

# A PROTEÇÃO PASSIVA CONTRA INCÊNDIO NA CONCEPÇÃO DE PROJETOS ESCOLARES: APLICAÇÃO NO PROJETO PADRÃO DA FNDE - PEED - 12 SALAS

**PROTECCIÓN PASIVA CONTRA INCENDIOS EN EL DISEÑO DE PROYECTOS ESCOLARES: APLICACIÓN EN EL PROYECTO ESTÁNDAR DE LA FNDE - PEED - 12 HABITACIONES**

**PASSIVE FIRE PROTECTION WHEN DESIGNING SCHOOL PROJECTS: APPLICATION IN THE FNDE STANDARD PROJECT – PEED - 12 CLASSROOMS**

**OLIVEIRA, CAMILA MATOS DE**

Arquiteta e Urbanista, mestra pela Universidade Federal de Alagoas. Doutoranda em arquitetura e Urbanismo pela Universidade Federal de Alagoas. E-mail: oscamilamatos@gmail.com

**CAVALCANTE, MORGANA MARIA PITTA DUARTE**

Arquiteta e Urbanista, doutora pela Universidade Presbiteriana Mackenzie. Professora da Universidade Federal de Alagoas. E-mail: morgana.duarte@fau.ufal.br

## RESUMO

A proteção passiva contra incêndio é composta por dispositivos construtivos que retardam a propagação do fogo e auxiliam na desocupação segura dos usuários, definidos ainda na etapa projetual. Assim, soluções adotadas no projeto influenciam na segurança das edificações. O presente artigo é fruto de dissertação de mestrado do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Alagoas e tem como objetivo traçar critérios voltados à proteção passiva contra incêndio a serem observados ao se projetar um ambiente escolar e aplicá-los nos projetos escolares de baixa altura e médio porte, através da análise do projeto-padrão da FNDE, o PEED-12 Salas, de forma a salientar a participação da segurança contra incêndio na concepção de projetos escolares e inserir o tema mais ativamente no âmbito da arquitetura. Utilizou-se o método de análise dedutiva, através da definição dos elementos básicos de proteção passiva contra incêndio necessários em edificações escolares de médio porte e baixa altura, em que se enquadra o objeto analisado. Notou-se o cumprimento parcial das colocações expostas e a necessidade desse tema ser inserido de forma mais significativa entre os arquitetos para inclusão dos elementos de proteção passiva contra incêndio de maneira mais atuante no processo de projeto arquitetônico.

**PALAVRAS CHAVE:** proteção passiva; arquitetura escolar; normatização; projeto padrão.

## RESUMEN

La protección pasiva contra incendios consiste en dispositivos constructivos que retrasan la propagación del fuego y ayudan a la evacuación segura de los usuarios, según se define en la etapa de diseño. Así, las soluciones adoptadas en el proyecto influyen en la seguridad de los edificios. Este artículo es el resultado de una tesis de maestría del Programa de Postgrado en Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Federal de Alagoas y tiene como objetivo esbozar los criterios de protección pasiva contra incendios que deben observarse al diseñar un entorno escolar y aplicarlos en proyectos escolares de baja y media altura, mediante el análisis del proyecto normativo FNDE, el PEED-12 Salas, con el fin de resaltar la participación de la seguridad contra incendios en el diseño de proyectos escolares, e insertar el tema de manera más activa en el ámbito de arquitectura. Se utilizó el método de análisis deductivo, a través de la definición de los elementos básicos de protección pasiva contra incendios requeridos en edificios escolares de mediana y baja altura, en los que encaja el objeto analizado. Se notó el cumplimiento parcial de las colocaciones expuestas y la necesidad de que este tema se inserte de manera más significativa entre los arquitectos para incluir elementos pasivos de protección contra incendios de manera más activa en el proceso de diseño arquitectónico.

**PALABRAS CLAVES:** protección pasiva; arquitectura escolar; estandarización; diseño estándar.

## ABSTRACT

Passive fire protection consists of constructive devices that delay the spread of fire and assist in the safe evacuation of users, as defined in the design stage. Thus, solutions adopted in the project influence the safety of buildings. This article is the result of a master's dissertation from the Program in Architecture and Urbanism at the Federal University of Alagoas and aims to delimit criteria for passive fire protection to be observed when designing a school environment and applying them in low and medium height school projects, through the analysis of the FNDE standard project, the PEED-12 Salas, in order to highlight the participation of fire safety in the design of school projects, and to insert the theme more actively within the scope of architecture. The deductive analysis method was used, through the definition of the basic elements of passive fire protection required in medium-sized and low-height school buildings, in which the analyzed object fits. It was noted the partial fulfillment of the exposed placements and the need for this theme to be inserted more significantly among architects to include passive fire protection elements more actively in the architectural design process.

**KEYWORDS:** passive protection; school architecture; regulation; standard design.

Recebido em: 30/12/2020

Aceito em: 07/04/2021

## 1 INTRODUÇÃO

A edificação escolar 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 e da comunidade como um todo. Conforme Tanner (2000), essas instituições passaram por importantes mudanças e atualizações nas últimas décadas voltadas ao ensino e implantações de tecnologias, acompanhadas pelo desenvolvimento da sociedade, o que não ocorreu com a sua estrutura física, que ainda se encontra, em sua maioria, defasada e carente de atualização. Em seu estudo, o autor constatou que alunos que frequentam escolas com melhores infraestrutura tendem a possuir um desempenho melhor do que aqueles que estudam em edificações inadequadas, destacando, assim, a importância do ambiente físico no aprendizado e desenvolvimento do aluno.

Muito se tem discutido sobre importância da configuração do espaço físico escolar como parte integrante do processo de ensino, porém, conforme Kowaltowski (2011), é importante ressaltar que além dos aspectos perceptíveis considerados ao se projetar essas edificações, deve-se atentar para outros parâmetros igualmente importantes nessa composição, como é o caso da funcionalidade, usabilidade, instalações e infraestrutura.

No decorrer dos anos, percebe-se avanços em diversos ramos da construção civil como eficiência energética, sustentabilidade e adoção de novas tecnologias, que agregam ao projeto de forma positiva; e que costumam caminhar juntos, desde a sua concepção, garantindo uma maior flexibilidade. Porém a segurança contra incêndio não tem participado ativamente dessa evolução nem nessa interação com os projetos, e atuam apenas como coadjuvantes, muitas vezes com o único intuito de aprovação das regulamentações vigentes (MALUK, WOODROW, TORERO, 2017).

Projetos escolares precisam contemplar satisfatoriamente questões relacionadas à infraestrutura e prevenção de riscos, de forma a garantir equipamentos adequados de segurança contra incêndios, além de proporcionar o conhecimento por parte dos usuários sobre os equipamentos 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. Mas a preocupação com a segurança contra incêndio da edificação muitas vezes é considerada de fato apenas após os projetos construtivos já definidos e aprovados, já na etapa de projeto executivo, enquanto projeto complementar, muitas vezes com o foco em atender à legislação, como um item à parte.

Segundo Brentano (2015) a ênfase em um projeto de edificação não deve estar apenas na sua estética e distribuição adequada dos ambientes, mas também no seu entendimento como um sistema complexo, formado por subsistemas, que devem se consolidar de forma simultânea. Dentre esses subsistemas está a Proteção passiva contra incêndio, que 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.

Negrisoló (2011), em pesquisa sobre os conceitos e definidores básicos ligados à concepção de projeto, concluiu, com base em entrevistas realizadas com arquitetos, que na ótica desses profissionais a arquitetura 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.

Assim, o conhecimento do arquiteto sobre os princípios fundamentais relacionados à segurança contra incêndio é importante, pois possibilita que os aspectos necessários para ambiente seguro sejam aplicados de forma alinhada com o projeto, contribuindo assim para sua eficiência, adequação facilitada em posterior projeto legal de segurança contra incêndio e redução de custos. 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 (ANDRADE, SOUZA, 2015). Deste modo, 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.

Ching (2005) afirma que o projeto arquitetônico se inicia com o processo de resolução de problemáticas, delimitadas e identificadas pelo projetista, que por sua vez busca solucionar esses problemas apresentados. Logo, as soluções apresentadas nos projetos estão interligadas à percepção do projetista, que identifica, define e articula os problemas. Este projetista reproduz no projeto seu contexto sociocultural, sua formação e seus conhecimentos.

Esse processo inicial de projeto é tido como crucial e elementar para o seu desenvolvimento. Logo, questões entendidas como necessárias para um projeto adequado são mais eficientes se tratadas nesta primeira etapa de identificação e solução de problemas, conduzida pelo arquiteto. Assim, no contexto da segurança contra incêndio, busca-se a sua participação mais atuante na concepção do projeto arquitetônico, através de maior compreensão do tema e seus elementos pelo projetista, contribuindo assim para sua melhor adequação e qualidade.

