

Faculdade Impacto Porangatu - FIP
Curso de Engenharia Civil
Trabalho de Conclusão de Curso

**O Uso do Alumínio Composto (ACM) e suas Versatilidades nas
Fachadas**

PORANGATU-GO
2024

VITOR HUGO FERNANDES MONTALVÃO

O Uso do Alumínio Composto (ACM) e suas Versatilidades nas Fachadas de Edificações

Artigo apresentado como requisito para o Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia Civil da Faculdade Impacto de Porangatu - FIP

Orientador (a): Prof. (a) Es. Zilda Maria Leverger Vasconcelos Pierre

VITOR HUGO FERNANDES MONTALVÃO

O Uso do Alumínio Composto (ACM) e suas versatilidades nas fachadas de edificações

Artigo apresentado como requisito Trabalho
de Conclusão de Curso de Engenharia Civil da
Faculdade Impacto de Porangatu - FIP

Porangatu-GO, 14 de Junho de 2024

Banca Examinadora

Prof. (a) Es. ZILDA MARIA LEVERGER VASCOCELOS PIERRE

Orientador

Prof. (a) Es. VICTOR HUGO PERREIRA COSTA

Examinador

Prof. (a) Es. DIESLEY RÊNIS SOARES DA SILVA

Examinador

O USO DO ALUMÍNIO COMPOSTO (ACM) E SUAS VERSATILIDADES NAS FACHADAS DE EDIFICAÇÕES

Vitor Hugo Fernandes Montalvão¹
Zilda Maria Leverger Vasconcelos Pierre²

Resumo

Este artigo aborda o uso do Alumínio Composto (ACM) e suas versatilidades nas fachadas de edificações, cujo objetivo principal é apresentar uma análise abrangente sobre o uso do Alumínio Composto (ACM) como material de revestimento em fachadas de edificações, destacando suas características, vantagens, desafios e suas tendências atuais, proporcionando um breve histórico sobre a engenharia civil passando pelo início da utilização de fachadas dentro de projetos na construção civil e oferecendo uma definição clara do que é o Alumínio Composto, de onde surgiu e os seus principais tipos, vantagens e desvantagens bem como a forma de aplicação. Foram apresentados projetos de fachadas feitas com o material ACM, na cidade de Porangatu- Go, além de abordar sobre o papel fundamental do engenheiro civil e o cenário a ser explorado. Em suma, este artigo busca apresentar a importância do ACM, em fachadas de edificações e apresentar alguns pontos de inovações perante o uso deste material.

Palavras Chave: Alumínio Composto (ACM); Sustentabilidade; Polietileno; Estética; Versatilidade; Tendência.

Abstrat

This article addresses the use of Aluminum Composite Material (ACM) and its versatility in building facades. The main objective is to provide a comprehensive analysis of the use of ACM as a cladding material in building facades, highlighting its characteristics, advantages, challenges, and current trends. It offers a brief history of civil engineering, covering the early use of facades in construction projects. Providing a clear definition of what ACM is, where it originated, and its main types, advantages, disadvantages, and applications, the article presents facade projects using ACM material in the city of Porangatu-GO. It also discusses the fundamental role of civil engineers and the scenario to be explored. In summary, this article seeks to present the importance of ACM in building facades and introduce some innovative points regarding the use of this material.

Keywords: Aluminum Composite Material (ACM); Sustainability; Polyethylene; Esthetics; Versatility; Trend.

¹Graduando em Engenharia Civil pela Faculdade Impacto de Porangatu – FIP
E-mail: vitorhugomontalvao@gmail.com

²Especialista em Engenharia Civil da Faculdade Impacto de Porangatu- FIP
E-mail: zildaleverger@gmail.com

INTRODUÇÃO

A indústria da construção civil busca constantemente aprimorar suas práticas, buscando alternativas mais eficientes e econômicas, com maior durabilidade e sustentáveis para atender às demandas crescentes por habitação e infraestrutura. Neste contexto, a fachada assume um papel crucial, transcendendo sua função estética e abrangendo aspectos como conforto térmico e outros fatores que impactam diretamente o empreendimento. No entanto, a deterioração da fachada é um problema comum, seja por falhas na construção ou desgaste natural.

