

Painéis ACM e a segurança contra incêndio no Brasil: uma análise das normas após a tragédia da Grenfell Tower

ACM panels and fire safety in Brazil: an analysis of standards after the grenfell Tower Tragedy

Lucas Maciel Beça(1); Cristiano Corrêa(2); Antônio Acácio Melo Neto(3)

1 Universidade Federal de Pernambuco e Corpo de Bombeiros Militar de Pernambuco. Mestrando PPG em Engenharia Civil da UFPE.

E-mail: lucas.beca@ufpe.br

2 Universidade Federal de Pernambuco e Corpo de Bombeiros Militar de Pernambuco. Doutor pelo PPGEC-UFPE; Mestre em GDLS-UPE e Oficial do Corpo de Bombeiros Militar de Pernambuco.

E-mail: cristianocorreacbmpe@gmail.com | ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4653-5337>

3 Universidade Federal de Pernambuco. Professor Doutor do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil – UFPE.

E-mail: antonio.meloneto@ufpe.br

Revista de Arquitetura IMED, Passo Fundo, vol. 13, n. 1, p. 1-27, janeiro-junho, 2024 - ISSN 2318-1109

DOI: <https://doi.org/10.18256/2318-1109.2024.v13i1.4968>

Sistema de Avaliação: *Double Blind Review*

Como citar este artigo / How to cite item: [clique aqui/click here!](#)

Resumo

A fachada de uma edificação é mais do que uma simples barreira física que separa o interior do exterior. O revestimento da fachada é responsável pela expressão estética do edifício, mas também desempenha um papel crítico acerca da segurança contra incêndios, conforto termoacústico, eficiência energética e durabilidade. Os painéis de material de alumínio composto (ACM) frequentemente presentes nas fachadas de edifícios, devido principalmente à rapidez na instalação, possibilidade de moldagem, variedade de cores e relativa facilidade na manutenção, trazem consigo também riscos pouco discutidos no contexto da segurança à vida de seus habitantes. O edifício residencial Yachthouse Residence Club, localizado em Balneário Camboriú, Santa Catarina é o segundo residencial mais alto do Brasil com 281 metros de altura distribuídos por 81 andares e tem sua fachada composta por uma combinação de vidros e ACM. A reforma do edifício Grenfell Tower em Londres redundou, segundo a investigação oficial, em um exemplo emblemático destes riscos silentes, o dito edifício contou com o uso extensivo de materiais de revestimento compostos por ACM com diversos tipos de núcleos — mineral, polietileno e poliisocianurato — promovendo a rápida propagação de um dos maiores incêndios na história do Reino Unido. Nesta perspectiva, o presente artigo tem como objetivo uma revisão bibliográfica técnica da literatura nacional e internacional acerca do ACM, com especial atenção à Segurança Contra Incêndio em Edificações. Sendo examinado em detalhes o incêndio que vitimou fatalmente dezenas de pessoas em Londres e com uma investigação das normas de segurança contra incêndio, pós tragédia, do Reino Unido, Austrália e Emirados Árabes Unidos, as quais foram visivelmente alteradas em favor da segurança da cidade e dos cidadãos, com casos inclusive de banimento de determinados tipos de ACM. Neste diapasão, em análise comparativa das literaturas internacionais supracitadas perante o conjunto de normas similares no Brasil, observa-se como resultado uma ausência de regulamentos e proibições voltados expressamente para a utilização de ACM no revestimento de fachadas. Portanto, pode-se considerar que as normas brasileiras nesta matéria estão em um patamar muito defasado quando comparadas com as normas internacionais levantadas neste trabalho.

Palavras-chave: Fachada de edificações; Torre Grenfell; Painéis ACM; Segurança contra incêndios; Normas de construção.

Abstract

The facade of a building is more than a simple physical barrier that separates the interior from the exterior. The facade cladding is responsible for the aesthetic expression of the building, but it also plays a critical role in fire safety, thermo-acoustic comfort, energy efficiency and durability. Aluminum composite material (ACM) panels frequently present on building facades, mainly due to their speed of installation, possibility of molding, variety of colors and relative ease of maintenance, also bring with them risks that are rarely discussed in the context of life safety. its inhabitants. The Yachthouse Residence Club residential building, located in Balneário Camboriú, Santa Catarina, is the second tallest residential building in Brazil with 281 meters high spread over 81 floors and its facade is made up of a combination of glass and ACM. The renovation of the Grenfell Tower building in London resulted, according to the official investigation, in an emblematic example of these silent risks, the building featured an extensive use of cladding materials composed of ACM with different types of cores — mineral, polyethylene and polyisocyanurate — promoting the rapid spread of one of the biggest fires in UK history. From this perspective, this article focuses on a technical bibliographical review of national and international literature about ACM, with special attention to Fire Safety in Buildings. Examining in detail the fire that fatally killed dozens of people in London and with an investigation into post-tragedy fire safety standards in the United Kingdom, Australia and

the United Arab Emirates, which were visibly changed in favor of the city and citizens safety, with cases including banning certain types of ACM. In this sense, in a comparative analysis of the aforementioned international literature against the set of similar standards in Brazil, the result is an absence of regulations and prohibitions specifically aimed at the use of ACM in facade cladding. Therefore, it can be considered that Brazilian standards in this matter are at a very outdated level when compared to the international standards raised in this work.

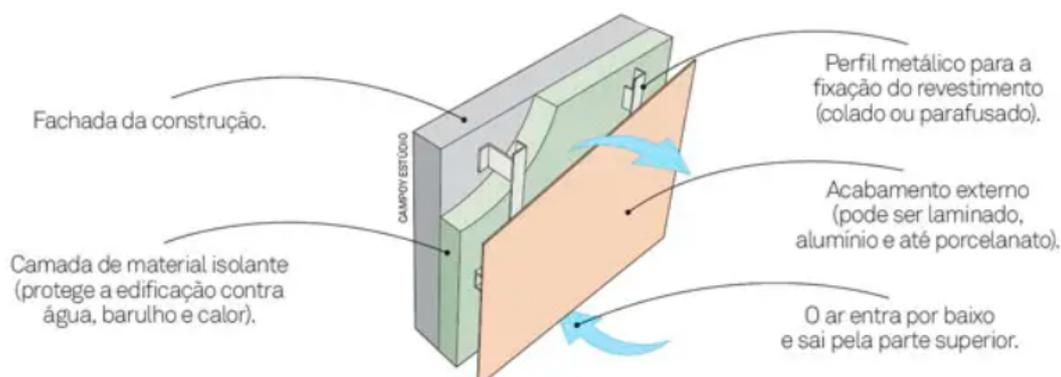
Keywords: Building facades; Grenfell Tower; ACM Panels; Fire safety; Building standards.

1 Introdução

A fachada de uma edificação é muito mais do que uma simples barreira física que separa o interior do exterior. Ela desempenha um papel de destaque na arquitetura e no design de edifícios, sendo o primeiro elemento visual que qualquer pessoa encontra ao se aproximar de uma construção. Nesse contexto, o revestimento da fachada assume um papel central, pois é responsável pela expressão estética do edifício, mas também desempenha um papel crítico acerca da segurança contra incêndios, conforto termoacústico, eficiência energética e durabilidade. Assim, a escolha cuidadosa do revestimento não apenas reflete a visão arquitetônica, mas também garante a funcionalidade, segurança e durabilidade da edificação, criando um equilíbrio essencial entre forma e função.

Segundo Gerez (2017), as fachadas ventiladas são utilizadas tanto pelos efeitos estéticos quanto pelo desempenho térmico prometidos. Pode também, como uma “capa” protetora, preservar a estrutura e prolongar a vida útil da edificação. Ao afastar o revestimento da parede, abre-se espaço para uma câmara de ar que facilita a ventilação constante e natural da estrutura do edifício, utilizando o princípio da chaminé, onde o ar frio entra pela base e é expelido aquecido pela parte superior. Entre as vantagens que a fachada ventilada oferece, destacam-se a redução na variação térmica da estrutura (o que ajuda a poupar energia com refrigeração) e o aumento da vida útil da edificação – eficientemente protegida contra intempéries (Figura 01).

Figura 01. Elementos que compõem a fachada ventilada



Fonte: Muniz (2014).

Neste diapasão, surgem os painéis de material de alumínio composto (ACM) que, conforme postulado por Gouveia (2012), são frequentemente presentes nas fachadas de edifícios, devido principalmente à rapidez na instalação, possibilidade de moldagem, variedade de cores e relativa facilidade na manutenção, sendo uma opção bastante adotada por arquitetos e projetistas, seja em obras novas ou reformas.

Complementarmente, Gerez (2017) indica que as chapas de ACM são conhecidas principalmente por suas características de planicidade, leveza e rigidez, o que contribui para estimular a criatividade projetual e oferecer soluções inovadoras para o mercado de arquitetura no Brasil.

O edifício residencial Yachthouse Residence Club, localizado em Balneário Camboriú, Santa Catarina, destaca-se como o segundo residencial mais alto do Brasil, com impressionantes 281 metros de altura distribuídos por 81 andares. Sua fachada é uma combinação de vidros e ACM, conferindo-lhe um visual imponente e marcante (Figura 02).