O presente artigo tem como objetivo fazer um estudo sobre os critérios voltados a proteção passiva contra incêndio que interferem diretamente no projeto arquitetônico, tendo-se em consideração estudos na área e normas vigentes no país; e averiguar que forma eles estão sendo aplicados nos projetos escolares de baixa altura e médio porte, através da análise do projeto-padrão da FNDE, o PEED - 12 SALAS. Pretende-se assim, salientar a participação da segurança contra incêndio na concepção de projetos escolares, e inserir o tema mais ativamente no âmbito da arquitetura.

## 2 MÉTODO

Para discorrer quanto à atuação da segurança contra incêndio em projetos de edificações escolares, utilizou-se o método de análise dedutiva com base em Venezia e Ono (2014), pelo qual identificou-se os principais aspectos utilizados na elaboração do projeto arquitetônico que influenciam ou sofrem influência da segurança contra incêndio, com base nas legislações vigentes e estudos da área. A partir desses aspectos foram definidos critérios a serem aplicados no universo de estudo, definido como edificações escolares de médio porte<sup>1</sup> e baixa altura<sup>2</sup>, representado pelo projeto-padrão FNDE- PEED 12 SALAS. Os critérios de análise foram divididos em dois, para uma exploração mais clara do projeto. São eles:

- (1) Critérios Disciplinares: Investigação das 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; CHING, 2005). Busca-se aqui a contextualização do projeto da edificação escolar, de forma a compreendê-lo e enxergar como a aplicação da proteção passiva contra incêndio se insere ainda nessa fase de concepção.
- (2) Critérios Normativos: Apuração das legislações vigentes voltadas à Proteção passiva contra incêndio pertinentes ao recorte de estudo. Como não há padronização de legislação de segurança contra incêndio no país, que fica a cargo de cada estado, para uma abrangência maior do estudo foram definidas as Normas Brasileiras- NBR's, pela sua abrangência nacional, e as Instruções Técnicas do Corpo de Bombeiros de São Paulo, corpo de legislação técnica mais completo e referenciado pelos demais estados, para suprir medidas não especificadas pelas NBR's.

### **Delimitação dos critérios de análise**

As medidas de proteção contra incêndio podem ser definidas como estratégias e elementos que visam evitar o início ou crescimento de um incêndio, e/ou sua extinção, com o objetivo de proteger a vida e o patrimônio. Essas medidas são classificadas em ativas ou passivas.

A proteção ativa contra incêndio conta com medidas que tem como objetivo controlar o fogo já iniciado (sistemas de detecção e alarme de incêndio, sinalização de emergência, iluminação de emergência, controle de fumaça, extintores de incêndio, hidrantes, chuveiros automáticos, brigada de incêndio, etc.); Já as medidas de proteção passiva visam evitar a ocorrência de incêndios ou, quando não possível, dificultar seu crescimento e possibilitar desocupação segura dos usuários e preservação da edificação (afastamento entre edificações, segurança estrutural; compartimentação horizontal e vertical; saídas de emergência; controle de materiais de revestimento e acabamento, central de gás, acesso de viaturas, dentre outros) - (BRENTANO, 2015).

Observa-se que os itens de proteção ativa contêm elementos a serem implantados na fase de Projeto Complementar, mas a Proteção Passiva envolve pontos que são definidos no processo de projeto arquitetônico.

Com base nos métodos já descritos, identificou-se os elementos de proteção passiva contra incêndio pertinentes em edificações escolares, conforme mostra o Quadro 1.

Quadro 1: Critérios relacionados à proteção passiva contra incêndio a serem observados em edificações escolares.

Critérios de análise		Parâmetros a serem observados	
<b>Critérios Disciplinares</b>	Características relacionadas ao ordenamento do projeto	Aspectos espaciais e formais	- Implantação do lote/ entorno - Forma e Organização
<b>Critérios Normativos</b>	Regras, parâmetros e instruções que guiam o projetista a fim de obter uma edificação mais adequada e segura	Acesso e Escape	-Saídas de Emergência - Acesso de Viaturas
		Controle e Segurança	- Elementos Construtivos - Materiais de revestimento e acabamento - Isolamento entre edificações - Compartimentação - Central de gás

Fonte: Elaboração Autoral (2020).

Com base nesses critérios, estabeleceram-se os parâmetros a serem observados nos projetos escolares, de forma a certificar sua conformidade em relação à proteção passiva contra incêndio.

### (1) Critérios disciplinares:

#### (1a) Implantação do lote/Entorno

- Local que o lote está inserido, recuos e taxas de ocupação, bem como equipamentos do entorno e suas características.

#### (1b) Forma e Organização

- Ordenamento e disposição dos elementos e partes das composições das formas, de modo a determinar seus espaços, volumes, circulações e sua estrutura final.
- Forma e organização do espaço, de acordo com exigências do partido arquitetônico e fatores externos.

### (2) Critérios normativos:

#### (2a) Saídas de Emergência

- Conformidade com a NBR 9077- Saídas de Emergência (ABNT, 2001)<sup>3</sup>, no que diz respeito às larguras de rotas de saídas (corredores, portas, escadas e rampas).
- Respeito às distâncias máximas a serem percorridas do ponto mais desfavorável da edificação às saídas de emergência.

#### (2b) Acesso de Viaturas

- Dimensões do portão de acesso da edificação, bem como vias internas, para entrada de viaturas de corpo de bombeiros; conforme Instrução Técnica 06 do Corpo de Bombeiros de São Paulo- IT nº64 (SÃO PAULO, 2019).

#### (2c) Elementos Construtivos

- Especificações dos materiais utilizados em elementos estruturais da edificação e seu comportamento perante o fogo.

#### (2d) Materiais de Revestimento

- Materiais utilizados para piso, paredes/divisórias, forro/teto e coberturas, e reação desses elementos ao fogo. Conforme NBR 16626- Classificação da reação ao fogo de produtos de construção (ABNT, 2017) e Instrução Técnica nº 10 do Corpo de Bombeiros de São Paulo- IT 10 (SÃO PAULO, 2019).

**(2e) Isolamento entre edificações**

- Elementos de fachada, distâncias entre edificações adjacentes e características construtivas de fachada; e seus comportamentos quanto a facilitação ou não de propagação de incêndio. Conforme Instrução Técnica 07 do Corpo de Bombeiros de São Paulo- IT 07 (SÃO PAULO, 2019).

**(2f) Compartimentação**

- Elementos que possibilitem o isolamento de ambientes e/ou pavimentos na edificação. Conforme Instrução Técnica 09 do Corpo de Bombeiros de São Paulo- IT 09 (SÃO PAULO, 2019).

**(2g) Central de Gás**

- Características dos abrigos de gás liquefeito, com base na NBR 13523- Central de Gás Liquefeito de Petróleo (ABNT, 2017).

Esses critérios apontados foram aplicados ao projeto arquitetônico do Projeto Espaço Educativo Urbano de 12 salas, para análise das conformidades e observação quanto à participação da proteção passiva contra incêndio na etapa projetual.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

#### **Análise da Escola Padrão – Projeto Espaço Educativo Urbano de 12 salas**

A padronização de projetos é uma realidade crescente em relação às escolas públicas. Em 2007 o governo federal implantou 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, com um dos propósitos do programa relacionado à melhoria da infraestrutura física das escolas. Além de apoio financeiro são disponibilizados projetos escolares padronizados, que podem ser opcionalmente implantados nos municípios que aderirem ao programa. Dentre os modelos apresentados pelo programa, encontra-se o Projeto Espaço Educativo Urbano de 12 salas, edificação escolar de médio porte e baixa altura, que apresenta as especificações conforme quadro abaixo.

Quadro 2: 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 (declive máx= 3%)	3.228,08m <sup>2</sup>	2015

Fonte: Elaboração autoral, com base em informações da FNDE<sup>5</sup> (2018).

O projeto atua como base em edificações escolares a serem construídas para até 780 alunos em dois turnos (matutino e vespertino), ou 390 alunos em turno integral, dispostos em 12 salas. Trata-se de uma edificação térrea, com blocos que se distribuem entre áreas de lazer/recreação, educacional, administrativa, sanitários e áreas de serviço.

Os critérios delimitados foram então aplicados neste projeto, através das plantas de projeto arquitetônico executivo e Memorial Descritivo, conforme apresentado abaixo.