Neste contexto o alumínio composto (ACM) é um material amplamente utilizado em fachadas de edifícios, revestimentos externos e sinalização. Podendo ser resistente às chamas o que o torna mais seguro, o ACM é comumente utilizado em construções comerciais e industriais com altos padrões de segurança contra incêndio, devido aos seus diversos modelos e pinturas.

O presente artigo tem como objetivo apresentar uma análise abrangente sobre o uso do Alumínio Composto (ACM) como material de revestimento em fachadas de edificações, destacando suas características, vantagens, desafios e tendências atuais.

Nesse artigo, exploraremos o ACM como uma solução promissora para a restauração de fachadas devido a sua versatilidade e por se apresentar um produto muito seguro, uma vez que sua composição e modo de instalação oferece proteção ao edifício, acabamento impecável, variedade de estampas e resistência superior aos materiais tradicionais. Além disso, as placas de ACM possibilitam reformas limpas e rápidas, em contraste com os métodos convencionais.

Diante desse pressuposto, este artigo visa explorar o uso do ACM em fachadas de edificações, como uma ferramenta para os novos profissionais, como um método de inovação no mercado atual devido a sua alta variedade, minimizando possíveis riscos e garantindo uma durabilidade maior no decorrer dos anos, em contraponto ao seu custo de instalação.

1.0 METODOLOGIA

A metodologia utilizada na construção deste artigo foi a revisão bibliográfica usando como referência, livros, jornais, revistas, artigos científicos dissertações. Para o tópico o uso do ACM em fachadas comerciais em Porangatu, o autor realizou visitas técnicas em locais para a catalogação das fachadas na cidade que foram feitas em ACM. Após a identificação e catalogação foi realizado o mapeamento através do aplicativo Timestamp Câmera Free, e sequencialmente a captura fotográfica dessas fachadas.

2.0 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Evolução Histórica da Engenharia Civil

A Engenharia Civil começou com a própria civilização, quando o homem começou a manipular o ambiente para atender às suas necessidades. Durante a Idade Antiga, houveram avanços significativos, como a construção de sistemas de drenagem e irrigação na Mesopotâmia e o uso de cimento e concreto rudimentar em Roma (PEREIRA,2006).

A Engenharia Civil tem suas raízes na própria evolução da civilização, desde os primórdios da humanidade, quando o homem começou a modificar o ambiente para atender às suas necessidades.

Segundo Telles (1984) a engenharia moderna teve sua origem nas necessidades militares, especialmente dentro dos exércitos. Com a descoberta da pólvora e os avanços na artilharia, as estratégias de fortificação precisaram passar por mudanças substanciais. A partir do século XVII, houve uma demanda crescente por profissionais capacitados para planejar e executar obras de fortificação mais eficientes. Além disso, a construção de estradas, pontes e

portos para fins militares também se tornou uma prioridade, o que levou ao surgimento de oficiais engenheiros e à formação de corpos especializados de engenharia nos exércitos.

Esse desenvolvimento marcou uma transição significativa na história da Engenharia Civil, impulsionando-a em direção à modernidade e à especialização. No entanto, somente no início do século XVIII, mais precisamente em 1744, na École Polytechnique de Paris, França, foi introduzida a denominação moderna de Engenharia Civil. Nesse período, houve uma distinção clara entre engenharia militar e civil. O engenheiro civil passou a ser reconhecido como o profissional encarregado do planejamento e construção de obras de infraestrutura para a sociedade civil, assumindo a responsabilidade de edificar para o benefício da humanidade (QUEIROZ, 2008).

Contudo no Brasil, a Engenharia Civil começou com a construção de fortificações e igrejas durante o período colonial. A primeira escola de engenharia foi estabelecida em 1810, e a construção civil teve seu primeiro grande crescimento nos anos 40 (TELLES, 2010).

A engenharia civil é uma parte da engenharia que planeja, projeta, implementa e gerencia obras e projetos de infraestrutura. Isso muda e adapta a natureza para otimizar a qualidade da vida humana. Esta área está reservada à construção de edifícios, pontes, túneis, centrais elétricas, indústria e muitos outros tipos de estruturas.

Atualmente, a Engenharia Civil continua a evoluir para atender às necessidades da sociedade, com foco na sustentabilidade e na eficiência energética. Ela se divide em vários campos específicos, desde geotecnia, mapeamento, até transportes, construção e estrutural, dentre muitas outras (KARGON E FINN, 2013).

