

DIMENSIONAMENTO DE SISTEMAS DE PROTEÇÃO CONTRA INCÊNDIO EM UNIDADE DE ENSINO PRÉ-ESCOLAR EM BARRA DO GARÇAS – MT

DIMENSIONING OF FIRE PROTECTION SYSTEMS IN A PRESCHOOL EDUCATION UNIT IN BARRA DO GARÇAS – MT

André Lima da Costa 1

Loyse Tussolini 2

Martha Tussolini 3

André Baptista Leite 4

Rogers de Oliveira Zoccoli 5

Resumo : O objetivo deste trabalho foi realizar o dimensionamento dos sistemas de proteção contra incêndios para edificação de uso coletivo com fins educacionais, conforme preconiza a legislação brasileira, o Corpo de Bombeiros Militar do Estado do Mato Grosso e demais normativos de padronização. O histórico de grandes tragédias de incêndios no Brasil devido a inexistência, subdimensionamento ou inoperância de sistemas de proteção denota a relevância do tema e a necessidade de atualização das pesquisas e estudos de caso como este. Além dos normativos, a pesquisa baseou-se na revisão de literatura sobre proteção contra incêndios. A metodologia foi a de estudo de caso, com análise e proposta de dimensionamentos de sistemas. A edificação escolhida para o estudo de caso foi uma escola de ensino regular de nível pré-escolar, localizada em Barra do Garças, MT. Foram realizados os dimensionamentos das medidas de segurança contra incêndio, considerando a população por pavimento, larguras mínimas de circulação, escadas, rampas e portas, distâncias máximas a serem percorridas até as saídas de emergência e extintores, tipo de escada, hidrantes ou mangotinhos, volume de reserva técnica e brigada de incêndio. Concluiu-se que trabalhos como este contribuem para o crescimento das pesquisas científicas de proteção contra incêndio no Brasil e podem servir de base para o aprimoramento dos normativos, avaliar os sistemas de proteção disponíveis, conferindo maior eficiência para as legislações e dimensionamentos futuros, já que sistemas corretamente dimensionados e operantes, além de preservar o patrimônio material, preservam o maior patrimônio de todos, a vida humana.

Palavras-chave: Proteção contra incêndio. Corpo de bombeiros. Ensino pré-escolar. Engenharia de segurança do trabalho.

Abstract: The goal of this work was to design of fire protection systems for buildings for collective use with educational purposes, as recommended by Brazilian legislation, the Military Fire Department of the State of Mato Grosso and other standardization regulations. The history of major fire tragedies in Brazil due to the non-existence, under-dimensioning or ineffectiveness of protection systems denotes the relevance of the theme and the need to update research and case studies such as this one. In addition to regulations, the research was based on a literature review on fire protection. The methodology was that of a case study, with analysis and proposal for system sizing. The building chosen for the case study was a regular preschool school, located in Barra do Garças, MT. The dimensioning of fire safety measures was prepared, considering the population per floor, minimum circulation widths, stairs, ramps and doors, maximum distances to emergency exits and fire extinguishers, type of stairs, fire hydrants or hoses, volume technical reserve and fire brigade. It was concluded that works like this contribute to the growth of scientific research on fire protection in Brazil and can serve as a basis for improving regulations, evaluating the available protection systems, providing greater efficiency for future legislation and projects, as long as systems dimensioned and operational correctly, in addition to preserving the material heritage, it preserves the greatest asset of all, human life.

Keywords: Fire protection. Fire Department. Preschool education. Work's Security Engineer.

- 1 Especialista em Engenharia de Segurança do Trabalho pela Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT). Lattes: <http://lattes.cnpq.br/8419871451476245>. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2072-321X>. E-mail: andrelima.esa@gmail.com
- 2 Doutora em Engenharia de Alimentos pela Universidade Federal do Paraná (UFPR). Docente da Universidade Federal de Mato Grosso. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/4815971320742449>. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2494-1580>. E-mail: loyse.tussolini@ufmt.br
- 3 Doutora em Química pela Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO). Docente do Instituto Federal de Mato Grosso. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3219081830140019>. ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-7519-5650>. E-mail: martha.tussolini@ifmt.edu.br
- 4 Mestre em Psicologia pela Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT). Pró-reitor de Gestão de Pessoas da Universidade Federal de Mato Grosso. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3261829783546846>. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2760-4803>. E-mail: andre.baptista.leite@gmail.com
- 5 Doutorado em andamento em Ciências da Saúde e Membro do Grupo de Pesquisa Saúde e Família pela Universidade Federal de São Carlos-UFSCar, Mestre em Educação Sexual pela Unesp-Araquara-SP, Psicólogo de Formação e Consultor dos Direitos Humanos. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/1936118909710203>. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4417-0880>. E-mail: aparecido_renan@hotmail.com

Introdução

O fogo, desde a sua descoberta, tem sido aplicado para muitos fins domésticos ou em processos industriais. Contudo, necessita-se de manejo adequado, pois quando fora de controle, pode gerar perdas e danos irreparáveis. Sendo assim, o debate sobre a necessidade de projetos de proteção contra incêndios no Brasil ganhou força na administração pública, devido às grandes tragédias que aconteceram ao longo de décadas, como o incêndio nos edifícios Andraus, em 1972 e Joelma, em 1974 onde, em ambos, houve muitas vítimas fatais.