Figura 02. Edifício Residencial Yachthouse Residence Club em Balneário Camboriú, Santa Catarina



Fonte: Afram (2020).

Os painéis de ACM oferecem uma série de vantagens para a construção, incluindo a redução de custos de manutenção e limpeza. O produto tem tido um crescimento de popularidade, nos últimos anos onde surgiram fabricantes nacionais como alternativa para a importação das placas (Blauzius, 2020).

Moreira (2023) pontua que, no presente, são comercializados painéis de ACM com espessuras de 3 e 4 mm, em dois formatos: com núcleo termoplástico e com núcleo resistente ao fogo (FR). Esses painéis apresentam lâminas de alumínio de 0,21 mm ou 0,30 mm de espessura em cada lado, podendo ter duas opções de revestimento: pintura em poliéster, com garantia de 05 anos, e pintura em PVDF, com garantia de 15 anos. Os painéis com núcleo resistente ao fogo estão disponíveis somente mediante encomenda, devido à sua demanda mais limitada. Em um período de 10 meses, foram registradas apenas 5 solicitações desse tipo de painel, pois, embora ofereçam benefícios adicionais em termos de segurança, eles tendem a ser mais dispendiosos, o que pode influenciar a decisão dos clientes em fechar o negócio.

A ampla utilização do ACM na Construção Civil trouxe inovação e modernidade às fachadas de edifícios em todo o mundo. No entanto, como qualquer avanço tecnológico, surgem novos desafios e preocupações que precisam ser abordados. Neste contexto, Seito *et al.* (2008) enfatiza que a produção e importação de materiais modernos de construção usados nas edificações levam à necessidade de conhecermos seus comportamentos em situação de incêndio. Sendo necessário ensaiar todos os materiais e sistemas construtivos, já que os riscos podem variar muito com o uso de novos materiais sem controle de sua reação e resistência ao fogo, o que nem sempre tem sido feito.

A reforma do edifício Grenfell Tower, exemplo emblemático de uma das maiores tragédias de incêndio na história do Reino Unido, contou com uso extensivo de materiais de revestimento compostos por ACM com diversos tipos de núcleos: polietileno, poliisocianurato e núcleo mineral (Mckenna, 2019).

Complementarmente, Mckenna (2019) aponta que o ACM com núcleo de polietileno quando utilizado no revestimento exterior de uma edificação pode acelerar substancialmente a propagação do fogo. Corrobora-se a isso, o fato de o polietileno ser classificado quanto ao risco de inflamabilidade, pela NFPA (National Fire Protection Association), no grupo A, sendo este o grupo de maior nível de perigo (O'Connor, 2022).

Dentro dessa perspectiva, o uso de ACM com núcleo de polietileno é proibido desde 2015 em países como Alemanha e Estados Unidos (Ricalde, 2020). Em 21 de dezembro de 2018, entrou em vigor na Inglaterra a instrução normativa SI 2018/1230, a qual proibiu o uso de materiais combustíveis nas fachadas de novos blocos de apartamentos, hospitais, asilos/casas de repouso e alojamentos estudantis com mais de 18 metros de altura. Todavia, no Brasil, as placas de ACM tem se tornado cada vez

mais frequentes nas construções, sem que haja qualquer regulamentação e fiscalização direcionada a estes revestimentos.

Sendo assim, o presente artigo tem como objetivos uma análise aprofundada sobre os painéis ACM e a tragédia ocorrida na Grenfell Tower, bem como, realizar uma revisão bibliográfica técnica da literatura nacional e internacional acerca do tema, com especial atenção à Segurança Contra Incêndio em Edificações (SCIE).

2 Revisão Bibliográfica

2.1 Painéis de Material de Alumínio Composto (ACM)

Os painéis de material de alumínio composto (ACM) foram criados em 1965, na Alemanha, pela empresa Luzisse Composites (Gomes, 2015). A NBR 15446 (ABNT, 2006) traz a definição de painel de material composto como sendo um painel constituído por duas chapas sólidas de ligas de alumínio ligadas a um núcleo de produto termoplástico extrudado.

Existem vários tipos de núcleos para ACM, incluindo polietileno, poliisocianurato, núcleo mineral, lã de rocha e outros. A seguir tem-se os tipos mais encontrados no Brasil:

- ♦ ACM com núcleo de polietileno - este tipo de ACM é amplamente utilizado em aplicações de revestimento de fachadas. É conhecido por sua leveza e facilidade de processamento;
- ♦ ACM com núcleo de poliisocianurato - oferece excelentes propriedades de isolamento térmico e acústico;
- ♦ ACM com núcleo mineral - é comumente utilizado em edifícios onde a segurança contra incêndio é uma prioridade, sendo costumeiramente composto de materiais incombustíveis e agentes retardadores de chamas;
- ♦ ACM com núcleo de lã de rocha - núcleo este composto por material reconhecidamente isolamento térmico e acústico. Ele oferece boas propriedades de isolamento e é adequado para aplicações que requerem eficiência energética.

Moreira (2023) registra que os painéis com núcleo de polietileno são os que apresentam a maior demanda de mercado, já que os painéis com núcleo resistente a chamas (FR) apresentam custo mais elevado. Analogamente, Gouveia (2012) indica que os tipos de painéis ACM mais utilizados em fachadas no Brasil têm o núcleo em polietileno de baixa densidade.

Ferreira (2017) acrescenta que a estrutura dos painéis ACM combina leveza e alta resistência à ruptura, o que faz com que eles sejam manipulados com facilidade,

ocasionando uma aplicação mais rápida e uma obra limpa e sem desperdícios. Este baixo peso resulta em redução de cargas aplicadas na estrutura, reduzindo as seções de vigas, pilares e fundações. Os painéis em ACM possuem uma ampla gama de cores.

Os painéis de ACM apresentam excelente durabilidade, podendo ocasionalmente apresentar variações de cor dependendo da intensidade das intempéries a que são expostos.

Adicionalmente, as placas podem receber acabamentos, como: brilhoso, fosco, metálico entre outros. É recomendado que a pintura seja feita a base de PVDF (fluoreto de polivinilideno) por conferir proteção às chapas, tanto aos raios ultravioletas quanto à perda de brilho. De forma geral, não há restrições ao uso do material, sendo uma das únicas limitações a utilização como revestimento de piso devido à abrasividade cotidiana (Resende, 2017).

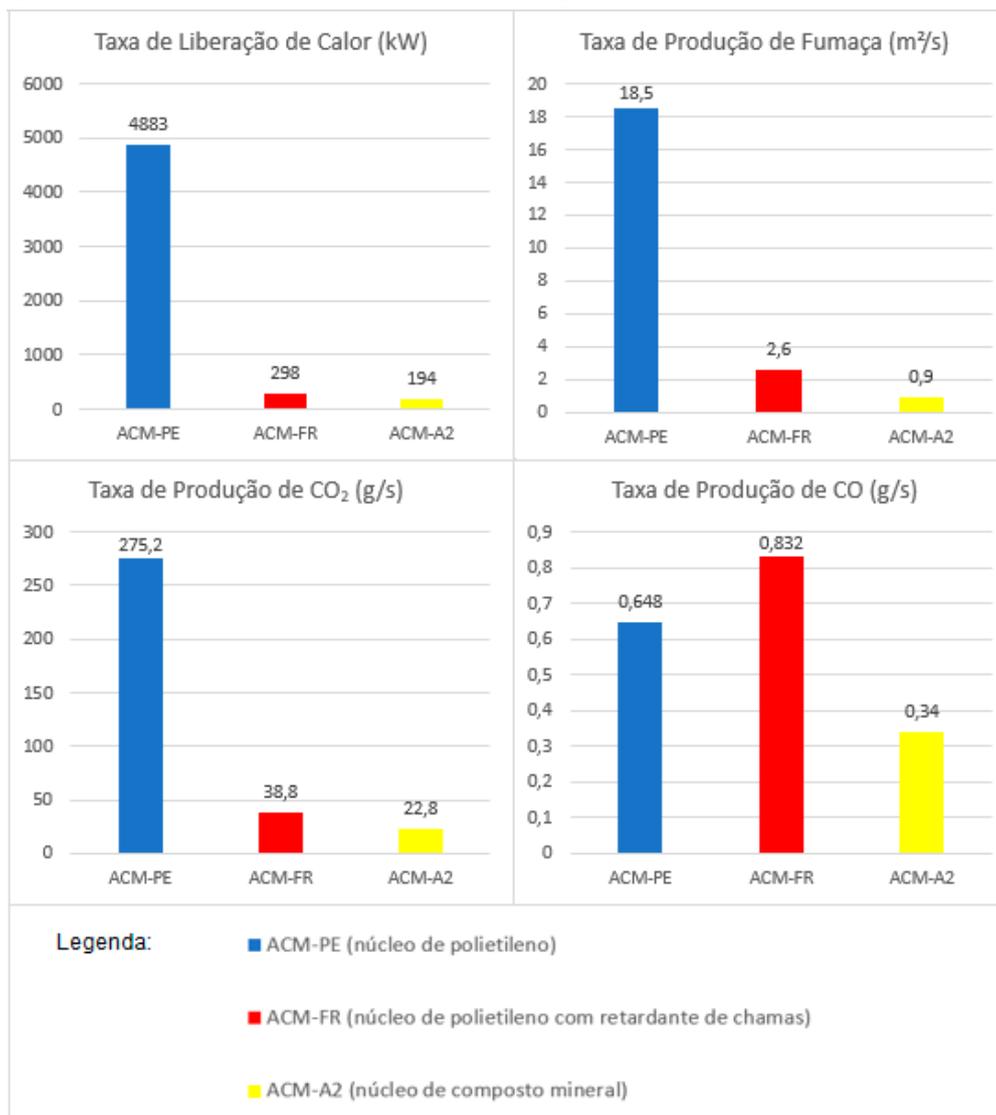
Após o *boom* de crescimento registrado na década de 90, os painéis de ACM vêm procurando se firmar no mercado como mais uma opção para revestimentos. Quando chegou ao Brasil, o material formado por duas placas de 0,5 mm de alumínio e núcleo de polietileno estava restrito a fachadas de empreendimentos comerciais, sobretudo quando o objetivo era conferir uma imagem futurista. Hoje, no entanto, é explorado também em outros segmentos, tanto em aplicações internas quanto externas. Embora continue sendo utilizado em fachadas, também é utilizado em obras de retrofit (Gomes, 2015).