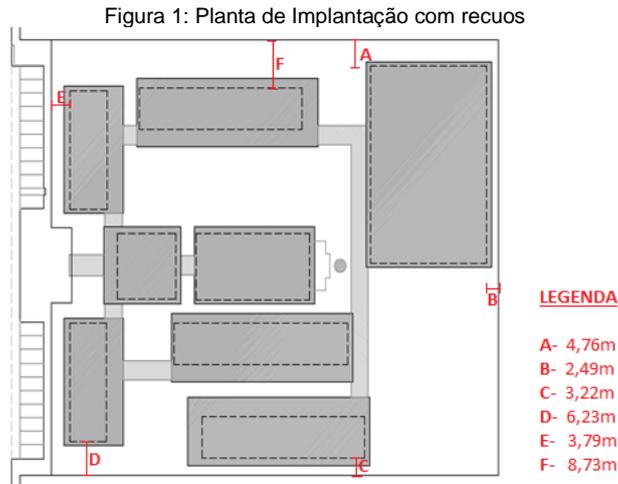
#### *Implantação do lote/entorno*

Por se tratar de um modelo de projeto padrão, não há a definição da implantação do lote, porém o mesmo apresenta características básicas que o terreno deve possuir, bem como orientações para a sua implantação.

O programa recomenda que o terreno se localize em locais com vias de fácil acesso, preferencialmente que não esteja perto de zonas industriais. Seria interessante haver orientações quanto localização de Corpos de Bombeiros, para que fosse avaliado o trajeto e as vias de acesso até o local.

O ideal para a implantação, conforme especificado no Memorial Descritivo, seria um terreno plano, com declividade máxima de 3%, de 80 (oitenta) metros de largura por 100 (cem) metros de profundidade, o que acarretaria em uma taxa de ocupação de 40%. Com essa configuração, o terreno possuirá uma parcela considerável de áreas abertas, o que contribui positivamente em termos de proteção passiva, ocasionando em locais de refúgio, em caso de incêndios, e dificultando a disseminação do fogo (Figura 1).

Outra questão a ser observada são os recuos. Nessa referência, os recuos permitem, em sua maior parte, um razoável distanciamento também de terrenos vizinhos, o que faz com que seja necessário prestar mais atenção as edificações do entorno, visto que a proximidade pode facilitar a propagação de fogo entre elas (Figura 1).



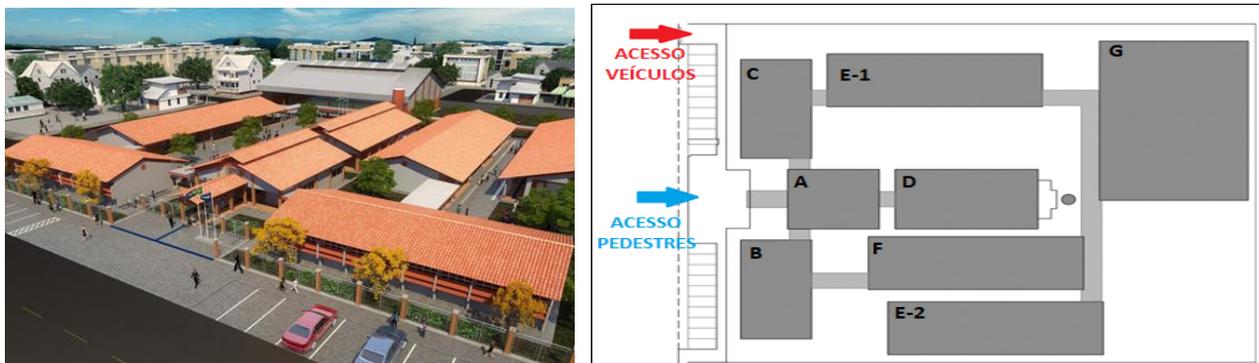
Fonte: Elaboração autoral, através de planta disponível no site do FNDE (2018).

### Forma e organização

A escola, classificada como edificação escolar de médio porte, 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.

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 (Figura 2).

Figura 2: Perspectiva e Planta de implantação de blocos do Projeto Padrão 12 salas.



Fonte: FNDE, com edição autoral (2018).

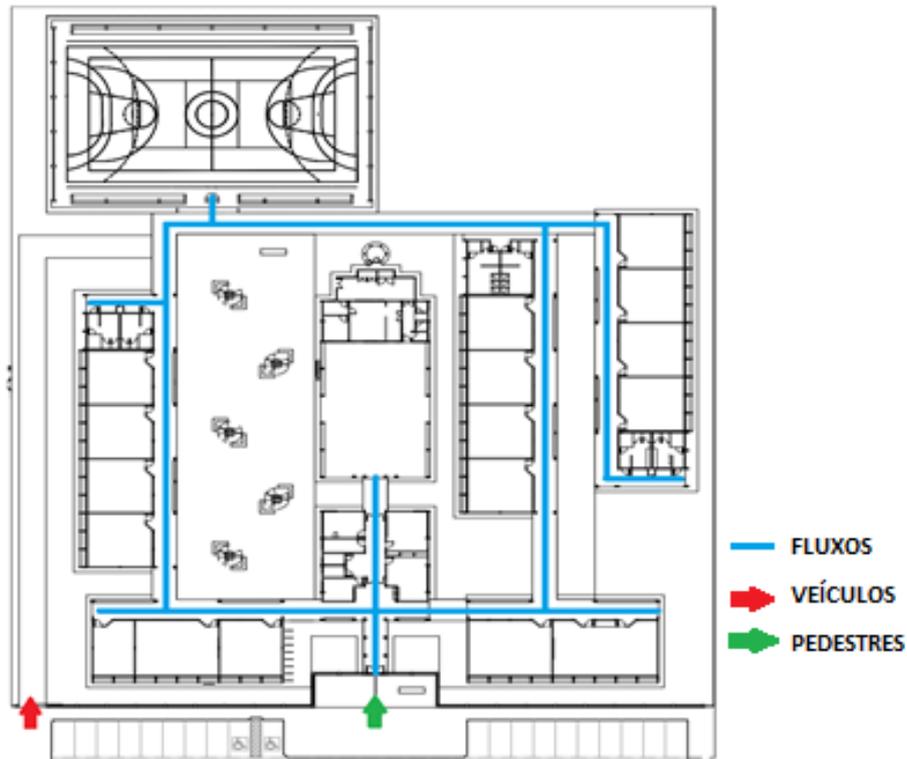
A edificação possui dois acessos, localizados na fachada principal (frontal) da edificação: um acesso exclusivo para pedestres e outro para veículos (Figura 2). Não há previsão de acessos através de outra fachada, e toda a edificação é cercada por muros de 1,80 metros de altura.

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, são lineares, possuem cobertura e são abertos nas laterais, conduzindo 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 3).

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 3: Planta de Acessos e Fluxos.



Fonte: FNDE, com edição autoral (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.

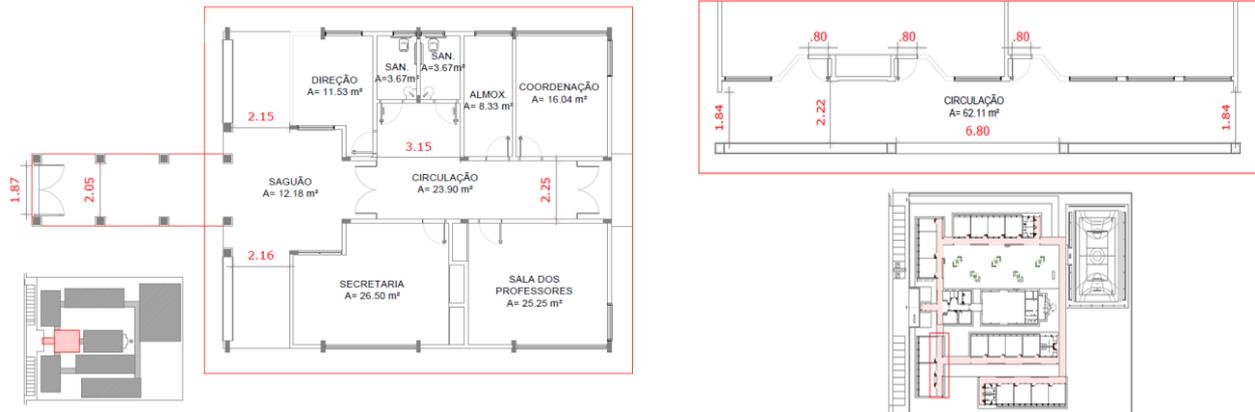
A edificação encontra critérios que colaboram com a segurança contra incêndio; esse fato pode ser observado na separação da edificação por blocos interligados, a quantidade de espaços livres e abertos, e a linearidade, que permite a maior objetividade do percurso. Não há previsão de acessos em outra 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 distribuição em blocos, interligados entre si por corredores, permite 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.

### Saídas de Emergência

A edificação se enquadra como Grupo E-1- Escolas em Geral, de acordo com a classificação da NBR 9077 (2001) é térrea e plana, com inclinação máxima de 3%, com fluxos de passagem desobstruídos e largura de 1,84m em seus trechos mais estreitos, conforme observa-se na Figura 4.

Figura 4: Planta Baixa da Recepção (Bloco A) e Recorte da Circulação dos blocos de salas de aula.



Fonte: FNDE, com edição autoral (2020).

Quanto à largura das saídas de emergência, considerando a sua população máxima de 420 pessoas (previsto pelo projeto), e em acordo com a 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, com resultados apresentados no Quadro 3.