Mais recentemente, em 2013, houve a tragédia da boate Kiss, na cidade de Santa Maria – RS, que devido as más condições de segurança e à imprudência houve incêndio que culminou na morte de 242 pessoas e 680 feridos. Este incêndio foi considerado a segunda maior tragédia no Brasil em número de vítimas e a quinta maior tragédia do Brasil, a maior do Rio Grande do Sul, a que teve o maior número de mortos no Brasil nos últimos cinquenta anos e o terceiro maior desastres em casas noturnas no mundo (CBMRS, 2018).

Em vista disso, quando se fala em sistemas de proteção contra incêndio é fundamental que sejam dimensionados corretamente e priorizados nas edificações, principalmente em se tratando daquelas de uso de grande quantidade de pessoas, especialmente onde o público-alvo do uso do prédio são crianças, como é o caso da edificação objeto de estudo de caso deste trabalho, que visa desenvolver o dimensionamento de um sistema de prevenção contra incêndio em uma unidade de ensino pré-escolar.

O trabalho foi desenvolvido por meio de revisão bibliográfica, a utilização de normas, decretos e leis visando o crescimento da pesquisa, quando o assunto é prevenção contra incêndios. Por se tratar de um assunto de alta relevância, estudos acerca do tema devem sempre ser levadas em consideração para que possamos sensibilizar gestores públicos e construtores da importância da prevenção e assim, incentivar pesquisas e novas técnicas de proteção.

Metodologia

A metodologia para o desenvolvimento deste artigo envolveu um estudo de caso para o desenvolvimento de sistemas de proteção contra incêndio em uma escola de ensino regular de nível pré-escolar, que contará com 3 pavimentos, sendo inferior, térreo e superior, com altura entre pisos de 3 metros e altura da edificação menor ou igual a 6 metros. A área construída será de 664,96 m² no pavimento inferior, 1.423,88 m² no pavimento térreo e 228,48 m² no pavimento superior totalizando área construída de 2.317,52 m².

O trabalho foi dividido em etapas utilizando as Normas Técnicas do Corpo de Bombeiros do estado de Mato Grosso (NTCB's), devido a localização da edificação de implementação do sistema de proteção contra incêndio e pânico ser no referido estado. Para isso, utilizou-se as NTCB's 01, 07, 13, 18, 19 e 34, todas de 2020, onde cada uma especifica elementos a serem dimensionados de acordo com os dados construtivos e uso da edificação. Sendo assim, será detalhado abaixo o passo a passo do dimensionamento e uso das NTCB's segundo a ordem de uso de cada uma.

Na primeira etapa utilizou-se a NTCB 07/2020 que, em seu Anexo A, contém o detalhamento da edificação como ocupação e uso, descrição, divisão, Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE) e carga de incêndio. Com esses dados, passou-se a utilizar a NTCB 01/2020, tabela 9 que classifica as edificações, instalações e locais de risco quanto à altura. Em seguida, com a tabela 10 classificou-se a edificação, instalação e locais de risco quanto à carga de incêndio e com a tabela 11.E as exigências para edificações do grupo E.

Com a tabela 1 da NTCB 13/2020 obteve-se dados para cálculo da população (P) de acordo com o grupo, divisão, área (A) da edificação e a capacidade de unidade de passagem (N) para o acesso e descargas, escadas e rampas e portas. Para o cálculo da população, esta tabela define para este tipo de edificação, uma pessoa a cada 1,50 m² de área de sala de aula, sendo assim utilizou-se para cada pavimento a equação 1.

Para o cálculo das unidades de passagem (UP), utilizou-se os dados do cálculo da população e os dados de capacidade da unidade de passagem (C) da tabela 1 e aplicados a fórmula fornecida na mesma NTCB, conforme equação 2.

Para o cálculo das larguras mínimas (L) dos corredores e/ou circulação, escadas e/ou rampas e portas e/ou aberturas de rota de fuga, a presente NTCB estipula que 1 unidade de passagem equivale a 0,55 m, sendo assim, será feito o cálculo para cada abertura utilizando a equação 3.

A partir da tabela 2 da NTCB 13/2020 foram definidas as distâncias máximas a serem percorridas de acordo com o disposto na norma, isto é, se a edificação possui ou não chuveiros automáticos, se tem saída única ou mais de uma saída e se tem ou não detecção automática de fumaça. Com o uso da tabela 3, da referida norma, foi definido o tipo de escada, se é escada não enclausurada (escada comum), escada enclausurada protegida ou escada à prova de fumaça, segundo critérios como altura da edificação e ocupação.