A engenharia utiliza como ferramenta a ciência, a matemática, a tecnologia e uma variedade de técnicas, experiências passadas, práticas locais, tendo em conta o contexto social, econômico e ambiental. Porém, além de aderir a um código de ética, um bom profissional também deve ter muitas outras qualidades, principalmente capacidade de comunicação e análise racional dos fatos, pois seu trabalho teve um impacto significativo em todas as classes da sociedade.

De acordo com Martins e Barros (2003), no Brasil a abertura do mercado nos primeiros anos da década de 1990 foi um fator determinante para o avanço do setor da construção, uma vez que possibilitou às empresas construtoras a importação de produtos e tecnologias, impulsionando assim seu desenvolvimento.

Para Oliveira et al. (1999), a introdução de uma ampla gama de materiais, ferramentas, equipamentos, técnicas especiais e processos construtivos e administrativos na construção civil teve como resultado a melhoria de diversos aspectos organizacionais. Culminando em maior qualidade e na redução do desperdício, um dos principais desafios enfrentados pelas empresas do setor.

A abertura do mercado brasileiro permitiu que as empresas de construção importassem produtos e tecnologias, impulsionando o desenvolvimento do setor, introduzindo assim uma ampla variedade de materiais, ferramentas, equipamentos, elevando assim a construção civil a uma maior qualidade tanto nos produtos, quanto em utilização de técnicas.

3.0 IMPORTANCIA DAS FACHADAS

Um dos componentes mais cruciais do processo de construção de uma edificação é a fachada, não apenas por motivos estéticos, mas também por outros motivos. importantes, como o conforto acústico e térmico do ambiente interno. Entre outras coisas a fachada é a imagem, é o primeiro impacto, e sua importância está vinculado a um aspecto visual e estético agradável e atraente. Por outro lado, é comum que essa obra se desgaste ao longo dos anos, seja por problemas na própria obra ou mesmo por desgaste ambiental. A questão é que a recuperação do desgaste causado pelo meio ambiente pode gerar um custo significativo em relação ao custo

total do empreendimento. Isso ocasionou a necessidade de usar novas tecnologias e materiais que possam atender às necessidades da obra e ainda oferecer um melhor custo benefício (Pereira, 2018).

Segundo Pereira (2018) os painéis de alumínio composto (ACM) estão ganhando popularidade no mercado nos últimos tempos, principalmente devido ao fato de serem um material altamente versátil que oferece proteção aos prédios. O ACM também oferece acabamento planejado, oriundo da sua ampla gama de núcleos e da sua resistência ser superior aos materiais convencionais. As placas compostas de alumínio são materiais alternativos que permitem uma reforma rápida e limpa. A forma de execução é muito importante em comparação com métodos convencionais.

O revestimento externo, de acordo com a ABNT NBR 13755, é um conjunto de camadas superpostas e intimamente ligadas, composto por estrutura-suporte, alvenarias, camadas sucessivas de argamassa e revestimento final. Sua função é proteger a edificação da chuva, da umidade, dos agentes atmosféricos, das partículas sólidas e do desgaste mecânico causado pelo vento e pelo vento combinado.

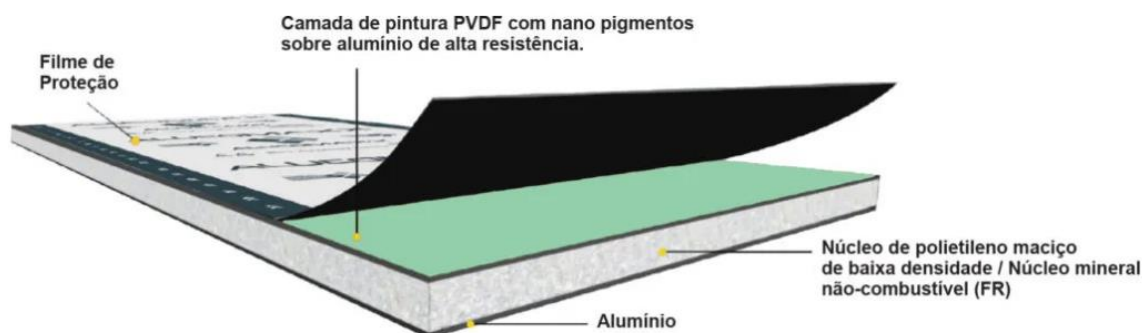
A vida útil (VU) é o período de tempo durante o qual um sistema pode ser utilizado sob condições satisfatórias de segurança, saúde e higiene. Segundo a ABNT NBR 15575-1, a vida útil de projeto (VUP) de um elemento construtivo é uma medida de durabilidade que é determinada com a suposição de que existirá um determinado nível de manutenção. A VUP também inclui um conjunto de ações que devem ser realizadas para que os elementos possam desempenhar suas funções durante seu período de vida estimado.