2.2 Painéis ACM e a Segurança Contra Incêndio

A inalação de fumaça é a maior causa de morte relacionada a incêndios no Reino Unido (Governo do Reino Unido, 2022; Menezes e Corrêa, 2022). Quando expostas à fumaça, as vítimas ficam inconscientes e caso não sejam resgatadas, é provável que a morte ocorra logo em seguida (Mckenna, 2019).

A Figura 03 demonstra às reações ao fogo de painéis ACM compostos por diferentes núcleos.

Figura 03. Resultados de exposição ao fogo para diferentes painéis de ACM



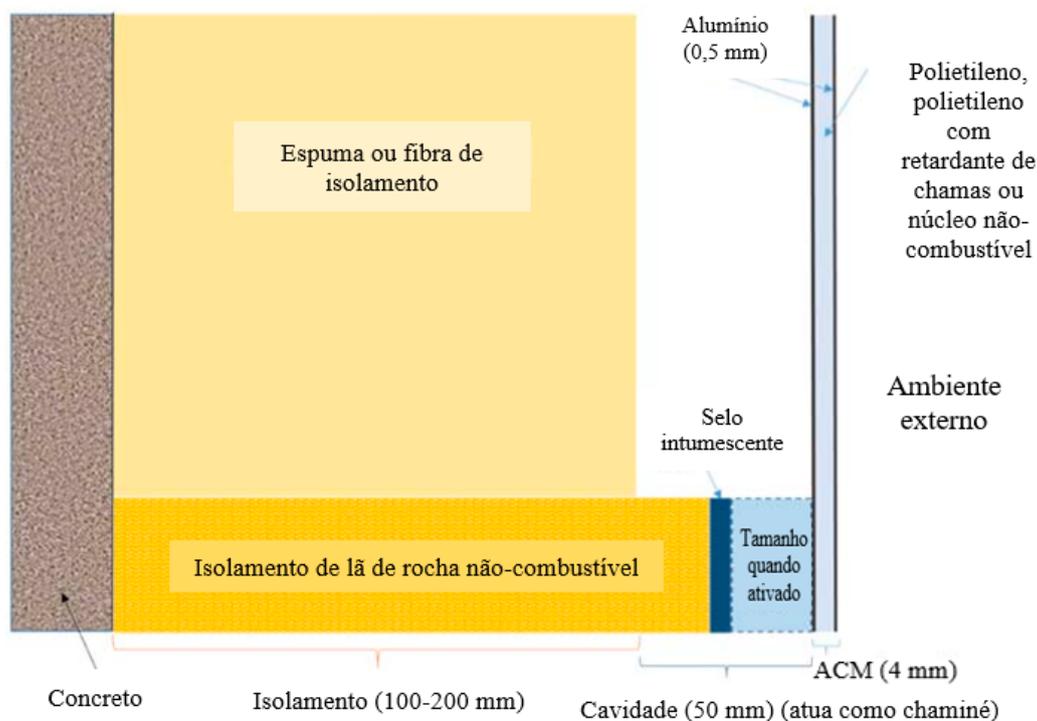
Fonte: Adaptado de Guillaume *et al.* 2018.

É possível notar que o ACM com núcleo de polietileno (ACM-PE) libera quase 17 vezes mais calor que o ACM com núcleo de polietileno com retardante de chamas (ACM-FR), além de apresentar exorbitantes taxas de produção de fumaça e CO₂. Quanto ao monóxido de carbono (CO) liberado pelo ACM-PE, a taxa foi cerca de 20% menor que o ACM-FR, entretanto, foi quase o dobro do ACM com núcleo de composto mineral (ACM-A2).

Jones *et. al* (2021) indicaram que no Reino Unido, muitas edificações foram reformadas com o isolamento de uma espuma combustível e painéis ACM com núcleo em polietileno, separados por uma cavidade (Figura 04). Para evitar a acumulação de umidade nas fachadas, elas são projetadas de maneira que o ar possa circular livremente pelas cavidades. Infelizmente, essa característica permite que as chamas propaguem pela cavidade, atuando como uma chaminé e direcionando o fogo para regiões superiores. As normas britânicas determinam que todas as cavidades devem

ser corta-fogo com barreiras em intervalos específicos (geralmente nos limites de cada apartamento e ao redor de janelas). Em uma fachada verticalmente contínua essa condição costuma ser atendida através de uma faixa horizontal composta por isolamento de lã de rocha incombustível, com um selo intumescente próximo ao bolsão de ar, o qual em caso de incêndio, deveria inchar e vedar a cavidade.

Figura 04. Fachada típica em ACM



Fonte: Adaptado de Jones *et al.* (2021).

Em relatório elaborado por Agarwal (2017), painéis em ACM com núcleo termoplástico aprovados na NFPA-285 (Teste de Fachadas Combustíveis) falharam quando submetidos a condições mais intensas de aquecimento, próximas a um cenário real de incêndio. As peças liberaram altas taxas de calor (> 6 MW) com chamas atingindo alturas de 7,6 metros após 4 minutos da ignição. Segundo Chen *et. al* (2019), qualquer incêndio em que as chamas iniciais cheguem a 500 kW resultaria na ignição das placas de ACM-PE.

O risco das edificações com revestimentos combustíveis vai além da vulnerabilidade física dos proprietários (Oswald, 2021). Isto é, além de impor riscos, traz doenças e mazelas psicossociais aos moradores, tendo em vista a insegurança do local (Corrêa, 2017), além dos custos referentes à substituição dos revestimentos inadequados e o aumento das apólices dos seguros.

3 Metodologia

A metodologia empregada nesta pesquisa fundamenta-se na realização de uma revisão bibliográfica técnica abrangente (Marconi e Lakatos, 2004), focada na literatura nacional e internacional com artigos científicos, livros, normas técnicas e relatórios técnicos relativos ao uso e normatização de painéis ACM, com especial destaque para a SCIE. Este enfoque visa proporcionar uma compreensão profunda e embasada dos requisitos, restrições e avanços relevantes nesse contexto específico.

O processo de revisão bibliográfica foi conduzido partindo inicialmente da definição propriamente dita dos painéis de ACM com base no que é previsto pela NBR, em seguida, foram levantados os diversos tipos e variações desses painéis para então partir para uma consulta de quais variantes seriam as mais frequentemente vendidas e, conseqüentemente, utilizadas. Em seguida, uma varredura foi realizada da relação entre incêndio e painéis ACM, bem como, as diversas conseqüências do ponto de vista de segurança contra incêndio, corroborados através de artigos e testes práticos de exposição ao fogo. Por fim, é apresentada uma coletânea bibliográfica dos resultados e conseqüências do maior incêndio com mortes associado ao uso de ACM, o incêndio ocorrido na Grenfell Tower, o qual ocasionou mudanças normativas em diversos países.

Buscou-se para tanto artigos, teses e dissertações, em bases nacionais e internacionais, usando como parâmetro temporal 2015 a 2023, visto que o incêndio marco (Grenfell Tower) ocorreu em 2017, através da combinação dos termos (em inglês) “incêndio”, “placas ACM” e “Normas ACM”. As bases foram Portal de Periódicos da CAPES, Google Scholar, Scopus, Springer, Science Direct.

As Legislações atinentes a Segurança Contra Incêndio de alguns países, com foco em estruturas as quais usam Placas ACM, foram analisadas. Sobretudo aquelas que sofreram modificação após o incêndio londrino em destaque. Nesta perspectiva foram estudadas as Normas da Austrália, Emirados Árabes Unidos e do próprio Reino Unido. A escolha teve como fio condutor o aperfeiçoamento de seus conjuntos normativos, no que tange incêndio e placas de ACM, após a tragédia.