Utilizando a NTCB 19/2020, na tabela 1, foi realizado o dimensionamento do tipo de sistema, tipo e diâmetro nominal (DN) do esguicho regulável, diâmetro nominal da mangueira, o número de expedições que se refere a quantidade de válvulas em cada ponto de hidrante, vazão e pressão mínima no hidrante mais desfavorável. Com a tabela 3 definiu-se o volume mínimo à ser disponibilizado como reserva técnica de incêndio.

A NTCB 18/2020 orienta sobre os sistemas de proteção por extintores de incêndio, dando orientações como distância máxima a ser percorrida pelo operador para ter acesso ao extintor, tipos de placas de sinalização e alturas de fixação tanto das placas quanto dos extintores, assim, foi a norma utilizada para definir tais sistemas neste projeto.

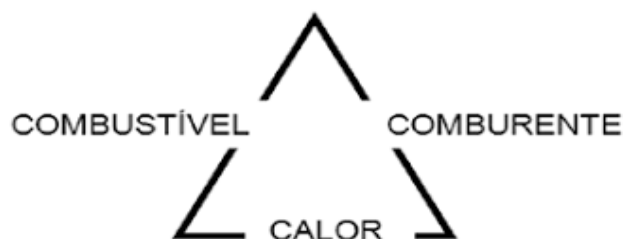
Para dimensionamento da brigada de incêndio foi utilizado da NTCB 34/2020. Por meio das especificações do anexo A, tabela A.1 definiu-se o tipo de brigada e a quantidade de brigadistas, de acordo com a população fixa do local, por turno e contando com pessoas de todos os setores do local. Já com o Anexo B, foram definidos os módulos e carga horária mínima de treinamento teórico e prático, segundo o tipo de brigada.

Fundamentação Teórica

Segundo Seito (2008), quando trata-se dos fundamentos do fogo e incêndio, ainda não existe consenso quanto à definição de fogo, assim, alguns conceitos são apresentados aqui. Para a NBR 13860 fogo é o processo de combustão caracterizado pela emissão de calor e luz. Já para a ISO 8421-1 o fogo é o processo de combustão caracterizado pela emissão de calor acompanhado de fumaça, chama ou ambos. Para Brentano (2007), o fogo é resultado da reação química denominada combustão, no qual acontece a oxidação entre o ar e o oxigênio e o material combustível, provocada por uma fonte de calor.

Conforme Meira (2014), para o início da reação química do fogo necessita-se haver simultaneamente o material comburente que é todo material que queima, podendo ser sólido, líquido ou gasoso, comburente (oxigênio) que é o ativador do fogo, que combina-se com os vapores inflamáveis resultando na expansão e a fonte de calor, que é o elemento iniciador do fogo o fazendo propagar. Estes três elementos juntos são chamados de triângulo do fogo (Figura 1).

Figura 1. Triângulo do fogo



Fonte: SEITO (2008).

Ainda segundo Meira (2014), para haver a propagação é necessário um quarto elemento, a reação em cadeia. Essa reação ocorre posteriormente à combustão, que se dá pela geração do calor pelo combustível culminando no desprendimento de gases e vapores combustíveis, enquadrando-se na teoria do tetraedro do fogo, conforme Figura 2.

Figura 2. Tetraedro do fogo



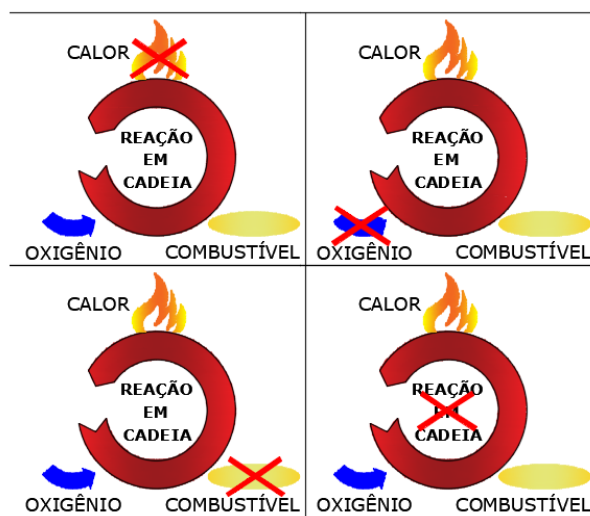
Fonte: NTCBMT (2020).

Segundo Piolli (2003), para que o incêndio seja prevenido é importante considerar as características do fogo como o ponto de fulgor que é a temperatura mínima no qual os corpos combustíveis começam a desprender vapores, que se incendiam em contato com uma fonte externa de calor, porém, a chama não mantém-se pois não há quantidade de vapores desprendidos suficientes. O ponto de combustão é a temperatura mínima em que os vapores desprendidos pelos corpos combustíveis, quando em contato com uma fonte de calor externo, entram em combustão continuando a queima. E por fim, o ponto de ignição é a temperatura mínima que os gases soltos pelos combustíveis entram em combustão apenas pelo contato com o oxigênio do ar, e que independe de outra fonte de calor.

