindo-se, em escadas curvas, que a parte estreita do degrau seja de no mínimo 7cm, e patamares sejam de no mínimo 80cm.

Escadas, rampas, bem como todo percurso da saída de emergência que possuir um desnível maior que 0,19m, devem ser dotados de corrimãos e/ou guarda com características conforme especificado na NBR 9077, em seu item 4.8, para que sejam consideradas seguras. Os guarda-corpos devem ter uma altura de no mínimo 1,05m ao longo dos patamares, corredores, mezaninos e outros, aceitando-se uma altura mínima de 0,92m em escadas internas (Figura 35).

¹⁹ Conforme a NBR 9442, consideram-se Classe “A” aqueles materiais que, em método de ensaio descrito na norma, possuam índice de propagação inicial da chama com valor entre 0 e 25.

²⁰ A NBR 9077, em seu item 4.7.5.2, registra que escadas secundárias, exclusivamente para uso de serviços (não podendo ser usada para saídas de emergência), podem, desde que respeitada a fórmula de Blondel, admitir uma altura de espelho (h) de até 20cm.

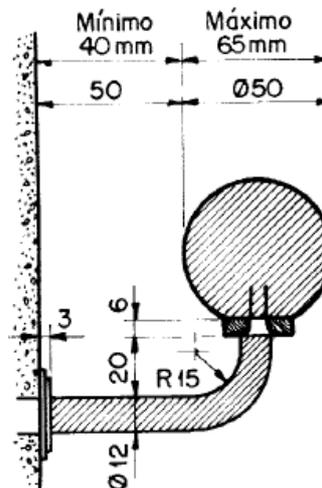
Figura 35- Dimensões de Guardas e Corrimãos



Fonte: NBR 9077, 2001

Os corrimãos devem possuir uma altura entre 0,80m e 0,92m, sendo permitidas outras alturas (além desta) numa mesma escada. Suas características devem permitir segurança, conforto e firmeza, de forma que o deslocamento da mão não encontre obstruções ou arestas, e permita o fluxo contínuo, sem interrupções. Seu afastamento deve ser de no mínimo 40mm de paredes ou guardas, e seu diâmetro, no caso de seção circular, deve variar entre 38mm e 65mm (Figura 36).

Figura 36- Corrimãos em Saídas de Emergência

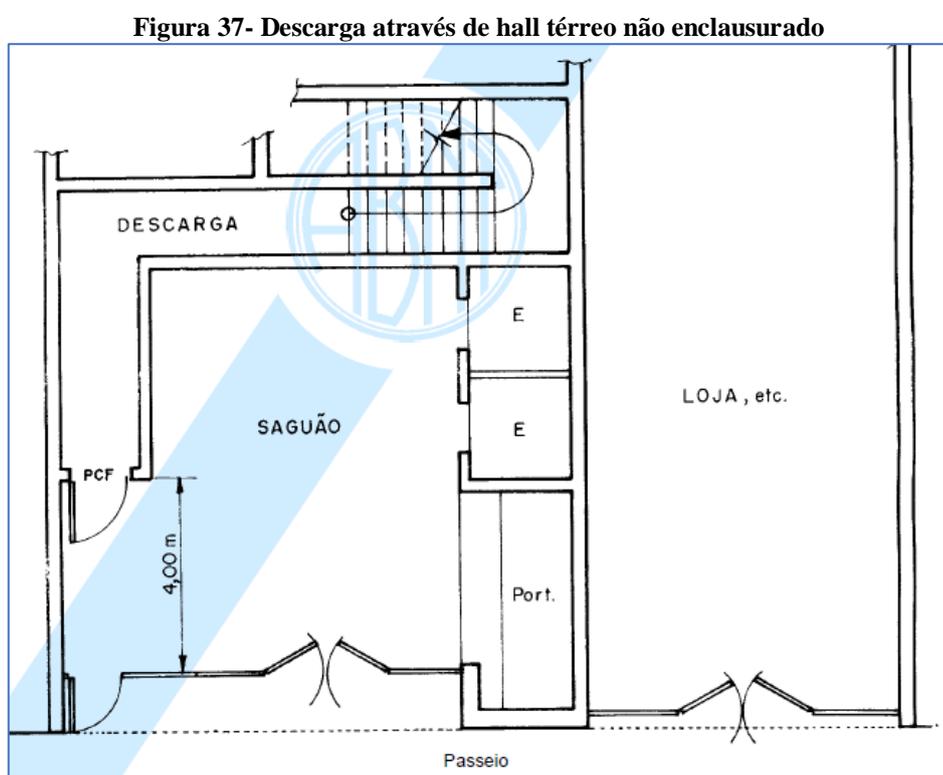


Fonte: NBR 9077, 2001

Há a previsão de corrimãos intermediários em escadas que possuam mais de 2,20m, alocados em uma distância máxima de 1,80m, permitindo-se exceção em escadas externas monumentais, que não comportem grandes multidões, caso que dispensa o corrimão intermediário.

3.2.2.1.1.7 Descarga

A descarga é tratada pela NBR 9077 (ABNT 2001b) em seu item 4.11, e corresponde ao nível que conduz o usuário ao exterior da edificação, podendo ser constituída de: um corredor ou átrio enclausurado; área em pilotis; ou corredor ao céu aberto. No caso de corredor ou átrio enclausurado utilizado como descarga, suas paredes e piso devem ser revestidos com materiais resistentes ao fogo, e suas paredes devem ter a mesma resistência ao fogo que as paredes das escadas que guiem até ela, permitindo uso de saguão não enclausurado, desde que o mesmo alcance, numa distância máxima de 4,00m, área em pilotis, fachada ou alinhamento predial (Figura 37).



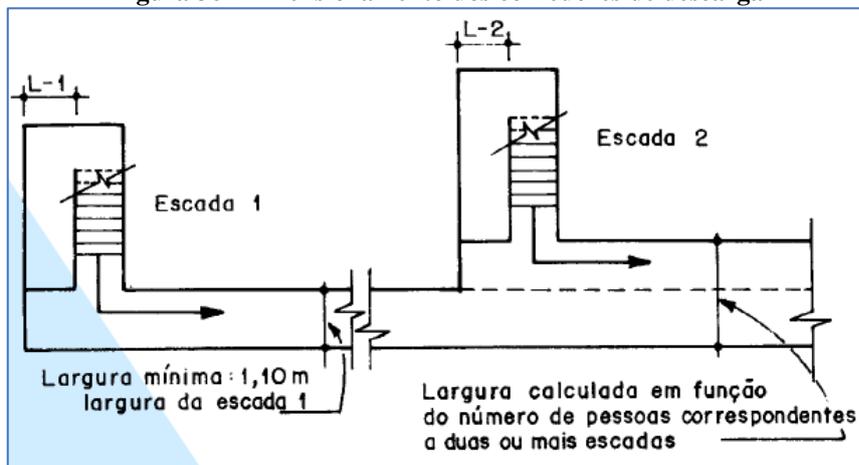
Fonte: NBR 9077, 2001

No caso de pilotis que servirem como descarga, não será permitido seu uso como estacionamento de veículos nem depósito de qualquer natureza, devendo a mesma ser mantida sempre livre e desimpedida. Já corredores a céu aberto podem servir como descarga, desde que possuam largura inferior a 4,00m e sejam protegidos por marquises de largura mínima de 1,20m.

A descarga deve possuir largura conforme cálculo da largura mínima da saída de emergência especificada anteriormente, considerando-se todas as saídas verticais e horizontais

que para ela convergirem (não necessário em toda a sua extensão), não podendo ser inferior a 1,10m, conforme mostra a Figura 38.

Figura 38- Dimensionamento dos corredores de descarga



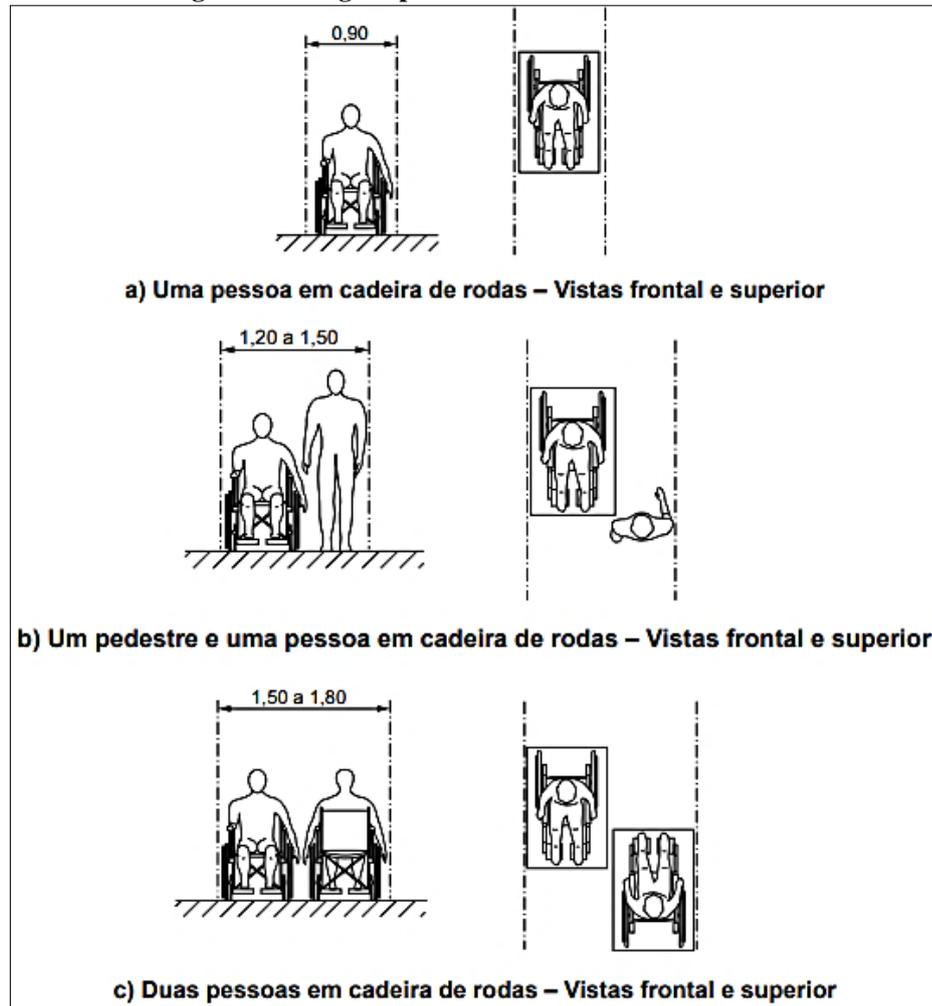
Fonte: NBR 9077, 2001

Uma questão importante a ser considerada em relação às saídas de emergência é a criação de rotas acessíveis, de forma a atender a todas as pessoas, incluindo quem possui alguma dificuldade de mobilidade. A NBR 9050- Acessibilidade em Edificações, atualizada no ano de 2015, é a principal normativa do país que trata de Acessibilidade. Em seu subitem 4.3, a norma prevê condições para áreas de circulação e manobra, de forma a incluir pessoas com cadeiras de rodas. Seria interessante considerar esse ponto no dimensionamento das circulações, para que o deslocamento ocorra de forma confortável e segura por todos os usuários.

A largura para deslocamento na norma varia de acordo com o fluxo de pessoas, conforme se observa na Figura 38. Não há indicação na norma de uma dimensão específica para rotas de fuga, porém, através da indicação das larguras para deslocamento em linha reta, percebe-se a dimensão entre 1,50m e 1,80m como sendo a mais confortável para a realização desse trajeto por parte dos usuários, garantindo, assim, conforto no deslocamento de pedestres e pessoas em cadeiras de rodas.

A NBR 9077 não acompanha as tecnologias e avanços construtivos, e sua última atualização foi realizada no ano de 2001. Atualmente essa norma se encontra em revisão, na expectativa de que seu texto seja aprimorado e venha a incorporar questões como, por exemplo, as instruções presentes na NBR 9050, que relaciona aspectos referentes à acessibilidade em rotas de fuga (Figura 39).

Figura 39- Largura para deslocamento em linha reta



Fonte: NBR 9050, 2015

Portanto, tendo em vista essas observações apontadas, percebe-se a importância das mesmas num projeto arquitetônico. Dimensões de áreas como corredores, quantidade de escadas, ou distâncias até uma porta, por exemplo, interferem diretamente no projeto e contribuem de forma significativa na proteção passiva do local.

3.2.2.1.2 Acesso de Viaturas

A primeira etapa do acesso de viaturas, que consiste nas condições de chegada da Viatura de Bombeiros ao local, não está prevista em norma nacional, mas está especificada na Instrução Técnica- IT nº05 do Corpo de Bombeiros de São Paulo.

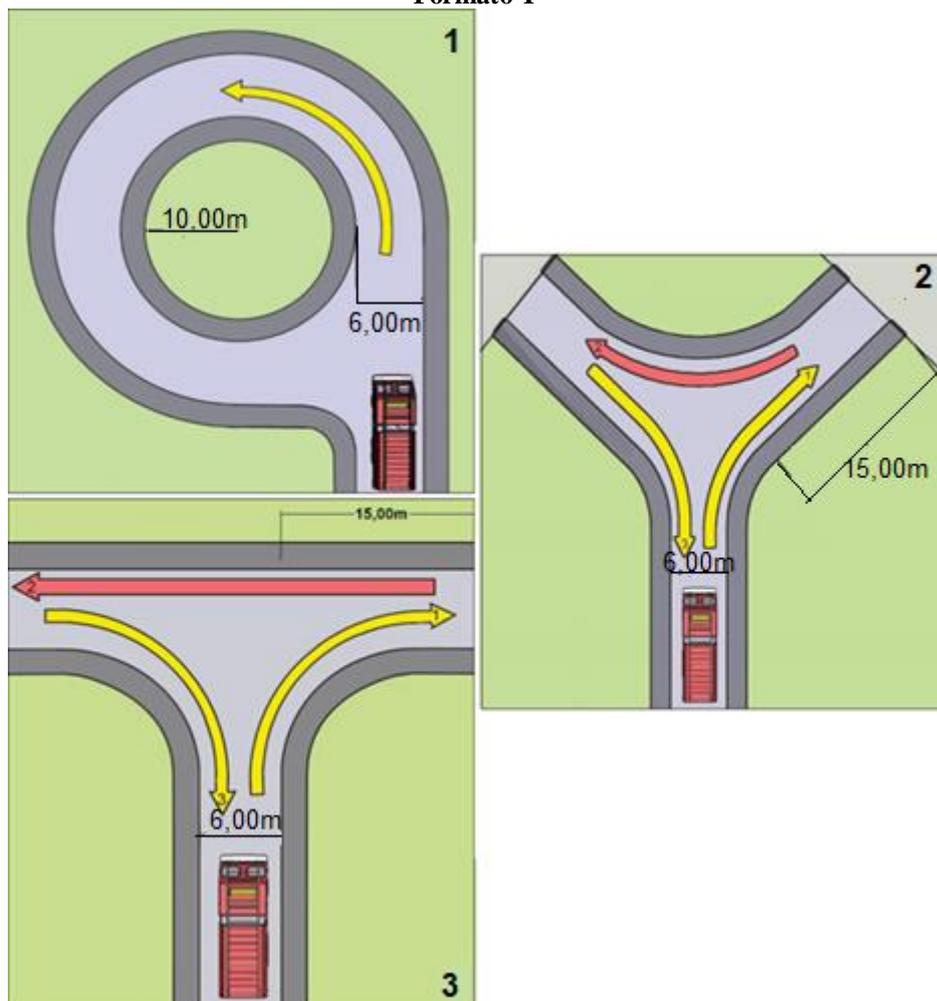
A IT nº05²¹ trata de uma instrução recomendatória, que propõe que as vias urbanas de acesso devem, preferencialmente, possuir características que permitam o acesso da Viatura de Bombeiros ao local. Essas vias devem ser largas, de forma a facilitar manobras da viatura, e

^{21 21} A Instrução Técnica nº 05 possui caráter recomendatório.

também devem suportar o peso e altura do mesmo. A norma especifica que as vias devem possuir uma largura mínima de 6,00m, e que o piso suporte 25 toneladas distribuídas em dois eixos. As vias também devem possuir altura livre mínima de 4,5 metros em todo o seu percurso. Essas medidas possibilitam o trajeto das viaturas até o local. A instrução também especifica que as vias com mais de 45 metros de comprimento devem contar com retorno, conforme Figura 38; e possíveis viadutos e passagens subterrâneas devem possuir largura mínima de 5,00 metros e suportar peso de 25 toneladas distribuídas em dois eixos (SÃO PAULO, 2018a).

Os tipos de retorno apresentados na instrução são apresentados conforme figura abaixo. A dimensão mínima sempre é de 6,00 metros e, em caso de retorno circular, o mesmo deverá possuir um raio mínimo de 10,00 metros. Nos retornos de formato em T e Y, devem ter um afastamento mínimo de 15 metros (Figura 40).

Figura 40- Tipos de Retorno. Leg.: 1- Retorno Circular; 2- Retorno em Formato de Y; 3- Retorno em Formato T

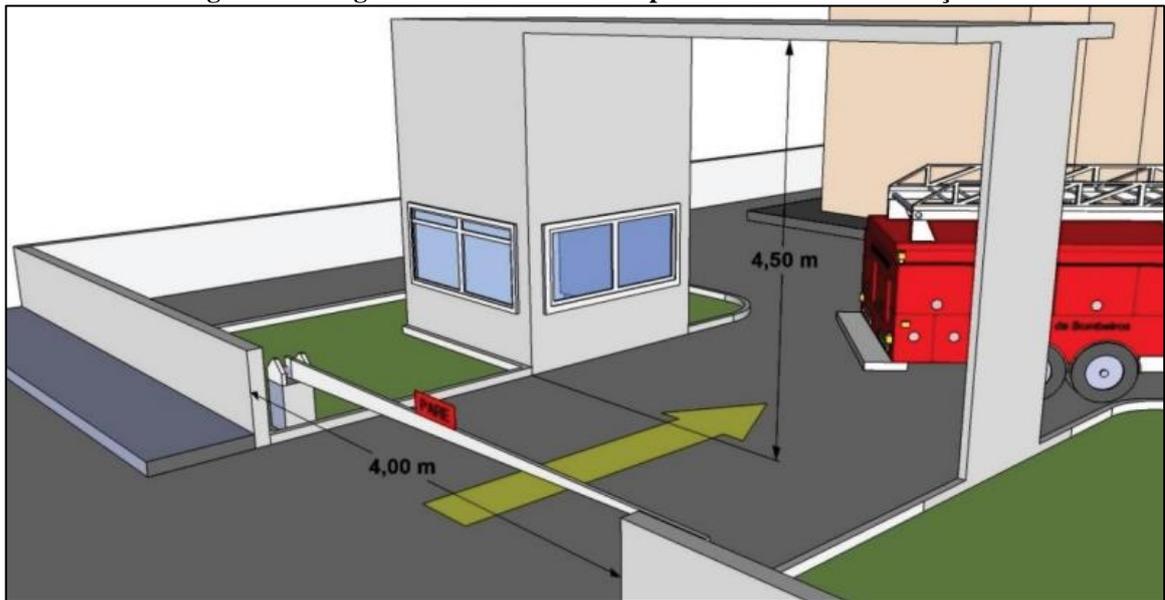


Fonte: Instrução Técnica 05- Segurança Contra Incêndio- Urbanística. São Paulo, 2018

É interessante que essas observações sejam consideradas ainda na implantação do lote a ser inserida a edificação escolar, pois é importante garantir que a viatura chegue ao local, para auxílio e redução de danos, em caso de sinistro.

Também é importante que essas viaturas consigam adentrar no interior da edificação, conforme orienta a Instrução Técnica nº 6²² do Corpo de Bombeiros de São Paulo, em seu Item 5, como está exposto nas Figuras 41 e 42 (SÃO PAULO, 2018c).

Figura 41- Largura e altura mínimas do portão de acesso à edificação



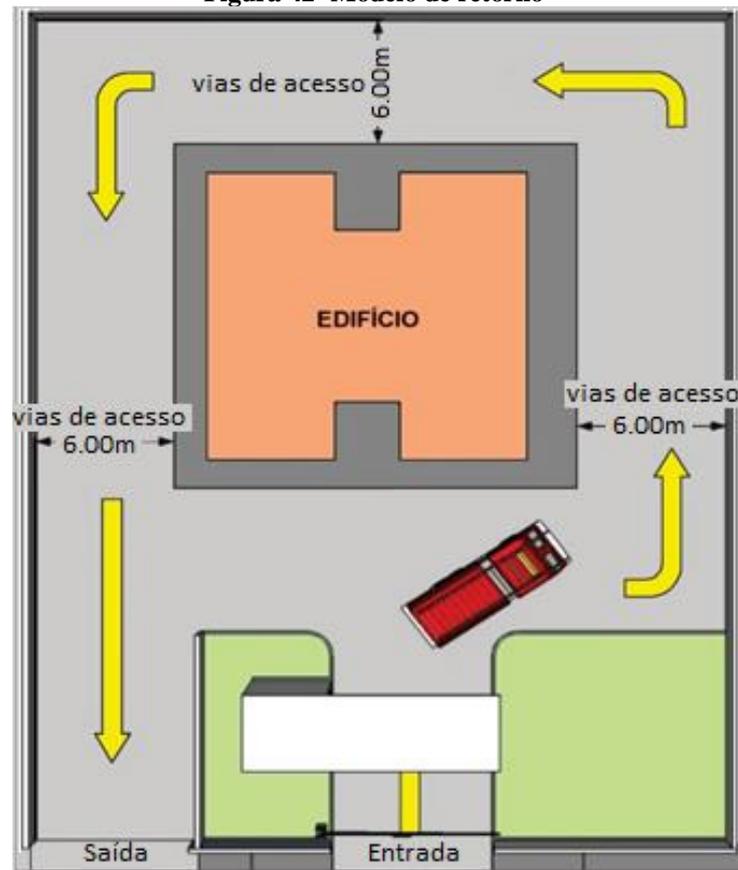
Fonte: Instrução Técnica 06- Acesso de viatura na edificação e áreas de risco. São Paulo, 2018

O portão deve possuir uma largura mínima de 4,00 metros e altura livre mínima de 4,50 metros em todo o seu trajeto, para que assim a viatura do Corpo de Bombeiros consiga acessar o interior do local. Mesmo que o portão possua a altura necessária para as viaturas acessarem o local, deve-se observar o cumprimento dessa altura em todo o trajeto, de forma que esteja livre de obstáculos.

As vias internas da edificação devem possuir a largura mínima de 6,00m, e recomenda-se que percorram todas as fachadas da edificação, para facilitar o acesso da viatura a todos os pontos da edificação, conforme se observa na Figura 42.

²² A Instrução Técnica nº 06 possui caráter recomendatório.

Figura 42- Modelo de retorno



Fonte: Instrução Técnica 06- Acesso de viatura na edificação e áreas de risco. São Paulo, 2018

Nem sempre é possível escolher o local a ser implantada a edificação escolar, porém é interessante olhar as condições das vias do seu entorno, para que a mesma possua acesso por parte de viaturas. Quanto aos acessos à edificação, por parte dessa viatura, também devem ser considerados de vital importância, para que essa ajuda consiga chegar a todos os pontos possíveis.

3.2.2.2 Controle e Segurança

O fogo, quando iniciado, pode se extinguir, diminuir ou se propagar, de acordo com fatores externos. Em uma edificação, tipos de materiais empregados, bem como aspectos construtivos e estruturais podem contribuir para esses eventos, e o fogo, por sua vez, pode causar danos a essa edificação, que pode entrar em colapso rapidamente. O controle dos elementos construtivos estruturais, dos materiais a serem utilizados e estratégias a serem empregadas podem tanto dificultar a propagação do fogo, como proteger a estrutura da edificação, de forma a permitir a desocupação segura dos usuários. São os Elementos Construtivos, Controle de Materiais, Isolamento entre edificações e a Compartimentação.

3.2.2.2.1 Elementos Construtivos

Ao se iniciar um incêndio, uma preocupação é quanto ao comportamento dos elementos construtivos e estruturais de uma edificação, pois o contato com o fogo pode fazer com que ela entre em colapso rapidamente, e cause danos, e/ou desabamentos. Assim, os componentes estruturais deverão possuir resistência ao fogo e aos seus efeitos, de forma a possibilitar a segurança das pessoas na desocupação e a preservação de bens.

3.2.2.2.1.1 Materiais Estruturais

A NBR 14432- Exigência de resistência ao fogo de elementos construtivos de edificações apresenta os Tempos Requeridos de Resistência ao Fogo- TRRF que os elementos construtivos devem possuir, como consta em seu Anexo A (Figura 43).

Figura 43- Tabela A.1- Tempos requeridos de resistência ao fogo, em minuto

Grupo	Divisão	Profundidade do Subsolo		Altura da Edificação				
		Classe S2 h > 10m	Classe S1 h ≤ 10m	Classe P1 h ≤ 6m	Classe P2 6m < h ≤ 12m	Classe P3 12m < h ≤ 23m	Classe P4 23m < h ≤ 30m	Classe P5 h > 30m
A	A-1 a A-3	90	60 (30)	30	30	60	90	120
B	B-1 e B-2	90	60	30	60 (30)	60	90	120
C	C-1 a C-3	90	60	60 (30)	60 (30)	60	90	120
D	D-1 a D-3	90	60	30	60 (30)	60	90	120
E	E-1 a E-6	90	60 (30)	30	30	60	90	120
F	F-1, F-2, F-5, F-6, F-8	90	60	60 (30)	60	60	90	120

Fonte: NBR 14432, 2001

Esses critérios devem ser observados sempre que a edificação possuir uma área total a partir de 750 m²; ou áreas a partir de 1.500 m², no caso de edificações com até 2 (dois) pavimentos que possuam carga de incêndio específica inferior ou igual a 1.000 MJ/m². A própria norma, em sua Tabela C-1, apresenta os valores das cargas de incêndio específica de cada equipamento, conforme sua Ocupação/Usos e a altura da sua edificação (Figura 44). No caso de edificações escolares, essa carga é considerada como 300 MJ/m². A NBR 14432 (2001) isenta ainda, dos requisitos de resistência ao fogo, os elementos estruturais de cobertura²³ em que o colapso não comprometa a estrutura principal desde que a mesma não tenha função de piso.

²³ A NBR 14432 define, em seu item 10.2, elementos estruturais de cobertura como “exclusivamente aquelas peças estruturais que têm por função básica suportá-la, tais como tesouras, vigas de cobertura, terças, etc., além das lajes e contraventamentos no plano de cobertura, não incluindo outros elementos tais como pilares e contraventamentos verticais”.

Figura 44- Tabela C-1- Valores das cargas de incêndio específicas

Ocupação/ Uso	Descrição	Divisão	Carga de incêndio MJ/m ²
Educativa e cultura física	Academias	E-3	300
	Creches	E-5	400
	Escolas	E-1/E-2/E-4	300

Fonte: NBR 14432, 2001

O dimensionamento desses elementos estruturais, de forma a garantir sua segurança em caso de incêndio, é regulamentado por meio de normas. No Brasil, os materiais mais comuns para compor esses elementos são o concreto e o aço, e ambos contam com normativas que instruem essas questões. Adotam-se, portanto, a NBR 14323- Dimensionamento de Estruturas de Aço de Edifícios em Situação de Incêndio, para o aço e estruturas mistas de aço e concreto; e NBR 15200- Projeto de estruturas de concreto em situações de incêndio, do ano de 2012.

Não há normas brasileiras tratando de outros materiais. SÃO PAULO (2018e), por meio da Instrução Técnica 08 do Corpo de Bombeiros de São Paulo- Segurança estrutural contra incêndio, recomenda o uso do Eurocode, ou norma internacional similar, caso se adotem outros materiais estruturais.

a) Uso do Aço com Concreto

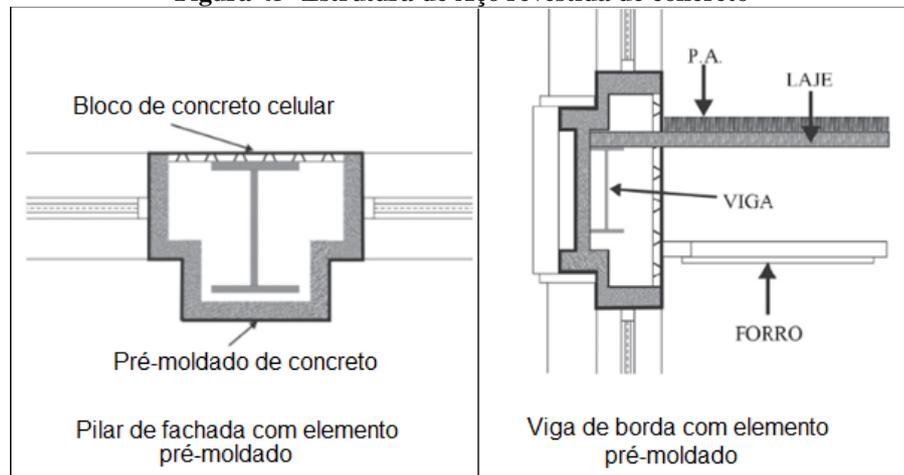
Dentre os elementos estruturais, o emprego do aço merece atenção, pois ele tende a atingir altas temperaturas em um curto período de tempo, de forma a poder perder resistência e deformar rapidamente. Assim, esse elemento, tão comum no uso de estrutura de edificações, deve ser utilizado de forma a não comprometer a segurança da edificação em caso de incêndio, para que essa não entre em colapso durante a evasão das pessoas até a área externa.

O seu uso associado ao concreto tem ganhado cada vez mais espaço nas estruturas, tanto em pilares, como em lajes e vigas. E deve respeitar o disposto na NBR 14432 -Exigências de resistência ao fogo de elementos construtivos de edificações e a NBR 14323 - Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios em situação de incêndio. Conforme Silva, Vargas e Ono (2010), são materiais que, aliados, colaboram para a estabilidade do conjunto. Os autores ressaltam a necessidade de estudar as suas características, como espessura do concreto e distanciamento mínimo entre os materiais, de forma a atender ao TRFF necessário, conforme especificado em normativa, de forma a garantir um projeto adequado em termos de segurança contra incêndio, conforme explanado a seguir:

-Estruturas em Aço Enclausurado

No caso de elementos estruturais de aço que estejam enclausurados, caso esse enclausuramento ocorra por meio de material que possua o TRFF mínimo exigido, eles estarão protegidos contra incêndio, conforme mostra a Figura 45 (SILVA; VARGAS; ONO, 2010).

Figura 45- Estrutura de Aço revestida de concreto

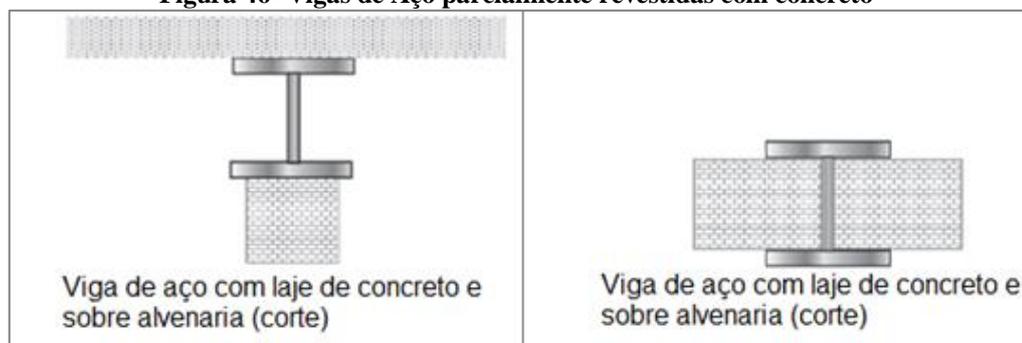


Fonte: Silva, Vargas e Ono, 2010

-Estruturas Integradas a alvenarias e lajes de concreto:

Em edificações com outras estruturas, além do aço, pode-se aliar esses elementos de forma a garantir uma maior resistência estrutural ao fogo. Segundo Silva, Vargas e Ono (2010), a estrutura de aço protegida, mesmo de maneira parcial, por esses materiais, possibilita aumento do tempo para atingir a temperatura de colapso, pois ocasiona uma diminuição da área exposta, bem como garante uma maior redistribuição dos esforços, aumentando, assim, sua resistência. Necessita-se, portanto, de cálculo estrutural, de forma a definir a necessidade ou não de revestimento dessa estrutura (Figura 46).

Figura 46- Vigas de Aço parcialmente revestidas com concreto



Fonte: Silva, Vargas e Ono, 2010

Silva, Vargas e Ono (2010) apresentam ainda algumas soluções, de forma a garantir a proteção dessas estruturas de aço com o uso da laje sustentada por elas (Figura 47). Essa proteção pode ocorrer por meio do:

- (1) Uso de cantoneira de apoio da laje (estratégia comumente utilizada no Reino Unido a fim de aumentar a altura do pé direito e diminuir a altura da viga). Dessa forma o TRRF pode chegar em até 60 minutos;
- (2) Aplicação de chapa de aço soldada na parte exposta (inferior) do perfil de aço, atentando-se à espessura dessa chapa, podendo necessitar de camada de tinta intumescente a fim de aumentar sua resistência ao fogo.



Fonte: Silva, Vargas e Ono, 2010

Estruturas Mistas de Concreto e Aço

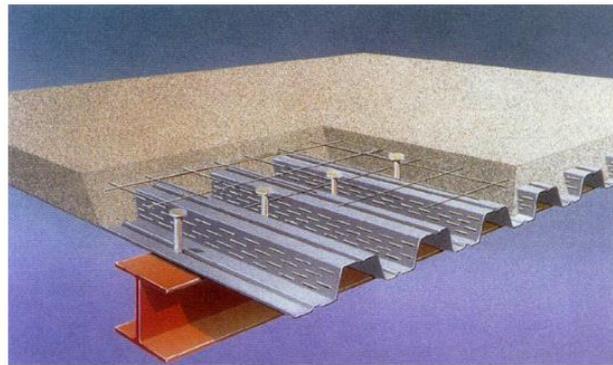
As estruturas mistas são bastante utilizadas no Brasil, e são consideradas um método convencional de construção no país. A combinação do aço com o concreto resulta em uma boa resistência, redução de espessura dos elementos estruturais e um bom custo-benefício. Em conjunto, esses elementos também garantem uma resistência maior aos incêndios, desde que observados os devidos cálculos estruturais e respeitados os métodos de ensaio para aqueles materiais, quando necessário.

(1) As vigas mistas de aço e concreto se caracterizam pela combinação de vigas de aço com lajes de concreto. As vigas, de alma cheia (geralmente com formato em “I”) ou em treliça (devendo estas, necessariamente, ser bi apoiadas), e as lajes, fabricadas in loco ou pré-moldadas, formam uma estrutura que, combinada, possui boa resistência e eficiência contra o fogo. Essas estruturas devem obedecer ao disposto no Anexo A da NBR 14343, de forma a garantir a resistência necessária ao fogo. Silva, Vargas e Ono (2010) afirmam que edifícios que

possuem TRRF de 30 min, desde que devidamente comprovado por meio de cálculo estrutural, obedecendo à NBR 14323, dispensam revestimento corta-fogo.

(2) As lajes mistas consistem em fôrmas de aço nervuradas, onde se aplica o concreto (Figura 48). Esse sistema, cada vez mais propagado, dispensa o escoramento da laje, facilita a passagem de dutos de diversos sistemas e proporciona uma boa resistência mecânica ao cisalhamento, além de maior leveza à estrutura (ALVA, 2000).

Figura 48- Lajes Mistas Steel Deck CE- 75- Extraído do Catálogo CODEME



Fonte: Silva, Vargas e Ono, 2010

As condições para seu dimensionamento de forma a resistir ao fogo constam no Anexo C da NBR 14323, que estabelece a espessura mínima dessa laje para que se obtenha a resistência térmica necessária, de acordo com o TRRF (Figura 49). Caso contrário, será necessária a aplicação de cálculo estrutural que comprove sua resistência sem aplicação de revestimento corta-fogo; ou usar algum revestimento corta-fogo que, conforme a NBR 14343, consiste na aplicação de material de revestimento corta-fogo na face inferior da forma de aço ou colocação de forros suspensos com resistência térmica (comprovada sua integridade durante incêndio).