Posteriormente foi feita uma exaustiva análise nas Normas de Segurança Contra Incêndio no Brasil, passando desde as NBR com interface com a matéria até os Códigos, Normas Técnicas e Instruções Técnicas em uso nas 27 Unidades Federativas do Brasil (Camico, Costa e Buzar, 2023).

4 Resultados

Após o exame, através da revisão bibliográfica, onde foi contextualizado o uso de painéis ACM no Brasil e no mundo, e aventado os principais tipos disponíveis no mercado, bem como as possíveis imbricações com a Segurança Contra Incêndio em Edificações – SCIE. Serão apresentados os resultados da pesquisa bibliográfica realizada

em função do maior incêndio com mortes, associado ao uso do ACM, e as consequentes mudanças normativas advindas deste em 03 nações, a saber: Austrália, Emirados Árabes Unidos e Reino Unido.

Finalizando com uma análise comparativa com o conjunto normativo brasileiro, que conjuga uso de painéis ACM na fachada de edificações e a SCIE.

4.1 Incêndio na Grenfell Tower

Na noite do dia 14/06/2017, o edifício Grenfell Tower localizado na cidade de Londres – Inglaterra foi alvo de um incêndio que tomou proporções dantescas. O prédio contava com 24 pavimentos e 129 apartamentos, nos quais moravam cerca de 600 pessoas.

O prédio foi construído no início da década de 1970, passando por diversas alterações e reformas, a última sendo concluída em 2016. A parte mais relevante da reforma da Grenfell Tower foi o revestimento externo, o qual consistia de placas de alumínio (ACM) com núcleo de polietileno (BBC NEWS, 2019).

Figura 05. Grenfell Tower, antes e depois da reforma

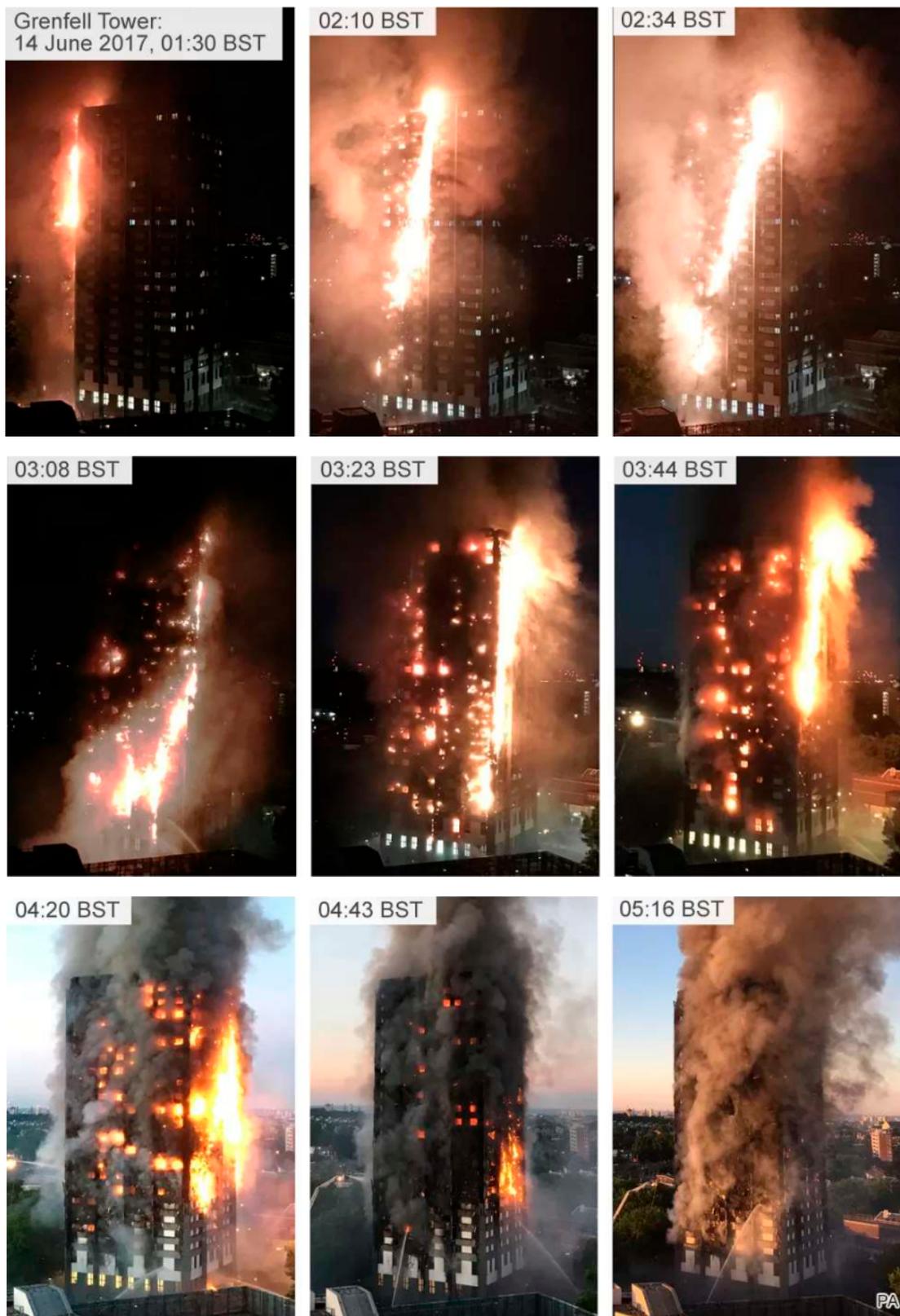


Fonte: Adaptado de Collins (2017).

O foco de incêndio iniciou na geladeira ou em suas proximidades pertencentes ao flat de número 16, localizado no 4º andar, de acordo com o depoimento da testemunha residente no apartamento, a qual fora acordada pelo sinal sonoro do dispositivo de alarme de fumaça, ao se deslocar para a cozinha, a testemunha avistou uma fumaça na região da geladeira e próxima à janela do mesmo ambiente, ligando imediatamente para o Corpo de Bombeiros, registrando a ligação às 00h54. Ato contínuo, foram enviadas 04 viaturas de incêndio para a ocorrência, a primeira chegando às 00h59. A primeira guarnição entrou no flat às 01h07, realizando uma varredura inicial nos quartos para somente então acessar a cozinha às 01h14. Na cozinha, o bombeiro Daniel Brown

descreveu observar uma cortina de chamas de cerca de 60 a 90cm indo até o teto do ambiente. Enquanto os bombeiros combatiam o fogo na geladeira, as imagens térmicas indicavam pedaços de brasa caindo por fora da janela da cozinha.

Figura 06. Sequência cronológica de imagens do incêndio da Grenfell Tower



Fonte: BBC News (2019).

O relatório provisório elaborado por Dr. Nic Daéid indica que às 01h09 as chamas já se encontravam na parte externa da edificação, apesar de os horários serem estimados, as circunstâncias indicam que o fogo já havia se alastrado para o revestimento externo antes mesmo dos bombeiros adentrarem na cozinha. O relatório também identificou materiais desconhecidos armazenados entre um freezer e a parede, os quais serviram de combustível nos estágios iniciais de desenvolvimento do incêndio (Figura 07).

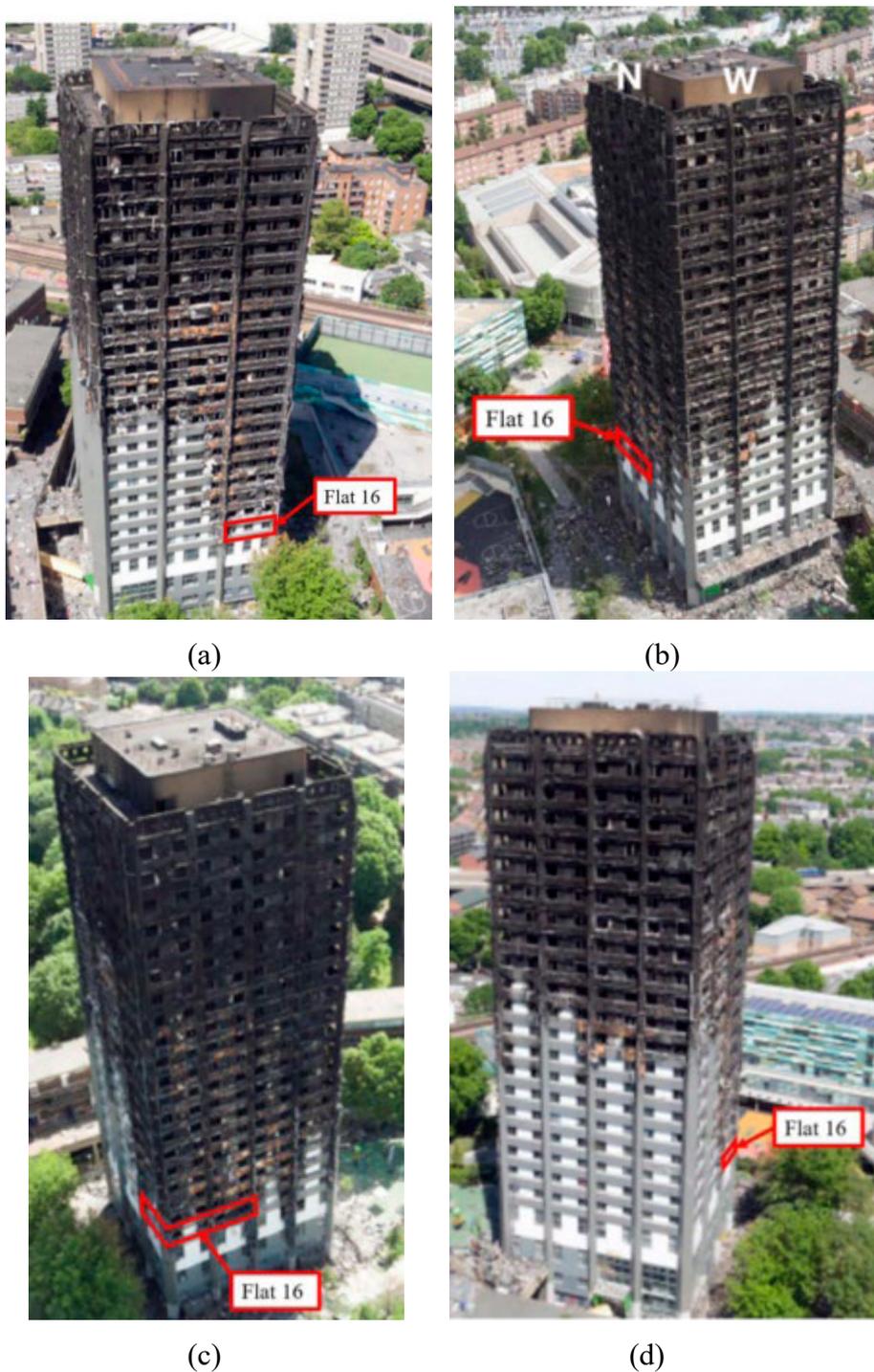
Figura 07. Posicionamento da janela e eletrodomésticos da cozinha do flat 16