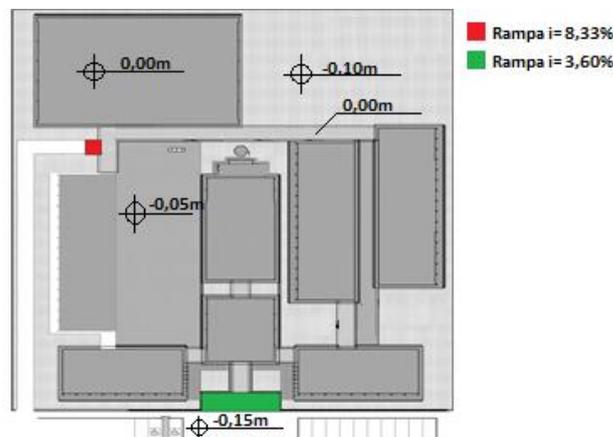
Quadro 3: Resultado dos cálculos de saídas de emergência.

CÁLCULO DAS LARGURAS DAS SAÍDAS DE EMERGÊNCIA	
Dados do cálculo	Fórmula conforme NBR 9077 (2001): <b><math>N = P/C</math></b> N: Número de Unidade de Passagem (Cada número inteiro corresponde à 0,55m) P: População (Conforme Tabela 5 da NBR 9077) C: Capacidade da Unidade de Passagem (Conforme Tabela 5 da NBR 9077)
Cálculo de toda a edificação	Escadas: edificação não possui <b>Acessos e Descarga</b> [P: 420; C: 100]: $N = 420/100 = 4,2 \sim 5$ U.P = <b>2,75m</b> <b>Rampas</b> [P: 420; C: 60]: $N = 420/60 = 7$ U.P = <b>3,85m</b> <b>Portas</b> [P: 420; C: 100]: $N = 420/100 = 4,2 \sim 5$ U.P = <b>2,75m</b>
Cálculo por bloco*	<b>Acesso e Descarga</b> [P: 132**, C: 100]: $N = 132/100 = 1,32 \sim 2$ U.P = <b>1,10m</b> • Considerou-se os Blocos E-1; E-2 e F (blocos de maior dimensão) ** Considerou-se 4 salas: 32 alunos + 1 professor por sala
Quadra	<b>Acessos e Descarga</b> [N: 1799***, C: 100]: $N = 1799/100 = 17,99 \sim 18$ U.P = <b>9,90m</b> Escadas e Rampas: edificação não possui *** Considerou-se 1799 pessoas (área de 899,17m <sup>2</sup> - 2 pessoas por m <sup>2</sup> )

Fonte: Elaboração Autoral, com base na NBR 9077 (2019).

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 5), para vencer os pequenos desníveis entre esses acessos e as passagens internas.

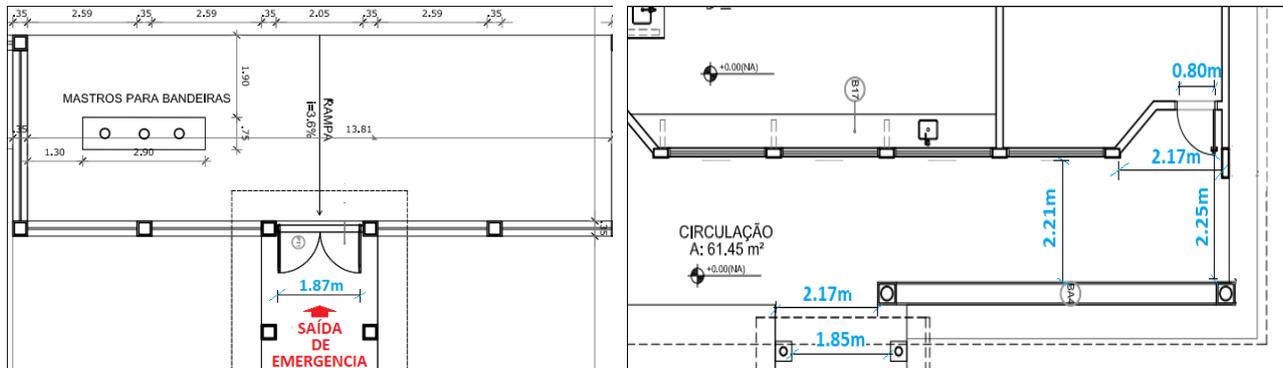
Figura 5: Planta com indicações de rampas e implantação



Fonte: FNDE, com edição autoral (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 (Figura 6), o que não supre a desocupação segura dos usuários, a disposição da edificação em blocos, de forma que todos possuem corredores abertos para áreas externas (Figura 7), 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 guiam os usuários a esses locais seguros, em caso de incêndio.

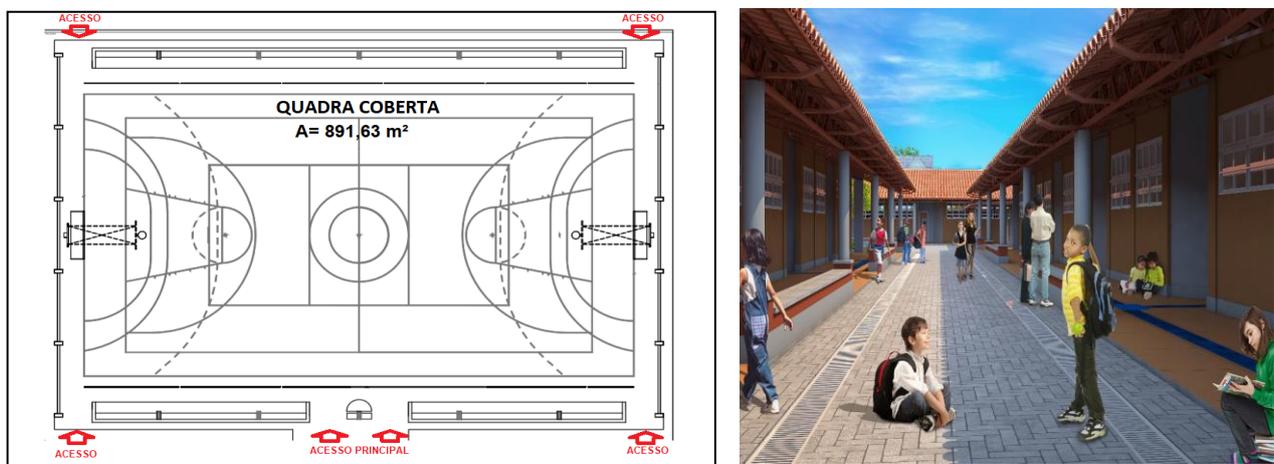
Figura 6: Saída de Emergência ao exterior da edificação (esquerda) e circulação (direita).



Fonte: FNDE, com edição autoral (2018).

Quanto a Quadra, verifica-se a necessidade de 18 U.P, que corresponde à 9,90m (Quadro 3), 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 7).

Figura 7: Planta de acessos à Quadra e Perspectiva da circulação .



Fonte: FNDE, com edição autoral (2018).

Também foi calculado o dimensionamento para as salas de aula, que necessitam apenas de uma unidade de passagem (Quadro 3) cujo atendimento é positivo por haver respeito à dimensão mínima de 0,80m para saída (Figura 6). 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.

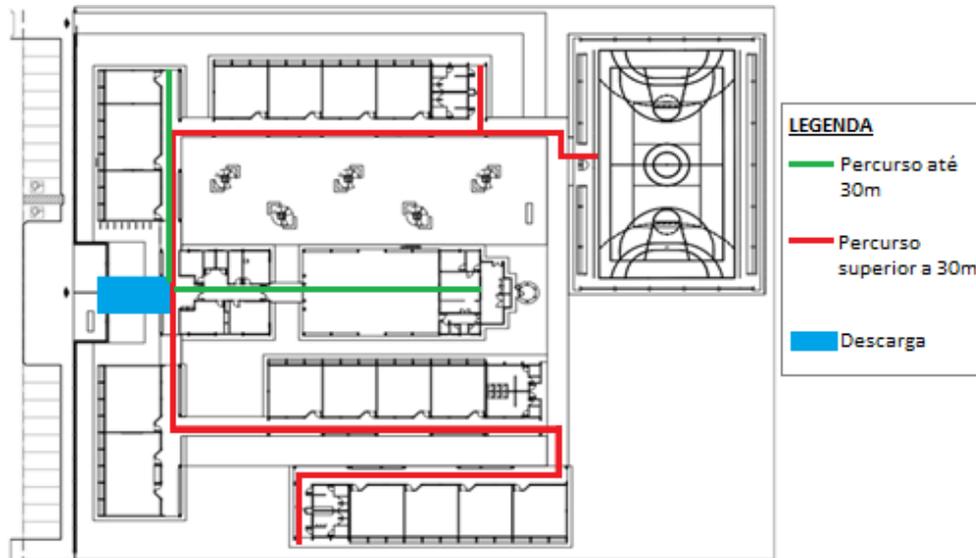
Em análise por bloco, ao aplicar os cálculos para determinar as dimensões de saídas das circulações e acessos dos mesmos, obtém-se a largura mínima de 1,10m, que é suprida em todos os pontos, e ainda a largura recomendada pela NBR 9050 - Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos (ABNT, 2020), de um mínimo entre 1,50m e 1,80m, para garantir maior conforto a usuários de cadeira de rodas.

