

Ação do fogo em núcleos de habitações de cunho social

Fire action in core of social houses

Acción del fuego en núcleos de vivienda social

Lidiane Bittencourt Barroso¹
Leandro Silveira Ferreira²

RECEBIDO EM 30/01/2023
ACEITO EM 16/06/2023

RESUMO

O presente artigo aborda definições referentes à habitação de interesse social e carga de incêndio, relacionando a importância da norma de desempenho de edificações habitacionais à dificuldade em propor moradia inclusiva para a população. Foi proposta uma pesquisa documental sobre a ação do fogo em núcleos habitacionais de cunho social, listando elementos estruturais da construção, comportamento dos materiais em relação ao fogo e sistemas de proteção dos elementos estruturais, bem como as principais ocorrências de incêndios do tema em questão no Brasil. A segurança estrutural contra incêndio está diretamente relacionada à tipologia das habitações de interesse social que possuem especificações técnicas e custos pré-definidos, visando a estabelecer padrões mínimos e máximos que atendam ao perfil do beneficiário do programa social. Concluiu-se que há grandes desafios, entre os quais se destacam: o estudo

1 Universidade Federal de Santa Maria, Colégio Técnico Industrial de Santa Maria, Santa Maria, RS, Brasil.
lidianebarroso@ctism.ufsm.br - <http://orcid.org/0000-0001-8169-5980>

2 Universidade Federal de Santa Maria, Colégio Técnico Industrial de Santa Maria, Santa Maria, RS, Brasil.
leandro.ferreira@ctism.ufsm.br - <https://orcid.org/0000-0003-1814-8495>

da dinâmica e do comportamento das estruturas em situação de incêndio, pois as soluções adotadas poderão garantir, ou não, a qualidade do projeto arquitetônico e o atendimento aos requisitos de desempenho; a garantia de que a habitação seja inclusiva para a população de baixa renda e favoreça a segurança dos ocupantes na relação permanência *versus* desocupação dos espaços; e a escassez de banco de dados que possam ser comparados entre os Corpos de Bombeiros, reforçando a necessidade de um anuário padronizado que venha a identificar as ocorrências nessas habitações.

PALAVRAS-CHAVE: segurança estrutural; sistemas construtivos; segurança contra incêndios.

ABSTRACT

This article addresses the definitions of social interest housing and fire load, relating the importance of performance standards for housing buildings to the difficulty in proposing inclusive housing for the population. Documentary research was proposed on the action of fire in social housing nuclei, listing structural elements of the construction, the behavior of the materials concerning fire and protection systems of the structural elements, as well as the main occurrences of fires of this type in Brazil. Structural fire safety is directly related to the typology of social housing that has technical specifications and pre-defined costs, aiming to establish minimum and maximum standards that meet the profile of the beneficiary of the social program. It was concluded that there are major challenges: the study of the dynamics and behavior of structures in a fire situation, as the solutions adopted may or may not guarantee the quality of the architectural design and compliance with performance requirements; the assurance that housing is inclusive for the low-income population and favors the safety of occupants in terms of staying versus vacating spaces; and, the scarcity of a database that can be compared between the Fire Departments, reinforcing the need for a standardized yearbook that will identify occurrences in these housing.

KEYWORDS: structural security; constructive systems; fire safety.

RESUMEN

Este artículo aborda las de vivienda de interés social y carga de fuego, relacionando la importancia la norma de desempeño de las edificaciones los edificios de vivienda a la dificultad en proponer viviendas inclusivas para la población. Se propuso una investigación documental sobre la acción del fuego en los núcleos de vivienda social, enumerando los elementos estructurales de la construcción,

el comportamiento de los materiales frente al fuego y los sistemas de protección de los elementos estructurales, así como las principales ocurrencias de incendios del tema en cuestión en Brasil. La seguridad estructural contra incendios está directamente relacionada con la tipología de vivienda social que posee especificaciones técnicas y costos predefinidos, buscando establecer estándares mínimos y máximos que atiendan al perfil del beneficiario del programa social. Se llegó a la conclusión de que existen grandes desafíos, entre los cuales se destacan: en el estudio de la dinámica y el comportamiento de las estructuras en situación de incendio, ya que las soluciones adoptadas pueden o no garantizar la calidad del diseño arquitectónico y la atención a los requisitos; en asegurar que la vivienda sea inclusiva para la población de bajos recursos y favorezca la seguridad de los ocupantes en términos de permanencia contra desocupación de espacios; y, la escasez de una base de datos que pueda compararse entre los Cuerpos de Bomberos, lo que refuerza la necesidad de un anuario estandarizado que identifique las ocurrencias en estas vivienda.

PALABRAS CLAVE: seguridad estructural; sistemas constructivos; seguridad contra incendios.

1 Introdução

A questão habitacional no Brasil reflete a desigualdade do país. De acordo com uma pesquisa, para os anos de 2016 a 2019, da Fundação João Pinheiro (FJP, 2021), os dados apontam que o déficit habitacional em todo o território nacional foi de 5,8 milhões de moradias, das quais 79% concentraram-se em famílias de baixa renda. Este cenário, composto por espaços urbanos não regulamentados e inadequados quanto aos requisitos da norma de desempenho, e a elevada carga de incêndio existente nestas habitações, como verificado em vilas e favelas, segundo Bonitese (2007), são apontados como as principais causas de incêndios em residências populares no Brasil.

Entende-se por habitação de interesse social aquela construída às pessoas carentes de moradia, ou às pessoas que vivem em moradias precárias, irregulares, em situação de risco. Essas habitações podem ser de diferentes tipos, os

mais comuns construídos no Brasil são assentamentos de casas populares ou conjuntos habitacionais de edifícios de até cinco pavimentos sem elevador. Moreira (2020, p. 1) define habitação de interesse social:

[...] em termos gerais, é aquela voltada à população de baixa renda que não possui acesso à moradia formal nem condições para contratar os serviços de profissionais ligados à construção civil. Segundo o ONU-HABITAT, habitação acessível é aquela adequada em qualidade e localização, que não custa tanto a ponto de impedir seus moradores de arcar com outros custos básicos de vida ou ameaçar seu gozo de direitos humanos básicos (Moreira, 2020, p. 1).

Segundo a Instrução Técnica (IT) no 14 (CBPMESP, 2019c), o conceito de carga de incêndio é a soma das energias caloríficas possíveis de serem liberadas pela combustão completa de todos os materiais combustíveis em um espaço, inclusive os revestimentos das paredes, divisórias, pisos e tetos. Ao projetar e construir edificações, é importante considerar cuidadosamente a seleção de materiais de construção e garantir que eles atendam aos padrões de segurança contra incêndio adequados, a fim de reduzir os riscos e aumentar a segurança em caso de incêndio.