Fonte: Adaptado de Diebelius (2018).

A começar do 4º andar, o fogo se alastrou rapidamente para os andares superiores e o lado leste da edificação, a partir do qual seguiu para a fachada norte da torre. Vídeos de celulares indicam as labaredas alcançando o último andar na fachada leste da Grenfell Tower por volta das 01h26, menos de 30 minutos após a chegada do Corpo de Bombeiros. No relatório contido no Inquérito Público da Grenfell Tower, a engenheira de segurança contra incêndio, Dra. Barbara Lane, registrou que às 01h42 as chamas haviam alcançado a fachada norte da edificação e às 01h52 percorreram o lado leste em direção ao sul, na outra direção (Figura 08).

Figura 08. Fachadas da Grenfell Tower após o incêndio: (a) fachada leste; (b) fachada oeste; (c) fachada norte; (d) fachada sul



Fonte: Adaptado de Lane (2018).

O Corpo de Bombeiros de Londres declarou às 02h06 o incêndio como sendo uma ocorrência de grande porte, neste ponto, cerca de 40 viaturas de incêndios se encontravam na cena ou estavam em deslocamento para a mesma. A Grenfell Tower tinha uma estratégia para incêndios em que os moradores deveriam permanecer em suas residências, ou seja, o projeto da edificação deveria conter o foco de incêndio em

um apartamento, de maneira que os moradores que não estivessem na área afetada pelo incêndio deveriam permanecer na sua residência com portas e janelas fechadas.

Sendo assim, diversos moradores foram orientados pelos serviços de emergência a permanecer em suas residências, ficando presos pois as chamas queimaram fora de controle e a fumaça densa e venenosa se espalhou pela escada da edificação. Dra. Barbara Lane registra que a estratégia dos moradores permanecerem em suas residências falhou enormemente às 01h26, menos de 30 minutos após a chegada dos bombeiros. Alguns moradores ignoraram o conselho e desceram pelas escadas. Um total de 65 pessoas foram resgatadas da edificação pelos bombeiros. Outros moradores subiram as escadas e procuraram refúgio em apartamentos de vizinhos e amigos, nos andares superiores, 24 pessoas morreram apenas no último andar. Diversos focos de incêndio internos na edificação podiam ser vistos às 02h10 e às 02h22 as chamas haviam se espalhado para a fachada sul, às 02h30 foi registrado que a fachada leste estava completamente envolvida em chamas. A estratégia de incêndio adotada foi abandonada às 02h47, quando o Comandante do Incidente deu a ordem para que os moradores fossem avisados a realizar esforços para sair da edificação. Cerca de 144 pessoas conseguiram evacuar a edificação antes das 01h38 e apenas 36 após o abandono da estratégia. A fachada oeste foi alcançada pelo fogo às 02h51, nesse ponto, 63 flats estavam pegando fogo e mais de 100 pessoas permaneciam na edificação. A edificação engolfou em chamas às 04h30, com mais de 100 flats sob chamas. As chamas não se extinguíram até às 01h14 do dia seguinte, cerca de 24 horas depois (BBC NEWS, 2019).

Em seu relatório para o Inquérito Público, o Professor Luke Bisby relatou que as evidências sustentam sobremaneira a teoria de que o polietileno contido no revestimento foi a causa principal da propagação do incêndio. O ACM presente na Grenfell Tower é preenchido internamente por um polímero de polietileno altamente inflamável, o qual derrete, pinga e escorre sob altas temperaturas (BBC NEWS, 2019).

Além das altas temperaturas, o revestimento escondia um assassino: o cianeto de hidrogênio. A fumaça continha esse gás altamente tóxico, usado até em câmaras na execução de condenados à morte (Gerez, 2017).

4.2 Normas de Segurança Contra Incêndio e regulamentação de ACM em alguns países do mundo.

Buscando discutir o uso de painéis de ACM e a regulamentação da segurança contra incêndio no Brasil, apresenta-se sucintamente as regulamentações na Austrália, Emirados Árabes Unidos e Inglaterra, buscando trazer parâmetros comparativos.

4.2.1 Normas na Austrália

No estado de Nova Gales do Sul (Austrália) certos tipos de edificações tiveram

a utilização proibida de painéis ACM, com núcleo composto por mais de 30% de polietileno em massa, em qualquer acabamento, revestimento, parede, isolamento ou fachada externos. As edificações sujeitas foram as seguintes:

I. Edificações classificadas como construções do Tipo A, conforme o Código de Construção da Austrália:

- a) Edificações de classe 2, 3 e 9 com três ou mais andares;
- b) Edificações de classe 5, 6, 7 e 8 com quatro ou mais andares.

II. Edificações classificadas como construções do Tipo B, conforme o Código de Construção da Austrália:

- a) Edificações de classe 2, 3 e 9 com dois ou mais andares;
- b) Edificações de classe 5, 6, 7 e 8 com três ou mais andares.

Conforme elucida o Código de Construção da Austrália (National Construction Code, 2022), as edificações supracitadas são descritas como as seguintes:

I. Classe 2 são os edifícios contendo duas ou mais unidades habitacionais individuais;

II. Classe 3 são os edifícios residenciais que oferecem acomodação temporária ou de longo prazo para pessoas não relacionadas:

- a. Pensões, pousadas, albergues e acomodações para mochileiros;
- b. Partes residenciais de um hotel;
- c. Partes residenciais de uma universidade;
- d. Alojamentos para idosos, crianças ou pessoas com deficiência;
- e. Partes residenciais de edifícios de saúde que acomodam funcionários;
- f. Partes residenciais de centros de detenção;
- g. Casas de repouso, asilos, instalações de cuidados de longa duração e centros de cuidados de saúde.
- h. Classe 5 são os edifícios de escritórios utilizados para fins profissionais ou comerciais.
- i. Classe 6 são edifícios compostos por uma loja ou outro edifício utilizado para a venda de bens a retalho ou para a prestação de serviços direto ao público.
- j. Classe 7 são os edifícios do tipo armazenamento: estacionamento e edifícios utilizados para armazenamento ou exposição de mercadorias ou produtos para venda no atacado.
- k. Classe 8 são os laboratórios e edifícios no qual ocorram a produção, montagem, alteração, reparo, embalagem, acabamento ou limpeza de

mercadorias ou produtos para venda.

1. Classe 9 são os edifícios de natureza pública como hospitais, escolas, teatros, estádios, discotecas entre outros.

Entretanto, algumas condicionantes foram dispostas pelo governo no intuito de permitir que as edificações pudessem se regularizar, caso atendessem aos critérios abaixo:

- ♦ O produto de construção não é considerado combustível caso passe em um teste de acordo com o Norma Australiana 1530.1-1994 (AS 1530.1);
- ♦ O produto de construção e a montagem de uma parede externa padrão passaram em um teste para as classificações EW (propagação de incêndio na parede externa) e BB (propagação de incêndio entre edifícios), de acordo com a Norma Australiana 5113 (AS 5113) e o proponente do uso do produto testado, deverá documentar uma declaração legal de que o produto de construção será instalado de maneira idêntica ao protótipo testado de montagem de parede ou fachada;
- ♦ Os resultados dos testes sob as normas AS 1530 ou AS 5113 serão validados para permitir a utilização do produto de construção desde que produzidos por um laboratório de testes credenciado e descrevam os métodos e condições do teste e a forma de construção do produto de construção testado ou protótipo de montagem de parede ou fachada, e com data igual ou posterior a 1 de julho de 2017.