Figura 49- Espessura efetiva mínima da laje em função do TRRF

TRRF min	Espessura efetiva mínima h_{ef} mm
30	60
60	80
90	100
120	120
180	150

Fonte: Tabela C.1- NBR 14343, 2013

Considera-se a espessura efetiva mínima (h_{ef}) valor definido em cálculo, conforme demonstra o item C.2.1.2.2 da NBR 14343.

$$h_{ef} = t_c + \frac{h_F}{2} \left(\frac{b_1 + b_b}{b_1 + b_2} \right), \text{ para } \frac{h_F}{t_c} \leq 1,5 \text{ e } t_c > 40 \text{ mm}$$

ou

$$h_{ef} = t_c \left(1 + 0,75 \frac{b_1 + b_b}{b_1 + b_2} \right), \text{ para } \frac{h_F}{t_c} > 1,5 \text{ e } t_c > 40 \text{ mm}$$

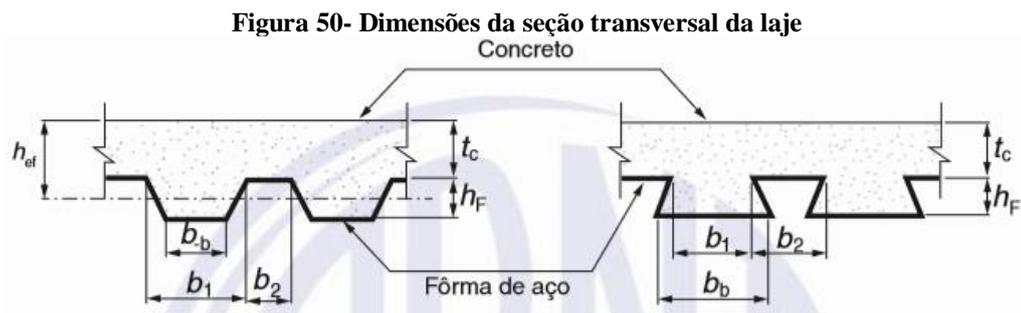
De forma que:

t_c - é a espessura da laje de concreto (se houver laje com forma de aço incorporada, é a espessura acima das nervuras);

h_F - é a espessura da pré-laje pré-moldada de concreto ou a altura das nervuras da laje com forma de aço incorporada (se não houver pré-laje ou forma de aço incorporada, $h_F = 0$);

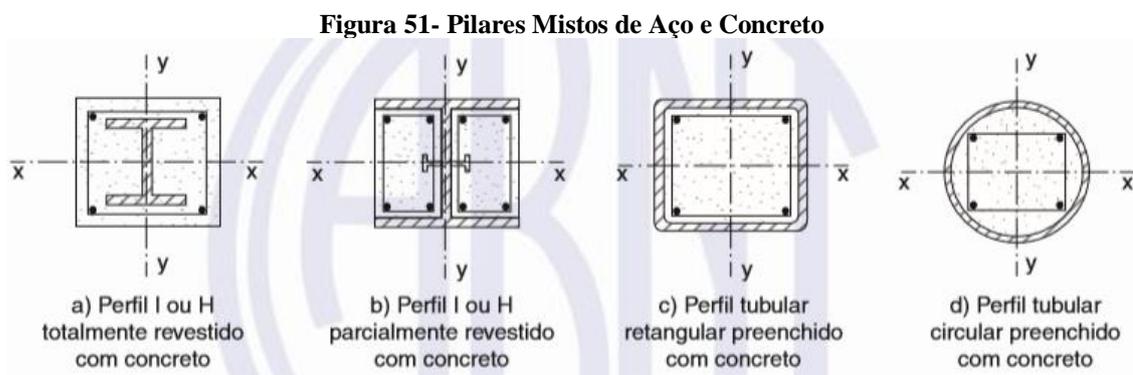
b - largura.

Conforme ilustrado na Figura 50.



Fonte: C.1- NBR 14343, 2013

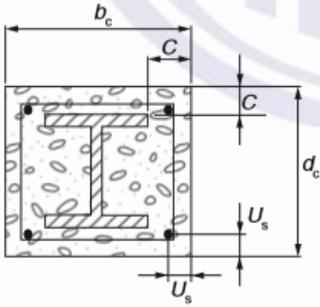
(3) Os pilares mistos podem ser com aço revestido ou preenchido com concreto (Figura 51).



Fonte: NBR 14343, 2013

Para pilares mistos totalmente revestidos com concreto, o item B.2.2 da NBR 14343 (2013) determina as dimensões mínimas a serem aplicadas, em função do TRRF estabelecido, conforme tratada na sua Tabela B.1 (Figura 52).

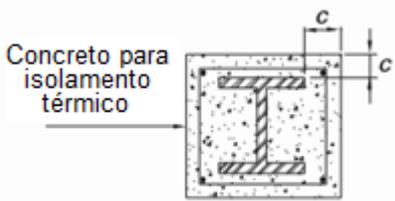
Figura 52- Requisitos para pilares mistos totalmente revestidos com concreto

		TRRF min				
		30	60	90	120	180
1.1 Dimensões mínimas de d_c e b_c (mm)	150	180	220	300	350	
1.2 Cobrimento mínimo de concreto para a seção de aço estrutural c (mm)	40	50	50	75	75	
1.3 Distância mínima da face ao eixo das barras da armadura u_s (mm)	20	30	30	40	50	
ou						
2.1 Dimensões mínimas de d_c e b_c (mm)	–	200	250	350	400	
2.2 Cobrimento mínimo de concreto para a seção de aço estrutural c (mm)	–	40	40	50	60	
2.3 Distância mínima da face ao eixo das barras da armadura u_s (mm)	–	20	20	30	40	

Fonte: Tabela B.1- NBR 14343, 2013

Conforme mostra a Tabela, para uma TRRF de 30 min, por exemplo, as dimensões mínimas desse pilar devem ser de 150mm, com cobertura de concreto de no mínimo 40mm e distância mínima entre a face do pilar e o eixo da armadura de 20mm. A norma apresenta, como alternativa, no caso de concreto que seja utilizado somente como função de isolamento térmico, a aplicação da Tabela B.2 do Anexo B da NBR 14343 (Figura 53).

Figura 53- Cobrimento de concreto para pilares de aço com função apenas de isolamento térmico

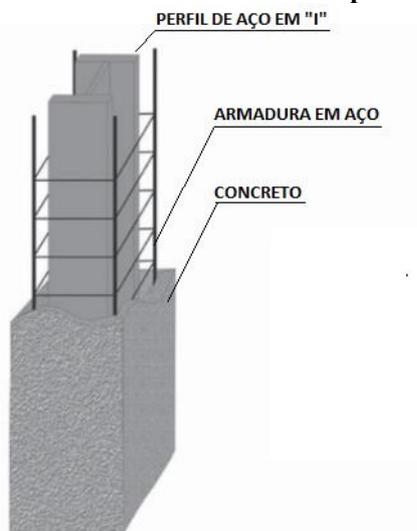
	TRRF min				
	30	60	90	120	180
Cobrimento de concreto (c) mm	0	25	30	40	50

Fonte: Tabela B.2- NBR 14343, 2013

Em TRRF até 30 min, a aplicação desse concreto se faz necessária apenas entre as mesas do perfil; já nas outras condições, demanda-se o preenchimento com concreto e o uso de armadura longitudinal (Figura 54), que consiste em no mínimo quatro barras de aço com

12,5mm de diâmetro, que esteja em conformidade com o especificado no item B.2.2 do Anexo B da NBR 14343.

Figura 54- Pilar totalmente envolvido por concreto



Fonte: Silva, Vargas e Ono, 2010

Já para Pilares Mistos Parcialmente Revestidos com concreto, aplicam-se os cálculos estruturais e especificações dispostas no Item B.2.3, levando-se em consideração especificações mais complexas, como nível de carga. Em Pilares Mistos preenchidos com concreto, deve-se obedecer às condições de cálculo determinadas no Item B.2.4 de forma a definir corretamente suas dimensões ideais que garantam a resistência.

b) Estruturas em Aço com outros materiais

Além do concreto, outros materiais podem revestir o aço, a fim de garantir a sua resistência necessária. Andrade e Souza (2015) apresentam algumas alternativas, a serem aplicadas em pilares, vigas e lajes.

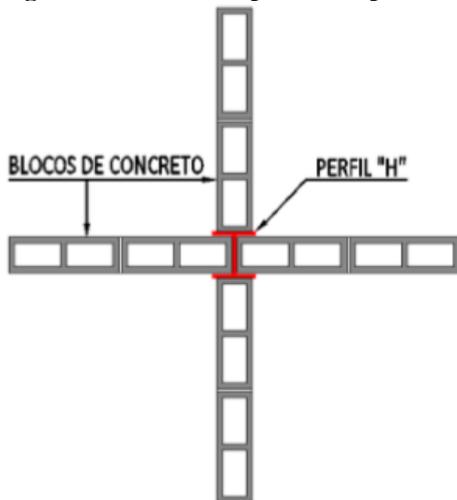
As estruturas das edificações (pilares, vigas e lajes) podem ser revestidas com materiais que garantam a maior resistência ao fogo, conforme os exemplos citados abaixo (ANDRADE; SOUZA, 2015):

- Gesso acartonado resistente ao fogo-GARF: Perfis de pequena espessura, com pequena influência em termos de dimensionamento, com pouca resistência a impactos e umidade, podendo necessitar de revestimento adicional;
- Placas de lã de rocha- Placas que não oferecem bom acabamento nem resistência a impactos, necessitando de revestimento adicional (acréscimo de área);
- Placas de vermiculita- Placas leves e que possuem uma boa resistência;

- Painéis de silicato de cálcio autoclavado- Possuem grande resistência a impacto e abrasão;
- Mantas de fibras minerais- Com baixa densidade e boa flexibilidade, porém não indicadas para ambientes abertos;
- Tintas intumescentes: Película fina, usada em ambientes internos ou externos, que possui boa resistência ao fogo, porém, trata-se de uma alternativa lenta e com custo elevado.

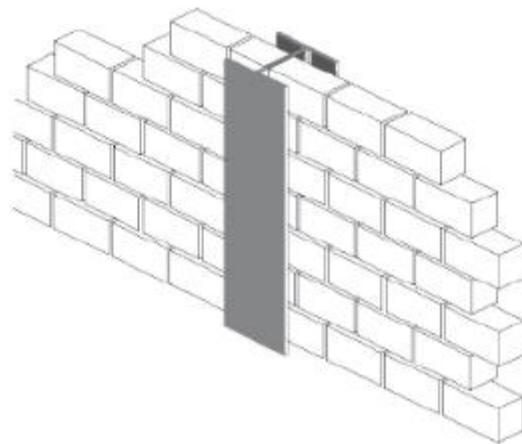
No caso de pilares metálicos, uma solução é o uso de paredes de blocos de forma a “encobrir” o pilar, de forma completa ou parcial, contribuindo assim para a sua resistência, conforme mostra os exemplos nas Figuras 55, 56 e 57.

Figura 55- Pilar incorporado às paredes



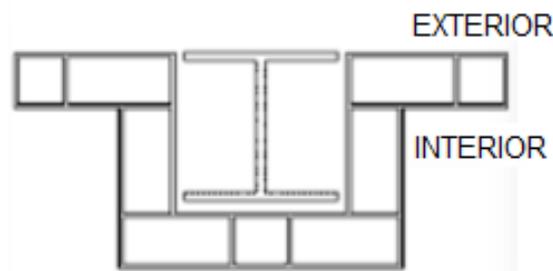
Fonte: Andrade, 2010, p 116²⁴

Figura 56- Pilar parcialmente integrado à parede de blocos



Fonte: Silva, Vargas e Ono, 2010

Figura 57- Pilares de fachada, interfaces com alvenaria



Fonte: Vargas e Silva, 2003, p. 63²⁵

²⁴ Disponível em: ANDRADE, C. C. Proteção térmica em elementos estruturais de aço. 2010. 191 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade Federal de Santa, Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Florianópolis, SC, 2010.

²⁵ Disponível em: VARGAS, M. R.; SILVA, V. P. Resistência ao fogo das estruturas de aço. Rio de Janeiro: IBS/CBSA, 2003. 78 p. (Série Manual de Construção em Aço).

Dessa forma, havendo a combinação com esses materiais, a parte exposta do aço é diminuída ou ocultada. Essa configuração exige estudos e cálculos, a fim de garantir o alinhamento correto e economia de revestimentos contra o fogo (ANDRADE; SOUZA, 2015).

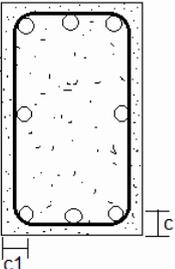
c) Estruturas em Concreto

As estruturas em concreto, também comumente utilizadas nas construções do país, devem obedecer ao disposto na NBR 15200- Projeto de estruturas de concreto em situação de incêndio, de 2012. A norma estabelece cálculos relacionados à resistência e dimensões necessárias para uma estrutura segura, através dos seguintes possíveis métodos: Método Tabular, Método Analítico para Pilares; Método Simplificado e Métodos Avançados e Método Experimental.

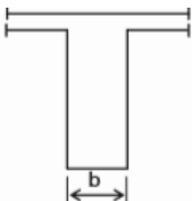
O método tabular utiliza tabelas para definir, com base no TRRF e do tipo de elemento estrutural, as dimensões mínimas a serem adotadas nas estruturas de concreto (com armadura em aço). Essas tabelas foram condensadas para os TRRF a serem utilizados no objeto em estudo, conforme mostram os quadros.

Quadro 1- Dimensões mínimas para vigas em concreto em situação de incêndio
VIGAS

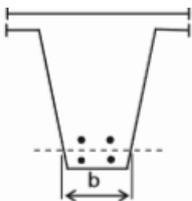
Tipo	Norma	Tabela com dimensões mínimas					
		TRRF min	Combinações de b_{min}/c_1 mm/mm				b_{wmin} mm
vigas biapoiadas¹ 	Tab 5- NBR 15200/1 2			1	2	3	
		30	80/25	120/20	160/15	190/15	80
		60	120/40	160/35	190/30	300/25	100
		90	140/60	190/45	300/40	400/35	100
Vigas contínuas ou vigas de pórtico² 	Tab 6- NBR 15200/1 2		1	2	3	4	
		30	80/15	160/12	-	-	80
		60	120/25	190/12	-	-	100
		90	140/37	250/25	-	-	100



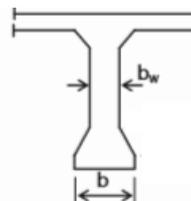
c_1



(a) Largura constante



(b) Largura variável



(c) Seção I

¹Os valores de c_1 indicados nesta tabela são válidos para armadura passiva. No caso de elementos protendidos, os valores de c_1 para as armaduras ativas são determinados acrescentando-se 10 mm para barras e 15 mm para fi e cordoalhas.

²Os valores indicados na Tabela 5 somente podem ser utilizados se o coeficiente de redistribuição de momentos à temperatura ambiente respeitar os limites estabelecidos na ABNT NBR 6118:2007, 14.6.4.3. Caso contrário, deve ser empregada a Tabela 4 (vigas biapoiadas) ou deve ser elaborada análise mais precisa.

Fonte: Elaboração Autoral, com base na NBR 15200, 2012

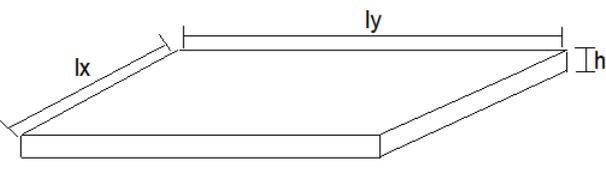
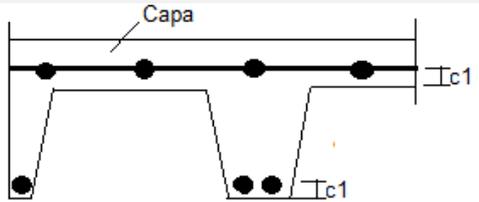
Quadro 2- Dimensões mínimas para pilares em concreto em situação de incêndio

PILARES										
Tipo	Norma	Tabela com dimensões mínimas								
Pilares com uma face exposta ao fogo ¹	Tab 12- NBR 15200/12	<table border="1"> <thead> <tr> <th>TRRF min</th> <th>Combinações de b_{min}/c_1 mm/mm</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>30</td> <td>155/25</td> </tr> <tr> <td>60</td> <td>155/25</td> </tr> <tr> <td>90</td> <td>155/25</td> </tr> </tbody> </table>	TRRF min	Combinações de b_{min}/c_1 mm/mm	30	155/25	60	155/25	90	155/25
		TRRF min	Combinações de b_{min}/c_1 mm/mm							
		30	155/25							
		60	155/25							
90	155/25									
<p>¹ Para pilares com mais de uma face exposta ao fogo, pode-se empregar o método analítico disposto em 8.3 da NBR 15200/2012.</p>										

Fonte: Elaboração Autoral, com base na NBR 15200, 2012

Quadro 3- Dimensões mínimas para lajes em concreto em situação de incêndio

LAJES																														
Tipo	Norma	Tabela com dimensões mínimas																												
Lajes simplesmente apoiadas ¹	Tabela 6- NBR 15200/12	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="3">TRRF min</th> <th rowspan="3">h^a mm</th> <th colspan="3">c_1 mm</th> </tr> <tr> <th colspan="2">Laje armada em duas direções^b</th> <th rowspan="2">Laje armada em uma direção $\ell_y/\ell_x > 2$</th> </tr> <tr> <th>$\ell_y/\ell_x \leq 1,5$</th> <th>$1,5 < \ell_y/\ell_x \leq 2$</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>30</td> <td>60</td> <td>10</td> <td>10</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>60</td> <td>80</td> <td>10</td> <td>15</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>90</td> <td>100</td> <td>15</td> <td>20</td> <td>30</td> </tr> </tbody> </table>	TRRF min	h^a mm	c_1 mm			Laje armada em duas direções ^b		Laje armada em uma direção $\ell_y/\ell_x > 2$	$\ell_y/\ell_x \leq 1,5$	$1,5 < \ell_y/\ell_x \leq 2$	30	60	10	10	10	60	80	10	15	20	90	100	15	20	30	<p>a: Dimensões mínimas para garantir a função corta-fogo. b Lajes apoiadas nas quatro bordas; caso contrário, a laje deve ser considerada armada em uma direção.</p>		
		TRRF min			h^a mm	c_1 mm																								
						Laje armada em duas direções ^b		Laje armada em uma direção $\ell_y/\ell_x > 2$																						
			$\ell_y/\ell_x \leq 1,5$	$1,5 < \ell_y/\ell_x \leq 2$																										
30	60	10	10	10																										
60	80	10	15	20																										
90	100	15	20	30																										
Lajes Contínuas ¹	Tabela 7- NBR 15200/12	<table border="1"> <thead> <tr> <th>TRRF min</th> <th>h^a mm</th> <th>c_1^b mm</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>30</td> <td>60</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>60</td> <td>80</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>90</td> <td>100</td> <td>15</td> </tr> </tbody> </table>	TRRF min	h^a mm	c_1^b mm	30	60	10	60	80	10	90	100	15	<p>a: Dimensões mínimas para garantir a função corta-fogo. b: Válido para lajes armadas em uma ou duas direções.</p>															
		TRRF min	h^a mm	c_1^b mm																										
		30	60	10																										
		60	80	10																										
90	100	15																												
Lajes Lisas ou Cogumelo ¹	Tabela 8- NBR 15200/12	<table border="1"> <thead> <tr> <th>TRRF min</th> <th>h mm</th> <th>c_1 mm</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>30</td> <td>150</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>60</td> <td>180</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>90</td> <td>200</td> <td>25</td> </tr> </tbody> </table>	TRRF min	h mm	c_1 mm	30	150	10	60	180	15	90	200	25																
		TRRF min	h mm	c_1 mm																										
		30	150	10																										
		60	180	15																										
90	200	25																												

LAJES (Cont.)																											
Lajes nervuradas simplesmente apoiadas¹	Tabela 9- NBR 15200/12	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">TRRF min</th> <th colspan="3">Nervuras Combinações de b_{\min}/c_1 a</th> <th rowspan="2">Capa^b h/c_1 mm/mm</th> </tr> <tr> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>30</td> <td>80/15</td> <td></td> <td></td> <td>60/10</td> </tr> <tr> <td>60</td> <td>100/35</td> <td>120/25</td> <td>190/15</td> <td>80/10</td> </tr> <tr> <td>90</td> <td>120/45</td> <td>160/40</td> <td>250/30</td> <td>100/15</td> </tr> </tbody> </table> <p>a: b_{\min} corresponde à largura mínima da nervura ao nível do centro geométrico das armaduras. b: h é a altura mínima da laje para garantir a função corta-fogo.</p>			TRRF min	Nervuras Combinações de b_{\min}/c_1 a			Capa ^b h/c_1 mm/mm	1	2	3	30	80/15			60/10	60	100/35	120/25	190/15	80/10	90	120/45	160/40	250/30	100/15
TRRF min	Nervuras Combinações de b_{\min}/c_1 a			Capa ^b h/c_1 mm/mm																							
	1	2	3																								
30	80/15			60/10																							
60	100/35	120/25	190/15	80/10																							
90	120/45	160/40	250/30	100/15																							
Lajes nervuradas contínuas em pelo menos uma das bordas¹	Tabela 10- NBR 15200/12	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">TRRF min</th> <th colspan="3">Nervuras Combinações de b_{\min}/c_1 a</th> <th rowspan="2">Capa^b h/c_1 mm/mm</th> </tr> <tr> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>30</td> <td>80/10</td> <td></td> <td></td> <td>60/10</td> </tr> <tr> <td>60</td> <td>100/25</td> <td>120/15</td> <td>190/10</td> <td>80/10</td> </tr> <tr> <td>90</td> <td>120/35</td> <td>160/25</td> <td>250/15</td> <td>100/15</td> </tr> </tbody> </table> <p>a: b_{\min} corresponde à largura mínima da nervura ao nível do centro geométrico das armaduras. b: h é a altura mínima da laje para garantir a função corta-fogo.</p>			TRRF min	Nervuras Combinações de b_{\min}/c_1 a			Capa ^b h/c_1 mm/mm	1	2	3	30	80/10			60/10	60	100/25	120/15	190/10	80/10	90	120/35	160/25	250/15	100/15
TRRF min	Nervuras Combinações de b_{\min}/c_1 a			Capa ^b h/c_1 mm/mm																							
	1	2	3																								
30	80/10			60/10																							
60	100/25	120/15	190/10	80/10																							
90	120/35	160/25	250/15	100/15																							
Lajes nervuradas armadas em uma só direção¹	Tabela 11- NBR 15200/12	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">TRRF min</th> <th colspan="2">Nervuras Combinações de b_{\min}/c_1</th> </tr> <tr> <th>1</th> <th>2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>30</td> <td>80/25</td> <td>100/20</td> </tr> <tr> <td>60</td> <td>100/45</td> <td>120/40</td> </tr> <tr> <td>90</td> <td>130/60</td> <td>150/50</td> </tr> </tbody> </table> <p>b_{\min}: dimensão mínima do elemento.</p>			TRRF min	Nervuras Combinações de b_{\min}/c_1		1	2	30	80/25	100/20	60	100/45	120/40	90	130/60	150/50									
TRRF min	Nervuras Combinações de b_{\min}/c_1																										
	1	2																									
30	80/25	100/20																									
60	100/45	120/40																									
90	130/60	150/50																									
																											
<p>¹ Os valores de c_1 indicados nesta tabela são válidos para armadura passiva. No caso de elementos protendidos, os valores de c_1 para as armaduras ativas são determinados acrescentando-se 10 mm para barras e 15 mm para fi os e cordoalhas.</p>																											

Fonte: Elaboração Autoral, com base na NBR 15200, 2012

Os demais métodos especificados na NBR 15200/2012 são obtidos por meio de cálculos apresentados nos seus tópicos, no decorrer da norma. Em todos os casos é importante uma avaliação por meio das normas pertinentes e de cálculos estruturais a fim de se garantir essa resistência das estruturas de forma a suportarem altas temperaturas pelo TRRF necessário para uma desocupação segura. Porém, saber aplicar as dimensões mínimas para cada tipo de

estrutura garante maior domínio do projeto e minimiza a possibilidade de alterações que possam afetá-lo. No caso de impossibilidade de essa resistência ser garantida por meio dos materiais e características estruturais, deve-se aplicar revestimento corta-fogo.

3.2.2.2.1.2 Controle de Materiais

O controle de materiais de acabamento e revestimento é exigido em razão da ocupação da edificação, e em função da posição dos materiais de acabamento, revestimento e termo acústicos, particionados em: pisos; paredes/divisórias; tetos/forros; e Coberturas (SÃO PAULO, 2018g).

O tema é abordado na NBR 16626- Classificação da reação ao fogo de produtos de construção, de 2017. A norma apresenta tabelas, com base em métodos de ensaio, que classifica os produtos de revestimento de piso, produtos de isolamento térmico de tubulações e dutos com seção circular de diâmetro externo não superior a 300mm, produtos de construção em geral e produtos especiais, os quais, por sua vez, seguem as instruções especificadas em normas de método de ensaio.

A NBR 16626, em sua Tabela 1 (Figura 58), mostra a classificação de produtos de revestimento de piso, conforme os métodos de ensaio da ISO 1182, ABNT NBR 8660, ISO 11925-2, e ASTM E 662; em função da Classe.

Figura 58- Classificação de produtos de revestimento de piso

Classe	Métodos de ensaio			
	ISO 1182	ABNT NBR 8660	ISO 11925-2 (exp. = 15 s)	ASTM E 662
I_p	Incombustível $\Delta T \leq 30 \text{ }^\circ\text{C}$ $\Delta m \leq 50 \%$ $t_f \leq 10 \text{ s}$	–	–	–
II_p	A	Combustível	Fluxo crítico $\geq 8,0 \text{ kW/m}^2$	FS $\leq 150 \text{ mm}$ em 20 s $D_m \leq 450$
	B	Combustível	Fluxo crítico $\geq 8,0 \text{ kW/m}^2$	FS $\leq 150 \text{ mm}$ em 20 s $D_m > 450$
III_p	A	Combustível	Fluxo crítico $\geq 4,5 \text{ kW/m}^2$	FS $\leq 150 \text{ mm}$ em 20 s $D_m \leq 450$
	B	Combustível	Fluxo crítico $\geq 4,5 \text{ kW/m}^2$	FS $\leq 150 \text{ mm}$ em 20 s $D_m > 450$
IV_p	A	Combustível	Fluxo crítico $\geq 3,0 \text{ kW/m}^2$	FS $\leq 150 \text{ mm}$ em 20 s $D_m \leq 450$
	B	Combustível	Fluxo crítico $\geq 3,0 \text{ kW/m}^2$	FS $\leq 150 \text{ mm}$ em 20 s $D_m > 450$
V_p	A	Combustível	Fluxo crítico $< 3,0 \text{ kW/m}^2$	FS $\leq 150 \text{ mm}$ em 20 s $D_m \leq 450$
	B	Combustível	Fluxo crítico $< 3,0 \text{ kW/m}^2$	FS $\leq 150 \text{ mm}$ em 20 s $D_m > 450$
VI_p	Combustível	–	FS $> 150 \text{ mm}$ em 20 s	–

Fonte: NBR 16626, 2017

No item 10 da NBR 16626, os demais materiais são classificados em Classes, que levam em consideração os critérios dos métodos de ensaio da ISO 1182, NBR 9442 ou ASTM E 662, conforme apresenta a sua Tabela 3 (Figura 59).

Figura 59- Classificação de produtos de construção em geral, exceto revestimento de piso e produtos de isolamento térmico de tubulações e dutos com seção circular de diâmetro externo não superior a 300mm

Classe		Métodos de ensaio		
		ISO 1182	ABNT NBR 9442	ASTM E 662
I		Incombustível $\Delta T \leq 30 \text{ }^\circ\text{C}$ $\Delta m \leq 50 \%$ $t_f \leq 10 \text{ s}$	-	-
II	A	Combustível	$I_p \leq 25$	$D_m \leq 450$
	B	Combustível	$I_p \leq 25$	$D_m > 450$
III	A	Combustível	$25 < I_p \leq 75$	$D_m \leq 450$
	B	Combustível	$25 < I_p \leq 75$	$D_m > 450$
IV	A	Combustível	$75 < I_p \leq 150$	$D_m \leq 450$
	B	Combustível	$75 < I_p \leq 150$	$D_m > 450$
V	A	Combustível	$150 < I_p \leq 400$	$D_m \leq 450$
	B	Combustível	$150 < I_p \leq 400$	$D_m > 450$
VI		Combustível	$I_p > 400$	

Fonte: Tabela 3- NBR 16626, 2017

Porém, a norma não define em que situações serão utilizados tais critérios das classes, ficando a cargo de cada legislação (estadual e/ou municipal). A IT 10, do corpo de Bombeiros de São Paulo, apresenta essa classificação em sua Tabela B-1 (Figura 60).

Figura 60- Tabela B.1 da IT 10- Classe dos materiais a serem utilizados considerando o grupo/divisão da ocupação/uso em função da finalidade do material

		Finalidade do Material			
		Piso (Acabamento ¹ / Revestimento)	Parede e Divisória (Acabamento ² / Revestimento)	Teto e forro (Acabamento/ Revestimento)	Fachada (Acabamento/ Revestimento)
Grupo/ Divisão	A-3 ⁵ e Condomínios Residenciais ⁵	Classe I, II-A, III-A, IV-A ou V-A ⁷	Classe I, II-A, III-A, ou IV-A ⁸	Classe I, II-A, ou III-A ⁶	
	B, D, E, G, H, I-1, J-1 ⁴ , J-2, C-1, F-1, F-2, F-3, F-4, F-6, F-8, F-9, F-10	Classe I, II-A, III-A, ou IV-A	Classe I, II-A, ou III-A ⁹	Classe I, II-A	Classe I a II-B
	C-2, C-3, F-5, F-7, F-11, I-2, I-3, J-3, J-4, L-1, M-2 ³ e M-3	Classe I, II-A, III-A, ou IV-A	Classe I, II-A	Classe I, II-A	

Fonte: Instrução Técnica nº 10, Corpo de Bombeiros de São Paulo, 2018

A instrução Técnica nº 10 especifica alguns materiais que dispensam a avaliação por parte do corpo de bombeiros. São materiais como vidro, concreto, gesso, produtos cerâmicos,

pedra natural, alvenaria, metais e ligas metálicas, considerados incombustíveis. Além deles, pisos de madeira maciça, na forma de tábuas ou tacos, mesmo envernizados, são considerados de Classe II-A e também dispensam pareceres.

Coutinho e Corrêa (2016) desenvolveram quadros com base na IT nº10 e NBR 9442, que apresentam informações com base em ensaios realizados em alguns materiais, por seus fabricantes, para auxílio aos profissionais na escolha do seu material, de acordo com a sua classificação.

Quadro 4- Ensaios em Materiais de Revestimento de Piso

MATERIAIS DE REVESTIMENTO DE PISO		
Classificação	Materiais ensaiados	Materiais similares
Classe I	Painel LP Mezanino 40mm ¹	Pisos cerâmicos, pedras e concreto
Classe II-A	Piso de Borracha ² Ekoflor	Pisos vinílicos, de borracha e de madeira
	Piso Vinílico (revestimento laminado) ³	
Classe II-B	Não encontrado	–
Classe III-A	Carpete coleção Itapema ⁴	Carpetes 100% poliéster e alguns sintéticos
Classe III-B	Piso Laminado Eucafloor ⁵	Pisos laminados em geral
Classe IV-A	Carpete coleção Bouclê Tricolor ⁶	Carpetes 100% sintético
Classe IV-B	Carpete Etruria100% Polipropilen ⁷	Carpetes
¹ Fabricante: LP Building Products. Compostos por LP OSB Home, revestido nas duas faces com placas cimentícias ou filme fenólico antiderrapante. Classificado pelo fabricante como incombustível.		
² Fabricante: Daud. Classificação de desempenho descrita no site do fabricante, indicando que o produto é fabricado em borracha vulcanizada e testado pelo IPT.		
³ Ensaio realizado em 2014. Relatório de ensaio nº. 1 059 449-203, 1 059 450-203, 1 059 451- 203 pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT). Métodos utilizado: ASTM E662, EM ISSO 11925-2 e NBR 8660. Fabricante: Ecko Revestimento – Piso Fácil.		
⁴ Fabricante: Tapetes São Carlos. Classificação de desempenho descrita no site do fabricante, citando como método de classificação a ASTM E662.		
⁵ Relatório de ensaio nº. 1 015 157-203 pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT). Método utilizado: NBR 9442. Fabricante: Eucatex S.A.		
⁶ Fabricante: Tapetes São Carlos. Classificação de desempenho descrita no site do fabricante, citando como método de classificação a ASTM E662.		
⁷ Ensaio realizado em 11.07.2011. Relatório de ensaio nº.1 023 520-203 pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT). Método utilizado: NBR 9442. Fabricante: Etruria.		

Fonte: Coutinho e Corrêa, 2016

Quadro 5- Ensaio em Materiais de Revestimento de Teto

MATERIAIS DE REVESTIMENTO DE TETO		
Classificação	Materiais ensaiados	Materiais similares
Classe I	Telha de Fibrocimento ¹	Lã de vidro, telhas cerâmicas, metálicas, placas cimentícias
	Forro de Fibra Mineral Armstrong ²	
Classe II-A	Forro acústico linhas Sonique Clean e Cleanline FireProof e Decor ³	Forros Hunter Douglas compostos por: madeira, fibra têxtil e fibra mineral (vide site); Gesso acartonado
	Forro Attuale Modular em PVC ⁴	
Classe II-B	Painéis de Lã Mineral para Forros, linha THERMATE X ⁵	Forros de lã mineral (vide fabricante)
Classe III-A	Forro acústico linha Sonique Wave – classic–Abstract ⁶	Forro em MDF Standart (OWA Sonex)
Classe III-B	Não encontrado	–
Classe IV-A	Não encontrado	–
Classe IV-B	Não encontrado	–
Classe V-A	Não encontrado	–
Classe V-B	Não encontrado	–
Classe VI	Não encontrado	–

¹ Fabricante: Brasilit. Tipo: Kalheta. Classificação de desempenho descrita nas especificações do catálogo do produto.

² Fabricante: Armstrong. Classificação de desempenho descrita nas especificações do produto em sites de revenda.

³ Fabricante: Vibrasom Tecnologia Acústica. Classificação de desempenho descrita no site do fabricante, citando como método de classificação a NBR 9442. Possui linha No Fire, atóxico, antialérgico e auto extingüível, a qual, sem pintura, enquadra-se na Classe II-A e com pintura Classe III-A.

⁴ Fabricante: Contract Revestimentos para Construção Ltda. Classificação de desempenho descrita no catálogo do produto, citando como método de classificação a NBR 9442.

⁵ Fabricante: Knauf AMF. Classificação de desempenho descrita no site do fabricante, citando como método de classificação a NBR 9442.

⁶ Fabricante: Vibrasom Tecnologia Acústica. Classificação de desempenho descrita no site do fabricante, citando como método de classificação a NBR 9442.

Fonte: Coutinho e Corrêa, 2016

Quadro 6- Ensaio em Materiais de Revestimento de Parede

MATERIAIS DE REVESTIMENTO DE PAREDE		
Classificação	Materiais ensaiados	Materiais similares
Classe I	Placa Cimentícia Gypsum ¹	Cerâmicas, Alvenaria, metal, bloco de concreto, lâ de vidro
Classe II-A	Painel Wall Eternit ²	Placas de gesso com ou sem película PVC ou melamínico
	CKC-2020 Retardante de Chamas para Fibras Celulósicas ³	
Classe II-B	Não encontrado	–
Classe III-A	Painel acústico linha Sonique Wood ⁴	Painel MDF revestido com melamina
Classe III-B	Painel MDF revestido c/ laminado ⁵	–
Classe IV-A	Tinta Verniz CortaChama Firecoat ⁶	–
Classe IV-B	Não encontrado	–
Classe V-A	Não encontrado	–
Classe V-B	Não encontrado	–
Classe VI	Não encontrado	–

¹ Fabricante: Gypsum Drywall. Linha Superboard. Classificação de desempenho descrita no catálogo do produto.

² Fabricante: Vibrasom Tecnologia Acústica. Miolo composto por madeira laminada ou sarrafeada, contraplacado em ambas as faces por lâminas de madeira e externamente por placas cimentícias em CRFS (Cimento Reforçado com Fio Sintético) prensadas. Classificação de desempenho descrita no site do fabricante, citando como método de classificação a NBR 9442.

³ Fabricante: CKC do Brasil Ltda. Exclusiva para aplicação em revestimentos e materiais de fibra celulósica, tais como papel kraft, papelão, papel de parede e fibra acústica. Classificação de desempenho descrita no catálogo do material, citando como método de classificação a NBR 9442 e ASTM E662.

⁴ Fabricante: Vibrasom Tecnologia Acústica. Classificação de desempenho descrita no site do fabricante, citando como método de classificação a NBR 9442.

⁵ Ensaio realizado em 25.02.2014. Relatório de ensaio nº.1 054 686-203 pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT). Método utilizado: NBR 9442. Fabricante: Arauco. como método de classificação a NBR 9442.

⁶ Fabricante: Polidura Revestimentos de Alta Performance. Classificação de desempenho descrita no catálogo do fabricante, citando como método de classificação a NBR 9442 e ASTM E662.

Fonte: Coutinho e Corrêa, 2016

Através das tabelas expostas, entende-se, pelas características gerais de cada material, em que classe ele se caracteriza, porém é importante ressaltar que, ao especificar os materiais, tem-se de informar suas características de combustibilidade com o fabricante.

3.2.2.2.2 Isolamento entre edificações

Não há uma norma brasileira que trate especificamente sobre o isolamento entre edificações, sendo a Instrução Técnica nº7, do Corpo de Bombeiros de São Paulo, uma importante referência instrutiva sobre o tema.