Os riscos de início do fogo e a limitação do crescimento estão diretamente relacionados a esta carga de incêndio na edificação e à sua probabilidade de propagação entre edifícios vizinhos. Mata (2019) complementa que, no desenvolvimento completo do incêndio ou na fase de queima generalizada (*flashover*), é de grande importância que se avalie e considere as propriedades dos materiais de acabamento e revestimento contra o fogo, a estabilidade estrutural e a possibilidade de propagação do fogo para outras propriedades adjacentes.

As consequências da ação do fogo em conjuntos habitacionais tanto horizontais (casas, unifamiliar) quanto verticais (edifícios, multifamiliar) são: danos aos usuários (mortos e feridos), danos ambientais (intensa liberação de dióxido de carbono e outros gases) e grande potencial destrutivo de patrimônio.

Shin (2016) analisou os impactos gerados na indústria da construção civil devido à necessidade do atendimento de requisitos mínimos de desempenho com a implantação da norma NBR 15575-1 (ABNT, 2021), em vigência. Um aumento no desempenho pode significar um aumento no custo e isso pode acarretar a inviabilidade econômica dessas moradias de interesse social. Isso se torna um desafio para os programas habitacionais de interesse popular - unifamiliar e multifamiliar; pois o orçamento limitado muitas vezes implica comprometimento no desempenho dessas moradias.

O bom desempenho de uma edificação pode ser dividido em três requisitos: segurança, habitabilidade e sustentabilidade, conforme a NBR 15575-1 (ABNT, 2021) e são expressos pelos seguintes subfatores: (i) Segurança estrutural; Segurança contra incêndio; Segurança no uso e operação; (ii) Habitabilidade: desempenho acústico; desempenho térmico; desempenho lumínico; estanqueidade; saúde, higiene e qualidade do ar; acessibilidade; conforto tátil e antropodinâmico; (iii) Sustentabilidade: durabilidade; manutenibilidade; e impacto ambiental.

Este estudo teve como objetivo descrever sobre a ação do fogo em núcleos habitacionais de cunho social, a partir de informações que constam em documentos oficiais, considerando o período de 2012 a 2022. Os seguintes tópicos serão abordados: elementos estruturais de construção, comportamento dos materiais em relação ao fogo, sistemas de proteção dos elementos estruturais e as principais ocorrências de incêndios em habitações de interesse social no Brasil.

2 Procedimento Metodológico

O artigo foi elaborado com base em uma pesquisa documental (Gil, 2006) que utilizou documentos, tais como: três instruções técnicas de corpo de bombeiros, uma lei complementar estadual, um instrução normativa de ministério, quatro normas técnicas brasileiras oficiais, cinco tabelas estatísticas

sobre segurança estrutural e contra incêndio, acompanhadas de gráficos que representam a distribuição das estatísticas de incêndios no Brasil; além de outros trabalhos acadêmicos. As estatísticas buscadas referem-se ao período do ano de 2012 a 2022. A fase de desenvolvimento do estudo envolveu a reflexão e a análise crítica dos autores sobre a aplicação das normas vigentes aos sistemas construtivos utilizados em habitações econômicas.

O estudo foi organizado de acordo com os elementos estruturais comuns na construção civil, incluindo tipologia e sistemas construtivos, além de discutir o comportamento dos materiais em relação ao fogo, abordando a capacidade resistente do aço, concreto, alvenarias, madeira e outros. Também foram detalhados alguns sistemas de proteção dos elementos estruturais. Além disso, o artigo apresentou uma lista das principais ocorrências de incêndios em núcleos habitacionais de caráter social no Brasil.

É importante ressaltar que esta pesquisa documental se concentra exclusivamente na abordagem qualitativa da ação do fogo em habitações multifamiliares de interesse social. Este trabalho não se dedica à análise de aspectos quantitativos do comportamento e da propagação de incêndios em residências populares unifamiliares, por não haver documentos legais que regulamentem este tipo de edificação.

3 Resultados e Discussão

3.1 Elementos estruturais da construção

Os programas de habitação de interesse social obrigatoriamente devem ser construídos de acordo com a normalização estabelecida pela NBR 14432 (ABNT, 2001), que estabelece as condições a serem atendidas pelos elementos estruturais e de compartimentação que integram os edifícios para que, em

situação de incêndio, seja evitado o colapso estrutural. Já os aglomerados de casas não oficiais não seguem essa padronização, além de apresentarem deficiências técnicas.

De modo geral, quanto à classificação das edificações em relação à sua construção, podem ser: (i) Prédios com alvenaria estrutural: residências unifamiliares, núcleos habitacionais (até quatro pavimentos). Esses prédios utilizam como elementos resistentes paredes de blocos cerâmicos estruturais, de vedação reforçados com pilares de concreto armado, lajes de concreto armado moldadas *in loco* ou lajes mistas compostas por vigotas de concreto e tabelas de cerâmica. Não existe ligação rígida entre os elementos resistentes da edificação. (ii) Prédios estruturados (mais de quatro pavimentos): edifícios residenciais e comerciais. Esses prédios utilizam como elementos resistentes lajes, vigas e pilares.

O elemento estrutural é todo e qualquer elemento de construção do qual dependa a resistência e a estabilidade total ou parcial da edificação (CBPMESP, 2019a). Essas estruturas de cunho social apresentam os elementos básicos, tais como: as lajes, as vigas, os pilares e as fundações, mas também existem outros, como estruturas de escadas, vigas, paredes, estruturas de vãos de elevadores, entre outros.

Em tese, quanto à classificação das edificações em relação à sua estrutura, podem ser: (i) Estruturas hiperestáticas: que apresentam maior rigidez porque os seus elementos são unidos por nós rígidos; além de apresentarem menor mobilidade (deslocamentos e deformações) e a possibilidade de redistribuir as solicitações internas caso haja o colapso parcial de um elemento. (ii) Estruturas isostáticas: que apresentam maior mobilidade porque a união de seus elementos é considerada rotulada; porém não são estáveis caso haja o colapso de um elemento resistente. Constitui um caso clássico de uma treliça

plana com um elemento rompido ou de parede de alvenaria, ruptura de cabo de proteção de lajes ou vigas protendidas.

Usualmente, quanto à segurança estrutural contra incêndio das edificações e das áreas de risco, constam na Instrução Técnica (IT) n.º 08 (CBPMESP, 2019a) as condições a serem atendidas pelos elementos estruturais e de compartimentação que integram as edificações; quanto aos Tempos Requeridos de Resistência ao Fogo (TRRF) para que, em situação de incêndio, seja evitado o colapso estrutural por tempo suficiente para possibilitar a saída segura das pessoas e o acesso para as operações do Corpo de Bombeiros Militar de cada estado do Brasil.