O calor se propaga por condução, convecção e radiação de energia. Segundo Seito (2008), na condução a energia (calor) é transmitida através de material sólido. A convecção é a energia (calor) transmite-se por meio fluido aquecido (líquido ou gás). É por meio deste processo que o calor se propaga nas janelas dos edifícios em chamas, e nesse tipo de transmissão de calor, a temperatura do ar quente pode atingir o ponto de fulgor de alguns materiais e iniciar um incêndio em outro local (SILVEIRA, 2011). Na radiação, a energia é transmitida por meio de ondas eletromagnéticas podendo ser exemplificado pela transmissão do calor de uma residência em chamas para a outra próxima.

Para se extinguir o fogo, deve-se eliminar pelo menos um dos elementos do tetraedro do fogo: o combustível, o comburente, o calor ou a reação em cadeia conforme demonstra a Figura 3. Segundo Guerra (2007), o resfriamento é o método mais usado, pois consiste na retirada do calor do material em chamas até que se apague. Outro método de extinção do fogo é o abafamento, que consiste na eliminação do oxigênio da reação. O abafamento diminui os níveis de oxigênio do processo de combustão (PIOLLI, 2003).

Figura 3. Formas de extinção do fogo



Fonte: NTCBMT (2020).

Para Guerra (2007), a retirada do material combustível contido nas chamas ou próximo, é também um método efetivo para extinguir o fogo. Por fim, temos o método de extinção química ou quebra da reação em cadeia, pois essa reação torna a queima autossustentável. Sendo assim, a extinção química se dá pelo lançamento de alguns agentes químicos que extinguem o fogo, como o uso do extintor de pó químico, no qual age soltando moléculas pela ação do calor e formam átomos e radicais livres, onde associados à mistura inflamável, resultado do gás ou vapor do combustível com o comburente, formam uma mistura não inflamável, e conseqüentemente, interrompem a reação química em cadeia.

Segundo Seito (2008), em se tratando de incêndios no Brasil, quando os danos são pequenos considera-se que houve um princípio de incêndio e não um incêndio. Para ser definido como incêndio o tamanho do fogo não é o principal fator e sim alguns conceitos de que trata algumas normas nacionais e internacionais, no qual a NBR 13860 define incêndio como sendo o fogo fora de controle e a ISO 8421-1 define que incêndio é a combustão rápida disseminando-se de forma descontrolada no tempo e no espaço. O início de um incêndio é bem pequeno e depende de que forma foi ignizado inicialmente, quais matérias estão próximas do item ignizado, o comportamento ao fogo de cada um e sua disposição para se alastrar (Seito, 2008).

Conforme Brentano (2007), as classes de incêndios são cinco (A, B, C, D e K) e foram definidas conforme o tipo de material combustível, pois esses materiais possuem características diferentes, sendo assim, queimam de diferentes modos. Na classe A, estão os materiais de fácil combustão com a propriedade de queimarem em sua superfície e profundidade, e que deixam resíduos, como: tecidos, madeira, papel, fibra, etc. A classe B, são considerados inflamáveis os produtos que queimem somente em sua superfície, não deixando resíduos, como óleo, graxas, vernizes, tintas, gasolina, etc. Já a classe C, são incêndios que ocorrem em equipamentos elétricos energizados como motores, transformadores, quadros de distribuição, fios, etc. Na classe D, estão os elementos pirofóricos como magnésio, zircônio, titânio. Por fim, na classe K, são os fogos em óleos e gorduras em cozinhas. Essas classes têm a Figura 4 como ilustração.

Figura 4. Classes de incêndio conforme o material combustível



Fonte: Fritzch (2011).

Segundo Brentano (2007), para a extinção do fogo é preciso a retirada de no mínimo um dos elementos formadores do fogo, para isso, depende de alguns métodos específicos. Todo elemento aplicado ao fogo que provoca a descontinuidade do mesmo é considerado um agente extintor e, para que tenha maior eficácia, deve ser adequado à classe de incêndio. Conforme a Instrução Técnica nº 03/2018, do Corpo de Bombeiros Militar do Estado de São Paulo (CBMESP), que dispõe sobre a terminologia de segurança contra incêndio, os agentes extintores mais comuns são: água, espuma, dióxido de carbono (CO_2), pó químico, agentes halogenados e agentes umectantes (CBMESP, 2018).

De acordo com Espanhol (2015), o projeto de proteção contra incêndios precisa ser analisado sobre dois aspectos: a proteção passiva ou preventiva, envolvendo o controle dos materiais, meios de escape, compartimentação e proteção da estrutura do edifício e a proteção ativa ou de combate, que compreendem a detecção, alarme e extinção do fogo seja essa automática ou manual. As medidas de proteção passiva são definidas ainda na etapa de projeto, na arquitetura da edificação e nos projetos complementares. As medidas passivas incluem acesso das viaturas do corpo de bombeiros à edificação, afastamento entre os prédios, segurança dos elementos estruturais do edifício, dimensionamento das saídas de emergência, especificação adequada de materiais, inclusão de sistemas para controle da fumaça de incêndio, compartimentações horizontais e verticais, controle de prováveis fontes de incêndio e sistema de proteção contra descargas atmosféricas (BRENTANO, 2007).