A distância máxima a ser percorrida, conforme aplicação da Tabela 6 da NBR 9077 (ABNT, 2001), deve ser de até 30 metros, mesmo sendo do ponto mais desfavorável do edifício. Após simulações nas plantas, nota-se que, se considerada a única saída externa, esse valor não é respeitado em todos os espaços, conforme

mostra a Figura 8, 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.

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.

Figura 8: Simulação de trajetos a serem percorridas até a saída de emergência.



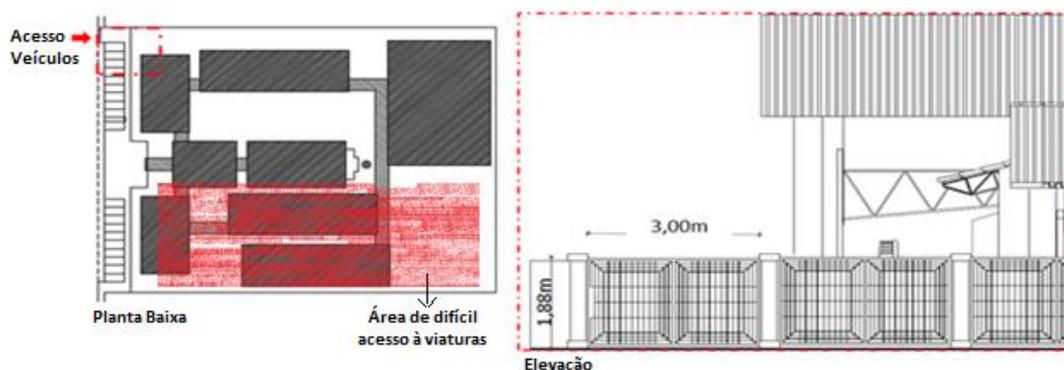
Fonte: FNDE, com edição autoral (2018).

Ressalta-se a importância de que os trajetos sejam sempre previstos de forma a serem fluidos, seguros, desobstruídos e que permitam a saída de forma rápida para um local seguro; pois eles conduzem o usuário para fora da área de perigo, resguardando assim a vida, que é a prioridade da Segurança contra incêndio.

#### Acesso de Viaturas

O portão da edificação de acesso previsto para entrada e saídas de veículos possui largura de 3 metros (Figura 9). Assim, não comportaria a entrada de viatura de bombeiro, que necessitaria de uma largura mínima de 4 metros, conforme a Instrução Técnica do Corpo de Bombeiros de São Paulo nº6- IT 06 (SÃO PAULO, 2019), 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 14).

Figura 9: Planta Baixa e Elevação do portão de acesso de veículos.



Fonte: FNDE, com edição autoral (2018).

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.

### Elementos Construtivos

O Memorial Descritivo do projeto, em relação às suas características construtivas, registra uso de estrutura de concreto armado e alvenaria, com telhas de barro sobre estrutura de cobertura metálica e passarelas metálicas modulares.

A NBR 14432 (ABNT, 2001) estabelece, em sua Tabela A-1, os Tempos Requeridos de Resistência ao Fogo-TRRF, que corresponde ao tempo em minuto que os elementos construtivos de uma edificação devem resistir ao fogo, de forma a possibilitar uma evasão segura dos seus usuários, sem que a estrutura entre em colapso. Esse tempo é obtido a depender do tipo da edificação, e sua altura. O projeto em questão se classifica como Grupo E, Divisão E-1<sup>6</sup> e, de acordo com sua altura, como Classe P1<sup>7</sup>. Assim, aplicando-se a tabela, obtêm-se o TRRF de 30, o que corresponde a um tempo de 30 minutos (Tabela 1).

Tabela 1: Tabela A.1 da NBR 14432: Tempos requeridos de resistência ao fogo, em minuto- Grupo E.

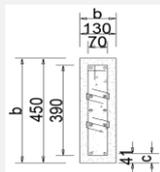
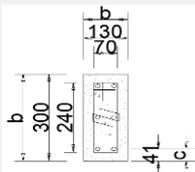
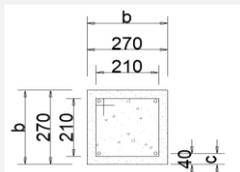
Grupo	Divisão	Profundidade do Subsolo		Altura da Edificação				
		Classe S2 $h > 10m$	Classe S1 $h \leq 10m$	Classe P1 $h \leq 6m$	Classe P2 $6m < h \leq 12m$	Classe P3 $12m < h \leq 23m$	Classe P4 $23m < h \leq 30m$	Classe P5 $h > 30m$
<b>E</b>	<b>E-1 a E-6</b>	<b>90</b>	<b>60 (30)</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>60</b>	<b>90</b>	<b>120</b>

Fonte: NBR 14432 (2001).

De acordo com o Memorial Descritivo do projeto, o sistema construtivo adotado priorizou o uso de pilares em concreto armado moldado in loco, vigas em concreto armado moldado in loco e laje premoldada em concreto armado - conforme segue.

- (1) Pilares em concreto armado moldado in loco, com uma variação de dimensões, especificadas em projeto estrutural, conforme apresentado no Quadro 4:

Quadro 4: Pilares em concreto armado presentes no Projeto Estrutural.

Tipo	Dimensões		
Pilares em concreto armado moldado in loco			
	130mmx450mm $b = 130mm; 300mm$ $c = 41mm$	130mmx300mm $b = 130mm; 300mm$ $c = 41mm$	270mmx270mm $b = 270mm$ $c = 40mm$

Fonte: Elaboração Autoral, através de plantas fornecidas pelo FNDE (2015).

As dimensões recomendadas dos pilares de concreto vão depender das faces expostas ao fogo. Se apenas uma face estiver exposta, utiliza-se a Tabela 12 da NBR 15200/2012 (Figura 10).

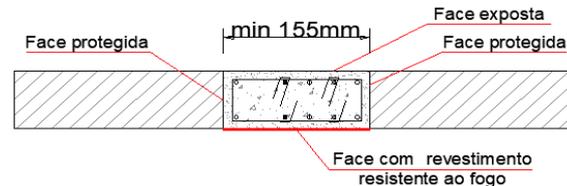
Figura 10: Dimensões mínimas para pilares com uma face exposta ao fogo.

TRRF min	Combinações de $b_{min}/c_1$ mm/mm
30	155/25
60	155/25
90	155/25
120	175/35
180	230/55

Fonte: NBR 15200 (2012).

Para o projeto analisado, se apenas uma face estiver exposta ao fogo, tendo em vista o TRRF de 30min, essa face deve possuir no mínimo 155 mm, com ao menos 25mm de distância entre a face e o eixo da armadura longitudinal, para que seja considerada segura. 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, e não houver proposta de que ela seja revestida por material resistente ao fogo por no mínimo 30 minutos, deverá ser adotada uma das formas de cálculos estabelecidas na norma para garantia da sua resistência, de acordo com as suas dimensões (Figura 11).

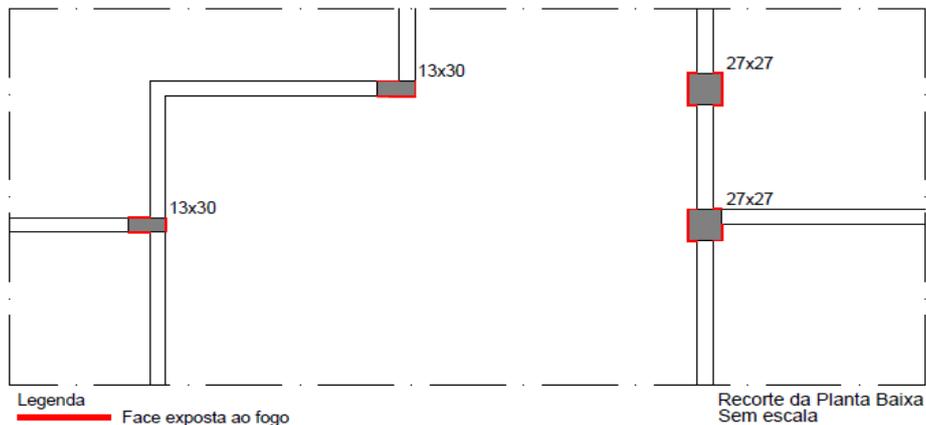
Figura 11: Pilar de concreto armado com uma face exposta ao fogo.



Fonte: Elaboração Autoral (2019).