A segurança estrutural contra incêndio está diretamente relacionada à tipologia das habitações de interesse social que possuem especificações técnicas e custos pré-definidos, visando a estabelecer padrões mínimos e máximos que atendam ao perfil do beneficiário do programa social.

Atualmente, o Ministério do Desenvolvimento Regional (BRASIL, 2021) regulamenta os programas habitacionais de interesse social por meio da Instrução Normativa nº 42, de 15 de outubro de 2021. Quanto às diretrizes técnicas, os imóveis devem observar as condições de sustentabilidade das construções obedecendo às definições estabelecidas, em particular, a norma de desempenho de edificações habitacionais, a NBR 15575-1 (ABNT, 2021).

Entre as especificações, destacam-se o limite máximo de até 500 unidades habitacionais por empreendimento. Quanto à metragem quadrada mínima do imóvel, depende das diretrizes de planejamento urbano municipal ou regional. Martinez *et al.* (2013) destacam que deve ser 35 m² (trinta e cinco metros quadrados) para os empreendimentos horizontais (casas, unifamiliar), enquanto para os condomínios verticais (edifícios, multifamiliar) essa metragem quadrada mínima é de 42 m² (quarenta e dois metros quadrados).

A relação entre habitabilidade e segurança deve ser verificada a partir da análise dos princípios arquitetônicos capazes de garantir a segurança contra incêndios em uma edificação, assim como salvaguardar a vida humana. Porém, pelas características construtivas, segundo a norma de desempenho de edificações habitacionais - NBR 15575-2 (ABNT, 2021), este tipo de edifício de apartamentos, multifamiliar, fica isento de verificação estrutural em situação de incêndio, pois são condomínios verticais de até cinco pavimentos.

De acordo com Rogoski (2018), estudos comparativos foram realizados entre sistemas construtivos de alvenaria estrutural e de painéis pré-moldados autoportantes de concreto armado. Buscou-se por alternativas que ofereçam racionalização: menores custos e prazos de execução para habitações de interesse social.

Freitas (2010) apresentou uma série de novos sistemas construtivos, mais racionalizados e industrializados, para atender à população carente de uma moradia digna. Exemplos de tais sistemas construtivos foram: em concreto e alvenaria, em madeira, em concreto-PVC, em kits metálicos, passam por processo de aprovação de órgãos técnicos como o Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) e financiadores como a Caixa Econômica Federal (CEF).

Felix (2020) propôs parâmetros necessários, com foco na segurança contra incêndios para unidades habitacionais isoladas, geminadas, assobradadas e unidades sobrepostas até dois pavimentos, considerando o sistema construtivo de *Cross Laminated Timber* (CLT) que é um produto inovador no Brasil, pois não possui normas técnicas. Esse sistema construtivo de madeira foi criado há mais de vinte anos na Europa e é constituído de madeira laminada colada com camadas dispostas ortogonalmente entre si.

Em resumo, os principais itens a serem avaliados pelos órgãos financiadores em projetos de moradia social são: segurança estrutural, segurança ao fogo, estanqueidade à água e ao ar, conforto térmico e acústico, durabilidade e

manutenção. O método de ensaio destinado a determinar a resistência ao fogo de componentes construtivos estruturais devem satisfazer as exigências da NBR 5628 (ABNT, 2001).

A política habitacional de inclusão social no Brasil propõe soluções uniformizadas e padronizadas num país com dimensões continentais. Mesmo assim, é possível criar projetos arquitetônicos para os núcleos habitacionais que atendam a todas as necessidades de uma comunidade, dando funcionalidade e bem-estar à população beneficiada.

3.2 Comportamento dos materiais em relação ao fogo

As novas tecnologias na construção civil têm contribuído para a introdução de materiais incombustíveis. Dessa forma, conhecer o comportamento dos materiais de construção da edificação é um fator preponderante para a aplicação das medidas de segurança contra incêndios, bem como para determinar a natureza dos incêndios.

Cada um dos materiais de construção, como concreto, aço, madeira e materiais cerâmicos tem seu próprio comportamento em situações de incêndio, e a compreensão de suas características é fundamental para a segurança de edificações. É importante notar que a exposição de elementos de aço a temperaturas elevadas pode resultar em uma temperatura média mais alta do que a dos materiais de concreto e madeira, devido à condução de calor. Portanto, a seleção dos materiais e a consideração do comportamento em incêndios devem ser feitas com base nas necessidades específicas de segurança contra incêndio de uma estrutura, levando em consideração fatores como a duração do incêndio e as medidas de proteção necessárias.

As propriedades mecânicas dos materiais de construção civil são baseadas nos resultados de ensaios em relação ao fogo, de acordo com padrões normativos nacionais. E, se não houver especificações na regulamentação

vigente, adota-se os fatores de redução de resistência do *European Committee for Standardization* (Eurocode) em sua última edição, ou norma similar reconhecida internacionalmente.

Brackmann *et al.* (2021, p. 2) analisaram os critérios de dimensionamento em situação de incêndio disponíveis na literatura e em normativas internacionais para estes sistemas estruturais de habitações de interesse social. Descrevem o comportamento dos materiais em situação de incêndio:

[...] a distribuição da temperatura na estrutura é de suma importância, não apenas por causa da degradação das propriedades dos materiais em zonas aquecidas, mas também devido aos efeitos secundários causados pela dilatação térmica. Vigas e pilares aquecidos apenas de um lado normalmente desenvolvem um gradiente térmico ao longo da seção transversal que conduz à flambagem da viga ou pilar para o lado da fonte de calor, pois o lado mais quente do elemento está sujeito a uma dilatação térmica maior. A dilatação térmica global conduz ao surgimento de importantes esforços nas extremidades dos elementos e compartimentos estruturais adjacentes, que estão a uma temperatura mais baixa e que podem resistir à expansão das partes aquecidas. Isto causa momentos de primeira ordem adicionais e subsequentemente também momentos de segunda ordem no elemento (Brackmann *et al.*, 2021, p. 2).

Pignatta e Silva *et al.* (2007, p. 315) descreveram o comportamento de materiais em relação ao fogo, por meio de ensaios e modelagem:

[...] o comportamento da estrutura de perfis formados a frio (PFF) submetida ao incêndio ocorrido em um apartamento de um conjunto habitacional de baixo custo, com quatro blocos idênticos de quatro pavimentos e oito apartamentos por andar. Foram realizados ensaios para a caracterização do aço empregado nos pilares e vigas e ensaios metalográficos para estimar a temperatura atingida pelo aço durante o incêndio. [...] O modelamento CFD (Computational Fluid Dynamics) do cenário do incêndio foi feito utilizando-se o programa de computador SMARTFIRE. A análise térmica da estrutura de aço em situação de incêndio foi realizada por meio do programa SUPERTEMPCALC. A verificação estrutural foi feita empregando-se as expressões da Norma Brasileira para o projeto dos PFF em temperatura ambiente, com base no AISI/USA, mas usando os fatores de redução de resistência recomendados pelo Eurocode 3 part1.2 (Pignatta; Silva *et al.*, 2007, p. 315).