A proibição iniciou em 15 de agosto de 2018, qualquer pessoa ou empresa que não cumpra a proibição ficará sujeita a multas. As empresas podem ser multadas em até \$1,1 milhão e pessoas físicas em até \$ 220.000.

Seguindo a mesma linha de pensamento, o estado australiano de Vitória realizou diversas modificações na regulamentação da construção civil, de maneira a garantir a segurança da população. Uma força tarefa foi organizada pelo governo em 3 de julho de 2017 para investigar a quantidade de edificações que continham revestimentos inadequados. Em 2019, o programa Revestimentos Seguros em Vitória foi inaugurado com o intuito de remover e substituir todos os revestimentos perigosos aplicados em edificações no Estado. Oswald *et. al* (2021) indicam que mais de 3400 edificações na Austrália foram identificadas como contendo revestimento combustível, sendo incluídas no programa de retificação de revestimentos.

Dando continuidade ao rito, a contar de 01 de fevereiro de 2021, o governo do estado de Vitória proibiu a utilização de painéis ACM com menos de 93% de material incombustível em novas edificações que sejam enquadradas nas categorias Tipo A e B, conforme o Código de Construção da Austrália (Wood, 2021).

4.2.2 Normas nos Emirados Árabes Unidos

O Código de Práticas de Segurança para a Vida e Contra Incêndio dos Emirados Árabes Unidos traz um capítulo exclusivo acerca de sistemas de revestimento de fachadas e paredes externas. A norma elucida os requerimentos específicos para os materiais e painéis compostos de metais, dentre eles o de alumínio (ACM). A instalação dos referidos painéis é permitida em todas as edificações, exceto as classificadas com grau 1 ou 0 de resistência ao fogo e enquadradas como Tipo V – aquelas em que os elementos estruturais, paredes, arcos, pisos e telhados são feitos total ou parcialmente de madeira ou outro material aprovado. Além disso, a instalação dos painéis não modifica a classificação nem o desempenho ao fogo da construção.

Entretanto, para que a aplicação dos painéis seja aprovada devem ser cumpridos requisitos gerais, conforme disposto nos Quadros 01 e 02, além de requisitos específicos.

Quadro 01. Quadro resumo dos requisitos gerais previstos para instalação de placas ACM

Requisito	Descrição
Revestimentos no substrato primário	Betumes, produtos betuminosos e elementos inflamáveis como revestimentos anticorrosivos ou impermeabilizantes não devem ser aplicados sobre substratos primários, sejam eles metálicos ou de concreto.
Classificação de Resistência ao Fogo	Os materiais de fachada, paredes externas, revestimentos e isolamentos instalados em qualquer edifício não devem reduzir a classificação de resistência ao fogo das paredes externas.
Barreira Térmica	O revestimento de fachada deve estar completamente separado do interior da edificação por uma barreira térmica.
Cavidade com Barreira Contra Incêndio	Devem ser compostas de material incombustível e previstas horizontal e verticalmente nas fachadas de todos os pavimentos.

Fonte: Adaptado de Governo de Dubai (2018).

Quadro 02. Quadro resumo dos requisitos gerais previstos para instalação de placas ACM (Continuação)

Requisito	Descrição
Obstáculos ao Fogo	É altamente recomendado prover obstáculos para o fogo, ao longo de toda a edificação, restringindo em 15 m o comprimento máximo vertical de materiais de revestimento, seguidos de 6 m de materiais incombustíveis como concretos, azulejos ou outros materiais aprovados.
Selantes, Juntas, Delimitadores de profundidade e sistemas de barreira de vapor	O uso entre as juntas do painel de silicoes inflamáveis ou enchimentos ou selantes não classificados não é permitido, a menos que sejam testados e aprovados. Os produtos utilizados como barreira de vapor devem ser registrados e licenciados pela Defesa Civil.
Aberturas (janelas, portas e ventilação)	As aberturas que possuem contato direto com os materiais de revestimento devem ser formadas de aço e fixadas mecanicamente ou constituídas de material adequado e aprovado como corta-fogo pela Defesa Civil.
Recursos arquitetônicos	As características arquitetônicas devem atender a todos os requisitos relevantes previstos na norma.
Aberturas nas paredes externas	Nos casos em que as aberturas nas paredes externas em andares adjacentes estejam até 1524 mm uma da outra horizontalmente, devem ser separadas verticalmente para proteção contra a propagação do fogo no exterior da edificação.
Instalação de Iluminação Exterior de Fachadas	As luminárias do tipo holofote não devem ser instaladas diretamente na superfície de fachada, madeira, plástico, isolamento, cavidade de fachada com material combustível etc. As luminárias devem ser instaladas de forma que o calor da luminária não seja dissipado diretamente na superfície da fachada. Uma estrutura de aço apropriada e isolamento térmico incombustível deve separar as luminárias da superfície da fachada.
Instalação de Equipamentos Elétricos na Fachada	Deve ser evitada a instalação inadequada de equipamentos elétricos e o contato dos mesmos com isolamento combustível ou material de fachada. Os equipamentos elétricos devem ser separados da superfície da fachada com estruturas de aço adequadas, revestimento de aço, conduítes metálicos para fiação e coberturas de isolamento incombustíveis.
Instalação de Banners Publicitários e Painéis na Fachada	Materiais inflamáveis, combustíveis, plásticos e de espuma não devem ser usados para publicidade.
Serviço de limpeza	A fachada deve ser mantida limpa e livre de materiais inflamáveis e combustíveis nas proximidades. Deve ser evitado o acúmulo de lixo e posicionamento de lixeiras próximos à superfície da fachada.

Fonte: Adaptado de Governo de Dubai (2018).

Complementarmente, devem ser atendidos os requisitos específicos abaixo:

- ◆ Devem conter selo/identificação para que seja verificada a sua certificação e o respectivo órgão credenciador;
- ◆ O núcleo não pode ser composto de espuma plástica isolante ou PBDE (Polietileno de Baixa Densidade) ou qualquer plástico expandido com densidade inferior a 320 kg/m³;
- ◆ O material do núcleo deve ser testado e avaliado separadamente. O núcleo utilizado em painéis de revestimento e fachada pode ser de plástico, mineral ou uma combinação desses materiais com características de propagação de chama e fumaça conforme teste e requisitos previstos no código;
- ◆ O desempenho de resistência ao fogo do sistema de fachada é dado em função da base da parede externa quando testada de acordo com a ASTM E119 (ou equivalente) e não apenas do elemento que compõe o painel. A menos que o painel tenha sido testado como um produto individual de acordo com a ASTM E119, deve ser indicado por cada fabricante de painéis que seus produtos não possuem características de resistência ao fogo quando testados de acordo com a regulamentação árabe.

4.2.3 Normas no Reino Unido

Após a tragédia da Grenfell Tower em junho de 2017, o governo do Reino Unido demandou a realização de sete testes em larga escala, de acordo com a BS 8414-1, para determinar quais tipos de isolamento poderiam ser utilizados com segurança nos diferentes tipos de revestimento. Os testes foram realizados pela BRE - Building Research Establishment (Instituto de Pesquisa em Construção) seguindo os regulamentos de construção do BR135 (GUILLAUME et. al 2018).

A campanha de testes envolveu 3 tipos de revestimento: ACM-PE, ACM-FR e ACM-A2. Os revestimentos foram testados em conjunto com um isolamento em poliisocianurato (PIR) – o utilizado na Torre Grenfell – e isolamentos em lã mineral e espuma fenólica (Quadro 03).

Quadro 03. Quadro resumo dos ensaios executados pela BRE em diversas placas ACM

TESTE	REVESTIMENTO	ISOLAMENTO	Temperatura Máxima/Tempo	Duração Total	Status
1	ACM-PE	PIR	831,9°C em 390s*	395s	REPROVADO
2	ACM-PE	LÃ MINERAL	675°C em 310s*	314s	REPROVADO
3	ACM-FR	PIR	877°C em 1395s*	1402s	REPROVADO
4	ACM-FR	LÃ MINERAL	810°C em 1290s	3515s	APROVADO
5	ACM-A2	PIR	565°C em 1380s	3495s	APROVADO
6	ACM-A2	LÃ MINERAL	508°C em 1325s	3495s	APROVADO
7	ACM-FR	FENÓLICO	939°C em 1570s*	1579s	REPROVADO

*Ensaio interrompido devido ao avanço das chamas no aparelho de testes.

Fonte: Governo do Reino Unido (2018).

Os testes contendo ACM-PE com ambos isolamentos, ACM-FR com isolamento em PIR e espuma fenólica foram interrompidos devido ao avanço das chamas no aparelho de testes e, conseqüentemente, as amostras reprovadas por não atingir a duração mínima de 40 minutos, conforme previsto na BS 8414-1. Após atingir a duração mínima as peças são avaliadas sob 3 critérios: propagação externa e propagação interna das chamas, bem como performance mecânica. Todas as placas de ACM-A2 e a placa de ACM-FR com isolamento em lã mineral alcançaram os critérios mínimos previstos no regulamento BR135.