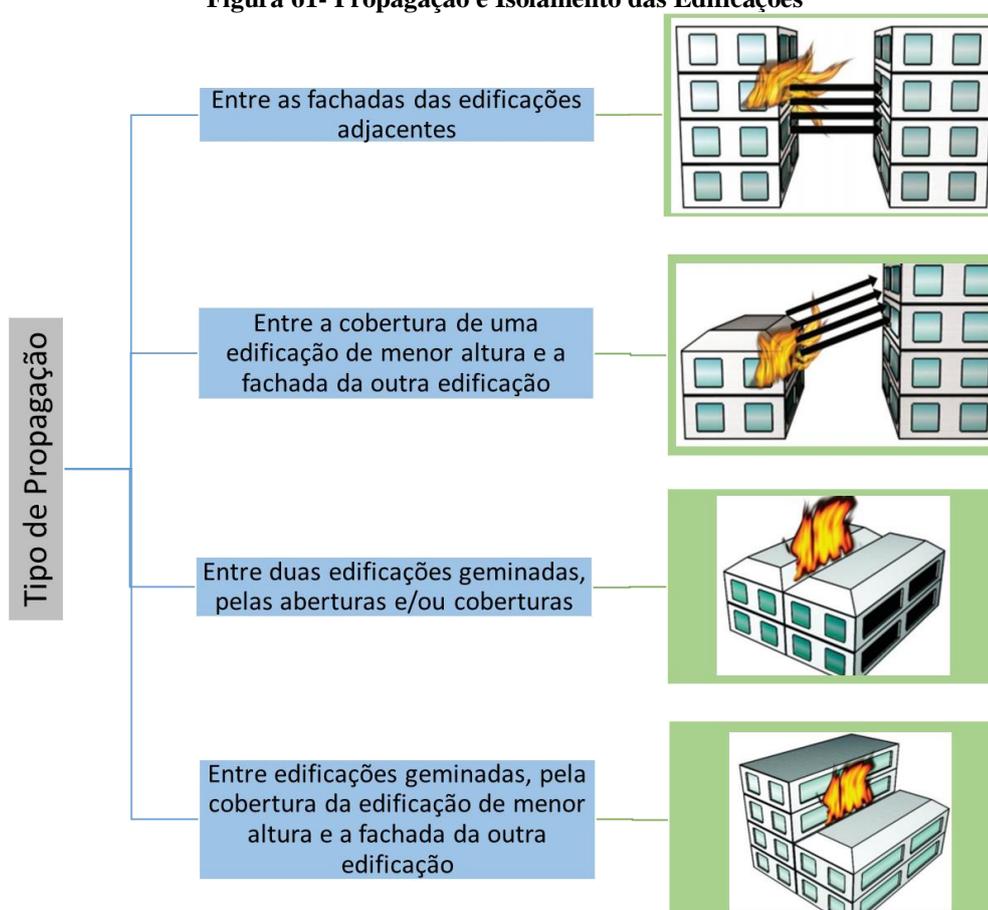
A IT 07 contém 12 páginas e é um material normativo que trata sobre isolamento entre edificações em um mesmo lote, de forma a dificultar a propagação do fogo entre elas. É, portanto, utilizada em situações em que se possua mais de uma edificação no terreno. Por não haver normas brasileiras que tratem sobre o tema, a Instrução se baseia em normas internacionais, mais especificamente a “*NFPA 80A - Recommended Practice for Protection of*

Buildings from Exterior Fire Exposures”, e “*NFPA 5000- Building Construction and Safety Code*”.

A instrução aparece como uma alternativa para se considerar edificações distintas em um mesmo lote. Por exemplo, um complexo escolar que possua em seu terreno mais de uma edificação, e que elas sejam afastadas entre si com distanciamento seguro, podem ser consideradas isoladas, e suas medidas de segurança aplicadas separadamente. No caso de não possuírem um afastamento suficientemente seguro, esse complexo é considerado como uma só edificação, e seus prédios em conjunto levados em consideração como um só em termos de cálculos e determinações de medidas contra incêndio.

É classificado o arranjo físico das edificações com base no tipo de propagação e isolamento adotado, que pode ser: entre as fachadas das edificações adjacentes; entre a cobertura de uma edificação de menor altura e a fachada da outra edificação; entre duas edificações geminadas, pelas aberturas localizadas em suas fachadas e/ou pelas coberturas das mesmas; entre edificações geminadas, por meio da cobertura de uma edificação de menor altura e a fachada de outra edificação (Figura 61).

Figura 61- Propagação e Isolamento das Edificações



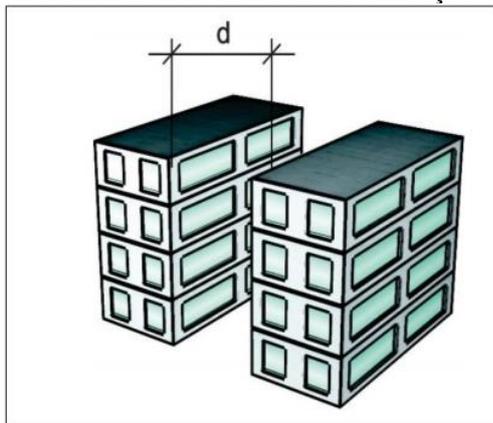
Fonte: IT 07, editado pela autora, 2018

No seu subitem 5.2, a instrução apresenta as situações de isolamento de risco, que são caracterizados no item 6 “Procedimentos”.

a) Situação 01

A primeira situação seria isolar o risco através do afastamento entre as edificações, de forma que elas estejam em uma distância segura, que dificulte uma possível propagação de incêndio (Figura 62).

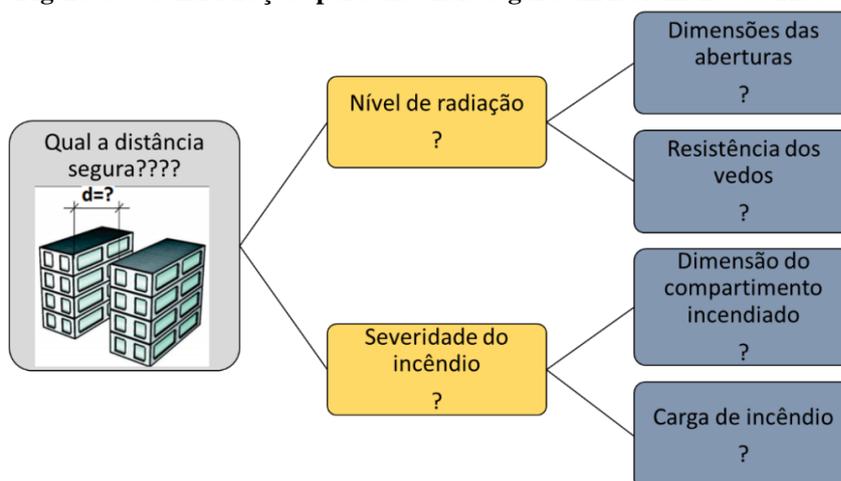
Figura 62- Isolamento entre fachadas de edificações adjacentes



Fonte: IT 07, 2018

A definição dessa distância está descrita na IT 07, do Corpo de Bombeiros de São Paulo, em seu item 6.1. A instrução apresenta as questões que interferem no dimensionamento seguro entre duas edificações de forma a garantir, com eficiência, o isolamento de riscos. Essa distância estaria diretamente ligada ao nível de radiação e à severidade do incêndio. Para se estimar o nível de radiação, é importante que se observem o dimensionamento das aberturas da fachada em questão e a resistência dos seus vedos; já a severidade do incêndio é interferida de acordo com a dimensão do compartimento incendiado e a carga de incêndio do local, conforme mostra o esquema abaixo, na Figura 63 (SÃO PAULO, 2018d).

Figura 63- Considerações para distância segura em Isolamento de Risco



Fonte: Elaboração autoral, com base na IT 07, 2018

Essas informações e estudos levaram a uma fórmula que resulta na distância que esses afastamentos deverão possuir, para seu isolamento; representada abaixo:

$$D = \alpha \times (\text{largura ou altura}) + \beta$$

- D é a distância do afastamento entre as edificações;
- “ α ” é uma constante, obtida através da tabela A-1 do Anexo A da IT 07 (Figura 64). Para obtenção desse valor, é necessário que se tenha a relação “largura/altura” da fachada analisada e a intensidade de exposição. Essa intensidade de exposição é definida de acordo com critérios de classificação de severidade (denominado como y) e porcentagem das aberturas da fachada.

Figura 64- 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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	13,1

Fonte: IT 07, 2018

Conforme se observa na Figura 65, a Classificação da Severidade pode ser definida como I, II ou III. Isso vai depender de critérios estabelecidos pela própria instrução, de acordo com a carga de incêndio da edificação.

Figura 65- 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

Fonte: IT 07, 2018

A carga de incêndio depende do uso e ocupação da edificação. A Instrução Técnica nº 14 do Corpo de Bombeiros de São Paulo, denominada “Cargas de Incêndio nas Edificações e Áreas de Risco”, em seu Anexo A- Tabela de cargas de incêndio específicas por ocupação. No caso de edificações escolares, a carga de incêndio é definida como 300 MJ/m² (Figura 66).

Figura 66- Tabela de Cargas de Incêndio Específicas por ocupação

Ocupação/Use	Descrição	Divisão	Carga de incêndio (q _n) 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

Fonte: IT 14, 2018

Com essas informações definidas, conclui-se que, para Edificações Escolares, a classificação da severidade (y) será I.

Assim, o próximo passo é definir a porcentagem das aberturas. Essa questão também é desenvolvida na IT 07. A definição do tamanho do compartimento a ser considerado nos cálculos de dimensionamento é fornecida conforme instrução presente na Tabela 1 da IT 07 (Figura 76), e depende de a edificação possuir ou não compartimentação horizontal e/ou vertical, além da quantidade de pavimentos.

Após essa determinação, é feita a identificação das aberturas da área a ser considerada, encontrando, assim, a porcentagem de abertura que essa fachada possui, conforme Figura 67.

Figura 67- Determinação da fachada para o dimensionamento

Medidas de segurança contra incêndio existentes		Parte da fachada a ser considerada no dimensionamento	
Compartimentação		Edificações Têrreas	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

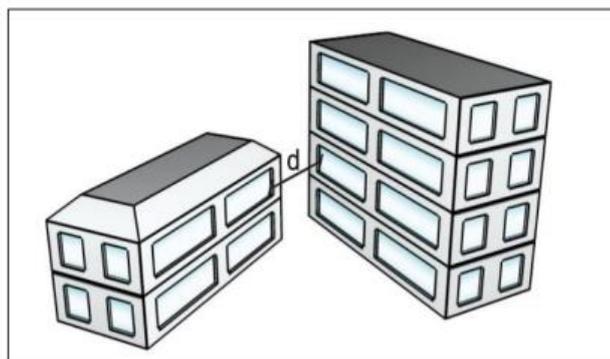
Fonte: IT 07, 2018

Assim, o último passo consiste em definir essa relação “altura/largura”, dividindo-se a menor dimensão pela maior, obtendo-se, assim, um valor, o qual, junto com as informações anteriores (classificação de severidade e porcentagem de aberturas), é aplicado na tabela mostrada na Figura 66, encontrando-se então o valor para a constante α .

- O outro valor necessário para determinar a distância é descrito como “largura ou altura” em que se aplica o valor da menor dimensão da fachada, em metros, seja ela a altura ou a largura.

- Já o valor descrito como β depende da cidade em que o edifício será implantado. Esse valor será considerado 1,5 em cidades que possuem Corpo de Bombeiros e 3,0 em cidades que não o possuem.

Definidos esses valores e aplicados na fórmula, encontra-se o valor de D, em metros, que consistirá na distância segura entre as edificações para que seu isolamento seja garantido. No caso de edificações não paralelas ou coincidentes, esse valor será aplicado na menor distância entre os dois, conforme mostra a Figura 68.

Figura 68- Dimensionamento entre edificações não paralelas ou coincidentes

Fonte: IT 07, 2018

O item 6.1.3 da Instrução apresenta situações em que essa distância de separação pode ser reduzida. Em edificações que possuem até 12 metros de altura e até 750 m² de área, a distância pode ser definida de forma mais simplificada, conforme mostrado na Tabela 3 da IT 07 (Figura 69).

Figura 69- Distâncias de separação entre edificações

Porcentagem de abertura "y"	DISTÂNCIA EM METROS		
	1 pavimento "térreo"	2 pavimentos	3 ou mais pavimentos
Até 10	4	6	8
De 11 a 20	5	7	9
De 21 a 30	6	8	10
De 31 a 40	7	9	11
De 41 a 50	8	10	12
De 51 a 70	9	11	13
Acima de 70	10	12	14

Fonte: IT 07, 2018

Edificações localizadas no mesmo lote poderão ter alguns fatores que reduzem essa distância, o que é especificado na Tabela B-1 da IT 07 (Figura 70).

Os fatores especificados na Tabela B-1 são redutores da distância de separação (D), considerando as fachadas que recebem exposição de calor proveniente de edificações adjacentes localizadas dentro do mesmo lote.

Figura 70- Alternativas para isolamento de risco

TIPOS DE PROTEÇÃO	EDIFICAÇÃO EM EXPOSIÇÃO			
	CARACTERÍSTICAS DOS ELEMENTOS DE VEDAÇÃO			
	ESTRUTURAS E PAREDES COMBUSTÍVEIS OU TRRF ²⁶ ATÉ 30 min	PAREDES EXTERNAS COM TRRF SUPERIOR A 30 min E INFERIOR A 90 min	PAREDES EXTERNAS COM TRRF SUPERIOR A 90 min E INFERIOR A 120 min	PAREDES EXTERNAS COM TRRF IGUAL OU MAIOR QUE 120 min
Parede corta-fogo entre as edificações, com resistência ao fogo de 120 min	A distância é eliminada	A distância é eliminada	A distância é eliminada	A distância é eliminada
Proteção das aberturas das fachadas com elemento de proteção com TRRF 30 min inferior ao da parede	Ineficiente	Reduzir em 50% a distância de segurança, considerando uma proteção das aberturas mínima de 30 min	Reduzir em 50% a distância de segurança	Reduzir em 75% a distância de segurança, com um máximo exigido de 6 m
Proteção das aberturas das fachadas com elemento de proteção com TRRF igual ao da parede	Ineficiente	Reduzir em 60% a distância de segurança	Reduzir em 70% a distância de segurança	Reduzir em 75% a distância de segurança, com um máximo exigido de 3 m
Prevendo cortina d'água por inundação	Obs.: Cortina d'água em toda a fachada Reduzir em 50% a distância de segurança	Obs.: Cortina d'água nas aberturas Reduzir em 50% a distância de segurança	Obs.: Cortina d'água nas aberturas Reduzir em 50% a distância de segurança	Obs.: Cortina d'água nas aberturas Reduzir em 50% a distância de segurança

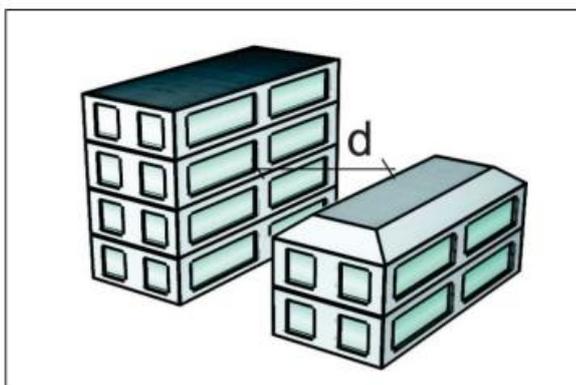
Fonte: IT 07, 2018

Estas questões apresentadas mostram a importância de se definir o projeto como um todo, tendo em vista a sua segurança. Fatores como elementos nas fachadas, materiais e aberturas interferem diretamente nesse isolamento de risco e podem contribuir ou dificultar a expansão do incêndio para outros prédios e ambientes, reduzindo, assim, seus danos. Da mesma forma, essas determinações, alinhadas ainda na fase de concepção do projeto, auxiliam em fatores como recuos e distâncias entre blocos, de forma a preservar a segurança da edificação.

b) Situação 02

Outra situação consiste em isolar edificações que possuam alturas diferentes, o que é apresentado no item 6.2 da IT 07 (Figura 71).

²⁶ TRRF: Tempo Requerido de Resistência ao Fogo

Figura 71- Distâncias entre edificações com alturas distintas

Fonte: IT 07, 2018

Nesse caso, deve-se atentar, além das fachadas, para a cobertura do edifício com menor altura, que entra em contato com a fachada adjacente. Se essa cobertura possuir resistência ao fogo (de acordo com estabelecimentos da Tabela A da IT 08), consideram-se os mesmos critérios descritos anteriormente, para “Isolamento entre fachadas de edificações adjacentes”. Porém, quando essa questão não é atendida, a IT 07 especifica em sua tabela 4 (Figura 72) as distâncias em metros a serem aplicadas no projeto.

Figura 72- Separação entre edificações

Número de pisos que contribuem para a propagação pela cobertura	Distância de separação horizontal em metros
1	4
2	6
3 ou mais	8

Fonte: IT 07, 2018

Para aplicação da tabela, determina-se o número de pavimentos que contribuem para o incêndio, o que depende da existência ou não de compartimentação vertical. O valor encontrado será aplicado entre as edificações e, no caso de edificações que possuam coberturas com resistência parcial ao fogo, a área a ser considerada será a que se encontra exposta e desprotegida.

Esse distanciamento encontrado pode ser substituído por paredes de isolamento, que se estendam acima do topo da fachada e possuam altura igual ou superior ao valor obtido na tabela.

Em edificações que apresentam alturas diferenciadas, deve-se dimensionar os dois edifícios, e considerar a maior distância encontrada. O dimensionamento proveniente da

propagação pela cobertura é considerado apenas para edificações adjacentes de alturas diferentes.

c) Situação 03

Outra situação, exposta pelo item 6.4 da IT 07, refere-se à proteção por paredes de isolamento de risco em edificações geminadas (Figura 73).

Figura 73- Isolamento de risco em edificações geminadas



Fonte: IT 07, 2018

Esse isolamento ocorre por paredes corta-fogo, dimensionadas em conformidade com os ensaios realizados em laboratórios técnicos oficiais ou normas técnicas, levando em consideração materiais empregados, e que contem com características de isolamento térmico, estanqueidade e estabilidade. A parede corta-fogo, para fins de isolamento de risco, não deve possuir nenhum tipo de abertura, mesmo que protegida.

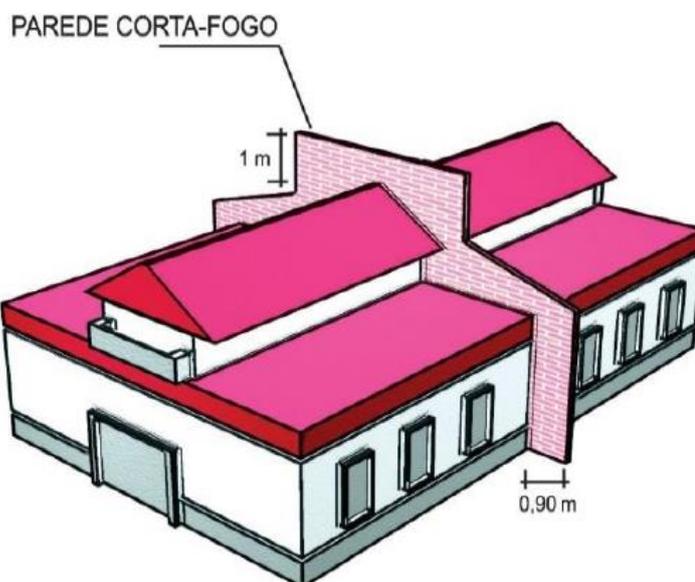
A instrução determina que a parede corta-fogo ultrapasse em 1 m os telhados e coberturas (Figura 74), a não ser que uma das edificações possua diferença de pelo menos 1m de altura da outra. Esse prolongamento pode ser facultativo no caso de cobertura com laje com TRFF de 120 minutos.

O tempo mínimo de resistência da parede corta-fogo deve ser igual ao TRRF da estrutura principal, desde que não seja inferior a 120 minutos. A mesma deve ser resistente, de forma a suportar impactos de cargas dentro da edificação, e que permaneça estável em caso de colapso do telhado. Também não deve possuir engastes de armações de telhado ou cobertura (que podem apoiar-se em suportes), e deve-se prever distância de compensação da parede para caso de dilatação da estrutura da cobertura por incêndio.

No caso de aberturas em lados opostos de uma parede de isolamento de risco, deve haver afastamento entre si de no mínimo 2 metros por trecho de parede, desconsideradas aberturas em banheiros, e com demais áreas frias considerando 0,90m. Uma alternativa para essa

distância é o uso de uma aba vertical, perpendicular ao plano de abertura, que possua saliência de 0,90m (Figura 74).

Figura 74- Isolamento por Parede Corta-Fogo



Fonte: IT 07, 2018

d) Passagens cobertas

A IT 07 também prevê condições para passagens cobertas em edificações interligadas, descritas no seu item 6.5. Nesses casos, as passagens devem possuir uma largura máxima de 3 m e serem de uso exclusivo para passagem de pessoas, materiais, veículos e equipamentos de pequeno porte; não sendo considerados estacionamento de veículos, equipamentos de grande porte ou linhas de produção industriais.

As passagens cobertas deverão possuir materiais incombustíveis, e laterais totalmente abertas, permitindo-se apenas guardas e proteções laterais, que devem ser incombustíveis. Sanitários, escadas com materiais incombustíveis, elevadores, guarita de recepção, reservatórios de água e similares também são permitidos em áreas adjacentes.

Distância de separação entre a fachada de uma edificação e a divisa do terreno

Quando não possível atender às distâncias indicadas entre as edificações em um mesmo terreno, a Instrução recomenda, em seu Anexo D, que o valor calculado de “D” seja dividido por 2 ($D/2$) e essa distância encontrada seja a considerada entre a fachada e o muro divisor dos terrenos (Figura 75).

Figura 75- Separação entre edificações em lotes distintos



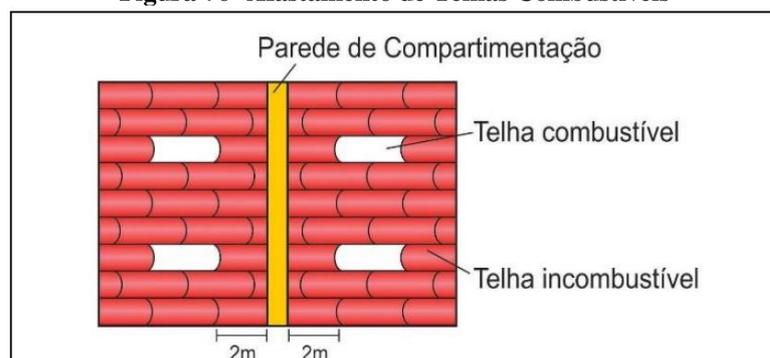
Fonte: IT 07 do Corpo de Bombeiros de São Paulo, 2018

Na impossibilidade de seguir as distâncias encontradas entre as edificações no lote, considera-se a edificação como uma só na aplicabilidade das exigências das medidas protetivas contra incêndio em relação ao projeto.

3.2.2.2.3 Compartimentação

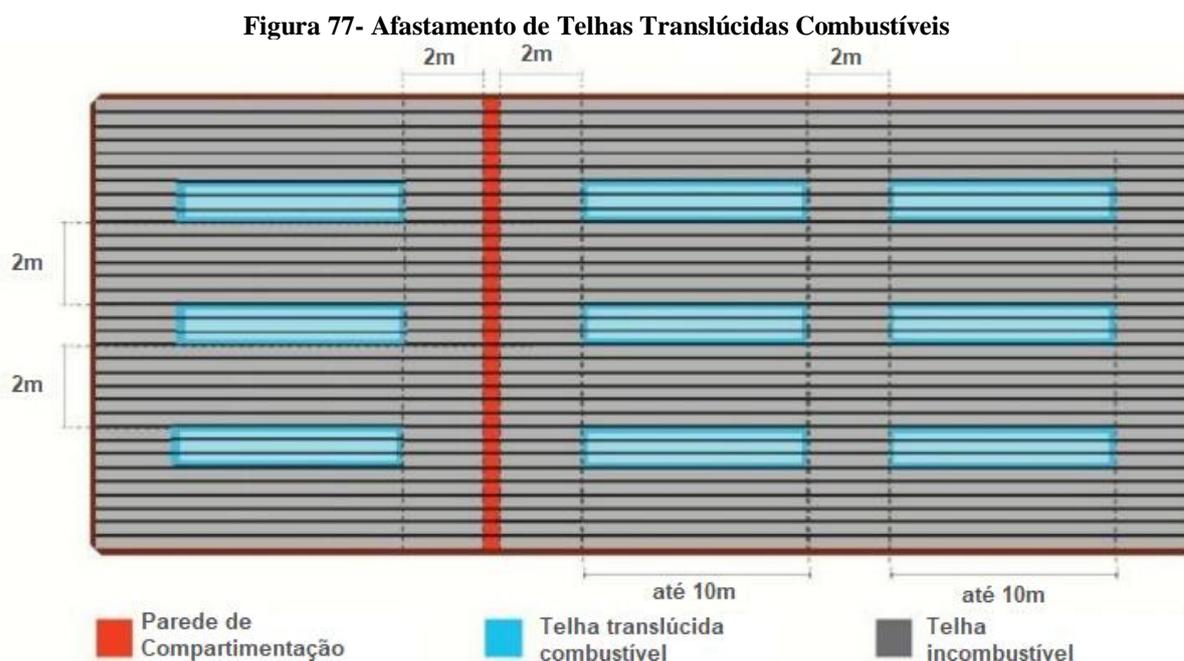
A Instrução Técnica nº9 do Corpo de Bombeiros de São Paulo exige que os ambientes compartimentados possuam os seguintes requisitos, conforme mostra em seu item 5.2: (1) possuírem parede de compartimentação com propriedade corta-fogo, com esforços estruturais adequados; (2) edificações com coberturas combustíveis (telhados) possuírem parede de compartimentação que se estenda, no mínimo, 1m acima da linha de cobertura; exceto se as telhas combustíveis possuírem distância mínima de 2m da parede de compartimentação, conforme apresentado na Figura 76 (ESTADO DE SÃO PAULO, 2018f).

Figura 76- Afastamento de Telhas Combustíveis



Fonte: IT nº 09, 2018

A instrução também estabelece critérios de instalação de telhas translúcidas combustíveis, no que diz respeito à compartimentação (Figura 77). As mesmas devem estar dispostas de forma que distem no mínimo 2m uma das outras, no sentido perpendicular, e que se intercalem, a cada 10m lineares, por no mínimo 2m lineares de telhas incombustíveis, conforme figura abaixo (ESTADO DE SÃO PAULO, 2018f).

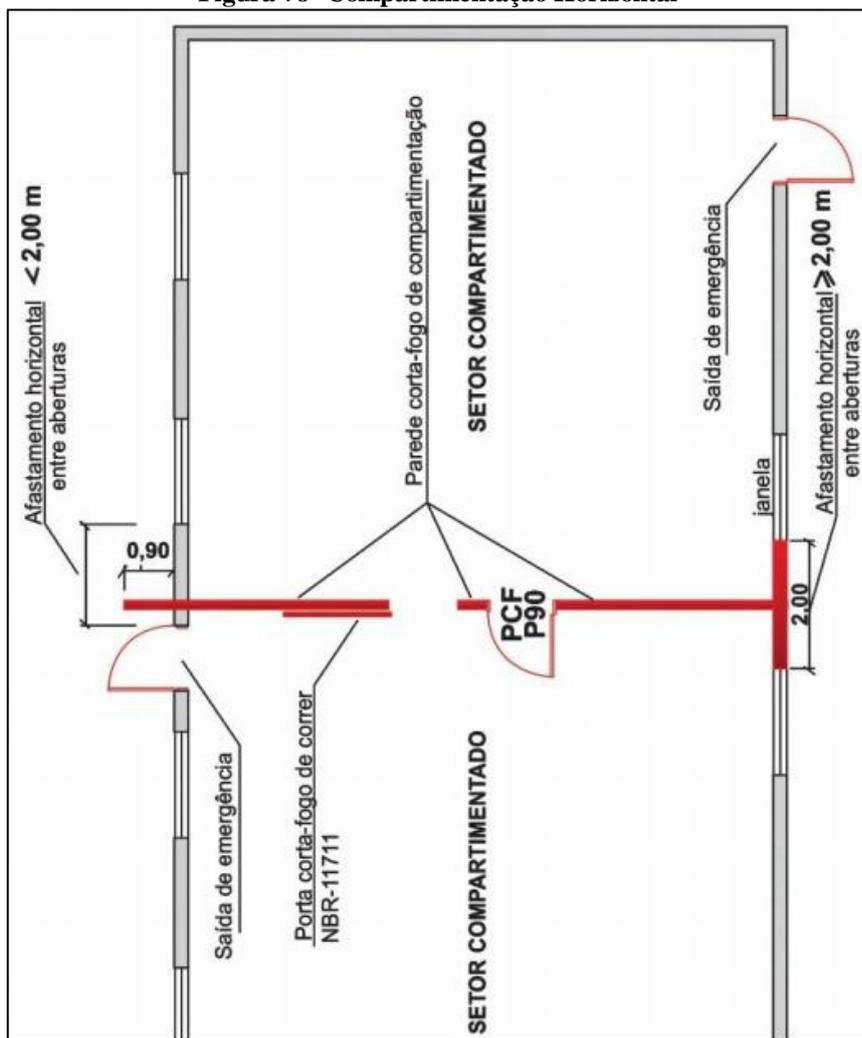


Fonte: IT 09, 2018

Outra questão a ser observada diz respeito às aberturas na fachada, pois, a depender das condições e distâncias entre elas, pode haver propagação de um ambiente a outro. Assim, a Instrução define que, em lados opostos de uma parede de compartimentação, essas aberturas devem distar no mínimo 2m entre si, a não ser que haja um prolongamento da parede de compartimentação, com extensão mínima de 0,90m, ou que uma abertura esteja em área fria²⁷, fato que diminui a distância mínima entre elas para 0,90m (Figura 78).

²⁷ A Instrução Técnica nº3 do Corpo de Bombeiros de São Paulo define área fria como: “local que possui piso e paredes, normalmente revestidos com cerâmica, possuindo também instalação hidráulica – banheiros, vestiários até 100 m², sauna e assemelhados”.

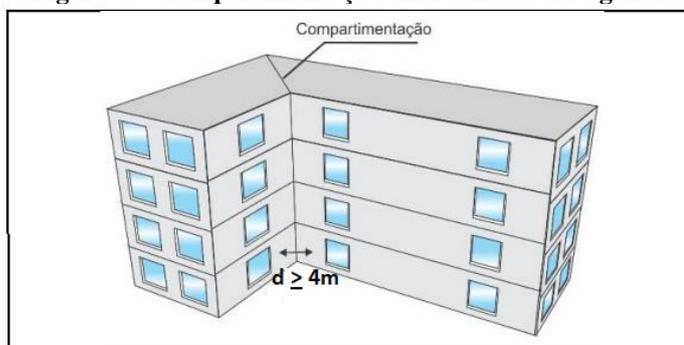
Figura 78- Compartimentação Horizontal



Fonte: IT n 09, 2018

Ainda com foco na parte externa, a IT apresenta condições voltadas para compartimentação entre fachadas, estejam elas dispostas de forma ortogonal, paralela ou oblíqua (Figura 79).

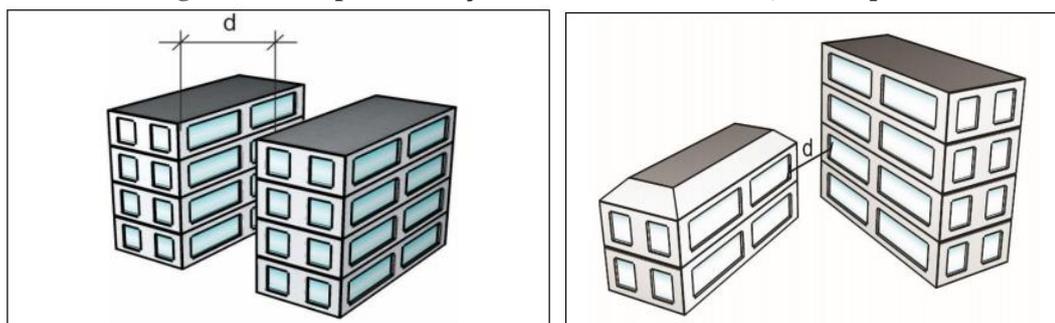
Figura 79- Compartimentação em Fachadas Ortogonais



Fonte: IT n 09, 2018

No caso de Fachadas Ortogonais (Figura 80), para garantir essa compartimentação, a IT 09 estabelece uma distância mínima de 4m entre as aberturas mais próximas (independentes do pavimento), podendo ser de 2m no caso de aberturas em banheiros, vestiários, saunas e piscinas. Já para Fachadas Paralelas ou oblíquas (não coincidentes), conforme Figura 79, pertencentes a áreas de compartimentação horizontal, os afastamentos são definidos conforme a Tabela 1 (Figura 81).

Figura 80- Compartimentação em Fachadas Paralelas, ou oblíquas



Fonte: IT n 09 (2018)

Figura 81- Afastamento entre fachadas paralelas

Porcentagem de abertura de toda a fachada (%)	Distância de compartimentação "d" (metros)
Até 20	4
De 21 a 30	5
De 31 a 40	6
De 41 a 50	7
De 51 a 60	8
De 61 a 70	9
Acima de 70	10

Fonte: IT n 09 (2018)

Para se obter a porcentagem de abertura, é necessário dividir a soma das áreas de aberturas pela área total da fachada das duas edificações. As distâncias apresentadas na tabela correspondem às distâncias mínimas em que as aberturas mais próximas entre as fachadas devem estar; a norma permite que essa distância seja de 2m, no caso de aberturas situadas em banheiros, vestiários, saunas e piscinas. No caso de aberturas protegidas por elementos construtivos para-chama, essa distância pode ser reduzida pela metade; e em aberturas protegidas por elementos construtivos corta-fogo, ela pode ser suprimida.

A instrução define como elemento corta-fogo, aquele que possui como características, por um período determinado de tempo, resistência (integridade mecânica a impactos), estanqueidade (impedimento de passagem de chamas e fumaça) e isolamento térmico. Já os

elementos para chama possuem, nessas mesmas condições, resistência e estanqueidade, porém sem isolamento térmico.

Para que ocorra a compartimentação, as paredes devem possuir dimensão de forma a garantir que sua estrutura não entre em colapso no caso de ruína da cobertura do edifício ao lado, que seja afetado por incêndio. As paredes de compartimentação sem função estrutural devem provar sua resistência por teste previsto na NBR 10636- Paredes Divisórias sem Função Estrutural: Determinação da resistência ao fogo, de 1989. A característica que configura a Parede Corta-Fogo é o seu TRRF, que consiste no tempo que ele deve resistir, de forma a evitar seu colapso em caso de incêndio. Essa questão é abordada na NBR 14432/2001, conforme apresentado anteriormente, na Figura 42, variando, no caso de edificações escolares, entre 30, 60, 90, ou 120, a depender do pavimento em que ele estará inserido e da altura da edificação.

Além da proteção corta-fogo das paredes da área compartimentada, é importante tratar também da proteção das suas aberturas, através de elementos corta-fogo. Como por exemplo, têm-se as portas corta-fogo, para saídas de emergência do local, que devem seguir o disposto na NBR 11742; e os vedadores dessa abertura, que devem estar de acordo com a NBR 11711. Outra observação importante é a previsão de no mínimo uma saída para local de segurança (SÃO PAULO, 2018f).

A instrução nº09 também determina as áreas máximas de compartimentação, que se referem às áreas máximas permitidas a serem compartimentadas, de forma a garantir sua eficiência e segurança (Figura 82). Essa questão é definida através da ocupação e altura da edificação, pois determinados usos possuem riscos maiores, e, por sua vez, sua área compartimentada deverá ser menor, de forma a garantir o controle dessa área.

Figura 82- Tabela de área máxima de compartimentação (m²)

GRUPO	TIPO DE EDIFICAÇÕES					
	I	II	III	IV	V	VI
TIPO						
DENOMINAÇÃO	Edificação térrea	Edificação baixa	Edificação de baixa-média altura	Edificação de média altura	Edificação mediantemente alta	Edificação alta
ALTURA	Um pavimento	H ≤ 6,00m	6,00m < H ≤ 12,00m	12,00m < H ≤ 23,00m	23,00m < H ≤ 30,00m	Acima de 30,00m
A-1, A-2, A-3	-	-	-	-	-	-
B-1, B-2	-	5.000	4.000	3.000	2.000	1.500
C-1, C-2	5.000	3.000	2.000	2.000	1.500	1.500
C-3	5.000	2.500	1.500	1.000	2.000	2.000
D-1, D-2, D-3, D-4	3.000	2.500	1.500	1.000	800	2.000
E-1, E-2, E-3, E-4, E-5 e E-6	-	-	-	-	-	2.000
F-1, F-2, F-3, F-4, F-7 e F-9	-	-	-	-	-	-

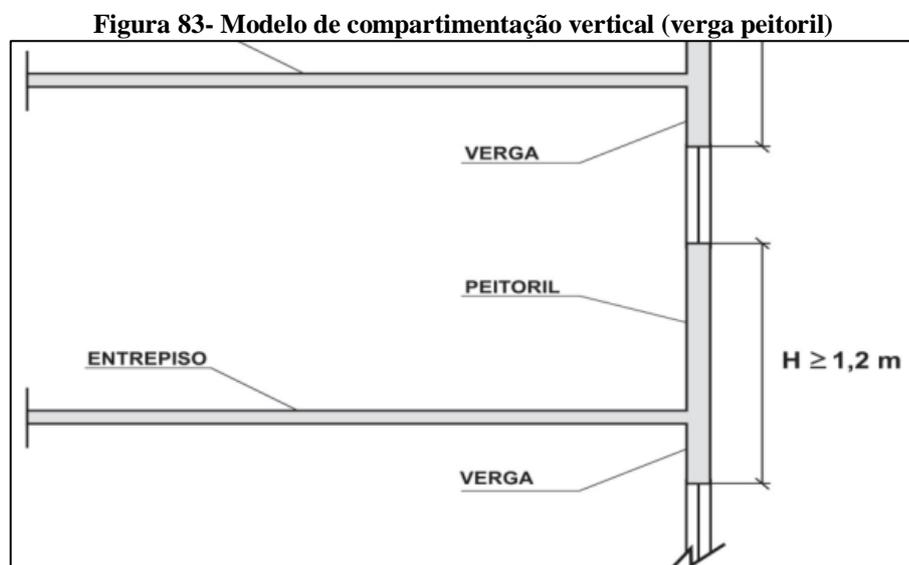
Fonte: IT n 09, 2018

Conforme mostra a Figura 82, extraída do Anexo B da Instrução, para Edificações Escolares, essa área máxima só é delimitada no caso de edificações com altura acima de

30,00m, situação que exige uma área máxima de 2000m². Porém, como o recorte da dissertação se refere a edificações escolares baixas, essa tabela não tem aplicação.