Os ensaios experimentais em escala completa e simulações computacionais são de suma importância para aprimorar os conhecimentos acerca do comportamento dos materiais em relação ao fogo. Entretanto, os condôminos residenciais horizontais, pertencentes à divisão Residencial, habitação unifamiliar (“A-1”), estão dispensados das exigências de que trata a Lei Complementar n.º 14.376 (Rio Grande do Sul, 2013).

É de suma importância qualificar a produção de unidades habitacionais de interesse social modernas, para salvaguardar os usuários, no caso de emergência, investindo em orientações normativas preventivas sobre segurança contra incêndio.

A comparação entre ensaios experimentais em escala real aferidas com simulação computacional podem melhorar a precisão de modelos numéricos que auxiliam tanto para diagnósticos como para prognósticos de edificações em situação de incêndio. Tabaczinski *et al.* (2019) apresentam algumas potencialidades da utilização do software de simulação de incêndios *Fire Dynamics Simulator* (FDS) desenvolvido pelo *National Institute of Standards and Technology* (NIST) dos Estados Unidos da América. Tal mecanismo é capaz de reproduzir o desenvolvimento de temperaturas nos primeiros minutos de um incêndio em um cômodo que representa um dormitório pertencente a residências unifamiliares tipicamente incendiadas na cidade de Recife, PE, Brasil.

Por um lado, a resistência ao fogo do sistema construtivo pode ser consideravelmente aumentada por meio de acabamentos e revestimentos apropriados. Isso evitaria o crescimento do fogo, a propagação de chamas, restringindo a geração de calor, a movimentação da fumaça e favorecendo a segurança estrutural na edificação. Por outro lado, a utilização de *softwares* pode simular a movimentação humana durante o abandono da habitação em uma situação de emergência, contribuindo nas técnicas e conhecimentos avançados na área de segurança contra incêndio.

3.3 Sistemas de proteção dos elementos

Os sistemas de proteção dos elementos evoluíram, podem ser simples e baratos ou sofisticados e caros, dependendo das exigências arquitetônicas da edificação. A dualidade entre a velocidade de queima dos elementos estruturais e sua influência no tempo necessário para o abandono seguro da edificação em caso de sinistro devem ser observados ao longo do ciclo de vida da edificação, durante as fases de projeto, execução e manutenção.

Os materiais de proteção passiva que podem ser aplicados diretamente sobre os elementos estruturais são, por exemplo: concreto como material de proteção; materiais projetados (fibra projetada, produtos de base cimentícia ou de gesso); materiais rígidos ou semirrígidos (as fibras cerâmicas, a lã de rocha basáltica, o silicato de cálcio, gesso (placas de gesso acartonado ou o próprio gesso) e vermiculita); tintas intumescentes; proteção contra fogo com lã de rocha; proteção contra fogo com lã de vidro; e tratamentos ignífugos para a madeira.

Para Barroso, Ferreira e Lima (2020) as medidas físicas de segurança contra incêndios em edifícios são componentes essenciais para garantir a segurança das pessoas que ocupam essas edificações em caso de incêndio. Essas medidas incluem disposições construtivas, sistemas e equipamentos de segurança, e são projetadas para minimizar os riscos e limitar a propagação do fogo, bem como facilitar a evacuação segura. As medidas de proteção passiva são projetadas para evitar a propagação do fogo e seus efeitos em um edifício. Isso inclui a incorporação direta de elementos de segurança no sistema construtivo, como: barreiras corta-fogo, revestimentos resistentes ao fogo, isolamento térmico, saídas de emergência e compartimentação. Enquanto, as medidas de proteção ativa incluem sistemas e equipamentos que entram em ação durante um incêndio, como alarmes de incêndio, sistemas de *sprinklers*,

extintores e iluminação de emergência. Esses sistemas são projetados para detectar incêndios precocemente, suprimir as chamas e fornecer orientação aos ocupantes durante a evacuação.

A combinação eficaz de medidas de proteção passiva e ativa desempenha um papel crucial na prevenção de incêndios e na segurança das pessoas em edifícios. É fundamental que edifícios comerciais, residenciais e públicos cumpram as regulamentações de segurança contra incêndio aplicáveis e mantenham essas medidas adequadamente para garantir a segurança de todos os ocupantes.

A Instrução Técnica (IT) nº 10 (CBPMESP, 2019b) estabelece os parâmetros para o Controle de Materiais de Acabamento e de Revestimento (CMAR) utilizados conforme classificação das ocupações, para restringir a propagação de fogo e desenvolvimento de fumaça, atendendo ao previsto no regulamento de segurança contra incêndios das edificações e de áreas de risco. Este CMAR é obrigatório para a obtenção de Auto de Vistoria do Corpo de Bombeiros (AVCB).

Pela legislação vigente, não há serviço de vistorias técnicas das condições de segurança contra incêndios e pânico em edificações residenciais privativas unifamiliares. As edificações populares são projetadas para terem custos de construção reduzidos ao extremo, com materiais de acabamento e de revestimento atendendo a padrões mínimos dentro dos limites legais.

Assim, para estudos futuros, pode ser consultado o trabalho de Carasek (2007), sobre a importância do controle de materiais de acabamento e de revestimento de argamassa e cerâmicos para o melhor desempenho térmico das paredes das edificações e seu consequente melhor desempenho contra o fogo.