Quanto às medidas de proteção ativa ou de combate, têm-se os sistemas e equipamentos dimensionados para atuar no momento do incêndio podendo ser operados manualmente ou acionados automaticamente. Brentano (2007) destaca que os sistemas de proteção ativa principais são: detecção e alarme de incêndio, sinalização de emergência, iluminação de emergência, extintores de incêndio, hidrantes ou mangotinhos, chuveiros automáticos, espuma mecânica e para determinados tipos de risco, gases limpos ou CO_2 .

No que diz respeito à legislação de proteção contra incêndios no Brasil, todas as leis, decretos, normas técnicas, portarias e resoluções dos Corpo de Bombeiros para proteção contra incêndio é adotada de acordo com cada estado, determinando os requisitos mínimos de segurança que devem ser implementados nas edificações (FRITZCH, 2011). Por meio das normas regulamentadoras o Ministério do Trabalho e Emprego (MTE) estipula que o local de trabalho deve ser um ambiente seguro para o trabalhador. Está disposto na NR 23, que os empregadores devem adotar medidas de prevenção de incêndios, em conformidade com a legislação estadual e as normas técnicas aplicáveis, saídas de emergência para os trabalhadores, equipamentos suficientes e pessoal treinado para combate a incêndios e informações sobre o uso dos equipamentos, evacuações dos locais de trabalho em caso de sinistro e dispositivos de alarme existentes.

Após a grande tragédia que ocorreu em 2013 na Boate Kiss em Santa Maria – RS, muito se discutiu sobre a fiscalização e responsabilidades de projetos de combate a incêndio. Em setembro de 2017 entrou em vigor a Lei nº 13.425/2017, que ficou conhecida como “Lei Kiss”, Essa lei criou novas normas de segurança e proteção contra incêndios em estabelecimentos de reunião de público e passou a obrigar os conselhos de classe dos responsáveis técnicos exijam a anotação de responsabilidade e o projeto de proteção contra incêndios aprovados pela prefeitura. No estado do Mato Grosso, o controle da segurança contra incêndios é regida pela Lei Nº 10402/2016 que fixa os critérios

necessários à segurança contra incêndio e pânico nas edificações, instalações e locais de risco (MATO GROSSO, 2016).

Desenvolvimento, resultados e discussões

Nesta etapa primeiro utilizou-se a NTCB 07/2020 que, em seu Anexo A, contém o detalhamento da edificação como ocupação e uso, descrição, divisão, Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE) e carga de incêndio. A edificação é um centro educacional de ensino pré-escolar, Divisão E-5, CNAE 8512-1/00 e Carga de incêndio de 300 MJ/m² conforme demonstrado no quadro 1.

Quadro 1. Carga de incêndio específica por Ocupação e por CNAE

Ocupação/Uso	Descrição	Divisão	CNAE	Carga de incêndio (qfi) MJ/m ²
Educacional e Cultura Física	Educação infantil - pré-escola	E-5	8512-1/00	300

Fonte: Autores, com adaptação do Anexo A da NTCB-MT 07/2020.

Com esses dados passou-se a utilizar a NTCB 01/2020, tabela 9 que classifica as edificações, instalações e locais de risco quanto à altura. Sendo esta edificação de até 6 metros de altura, foi enquadrada como edificação baixa do Tipo II, conforme o quadro 2.

Quadro 2. Classificação das edificações, instalações e locais de risco quanto à altura

Tipo	Denominação	Altura
II	Edificação Baixa	H ≤ 6,00 m

Fonte: Autores, com adaptação da tabela 9 da NTCB-MT 01/2020.

Em seguida, com a tabela 10 classificou-se a edificação, instalação e locais de risco quanto à carga de incêndio. Por já possuir a carga de incêndio a edificação enquadrou-se como Risco Baixo (quadro 3).

Quadro 3. Classificação das edificações, instalações e locais de risco quanto à carga de incêndio

Risco	Carga de incêndio MJ/m ²
Baixo	Até 300 MJ/m ²

Fonte: Autores, com adaptação da tabela 10 da NTCB-MT 01/2020.

Na tabela 11 da norma está detalhado os preventivos de segurança exigidos para edificações do grupo E. Esta edificação possui altura de até 6m, necessitando de dispositivos como acesso de viatura, alarme de incêndio, brigada de incêndio, controle de materiais de acabamento, detecção de incêndio, extintores, hidrantes e mangotinhos, iluminação de emergência, resistência ao fogo dos elementos de construção, saídas de emergência e sinalização de emergência, conforme disposto no quadro 4.