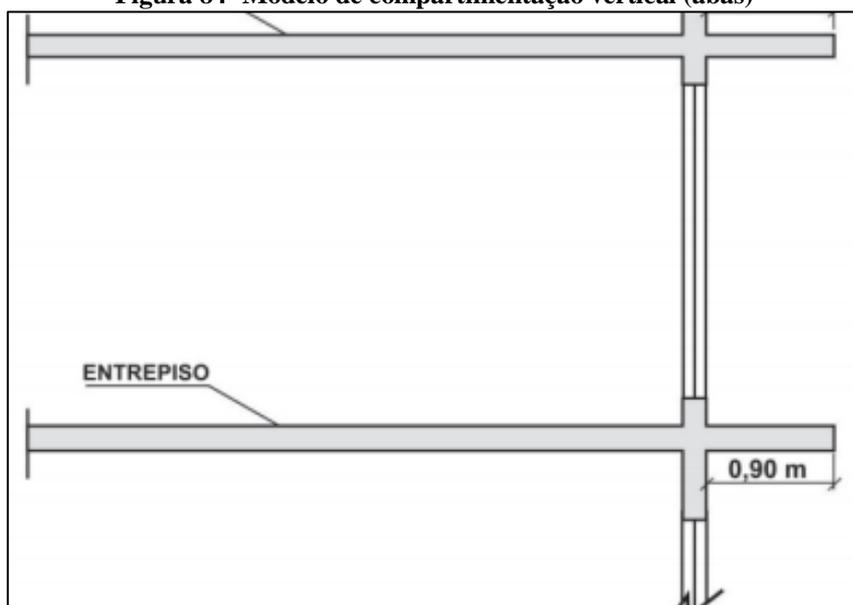
Já a compartimentação Vertical tem como objetivo evitar a propagação de fogo, gases e fumaças de um pavimento a outro, por meio de entrepisos corta-fogo, enclausuramento de escadas por meio de paredes e portas corta-fogo, e uso de elementos construtivos corta-fogo que impeçam a propagação vertical do fogo, gases e fumaça. Também não há normativa voltada para essa questão, sendo a IT 09, do Corpo de Bombeiros de São Paulo, a maior referência legislativa sobre o tema.

A IT especifica condições de tratamento das fachadas para evitar alastramento entre os pavimentos, através da parte externa do edifício. Deve constar elemento corta-fogo, de forma a separar as aberturas entre os pavimentos consecutivos, aplicando a separação por vigas e parapeitos, com altura mínima de 1,20 m (Figura 83), ou separação por prolongamento dos entrepisos, que devem ter uma projeção mínima de 0,90m além do plano externo da fachada (Figura 84). A norma indica que, em edificações de baixo risco (até 300MJ/m²), como são os casos das edificações escolares, para compartimentação vertical externa, podem somar-se as dimensões da aba horizontal e a distância da verga até o piso da laje superior, totalizando, no mínimo, 1,20m.



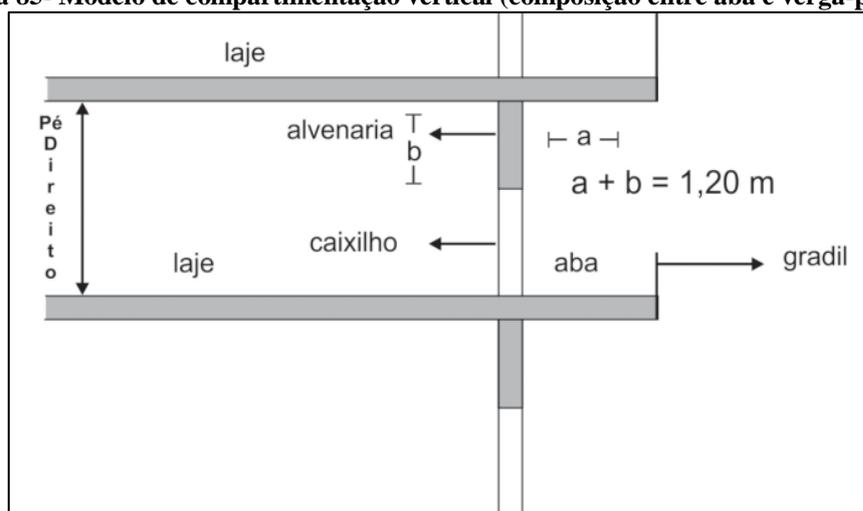
Fonte: IT n 09, 2018

Figura 84- Modelo de compartimentação vertical (abas)



Fonte: IT n 09, 2018

Figura 85- Modelo de compartimentação vertical (composição entre aba e verga-peitoril)



Fonte: IT n 09, 2018

Sobre os caixilhos e componentes transparentes ou translúcidos das janelas, devem possuir materiais incombustíveis, exceto os vidros laminados. A Instrução determina que esses materiais sigam o disposto no método de ensaio ISO 1182; e os vidros sigam o disposto na NBR 7199- Projeto, Execução e Aplicação de Vidros na Construção Civil, 2016. Quanto ao interior do edifício, deve-se estar atento aos entrepisos, que podem ser de lajes de concreto armado ou protendido, ou outros materiais que garantam a separação física dos pavimentos, que sejam devidamente resistentes ao fogo, conforme indicado nas NBR's correspondentes.

Deve-se ter em foco também as aberturas que interligam os pavimentos, como escadas, poços de elevadores e monta-carga, prumadas de instalações de serviço e dutos de

ventilação/exaustão, que devem possuir tratamentos vedadores corta-fogo, a fim de impedir alastramento do fogo por eles.

3.2.2.2.4 *Central de Gás*

No caso de edificações escolares, é comum a instalação de cozinhas para preparo de alimentos para os alunos e, quando o local não possui canalização para gás natural, o suprimento para o fogo é feito através de GLP, que deverá seguir o disposto na NBR 13523 (2017), para o seu armazenamento seguro. Essa NBR se aplica a recipientes de GLP com capacidade superior a 0,032 m³ (32 L), que corresponde ao recipiente convencional de gás de cozinha, de uso doméstico. Esses recipientes são classificados, conforme a norma, quanto:

- À localização: de superfície, enterrados ou aterrados;
- Ao formato: cilíndricos ou esféricos;
- À posição: verticais ou horizontais;
- À fixação: fixos ou não fixos;
- Ao manuseio: transportáveis ou estacionários;
- Ao abastecimento: abastecidos no local ou trocáveis;

A escolha do tipo de recipiente dependerá basicamente da demanda da edificação, sendo os recipientes transportáveis mais comuns em edificações escolares, por seu menor porte, e os estacionários mais usados em edificações de grande porte, por sua capacidade de armazenamento (acima de 0,5m³).

A norma também especifica critérios a serem observados para a Central de GLP, que deve se situar na parte externa da edificação. Seus recipientes não devem estar instalados uns sobre os outros e devem obedecer a alguns requisitos e distâncias mínimas. Os afastamentos mínimos são especificados conforme sua Tabela 01 (Figura 86), de acordo com a capacidade individual do recipiente, em relação à divisa de propriedades edificáveis/edificações, passeio público, entre outros recipientes, em relação às aberturas abaixo da descarga e válvula de segurança, fontes de ignição e outras aberturas e materiais combustíveis, e a produtos tóxicos, perigosos e inflamáveis.

Figura 86- Afastamento mínimo de segurança de recipientes individuais

Afastamento de segurança de recipientes individuais									
Capacidade individual do recipiente m ³	Divisa de propriedades edificáveis /edificações ^{d, f, n}		Passeio público ^{k, d}	Entre recipientes	Aberturas abaixo da descarga da válvula de segurança		Fontes de ignição e outras aberturas (portas e janelas) e materiais combustíveis ^j		Produtos tóxicos, perigosos, inflamáveis, chama aberta e ponto de captação de ar forçado ^{i, m}
	Superfície ^{a, c, e}	Enterrados / aterrados ^b			Abastecidos no local	Trocáveis	Abastecidos no local	Trocáveis	
			h						
Até 0,5 ^l	0 ^g	3 ^j	3 ^j	0	1	1	3 ^k	1,5 ^k	6
> 0,5 a 2	1,5 ^g	3 ^j	3 ^j	0	1,5	–	3	–	6
> 2 a 5,5	3 ^g	3	3	1	1,5	–	3	–	6
> 5,5 a 8	7,5 ^g	3	7,5	1	1,5	–	3	–	6
> 8 a 120	15	15	15	1,5	1,5	–	3	–	6
> 120	22,5	15	22,5	1/4 da soma dos diâmetros adjacentes	1,5	–	3	–	6

a Nos recipientes de superfície, as distâncias apresentadas são medidas a partir da superfície externa do recipiente mais próximo. A válvula de segurança dos recipientes estacionários deve estar fora das projeções da edificação, como telhados, balcões, marquises.

b A distância para os recipientes enterrados/aterrados deve ser medida a partir da válvula de segurança, enchimento e indicador de nível máximo. Caso o recipiente esteja instalado em caixa de alvenaria, essa distância pode ser reduzida pela metade, respeitando um mínimo de 1,0 m do costado do recipiente para divisa de propriedades edificáveis/edificações.

c As distâncias de afastamento das edificações não consideram as projeções de complementos ou partes destas, como telhados, balcões, marquises.

d Para recipientes transportáveis, devem ser atendidos os afastamentos mínimos em função da capacidade volumétrica total do agrupamento de recipientes, conforme a Tabela 2.

e No caso de existência de duas ou mais centrais de GLP com recipientes transportáveis, estas devem distar entre si em no mínimo 7,5 m. Exceto em centrais em estabelecimentos comerciais, onde vários clientes podem ser abastecidos por redes de distribuição individualizadas, pode ser utilizada mais de uma central GLP, em uma única área destinada exclusivamente para essa finalidade, atendendo condições de 5.3.15 e 5.3.16.

f Para recipientes acima de 0,5 m³, o número máximo de recipientes deve ser igual a 6. Se mais que uma instalação como essa for feita, ela deve distar pelo menos a 7,5 m da outra.

g A distância de recipientes de superfície de capacidade individual de até 8 m³, para edificações/divisa de propriedade, pode ser reduzida à metade, desde que sejam instalados no máximo três recipientes com capacidade total de até 16 m³. Esse recipiente ou conjunto de recipientes devem estar pelo menos 7,5 m distante de qualquer outro recipiente com capacidade individual maior que 0,5 m³.

h Os recipientes de GLP não podem ser instalados dentro de bacias de contenção de outros combustíveis.

i No caso de depósitos de oxigênio e hidrogênio, os afastamentos devem ser conforme as Tabelas 3 e 4, respectivamente.

j Para recipientes contidos em abrigos, com paredes laterais e cobertura resistentes ao fogo, atendendo a 5.4.2, que se interpõe entre os recipientes e o ponto considerado, a distância pode ser reduzida à metade.

k Distâncias não obrigatoriamente requeridas para situações em edificações existentes que possam ter instalações em nicho conforme 5.3.17.

l Para recipientes transportáveis contidos em abrigos, com paredes laterais e cobertura de materiais incombustíveis certificados, que se interponha entre os recipientes e aberturas (portas e janelas), a distância pode ser reduzida à metade.

m Para captação de ar forçado acima das válvulas dos recipientes, o afastamento mínimo de segurança pode ser reduzido para 3 m.

n Para divisa de propriedade comprovadamente não edificável (por exemplo: margens de rios, faixa de segurança de redes elétricas de alta-tensão e de rodovias etc.), o afastamento mínimo de segurança para recipientes estacionários é equivalente à Tabela 6.

Fonte: Tabela 1 da NBR 13523, 2017

No caso de distância de divisa de propriedades edificáveis e passeio público, para recipientes transportáveis, serão adotados os dispostos na tabela 02 (Figura 87).

Figura 87- Afastamento mínimo de segurança para agrupamento de recipientes transportáveis

Central de capacidade volumétrica total ^a m ³	Divisa de propriedades edificáveis / edificações ^{c, d} m	Passeio público ^{b, d} m	Quantidade total de recipientes transportáveis			
			P-45	P-90	P-125	P-190
			(0,108 m ³)	(0,216 m ³)	(0,300 m ³)	(0,450 m ³)
Até 2,0	0	3	18	9	6	4
2,1 a 3,5	1,5	3	19 a 32	10 a 16	7 a 11	5 a 7
3,51 a 5,5	3	3	33 a 50	17 a 25	12 a 18	8 a 11
5,51 a 8,0	7,5	3	51 a 74	26 a 37	19 a 26	12 a 16
Acima de 8 até 10	15	15	75 a 92 máximo	38 a 46 máximo	27 a 33 máximo	17 a 22 máximo

a Centrais com capacidade acima do limite estabelecido na Tabela 2 devem ser analisadas por órgãos competentes considerando situações temporárias e, se em caso definitivas, com as devidas medidas mitigadoras compensatórias definidas.

b Afastamento não aplicável para centrais GLP instaladas em nicho conforme 5.3.17.

c Caso o local destinado à instalação da central que utilize recipientes transportáveis não permita os afastamentos acima, a central pode ser subdividida com a utilização de paredes divisórias resistentes ao fogo com TRRF mínimo de 2 h, material aprovado conforme ABNT NBR 10636, com comprimento e altura de dimensões superiores ao recipiente. Nesse caso, deve se adotar o afastamento mínimo referente à capacidade total de cada subdivisão.

d Para recipientes contidos em abrigos, com paredes laterais e cobertura resistente ao fogo interpondo-se entre os recipientes e o ponto considerado, a distância pode ser reduzida à metade.

Fonte: Tabela 2 da NBR 13523, 2017

A norma também dispõe de distâncias mínimas com relação à projeção das redes elétricas no plano horizontal, em sua Tabela 05 (Figura 88).

Figura 88- Afastamentos para redes elétricas

Nível de tensão ^a kV	Distância mínima ^{b c} m
≤ 0,6	1,8
Entre 0,6 e 23	3,0
≥ 23	7,5

a Cerca elétrica (independentemente do nível de tensão) deve ser considerada como fonte de ignição, com distanciamento definido na Tabela 1.

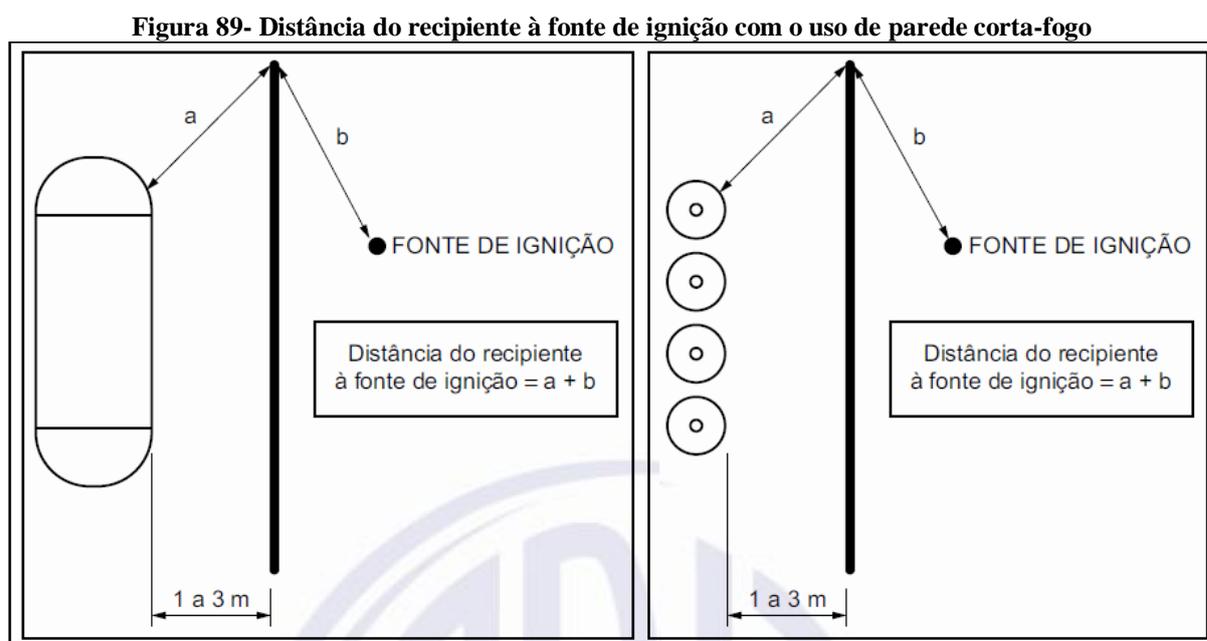
b Os recipientes, quando protegidos por instalação em abrigos com paredes e cobertura (TRRF), que atenda às condições de ventilação mínimas, conforme 5.10.4, podem ser instalados sob redes de até 0,6 kV e reduzir pela metade os demais distanciamentos da Tabela 5.

c Distâncias não requeridas obrigatoriamente para instalações em nicho conforme 5.3.17.

Fonte: Tabela 5 da NBR 13523, 2017

Como forma de assegurar as distâncias e afastamentos adequados dispostos na norma, pode-se adotar a instalação de uma parede resistente ao fogo, de forma a assegurar a distância e o afastamento adequados ao disposto na norma. Seu uso é permitido na impossibilidade de se colocar o recipiente mais distante da fonte de ignição. Essa parede deverá ser totalmente fechada (sem aberturas), com resistência mecânica e que atenda aos requisitos de estanqueidade

e isolamento térmico da ABNT NBR 10636, (ou NBR 6479- Portas e Vedadores- Determinação da resistência ao fogo, de 1992, se o material não for alvenaria) e possuir resistência ao fogo de no mínimo 2h. A sua altura deve ser de no mínimo 1,80m, ou estar na mesma altura do recipiente, o que for maior, devendo distar entre 1m e 3m do ponto mais próximo do recipiente (Figura 89).



Fonte: NBR 13523, 2017

Recomenda-se a construção de somente uma parede resistente ao fogo, com limite a duas segundo a norma. Seu comprimento vai depender da distância que se pretende alcançar, conforme as tabelas apresentadas; pode-se considerar o muro de delimitação da propriedade como parede resistente ao fogo, se seguir o estipulado na norma.

Em recipientes instalados em abrigos, a própria parede ou cobertura do abrigo pode ser enquadrada como resistente ao fogo, se seguir esses critérios.

Para recipientes transportáveis, pode-se construir abrigo de material não inflamável, com ou sem cobertura e portas, desde que respeite as condições de ventilação natural de no mínimo 10 % da área da planta baixa ou área de ventilação permanente mínima 0,32 m² inferior e 0,32 m² superior (o que for maior). Também são possíveis abrigos em recipientes estacionários com até 2m³ de capacidade total, contanto que o alívio da válvula de segurança esteja encaminhado para fora em local seguro, de forma a não limitar a vazão de saída da válvula.

Em condições excepcionais, conforme os registros na NBR 13523, a Central de Gás pode ser construída em nicho ou na cobertura, considerando os requisitos dispostos na mesma.

3.2.3 Aplicação dos critérios relacionados à Proteção passiva em Edificações escolares

Os critérios aqui apresentados objetivaram um maior esclarecimento de itens que auxiliam na proteção passiva contra incêndios, a serem inseridos na fase projetual de edificações escolares. Os quadros abaixo dão respaldo, de forma mais sucinta, à execução do projeto, conforme os itens desenvolvidos.

Quadro 7- Aspectos Espaciais e Formais

ASPECTOS ESPACIAIS E FORMAIS			
CRITÉRIO	ITEM A SER OBSERVADO		
Forma e Organização	Características Construtivas	Ocupação	
		População	
		Dimensionamentos	Área Construída
			Área do Lote
			TO
	TA		
	Recuos		
	Inclinação		
	Forma	Disposição e coordenação de elementos e partes de uma composição de formas, de modo a determinar a sua estrutura final	
	Organização	Centralizada- espaço central dominante, envolto por espaços secundários; Linear- sequência de espaços dispostos de forma linear; Radial- espaço central, do qual derivam espaços lineares, de modo radial; Aglomerada- espaços agrupados entre si; em Malha- espaços organizados dentro de uma malha estrutural.	
Implantação e Circulação	Implantação	Localização do lote; Características do entorno (edificações, vias, etc.)	
	Circulação	Definição de acessos	
		Circulações internas	

Fonte: Autoral, com base em Cavalcante, 2014 e Ching, 2005

Quadro 8- Características Gerais

CARACTERÍSTICAS GERAIS		
CRITÉRIO	ITEM A SER OBSERVADO	NORMATIVA PERTINENTE
Objeto	Edificação escolar	–
Ocupação	Grupo “E”, Estabelecimento Educacional e Cultura Física	Tabela 01- NBR 9077/2001
Porte	Médio	–
Altura	Código "K" Edificações Térreas	Tabela 02- NBR 9077/2001
	Código "L" Edificações Baixas	

(continuação)			
CRITÉRIO	ITEM A SER OBSERVADO		NORMATIVA PERTINENTE
Característica construtiva	Código "X"	Fácil propagação do fogo	Tabela 04- NBR 9077/2001
	Código "Y"	Média propagação do fogo	
	Código "Z"	Difícil propagação do fogo	

Fonte: Autoral, com base em NBR 9077, 2001

Quadro 9- Acessos e Escape: Saídas de Emergência

ACESSOS E ESCAPE- SAÍDAS DE EMERGÊNCIA			
ITEM A SER OBSERVADO		NORMATIVA PERTINENTE	
Cálculo da Largura das saídas (mínimo 1,10m)		Item 4.4 NBR 9077/2001	
acessos	Distância máxima a ser percorrida	Tabela 06 da NBR 9077/2001	
	Quantidade de saídas	Tabela 07 da NBR 9077/2001	
escadas	Tipo: Não Enclausuradas -NE	Item 4.7; Tabela 07 da NBR 9077/2001	
rampas	<p>Uso em descarga e acesso de elevadores de emergência;</p> <p>Quando a altura a vencer for inferior a 0,48 m;</p> <p>Quando a altura a ser vencida não permitir o dimensionamento equilibrado dos degraus de uma escada;</p> <p>Para unir o nível externo ao nível do saguão térreo das edificações em que houver pessoas de cadeiras de rodas.</p>	Item 4.6 NBR 9077/2001	
descarga	Tipo: corredor ou átrio enclausurado; área em pilotis; ou corredor a céu aberto	Item 4.11 NBR 9077/2001	

Fonte: Autoral, com base em NBR 9077, 2001

Quadro 10- Acesso e Escape: Vias de Acesso

ACESSO E ESCAPE- VIAS DE ACESSO			
ITEM A SER OBSERVADO		NORMATIVA PERTINENTE	
Vias Urbanas	L min	6m	
	Peso a suportar (piso)	25ton (em 2 eixos)	
	Altura livre mínima	4,5m	
	Vias <45m	Possuir Retorno Circular, em Y, T, ou outros	
Passagens Subterrâneas e Viadutos	L min	5m	
	Peso a suportar (piso)	25ton (em 2 eixos)	
	Altura livre mínima	4,5m	
	Passarelas	Possuir altura mínima de 4,5m	

IT nº 05/2018

(Continuação)			
ITEM A SER OBSERVADO			NORMATIVA PERTINENTE
Vias de Acesso	L min	6m	IT nº 06/2018
	Peso a suportar (piso)	25ton (distribuído em 2 eixos)	
	Altura livre mínima	4,5m	
	Vias <45m	Possuir Retorno Circular, em Y, T, ou outros	
Portões de Acesso	Largura Mínima	4m	
	Altura Mínima	4,5m	

Fonte: Autoral, com base em IT 05 e 06, 2018

Quadro 11- Controle e Segurança: Materiais Construtivos

CONTROLE E SEGURANÇA- MATERIAIS CONSTRUTIVOS			
ITEM A SER OBSERVADO			NORMATIVA PERTINENTE
Materiais Estruturais	Tempos Requeridos de Resistência ao Fogo- TRRF		Tabela A-1 NBR 14432/ 2001
	Aço		NBR 14323
	Misto (Aço e Concreto)	Vigas	Anexo A - NBR 14323
		Pilares	Anexo B - NBR 14323
		Lajes	Anexo C - NBR 14323
	Concreto		NBR 15200
	Outros Materiais		<i>Eurocode</i> (recomendação)
Materiais de Revestimento e Acabamento (Classificação com base na IT nº 10)	Pisos	Classe I	Tabela 1- NBR 16626/2017
		Classe II-A	
		Classe III-A	
		Classe IV-A	
	Paredes e Divisórias	Classe I	Tabela 3- NBR 16626/2017
		Classe II-A	
		Classe III-A	
	Teto e Forro	Classe I	
		Classe II-A	
	Fachada e Acabamento	Classe I	
		Classe II-A	
		Classe II-B	

Fonte: Autoral, com base em NBR 14432, 2001; NBR 15200, 2012; NBR 16626, 2017

Quadro 12- Controle e Segurança- Isolamento entre edificações

CONTROLE E SEGURANÇA- ISOLAMENTO ENTRE EDIFICAÇÕES		
CRITÉRIO	ITEM A SER OBSERVADO	NORMATIVA PERTINENTE
Isolamento entre edificações	Isolamento de risco por distância de separação entre fachadas	Item 6.1 IT 07/2018
	Isolamento de risco por distância de separação entre cobertura e fachada	Item 6.2 IT 07/2018
	Proteção por paredes de isolamento de risco em edificações contíguas (geminadas)	Item 6.4 IT 07/2018
	Passagens cobertas	Item 6.5 IT 07/2018

Fonte: Autorial, com base em IT 07 do Corpo de Bombeiros de São Paulo, 2018

Quadro 13- Controle e Segurança: Compartimentação

CONTROLE E SEGURANÇA- COMPARTIMENTAÇÃO					
CRITÉRIO	ITEM A SER OBSERVADO		NORMATIVA PERTINENTE		
Compartimentação	Horizontal	Características Construtivas	Parede corta-fogo, sendo construída entre piso e teto, vinculada à estrutura	Item 5.2 IT nº 09/2018	
			Coberturas		
			Uso de Drywall	Anexo D IT nº 09/2018	
		Abertura nas paredes compartimentadas		Portas Corta-Fogo	Item 5.3.1 IT nº 09/2018 NBR 11742
				Vedadores Corta-fogo	Item 5.3.2 IT nº 09/2018 NBR 11711
				Selos corta-fogo	Item 5.3.3 IT nº 09/2018 NBR 6479
				Registros corta-fogo (Dampers)	Item 5.3.4 IT nº 09/2018 NBR 6479
		Aberturas entre fachadas		Entre fachadas ortogonais	Item 5.2.7 IT nº 09/2018
				Entre fachadas paralelas	Item 5.2.8 IT nº 09/2018
	Vertical	Fachadas	Por prolongamento de entrepisos	Item 6.2.1 IT nº 09/2018	
			Por vigas e/ou parapeitos		
			Fachadas Envidraçadas	Item 6.2.1 IT nº 09/2018 NBR 7199 NBR 14925/2003	
		Interior	Entrepisos resistentes ao fogo	Item 6.2.2 IT nº 09/2018 NBR 5628	
Aberturas nos entrepisos		Escadas	Item 6.3.1 IT nº 09/2018 NBR 9077		

(Continuação)				
CRITÉRIO	ITEM A SER OBSERVADO			NORMATIVA PERTINENTE
Compartimentação	Vertical	Aberturas nos entrespisos	Elevadores	Item 6.3.2 IT nº 09/2018 NBR 6479
			Monta-cargas	Item 6.3.3 IT nº 09/2018
			Prumadas das instalações de serviço	Item 6.3.4 IT nº 09/2018
			Aberturas de passagem de dutos de ventilação, ar-condicionado e exaustão	Item 6.3.5 IT nº 09/2018
			Átrios	Item 6.3.7 IT nº 09/2018
			Prumadas enclausuradas	Item 6.3.8 IT nº 09/2018
			Prumadas de Ventilação Permanente	Item 6.3.9 IT nº 09/2018

Fonte: Autoral, com base em IT 09 do Corpo de Bombeiros de São Paulo, 2018

Quadro 14- Controle e Segurança: Central de GLP

CONTROLE E SEGURANÇA- CENTRAL DE GLP		
CRITÉRIO	ITEM A SER OBSERVADO	NORMATIVA PERTINENTE
Central de Gás Liquefeito de Petróleo	Afastamentos Mínimos	Tabela 01 NBR 13523
	Distância de divisa de propriedades edificáveis e passeio público (recipientes transportáveis)	Tabela 02 NBR 13523
	Distâncias mínimas com relação à projeção das redes elétricas no plano horizontal	Tabela 05 NBR 13523

Fonte: Autoral, com base em NBR 13523, 2017

4 APLICAÇÃO EM OBJETO DE ESTUDO- ESPAÇO EDUCATIVO URBANO DE 12 SALAS

Para a presente análise será observado o Projeto da Escola Padrão- PEED, Espaço Educativo Urbano de 12 Salas, no que diz respeito aos aspectos projetais voltados à proteção passiva contra incêndio e pânico. Os critérios a serem observados seguirão o disposto no instrumento de análise elaborado no capítulo anterior, para verificação em conformidade com os itens considerados na figura acima.

Dentro da proposta do PAR, o programa propõe o Projeto Espaço Educativo Urbano- PEED 12 salas, especificado conforme apresentado abaixo.

Quadro 15- Projeto Escola Padrão- PEED 12 Salas

Tipologia	Capacidade	Dimensões do terreno	Área Construída	Ano última atualização
PEED 12 salas	390 alunos (por turno)	80m x 100m (declividade máxima de 3%)	3.228,08m ²	2015

Fonte: Elaboração autoral, com base em informações da FNDE²⁸, 2018

O projeto atua como base em edificações escolares a serem construídas para capacidades de 780 alunos em dois turnos (matutino e vespertino), ou 390 alunos em turno integral, dispostos em 12 salas. O programa estabelece critérios para a construção dessas escolas, que por sua vez recebem o apoio necessário para sua execução. Trata-se de uma edificação térrea, com blocos que se distribuem entre áreas de lazer/recreação, educacional, administrativa, sanitários e áreas de serviço.

4.1 Análise Disciplinar de Projeto

4.1.1 Aspectos Espaciais e Formais

A escola apresenta oito blocos interligados e possui um acesso para pedestres e outro para veículos. Sua composição se reparte entre área educacional, área administrativa, área para serviços, sanitários e espaços de lazer e recreação. Esses espaços são distribuídos entre os blocos e dispostos entre áreas abertas.

O projeto se classifica como uma edificação escolar de médio porte, previsto para uso de 420 pessoas, sendo 30 funcionários e 390 alunos (simultaneamente), distribuídos em 12 salas, em uma área construída de 3.228,08m². A dimensão recomendada para o lote é de 8.000m², com taxa de ocupação de 40% e Coeficiente de aproveitamento de 0,40. Seus recuos

²⁸ Disponível em < <http://www.fn.de.gov.br/programas/par/eixos-de-atuacao/infraestrutura-fisica-escolar/item/5958-projeto-esp%C3%A7o-educativo-urbano-12-salas> > Acesso em 10 ago 2018.

variam, sendo o recuo mínimo de 3,20 metros. A previsão é de que o lote tenha inclinação de até 3%, porém sua disposição em blocos interligados permite uma flexibilidade, em caso de um declive maior (MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO, 2015).

A edificação é composta por blocos de formato retangular, perpendiculares aos muros externos, que se interligam por meio de corredores cobertos. O Bloco A comporta a parte de coordenação da escola, havendo, a partir dele, o acesso aos demais. Os blocos se configuram dentro de uma organização linear (Figuras 90 e 91).

Figura 90- Perspectiva Projeto Padrão 12 Salas



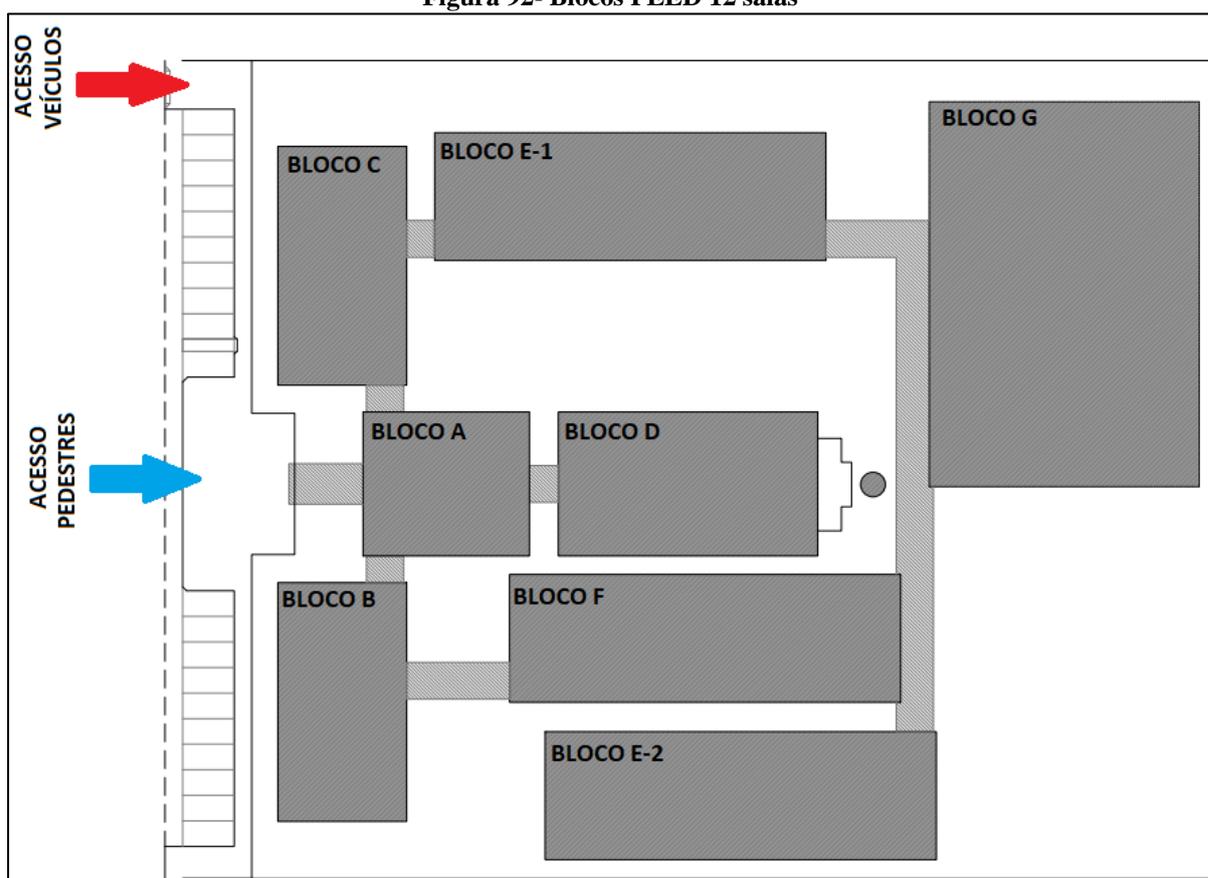
Fonte: FNDE, 2015

Figura 91- Perspectiva aérea Projeto Padrão 12 Salas



Fonte: FNDE, 2015

Figura 92- Blocos PEED 12 salas



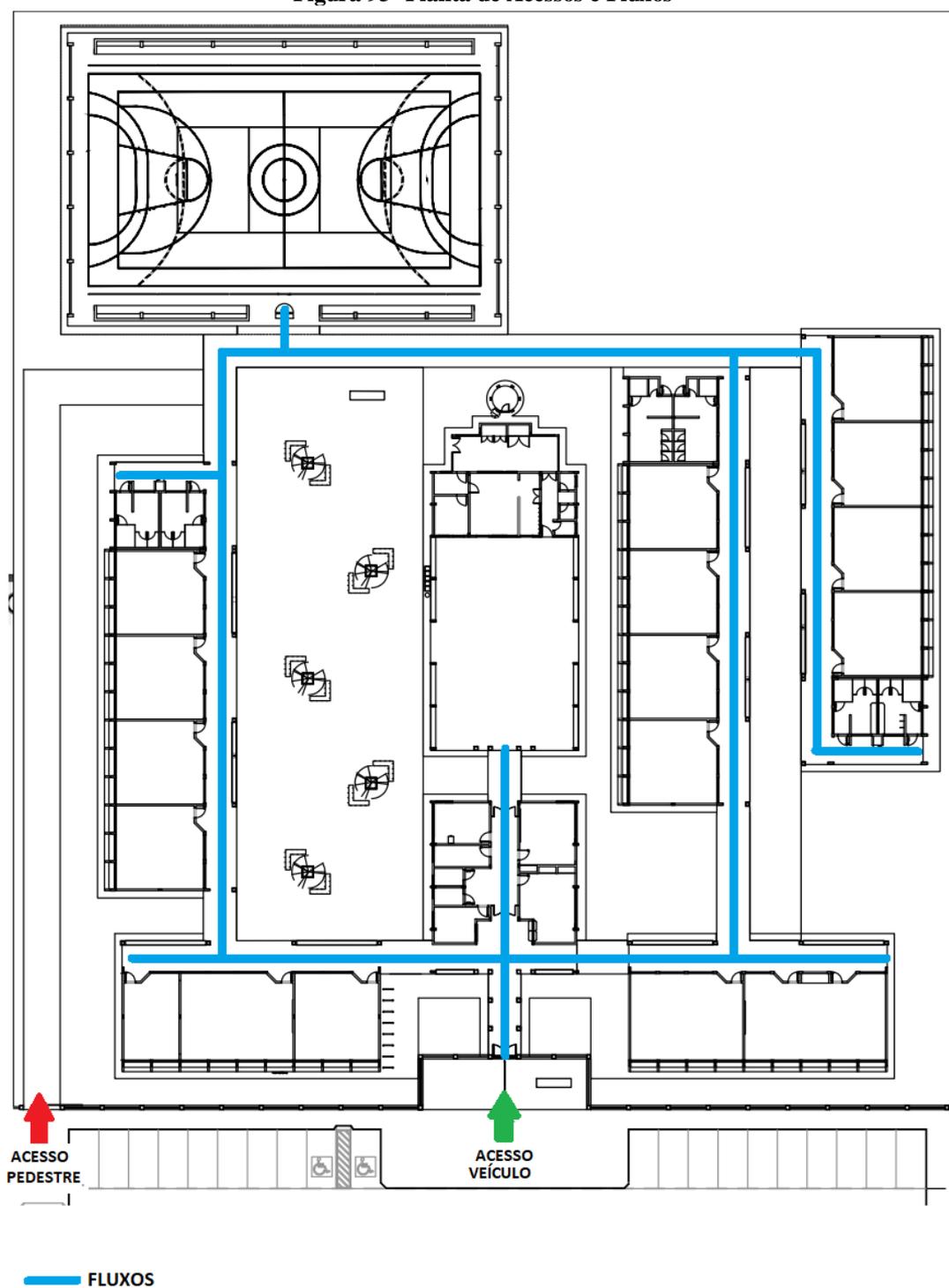
Fonte: Elaboração autoral, através de planta disponível no site do FNDE, 2018

A edificação possui dois acessos, localizados na fachada principal (frontal) da edificação: um acesso exclusivo para pedestres e outro para veículos (Figura 92). Não há previsão de acessos através de outra fachada, sendo toda a edificação cercada por muro de 1,80 metros. O acesso de pedestres, por ser o maior fluxo, é considerado por Ching (2005) como acesso frontal, que conduz o usuário diretamente para a edificação, numa trajetória reta e clara.