4.2.4 Normas no Brasil

No contexto de normas brasileiras, a NBR 14432 (ABNT, 2001) tem como base estabelecer as condições de resistência ao fogo de elementos construtivos de edificações, nesta ótica, uma das características exigidas para as edificações é o tempo requerido de resistência ao fogo (TRRF), entretanto, este critério é destinado primordialmente para paredes, vigas e lajes, não havendo qualquer abordagem atinente a materiais de revestimento de fachadas.

Por outro lado, a NBR 15446 (ABNT, 2006) em seu escopo elucida e define o painel de material composto de alumínio, citando ligas e têmperas a serem utilizadas, propriedades mecânicas exigidas, condições de acabamento superficial, dimensões e outros aspectos. Contudo, a norma é silente do ponto de vista da SCIE dos painéis.

Já a NBR 16626 (ABNT, 2017) estabelece os procedimentos para a classificação da reação ao fogo dos produtos de construção de forma geral, revestimentos de pisos e produtos de isolamento térmico de tubulações. A norma possui uma abordagem generalista e não necessariamente direcionada aos painéis de ACM.

Outra norma existente é a NBR 9442 (ABNT, 2019), a qual se atém a descrever as condições de realização dos ensaios para a determinação do índice de propagação superficial de chama pelo Método do Painel Radiante. O método é aplicável aos materiais de acabamento e revestimento de tetos, forros e parede, fornecendo uma base para estimar o aspecto do comportamento dos materiais em relação ao fogo.

Por fim, a NBR 15575 (ABNT, 2021) engloba os requisitos, critérios e métodos para a avaliação do desempenho dos sistemas de vedações verticais internas e externas de edificações habitacionais. Um dos requisitos estabelecidos na norma é o de dificultar a propagação do incêndio tendo como critério a avaliação da reação ao fogo da face externa das vedações verticais que compõem a fachada. Neste critério, o qual compreende as classes de I e VI, as superfícies externas das fachadas devem classificar-se como I ou II B, sendo a classe I representando os materiais incombustíveis e a classe II os menores índices de propagação superficial de chama e taxa de desenvolvimento de calor dentre as classes de materiais combustíveis.

Conforme o Censo Demográfico de 2022 da população brasileira, divulgado pelo IBGE (2022), é possível construir um retrato do que é aplicado nas cinco regiões do Brasil, tendo como representante o estado mais populoso de cada uma. Sendo assim, o Corpo de Bombeiros Militar da Bahia (CBMBA), o Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado de São Paulo (CBPMESP), o Corpo de Bombeiros Militar do Estado de Goiás (CBMGO), o Corpo de Bombeiros Militar do Pará (CBMPA) e o Corpo de Bombeiros Militar do Paraná (CBMPR) deliberam de modo bastante homogêneo e convergente através das suas respectivas instruções e normas técnicas acerca das condições e parâmetros dos materiais de acabamento e de revestimento empregados nas edificações, de maneira a restringir a propagação do fogo e desenvolvimento de fumaça. Conforme norteiam, os materiais utilizados em fachadas devem classificar-se como de classe I a II-B, atendendo aos moldes de classificação previstos na NBR 15575 (ABNT, 2021) e tendo como base principal os métodos de ensaio da NBR 9442 (ABNT, 2019) e EN 13823 (British Standards Institution, 2020).

4.3 Perspectiva Comparativa

Em síntese, a coletânea normativa brasileira é voltada exclusivamente para a metodologia e a execução de ensaios relativos à SCIE, entretanto, não se atém especificamente a regulamentar quais materiais podem ser permitidos ou não, deixando os critérios para a fiscalização de cada entidade governamental e possíveis executores dos ensaios.

Sendo assim, inexistem regulamentos e proibições voltados expressamente para utilização do ACM no revestimento de fachadas. Todavia, em 2017 após o trágico incêndio da Grenfell Tower, houve a apresentação do Projeto de Lei nº 8.030-A, com o intuito de proibir a fabricação, distribuição, importação e comercialização do material denominado Reynobond PE (ACM com núcleo de polietileno) em todo o território nacional. A proposição foi rejeitada, sob alegação de que haveria detalhamentos de ordem técnica envolvidos, sendo inviabilizada sua regulamentação por meio de lei, outrossim, foi indicado pelo relator que cabe aos Corpos de Bombeiros de cada unidade da federação a vistoria e aprovação dos projetos de construção civil, sendo esta a última verificação de atendimento das normas em vigor que visam à prevenção de incêndio e à segurança estrutural das instalações.

5 Conclusões e Recomendações

A atual pesquisa analisou o uso dos painéis ACM em fachadas de edificações e a possibilidade dessa aplicação ser um fator catalisador para incêndios, seja pela propagação funcionando como um anteparo para a conservação do calor, seja como

carga-incêndio, principalmente quando da existência de painéis com preenchimento em polietileno, justamente os mais vendidos no Brasil.

Nesta análise foi posto em foco a tragédia ocorrida em Londres no ano de 2017, onde uma edificação residencial verticalizada, que anos antes passou por requalificação, com destaque para uma considerável quantidade de painéis ACM em sua fachada, sofreu um incêndio com uma propagação espantosamente rápida e deixando dezenas de vítimas fatais. As investigações oficiais do incêndio, bem como o depoimento de experts, que analisaram/investigaram o caso, convergem para a presença dos ditos painéis como principal fator para a rápida propagação e consequente generalização do incêndio.

O trabalho de pesquisa ainda analisou as normas de segurança contra incêndio após a tragédia em três nações: Emirados Árabes Unidos (muito em função de suas *Big Tower*), Austrália e o próprio Reino Unido. Verificando que nestes locais o uso de painéis ACM foi restringido a edificações com menores alturas e ocupações específicas, alguns tipos de ACM foram vedados de serem comercializados e testes de performance foram criados ou aperfeiçoados, tudo para garantir uma maior segurança quanto a questão dos incêndios.

Em contrapartida, analisando as normas brasileiras não se vê algo que trate especificamente da segurança contra incêndio dos painéis ACM aplicados em fachadas, contrapondo-se ao aumento consistente do seu uso em edificações cada vez mais altas. Mesmo as normas dos Corpos de Bombeiros Militares, que dentro do escopo do pacto federativo (Camico, Costa e Buzar, 2023), tem a obrigação de legislar sobre o tema no âmbito de cada Estado, são genéricas se não silentes sobre o tema do ACM.

Finalmente, surge no Brasil, logo após a tragédia no Reino Unido, uma proposta de lei federal na Câmara dos Deputados, banindo tipos específicos de ACM, que sequer foi apreciado pelo plenário da Câmara, sendo arquivado em uma das comissões da casa.

Assim, conclui-se que as fachadas compostas por painel ACM no Brasil são um, em princípio, risco substancial e ao mesmo tempo negligenciado por normas e diplomas legais, sendo importante o desenvolvimento de pesquisas e debate sobre o tema.

Entende-se portanto que trabalhos experimentais, inclusive com fogo real a exemplo do Reino Unido, seriam muito bem-vindos no Brasil. Onde os painéis aqui em uso poderiam passar por testes similares e averiguar sua resiliência e segurança na presença de uma fonte ígnea.

Destaca-se ainda que a partir de um debate, devidamente fundamentado em pesquisa, pode suscitar não apenas normas importantes para a Segurança Contra Incêndio no Brasil, como também a efetivação de Políticas Públicas para que a tragédia londrina não seja reprisada no país.

Referências

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *ABNT NBR 9442*: Materiais de construção – Determinação do índice de propagação superficial de chama pelo método do painel radiante. Rio de Janeiro: ABNT, 2019.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *ABNT NBR 14432*: Exigências de resistência ao fogo de elementos construtivos de edificações - Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 2001.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *ABNT NBR 15446*: Painéis de chapas sólidas de alumínio e painéis de material composto de alumínio utilizados em fachadas e revestimentos arquitetônicos - Requisitos. Rio de Janeiro: ABNT, 2006.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *ABNT NBR 15575-4*: Edificações habitacionais – Desempenho Parte 4: Requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas - VVIE. Rio de Janeiro: ABNT, 2021.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *ABNT NBR 16626*: Classificação da reação ao fogo de produtos de construção. Rio de Janeiro: ABNT, 2017.
- AFRAM, S. *O edifício mais alto da América Latina*. Glassec Viracon. Junho 2020, edição nº 81. Disponível em: <https://www.glassecviracon.com.br/bv/81/index.html> Acesso em: 23 out 2023.
- AGARWAL, G. *Evaluation of the Fire Performance of Aluminum Composite Material (ACM) Assemblies using ANSI/FM 4880*. 2017. Relatório Técnico de Pesquisa. Norwood, Massachusetts - Estados Unidos. Dez. 2017.
- BBC NEWS BRASIL. *Revestimento 'culpado' por tragédia em Londres também é usado no Brasil*. 2017. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/brasil-40381485> Acesso em: 21 maio 2023.
- BLAZIUS, C. M. *Fachada Ventilada*. 2020. Trabalho de Conclusão de Curso, bacharelado em Engenharia Civil. Instituto Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 2020.
- BRITISH STANDARDS INSTITUTION. *BS EN 13823:2020* – Reaction to fire tests for building products – Building products excluding floorings exposed to the thermal attack by a single burning item. Londres, 2020.
- BRITISH STANDARDS INSTITUTION. *BS 8414-1:2020* – Fire performance of external cladding systems. Part 1: Test method for non-loadbearing external cladding systems fixed to, and supported by, a masonry substrate. Londres, 2020.
- CAMICO, S. S. G.; COSTA, W.; BUZAR, M. Amplitude da legislação de incêndio brasileira: efeitos da liberdade legislativa constitucional. *Revista FLAMMAE*, v.9, n. 26, p. 203-233, 2023.
- CHEN, T. B. Y. *et al*. Fire risk assessment of combustible exterior cladding using a collective numerical database. *Fire*. 2019; DOI: <https://doi.org/10.3390/fire2010011>. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/331336015_Fire_Risk_Assessment_of_Combustible_Exterior_Cladding_Using_a_Collective_Numerical_Database. Acesso em: 27 out. 2023.