Quadro 4. Exigências para edificações do grupo E

Medidas de Segurança Contra Incêndio	GRUPO E - EDUCACIONAL E CULTURA FÍSICA
	E-1, E-2, E-3, E-4, E-5 e E-6
	Classificação quanto à altura (em metros)
	H ≤ 6
Acesso de viatura	X
Alarme de incêndio	X
Brigada de incêndio	X
Controle de materiais de acabamento	X
Deteção de incêndio	X
Extintores	X
Hidrantes e mangotinhos	X
Iluminação de emergência	X
Resistência ao fogo dos elementos de construção	X
Saídas de emergência	X
Sinalização de emergência	X

Fonte: Autores, com adaptação da tabela 11 E da NTCB-MT 01/2020.

Com o uso da tabela 1 da NTCB 13/2020 obtiveram-se dados para cálculo da população (P) de acordo com o grupo, divisão, área (A) da edificação e a capacidade de unidade de passagem (C) para os acesso e/ou descargas, escadas e/ou rampas e portas, e que estão dispostos no quadro 5. Para o cálculo da população, esta tabela define para este tipo de edificação, uma pessoa a cada 1,50 m² de área de sala de aula, sendo assim utilizou-se para cada pavimento a fórmula (1), onde também foi realizada a substituição dos valores e demonstrado o cálculo para um dos pavimentos, e o restante dos resultados estão demonstrados no quadro 6. Foram obtidos valores de população para o pavimento inferior de 444 pessoas, pavimento térreo de 950 pessoas e para o pavimento superior de 153 pessoas tendo população de total de 1.547 pessoas.

Quadro 5. Dados para o dimensionamento das saídas de emergência

Ocupação		População	Capacidade de Unidade de Passagem (C)		
Grupo	Divisão		Acessos/Descarga	Escadas/Rampas	Portas
E	E-5 e E-6	Uma pessoa por 1,50 m ² de área de sala de aula	30	22	30

Fonte: Autores, com adaptação da tabela 1 da NTCB-MT 13/2020.

Quadro 6. População por pavimento

Pavimento	População
Inferior	444 pessoas
Térreo	950 pessoas
Superior	153 pessoas
Total	1.547 pessoas

Fonte: Autores, 2023.

Para o cálculo das unidades de passagem (UP) e larguras mínimas dos corredores e/ou circulação, escadas e/ou rampas e portas e/ou aberturas de rota de fuga, utilizou-se os dados do cálculo da população e os dados de Capacidade da Unidade de Passagem (C) contido na tabela 1 da NTCB 13/2020 e demonstrado no quadro 5 deste trabalho.

A NTCB 13/2020 estipula que uma UP equivale a 0,55 m, sendo assim, o cálculo foi feito para cada abertura.

Primeiro o cálculo foi realizado determinando as UP's e em seguida realizado o cálculo para a largura em metros de cada saída de emergência de cada pavimento. Foram substituídos os valores nas fórmulas (2) e (3) para a demonstração do cálculo da largura dos corredores e/ou circulação do pavimento inferior apenas para exemplificar e os demais resultados estão apresentados no quadro 7.

Quadro 7. Unidades de passagem e largura mínima dos corredores e/ou circulação, escadas e/ou rampas e portas e/ou aberturas de rota de fuga

Pavimento	Corredores/ Circulação		Escadas/ Rampas		Portas	
	UP	Largura (m)	UP	Largura (m)	UP	Largura
Inferior	15	8,25m	21	11,55m	15	8,25m
Térreo	32	17,60	44	24,20	32	17,60
Superior	6	3,30m	7	3,85m	6	3,30m

Fonte: Autores, 2023.

Com a tabela 2 foram definidas as distâncias máximas a serem percorridas considerando se a edificação possui ou não chuveiros automáticos, se tem saída única ou mais de uma saída e se tem ou não detecção automática de fumaça. Esta edificação conta com mais de uma saída, não necessita de chuveiros automáticos, porém, deve contar com detectores de fumaça, então, a distância máxima a ser percorrida é de 60 metros (quadro 8).

Quadro 8. Distâncias máximas a serem percorridas

Grupo/ Divisão	Sem chuveiros automáticos			
	Saída única		Mais de uma saída	
	Sem detecção automática de fumaça	Com detecção automática de fumaça	Sem detecção automática de fumaça	Com detecção automática de fumaça
C, D, E, F...M	40m	45m	50m	60m

Fonte: Autores, com adaptação da tabela 2 da NTCB-MT 13/2020.

Com o uso da tabela 3 foi definido o tipo de escada usada na edificação, se escada não enclausurada (NE) (Escada comum), enclausurada protegida (EP) ou à prova de fumaça (PF), seguindo critérios como altura, ocupação, grupo e divisão da edificação. Esta edificação deve possuir escada não enclausurada NE (quadro 9).

Quadro 9. Tipos de escadas de emergência por ocupação

Altura em metros		H ≤ 6
Ocupação		Tipo de escada
Grupo	Divisão	
E	E-1	NE
	E-2	NE
	E-3	NE
	E-4	NE
	E-5	NE
	E-6	NE

Fonte: Autores, com adaptação da tabela 3 da NTCB-MT 13/2020.