3.4 Principais ocorrências de incêndios em habitações de interesse social no Brasil

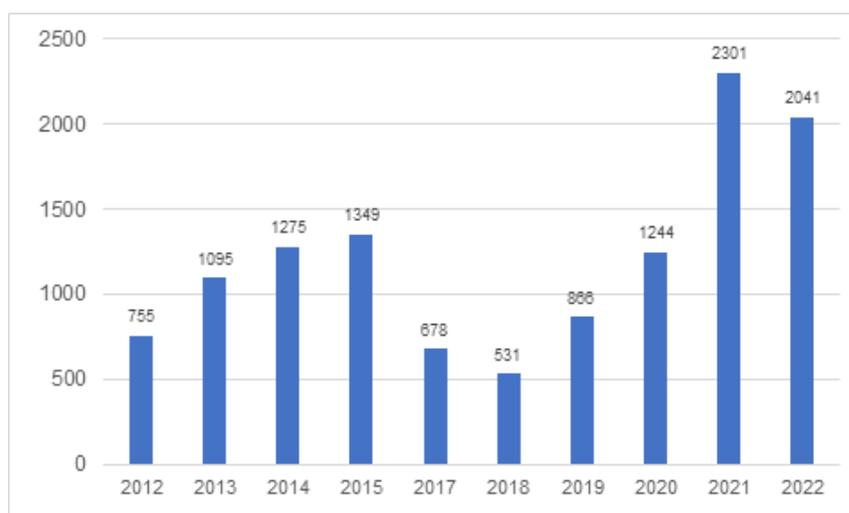
Neste artigo, apresentam-se algumas ocorrências de incêndios no Brasil obtidas de notícias e anuários de Corpos de Bombeiros. Corrêa, Duarte e Braga (2021) discutem a fragilidade das estatísticas de incêndios no Brasil, apresentando razões da ausência de consolidação dos números de ocorrências no país. Entre os motivos que cada Corpo de Bombeiros Militar Estadual pode informar estão os dados operacionais sem padronização, mesmo que existam norma e recomendações específicas.

Os brasileiros acompanharam a repercussão no noticiário do incêndio no edifício Wilton Paes de Almeida, de 24 andares, localizado no Largo do Paissandu, no centro de São Paulo, ocupado por famílias em vulnerabilidade social, que desabou na madrugada do dia 1 de maio de 2018, deixando sete mortos e muitos prejuízos às edificações vizinhas. Um provável curto-circuito no quinto andar foi a principal hipótese do princípio de incêndio. Devido às características construtivas do prédio, o fogo se alastrou rapidamente pelos outros andares. Somado a isso, a deterioração dos elementos estruturais, a falta de obras de manutenção e descaso com patrimônio, levou ao colapso da estrutura de concreto armado pela ação das altas temperaturas, de acordo com o parecer técnico de Helene *et al.* (2019). Após 5 anos, a pergunta que fica é: Quantos incêndios ainda precisam ocorrer para que a moradia popular seja prioridade no Brasil?

O Instituto *Sprinkler* Brasil (ISB, 2022) monitora diariamente as notícias sobre os chamados incêndios estruturais no Brasil, ou seja, aqueles que ocorreram em diversos tipos de locais construídos e poderiam ter sido minimizados ou evitados com o uso de chuveiros automáticos. No entanto, não são incluídos nas estatísticas os incêndios em residências unifamiliares, os quais, apesar de também serem incêndios estruturais, não são objeto de acompanhamento

porque a legislação de segurança contra incêndio não se aplica a habitações unifamiliares. A Figura 1 mostra a evolução dos casos desde 2012 até 2022. Embora, não tenha sido divulgado o ano de 2016, pois não há os dados do ano inteiro. Ressalta-se que o ano com o maior número de notícias registradas pela imprensa foi em 2021, com 2301 incêndios estruturais, quase o dobro de 2015, que até o ano de 2020 era o primeiro colocado. Já 2018 foi o ano com menos registros: 531. Não foram associadas às notícias de incêndios estruturais aos respectivos atendimentos pelos Corpos de Bombeiros.

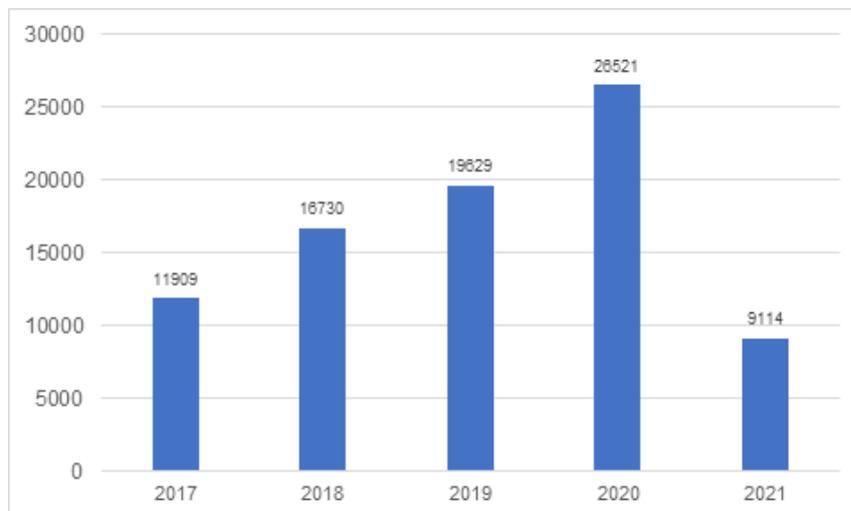
FIGURA 1 – Notícias de incêndios estruturais por ano do ISB, desde 2012 até 2022.



Fonte: elaborado pelos autores (2022).

A assessoria de operações e defesa civil do Corpo de Bombeiro Militar do Rio Grande do Sul (CBMRS) é responsável pela tabulação dos dados e estatísticas operacionais da corporação, passou a divulgar em 2017, mês a mês, os indicadores de ocorrências de todo o estado, porém, não identifica a categoria dos incêndios (urbano ou florestal, pela tipologia das edificações). A Figura 2 mostra a evolução dos casos desde 2017. Sendo que o ano com o maior número de incêndios registrados pela assessoria foi em 2020, com 26521 não categorizados, mais que o dobro de 2017. Já em 2021 foi o ano com menos registros: 9114, dados referentes até agosto.

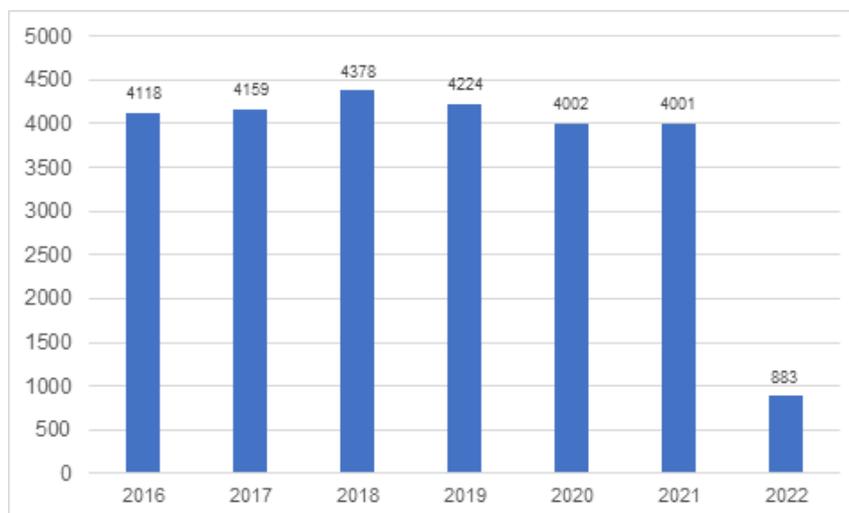
FIGURA 2 – Indicadores operacionais de incêndios, do CBMRS, desde 2017 até agosto/2021.