O projeto conta com os pilares apresentados dispostos acima (Quadro 4), e a exposição de suas faces vai depender da sua alocação, conforme mostra a Figura 12.

Figura 12: Recorte da Planta Baixa com a alocação dos pilares.



Fonte: Elaboração autoral, através de planta disponível no site do FNDE (2020).

Assim, deve-se analisar caso a caso, para que se verifiquem as melhores medidas de proteção das faces expostas, seja através de cálculos para redimensionamento ou com a adoção de materiais resistentes ao fogo.

- (2) Vigas em concreto armado moldado in loco, em perfis de dimensões variadas, conforme mostra o Quadro 5.

Quadro 5: Vigas em concreto armado presentes no Projeto Estrutural.

Tipo	Dimensões	
Vigas de concreto	400mmx150mm b= 150mm c1= 41mm	
	130mmx300mm b= 130mm c1= 34mm	

Fonte: Planta disponível no site do FNDE, com edição autoral (2020).

Conforme especificado na NBR 15200 (2012), elas devem possuir a dimensão mínima ( $b_{wmin}$ ) de 80mm e distância mínima entre o eixo da armadura longitudinal e a face exposta ao fogo ( $c_1$ ) de 150mm (Figura 13), o que é cumprido pelos perfis previstos no projeto arquitetônico e estrutural (Quadro 5).

Figura 13: Tabela 5 da NBR 15200- Dimensões mínimas para vigas contínuas ou vigas de pórticos.

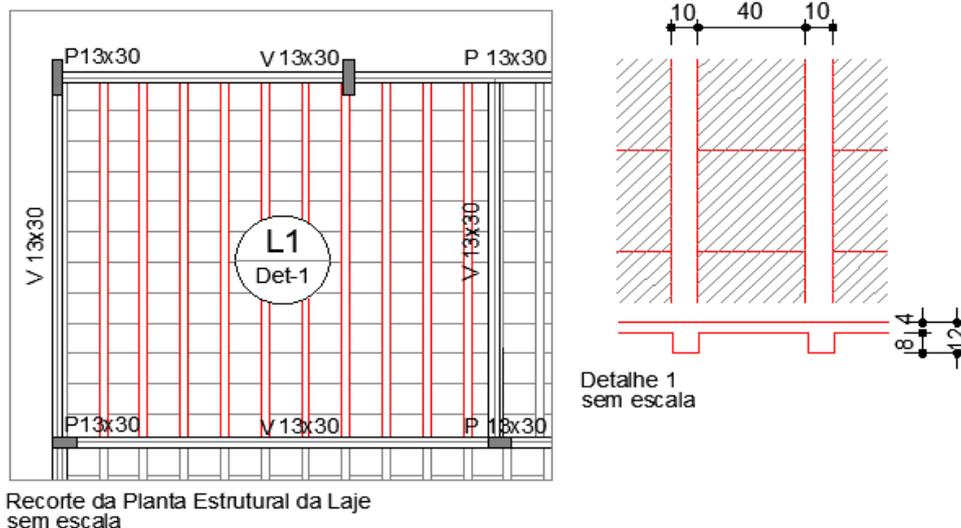
TRRF min	Combinações de $b_{min}/c_1$ mm/mm				$b_{wmin}$ mm
	1	2	3	4	
30	80/15	160/12	–	–	80
60	120/25	190/12	–	–	100
90	140/37	250/25	–	–	100
120	190/45	300/35	450/35	500/30	120
180	240/60	400/50	550/50	600/40	140

<sup>a</sup> 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 fios e cordoalhas.

Fonte: NBR 15200 (2012).

- (3) Laje pré-moldada em concreto armado com altura de 120mm, preenchida por EPS (isopor) Unidirecional, conforme Figura 14.

Figura 14: Planta Estrutural- Lajes pré-moldadas.



Fonte: Elaboração autoral, através de planta disponível no site do FNDE (2020).

As lajes pré-moldadas não são tratadas de forma específica pela NBR 15200 (ABNT, 2012), assim o ideal, para garantir sua segurança em relação à incêndio, é fazer a verificação das dimensões necessárias por meio de cálculos apresentados pela norma.

As dimensões aplicadas consideraram apenas previsão em projeto arquitetônico, dimensões genéricas extraídas do projeto estrutural e memorial descritivo. Para análise dos pilares e vigas considerou-se o Método Tabular presente na norma, em que são definidas as dimensões mínimas a serem atendidas para garantir maior segurança estrutural. Cálculos minuciosos serão definidos em projeto estrutural detalhado, com todas as informações precisas, 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.

### Materiais de revestimento

A definição dos materiais de revestimento e acabamento é de suma importância, pois os mesmos podem contribuir tanto para propagação quanto para a extinção de um foco de incêndio. A NBR 16626- Classificação da reação ao fogo de produtos de construção, de 2017, traz os procedimentos, através de métodos de ensaio,

para classificação de produtos construtivos, que são categorizados em classes de I a V. Porém, ainda não há normativa da Associação Brasileira de Normas Técnicas-ABNT que determine quais classes de materiais deverão ser utilizadas para cada tipo de edificação, dentre elas as escolares<sup>8</sup>. Essa questão é suprida pela Instrução Técnica nº 10 do Corpo de Bombeiros de São Paulo (SÃO PAULO, 2019), que apresenta uma tabela que determina os materiais a serem utilizados, em função do Grupo/Divisão e sua finalidade (Figura 15).

Figura 15: Tabela B.1 da IT nº10: Classe dos materiais a serem utilizados considerando o grupo/divisão da ocupação/uso em função da finalidade do material.

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

Fonte: Instrução Técnica do Corpo de Bombeiros de São Paulo (2019).

Outra dificuldade, em relação tópico, é a falta de informação de forma fácil e acessível por parte dos fabricantes sobre a classificação dos seus produtos quanto à sua combustibilidade; a grande maioria dos materiais presentes no mercado nacional não possui indicação nas suas especificações técnicas sobre seu enquadramento nas classes estabelecidas pela NBR 16626 (ABNT, 2017). Coutinho e Gouveia (2016) elaboraram uma pesquisa em que listaram os principais materiais construtivos e sua provável classificação quanto à combustibilidade, o que serviu de base para essa análise, apresentada no Quadro 6. Porém, a classificação exata do material deverá ser fornecida pelo fabricante, pois é obtida através de métodos de ensaios realizados especificamente naquele produto.

Quadro 6: Síntese de Diagnóstico - Materiais de Revestimento e Acabamento.

MATERIAIS DE REVESTIMENTO E ACABAMENTO ESPECIFICADOS			COMBUSTIBILIDADE*
Pisos	Pátio Coberto e Circulações	Granitina	Classe I
		Piso podotátil 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 com pintura à base de resina acrílica	Classe I
	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 (h= 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 (h= 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 (h= 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

Fonte: Autoral, com base em NBR 16626 (2020).

Considerando as informações analisadas, percebe-se que parte dos materiais estariam dentro da Classe de combustibilidade recomendada, com base na IT nº10 (SÃO PAULO, 2019), outras poderiam ser revistas. Porém, somente métodos de ensaios realizados nos materiais que especificamente irão compor a edificação podem dar uma maior precisão de suas classes.

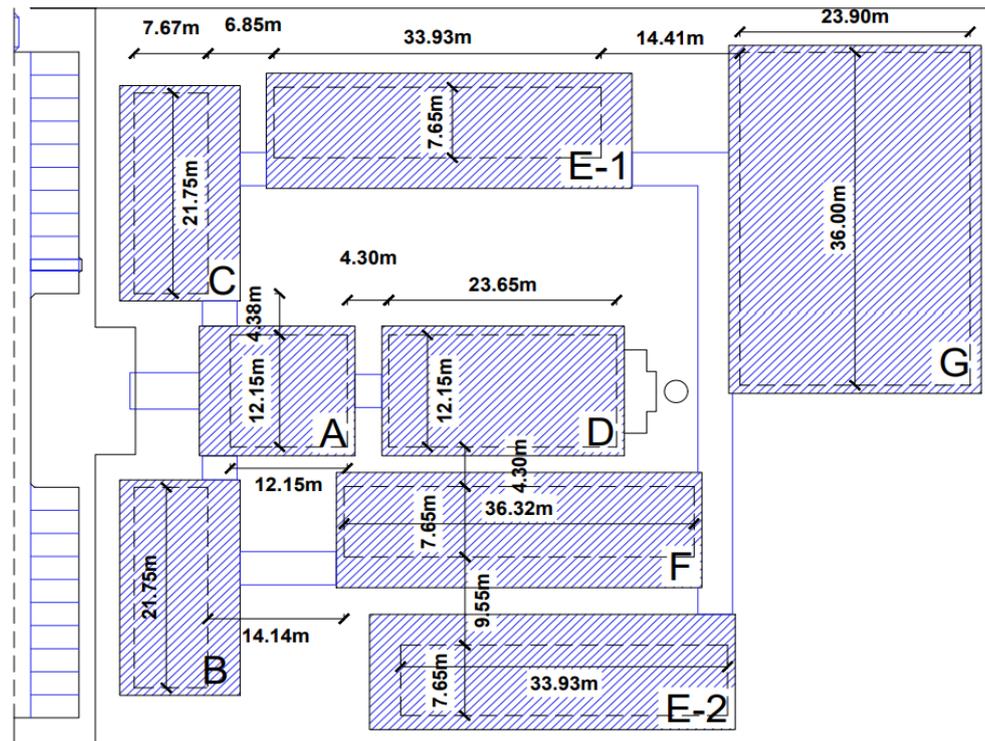
*Isolamento entre Edificações*

Conforme Item 2 da Instrução Técnica nº 07, do Corpo de Bombeiros Militar de São Paulo:

[...] 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 (p. 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 16).