Utilizando a NTCB 19/2020, tabela 1, foi realizado o dimensionamento do tipo de sistema, tipo e diâmetro nominal (DN) do esguicho regulável, diâmetro nominal da mangueira, o número de expedições que se refere a quantidade de válvulas em cada ponto de hidrante e vazão e pressão mínima no hidrante mais desfavorável. Com essa mesma tabela, foi determinado também que poderiam ser sistemas do tipo 1 e 2, porém, o uso da edificação é fator determinante para a escolha. Esta edificação, por se tratar do grupo E, divisão E-5 deve possuir esguicho regulável e mangueiras com DN de 38mm, números de expedições simples, vazão mínima de 100 L/min e Pressão mínima de 10mca, conforme demonstrados no quadro 10.

Quadro 10. Tipos de Sistemas de proteção por hidrantes e/ou mangotinhos

Tipo	Esguicho Regulável (DN em mm)	Mangueiras		Número de Expedições	Vazão Mínima (L/min)	Pressão Mínima (mca)
		DN	Tipo			
2	38	38	Tipo 1 (residencial) ou Tipo 2 (demais ocupações)	Simple	100	10

Fonte: Autores, com adaptação da tabela 1 da NTCB-MT 19/2020.

Com a tabela 3 definiu-se o volume mínimo a ser disponibilizado como reserva técnica de incêndio de acordo com o tipo de sistema e área da edificação. Sendo assim, o volume mínimo definido foi de 8 m³ (quadro 11).

Quadro 11. Volume mínimo da reserva técnica de incêndio

Tipo de Sistema	Área da Edificação e ou Local de Risco (m ³)
	Até 2.500
Tipo 2	8 m ³

Fonte: Autores, com adaptação da tabela 3 da NTCB-MT 19/2020.

A NTCB 18/2020 orienta sobre os sistemas de proteção por extintores de incêndio, dando orientações como distância máxima a ser percorrida pelo operador para ter acesso ao extintor, tipos de placas de sinalização e alturas de fixação tanto das placas quanto dos extintores. Esta edificação se enquadra em risco baixo, portanto, a distância máxima a ser percorrida é de 25 metros, podendo ser visualizada no quadro 12.

Quadro 12. Distância máxima a ser percorrida por classe de risco (extintores portáteis)

Classe de risco	Distância máxima a ser percorrida (m)
Baixo	25

Fonte: Autores, com adaptação da tabela 3 da NTCB-MT 19/2020.

Para dimensionamento da brigada de incêndio foi utilizada a NTCB 34/2020. No Anexo A, Tabela A.1 define-se o tipo de brigada e a quantidade de brigadistas, de acordo com a população (colaboradores) fixa do local por turno, contando com pessoas de todos os setores do local. Esta tabela estabelece que se tiver até 10 colaboradores, a brigada contará com 8 pessoas, porém se for acima de 10 pessoas o cálculo é feito considerando 80% da população fixa.

Desse modo, esta edificação possuirá brigada do tipo I e o dimensionamento será feito em cima dos 80% da população fixa, porém por se tratar de uma edificação que ainda está em construção e não se sabe a quantidade exata de colaboradores, o número de brigadistas deverá ser calculado posteriormente. O quadro 13 exemplifica como é feito o cálculo.

Quadro 13. Dimensionamento da brigada de incêndio

Tipo de brigada	Tipo I	
População fixa	Até 10 pessoas	80% (população fixa total) -10 = 20 pessoas
Quantidade de brigadistas	8	Acrescentar 1 para cada 15 pessoas = 2
	6 + 2 = 8	

Fonte: NTCB-MT 34/2020.

Já no anexo B, definiu-se de acordo com o tipo de brigada, os módulos e carga horária mínima de treinamento teórico e prático. Para este a NTCB define 3 módulos, sendo Prevenção e Combate a Incêndio 4 horas, Primeiros Socorros 6 horas e Equipamentos de Combate a incêndio 2 horas, tanto para a teoria quanto para a prática, totalizando 24 horas de treinamento conforme apresentado no quadro 14.

Quadro 14. Módulos e carga horária mínima de curso

Módulo		Carga horária (h)
Teoria	Prevenção e Combate a Incêndio	04 horas
	Primeiros socorros	06 horas
	Equipamentos de Combate a Incêndio	02 horas
Prática	Prevenção e Combate a Incêndio	04 horas
	Primeiros socorros	06 horas
	Equipamentos de Combate a Incêndio	02 horas
Carga horária total		24 horas

Fonte: NTCB-MT 34/2020.