Fonte: Adaptado de Estatísticas Operacionais do CBMRS (2022).

Ao contrário do Rio Grande do Sul, em São Paulo, pode-se buscar, na página do Corpo de Bombeiros Polícia Militar do Estado de São Paulo (CBPMESP), no sistema de dados estatísticos e indicadores de incêndios, em edificações não sujeitas ao regulamento de segurança contra incêndio de edificações e áreas de risco do estado, as quais se aplicam às residências unifamiliares (em que estão as habitações de cunho social). A Figura 3 mostra a evolução dos casos de 2016 até março de 2022. Estatisticamente, os incêndios no estado de São Paulo não aumentaram nem diminuíram: estão iguais, mantendo um ritmo sinistro de danos à sociedade. Não foram compilados os dados referentes às edificações sujeitas ao regulamento.

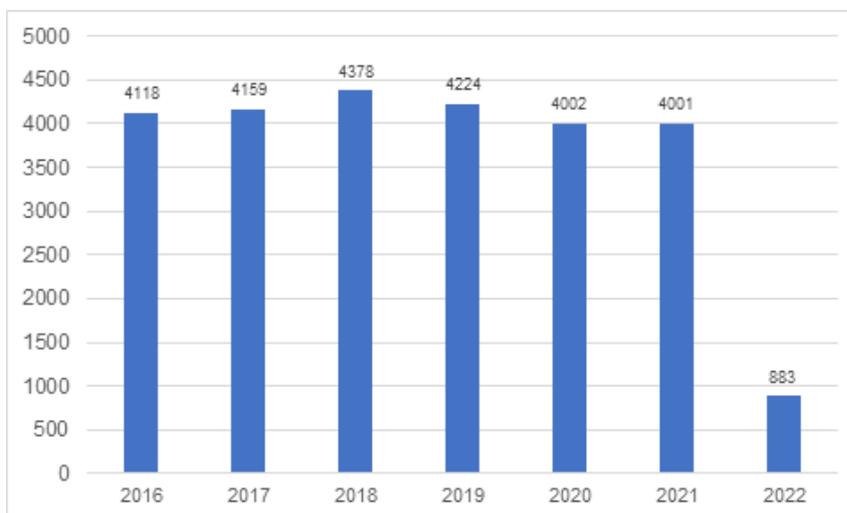
FIGURA 3 – Incêndios em edificações não sujeitas ao regulamento de segurança contra incêndio, do CBPMESP, desde 2016 até março/2022.



Fonte: Adaptado de Dados Estatísticos do CBPMESP (2022).

No Distrito Federal, na página do Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal (CBMDF) tem-se acesso público aos arquivos digitais de anuários estatísticos, produzidos por empresa de serviço geotécnico, referentes aos anos bases 2013 a 2019. A Figura 4 mostra a adaptação da consulta aos arquivos de anuários estatísticos do ano base 2016 e do ano base 2019. Foram agrupados o comparativo anual de atendimentos de combate a incêndio urbano para os anos de 2012 a 2016, aos atendimentos de ocorrências de incêndio do subgrupo em edificação para os anos de 2017 a 2019. Sendo que o ano com o maior número de incêndios registrados foi no início desta série em 2012, com 4713 incêndios urbanos. Já 2018 foi o ano com menos registros: 2002 em edificações. Porém, não foram discretizadas as ocorrências de incêndios por tipologia das habitações (unifamiliar ou multifamiliar).

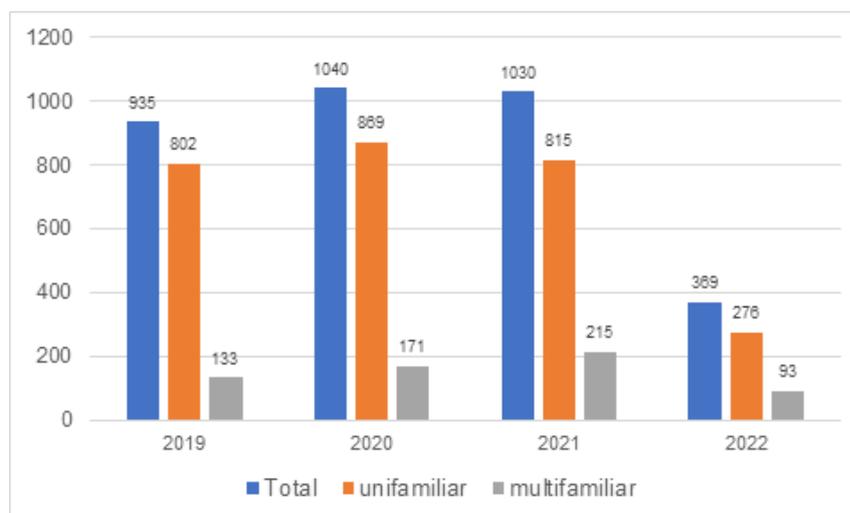
FIGURA 4 – Comparativo anual de atendimento: combate a incêndio, do CBMDF, desde 2012 até 2019.



Fonte: Adaptado de Dados Anuário Estatístico do CBMDF (2022).

No Ceará, foi publicada notícia em 4 de maio de 2022, na página do Corpo de Bombeiros Militar do Estado do Ceará (CBMCE) dos balanços dos quadrimestres, referentes aos anos bases de 2019 a abril/2022, discretizando as ocorrências por residência unifamiliar e multifamiliar. A figura 5 mostra que durante o ano de 2021, o CBMCE apagou 1030 incêndios em residências. Desses, 815 foram incêndios em residências unifamiliares e 205 em residências multifamiliares. O balanço de 2021 é um pouco menor que os dados de 2020, com 1040 ocorrências, sendo superior aos dados de 2019, com 935 incêndios em residências, respectivamente em todo o território estadual do CE. Nos quatro primeiros meses do ano, ou seja, de janeiro a abril de 2022, o CBMCE atendeu 369 ocorrências de incêndios em residências. Mesmo assim, ainda falta a descrição dos atendimentos se foram em habitações de interesse social ou não.

FIGURA 5 – Balanço dos incêndios em residências: unifamiliar e multifamiliar, do CBMCE, desde 2019 até abril/2022.



Fonte: Adaptado de CBMCE (2022).