Os acessos internos, compostos por corredores que interligam os blocos, cobertos, porém abertos nas laterais, lineares, conduzem o usuário entre salas, sanitários e áreas de convivência. Todos os acessos partem da área da coordenação, o que pode ser visto como estratégia para um maior monitoramento dos alunos por parte do corpo técnico (Figura 93).

O fato de a circulação ser composta por corredores abertos em pelo menos um dos seus lados, tendo boa parte deles acesso a áreas livres, e sua linearidade contribuem para um trajeto mais confortável, por não passarem ideia de enclausuramento, havendo maior objetividade no trajeto, por conduzir as pessoas de forma direta de um local a outro. Essas aberturas também permitem uma visibilidade mais ampla da edificação, um facilitador para guiar a um local seguro em caso de incêndio ou sinistro.

Figura 93- Planta de Acessos e Fluxos



Fonte: Planta baixa do projeto, disponível no site do FNDE, editada pela autora, 2018

A composição do projeto por blocos mostra sua flexibilidade, com possibilidade de execução parcial, a depender da necessidade do local. E percebe-se a presença de modulação, com muitas dimensões iguais, o que é uma boa estratégia para execução rápida e redução de custos.

Quadro 16- Síntese do Diagnóstico - Análise Disciplinar PEED 12

ASPECTOS ESPACIAIS E FORMAIS				
CRITÉRIO	ITEM A SER OBSERVADO		DESCRIÇÃO DO EDIFÍCIO	
Forma e Organização	Caract. Construtivas	Ocupação	<i>Edificação Escolar de Médio Porte e Baixa Altura</i>	
		População	<i>420 pessoas</i>	
		Dimensionamentos	Área Construída	<i>3.228, 08m²</i>
			Área do Lote	<i>8.000m²</i>
			TO	<i>40%</i>
			TA	<i>0,4</i>
			Recuos	<i>Frontal= 3,69m</i>
		<i>Laterais= 8,48m; 3,19m</i>		
	<i>Fundo= 27,55m; 1,21m (quadra)</i>			
	Inclinação	<i>3% (máx.)</i>		
Forma	Disposição e coordenação de elementos e partes de uma composição de formas, de modo a determinar a sua estrutura final	<i>Blocos Retangulares perpendiculares e/ou paralelos entre si</i>		
Organização	Centralizada- espaço central dominante, envolto por espaços secundários; Linear- sequência de espaços dispostos de forma linear; Radial- espaço central, do qual derivam espaços lineares, de modo radial; Aglomerada- espaços agrupados entre si; Em malha- espaços organizados dentro de uma malha estrutural.	<i>Linear, com Blocos Retangulares interligados por circulações</i> <i>Distribuição:</i> <i><u>BLOCO A</u> (Almoxarifado; Coordenação; Diretoria; Secretaria; Sala professores; Sanitários)</i> <i><u>BLOCO B</u> (Auditório; Biblioteca)</i> <i><u>BLOCO C</u> (Laboratório; Informática; Sala grêmio)</i> <i><u>BLOCO D</u> (Refeitório; Área serviço; DML*; Cozinha; Despensa; Triagem; Pátio Serviço; Central GLP**; Depósito Lixo)</i> <i><u>BLOCO E-1/ E-2</u> (Salas de Aula; Sanitários)</i> <i><u>BLOCO F</u> (Salas de Aula; Vestiários)</i> <i><u>BLOCO G</u> (Quadra Coberta)</i>		
Implantação e Circulação	Implantação	Localização do lote; características do entorno (edificações, vias, etc)	<i>A Definir...</i>	
	Circulação	Definição de acessos	<i>Frontal e centralizado (Pedestres)</i> <i>Frontal e lateral (Veículos)</i>	
		Circulações internas	<i>Caminhos abertos lateralmente e lineares</i>	

Fonte: Elaboração Autoral, com base nos dados fornecidos pela FNDE, 2015

Conforme se percebe na análise, a edificação encontra critérios que colaboram com a segurança contra incêndio. Esse fato pode ser observado na separação da edificação por blocos

interligados, a quantidade de espaços livres e abertos, e a linearidade, que permite a maior objetividade do percurso. Não há previsão de acessos em outra fachada. O acesso central possibilita a condução de forma clara e direta à edificação. Acessos internos cobertos, porém, abertos, e lineares, permitem um trajeto objetivo e com boa visibilidade.

A edificação é distribuída em blocos, interligados entre si por corredores, garantindo mais flexibilidade ao projeto. A sua taxa de ocupação possibilita espaços mais amplos e abertos, o que permite maior conforto. A inclinação baixa gera conforto para os usuários, mesmo com limitações físicas.

4.2 Análise Normativa de Projeto

4.2.1 Acesso e Escape

4.2.1.1 Saídas de Emergência

As características gerais da edificação estão dispostas no Quadro 17:

Quadro 17- Síntese de Diagnóstico- Características Gerais

CARACTERÍSTICAS GERAIS				
CRITÉRIO	ITEM A SER OBSERVADO		NORMATIVA PERTINENTE	DESCRIÇÃO DO EDIFÍCIO
Objeto	Edificação escolar		–	Edificação Escolar de Médio Porte
Ocupação	Grupo “E”, Estabelecimento Educacional e Cultura Física		Tabela 01- NBR 9077/2001	E-1
Porte	Médio		–	Médio - 420 pessoas
Altura	Código "K"	Edificações Térreas	Tabela 02- NBR 9077/2001	K
	Código "L"	Edificações Baixas (h ≤ 6,00m)		
Característica construtiva	Código "X"	Fácil propagação do fogo	Tabela 04- NBR 9077/2001	Y
	Código "Y"	Média propagação do fogo		
	Código "Z"	Difícil propagação do fogo		

Fonte: Autor, com base da NBR 9077, 2001

A edificação se enquadra como Grupo E-1- Escolas em Geral, de acordo com a Tabela 01 da NBR 9077-2001, e é térrea e plana, com inclinação máxima de 3%, com fluxos de passagem desobstruídos e largura de 2,10m em seus trechos mais estreitos. Suas características construtivas, conforme o seu Memorial Descritivo, registram uso de estrutura de concreto armado e alvenaria, com telhas de barro sobre estrutura de cobertura metálica e passarelas metálicas modulares, inicialmente se caracterizando como “Y”, em análise à tabela 04 da NBR 9077-2001, não havendo critérios suficientes para sua classificação como “Z”.

A partir dessas informações, encontram-se as exigências necessárias para os itens das saídas de emergência da edificação (Quadro 18).

Quadro 18- Síntese de Diagnóstico- Saídas de Emergência

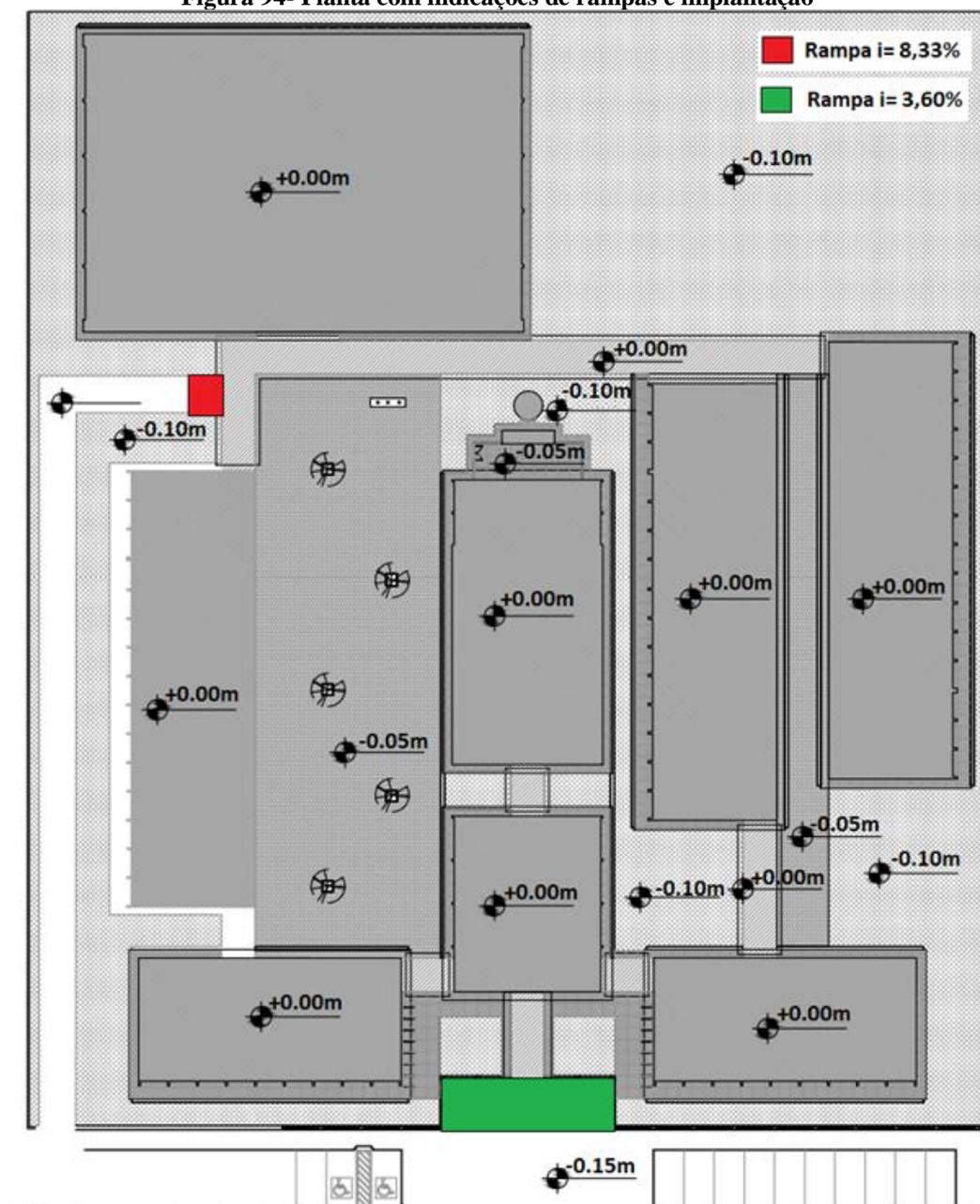
ACESSOS E ESCAPE- SAÍDAS DE EMERGÊNCIA			
ITEM A SER OBSERVADO		NORMATIVA PERTINENTE	EXIGÊNCIAS P/ O EDIFÍCIO
Cálculo da Largura das saídas (mínimo 1,10m)		Item 4.4 NBR 9077/2001	Lmin Acessos, Descargas e Portas= 2,75m; Lmin Rampas= 3,85m
acessos	Distância máxima a ser percorrida	Tabela 06 da NBR 9077/2001	30 metros
	Quantidade de saídas	Tabela 07 da NBR 9077/2001	2
escadas	Tipo: Não Enclausuradas -NE	Item 4.7; Tabela 07 da NBR 9077/2001	Não se aplica
rampas	Uso em: descarga e acesso de elevadores de emergência; Quando a altura a vencer for inferior a 0,48 m; Quando a altura a ser vencida não permitir o dimensionamento equilibrado dos degraus de uma escada; Para unir o nível externo ao nível do saguão térreo das edificações em que houver pessoas de cadeiras de rodas.	Item 4.6 NBR 9077/2001	Acesso Principal e Acesso Veículos com rampas: l min= 3,85m Guarda-Corpo h min= 1,05m Corrimãos= 0,80m ≤ h ≤ 0,92m
descarga	Tipo: corredor ou átrio enclausurado; área em pilotis; ou corredor ao céu aberto	Item 4.11 NBR 9077/2001	Lmin 2,75m

Fonte: Autor, com base da NBR 9077, 2001

Quanto à largura das saídas de emergência, considerando a sua população máxima de 420 pessoas, e em acordo com a Tabela 05 da NBR 9077-2001 (que determina o valor 100 em acessos e descargas, 60 em escadas e rampas, e 100 em portas), aplica-se a fórmula que consta na NBR. Assim, em Acessos, Descargas e Portas, essa largura mínima é de 2,75m; em Rampas 3,85m, conforme mostra o Anexo A.

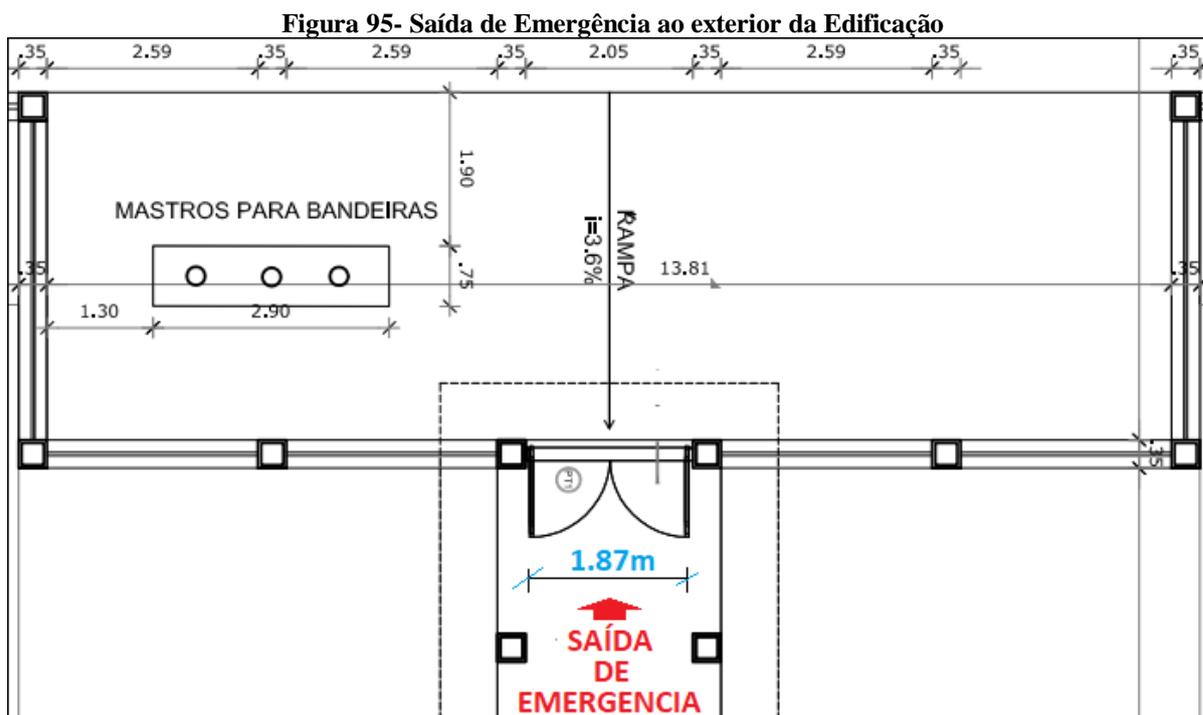
Apesar de ser uma edificação térrea, o projeto conta com duas rampas de acesso, uma localizada no acesso principal e a outra no acesso veículos (Figura 94), para vencer os pequenos desníveis entre esses acessos e as passagens internas.

Figura 94- Planta com indicações de rampas e implantação



Fonte: Planta baixa do projeto, disponível no site do FNDE, editada pela autora, 2018

Em relação aos acessos, descargas e portas, a norma determina uma largura mínima de 2,75m, e a previsão de duas saídas de emergência. Apesar de no projeto haver apenas uma saída ao exterior do edifício, com 1,87m, e, inicialmente não suprir a desocupação dos usuários, a disposição da edificação em blocos, de forma que todos possuem corredores abertos para áreas externas (Figuras 95 e 96), e a ampla área próxima à quadra, que possibilita um local seguro em caso de incêndio, essa questão não configura um problema, devendo estar, portanto, aliada a medidas relacionadas ao preparo de profissionais que guiem os usuários a esses locais seguros, em caso de incêndio.



Fonte: Planta disponível no site do FNDE, editada pela autora, 2018

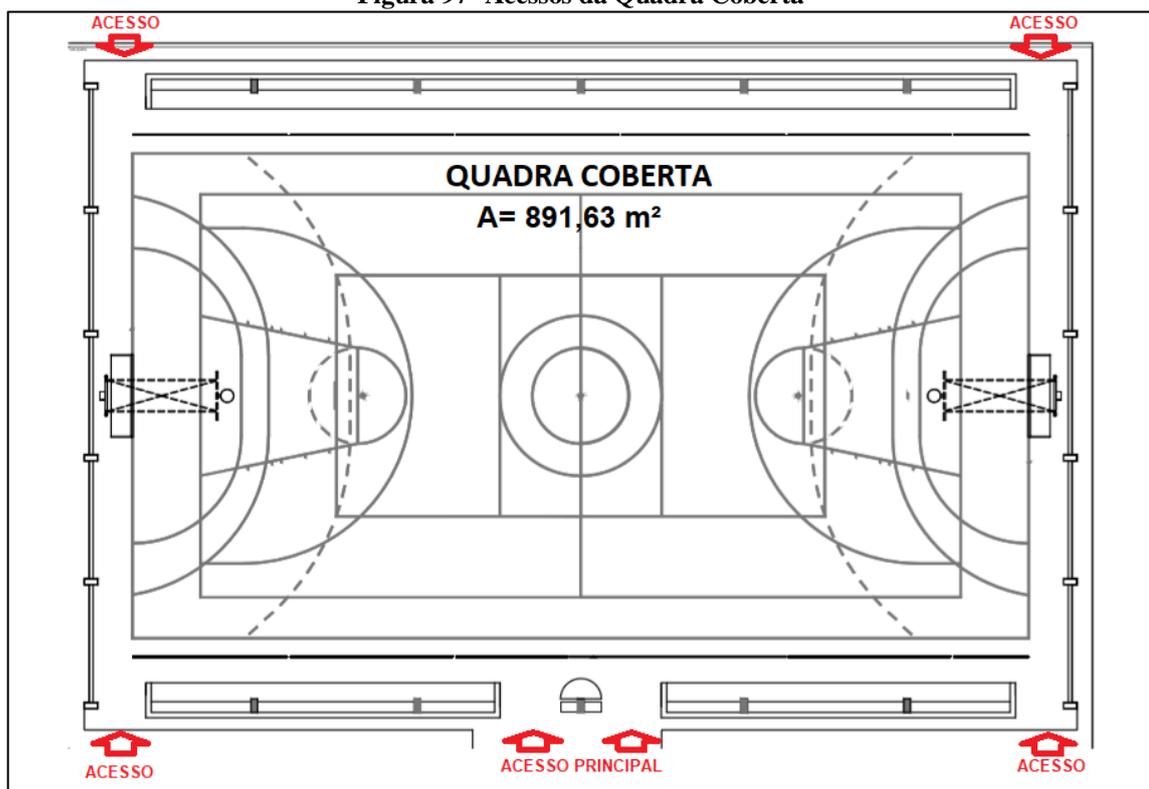
Figura 96- Perspectiva da área externa da PEED 12 salas



Fonte: FNDE, 2015

Em relação à Quadra, conforme cálculos que constam no Anexo A, verifica-se a necessidade de 18 U.P (9,90m), que é suprida pelos seus acessos principais (com 5,68 metros) e laterais (que somam 7,12 metros), totalizando 12,80 metros, aproximadamente 23 U.P. (Figura 97).

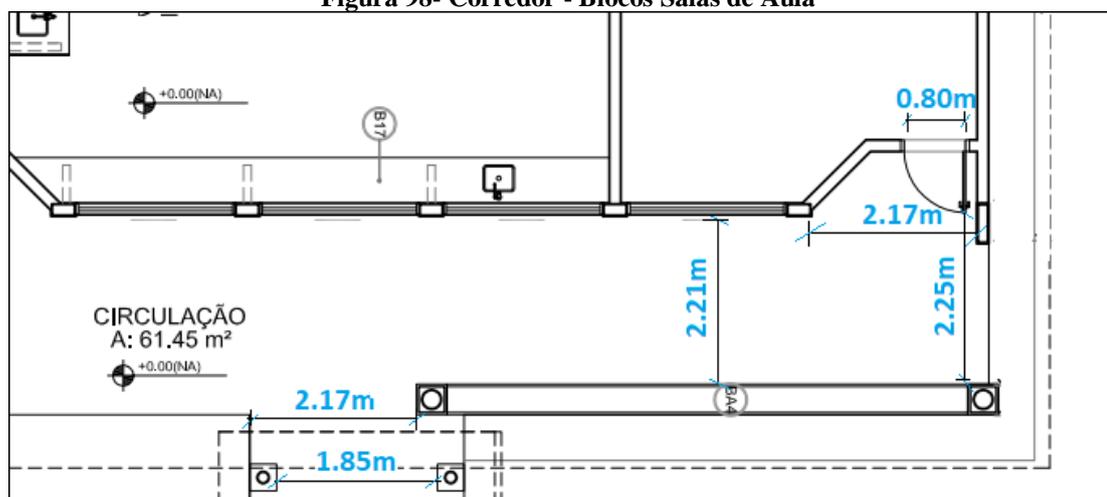
Figura 97- Acessos da Quadra Coberta



Fonte: Planta disponível no site do FNDE, editada pela autora, 2018

Também foi calculado o dimensionamento para as salas de aula, que necessitam apenas de uma unidade de passagem cujo atendimento é positivo por haver respeito à dimensão mínima de 0,80m para saída (Figura 98). A previsão do projeto é de que as portas possuam abertura para dentro das rotas de saídas, e estejam dispostas de forma a não prejudicar as dimensões das mesmas.

Figura 98- Corredor - Blocos Salas de Aula



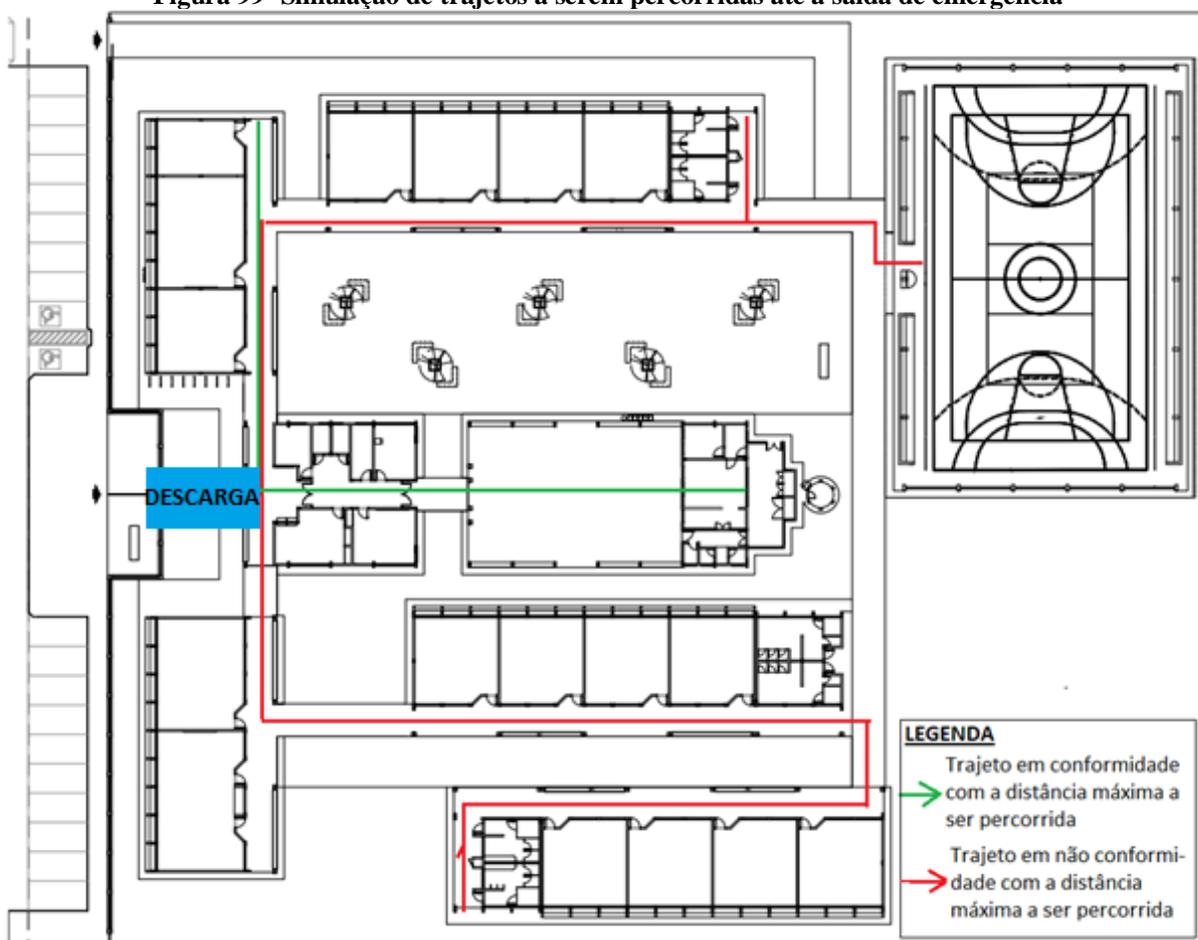
Fonte: Planta disponível no site do FNDE, editada pela autora, 2018

Em análise por bloco, ao aplicar no Anexo A os cálculos para determinar as dimensões de saídas das circulações e acessos dos mesmos, obtém-se a largura mínima de 1,10m, que é

suprida em todos os pontos, e ainda a largura recomendada pela NBR 9050- Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. Rio de Janeiro, de 2015, de um mínimo entre 1,50m e 1,80m, para maior conforto de usuários de cadeira de rodas.

A distância máxima a ser percorrida, conforme aplicação da Tabela 6 da NBR 9077-2001, no Anexo A, deve ser de até 30 metros, mesmo sendo do ponto mais desfavorável do edifício. Após simulações nas plantas (Figura 99), nota-se que, se considerada a única saída externa, esse valor não é respeitado em todos os espaços, conforme mostra a Figura 98, porém outras estratégias podem ser adotadas, como a determinação de um espaço seguro dentro da edificação que possa abrigar os usuários até a chegada do Corpo de Bombeiros.

Figura 99- Simulação de trajetos a serem percorridas até a saída de emergência



Fonte: Planta disponível no site do FNDE, editada pela autora, 2018

Por se tratar de escola, em sua maioria composta por crianças e adolescentes, entende-se a necessidade de maior monitoramento, o que pode ter influenciado no menor número de saídas. Porém, isso não pode ocorrer em detrimento da segurança dos usuários; é necessário que se respeitem as questões voltadas à segurança, e que, a partir disso, criem-se estratégias para um maior monitoramento e controle dos alunos. Assim, é importante que se proponham,

além do dimensionamento das saídas, medidas que garantam a segurança, como simulações regulares para que os alunos saibam como agir em caso de emergência.

4.2.1.2 Acesso de Viaturas

Considerando-se que se trata de um projeto padrão, o Quadro de Vias Urbanas serve como parâmetro e recomendação, para ser respeitado no lote em que será implantada a escola. É interessante que a escolha do local apresente os critérios explanados na Instrução Técnica nº 5. É importante, sempre que possível, que as dimensões e características recomendadas sejam levadas em consideração na escolha do terreno. As exigências das normativas para a edificação estão expostas no Quadro 19.

Quadro 19- Síntese de Diagnóstico - Vias de Acesso

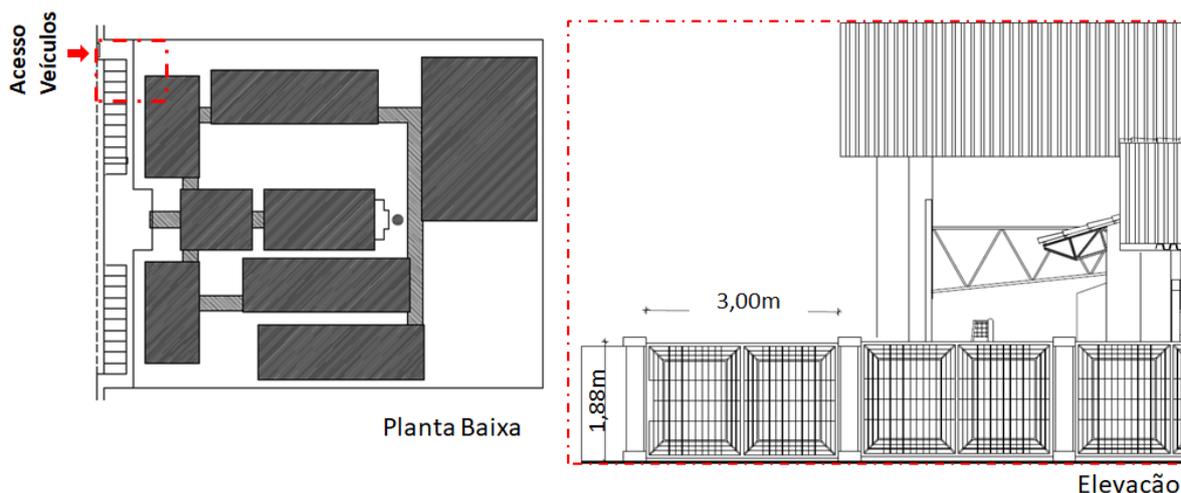
ACESSO E ESCAPE- VIAS DE ACESSO										
ITEM A SER OBSERVADO			NORMATIVA PERTINENTE	DESCRIÇÃO DO EDIFÍCIO						
Vias Urbanas	L min	6m	IT nº 05/2018	A definir na implantação...						
	Peso a suportar (piso)	25ton (em 2 eixos)								
	Altura livre mínima	4,5m								
	Vias <45m	Possuir Retorno Circular, em Y, T, ou outros								
Passagens Subterrâneas e Viadutos	L min	5m			IT nº 06/2018	3,00 metros				
	Peso a suportar (piso)	25ton (em 2 eixos)								
	Altura livre mínima	4,5m								
	Passarelas	Possuir altura mínima de 4,5m								
Vias de Acesso	L min	6m	IT nº 06/2018						
	Peso a suportar (piso)	25ton (distribuído em 2 eixos)								
	Altura livre mínima	4,5m								
	Vias <45m	Possuir Retorno Circular, em Y, T, ou outros								
Portões de Acesso	Largura Mínima	4m			IT nº 06/2018	> 4,50m				
	Altura Mínima	4,5m								
Portões de Acesso	Largura Mínima	4m					IT nº 06/2018	Não se aplica		
	Altura Mínima	4,5m								
Portões de Acesso	Largura Mínima	4m	IT nº 06/2018	3,00 metros						
	Altura Mínima	4,5m								
Portões de Acesso	Largura Mínima	4m							IT nº 06/2018	Livre
	Altura Mínima	4,5m								

Fonte: Autora, com base na IT 05 e 06 do Corpo de Bombeiros de São Paulo, 2018

O portão da edificação de acesso previsto para entrada e saídas de veículos, bem como sua via, possui largura de 3 metros (Figura 100). Assim, não comportaria a entrada de viatura de bombeiro, que necessitaria de uma largura mínima de 4,5m, conforme a IT 06 (2018), com

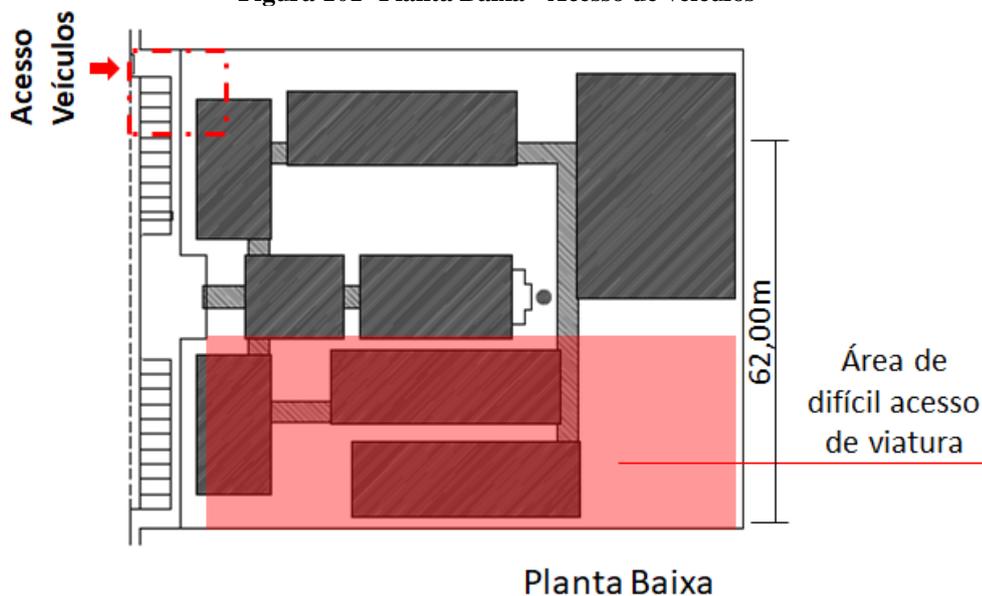
vias preferencialmente de 6 metros. Quanto à altura, por não haver obstáculos acima do portão e nem durante o trajeto da via, não apresenta problema para o acesso de viaturas. Outra observação é a inviabilidade de acesso a uma parte da edificação por parte das viaturas, o que dificultaria a extinção do incêndio, pois algumas delas não possuem alcance para suprir tal distância (Figura 101).

Figura 100- Planta Baixa e Elevação do portão de acesso de veículos



Fonte: Plantas fornecidas pelo FNDE, 2015

Figura 101- Planta Baixa - Acesso de veículos



Fonte: Plantas fornecidas pelo FNDE, 2015

Esses pontos, porém, podem ser facilmente resolvidos, pois há espaço para a previsão de um portão maior, e não há estruturas que impeçam o aumento da altura do portão de acesso. Contudo, essas questões devem ser acrescentadas ainda em projeto, a fim de garantir a sua execução e assegurar o acesso das viaturas.

4.2.2 Controle e Segurança

4.2.2.1 Elementos Construtivos

4.2.2.1.1 Materiais Estruturais

Conforme a altura da edificação, que é térrea e sem subsolo, e de acordo com a Tabela A-1 da NBR 14432-2001, a mesma se enquadra como Classe P-1, necessitando, portanto, de um TRRF mínimo de 30 minutos (Figura 102).

Quadro 20- Síntese de Diagnóstico- Controle e Segurança- Elementos Construtivos

CONTROLE E SEGURANÇA- ELEMENTOS CONSTRUTIVOS				
ITEM A SER OBSERVADO		NORMATIVA PERTINENTE		EXIGÊNCIAS P/ O EDIFÍCIO
Tempos Requeridos de Resistência ao Fogo- TRRF		Tabela A-1 NBR 14432/ 2001		30 min
Material	Aço		NBR 14323/2013	Realizar cálculo estrutural
	Misto (Aço e Concreto)	Vigas	Anexo A - 14323/2013	Não se Aplica
		Pilares	Anexo B - 14323/2013	Não se Aplica
		Lajes	Anexo C - 14323/2013	Não se Aplica
	Concreto		NBR 15200	Realizar cálculo estrutural
Outros Materiais		Eurocode (recomendação)	Não se Aplica	

Fonte: Autora, com base em NBR 14432, 2001; NBR 14343, 2013; NBR 15200, 2012

Figura 102- Tabela para definição de TRRF mínimo a ser implantado

Grupo	Divisão	Profundidade do subsolo		Altura da edificação				
		Classe S ₂ h _s > 10 m	Classe S ₁ h _s ≤ 10 m	Classe P ₁ h ≤ 6 m	Classe P ₂ 6 m < h ≤ 12 m	Classe P ₃ 12 m < h ≤ 23 m	Classe P ₄ 23 m < h ≤ 30 m	Classe P ₅ h > 30 m
A	A-1 a A-3	90	60 (30)	30	30	60	90	120
B	B-1 e B-2	90	60	30	60 (30)	60	90	120
C	C-1 a C-3	90	60	60 (30)	60 (30)	60	90	120
D	D-1 a D-3	90	60 (30)	30	60 (30)	60	90	120
E	E-1 a E-6	90	60 (30)	30	30	60	90	120
F	F-1, F-2, F-5, F-6 e F-8	90	60	60 (30)	60	60	90	120

Fonte: Tabela A-1 da NBR 14432, 2001

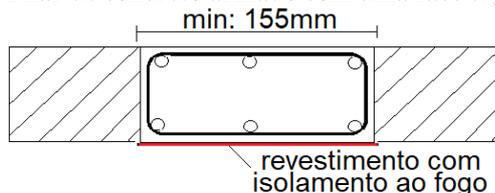
De acordo com o Memorial Descritivo do projeto, adotou-se como sistema construtivo o uso de:

Pilares:

Os pilares em concreto armado moldado in loco possuem uma variação de dimensões, especificadas em projeto estrutural. Conforme a NBR 15200/2012, se apenas uma face estiver

exposta ao fogo, tendo em vista o TRRF de 30min, essa face deve possuir no mínimo 155 mm. As demais faces podem estar envoltas de materiais incombustíveis, como paredes de alvenaria, ou possuir algum material resistente ao fogo. Se mais de uma face estiver exposta ao fogo, deverá ser adotada outra das formas de cálculos estabelecidas para garantia da sua resistência, de acordo com as suas dimensões (Figura 103).