Figura 16: Planta dos Blocos com afastamentos.



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 último 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 7, obtido através de cálculos previstos na Instrução Técnica nº7 do Corpo de Bombeiros de São Paulo, em blocos adjacentes, para que se observem seus afastamentos perante as normativas.

Quadro 7: Afastamento entre os blocos.

Blocos	Afastamento em projeto	Afastamento em cidades com corpo de bombeiros	Afastamentos em cidades sem corpo de bombeiros	Blocos	Afastamento em projeto	Afastamento em cidades com corpo de bombeiros	Afastamentos em cidades sem corpo de bombeiros
A e B	4,38m	4,12m	5,62m	D e E-1	18,96m	9,03m	10,53m
B e A		3,04m	4,54m	E-1 e D		4,59m	6,09m
A e C	4,26m	4,12m	5,62m	D e F	4,30m	9,03m	10,53m
C e A		3,75m	4,57m	F e D		4,50m	6m
A e D	4,37m	2,95m	4,45m	G e D	8,68m	6,37m	7,87m
D e A		9,37m	10,87m	D e G		14,95m	16,45m
A e F	4,30m	4,12m	5,62m	F e D	9,52m	4,59m	6,09m
F e A		4,50m	6m	D e F		14,95m	16,45m
B e F	11,45m	4,55m	6,05m	F e E-2	9,52m	4,59m	6,09m
F e B		3,75m	4,57m	E-2 e F		4,59m	6,09m
C e E-1	6,85m	4,55m	6,05m	<b>LEGENDA:</b> <span style="color: green;">■</span> ATENDE <span style="color: red;">■</span> NÃO ATENDE			
E-1 e C		3,75m	4,57m				

Fonte: Autoral, com base na IT 07 do Corpo de Bombeiros de São Paulo (2019).

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.

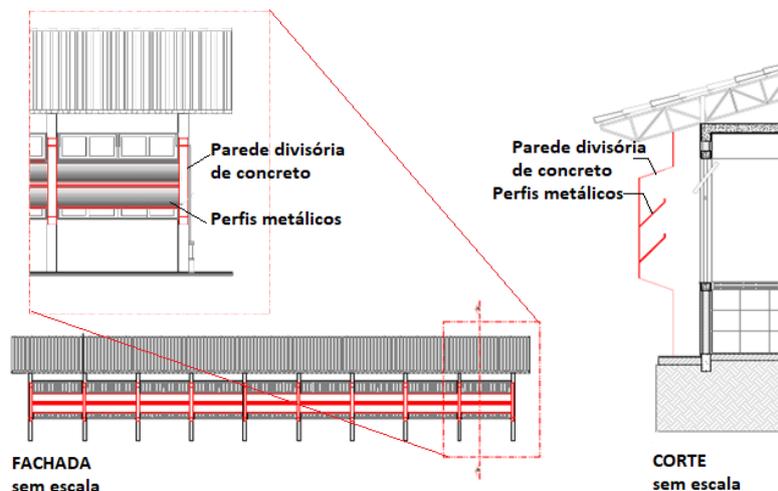
Esse afastamento colabora para a obtenção de espaços mais abertos e livres, o que é positivo tanto em questão de incêndios, quanto em tornar o ambiente mais agradável. O ponto negativo desse afastamento é que pode resultar na ampliação das distâncias a serem percorridas. Porém, algumas distâncias não 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.

### 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.

Elementos nas fachadas contribuem para a compartimentação, por dificultarem a propagação de fogo entre os ambientes. São Brises, compostos de paredes de concreto, entre as janelas de cada sala, com perfis metálicos horizontais, conforme mostra a Figura 17.

Figura 17: Plantas de Fachada e Corte dos Brises das fachadas da edificação.



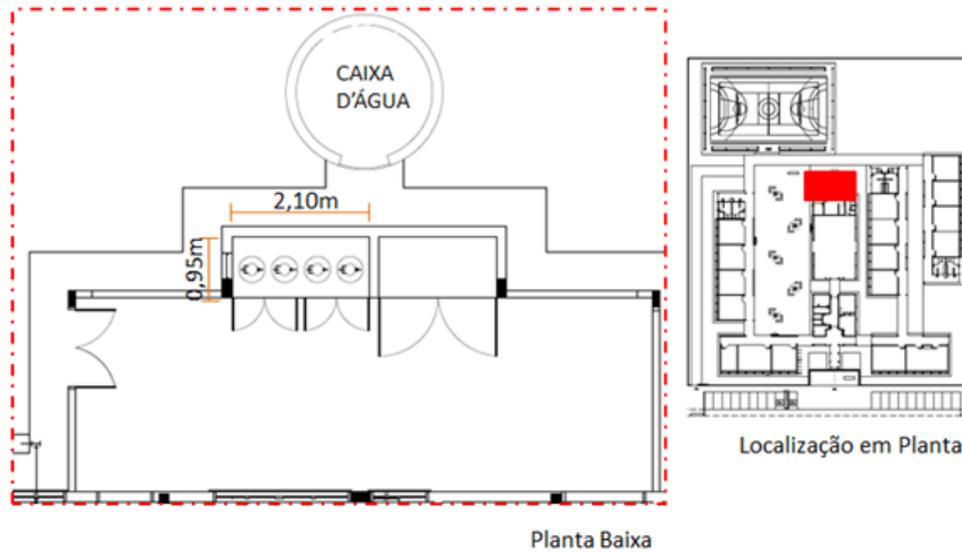
Fonte: Elaboração autoral, através de planta disponível no site do FNDE (2020).

Portanto, esses elementos de fachadas, em conjunto com alguns afastamentos entre alguns blocos proporcionaram essa compartimentação.

### Central de Gás

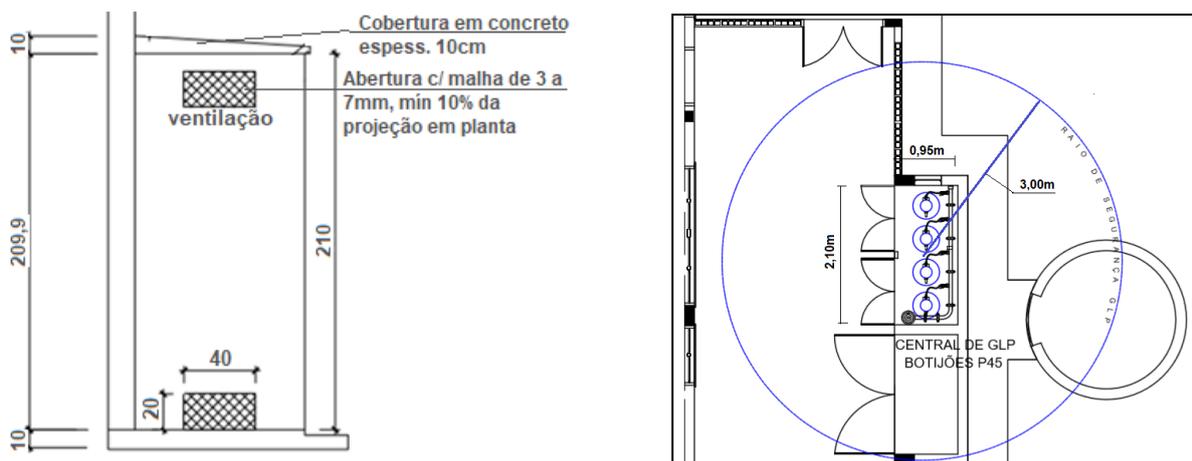
O projeto prevê o uso de gás liquefeito de petróleo- GLP, portanto possui uma central de gás, para o armazenamento correto. Conforme informações do Memorial Descritivo, o sistema é composto por quatro cilindros de 45kg de GLP, do tipo transportável, para suprir um fogão industrial de 6 bocas da cozinha. 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 18 e 19).

Figura 18: Planta Baixa- Central de Gás.



Fonte: Elaboração autoral, através de plantas hidráulicas fornecidas pelo site da FNDE (2015).