COLLINS, D. Grenfell construction firm which completed £8.6million tower refurb claims all work ‘met fire safety standards’ as witnesses say killer fire ‘spread through cladding’. *The Sun*. Londres, jun. 2017. Disponível em: <https://www.thesun.co.uk/news/3798628/grenfell-construction-firm-which-completed-8-6million-tower-refurb-claims-all-work-met-fire-safety-standards-as-witnesses-say-killer-fire-spread-through-cladding/>. Acesso em: 18 out. 2023.

CORPO DE BOMBEIROS DA POLÍCIA MILITAR DO ESTADO DE SÃO PAULO. CBP-MESP. *Instrução Técnica Nº 10: Controle de materiais de acabamento e de revestimento*. São Paulo, 2019.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DA BAHIA. CBMBA. *Instrução Técnica Nº 10: Controle de materiais de acabamento e de revestimento*. Bahia, 2016.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO ESTADO DE GOIÁS. CBMGO. *Norma Técnica Nº 10: Controle de materiais de acabamento e revestimento*. Goiás, 2014.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO PARÁ. CBMPA. *Instrução Técnica 02 – Parte II/2019: Controle de materiais de acabamento e revestimento*. Pará, 2019.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO PARANÁ. CBMPR. *Norma de Procedimento Técnico 010: Controle de materiais de acabamento e de revestimento*. Paraná, 2014.

CORRÊA, C. *Mapeamento dos incêndios em edificações: o Edifício Modal e suas aplicações, com foco na cidade de Recife*. 2017. Tese de Doutorado em Engenharia Civil, Universidade Federal de Pernambuco, 2017.

DIEBELIUS, G. Man at Grenfell Tower’s ground zero couldn’t get through to 999. *Metro*. Londres, jun. 2018. Disponível em: <https://metro.co.uk/2018/06/06/man-grenfell-towers-ground-zero-couldnt-get-999-7609175/>. Acesso em: 23 maio 2023.

FERREIRA, H. O. S. *A importância do gerenciamento de projetos na execução em fachadas de vidro: estudo de caso de três torres na cidade do Recife*. 2017. Dissertação de Mestrado em Engenharia das Construções. Universidade Católica de Pernambuco, Recife, 2017.

GEREZ, M. P. *Influência dos materiais construtivos na propagação de um incêndio*. 2017. Monografia (Especialização MBA em Gestão Pública) - Instituto CEUB de Pesquisa e Desenvolvimento, Centro Universitário de Brasília, Brasília, 2017.

GOMES, A. S. S. *Retrofit de Fachadas de Edifícios à luz da ABNT NBR 15.575*. Monografia (Pós-graduação lato-sensu em Tecnologia e Gestão na Produção de Edifícios) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.

GOUVEIA, G. M. M. M. *Análise energético-ambiental de fachadas com foco na reciclagem. Estudo de caso com painéis de alumínio composto “ACM” em Brasília*. 2012. Dissertação de Mestrado em Estruturas e Construção Civil - Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Faculdade de Tecnologia da Universidade de Brasília, Brasília, 2012.

Governo de Dubai. *Código de Práticas de Segurança para a Vida e Contra Incêndio dos Emirados Árabes Unidos*. 2018. Disponível em: https://www.dcd.gov.ae/portal/eng/UAEFIRECODE_ENG_SEPTEMBER_2018.pdf. Acesso em: 29 out. 2023.

Governo do Reino Unido. *Detailed analysis of fires attended by fire and rescue services, England, April 2021 to March 2022*. 2022. Disponível em: <https://www.gov.uk/government/statistics/detailed-analysis-of-fires-attended-by-fire-and-rescue-services-england-april-2021-to-march-2022/detailed-analysis-of-fires-attended-by-fire-and-rescue-services-england-april-2021-to-march-2022>. Acesso em: 27 out. 2023.

GUILLAUME, E. *et al.* Study of fire behaviour of facade mock-ups equipped with aluminium composite material-based claddings, using intermediate-scale test method. *Fire and Materials*. v. 42, p. 561-577, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1002/fam.2635>. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/fam.2635>. Acesso em: 03 nov. 2023.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Censo Demográfico de 2022*. Rio de Janeiro: IBGE, 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/trabalho/22827-censo-demografico-2022.html>. Acesso em: 05 nov. 2023.

JONES, N. *et al.* Burning behaviour of rainscreen façades. *Journal of Hazardous Materials*. Holanda, v. 403, 2021, ISSN 0304-3894. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2020.123894>. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/344900917_Burning_behaviour_of_rainscreen_facades. Acesso em: 11 out. 2023.

LANE, B. Grenfell Tower – fire safety investigation: The fire protection measures in place on the night of the fire, and conclusions [...]. *Grenfell Tower Inquiry*. Londres, Relatório da Fase 1 – Seção 5, p. 67, 24 out. 2018. Disponível em: <https://www.grenfelltowerinquiry.org.uk/evidence/dr-barbara-lanes-expert-report-supplemental>. Acesso em: 08 nov. 2023.

MARCONI, M. de A.; LAKATOS, Eva Maria. *Metodologia científica*. São Paulo: Atlas, 2004.

MCKENNA, S. T. *et al.* Fire behaviour of modern façade materials – Understanding the Grenfell Tower fire. *Journal of Hazardous Materials*. Holanda, v. 368, p. 115-123, 15 abr. 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2018.12.077>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304389418312275>. Acesso em: 21 maio 2023.

MENEZES, R.; CORRÊA, C. ‘Entre mortos e feridos’: mapeamento, caracterização e análise dos incêndios com vítimas na região metropolitana do Recife. *OPEN SCIENCE RESEARCH VI*, v. 6, n. 1, p. 1493-1508, 2022.

MOREIRA, S. Informações a respeito de ACM [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por sandrine@alcopla.com.br em 19 out. 2023.

MUNIZ, L. Novos acabamentos para fachadas ventiladas. *Casa Abril*. 2014. Disponível em: <https://casa.abril.com.br/ambientes/novos-acabamentos-para-fachadas-ventiladas>. Acesso em: 19 out. 2023.

Conselho Australiano de Códigos de Construção. *Código Nacional de Construção*. 2022. Volume 1. Disponível em: <https://ncc.abcb.gov.au/editions/ncc-2022/adopted/volume-one>. Acesso em: 28 out. 2023.

OSWALD, D.; MOORE, T.; LOCKREY, S. Combustible costs! financial implications of flammable cladding for homeowners. *International Journal of Housing Policy*. v. 22, p. 225-250, 15 mar. 2021. DOI: <https://doi.org/10.1080/19491247.2021.1893119>. Disponível em: <https://www>.

tandfonline.com/doi/full/10.1080/19491247.2021.1893119. Acesso em: 23 out. 2023.

O'CONNOR, B. *Commodity Classifications in NFPA 13*. Estados Unidos. 18 jan. 2022. Disponível em: <https://www.nfpa.org/News-and-Research/Publications-and-media/Blogs-Landing-Page/NFPA-Today/Blog-Posts/2022/01/18/Commodity-Classifications-in-NFPA-13>. Acesso em: 24 out. 2023.

RESENDE, M. D. O. *Propostas de sistemas construtivos para fachada baseadas em características, propriedades, custo e benefício dos materiais*. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil). Centro Universitário de Brasília, Brasília, 2017.

RICALDE, M. L. *Fachadas ventiladas em condição de incêndio*. 2020. Trabalho de Conclusão (Bacharelado em Engenharia Civil). Universidade de Santa Cruz do Sul, Rio Grande do Sul, 2020.

SEITO, A. I. *et al.* A segurança contra incêndio no Brasil. São Paulo: *Projeto Editora*, p. 496, 2008.

WOOD, A. *Australia: Aluminium Composite Cladding (ACC) – banned by Victorian government in certain circumstances*. 2021. Disponível em: <https://www.mondaq.com/australia/construction--planning/1033266/aluminium-composite-cladding-acc--banned-by-victorian-government-in-certain-circumstances>. Acesso em: 27 out. 2023.