Figura 103- Pilar de concreto armado com uma face exposta ao fogo



Fonte: Autor, 2019

Conforme Memorial Descritivo, que prevê pilares com dimensões entre 15x30cm, 15x50cm, 27x27cm, será permitido, para esses pilares de concreto armado, que uma face esteja exposta ao fogo (desde que a distância entre essa face e a armadura seja de pelo menos 25mm, de acordo com a Tabela 12 da NBR 15200/2012).

As passarelas são compostas por pilares metálicos, de estrutura circular, com diâmetro de 250mm, conforme informado em Memorial Descritivo. Não há previsão de revestimento que possibilite uma maior resistência desses pilares, necessitando de cálculo para comprovar sua resistência pelo tempo necessário.

A quadra é composta por pilares mistos, os quais, a priori, necessitam de dimensões mínimas de 150mm (Figura 104), que, de acordo com o Memorial Descritivo, suprem, por possuírem dimensões em torno de 24x50cm.

Figura 104- Requisitos para pilares mistos totalmente revestidos com concreto

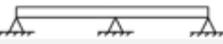
		TRRF min				
		30	60	90	120	180
1.1	Dimensões mínimas de d_c e b_c (mm)	150	180	220	300	350
1.2	Cobrimento mínimo de concreto para a seção de aço estrutural c (mm)	40	50	50	75	75
1.3	Distância mínima da face ao eixo das barras da armadura u_s (mm)	20	30	30	40	50

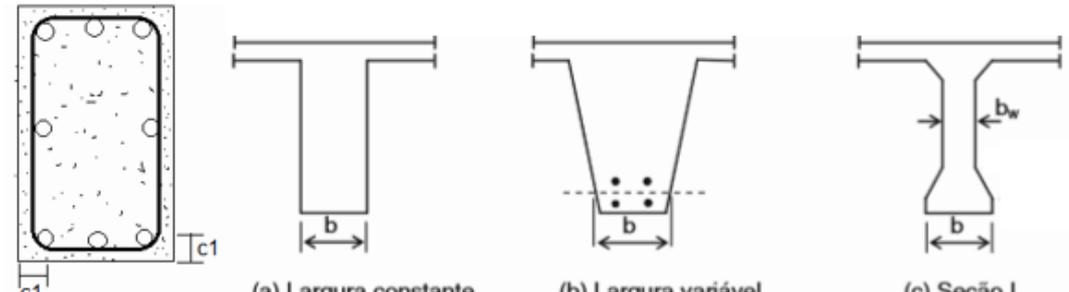
Fonte: Tabela B.1 da NBR 15200, 2012

Vigas:

As vigas previstas são em concreto armado moldado in loco. Conforme especificado na NBR 15200 (2012), devem ser biapoiadas ou contínuas e possuir b_{min} ²⁹ de 80mm, podendo ser de 190, a depender do valor de c_1 ³⁰, conforme exposto na Tabela 1, e apresentado na figura abaixo (Figura 105).

Figura 105- Recorte da Tabela 01 (Dimensões mínimas para vigas em concreto em situação de incêndio)

Tipo	Tabela com dimensões mínimas					
	TRRF min	Combinações de b_{min}/c_1 mm/mm				b_{wmin} mm
vigas biapoiadas¹ 		1	2	3	4	
	30	80/25	120/20	160/15	190/15	80
	60	120/40	160/35	190/30	300/25	100
	90	140/60	190/45	300/40	400/35	100
Vigas contínuas ou vigas de pórtico² 		1	2	3	4	
	30	80/15	160/12	–	–	80
	60	120/25	190/12	–	–	100
	90	140/37	250/25	–	–	100



(a) Largura constante (b) Largura variável (c) Seção I

Fonte: Elaboração Autoral, com base em NBR 15200, 2012

Laje:

O memorial descritivo prevê lajes pré-moldadas de altura média aproximada de 12 cm. Através das plantas baixas e cortes, nota-se a intenção de uso de lajes simples apoiadas que, conforme Tabela 6 da NBR 15200/ 2012 (Figura 106), deve possuir altura mínima de 6m, assim, atendendo ao objetivo.

²⁹ Conforme NBR 15200 (2012) b_{min} corresponde à dimensão mínima da viga.

³⁰ Conforme NBR 15200 (2012) b_{min} corresponde à distância entre o eixo da armadura longitudinal e a face do concreto exposta ao fogo.

Figura 106- Dimensões mínimas para lajes com resistência ao fogo

TRRF min	h^a mm	c_1 mm		
		Laje armada em duas direções ^b		Laje armada em uma direção $\ell_y/\ell_x > 2$
		$\ell_y/\ell_x \leq 1,5$	$1,5 < \ell_y/\ell_x \leq 2$	
30	60	10	10	10
60	80	10	15	20
90	100	15	20	30

Fonte: Tabela 06 da NBR 15200, 2012

As dimensões aplicadas consideraram apenas previsão em projeto arquitetônico e memorial descritivo. Cálculos mais minuciosos e dimensões precisas serão definidos em projeto estrutural, porém manter em projeto arquitetônico dimensões compatíveis com os mínimos exigidos garante ao projetista um maior domínio do seu projeto, diminuindo assim as chances de modificações por parte dos projetos complementares que venham a afetar esteticamente e conceitualmente esse projeto.

4.2.2.1.2 Materiais de Acabamento e Revestimento

Com base nos materiais de acabamento e revestimento especificados no Memorial Descritivo, e considerando as informações de combustibilidade dos materiais fornecidos pela IT nº 10 e pelas tabelas de Coutinho e Gouveia, foram estabelecidas as Classes dos materiais a serem inseridos na edificação (Quadro 21).

Quadro 21- Síntese de Diagnóstico- Materiais de Revestimento e Acabamento

MATERIAIS DE REVESTIMENTO E ACABAMENTO ESPECIFICADOS				COMBUSTIBILIDADE*
Materiais de Revestimen- to e Acabamen- to	Pisos	Pátio Coberto e Circulações	Granitina	Classe I
			Piso podotatil 30x30cm	Material não especificado
		Demais Ambientes Internos	Cerâmica antiderrapante 40x40cm	Classe I
		Áreas Molhadas	Cerâmica antiderrapante 40x40cm	Classe I
		Área de serviço descoberta	Cimento desempenado	Classe I
		Quadra	Piso industrial polido em concreto armado com demarcações coloridas com pintura à base de resina acrílica	Classe I

CONTINUAÇÃO					
Materiais de Revestimento e Acabamento	Pisos	Pátio aberto	Piso em bloco intertravado de concreto	Classe I	
	Paredes e Divisórias	Salas de Aula	Cerâmica 30x40cm (do piso à altura de 0,90m)	Classe I	
			Roda-meio de 10cm de Madeira (altura de 0,90m do piso)	Material não especificado	
			Pintura acrílica (do rodameio ao teto) acetinada	Classe IV-A	
		Secretaria/Administração	Cerâmica 30x40cm (do piso à altura de 0,90m)	Classe I	
			Roda-meio de 10cm de Madeira (altura de 0,90m do piso)	Material não especificado	
			Pintura acrílica (do rodameio ao teto) acetinada	Classe IV-A	
		Cozinha	Cerâmica 30x40cm (do piso ao teto)	Classe I	
		Sanitários e Vestiários	Cerâmica 30x40cm (do piso à altura de 1,80m)	Classe I	
			Roda-meio de cerâmica 10x10m (altura 1,80m do piso)	Classe I	
			Pintura acrílica (do rodameio ao teto) acetinada	Classe IV-A	
		Teto e Forro	Pintura PVA sobre massa corrida PVA		-
		Fachada e Acabamento	Pintura acrílica acetinada		Classe IV-A
	Pintura esmalte sintético (estrutura metálica)		Classe IV-A		
	*Com base em informações fornecidas pela IT nº10 e Coutinho e Corrêa (2016)				

Fonte: Autoral, com base em NBR 16626, 2017

Considerando as informações analisadas, percebe-se que a maior parte dos materiais estariam dentro da Classe de combustibilidade recomendada, com base na IT nº10. Porém,

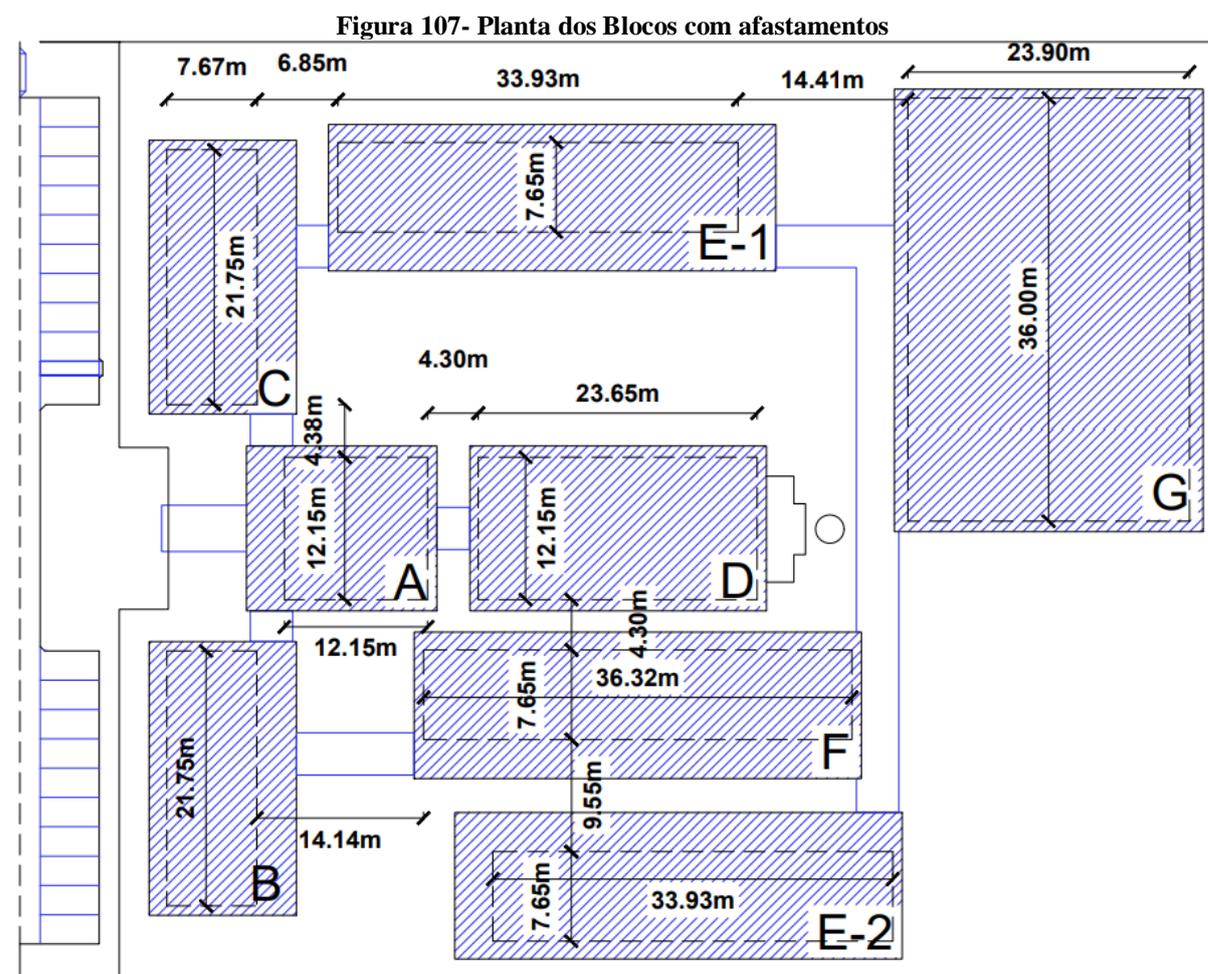
somente métodos de ensaios realizados nos materiais que especificamente irão compor a edificação podem dar uma maior precisão de suas classes.

4.2.2.2 Isolamento entre Edificações

Conforme Item 2 da IT 07:

[...] aplica-se a todas as edificações, independentemente de sua ocupação, altura, número de pavimentos, volume, área total e área específica de pavimento, para considerar-se uma edificação como risco isolado em relação à (s) outra (s) adjacente (s) na mesma propriedade [...] 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 (pág. 2).

A edificação em questão, apesar de possuir vários blocos interligados, foi considerada neste estudo como um prédio único. Porém, foi realizada uma simulação, a exemplo de cálculo, para se analisar as distâncias desses blocos, como se fossem independentes, e verificar os seus afastamentos entre os blocos mais próximos (Figura 107).



Fonte: Elaboração autoral, através de planta disponível no site do FNDE, 2018

A análise dos afastamentos foi realizada na hipótese de cidades com e sem corpo de bombeiros (tendo em vista que este apresenta o cálculo mais restritivo), uma vez que o projeto

também abrange cidades de todos os portes, o que resultou em dois valores. Foram aplicados os valores, conforme mostra o Quadro 22, em blocos adjacentes, para que se observem seus afastamentos perante as normativas.

Quadro 22- Afastamento entre os blocos- PEED 12 salas

BLOCOS	Afastamento Atual	Afastamento (cidades c/ corpo de bombeiros)		Afastamento (cidades s/ corpo de bombeiros)	
A e B	4,38m	4,12m	Atende	5,62m	Não Atende
B e A		3,04m	Atende	4,54m	Não Atende
A e C	4,26m	4,12m	Atende	5,62m	Não Atende
C e A		3,75m	Atende	4,57m	Não Atende
A e D	4,37m	2,95m	Atende	4,45m	Atende
D e A		9,37m	Não Atende	10,87m	Não Atende
A e F	4,30m	4,12m	Atende	5,62m	Não Atende
F e A		4,50m	Não Atende	6	Não Atende
B e F	11,45m	4,55m	Atende	6,05m	Atende
F e B		3,75m	Atende	4,57m	Atende
C e E-1	6,85m	4,55m	Atende	6,05m	Atende
E-1 e C		3,75m	Atende	4,57m	Atende
D e E-1	18,96m	9,03m	Atende	10,53m	Atende
E-1 e D		4,59m	Atende	6,09m	Atende
D e F	4,30m	9,03m	Não Atende	10,53m	Não Atende
F e D		4,50m	Não Atende	6,00m	Não Atende
G e D	8,68m	6,37m	Atende	7,87m	Atende
D e G		14,95m	Não Atende	16,45m	Não Atende
F e D	9,52m	4,59m	Atende	6,09m	Atende
D e F		14,95m	Não Atende	16,45m	Não Atende
F e E-2	9,52m	4,59m	Atende	6,09m	Atende
E-2 e F		4,59m	Atende	6,09m	Atende

Legenda
■ Atende
■ Não Atende

Fonte: Autoral, com base na IT 07 do Corpo de Bombeiros de São Paulo, 2018

Observou-se que, se fossem considerados como blocos independentes, alguns blocos atenderiam às distâncias exigidas (a depender, em alguns casos, da presença ou não de corpo de bombeiros na cidade), porém, de maneira geral, os Blocos não possuem as distâncias necessárias para garantir seu isolamento uns dos outros, devendo, portanto, ser considerados os blocos como um único. Mas esses afastamentos encontrados que suprem essa distância contribuem de forma positiva para que toda a edificação seja considerada mais segura, com menos probabilidade de alastramento de incêndios, sendo um aliado, principalmente, na inviabilidade de compartimentação entre os blocos.

Esse afastamento colabora para a obtenção de espaços mais abertos e livres, o que é positivo tanto em questão de incêndios, quanto em tornar o ambiente mais agradável. O ponto negativo desse afastamento é que pode resultar na ampliação das distâncias a serem percorridas. Porém, algumas distâncias não atendidas podem contar com alternativas, como elementos nas fachadas, de forma a deixar as aberturas menos expostas, ou compartimentação, que dificulta possíveis propagações de incêndio.

4.2.2.3 Compartimentação

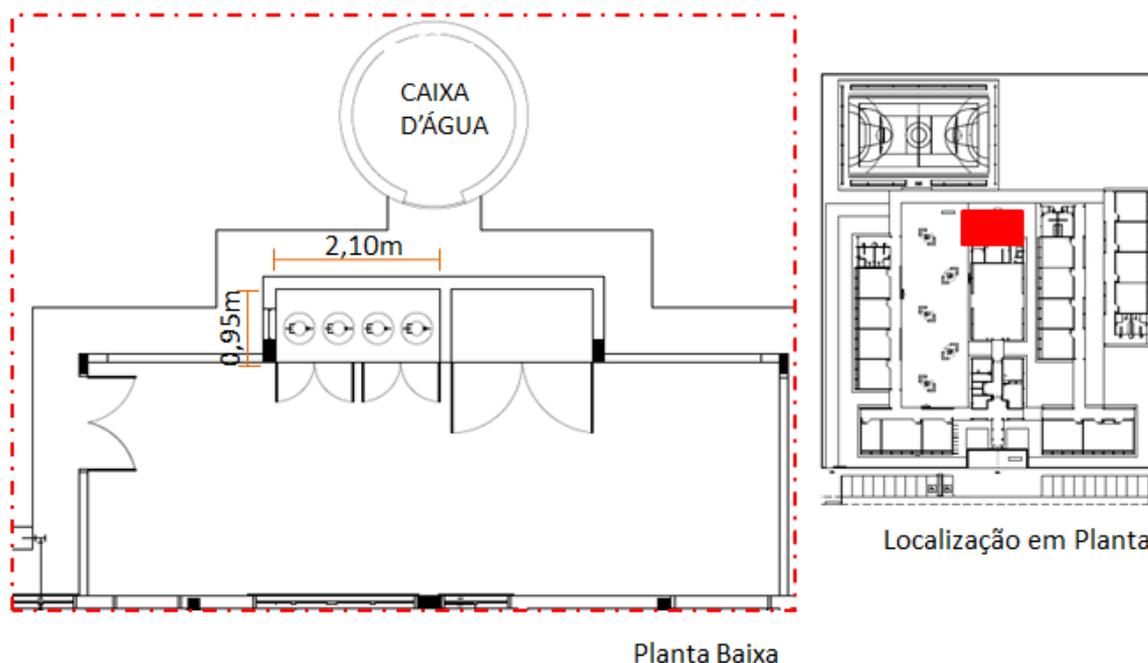
Por se tratar de uma edificação térrea, a compartimentação vertical não se faz necessária no projeto em análise. Quanto ao plano horizontal, verificaram-se as características construtivas que poderiam contribuir para um maior isolamento dos ambientes. Em relação aos elementos construtivos, não estão previstos em projeto elementos corta-fogo, como portas e parede. Os blocos são interligados por coberturas metálicas que, por sua propriedade incombustível, não contribuem para a propagação entre essas fachadas.

Portanto, conclui-se que a edificação em questão não possui sistema de compartimentação, apesar de (conforme anteriormente visto) alguns afastamentos entre alguns blocos proporcionaram essa compartimentação. Por se tratar de uma edificação de baixo risco de incêndio, e não possuir ambientes que necessitem de um cuidado especial em relação a incêndios, é dispensável o uso desse sistema.

4.2.2.4 Central de Gás

O projeto prevê o uso de gás liquefeito de petróleo- GLP, portanto possui uma central de gás, para o armazenamento correto desse gás. Conforme informações do Memorial Descritivo, o sistema é composto por quatro cilindros de 45kg de GLP, do tipo transportável, para suprir um fogão industrial de 6 bocas da cozinha. O abrigo prevê as condições exigidas em norma (piso elevado em 10cm, e altura em conformidade), porém não há especificação dos materiais a serem utilizados na central, que devem ser corta-fogo (Figuras 108 e 109).

Figura 108- Planta Baixa- Central de Gás



Fonte: Plantas hidráulicas fornecidas pelo site da FNDE, 2015

Figura 109- Corte da Central de Gás- PEED 12 salas



Fonte: Plantas hidráulicas fornecidas pelo site da FNDE, 2015

Nota-se, também, a previsão de abertura na sua parede lateral, de forma a garantir as condições necessárias de ventilação natural que, conforme a norma, devem corresponder a 10% da área da planta baixa ou área de ventilação permanente mínima 0,32 m² inferior e 0,32 m² superior (o que for maior). No corte da central, há a previsão de ventilação superior e inferior de 0,80m² cada, portanto em conformidade.

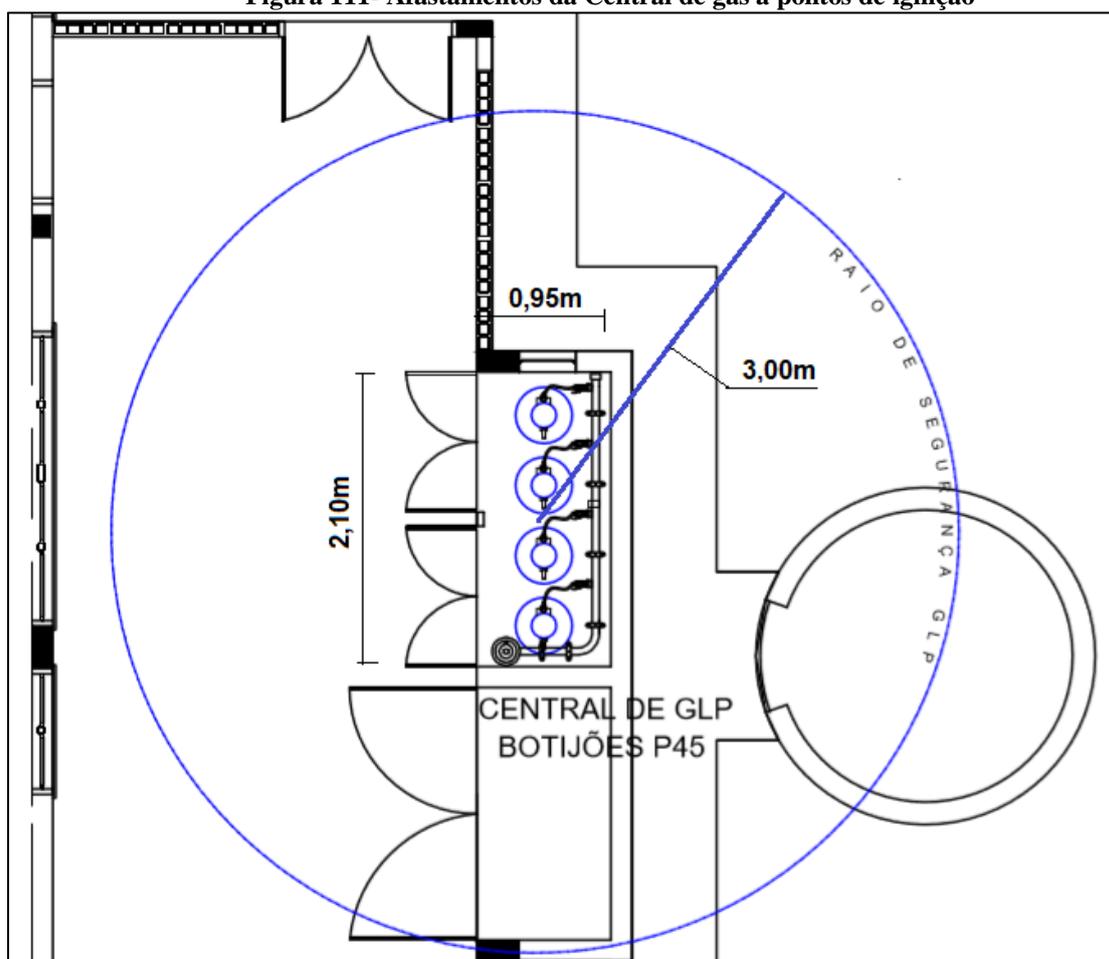
Em relação aos afastamentos, considerando a NBR 13523, são conforme o disposto abaixo (Figuras 110 e 111).

Figura 110- Afastamento mínimo de segurança de recipientes individuais

Afastamento de segurança de recipientes individuais m									
Capacidade individual do recipiente m ³	Divisa de propriedades edificáveis /edificações d, f, n		Passeio público k, d	Entre recipientes	Aberturas abaixo da descarga da válvula de segurança		Fontes de ignição e outras aberturas (portas e janelas) e materiais combustíveis j		Produtos tóxicos, inflamáveis, chama aberta e ponto de captação de ar forçado l, m
	h	Superfície a, c, e			Enterrados / aterrados b	Abastecidos no local	Trocáveis	Abastecidos no local	
Até 0,5 ^l	0,9 ^l	3 ^l	3 ^l	0	1	1	3 ^k	1,5 ^k	6
> 0,5 a 2	1,5 ^g	3 ^l	3 ^l	0	1,5	-	3	-	6
> 2 a 5,5	3 ^g	3	3	1	1,5	-	3	-	6
> 5,5 a 8	7,5 ^g	3	7,5	1	1,5	-	3	-	6
> 8 a 120	15	15	15	1,5	1,5	-	3	-	6
> 120	22,5	15	22,5	1/4 da soma dos diâmetros adjacentes	1,5	-	3	-	6

Fonte: NBR 13523, 2017

Figura 111- Afastamentos da Central de gás a pontos de ignição



Fonte: Plantas hidráulicas fornecidas pelo site da FNDE, 2015

Seria interessante evitar instalações de gás, principalmente do tipo GLP, pois podem aumentar o risco de incêndios nas edificações. Porém, quando não possível, deve-se planejar um abrigo que acondicione os recipientes de forma a garantir ao máximo seu isolamento e proteção. Essas questões, quando definidas na etapa projetual, garantem um planejamento mais seguro nas demais etapas do projeto.

4.3 CONSIDERAÇÕES DO CAPÍTULO

Os dados foram encontrados nas plantas do projeto executivo arquitetônico e analisados conforme os requisitos apresentados no capítulo anterior, para se comprovar o atendimento aos requisitos de Proteção Passiva no Projeto Espaço Executivo Urbano de 12 salas. A análise dos critérios disciplinares foi essencial para um entendimento maior do projeto, para assim, aplicarem-se os critérios normativos. O estudo resultou nas considerações resumidas abaixo (Figura 112).

Quadro 23- Tabela com resultados da análise

Análise do Projeto Espaço Educativo Urbano- 12 Salas			
Critério	Item a ser Observado	Considerações	
Acesso e Escape	Saídas de Emergência	Atende parcialmente	-Acessos e Rampas com larguras de acordo; -Descarga com largura menor que a prevista em norma; -Distâncias a percorrer poderiam ser menores.
	Acesso de Viaturas	Não atende	Os portões de acesso não possuem as dimensões mínimas para entrada de viatura no interior da edificação.
Controle e Segurança	Materiais Construtivos	Atende parcialmente	-Necessário cálculo estrutural para análise mais minuciosa; -Materiais de revestimento- Atende.
	Compartimentação	Não se aplica	-Não houve compartimentação.
	Isolamento Entre Edificações	Não se aplica	Considerou-se a edificação como única.
	Central de Gás	Atende	-A central foi projetada e prevê raio de segurança para afastamentos de fontes de ignição.

Fonte: Autora, 2019

Notou-se o cumprimento parcial das colocações expostas, porém é importante ressaltar que todas as medidas aqui apresentadas se mostraram como questões a serem definidas em projeto arquitetônico, e seu cumprimento posterior, por meio de projeto complementar, podia afetar decisões já tomadas nessa fase de projeto arquitetônico. Por fim, buscou-se, através deste capítulo, demonstrar de forma prática a aplicação dos itens expostos anteriormente.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No tocante ao corpo normativo voltado à questão de proteção passiva contra incêndio, observou-se que, de modo geral, os documentos apresentados se caracterizam como prescritivos, com pouca flexibilidade, e sem acompanhar as tecnologias construtivas, uma vez que carecem de atualizações mais frequentes. Não há nesses documentos exigências consistentes a fim de conferir ao arquiteto a responsabilidade e preocupação com as questões relacionadas à segurança contra incêndio ao se projetar uma edificação. Esses fatos, aliados a toda questão evolutiva das normas referentes a esses temas mostram que elas estão relacionadas mais ao desenvolvimento de ações de combate que de prevenção.

Nota-se também que as modificações realizadas nos contextos social e cultural influenciaram na elaboração e modificação das mesmas. Como exemplo, tem-se a NBR 9050, que passou a exigir a implementação de rotas de fuga acessíveis. Tal fato ocorreu a partir da conscientização da sociedade no tocante à inclusão dessas pessoas, até então pouco lembradas. Portanto, por trás das deficiências que as normas e regulamentações possuem em relação à proteção passiva contra incêndio, há a falta de uma mentalidade preventiva por parte da sociedade.

Outro ponto importante é a falta de um banco de dados consistente e aprofundado relacionado a incêndios em edificações, fato que dificulta ainda mais o entendimento da questão por parte da sociedade, além de interferir na qualidade e eficiência dos regulamentos, que necessitam de clareza sobre os pontos a serem aprimorados.

Há uma necessidade urgente de mudança desse cenário, para assim resultar em melhorias na legislação, nas práticas de prevenção e, conseqüentemente, nos espaços. A ocorrência ainda alta de incêndios comprova que apesar de existirem regulamentações voltadas ao tema, o cumprimento do mínimo exigido por elas não está sendo o suficiente. Precisa ser consolidada uma cultura voltada à prevenção contra incêndio, em que não seja necessário aguardar a ocorrência de uma catástrofe para que se aprimorem as medidas referentes à segurança.

Apesar de haver uma melhora e atualização das leis no decorrer dos anos, elas não acompanham o desenvolvimento tecnológico que atinge a arquitetura e engenharia. Materiais novos são criados, sem que as normas prevejam as suas características e comportamento em casos de incêndio. Essa tecnologia também está sendo subaproveitada, uma vez que poderia

atuar como forma de aprimoramento, na criação de materiais menos combustíveis, sistemas de controle de fogo mais eficientes e sistemas de evacuação melhores.

Deve-se atentar, também, para a necessidade de criação de políticas públicas, de modo que a população se conscientize da importância das medidas de segurança contra incêndio e do investimento em tecnologias de produtos e serviços, visando assim à consolidação de uma cultura de prevenção (SERPA, 2009).

Heynen (2013), ao tratar do espaço como receptor, afirma que processos e práticas sociais interferem na configuração do espaço e, segundo esses preceitos, enquanto a sociedade não se conscientizar da importância da proteção passiva contra incêndio nos projetos arquitetônicos, dificilmente serão criadas edificações devidamente eficientes e seguras. Portanto, a mudança de postura atua como medida essencial para que sejam obtidas edificações mais seguras, e para prevenção de grandes incidentes. Não se pode esperar a ocorrência de tragédias para que medidas sejam tomadas.

Faz-se importante uma maior conscientização, a fim de impulsionar mudanças substanciais que, por sua vez, refletirão num espaço mais protegido. Uma proposta para se atingir um nível adequado de conscientização da segurança contra incêndio seria a realização de cursos de formação, aperfeiçoamento e atualização em universidades, além de divulgação de conceitos básicos sobre o assunto em escolas de ensino fundamental e médio, para assim se constituir uma base sólida referente a essas práticas, impulsionando melhorias na legislação e consequentemente nos espaços.

Essa discussão está entrando aos poucos no ambiente universitário, nas áreas de engenharia e arquitetura, mas ainda há uma falta significativa de cursos especializados sobre prevenção, proteção e combate a incêndio, tanto por questões de oferta quanto de demanda. Tal escassez prejudica a transmissão cultural à população e a formação de um corpo técnico qualificado.

Quanto ao objeto de estudo analisado, ao qual se aplicou o corpo normativo vigente no país, observou-se o cumprimento parcial dos critérios exigidos por normativas para um projeto seguro em relação à proteção passiva. Buscou-se, assim, uma melhor visualização sobre a aplicação dos aspectos de proteção passiva que estão presentes na etapa projetual.

Nota-se, conforme apresentado no Quadro 23, que os acessos à edificação não previram entrada de viaturas de bombeiros ao dimensionar o portão de acesso e as vias voltadas à veículos, o que dificultaria o acesso do corpo de bombeiros em caso de incêndio; já em relação

aos acessos internos, percebe-se que possuem boa fluidez e, apesar do edifício possuir longos trajetos até o exterior, suas amplas áreas externas abertas garantem lugares adequados para proteção em caso de sinistro.

Além dessas questões, conclui-se que as especificações voltadas à proteção passiva poderiam ter sido melhor explicitadas nessa etapa de projeto arquitetônico, como os seus materiais já discriminados à prova de fogo, técnicas de compartimentação planejadas, afastamentos seguros calculados, etc.; pois não se observa essa preocupação de forma consciente no decorrer do projeto. Porém, essa análise é demonstrativa, tendo em vista que, a depender do local a ser implantado, as exigências variam. Seria interessante a unificação do corpo normativo, para que houvesse abrangência nacional.

Apesar de considerados apenas mecanismos de proteção passiva contra incêndio, entende-se que itens de proteção ativa são importantes e podem ser adotados também como alternativas, em caso de impossibilidade de cumprimento dos quesitos apenas com itens de proteção passiva, como, por exemplo, para aumentar as distâncias a percorrer dentro da edificação, através do auxílio de chuveiros e detectores automáticos. Esses itens não são pormenorizados e auxiliam de forma positiva em relação à proteção, sendo essenciais para que a edificação esteja segura. Não fazem, no entanto, parte deste estudo, que leva em consideração apenas critérios a serem adotados na etapa projetual do projeto arquitetônico, o que não quer dizer que não deva haver diálogo com outros profissionais, tendo em vista que o ideal seria que o projeto fosse concebido em paralelo e em diálogo com projetos complementares.

Igualmente relevante é a preparação dos alunos e demais usuários da edificação, em situações de emergência. Naganime e Ono (2006) apontam sobre a falta de programa de educação preventiva contra incêndio e outros acidentes na grade escolar do ensino fundamental, além de simulações periódicas de abandono, o que faz com que os alunos muitas vezes não saibam como agir diante de tais circunstâncias.

Ao aplicar as questões voltadas à proteção passiva contra incêndio, percebeu-se a interligação entre os requisitos exigidos, como por exemplo, a distância de blocos para um isolamento de risco, que pode variar de acordo com os materiais empregados, aberturas e elementos de fachada e compartimentações, bem como a escolha de materiais construtivos, que interferem na distância máxima a se percorrer em uma edificação, dentre outras questões.

As decisões para as medidas de proteção passiva precisaram ser definidas ainda em fase de desenvolvimento do projeto, como, tipos de materiais, dimensionamentos, distâncias a serem

percorridas e condições de implantação do objeto. Conforme Andrade e Souza (2015), o arquiteto é responsável pelo projeto de arquitetura e também pelo gerenciamento dos projetos complementares, pois os mesmos podem interferir e modificar o seu projeto idealizado. Assim, o conhecimento de proteção passiva e sua consequente intervenção na fase de projeto minimizam essas possíveis intervenções.

Portanto, entende-se que o domínio dos aspectos de proteção passiva por parte do arquiteto auxilia no desenvolvimento de um projeto mais seguro, e que não limita o processo criativo nem o conceito projetual, pois, com esses elementos pensados ainda na sua concepção e fazendo parte de todo o processo, não apenas visto como um projeto complementar para mero cumprimento de legislação, aumenta-se a flexibilização e percebe-se as alternativas para que o equipamento seja seguro e esses elementos de proteção passiva se agreguem, passando a fazer parte harmonicamente de todo conjunto do projeto.

Espera-se contribuir para que a proteção passiva contra incêndio seja melhor abordada na fase de projeto arquitetônico, de forma que o tema passe gradativamente a fazer parte do processo de criação e desenvolvimento da edificação de forma consciente.

Porém, esse assunto não se exaure na presente pesquisa. Assim, os aspectos aqui apresentados podem ser explorados, como por exemplo, com a sua verificação e aplicação em escolas já executadas, a fim de que a visão entre o projeto e o que está sendo executado contribua para uma maior percepção da questão, e que os parâmetros possam abarcar também escolas existentes.

6 REFERÊNCIAS

ALAGOAS. Secretaria de Estado da Defesa Social. Aprova a Instrução Geral Técnica Provisória da Diretoria de Serviços Técnicos, que disciplina os Sistemas de Proteção Contra Incêndio e Pânico no Estado de Alagoas. **Portaria nº 178**, de 12 de junho de 2013. Disponível em: <http://sistemas.cbm.al.gov.br/sistemas/dst/webroot/downloads/it01.pdf>. Acesso em: 15 dez. 2017.

ALVA, Gerson Moacyr Sisniegas. **Sobre o Projeto de Edifícios em Estrutura mista aço-concreto**. 2000. 297f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Estrutura)- Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2000.

ANDRADE, Cleide Cedeni; SOUZA, João Carlos. Projeto de arquitetura - proteção contra incêndio em elementos estruturais de aço. **Estação Científica** (UNIFAP), Macapá, v. 5, n. 2, p. 49-68, jul./dez. 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13523**: Central de gás liquefeito de petróleo. Rio de Janeiro, 2017.

_____. **NBR 16626**: Classificação da reação ao fogo de produtos de construção. Rio de Janeiro, 2017b.

_____. **NBR 7199**: Projeto, Execução e Aplicação de Vidros na Construção Civil. Rio de Janeiro, 2016.

_____. **Estatuto**. São Paulo, 2015a. Disponível em: <http://www.abnt.org.br/images/institucional/EstatutoABNT2015-baixa.pdf>. Acesso em: 15 dez. 2017.

_____. **NBR 9050**: Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. Rio de Janeiro, 2015b.

_____. **NBR 6118**: Projeto de Estrutura de Concreto Armado. Rio de Janeiro, 2014.

_____. **NBR 14323**: Dimensionamento de estrutura de aço de edifício em situação de incêndio. Rio de Janeiro, 2013.

_____. **NBR 15200**: Desempenho térmico de edificações. Rio de Janeiro, 2012.

_____. **NBR 8460**: Recipientes Transportáveis para Gás GLP. Rio de Janeiro, 2011.

_____. **NBR 14925**: Unidades Envidraçadas resistentes ao fogo para uso em edificações. Rio de Janeiro, 2003c.

_____. **NBR 5628**: Componentes Construtivos Estruturais: determinação da resistência ao fogo. Rio de Janeiro, 2001a.

_____. **NBR 9077**: Saídas de emergência em edificações. Rio de Janeiro, 2001b.

_____. **NBR 14432**: Exigência de resistência ao fogo de elementos de construção de edificação – Procedimento. Rio de Janeiro, 2001c.