No decorrer da pesquisa, constataram-se dificuldades de comparação do banco de dados entre Corpos de Bombeiros nas figuras apresentadas, pela falta de padronização dos anuários consultados, isto é, do CBMRS com as outras três corporações citadas neste artigo (CBPMESP, CBMDF e CBMCE), porque não há especificação, nas estatísticas operacionais do Rio Grande do Sul, sobre a categoria dos incêndios. No Distrito Federal, não está discretizada por tipologia das habitações (unifamiliar ou multifamiliar). Já nos dados do estado de São Paulo considera-se edificações que não estão sujeitas ao regulamento de segurança contra incêndio. Entre os estados de São Paulo e Ceará, é possível comparar os dados das residências unifamiliares, ainda assim a densidade demográfica deve ser levada em consideração.

A carência de banco de dados históricos abrangentes é uma limitação significativa quando se trata de realizar pesquisas sobre incêndios em edificações residenciais no Brasil ou em qualquer lugar. Ter acesso a dados históricos é fundamental para entender as tendências, identificar causas subjacentes e desenvolver estratégias eficazes de prevenção e resposta a incêndios. Sem dados históricos, é difícil realizar análises aprofundadas, criar

modelos preditivos e tomar decisões informadas para melhorar a segurança das edificações e proteger vidas e propriedades. Portanto, é importante que os órgãos governamentais, instituições de pesquisa e organizações relevantes trabalhem para reunir e manter registros precisos e abrangentes de incêndios em edificações residenciais.

Esses dados podem incluir informações sobre o tipo de construção, a presença de sistemas de segurança contra incêndio, as condições de ocupação, as causas dos incêndios, as consequências em termos de feridos ou mortos, danos materiais e muito mais. Com informações detalhadas e precisas, é possível desenvolver estratégias de prevenção, educação pública e resposta mais eficazes para minimizar o impacto dos incêndios em edificações residenciais. É necessário que haja mais mapeamentos de incêndios em edificações, a exemplo do estudo de caso de Corrêa *et al.* (2015) para a cidade de Recife, que utiliza a padronização sugerida pela Liga dos Comandantes Gerais dos Corpos de Bombeiros.

4 Considerações Finais

Há grandes desafios nesta temática da ação do fogo em núcleos de habitações de cunho social, entre eles: (i) o estudo da dinâmica e do comportamento das estruturas em situação de incêndio, que decorre do entendimento do desenvolvimento do fogo e da sua relação com a carga de incêndio, reafirmando a necessidade das decisões do projeto, desde o início do seu processo, pois as soluções adotadas poderão garantir, ou não, a qualidade do projeto arquitetônico e o atendimento aos requisitos de desempenho (segurança estrutural e contra incêndio); (ii) a garantia de que a habitação seja inclusiva para a população de baixa renda, ou seja, que as construções sejam projetadas e construídas com características necessárias e suficientes, que favoreça a segurança dos ocupantes na relação permanência versus desocupação dos espaços; (iii) e a

escassez de banco de dados que possam ser comparados entre os Corpos de Bombeiros, reforçando a necessidade de um anuário padronizado que venha a identificar as ocorrências em habitações, conforme a tipologia.

É altamente recomendável promover pesquisas que abordem incêndios reais ocorridos em habitações de interesse social. Essas pesquisas são essenciais para uma compreensão mais aprofundada desse tema e para desenvolver estratégias que visem aprimorar a segurança contra incêndios em edificações e áreas de risco. Esses estudos podem fornecer informações valiosas sobre o comportamento do fogo, os desafios específicos enfrentados em ambientes de habitação de interesse social e as melhores práticas para prevenção e resposta a incêndios nesse contexto.

Ao incentivar pesquisas desse tipo, podemos melhorar o planejamento urbano, a legislação de segurança contra incêndios e as diretrizes de construção, tornando as habitações de interesse social mais seguras para os seus moradores. Além disso, tais estudos podem contribuir para o desenvolvimento de tecnologias e práticas construtivas mais eficazes, que reduzam os riscos de incêndios e aumentem a proteção das comunidades mais vulneráveis. Portanto, a promoção de pesquisas de incêndios reais em habitações de interesse social é fundamental para garantir a segurança e o bem-estar das populações em situação de vulnerabilidade

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5628**: Componentes construtivos estruturais: determinação da resistência ao fogo. Rio de Janeiro, 2001.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14432**: Exigências de Resistência ao Fogo de Elementos Construtivos de Edificações. Rio de Janeiro, 2001.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575-1**: Edificações habitacionais: desempenho. Parte 1: Requisitos gerais. Rio de Janeiro, 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575-1**: Edificações habitacionais: desempenho. Parte 2: Requisitos para os sistemas estruturais. Rio de Janeiro, 2021.

BARROSO, Lidiane Bittencourt; FERREIRA, Leandro Silveira; LIMA, Rogério Cattelan Antochaves de. Proteção passiva contra incêndios em edificações. **Revista de Ciência e Inovação**, v. 5, p. 71-82, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.26669/2448-4091250> Acesso em: 06 de março de 2023.

BONITESE, Karina Venâncio. **Segurança contra incêndio em edifício habitacional de baixo custo estruturado em aço**. 2007. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007.

BRACKMANN, Gabriela Dalfollo *et al.* Segurança estrutural de habitações de interesse social em situação de incêndio: análise normativa dos sistemas estruturais mais utilizados no Brasil. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE PONTES E ESTRUTURAS, 12., 2021, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: ABECE, 2021. Disponível em: http://www.abpe.org.br/trabalhos2021/ID_154.pdf. Acesso em: 06 de março de 2023.

BRASIL. MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL. **Instrução Normativa n.º 42**, de 15 de outubro de 2021. Regulamenta os Programas Carta de Crédito Individual, Carta de Crédito Associativo e Apoio à Produção de Habitações, integrantes da área de aplicação Habitação Popular, no âmbito do Fundo de Garantia do Tempo de Serviço. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/instrucao-normativa-n-42-de-15-de-outubro-de-2021-352674668> Acesso em: 06 de março de 2023.

CARASEK, Helena. Argamassas. *In*: ISAIA, Geraldo Cechella (Org.). **Materiais de construção civil e princípios de ciência e engenharia de materiais**. São Paulo: IBRACON, 2007, p. 1-53.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO CEARÁ. CBMCE. Categoria: Prevenção. Disponível em: <https://www.bombeiros.ce.gov.br/2022/05/04/corpo-de-bombeiros-apagou-369-incendios-em-residencias-no-1o-quadrimestre-de-2022/> Acesso em: 06 de março de 2023.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO DISTRITO FEDERAL. CBMDF. **Anuário Estatístico**. 2022. Disponível em: <https://www.cbm.df.gov.br/lai/acoes-e-programas/anuario-estatistico-do-cbmdf/> Acesso em: 06 de março de 2023.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO RIO GRANDE DO SUL. CBMRS. **Estatísticas Operacionais**. 2022. Disponível em: <https://www.bombeiros.rs.gov.br/estatisticas-operacionais> Acesso em: 06 de março de 2023.