Considerações finais

Neste trabalho compreendeu o dimensionamento de sistemas de proteção contra incêndio para uma escola de ensino infantil pré-escolar. Foram realizados os enquadramentos quanto ao tipo de uso da edificação, carga de incêndio, classificação de risco quanto à altura e à carga de incêndio, medidas de segurança contra incêndio, dimensionamento da população por pavimento, larguras mínima dos corredores de circulação, escadas e rampas, e portas, distâncias máximas a serem percorridas até uma saída de emergência e até um extintor, tipo de escada a serem usadas, tipo de sistema de proteção por hidrantes ou mangotinhos, volume de reserva técnica e, por fim, dimensionamento da brigada de incêndio com especificação dos módulos e carga horária mínima de treinamento, tendo como base as Normas Técnicas do Corpo de Bombeiros Militar do estado do Mato Grosso.

Desse modo, os objetivos do trabalho foram cumpridos com atendimento aos requisitos legais e construtivos de dimensionamento de sistemas de proteção contra incêndios para a edificação proposta. Conclui-se que trabalhos como este devem ser realizados constantemente para que possam servir de base para o aprimoramento dos normativos, avaliar os sistemas de proteção disponíveis, conferindo maior eficiência para as legislações, dimensionamentos futuros e, conseqüentemente, para que tragam crescimento acerca das pesquisas científicas de proteção contra incêndio no Brasil.

Referências

BRENTANO, T. **A proteção contra incêndios no projeto de edificações**. Porto Alegre: T Edições, 2007. 616 p.

CBMESP – CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Cartilha de orientações básicas noções de prevenção contra incêndio dicas de segurança.** São Paulo, 2011.

CBMESP – CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO ESTADO DE SÃO PAULO. **IT nº 03: Terminologia de segurança contra incêndio.** São Paulo, 2018.

CBMMT – CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO MATO GROSSO. **Procedimentos administrativos.** Norma Técnica do Corpo de Bombeiros - NTCB nº 01/2020.

CBMMT – CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO MATO GROSSO. **Conceitos básicos de segurança.** Norma Técnica do Corpo de Bombeiros - NTCB nº 03/2020.

CBMMT – CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO MATO GROSSO. **Carga de incêndio.** Norma Técnica do Corpo de Bombeiros - NTCB nº 07/2020.

CBMMT – CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO MATO GROSSO. **Saída de emergência.** Norma Técnica do Corpo de Bombeiros - NTCB nº 13/2020.

CBMMT – CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO MATO GROSSO. **Sistema de proteção por extintores de incêndio.** Norma Técnica do Corpo de Bombeiros - NTCB nº 18/2020.

CBMMT – CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO MATO GROSSO. **Sistemas de proteção por hidrantes e mangotinhos.** Norma Técnica do Corpo de Bombeiros - NTCB nº 19/2020.

CBMMT – CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO MATO GROSSO. **Brigada de incêndio.** Norma Técnica do Corpo de Bombeiros - NTCB nº 34/2020.

CBMRS – CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO RIO GRANDE DO SUL. **Histórico: Grandes ocorrências no estado.** Site Oficial. Disponível em: <<http://www.cbm.rs.gov.br/historico>>. Acesso em: 12 abr 2023.

ESPANHOL, R. A. **Prevenção de incêndio em edificações acima de 6 pavimentos com mais de 20 anos na região central de Apucarana.** Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil). Universidade Federal Tecnológica do Paraná - UFTPR. Campo Mourão, 2015.

GUERRA, A. M. **Caderno de fenomenologia da combustão e agentes extintores – princípios básicos.** Escola nacional de bombeiros, SINTRA, 2007.

FRITSCH, F. **Gestão de projetos no âmbito da prevenção contra incêndio.** Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Civil) - Departamento de Ciências Exatas e Engenharias, Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul. 86 p., Ijuí-RS, 2011.

MATO GROSSO. **Lei Estadual nº 10402/2016.** Fixa os critérios necessários à segurança contra incêndio e pânico nas edificações, instalações e locais de risco, nos termos do art. 144, § 5º, da Constituição Federal, combinado com o art. 82 da Constituição do Estado de Mato Grosso e o disposto na Lei Complementar nº 404, de 30 de junho de 2010, que dispõe sobre a Organização Básica do Corpo de Bombeiros Militar de Mato Grosso. Disponível em: <<https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=324180>>. Acesso em: 12 abr 2023.

MEIRA, F. A. **Avaliação em edifício escolar: segurança contra incêndio - APAE.** Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho). Universidade Federal Tecnológica do Paraná - UFTPR. Pato Branco, 2014.

PIOLLI, O. J. **Sistemas fixos de combate a incêndio**. 93 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil Com Ênfase Ambiental), Universidade Anhembi Morumbi, São Paulo, 2003.

SEITO, Alexandre Itiu. Fundamentos de fogo e incêndio. In: SEITO, Alexandre Itiu et al. **A segurança contra incêndio no Brasil**. São Paulo: Projeto Editora, 2008. cap. IV, p. 35-54.

SILVEIRA, C. R. **PCCI – Plano de Prevenção contra Incêndios – Projeto e Implantação em Edificações Públicas em Porto Alegre**. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho), Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRS. Porto Alegre, 2011.
Recebido em 14 de junho de 2023.