_____. **NBR 14432**: Exigências de resistência ao fogo de elementos construtivos de edificações. Rio de Janeiro, 2001d.

_____. **NBR 12693**: Sistemas de proteção por extintores de incêndio. Rio de Janeiro, 1993.

_____. **NBR 6479**: Portas e Vedadores- Determinação da resistência ao fogo. Rio de Janeiro, 1992.

_____. **NBR 10636**: Paredes Divisórias sem Função Estrutural: Determinação da resistência ao fogo. Rio de Janeiro, 1989.

_____. **NBR 9442**: Materiais de Construção- Determinação do índice de propagação superficial de chama pelo método do painel radiante. Rio de Janeiro, 1986.

_____. **NBR 8660**: Revestimento de piso- Determinação da densidade crítica de fluxo de energia térmica. Rio de Janeiro, 1984.

AZEVEDO, Giselle Arteiro Nielsen. **Arquitetura escolar e educação**: Um modelo conceitual de abordagem interacionista. 2002. 236f. Tese (Doutorado em Ciências em Engenharia de Produção) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2002.

BALTAR, Francisca Maria Teresa dos Reis. Arquitetura de escolas no Séc. XIX- Primeiras escolas construídas no Brasil. **História da Educação**. ASPHE/FaE/UFPel, Pelotas (10):53-84. Out 2001.

BELLO, José Luiz de Paiva. Educação no Brasil: a História das rupturas. **Pedagogia em Foco**, Rio de Janeiro, 2001. Disponível em: <http://www.pedagogiaemfoco.pro.br/heb14.htm>. Acesso em fev. 2018.

BENCOSTA, Marcus Levy Albino. Arquitetura e Espaço escolar: O exemplo dos primeiros grupos escolares de Curitiba (1903-1928). In: BENCOSTA, Marcus Levy Albino (org.). **História da educação, arquitetura e espaço escolar**. São Paulo: Cortez Editora, 2005. p 95-140.

BERTOLI, Stelamaris R.; KOWALTOWSKI, Doris C. C. K.; BARROS, Lia A.F. Avaliação de Desempenho Acústico em Creches de Conjunto Habitacional de Interesse Social: O Caso de Projetos Padrão. In: ENCAC 1999 V Encontro nacional de conforto no ambiente construído e II Encontro latino Americano de conforto no ambiente construído, Fortaleza, PE. **Anais...** 1999.

BRASIL. **Constituição Federal de 1988**. Promulgada em 5 de outubro de 1988. Brasília, DF, 1988. 292 p.

_____. Agência de Vigilância Sanitária. **Segurança contra incêndios em estabelecimentos de assistências de saúde**. Série- Tecnologia em Serviços de Saúde. 1 ed. Brasília: Agência de Vigilância Sanitária, 2014. 141p.

_____. **Lei Federal 13.425**, de 30 de março de 2000: Estabelece diretrizes gerais sobre medidas de prevenção e combate a incêndio e a desastres em estabelecimentos, edificações e áreas de reunião de público. Brasília, 2017.

_____. **Norma Regulamentadora 23**. Segurança e Medicina do Trabalho. Proteção Contra Incêndios. Redação dada pela Portaria SIT n.º 221, de 06 de maio de 2011. Disponível em: <http://trabalho.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR23.pdf>. Acesso em 16 dez. 2017.

BRENTANO, Telmo. **A proteção Contra Incêndios no Projeto de Edificações**. 3. ed. Porto Alegre: Edição do Autor, 2015. 640p.

BUFFA, Ester; PINTO, Gerson de Almeida. **Arquitetura e Educação**: Organização do espaço e propostas pedagógicas dos grupos escolares paulistas, 1893-1971. 1ed. São Carlos: EdUFSCar, INEP, 2002. 174p.

CARVALHO, Isabella Chaves. **Projeto arquitetônico escolar**: uma proposta voltada à Educação Ambiental. 2009. 227p. Trabalho Final de Graduação (TFG) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Pará (FAU-UFPA). Pará, 2009. Disponível em: <https://germinai.wordpress.com/textos-classicos-sobre-educacao/linha-historica-da-arquitetura-escolar-do-brasil/>. Acesso em: 20 mar. 2018.

CARVALHO, Telma Cristina Pichioli. **Arquitetura Escolar Inclusiva**: Construindo espaços para educação infantil. 2008. 342f. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade de São Paulo. São Carlos, 2008.

CASTRO, Carlos Dunham Maciel Siaines de. **O espaço da escola na cidade**: CIEP e arquitetura pública escolar. 2009. 136f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade de Brasília. Brasília, 2009.

CAVALCANTE, Morgana Maria Pitta Duarte. **O projeto**: diálogos da forma na orla de Maceió – edifícios verticais 1980 -2012. 2014. 390 p. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2014.

CHING, Francis D. K. **Arquitetura**. Forma, espaço e ordem. São Paulo: Martins Fontes, 2005.

CONSELHO REGIONAL DE ENGENHARIA E AGRONOMIA DO RIO GRANDE DO SUL. Relatório Técnico- **Análise do Sinistro na Boate Kiss, em Santa Maria- RS**. Porto Alegre, 04 de fevereiro de 2013. Disponível em: <http://www.crea-rs.org.br/site/documentos/documentos10/RELATORIO%20COMISSAO%20ESPECIAL%20FINAL.pdf>. Acesso em 20 jan. 2018.

CORREIA, Ana Paula Pupo. Arquitetura escolar: a cidade e a escola rumo ao “progresso”- Colégio Estadual do Paraná (1943-1953). In: BENCOSTA, Marcus Levy Albino (org.). **História da Educação, Arquitetura e Espaço Escolar**. São Paulo: Cortez Editora, 2005. p 220-257

COTE, Arthur; BUGBEE, Percy. **Principles of fire protection**. National Fire Protection Association. Quincy, MA. 1988.

COTE, Arthur E; GRANT, Casey C. Codes and Standards for the built environment. In: NFPA- National Fire Protection Association. 2015. **Fire Protect Handbook**. 20. Ed. Quincy: NFPA, 2015. p 1-51-1-66.

COUTINHO B. A.; CORREA A. R., **A interpretação do controle de materiais de acabamentos e de revestimento no processo de segurança contra incêndio e pânico**. E&S - Engineering and Science, (2016), 5:2.

DÓREA, Célia Rosângela Dantas. Anísio Teixeira e a arquitetura escolar: planejando escolas, construindo sonhos. **Revista da FAEBA**. Salvador, n.13, jan./jun. 2000, p.151-160.

FERNANDES, Fabrícia Dias da Cunha de Moraes; ALANIZ, Erika Porceli. Padrões arquitetônicos escolares e expansão do Ensino Fundamental no início do século XX no Brasil. **Revista Eletrônica de Educação**, v. 10, n. 3, 2016. p. 87-103, 2016. ISSN 1982-7199. Disponível em: <http://www.reveduc.ufscar.br/index.php/reveduc/article/viewFile/1543/516>. Acesso em 21 abr 2018.

FERREIRA JR, Amarilio; BITTAR Marisa. A ditadura militar e a proletarização dos professores. **Educ. Soc.**, Campinas, vol. 27, n. 97, p. 1159-1179, set./dez. 2006. Disponível em: www.cedes.unicamp.br. Acesso em: 21 abr 2018.

FERREIRA JR, Amarilio; BITTAR Marisa. Educação e Ideologia Tecnocrata na Ditadura Militar. **Cad. Cedes**, Campinas, vol. 28, n. 76, set./ dez. 2008. p. 333-355. Disponível em: www.cedes.unicamp.br. Acesso em: 21 abr 2018.

FERREIRA, Dilson Batista. **Conforto ambiental e eficiência energética na reforma da escola pública**- Estudo de Caso em Maceió-AL. 2014. 330f. Tese (Doutorado em Energia) - Universidade Federal do ABC. São Paulo, 2014.

GILL, Alfonso Antonio; NEGRISOLO, Walter; OLIVEIRA, Sergio Agassi. Aprendendo com os grandes incêndios. In: SEITO, Alexandre Itiu. et al. **A Segurança Contra Incêndio no Brasil**. São Paulo: Projeto Editora, 2008. 484p.

GRANT, Casey C. The Lake View School Fire- Collinwood's hard lesson. **NFPA Journal**. Quincy, 01 de setembro de 2008. Disponível em: <https://www.nfpa.org/News-and-Research/Publications/NFPA-Journal/2008/September-October-2008/Features/The-Lake-View-School-Fire>. Acesso em 06 jan. 2018.

HENN, Leonardo Guedes; NUNES, Pâmela Pozzer Centeno. A educação escolar durante o período do Estado Novo. **Revista Latino-Americana de História**, Vol. 2, nº. 6. 2013.

HEYNEN, H. Space as receptor, instrument or stage. Notes on the interaction between spatial and social constellations. **International Planning Studies**. Cardiff.v.18. n.3-4. p 341-357. 2013.

IWAYA, Marilda. Cenário e Palco para a instrução- A linguagem arquitetônica do Instituto de Educação do Paraná Professor Erasmo Pilotto (1940-1960). In: BENCOSTA, Marcus Levy Albino (org). **História da Educação, Arquitetura e Espaço Escolar**. São Paulo: Cortez Editora, 2005. p 171- 191.

KOWALTOWSKI, Doris C. C. K. **Arquitetura escolar: o projeto do ambiente de ensino/** Doris C. C. Kowaltowski. São Paulo: Oficina de Textos, 2011. 272p.

LUZ NETO, Manoel Altivo da. Ministério da Saúde. Secretaria de Assistência à Saúde. Série Saúde & Tecnologia — Textos de Apoio à Programação Física dos Estabelecimentos Assistenciais de Saúde — **Condições de Segurança Contra Incêndio** -- Brasília, 1995. 107p.

MARCATTI, Jovelli; BERQUÓ FILHO, Jolan Eduardo; COELHO FILHO, Hamilton da Silva. Compartimentação e Afastamento entre Edificações. In: SEITO, Alexandre Itiu. et al. **A segurança contra incêndio no Brasil**. São Paulo: Projeto Editora, 2008. 484p.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. Memorial Descritivo e Especificações Técnicas- Projeto Espaço Educativo Urbano 12 salas de aula. Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação. Coordenação Geral de Infra- Estrutura – CGEST. Brasília-DF. 2015.

MORAES, Miguel Correia de. **Acessibilidade no Brasil: Análise da NBR 9050**. 2007. 173f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

MOURA, Rosilda Germano da Silva; SANTOS, Monica Luise; MELO, Maria Luédna Ferreira de. Craveira Costa: Alguns apontamentos sobre a educação alagoana nas primeiras décadas do século XX. In: Seminário Nacional de Estudos e Pesquisas “História, Sociedade e Educação no Brasil”, 9, 2012, João Pessoa: **Anais Eletrônicos...** p135 a 143. ISBN 978-85-7745-551-5.

NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION. **Handbook Fire Protection**. 20^o Edition. Boston, USA, 2008.

NAGAMINE, Akemi Terase; ONO, Rosária. Arquitetura e segurança contra incêndio em escolas do ensino fundamental da cidade de São Paulo- Um estudo de caso. Seminário Internacional NUTAU’2006 - Inovações Tecnológicas e Sustentabilidade. **Anais...** São Paulo, 2006.

NASCIMENTO, Douglas. **O incêndio do edifício Andraus**. 2008. Disponível em: <http://www.saopauloantiga.com.br/o-incendio-do-andraus-como-nunca-visto-antes//>. Acesso em: 06 de janeiro de 2018.

NASCIMENTO, Douglas. **O incêndio do edifício Joelma**. 2012. Disponível em: <http://www.saopauloantiga.com.br/o-incendio-do-edificio-joelma/>. Acesso em: 06 de janeiro de 2018.

NEGRISOSO, Walter. **Arquitetando a segurança contra incêndio**. 2011. 447f. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

ONO, Rosária. Proteção do patrimônio histórico-cultural contra incêndio em edificações de interesse de preservação. Fundação Casa de Ruy Barbosa, Rio de Janeiro, 2004. Ciclo de Palestras “Memória & Informação”, em 28 de abril de 2004.

ONO, Rosária. Parâmetros para garantia da qualidade do projeto de segurança contra incêndio em edifícios altos. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 7, n. 1, p. 97-113, 2007.

PAIVA, José Maria de. Educação Jesuítica no Brasil Colonial. In: LOPES, Eliane Marta Teixeira; FILHO, Luciano Mendes Faria; VEIGA, Cynthia Greive (org). **500 anos de educação no Brasil**. 2 ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2000. p 43-60

REBELLO, Vinícius. CAVALHEIRO, Patrícia. **Laudos confirmam 100% das mortes por asfixia e superlotação na Kiss**. 2013. Disponível em: <http://g1.globo.com/rs/rio-grande-do-sul/noticia/2013/03/laudos-confirmam-100-das-mortes-por-asfixia-e-superlotacao-na-kiss.html>. Acesso em: 30 dez. 2017.

SÃO PAULO. Instrução Técnica nº2 (2018). **Conceitos Básicos de Segurança Contra Incêndio**. São Paulo, 2018a. Disponível em: <
http://www.corpodebombeiros.sp.gov.br/dsci_publicacoes2/_lib/file/doc/it_02_2018.pdf>. Acesso em 30 jun. 2018.

_____. Instrução Técnica nº5 (2018). **Segurança Contra Incêndio- Urbanística**. São Paulo, 2018b.

_____. Instrução Técnica nº6 (2018). **Acesso de viatura na edificação e áreas de risco**. São Paulo, 2018c.

_____. Instrução Técnica nº7 (2018). **Separação entre edificações (Isolamento de Risco)**. São Paulo, 2018d.

_____. Instrução Técnica nº8 (2018). **Segurança estrutural contra incêndio**. São Paulo, 2018e.

_____. Instrução Técnica nº9 (2018). **Compartimentação horizontal e Compartimentação Vertical**. São Paulo, 2018f.

_____. Instrução Técnica nº10 (2018). **Controle de materiais de acabamento e de revestimento**. São Paulo, 2018g.

SEGAWA, Hugo. **Arquiteturas no Brasil 1900-1990**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1997. 224p.

SEITO, Alexandre Itiu. et al. **A segurança contra incêndio no Brasil**. São Paulo: Projeto Editora, 2008. 484p.

SEITO, Alexandre Itiu; SILVA, Valdir Pignatta. A necessidade de infraestrutura de ensaios de resistência ao fogo. In: Seminário Internacional NUTAU'2006, 2006, São Paulo. **Anais...** São Paulo: FAUUSP, out. 2006. Disponível em:<http://www.lmc.ep.usp.br/grupos/gsi/wp-content/nutau/seito.pdf>. Acesso em: 04 abr. 2018.

SERPA, Fabíola Bristot. **A segurança contra incêndio como abordagem de conservação do patrimônio histórico edificado**- A aplicação do sistema de projeto baseado em desempenho em edifícios históricos em Florianópolis, SC. 2009. 198p. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo. UFSC. Florianópolis, 2009.

SILVA, Valdir Pignatta; VARGAS, Mauri Resende; ONO, Rosaria. **Prevenção contra incêndio no projeto de arquitetura**. Rio de Janeiro: IABr/CBCA, 2010. 72p.

SILVA, Valdir, Pignatta e; PINTO, Edna Moura; PANNONI, Fábio Domingos; SILVA, Adilson Antônio da. Segurança das estruturas em situação de incêndio. In: SEITO, Alexandre Itiu. et al. **A Segurança contra incêndio no Brasil**. São Paulo: Projeto Editora, 2008. 484p.

SHIGUNOV NETO, Alexandre; MACIEL, Lizete Shizue Bomura. A educação brasileira no período pombalino: uma análise histórica das reformas pombalinas do ensino. **Educação e Pesquisa**, v. 32, p 465-476. São Paulo: Editora UFPR, 2006.

SHIGUNOV NETO, Alexandre; MACIEL, Lizete Shizue Bomura. O ensino Jesuítico no período colonial brasileiro: algumas discussões. **Educar**, n. 31, p 169-189. Curitiba: Editora UFPR, 2008.

STEINFELS, Peter. A most awful inferno, 50 Years Ago This Week. **New York Times Journal**. New York. December 05, 2008. Disponível em <http://www.nytimes.com/2008/12/06/us/06beliefs.html>. Acesso em: 06 jan. 2018.

VALENTIN, M. V. **Saídas de emergência em edifícios escolares**. 2008. 636f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura) - Universidade de São Paulo. São Paulo, 2008.

VENEZIA, Adriana P.P.Galhano; ONO, Rosaria. Parâmetros para qualidade do projeto sob o aspecto da segurança contra incêndio. In: Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 15., 2014, Maceió. **Anais eletrônicos...** Maceió, 2014. Disponível em: http://www.infohab.org.br/entac2014/artigos/paper_339.pdf. Acesso em: 05 jan. 2018.

VERÇOSA, Elcio de Gusmão. **Cultura e educação nas Alagoas: história, histórias**. 4ed. Maceió: EDUFAL, 2006. 171p.

VIDAL, Maurício Felzemburg. **Proteção passiva contra incêndios em hospitais: análise e aplicação**. 2016. 166f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2016.

VILLELA, Heloisa de O. S. O mestre-escola e a professora In: LOPES, Eliane Marta Teixeira; FILHO, Luciano Mendes Faria; VEIGA, Cynthia Greive (org). **500 anos de educação no Brasil**. 2 ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2000. p 95-134
Violento incêndio destruiu velho casarão do Pedro II. **Jornal A Noite**- Polícia. Rio de Janeiro, 18 de janeiro de 1961. nº 15.833. p. 01. Disponível em: http://memoria.bn.br/DocReader/Hotpage/HotpageBN.aspx?bib=348970_06&pagfis=420&url=http://memoria.bn.br/docreader#. Acesso em 20 mai 2018.

WOLFF, Silvia Ferreira Santos. As escolas públicas paulistas da primeira república e seus Arquitetos. **Pós- revista do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da FAUSP**. São Paulo, n4, p 91-106, dez 1993. ISSN 2317-2762 (Online). Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/posfau/article/view/137035>. Acesso em 22 abr. 2018.

ZINET, Caio. Qual o legado da ditadura civil-militar na educação básica brasileira? Educação Integral. 31 mar 2016. Disponível em: <http://educacaointegral.org.br/reportagens/ditadura-legou-educacao-precarizada-privatizada-anti-democratica/>. Acesso em 21 mar 2018.

APÊNDICE

Isolamento entre edificações

$$D = \alpha \times (\text{largura ou altura}) + \beta$$

Bloco A - B

Quadro 24- Isolamento entre Fachadas de Edificações Adjacentes- PEED 12 salas- Blocos A e B

Isolamento (distância de segurança) entre fachadas de edificações adjacentes (Subitem 6.1 – IT 07)			
Determinação da fachada para dimensionamento	Medidas de segurança existentes	Parte da fachada a ser considerada no dimensionamento	
		Edificações térreas	Edificações com 2 ou + pavimentos
	Sem compartimentação	Toda a fachada do edifício	Toda a fachada do edifício
	Com compartimentação horizontal	Toda a fachada da área do maior compartimento	Toda a fachada da área do maior compartimento
	Com compartimentação vertical	Não se aplica	Toda a fachada da área do maior pavimento
	Com compartimentação horizontal e vertical	Não se aplica	Toda a fachada da área do maior compartimento
	1. Inserir dimensionamento a ser considerado.	Toda a fachada do edifício	
	2. Inserir dados da fachada/compartmento: largura (m) e altura (m).	A: 14,57m(l) X 2,85m(h)= 41,52m ² B: 10,64m(l) X 3,15m(h1);4,52m(h2)= 38,30m ²	
	3. Inserir dados da área de abertura da fachada/compartmento.	A: 2 janelas 3,45mX1,00m= 7,08m ² ; Abertura de 2,40m X 2,15m= 5,16m ² Total: 12,24m ² B: 0,36m ² (abertura com veneziana)	
	4. Obter porcentagem de abertura.	A: 29,49% B: 0,94%	
Índice das distâncias de Segurança “α”	1. Definir “y”- Classificação da Severidade - % de aberturas Intensidade de Exposição – I*	A: y= ~30 B: y=~20	
	6. Definir “X”- Relação altura/largura (ou inverso**)	A: x= 14,57/2,85=5,11 ~6 B: x=8,40/3,15=2,66~3,2	
	7. Encontrar o coeficiente “α”, conforme Tabela A-1 do Anexo A da IT	A: α= 0,93 B: α= 0,49	
Coeficiente “β”	Cidade com Corpo de Bombeiros “β.1”	Cidade sem Corpo de Bombeiros “β.2”	
	1,5	3,0	
Aplicação da Fórmula para distância	D= “α” x (largura ou altura***) + “β”		
	<p>-O valor encontrado será a distância em metros, que deve ser aplicada sempre no ponto mais próximo entre as edificações, no caso de as mesmas não possuírem fachadas paralelas ou coincidentes, conforme especificado no subitem 6.1.1.6 da IT 07.</p> <p>- Alguns fatores podem ser adotados para reduzir a distância de separação da distância exigida, e são especificadas na Tabela B-1 da IT 07, considerando-se fachadas que recebem exposição de calor provenientes de edificações adjacentes localizadas dentro do mesmo lote. No caso de edificações que possuem até 12 metros de altura e até 750 metros quadrados de área, a distância de separação “D” também pode ser definida conforme a Tabela 3 da IT 07.</p>		
	A: 0,93 x 2,85 + 1,5 = 4,12m		
	A: 0,93 x 2,85 + 3 = 5,62m		

	$B: 0,49 \times 3,15 + 1,5 = \mathbf{3,04m}$ $B: 0,49 \times 3,15 + 3 = \mathbf{4,54m}$
	Afastamento Atual: 4,38m
<p>*Edificação Educacional e cultura física- carga de incêndio 300MJ/m²- Severidade Classificação I (conforme Tabela 2 da IT 07).</p> <p>**A relação adotada será sempre de forma que se divida o maior valor pelo menor.</p> <p>*** O valor da fórmula apresentado como largura ou altura, deve ser considerado como o valor da menor dimensão, seja ela a altura ou largura da fachada considerada.</p>	

Fonte: Elaboração Autoral, com base na IT 07, 2018

Quadro 25- Isolamento entre Fachadas de Edificações Adjacentes com altura menor que 12m e área construída menor que 750m²- PEED 12 salas- Bloco A

Isolamento (distância de segurança) entre fachadas de edificações adjacentes (Subitem 6.1 – IT 07)								
Bloco/ Edificação				Bloco A				
Determinação da fachada para dimensionamento	Medidas de segurança existentes		(1)Parte da fachada a ser considerada no dimensionamento					
			Edificações térreas		Edificações com 2 ou + pavimentos			
	Sem compartimentação	x	Toda a fachada do edifício		Toda a fachada do edifício			
	Com compartimentação horizontal		Toda a fachada da área do maior compartimento		Toda a fachada da área do maior compartimento			
	Com compartimentação vertical		Não se aplica		Toda a fachada da área do maior pavimento			
	Com compartimentação horizontal e vertical		Não se aplica		Toda a fachada da área do maior compartimento			
Inserir dimensionamento a ser considerado				Toda a Fachada				
Definição do Valor de “y”	Inserir dados da fachada/ compartimento: largura (m) e altura (m)			14,57m(l) X 2,85m(h)= 41,52m ²				
	Inserir dados da área de abertura da fachada/compartimento			2 janelas 3,45mX1,00m= 7,08m ² ; Abertura de 2,40m X 2,15m= 5,16m ² Total: 12,24m ²				
	Obter porcentagem de abertura			29,49%				
	Intensidade de Exposição			I*				
Definir “y”- Classificação da Severidade - % de aberturas								
Aplicação da Tabela 3 da IT 07 – Distância de afastamento (em metros)	Valor de y (%)	Até 10	De 11 a 20	De 21 a 30	De 31 a 40	De 41 a 50	De 51 a 70	Acima de 70
		[]	[]	[x]	[]	[]	[]	[]
	Pavimento térreo	4	5	6	7	8	9	10
	2 pavimentos	6	7	8	9	10	11	12
3 ou mais pavimentos	8	9	10	11	12	13	14	
<p>*Edificação Educacional e cultura física- carga de incêndio 300MJ/m²- Severidade Classificação I (conforme Tabela 2 da IT 07).</p> <p>**A relação adotada será sempre de forma que se divida o maior valor pelo menor.</p> <p>*** O valor da fórmula apresentado como largura ou altura, deve ser considerado como o valor da menor dimensão, seja ela a altura ou largura da fachada considerada.</p>								

Fonte: Elaboração Autoral, com base na IT 07, 2018

Quadro 26- Isolamento entre Fachadas de Edificações Adjacentes com altura menor que 12m e área construída menor que 750m²- PEED 12 salas- Bloco B

Isolamento (distância de segurança) entre fachadas de edificações adjacentes (Subitem 6.1 – IT 07)								
Bloco/ Edificação				Bloco B				
Determinação da fachada para dimensionamento	Medidas de segurança existentes			(1)Parte da fachada a ser considerada no dimensionamento				
				Edificações térreas			Edificações com 2 ou + pavimentos	
	Sem compartimentação		x	Toda a fachada do edifício			Toda a fachada do edifício	
	Com compartimentação horizontal			Toda a fachada da área do maior compartimento			Toda a fachada da área do maior compartimento	
	Com compartimentação vertical			Não se aplica			Toda a fachada da área do maior pavimento	
	Com compartimentação horizontal e vertical			Não se aplica			Toda a fachada da área do maior compartimento	
Definição do Valor de “y”	Inserir dimensionamento a ser considerado					Toda a Fachada		
	Inserir dados da fachada/ compartimento: largura (m) e altura (m)					10,64m(l) X 3,15m(h1);4,52m(h2)= 38,30m ²		
	Inserir dados da área de abertura da fachada/compartimento					0,36m ² (abertura com veneziana)		
	Obter porcentagem de abertura					0,94%		
	Intensidade de Exposição					I*		
Definir “y”- Classificação da Severidade - % de aberturas								
Aplicação da Tabela 3 da IT 07 – Distância de afastamento (em metros)	Valor de y (%)	Até 10	De 11 a 20	De 21 a 30	De 31 a 40	De 41 a 50	De 51 a 70	Acima de 70
		[x]	[]	[]	[]	[]	[]	[]
	Pavimento térreo	4	5	6	7	8	9	10
	2 pavimentos	6	7	8	9	10	11	12
	3 ou mais pavimentos	8	9	10	11	12	13	14
*Edificação Educacional e cultura física- carga de incêndio 300MJ/m ² - Severidade Classificação I (conforme Tabela 2 da IT 07).								
**A relação adotada será sempre de forma que se divida o maior valor pelo menor.								
*** O valor da fórmula apresentado como largura ou altura, deve ser considerado como o valor da menor dimensão, seja ela a altura ou largura da fachada considerada.								

Fonte: Elaboração Autoral, com base na IT 07, 2018

Bloco A e C

Quadro 27- Isolamento entre Fachadas de Edificações Adjacentes- PEED 12 salas- Blocos A e C

Isolamento (distância de segurança) entre fachadas de edificações adjacentes (Subitem 6.1 – IT 07)				
Determinação da fachada para dimensionamento	Medidas de segurança existentes		Parte da fachada a ser considerada no dimensionamento	
			Edificações térreas	Edificações com 2 ou + pavimentos
	Sem compartimentação		Toda a fachada do edifício	Toda a fachada do edifício
	Com compartimentação horizontal		Toda a fachada da área do maior compartimento	Toda a fachada da área do maior compartimento
	Com compartimentação vertical		Não se aplica	Toda a fachada da área do maior pavimento
	Com compartimentação horizontal e vertical		Não se aplica	Toda a fachada da área do maior compartimento
5. Inserir dimensionamento a ser considerado.		Toda a fachada do edifício		

	6. Inserir dados da fachada/compartmento: largura (m) e altura (m).	A: 14,57m(l) X 2,85m(h)= 41,52m ² C: 10,58(l) X 3,15m(h1);4,52m(h2)= 38,30m ²
	7. Inserir dados da área de abertura da fachada/compartmento.	A: janela 3,45mX1,00m= 3,45m ² 2 janelas 1,40mX1,00m=2,8m ² 2 Janelas 0,90mX0,50m=0,9m ² Abertura de 2,40m X 2,15m= 5,16m ² Total: 12,31m ² C: 0,36m ² (abertura com veneziana)
	8. Obter porcentagem de abertura.	A: 29,65% C: 0,94%
Índice das distâncias de Segurança “α”	2. Definir “y”- Classificação da Severidade - % de aberturas Intensidade de Exposição – I*	A: y= ~30 C: y=~20
	6. Definir “X”- Relação altura/largura (ou inverso**)	A: x= 14,57/2,85=5,11 ~6 C: x=10,58/3,15=3,36~4
	7. Encontrar o coeficiente “α”, conforme Tabela A-1 do Anexo A da IT	A: α= 0,93 C: α= 0,50
Coeficiente “β”	Cidade com Corpo de Bombeiros “β.1”	Cidade sem Corpo de Bombeiros “β.2”
	1,5	3,0
Aplicação da Fórmula para distância	D= “α” x (largura ou altura***) + “β”	
	-O valor encontrado será a distância em metros, que deve ser aplicada sempre no ponto mais próximo entre as edificações, no caso de as mesmas não possuírem fachadas paralelas ou coincidentes, conforme especificado no subitem 6.1.1.6 da IT 07.	
	- Alguns fatores podem ser adotados para reduzir a distância de separação da distância exigida, e são especificadas na Tabela B-1 da IT 07, considerando-se fachadas que recebem exposição de calor provenientes de edificações adjacentes localizadas dentro do mesmo lote. No caso de edificações que possuem até 12 metros de altura e até 750 metros quadrados de área, a distância de separação “D” também pode ser definida conforme a Tabela 3 da IT 07.	
	A: 0,93 x 2,85 + 1,5 = 4,12m A: 0,93 x 2,85 + 3 = 5,62m	
C: 0,50 x 3,15 + 1,5 = 3,75m C: 0,50 x 3,15 + 3 = 4,57m		
Afastamento Atual: 4,26m		
*Edificação Educacional e cultura física- carga de incêndio 300MJ/m ² - Severidade Classificação I (conforme Tabela 2 da IT 07).		
**A relação adotada será sempre de forma que se divida o maior valor pelo menor.		
*** O valor da fórmula apresentado como largura ou altura, deve ser considerado como o valor da menor dimensão, seja ela a altura ou largura da fachada considerada.		

Fonte: Elaboração Autoral, com base na IT 07, 2018

Quadro 28- Isolamento entre Fachadas de Edificações Adjacentes com altura menor que 12m e área construída menor que 750m²- PEED 12 salas- Bloco A

Isolamento (distância de segurança) entre fachadas de edificações adjacentes (Subitem 6.1 – IT 07)								
Bloco/ Edificação				Bloco A				
Determinação da fachada para dimensionamento	Medidas de segurança existentes		(1)Parte da fachada a ser considerada no dimensionamento					
			Edificações térreas		Edificações com 2 ou + pavimentos			
	Sem compartimentação	x	Toda a fachada do edifício			Toda a fachada do edifício		
	Com compartimentação horizontal		Toda a fachada da área do maior compartimento			Toda a fachada da área do maior compartimento		
	Com compartimentação vertical		Não se aplica			Toda a fachada da área do maior pavimento		
	Com compartimentação horizontal e vertical		Não se aplica			Toda a fachada da área do maior compartimento		
Inserir dimensionamento a ser considerado				Toda a Fachada				
Definição do Valor de “y”	Inserir dados da fachada/ compartimento: largura (m) e altura (m)			14,57m(l) X 2,85m(h)= 41,52m ²				
	Inserir dados da área de abertura da fachada/compartimento			Janela 3,45mX1,00m= 3,45m ² 2 janelas 1,40mX1,00m=2,8m ² 2 Janelas 0,90mX0,50m=0,9m ² Abertura de 2,40m X 2,15m= 5,16m ² Total: 12,31m ²				
	Obter porcentagem de abertura			29,65%				
	Intensidade de Exposição			I*				
	Definir “y”- Classificação da Severidade - % de aberturas							
Aplicação da Tabela 3 da IT 07 – Distância de afastamento (em metros)	Valor de y (%)	Até 10	De 11 a 20	De 21 a 30	De 31 a 40	De 41 a 50	De 51 a 70	Acima de 70
		[]	[]	[x]	[]	[]	[]	[]
	Pavimento térreo	4	5	6	7	8	9	10
	2 pavimentos	6	7	8	9	10	11	12
	3 ou mais pavimentos	8	9	10	11	12	13	14
*Edificação Educacional e cultura física- carga de incêndio 300MJ/m ² - Severidade Classificação I (conforme Tabela 2 da IT 07).								
**A relação adotada será sempre de forma que se divida o maior valor pelo menor.								
*** O valor da fórmula apresentado como largura ou altura, deve ser considerado como o valor da menor dimensão, seja ela a altura ou largura da fachada considerada.								

Fonte: Elaboração Autoral, com base na IT 07, 2018

Quadro 29- Isolamento entre Fachadas de Edificações Adjacentes com altura menor que 12m e área construída menor que 750m²- PEED 12 salas- Bloco C

Isolamento (distância de segurança) entre fachadas de edificações adjacentes (Subitem 6.1 – IT 07)								
Bloco/ Edificação				Bloco C				
Determinação da fachada para dimensionamento	Medidas de segurança existentes		(1)Parte da fachada a ser considerada no dimensionamento					
			Edificações térreas		Edificações com 2 ou + pavimentos			
	Sem compartimentação	x	Toda a fachada do edifício			Toda a fachada do edifício		
	Com compartimentação horizontal		Toda a fachada da área do maior compartimento			Toda a fachada da área do maior compartimento		
Com compartimentação vertical		Não se aplica			Toda a fachada da área do maior pavimento			

	Com compartimentação horizontal e vertical		Não se aplica	Toda a fachada da área do maior compartimento				
	Inserir dimensionamento a ser considerado			Toda a Fachada				
Definição do Valor de "y"	Inserir dados da fachada/ compartimento: largura (m) e altura (m)			10,58(l) X 3,15m(h1);4,52m(h2)= 38,30m ²				
	Inserir dados da área de abertura da fachada/compartimento			0,36m ² (abertura com veneziana)				
	Obter porcentagem de abertura			0,94%				
	Intensidade de Exposição			I*				
	Definir "y"- Classificação da Severidade - % de aberturas							
Aplicação da Tabela 3 da IT 07 – Distância de afastamento (em metros)	Valor de y (%)	Até 10	De 11 a 20	De 21 a 30	De 31 a 40	De 41 a 50	De 51 a 70	Acima de 70
		[x]	[]	[]	[]	[]	[]	[]
	Pavimento térreo	4	5	6	7	8	9	10
	2 pavimentos	6	7	8	9	10	11	12
	3 ou mais pavimentos	8	9	10	11	12	13	14
*Edificação Educacional e cultura física- carga de incêndio 300MJ/m ² - Severidade Classificação I (conforme Tabela 2 da IT 07). **A relação adotada será sempre de forma que se divida o maior valor pelo menor. *** O valor da fórmula apresentado como largura ou altura, deve ser considerado como o valor da menor dimensão, seja ela a altura ou largura da fachada considerada.								

Fonte: Elaboração Autoral, com base na IT 07, 2018

Bloco A e D

Quadro 30- Isolamento entre Fachadas de Edificações Adjacentes- PEED 12 salas- Blocos A e D

Isolamento (distância de segurança) entre fachadas de edificações adjacentes (Subitem 6.1 – IT 07)

Determinação da fachada para dimensionamento	Medidas de segurança existentes	Parte da fachada a ser considerada no dimensionamento	
		Edificações térreas	Edificações com 2 ou + pavimentos
	Sem compartimentação	Toda a fachada do edifício	Toda a fachada do edifício
	Com compartimentação horizontal	Toda a fachada da área do maior compartimento	Toda a fachada da área do maior compartimento
	Com compartimentação vertical	Não se aplica	Toda a fachada da área do maior pavimento
	Com compartimentação horizontal e vertical	Não se aplica	Toda a fachada da área do maior compartimento
	9. Inserir dimensionamento a ser considerado.	Toda a fachada do edifício	
	10. Inserir dados da fachada/ compartimento: largura (m) e altura (m).	A: 12,48(l) X 2,85m(h1);4,29m(h2)= 46,28m ² D: 12,48(l) X 2,85m(h1);4,29m(h2)= 46,28m ²	
	11. Inserir dados da área de abertura da fachada/ compartimento.	A: 2 janelas 1,40mX1,00m= 2,80m ² Porta 2,00mX1,70m= 3,40m ² Elemento vazado 1,20m X 2,00m= 2m ² Total: 8,2m ² D: 39,04m ² (aberturas)	
	12. Obter porcentagem de abertura.	A: 17,72% D: 85%	
Índice das aberturas	3. Definir "y"- Classificação da Severidade - % de aberturas	A: y= ~20	
	Intensidade de Exposição – I*	D: y=~100	

	6. Definir “X”- Relação altura/largura (ou inverso**)	A: $x = 12,48/2,85 = 4,38 \sim 5$ D: $x = 12,48/2,85 = 4,38 \sim 5$
	7. Encontrar o coeficiente “ α ”, conforme Tabela A-1 do Anexo A da IT	A: $\alpha = 0,51$ D: $\alpha = 2,76$
Coeficiente “ β ”	Cidade com Corpo de Bombeiros “ $\beta.1$ ”	Cidade sem Corpo de Bombeiros “ $\beta.2$ ”
	1,5	3,0
Aplicação da Fórmula para distância	D= “α” x (largura ou altura***) + “β”	
	-O valor encontrado será a distância em metros, que deve ser aplicada sempre no ponto mais próximo entre as edificações, no caso de as mesmas não possuírem fachadas paralelas ou coincidentes, conforme especificado no subitem 6.1.1.6 da IT 07.	
	- Alguns fatores podem ser adotados para reduzir a distância de separação da distância exigida, e são especificadas na Tabela B-1 da IT 07, considerando-se fachadas que recebem exposição de calor provenientes de edificações adjacentes localizadas dentro do mesmo lote. No caso de edificações que possuem até 12 metros de altura e até 750 metros quadrados de área, a distância de separação “D” também pode ser definida conforme a Tabela 3 da IT 07.	
	A: $0,51 \times 2,85 + 1,5 = \mathbf{2,95m}$	
	A: $0,51 \times 2,85 + 3 = \mathbf{4,45m}$	
D: $2,76 \times 2,85 + 1,5 = \mathbf{9,37m}$		
D: $2,76 \times 2,85 + 3 = \mathbf{10,87m}$		
Afastamento Atual: 4,37m		
*Edificação Educacional e cultura física- carga de incêndio 300MJ/m ² - Severidade Classificação I (conforme Tabela 2 da IT 07).		
**A relação adotada será sempre de forma que se divida o maior valor pelo menor.		
*** O valor da fórmula apresentado como largura ou altura, deve ser considerado como o valor da menor dimensão, seja ela a altura ou largura da fachada considerada.		