CORPO DE BOMBEIROS POLÍCIA MILITAR DO ESTADO DE SÃO PAULO. CBPMESP. **Dados Estatísticos do Corpo de Bombeiros do Estado de São Paulo**. 2022. Disponível em: <http://www.ssp.sp.gov.br/estatistica/corpobombeiro.aspx> Acesso em: 06 de março de 2023.

CORPO DE BOMBEIROS POLÍCIA MILITAR DO ESTADO DE SÃO PAULO. CBPMESP. **Instrução Técnica n.º 08 Segurança estrutural contra incêndio**. 2019a. Disponível em: <https://www.bombeiros.rs.gov.br/upload/arquivos/202203/09141954-it-08-19.pdf> Acesso em: 06 de março de 2023.

CORPO DE BOMBEIROS POLÍCIA MILITAR DO ESTADO DE SÃO PAULO. CBPMESP. **Instrução Técnica n.º 10 Controle de materiais de acabamento e de revestimento**. 2019b. Disponível em: <https://www.bombeiros.rs.gov.br/upload/arquivos/202203/09142048-it-10-19.pdf> Acesso em: 06 de março de 2023.

CORPO DE BOMBEIROS POLÍCIA MILITAR DO ESTADO DE SÃO PAULO. CBPMESP. **Instrução Técnica n.º 14 Carga de incêndio nas edificações e áreas de risco**. 2019c. Disponível em: http://www.ccb.policiamilitar.sp.gov.br/dsci_publicacoes2/_lib/file/doc/IT-14-19.pdf Acesso em: 06 de março de 2023.

CORRÊA, Cristiano; DUARTE, Dayse; BRAGA, George. Fragilidades das estatísticas de incêndio no Brasil. *In*: Finelli, Leonardo Augusto Couto. **Segurança do trabalho: experiências exitosas**. Guarujá, SP: Científica Digital, 2021, p. 1-192. Disponível em: <https://doi.org/10.37885/978-65-89826-83-5> Acesso em: 06 de março de 2023.

CORRÊA, Cristiano *et al.* Mapeamento de Incêndios em Edificações: um estudo de caso na cidade do Recife. **Revista de Engenharia Civil**, v. 2, n. 3, p. 15-34, 2015. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/299283907_Mapeamento_de_Incendios_em_Edificacoes_Um_Estudo_de_Caso_na_Cidade_do_Recife Acesso em: 06 de março de 2023.

FELIX, Patrícia Meira de Alcântara Costa. **Parâmetros de projeto para segurança contra o incêndio do sistema construtivo em Cross Laminated Timber (CLT)**. 2020. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.11606/D.16.2020.tde-08042021-231422>. Acesso em: 06 de março de 2023.

FREITAS, Carlos Alberto Chamone de. **Sistemas construtivos para habitações populares**. 2010. Monografia (Especialização em Engenharia) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010. Disponível em: https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/BUBD-9GBRGW/1/monografia_carlos_alberto_chamone_de_freitas.pdf. Acesso em: 06 de março de 2023.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. FJP. **Déficit Habitacional no Brasil 2016-2019**. Belo Horizonte: FJP, 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/habitacao/RelatorioDeficitHabitacionalnoBrasil20162019v1.0.pdf> Acesso em: 06 de março de 2023.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

HELENE, Paulo *et al.* **Parecer técnico PhD 324/2019 Edifício Wilton Paes de Almeida**. Disponível em: http://www.phd.eng.br/wp-content/uploads/2019/04/19.04.30ParecerCompletoPaesAlmeida_final-compactado.pdf Acesso em: 06 de março de 2023.

INSTITUTO SPRINKLER BRASIL. ISB. **Estatísticas gerais**. Disponível em: <https://sprinklerbrasil.org.br/estatisticas-gerais/>. Acesso em: 30 de janeiro de 2023.

MARTINEZ, Gustavo Favaretto *et al.* Habitação de interesse social: as tipologias habitacionais e o seu reflexo na produção da cidade através do programa minha casa minha vida. **Colloquium Humanarum**, v. 10, n. Especial, p. 316-323, Jul-Dez, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.5747/ch.2013.v10.nesp.000465>. Acesso em: 06 de março de 2023.

MATA, Kamyla Lima da. **Análise da influência do combate a incêndio nas temperaturas de um compartimento**. 2019. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Estruturas) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2019. Disponível em: https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/31449/1/Disserta%C3%A7%C3%A3o_KamylaLima.pdf. Acesso em: 06 de março de 2023.

MOREIRA, Susanna. **O que é habitação de interesse social?** Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/925932/o-que-e-habitacao-de-interesse-social#:~:text=A%20Habita%C3%A7%C3%A3o%20de%20Interesse%20Social,profissionais%20ligados%20%C3%A0%20constru%C3%A7%C3%A3o%20civil>. Acesso em: 06 de março de 2023.

PIGNATTA E SILVA, Valdir *et al.* Incêndio real em um apartamento de interesse social: um estudo de caso. **REM: Revista Escola de Minas**, v. 60, n. 2, página 315-334, abr. jun. 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0370-44672007000200014>. Acesso em: 06 de março de 2023.

RIO GRANDE DO SUL. RS. **Lei Complementar n.º 14.376**, de 26 de dezembro de 2013. Estabelece normas sobre Segurança, Prevenção e Proteção contra Incêndios nas edificações e áreas de risco de incêndio no Estado do Rio Grande do Sul e dá outras providências. Disponível em: <https://admin.bombeiros.rs.gov.br/upload/arquivos/202004/30161823-lec-n-14-376-completa.pdf>. Acesso em: 06 mar. 2023.

ROGOSKI, Ederson Rafael. **Estudo comparativo entre os sistemas construtivos: alvenaria estrutural e painéis pré-moldados autoportantes de concreto armado**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Santa Rosa, 2018. Disponível em: <http://bibliodigital.unijui.edu.br:8080/xmlui/handle/123456789/5412>. Acesso em: 06 mar. 2023.

SHIN, Herbert Berndt. **Norma de Desempenho NBR 15575: Estudo das Práticas Adotadas por Construtoras e dos Impactos Ocorridos no Mercado da Construção Civil**. 2018. Projeto de Graduação. Curso de Engenharia Civil, UFRJ/ Escola Politécnica, Rio de Janeiro, 2016. Disponível em: <http://www.repositorio.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10017455.pdf>. Acesso em: 06 de março de 2023.

TABACZENSKI, Roberta *et al.* Numerical simulation and fire experiment in residential dormitory. **Revista ALCONPAT**, v. 9, n. 1, p. 15-29, 2019. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.21041/ra.v9i1.315>. Acesso em: 06 de março de 2023.