Figura 19: Corte da Central de Gás (esquerda) e Afastamentos da Central de gás a pontos de ignição (direita)



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 m<sup>2</sup> inferior e 0,32 m<sup>2</sup> superior (o que for maior). No corte da central, há a previsão de ventilação superior e inferior de 0,80m<sup>2</sup> cada, portanto em conformidade.

Em relação aos afastamentos, devem considerar a NBR 13523 (ABNT, 2017), conforme disposto na Figura 20.

Figura 20: Afastamento mínimo de segurança de recipientes individuais.

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

Fonte: NBR 13523 (2017).

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.

Os dados foram encontrados nas plantas do projeto executivo arquitetônico e analisados conforme os requisitos apresentados, 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.

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa espera contribuir para delimitação dos critérios a serem considerados em edificações escolares, em especial em escolas de médio porte e baixa altura. A aplicação no projeto padrão da FNDE-PEED 12 SALAS buscou tanto a análise de conformidade no cumprimento desses critérios traçados, quanto a demonstração de sua aplicação nesses projetos, para sua melhor percepção.

Em relação ao projeto analisado, 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, pode afetar decisões já tomadas nessa fase de projeto arquitetônico.

O fato dos aspectos de proteção passiva contra incêndio não serem visíveis de forma relevante no projeto apresentado ressalta a necessidade desse tema ser inserido de forma mais significativa entre os arquitetos para que haja a inclusão dos elementos de proteção passiva contra incêndio de forma mais ativa no processo de projeto arquitetônico.

Além dessa apresentação parca da proteção passiva na fase projetual, ao traçar os critérios e os aplicar no projeto, percebeu-se que as normas vigentes carecem de atualizações, não acompanham os avanços tecnológicos e são prescritivas. Ou seja, são muitas vezes rígidas, por considerar um universo grande e diversificado de opções para estabelecimento de seus critérios. Para Lataille (2003), a rigidez dos métodos prescritivos contribui para sua ineficiência e sua generalização faz com que os projetos sejam executados de forma separada e descoordenada, dificultando assim a sua compatibilização.

Por outro lado, Lataille (2003) aponta que a adoção de critérios de desempenho, ou seja, aqueles que levam em consideração as particularidades de cada projeto individualmente, requerem uma coordenação entre todos os projetos envolvidos num projeto de uma edificação, sejam eles arquitetônicos, estruturais, de incêndios, entre outros, pois um interfere diretamente nos outros, assim ele seria mais eficiente e com custos reduzidos. Isso possibilitaria também uma maior liberdade criativa por parte do arquiteto.

Entende-se como necessário e urgente, que a proteção passiva contra incêndio seja melhor considerada no desenvolvimento dos projetos arquitetônicos, pois faz parte da pluralidade que esse processo de concepção projetual possui. Deixar estas definições apenas à cargo de projetos complementares pode afetar a qualidade do projeto, e resultar em modificações que venham interferir nas definições já estabelecidas pelo arquiteto.

## 5 AGRADECIMENTOS

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

## 6 REFERÊNCIAS

- ANDRADE, C. C.; SOUZA, J. C. Projeto de arquitetura - proteção contra incêndio em elementos estruturais de aço. *Estação Científica* (UNIFAP), v. 5, n. 2, p. 49-68. Macapá, jul./dez. 2015.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 13523*: Central de gás liquefeito de petróleo. Rio de Janeiro: ABNT, 2017.
- \_\_\_\_\_. *NBR 15200*: Desempenho térmico de edificações. Rio de Janeiro: ABNT, 2012.
- \_\_\_\_\_. *NBR 9050*: Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. Rio de Janeiro: ABNT, 2020.
- \_\_\_\_\_. *NBR 9077*: Saídas de emergência em edificações. Rio de Janeiro: ABNT, 2001a.
- \_\_\_\_\_. *NBR 14432*: Exigência de resistência ao fogo de elementos de construção de edificação – Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 2001b.
- \_\_\_\_\_. *NBR 16626*: Classificação da reação ao fogo de produtos de construção. Rio de Janeiro: ABNT, 2017.
- BRENTANO, T. *A proteção Contra Incêndios no Projeto de Edificações*. 3. ed. Porto Alegre: Edição do Autor, 2015.
- CAVALCANTE, M. M. P. D. *O projeto: diálogos da forma na orla de Maceió – edifícios verticais 1980 -2012*. 2014. Tese (Doutorado). Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo. Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2014.
- CHING, F. D. K. *Arquitetura*. Forma, espaço e ordem. [tradução: Alvarar Helena Lamparelli] São Paulo: Martins Fontes, 2005. (Título original: Architecture. Form, space & order)
- 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.
- IWAYA, M. Cenário e Palco para a instrução - A linguagem arquitetônica do Instituto de Educação do Paraná Professor Erasmo Pilotto (1940-1960). In: BENCOSTA, M. L. A. (Org). *História da Educação, Arquitetura e Espaço Escolar*. São Paulo: Cortez Editora, 2005. p 171- 191.
- KOWALTOWSKI, D. C. C. K. *Arquitetura escolar: o projeto do ambiente de ensino*. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.
- LATAILLE, J. I. *Fire protection engineering in building design*. Burlington, MA: Elsevier Science, 2003. 135p.
- MALUK, C.; WOODROW, M.; TORERO, J. L. The potential of integrating fire safety in modern building design. *Fire Safety Journal*, v. 88, março 2017, pp. 104-112.
- NEGRISOSO, W. *Arquitetando a segurança contra incêndio*. Tese (Doutorado). Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.
- SÃO PAULO. *Instrução Técnica nº6*. Acesso de viatura na edificação e áreas de risco. São Paulo, 2018a.
- \_\_\_\_\_. *Instrução Técnica nº7*. Separação entre edificações (Isolamento de Risco). São Paulo, 2018b.
- \_\_\_\_\_. *Instrução Técnica nº10*. Controle de materiais de acabamento e de revestimento. São Paulo, 2018c.
- SEITO, A. I. et al. *A segurança contra incêndio no Brasil*. São Paulo: Projeto Editora, 2008. 484p.
- TANNER, C. K. The influence of school architecture on academic achievement. *Journal of Educational Administration*, v. 38, n. 4, 2000.
- VENEZIA, A. P. P. G.; ONO, R. Parâmetros para qualidade do projeto sob o aspecto da segurança contra incêndio. In: 15º ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO (ENTAC). *Anais eletrônicos do .....* Maceió: ENTAC, 2014. Disponível em: [http://www.infohab.org.br/entac2014/artigos/paper\\_339.pdf](http://www.infohab.org.br/entac2014/artigos/paper_339.pdf). Acesso em: 09 dez 2019.

## NOTAS

<sup>1</sup> Conforme critérios do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira - INEP, que classifica as escolas de acordo com a quantidade de estudantes matriculados, sendo: de pequeno porte, até 50 alunos; médio porte, entre 51 e 499 alunos; grande porte, a partir de 500 alunos (CENSO, 2017).

<sup>2</sup> 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.

<sup>3</sup> Embora atualmente a NBR 9077 esteja sendo submetida à revisão, a mesma ainda não foi liberada para a ABNT. Portanto, a análise apresentada nesse artigo utilizou a versão de 2001, integralmente disponível no catálogo da ABNT, acessível em: <https://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=28427>.

<sup>4</sup> Em face à carência de normativa nacional que trata do tema, as Instruções Técnicas do Corpo de Bombeiros de São Paulo, corpo normativo de grande relevância no país, apesar de sua abrangência estadual, que serve como base para normativas de diversos outros estados brasileiros, foi então considerado como parâmetro de conformidade.

<sup>5</sup> Disponível em <<http://www.fnde.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.

<sup>6</sup> A classificação é apresentada conforme a Tabela B-2 da NBR 14432/2001, caracterizada por edificações com ocupação “educacional e cultura física” e divisão E-1 “escolas em geral”, que abrange “escolas de primeiro, segundo e terceiro graus, cursos supletivos e pré-universitários e outros.

<sup>7</sup> A altura de uma edificação, de acordo com as Normas Brasileiras da ABNT, no que diz respeito à segurança contra incêndio, considera a medida entre a saída (logradouro ou área externa) e o ponto mais alto do piso do último pavimento, conforme descreve a NBR 9077 (ABNT, 2001).

<sup>8</sup> A NBR 15575-4 Edificações Habitacionais- Desempenho, de 2013 traz em seu texto critérios e classificações de materiais que podem ser utilizados em edificações habitacionais, funcionando também como importante parâmetro na escolha de materiais de uma edificação. Porém, pelo fato da Instrução Técnica nº10 do Corpo de Bombeiros de São Paulo possuir uma tabela (baseada em normas internacionais) que traz de forma mais específica as edificações escolares, a IT 10 foi utilizada neste estudo.

---

NOTA DO EDITOR (\*): O conteúdo do artigo e as imagens nele publicadas são de responsabilidade do(s) autor(es).