Fonte: Elaboração Autoral, com base na IT 07, 2018

Bloco A e F

Quadro 31- Isolamento entre Fachadas de Edificações Adjacentes- PEED 12 salas- Blocos A e F

Isolamento (distância de segurança) entre fachadas de edificações adjacentes (Subitem 6.1 – IT 07)			
para	Medidas de segurança existentes	Parte da fachada a ser considerada no dimensionamento	
		Edificações térreas	Edificações com 2 ou + pavimentos
Determinação da fachada para dimensionamento	Sem compartimentação	Toda a fachada do edifício	Toda a fachada do edifício
	Com compartimentação horizontal	Toda a fachada da área do maior compartimento	Toda a fachada da área do maior compartimento
	Com compartimentação vertical	Não se aplica	Toda a fachada da área do maior pavimento
	Com compartimentação horizontal e vertical	Não se aplica	Toda a fachada da área do maior compartimento
	13. Inserir dimensionamento a ser considerado.	Toda a fachada do edifício	
	A: 14,57m(l) X 2,85m(h)= 41,52m ²		

	14. Inserir dados da fachada/compartmento: largura (m) e altura (m).	F: 36,50(l) X 3,15m(h)= 114,97m ²
	15. Inserir dados da área de abertura da fachada/compartmento.	A: 2 janelas 3,45mX1,00m= 7,08m ² ; Abertura de 2,40m X 2,15m= 5,16m ² Total: 12,24m ² F: 3 janelas 2,20m X 0,55m = 3,63m ² 12 Janelas 1,88m ² = 22,56m ² Total: 26,19m ²
	16. Obter porcentagem de abertura.	A: 29,49% F: 22,78%
Índice das distâncias de Segurança “α”	4. Definir “y”- Classificação da Severidade - % de aberturas Intensidade de Exposição – I*	A: y= ~30 F: y=~30
	6. Definir “X”- Relação altura/largura (ou inverso**)	A: x= 14,57/2,85=5,11 ~6 F: x= 36,50/3,15=11,59~13
	7. Encontrar o coeficiente “α”, conforme Tabela A-1 do Anexo A da IT	A: α= 0,93 F: α= 0,95
Coeficiente “β”	Cidade com Corpo de Bombeiros “β.1”	Cidade sem Corpo de Bombeiros “β.2”
	1,5	3,0
Aplicação da Fórmula para distância	D= “α” x (largura ou altura***) + “β”	
	-O valor encontrado será a distância em metros, que deve ser aplicada sempre no ponto mais próximo entre as edificações, no caso de as mesmas não possuírem fachadas paralelas ou coincidentes, conforme especificado no subitem 6.1.1.6 da IT 07.	
	- Alguns fatores podem ser adotados para reduzir a distância de separação da distância exigida, e são especificadas na Tabela B-1 da IT 07, considerando-se fachadas que recebem exposição de calor provenientes de edificações adjacentes localizadas dentro do mesmo lote. No caso de edificações que possuem até 12 metros de altura e até 750 metros quadrados de área, a distância de separação “D” também pode ser definida conforme a Tabela 3 da IT 07.	
	A: 0,93 x 2,85 + 1,5 = 4,12m	
	A: 0,93 x 2,85 + 3 = 5,62m	
F: 0,95 x 3,15 + 1,5 = 4,50m		
F: 0,95 x 3,15 + 3 = 6,00m		
Afastamento Atual: 4,12m		
*Edificação Educacional e cultura física- carga de incêndio 300MJ/m ² - Severidade Classificação I (conforme Tabela 2 da IT 07).		
**A relação adotada será sempre de forma que se divida o maior valor pelo menor.		
*** O valor da fórmula apresentado como largura ou altura, deve ser considerado como o valor da menor dimensão, seja ela a altura ou largura da fachada considerada.		

Fonte: Elaboração Autoral, com base na IT 07, 2018

Bloco B e F

Quadro 32- Isolamento entre Fachadas de Edificações Adjacentes- PEED 12 Salas -Blocos B e F

Isolamento (distância de segurança) entre fachadas de edificações adjacentes (Subitem 6.1 – IT 07)			
Determinação da fachada para dimensionamento	Medidas de segurança existentes	Parte da fachada a ser considerada no dimensionamento	
		Edificações térreas	Edificações com 2 ou + pavimentos
	Sem compartimentação	Toda a fachada do edifício	Toda a fachada do edifício
	Com compartimentação horizontal	Toda a fachada da área do maior compartimento	Toda a fachada da área do maior compartimento
	Com compartimentação vertical	Não se aplica	Toda a fachada da área do maior pavimento
	Com compartimentação horizontal e vertical	Não se aplica	Toda a fachada da área do maior compartimento
	17. Inserir dimensionamento a ser considerado.	Toda a fachada do edifício	
	18. Inserir dados da fachada/compartmento: largura (m) e altura (m).	B: 21,78m(l) x 3,25m(h)= 70,78m ² F: 10,58(l) X 3,15m(h1);4,52m(h2)= 38,30m ²	
	19. Inserir dados da área de abertura da fachada/compartmento.	B: 3 portas 0,80mX2,10= 5,04m ² 5 janelas 2,00mX1,10m= 11m ² Total: 16,04m ² F: 0,36m ² (abertura com veneziana)	
	20. Obter porcentagem de abertura.	B: 22,66% F: 0,94%	
Índice das distâncias de Segurança “α”	5. Definir “y”- Classificação da Severidade - % de aberturas Intensidade de Exposição – I*	B: y= ~30 F: y=~20	
	6. Definir “X”- Relação altura/largura (ou inverso**)	B: x= 21,78/3,25= 6,7 ~8 F: x=10,58/3,15=3,36~4	
	7. Encontrar o coeficiente “α”, conforme Tabela A-1 do Anexo A da IT	B: α= 0,94 F: α= 0,50	
Coeficiente “β”	Cidade com Corpo de Bombeiros “β.1”	Cidade sem Corpo de Bombeiros “β.2”	
	1,5	3,0	
Aplicação da Fórmula para distância	D= “α” x (largura ou altura***) + “β”		
	-O valor encontrado será a distância em metros, que deve ser aplicada sempre no ponto mais próximo entre as edificações, no caso de as mesmas não possuírem fachadas paralelas ou coincidentes, conforme especificado no subitem 6.1.1.6 da IT 07.		
	- Alguns fatores podem ser adotados para reduzir a distância de separação da distância exigida, e são especificadas na Tabela B-1 da IT 07, considerando-se fachadas que recebem exposição de calor provenientes de edificações adjacentes localizadas dentro do mesmo lote. No caso de edificações que possuem até 12 metros de altura e até 750 metros quadrados de área, a distância de separação “D” também pode ser definida conforme a Tabela 3 da IT 07.		
	B: 0,94 x 3,25 + 1,5 = 4,55m B: 0,94 x 3,25 + 3 = 6,05m		
F: 0,50 x 3,15 + 1,5 = 3,75m F: 0,50 x 3,15 + 3 = 4,57m			

	Afastamento Atual: 11,45m
<p>*Edificação Educacional e cultura física- carga de incêndio 300MJ/m²- Severidade Classificação I (conforme Tabela 2 da IT 07).</p> <p>**A relação adotada será sempre de forma que se divida o maior valor pelo menor.</p> <p>*** O valor da fórmula apresentado como largura ou altura, deve ser considerado como o valor da menor dimensão, seja ela a altura ou largura da fachada considerada.</p>	

Fonte: Elaboração Autoral, com base na IT 07, 2018

Bloco C e E1

Quadro 33- Isolamento entre Fachadas de Edificações Adjacentes- PEED 12 Salas- Blocos C e E1
Isolamento (distância de segurança) entre fachadas de edificações adjacentes (Subitem 6.1 – IT 07)

	Medidas de segurança existentes	Parte da fachada a ser considerada no dimensionamento	
		Edificações térreas	Edificações com 2 ou + pavimentos
Determinação da fachada para dimensionamento	Sem compartimentação	Toda a fachada do edifício	Toda a fachada do edifício
	Com compartimentação horizontal	Toda a fachada da área do maior compartimento	Toda a fachada da área do maior compartimento
	Com compartimentação vertical	Não se aplica	Toda a fachada da área do maior pavimento
	Com compartimentação horizontal e vertical	Não se aplica	Toda a fachada da área do maior compartimento
	21. Inserir dimensionamento a ser considerado.	Toda a fachada do edifício	
	22. Inserir dados da fachada/ compartimento: largura (m) e altura (m).	C: 21,78m(l) x 3,25m(h)= 70,78m ²	
		E1: : 10,58(l) X 3,15m(h1);4,52m(h2)= 38,30m ²	
	23. Inserir dados da área de abertura da fachada/ compartimento.	C: 3 portas 0,80mX2,10= 5,04m ² 6 janelas 2,00mX1,10m= 13,20m ² Total: 18,24m ²	
	24. Obter porcentagem de abertura.	C: 25,77% E1: 0,94%	
Índice das distâncias de Segurança “α”	6. Definir “y”- Classificação da Severidade - % de aberturas Intensidade de Exposição – I*	C: y= ~30 E1: y=~20	
	6. Definir “X”- Relação altura/largura (ou inverso**)	C: x= 21,78/3,25= 6,7 ~8 E1: : x=10,58/3,15=3,36~4	
	7. Encontrar o coeficiente “α”, conforme Tabela A-1 do Anexo A da IT	C: α= 0,94 E1: α= 0,50	
Coeficiente “β”	Cidade com Corpo de Bombeiros “β.1”	Cidade sem Corpo de Bombeiros “β.2”	
	1,5	3,0	

Aplicação da Fórmula para distância	D= “α” x (largura ou altura***) + “β”
	-O valor encontrado será a distância em metros, que deve ser aplicada sempre no ponto mais próximo entre as edificações, no caso de as mesmas não possuírem fachadas paralelas ou coincidentes, conforme especificado no subitem 6.1.1.6 da IT 07. - Alguns fatores podem ser adotados para reduzir a distância de separação da distância exigida, e são especificadas na Tabela B-1 da IT 07, considerando-se fachadas que recebem exposição de calor provenientes de edificações adjacentes localizadas dentro do mesmo lote. No caso de edificações que possuem até 12 metros de altura e até 750 metros quadrados de área, a distância de separação “D” também pode ser definida conforme a Tabela 3 da IT 07.
	C: $0,94 \times 3,25 + 1,5 = 4,55m$ C: $0,94 \times 3,25 + 3 = 6,05m$
	E1: $0,50 \times 3,15 + 1,5 = 3,75m$ E1: $0,50 \times 3,15 + 3 = 4,57m$ Afastamento Atual: 6,85m
*Edificação Educacional e cultura física- carga de incêndio 300MJ/m ² - Severidade Classificação I (conforme Tabela 2 da IT 07). **A relação adotada será sempre de forma que se divida o maior valor pelo menor. *** O valor da fórmula apresentado como largura ou altura, deve ser considerado como o valor da menor dimensão, seja ela a altura ou largura da fachada considerada.	

Fonte: Elaboração Autoral, com base na IT 07, 2018

Bloco D e E1

Quadro 34- Isolamento entre Fachadas de Edificações Adjacentes- PEED 12 Salas- Blocos D e E1

Isolamento (distância de segurança) entre fachadas de edificações adjacentes (Subitem 6.1 – IT 07)			
Determinação da fachada para dimensionamento	Medidas de segurança existentes	Parte da fachada a ser considerada no dimensionamento	
		Edificações térreas	Edificações com 2 ou + pavimentos
	Sem compartimentação	Toda a fachada do edifício	Toda a fachada do edifício
	Com compartimentação horizontal	Toda a fachada da área do maior compartimento	Toda a fachada da área do maior compartimento
	Com compartimentação vertical	Não se aplica	Toda a fachada da área do maior pavimento
	Com compartimentação horizontal e vertical	Não se aplica	Toda a fachada da área do maior compartimento
	25. Inserir dimensionamento a ser considerado.	Toda a fachada do edifício	
	26. Inserir dados da fachada/ compartimento: largura (m) e altura (m).	D: 23,56(l) X 2,82m(h)= 66,44m ² E1: 36,36(l) X 3,25m(h)= 118,17m ²	
	27. Inserir dados da área de abertura da fachada/ compartimento.	D: aberturas 42,21m ² E1: 2 janelas 2,00m X 0,55m= 2,20m ² 7 janelas 2,00m X 1,10m= 15,40m ² 4 portas 0,80m X 2,10m = 6,72m ² Total= 24,32m ²	
	28. Obter porcentagem de abertura.	D: 63,53% E1: 20,60%	
Índice das edificações	7. Definir “y”- Classificação da Severidade - % de aberturas Intensidade de Exposição – I*	D: y= ~80 E1: y=~30	

	6. Definir “X”- Relação altura/largura (ou inverso**)	D: $x=23,53/2,82=8,34 \sim 10$ E1: $x=36,36/3,25=11,19 \sim 13$
	7. Encontrar o coeficiente “ α ”, conforme Tabela A-1 do Anexo A da IT	D: $\alpha=2,67$ E1: $\alpha=0,95$
Coeficiente “ β ”	Cidade com Corpo de Bombeiros “ $\beta.1$ ”	Cidade sem Corpo de Bombeiros “ $\beta.2$ ”
	1,5	3,0
Aplicação da Fórmula para distância	D= “α” x (largura ou altura***) + “β”	
	-O valor encontrado será a distância em metros, que deve ser aplicada sempre no ponto mais próximo entre as edificações, no caso de as mesmas não possuírem fachadas paralelas ou coincidentes, conforme especificado no subitem 6.1.1.6 da IT 07.	
	- Alguns fatores podem ser adotados para reduzir a distância de separação da distância exigida, e são especificadas na Tabela B-1 da IT 07, considerando-se fachadas que recebem exposição de calor provenientes de edificações adjacentes localizadas dentro do mesmo lote. No caso de edificações que possuem até 12 metros de altura e até 750 metros quadrados de área, a distância de separação “D” também pode ser definida conforme a Tabela 3 da IT 07.	
	D: $2,67 \times 2,82 + 1,5 = \mathbf{9,03m}$	
	D: $2,67 \times 2,82 + 3 = \mathbf{10,53m}$	
E1: $0,95 \times 3,25 + 1,5 = \mathbf{4,59m}$		
E1: $0,95 \times 3,25 + 3 = \mathbf{6,09m}$		
Afastamento Atual: 18,96m		
*Edificação Educacional e cultura física- carga de incêndio 300MJ/m ² - Severidade Classificação I (conforme Tabela 2 da IT 07).		
**A relação adotada será sempre de forma que se divida o maior valor pelo menor.		
*** O valor da fórmula apresentado como largura ou altura, deve ser considerado como o valor da menor dimensão, seja ela a altura ou largura da fachada considerada.		

Fonte: Elaboração Autoral, com base na IT 07, 2018

Bloco D e G

Quadro 35- Isolamento entre Fachadas de Edificações Adjacentes- PEED 12 Salas- Blocos D e G

Isolamento (distância de segurança) entre fachadas de edificações adjacentes (Subitem 6.1 – IT 07)

Determinação para fachada da dimensionamento	Medidas de segurança existentes	Parte da fachada a ser considerada no dimensionamento	
		Edificações térreas	Edificações com 2 ou + pavimentos
	Sem compartimentação	Toda a fachada do edifício	Toda a fachada do edifício
	Com compartimentação horizontal	Toda a fachada da área do maior compartimento	Toda a fachada da área do maior compartimento
	Com compartimentação vertical	Não se aplica	Toda a fachada da área do maior pavimento
	Com compartimentação horizontal e vertical	Não se aplica	Toda a fachada da área do maior compartimento
	29. Inserir dimensionamento a ser considerado.	Toda a fachada do edifício	
	30. Inserir dados da fachada/compartimento: largura (m) e altura (m).	D: 12,48(l) X 2,85m(h1); 4,29m(h2) = 46,28m ² G: 36,50(l) X 4,72m(h)= 171,55m ²	

	31. Inserir dados da área de abertura da fachada/ compartimento.	D: elemento vazado 2,00m X 1,20m = 2,40m ² 2 elementos vazados 1,60m X 2,00m = 6,40m ² Janela 0,90m X 1,00m = 0,90m ² Total: 9,70m ² G: aberturas 129,44m ²
	32. Obter porcentagem de abertura.	D: 52,55% G: 75,45%
Índice das distâncias de Segurança “α”	8. Definir “y”- Classificação da Severidade - % de aberturas Intensidade de Exposição – I*	D: y= ~50 G: y=~80
	6. Definir “X”- Relação altura/largura (ou inverso**)	D: x= 46,28/2,85= 16,24 ~20 G: : x=171,55/4,72=36,11~40
	7. Encontrar o coeficiente “α”, conforme Tabela A-1 do Anexo A da IT	D: α= 1,71 G: α= 2,81
Coeficiente “β”	Cidade com Corpo de Bombeiros “β.1”	Cidade sem Corpo de Bombeiros “β.2”
	1,5	3,0
Aplicação da Fórmula para distância	D= “α” x (largura ou altura***) + “β”	
	-O valor encontrado será a distância em metros, que deve ser aplicada sempre no ponto mais próximo entre as edificações, no caso de as mesmas não possuírem fachadas paralelas ou coincidentes, conforme especificado no subitem 6.1.1.6 da IT 07.	
	- Alguns fatores podem ser adotados para reduzir a distância de separação da distância exigida, e são especificadas na Tabela B-1 da IT 07, considerando-se fachadas que recebem exposição de calor provenientes de edificações adjacentes localizadas dentro do mesmo lote. No caso de edificações que possuem até 12 metros de altura e até 750 metros quadrados de área, a distância de separação “D” também pode ser definida conforme a Tabela 3 da IT 07.	
	D: 1,71 x 2,85 + 1,5 = 6,37m D: 1,71 x 2,85 + 3 = 7,87m	
G: 2,85 x 4,72 + 1,5 = 14,95m G: 2,85 x 4,72 + 3 = 16,45m		
Afastamento Atual: 8,68m		
*Edificação Educacional e cultura física- carga de incêndio 300MJ/m ² - Severidade Classificação I (conforme Tabela 2 da IT 07).		
**A relação adotada será sempre de forma que se divida o maior valor pelo menor.		
*** O valor da fórmula apresentado como largura ou altura, deve ser considerado como o valor da menor dimensão, seja ela a altura ou largura da fachada considerada.		

Fonte: Elaboração Autoral, com base na IT 07, 2018

Bloco D e F

Quadro 36- Isolamento entre Fachadas de Edificações Adjacentes- PEED 12 Salas- Blocos D e F

Isolamento (distância de segurança) entre fachadas de edificações adjacentes (Subitem 6.1 – IT 07)			
Determinação da fachada para dimensionamento	Medidas de segurança existentes	Parte da fachada a ser considerada no dimensionamento	
		Edificações térreas	Edificações com 2 ou + pavimentos
	Sem compartimentação	Toda a fachada do edifício	Toda a fachada do edifício
	Com compartimentação horizontal	Toda a fachada da área do maior compartimento	Toda a fachada da área do maior compartimento
	Com compartimentação vertical	Não se aplica	Toda a fachada da área do maior pavimento
	Com compartimentação horizontal e vertical	Não se aplica	Toda a fachada da área do maior compartimento
	33. Inserir dimensionamento a ser considerado.	Toda a fachada do edifício	
	34. Inserir dados da fachada/compartmento: largura (m) e altura (m).	D: 23,56(l) X 2,82m(h)= 66,44m ² F: 36,50(l) X 3,15m(h)= 114,97m ²	
	35. Inserir dados da área de abertura da fachada/compartmento.	D: aberturas 40,00m ² 3 Janelas 0,90m X 0,50m = 1,35m ² Total: 41,35m ² F: 3 janelas 2,20m X 0,55m = 3,63m ² 12 Janelas 1,88m ² = 22,56m ² Total: 26,19m ²	
	36. Obter porcentagem de abertura.	D: 62,24% G: 22,78%	
Índice das distâncias de Segurança “α”	9. Definir “y”- Classificação da Severidade - % de aberturas Intensidade de Exposição – I*	D: y= ~80 F: y=~30	
	6. Definir “X”- Relação altura/largura (ou inverso**)	D: x= 23,56/2,82= 8,35 ~10 F: : x= 36,50/3,15=11,59~13	
	7. Encontrar o coeficiente “α”, conforme Tabela A-1 do Anexo A da IT	D: α= 2,67 F: α= 0,95	
Coeficiente “β”	Cidade com Corpo de Bombeiros “β.1”	Cidade sem Corpo de Bombeiros “β.2”	
	1,5	3,0	
Aplicação da Fórmula para distância	<p align="center">D= “α” x (largura ou altura***) + “β”</p> <p>-O valor encontrado será a distância em metros, que deve ser aplicada sempre no ponto mais próximo entre as edificações, no caso de as mesmas não possuírem fachadas paralelas ou coincidentes, conforme especificado no subitem 6.1.1.6 da IT 07.</p> <p>- Alguns fatores podem ser adotados para reduzir a distância de separação da distância exigida, e são especificadas na Tabela B-1 da IT 07, considerando-se fachadas que recebem exposição de calor provenientes de edificações adjacentes localizadas dentro do mesmo lote. No caso de edificações que possuem até 12 metros de altura e até 750 metros quadrados de área, a distância de separação “D” também pode ser definida conforme a Tabela 3 da IT 07.</p>		
	<p align="center">D: 2,67 x 2,82 + 1,5 = 9,03m</p> <p align="center">D: 2,67 x 2,82 + 3 = 10,53m</p>		

	$F: 0,95 \times 3,15 + 1,5 = \mathbf{4,50m}$ $F: 0,95 \times 3,15 + 3 = \mathbf{6,00m}$
	Afastamento Atual: 4,30m
<p>*Edificação Educacional e cultura física- carga de incêndio 300MJ/m²- Severidade Classificação I (conforme Tabela 2 da IT 07).</p> <p>**A relação adotada será sempre de forma que se divida o maior valor pelo menor.</p> <p>*** O valor da fórmula apresentado como largura ou altura, deve ser considerado como o valor da menor dimensão, seja ela a altura ou largura da fachada considerada.</p>	

Fonte: Elaboração Autoral, com base na IT 07, 2018

Bloco Fe E2

Quadro 37- Isolamento entre Fachadas de Edificações Adjacentes- PEED 12 Salas- Blocos F e E2

Isolamento (distância de segurança) entre fachadas de edificações adjacentes (Subitem 6.1 – IT 07)				
	Medidas de segurança existentes	Parte da fachada a ser considerada no dimensionamento		
		Edificações térreas	Edificações com 2 ou + pavimentos	
Determinação da fachada para dimensionamento	Sem compartimentação	Toda a fachada do edifício	Toda a fachada do edifício	
	Com compartimentação horizontal	Toda a fachada da área do maior compartimento	Toda a fachada da área do maior compartimento	
	Com compartimentação vertical	Não se aplica	Toda a fachada da área do maior pavimento	
	Com compartimentação horizontal e vertical	Não se aplica	Toda a fachada da área do maior compartimento	
	37. Inserir dimensionamento a ser considerado.	Toda a fachada do edifício		
	38. Inserir dados da fachada/ compartimento: largura (m) e altura (m).	F: 36,36(l) X 3,25m(h)= 118,17m ² E2: 36,36(l) X 3,25m(h)= 118,17m ²		
	39. Inserir dados da área de abertura da fachada/ compartimento.	F: 2 janelas 2,00m X 0,55m= 2,20m ² 7 janelas 2,00mX 1,10m= 15,40m ² 4 portas 0,80m X 2,10m = 6,72m ² Total= 24,32m ² E2: 2 janelas 2,00m X 0,55m= 2,20m ² 7 janelas 2,00mX 1,10m= 15,40m ² 4 portas 0,80m X 2,10m = 6,72m ² Total= 24,32m ²		
	40. Obter porcentagem de abertura.	F: 20,60% E2: 20,60%		
	Índice das distâncias de Segurança “α”	10. Definir “y”- Classificação da Severidade - % de aberturas Intensidade de Exposição – I*	F: y=~30 E2: y=~30	
		6. Definir “X”- Relação altura/largura (ou inverso**)	F : x=36,36/3,25=11,19~13 E2: x=36,36/3,25=11,19~13	
7. Encontrar o coeficiente “α”, conforme Tabela A-1 do Anexo A da IT		F: α= 0,95 E2: α= 0,95		
Coeficiente “β”	Cidade com Corpo de Bombeiros “β.1”	Cidade sem Corpo de Bombeiros “β.2”		
	1,5	3,0		

Aplicação da Fórmula para distância	D= “α” x (largura ou altura^{***}) + “β”
	-O valor encontrado será a distância em metros, que deve ser aplicada sempre no ponto mais próximo entre as edificações, no caso de as mesmas não possuírem fachadas paralelas ou coincidentes, conforme especificado no subitem 6.1.1.6 da IT 07. - Alguns fatores podem ser adotados para reduzir a distância de separação da distância exigida, e são especificadas na Tabela B-1 da IT 07, considerando-se fachadas que recebem exposição de calor provenientes de edificações adjacentes localizadas dentro do mesmo lote. No caso de edificações que possuem até 12 metros de altura e até 750 metros quadrados de área, a distância de separação “D” também pode ser definida conforme a Tabela 3 da IT 07.
	F: $0,95 \times 3,25 + 1,5 = \mathbf{4,59m}$ F: $0,95 \times 3,25 + 3 = \mathbf{6,09m}$
	E2: $0,95 \times 3,25 + 1,5 = \mathbf{4,59m}$ E2: $0,95 \times 3,25 + 3 = \mathbf{6,09m}$ Afastamento Atual: 9,52m
*Edificação Educacional e cultura física- carga de incêndio 300MJ/m ² - Severidade Classificação I (conforme Tabela 2 da IT 07). **A relação adotada será sempre de forma que se divida o maior valor pelo menor. *** O valor da fórmula apresentado como largura ou altura, deve ser considerado como o valor da menor dimensão, seja ela a altura ou largura da fachada considerada.	

Fonte: Elaboração Autoral, com base na IT 07, 2018

CÁLCULO DAS LARGURAS DAS SAÍDAS DE EMERGÊNCIA

$$N = P/C$$

Unidade de Passagem (U.P) = 0,55m

- Escadas: edificação não possui
- Acessos e Descarga: $N = 420/100 = 4,2 \sim 5 \text{ U.P} = \mathbf{2,75m}$
- Rampas: $N = 420/60 = 7 \text{ U.P} = \mathbf{3,85m}$
- Portas: $N = 420/100 = N = 420/100 = 4,2 \sim 5 \text{ U.P} = \mathbf{2,75m}$

POR BLOCO

Blocos E-1; E-2 e F (blocos de maior dimensão):

P: 132 pessoas (4 salas: 32 alunos + 1 professor por sala)

-Acessos e Descarga: $N = 132/100 = 1,32 \sim 2 \text{ U.P} = \mathbf{1,10m}$

QUADRA

P: 1799 pessoas (área de 899,17m²- 2 pessoas por m²)

-Escadas: edificação não possui

-Acessos e Descarga: $N = 1799/100 = 17,99 \sim 18$ U.P = **9,90m**

-Rampas: edificação não possui

-Portas: edificação não possui

ANEXO

Cálculos para PEED 12 Salas

Saídas de Emergência

Figura 112- Classificação das edificações quanto à sua ocupação- Grupo E- PEED 12 salas

Grupo	Ocupação/Usos	Divisão	Descrição	Exemplos
E	Educativa e cultura física	E-1	Escolas em geral	Escolas de primeiro, segundo e terceiro graus, cursos supletivos e pré-universitários e outros
		E-2	Escolas especiais	Escolas de artes e artesanatos, de línguas, de cultura geral, de cultura estrangeira
		E-3	Espaço para cultura física	Locais de ensino e/ou práticas de artes marciais, ginástica (artística, dança, musculação e outros) esportes coletivos (tênis, futebol e outros não incluídos em F-3), sauna, casas de fisioterapias e outros
		E-4	Centros de treinamento profissional	Escolas profissionais em geral
		E-5	Pré-escolas	Creches, escolas maternais, jardins-de-infância
		E-6	Escolas para portadores de deficiências	Escolas para excepcionais, deficientes visuais e auditivos e outros

Fonte: Tabela 01, Anexo A da NBR 9077, 2001

Figura 113- Altura da Edificação, conforme NBR 9077- PEED 12 salas

	Tipo de edificação	Alturas contadas da soleira de entrada ao piso do último pavimento, não consideradas edículas no ático destinadas a casas de máquinas e terraços descobertos (H)	
Código	Denominação		
K	Edificações térreas	Altura contada entre o terreno circundante e o piso da entrada igual ou inferior a 1,00 m	
L	Edificações baixas	$H \leq 6,00$ m	
M	Edificações de média altura	$6,00 \text{ m} < H \leq 12,00$ m	
N	Edificações medianamente altas	$12,00 \text{ m} < H < 30,00$ m	
O	Edificações altas	0 - 1	$H > 30,00$ m ou
		0 - 2	Edificações dotadas de pavimentos recuados em relação aos pavimentos inferiores, de tal forma que as escadas dos bombeiros não possam atingi-las, ou situadas em locais onde é impossível o acesso de viaturas de bombeiros, desde que sua altura seja $H > 12,00$ m

Fonte: Tabela 02, Anexo A da NBR 9077, 2001

Figura 114- Classificação das edificações quanto às suas dimensões em planta- PEED 12 salas

Natureza do enfoque		Código	Classe da edificação	Parâmetros de área
α	Quanto à área do maior pavimento (s_p)	P	De pequeno pavimento	$s_p < 750 \text{ m}^2$
		Q	De grande pavimento	$s_p \geq 750 \text{ m}^2$
β	Quanto à área dos pavimentos atuados abaixo da soleira de entrada (s_s)	R	Com pequeno subsolo	$s_s < 500 \text{ m}^2$
		S	Com grande subsolo	$s_s \geq 500 \text{ m}^2$
γ	Quanto à área total S_t (soma das áreas de todos os pavimentos da edificação)	T	Edificações pequenas	$S_t < 750 \text{ m}^2$
		U	Edificações médias	$750 \text{ m}^2 \leq S_t < 1500 \text{ m}^2$
		V	Edificações grandes	$1500 \text{ m}^2 \leq S_t < 5000 \text{ m}^2$
		W	Edificações muito grandes	$A_t > 5000 \text{ m}^2$

Fonte: Tabela 03, Anexo A da NBR 9077, 2001

Figura 115- Características Construtivas da Edificação- PEED 12 salas

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

Fonte: Tabela 04, Anexo A da NBR 9077, 2001

Figura 116- Capacidade de Unidade de Passagem- PEED 12 salas

Ocupação		População ^(A)	Capacidade da U. de passagem		
Grupo	Divisão		Acessos e descargas	Escadas ^(B) e 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 15,00 m ² de área ^{(E) (G)}	100	60	100
C	-	Uma pessoa por 3,00 m ² de área ^{(E) (d)}			
D	-	Uma pessoa por 7,00 m ² de área			
E	E-1 a E-4	Uma pessoa por 1,50 m ² de área ^(F)	30	22	30
	E-5, E-6	Uma pessoa por 1,50 m ² de área ^(F)			

Legenda:

(A) Os parâmetros dados nesta Tabela são os mínimos aceitáveis para o cálculo da população. Em projetos específicos, devem ser cotejados com os obtidos em função da localização de assentos, máquinas, arquibancadas e outros, e adotados os mais exigentes, para maior segurança.

(B) As capacidades das unidades de passagem (ver Nota de 3.54) em escadas e rampas estendem-se para lanços retos e saída descendente. Nos demais casos, devem sofrer redução, como abaixo especificado. Estas percentagens de redução são cumulativas, quando for o caso:

- lanços curvos de escadas (com degraus ingrauxidos): redução de 10%;
- lanços ascendentes de escadas, com degraus até 17 cm de altura: redução de 10%;
- lanços ascendentes de escada com degraus até 17,5 cm de altura: redução de 15%;
- lanços ascendentes de escadas com degraus até 18 cm de altura: redução de 20%;
- rampas ascendentes, declividade até 10%: redução de 1% por grau percentual de inclinação (1% a 10%);
- rampas ascendentes de mais de 10% (máximo: 12,5%): redução de 20%.

(F) Auditórios e assemelhados, em escolas, bem como salões de festas e centros de convenções em hotéis são considerados nos grupos de ocupação F-2, F-6 e outros, conforme o caso.

Fonte: Tabela 5- Anexo A da NBR 9077, 2001

Figura 117- Distâncias Máximas a Serem Percorridas- PEED 12 salas

Tipo de edificação	Grupo e divisão de ocupação	Sem chuveiros automáticos		Com chuveiros automáticos	
		Saída única	Mais de uma saída	Saída única	Mais de uma saída
X	Qualquer	10,00 m	20,00 m	25,00 m	35,00 m
Y	Qualquer	20,00 m	30,00 m	35,00 m	45,00 m
Z	C, D, E, F, G-3, G-4, G-5, H, I	30,00 m	40,00 m	45,00 m	55,00 m
	A, B, G-1, G-2, J	40,00 m	50,00 m	55,00 m	65,00 m

Fonte: Tabela 6- Anexo A da NBR 9077, 2001

Figura 118- Número de Saídas e Tipo de Escada – PEED 12 salas

Dimensão		P (área de pavimento ≤ 750 m²)									Q (área de pavimento > 750 m²)																				
Altura		K			L			M			N			O			K			L			M			N			O		
Ocupação		N ^{os}	N ^{os}	Tipo esc.	N ^{os}	Tipo esc.	N ^{os}	Tipo esc.	N ^{os}	Tipo esc.	N ^{os}	Tipo esc.	N ^{os}	Tipo esc.	N ^{os}	Tipo esc.	N ^{os}	Tipo esc.	N ^{os}	Tipo esc.											
Gr.	Div.																														
E	E-1	1	1	NE	1	NE	1	PF	2	PF	2	2	NE	2	EP	2	PF	3	PF												
	E-2	1	1	NE	1	NE	1	PF	2	PF	2	2	NE	2	EP	2	PF	3	PF												
	E-3	1	1	NE	1	NE	1	PF	2	PF	2	2	NE	2	EP	2	PF	3	PF												
	E-4	1	1	NE	1	NE	1	PF	3	PF	2	2	NE	2	EP	2	PF	3	PF												
	E-5	1	1	NE	1	EP	2	PF	2	PF	2	2	NE	2	EP	2	PF	3	PF												
	E-6	2	2	NE	2	EP	2	PF	2	PF	2	2	NE	2	EP	2	Pf	3	PF												

Fonte: Tabela 7 do Anexo A – NBR 9077, 2001

Figura 119- Classificação das edificações quanto à sua ocupação- PEED 12 salas (Quadra)

Grupo	Ocupação/Usos	Divisão	Descrição	Exemplos
F	Locais de reunião de público	F-3	Centros esportivos	Estádios, ginásios e piscinas cobertas com arquibancadas, arenas em geral
		F-4	Estações e terminais de passageiros	Estações rodoferroviárias, aeroportos, estações de transbordo e outros
		F-5	Locais para produção e apresentação de artes cênicas	Teatros em geral, cinemas, óperas, auditórios de estúdios de rádio e televisão e outros
		F-6	Clubes sociais	Boates e clubes noturnos em geral, salões de baile, restaurantes dançantes, clubes sociais e assemelhados
		F-7	Construções provisórias	Circos e assemelhados
		F-8	Locais para refeições	Restaurantes, lanchonetes, bares, cafés, refeitórios, cantinas e outros

Fonte: Tabela 01, Anexo A da NBR 9077, 2001

Figura 120- Capacidade de Unidade de Passagem- PEED 12 salas (Quadra)

Ocupação		População ^(A)	Capacidade da U. de passagem		
Grupo	Divisão		Acessos e descargas	Escadas ^(B) e 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 15,00 m ² de área ^{(E) (G)}	100	60	100
C	-	Uma pessoa por 3,00 m ² de área ^{(E) (J)}			
D	-	Uma pessoa por 7,00 m ² de área			
E	E-1 a E-4	Uma pessoa por 1,50 m ² de área ^(F)			
	E-5, E-6	Uma pessoa por 1,50 m ² de área ^(F)	30	22	30
F	F-1	Uma pessoa por 3,00 m ² de área	100	75	100
	F-2, F-5, F-8	Uma pessoa por m ² de área ^{(E) (G)}			
	F-3, F-6, F-7	Duas pessoas por m ² de área ^(G) (1:0,5 m ²)			
	F-4	† ^(I)			

Fonte: Tabela 05, Anexo A da NBR 9077, 2001