Mendes (2009) afirma que tais ações incluem atividades de limpeza como lavagens, reparos e substituições necessárias. Ao projeto básico e ao projeto executivo, as fachadas recebem atenção especial devido às suas qualidades estéticas e ao potencial de agregar valores simbólicos e culturais à edificação.

4.0 O QUE É ALUMÍNIO COMPOSTO (ACM)?

Criado por pesquisadores suíços de alumínio o ACM, *Aluminium Composite Material* conhecido como Alumínio Composto, foi criado na Alemanha na década de 1960. A ideia de combinar painéis de liga de alumínio com diferentes tipos de materiais foi uma base para o desenvolvimento do produto. Após muitos estudos, os painéis compostos de alumínio e polietileno de baixa densidade começaram a ser fabricados no ano de 1969. Como resultado, desses estudos uma empresa alemã criou a marca ALUCOBOND para produzir esses materiais para futuros projetos (OLIVEIRA 2020).

Figura 01: Composição das camadas do ACM



O ACM dá à fachada um aspecto moderno e tecnológico por meio da combinação de duas chapas de alumínio com um núcleo de polietileno. A princípio, o material foi usado em grandes redes de postos de gasolina e edifícios comerciais de alto padrão no Brasil, como shopping centers, edifícios de escritórios e hospitais. No início toda a matéria prima foi importada dos Estados Unidos.

De acordo com Silva (2021) antes da chegada do ACM no Brasil, os edifícios comerciais usavam principalmente chapas de alumínio. Essas chapas foram introduzidas na arquitetura pelo arquiteto americano Richard Meier no início da década de 1970 como uma alternativa às cortinas de vidro. Em postos de combustíveis, foram construídas sinalizações e sistemas de comunicação visual com chapas de ferro ou lonas, mas esses materiais não duravam muito tempo.

A necessidade de um material mais resistente e com uma durabilidade maior possibilitou que o ACM tivesse uma aceitação maior no mercado e devido aos seus tipos e suas pinturas, acabou abrangendo assim um mercado mais amplo no Brasil.

4.1 OS TIPOS DE ACM E PINTURAS

O alumínio composto (ACM) é um material muito versátil que é usado em uma variedade de aplicações arquitetônicas e de construção. Cada tipo de ACM é projetado para atender a requisitos de segurança e desempenho específicos. O peso próprio do ACM varia de acordo com a espessura do painel, atualmente é utilizado ACM de 3mm e 4mm de espessura, com 4,5 a 5,5 kg/m² e 5,5 a 6,5 kg/m² respectivamente, variando de acordo com o fabricante e sua composição. A seguir apresentaremos os tipos mais utilizados.

De acordo com Almeida e Santos (2018), o ACM com núcleos de polietileno (PE) é composto por duas folhas de alumínio entrelaçadas por um núcleo de polietileno. Devido à sua leveza e facilidade de modelagem permitindo que seja amplamente utilizado em fachadas de edifícios, revestimentos externos e sinalização.

Soares (2016) descreve, que o ACM com retardador de fogo (FR) é semelhante ao ACM de polietileno. A diferença é porque um possui um núcleo retardante de fogo que o torna mais resistente às chamas sendo comumente usados em construções comerciais e industriais com altos padrões de segurança contra incêndio enquanto o outro não possui.

A ABNT (2020) apresenta o ACM que contém um núcleo mineral (M). Neste modelo o uso de um núcleo mineral em vez de polietileno neste tipo de ACM aumenta a resistência ao fogo comumente usados em locais que desativam propriedades específicas do fogo, como ajustes e estruturas de transporte.

Essa amplitude quanto aos tipos de ACM, permite que este material seja utilizado conforme a necessidade do local onde será instalado e levando em consideração o meio ambiente em que ele ficara exposto e os tipos de intemperes do ambiente.

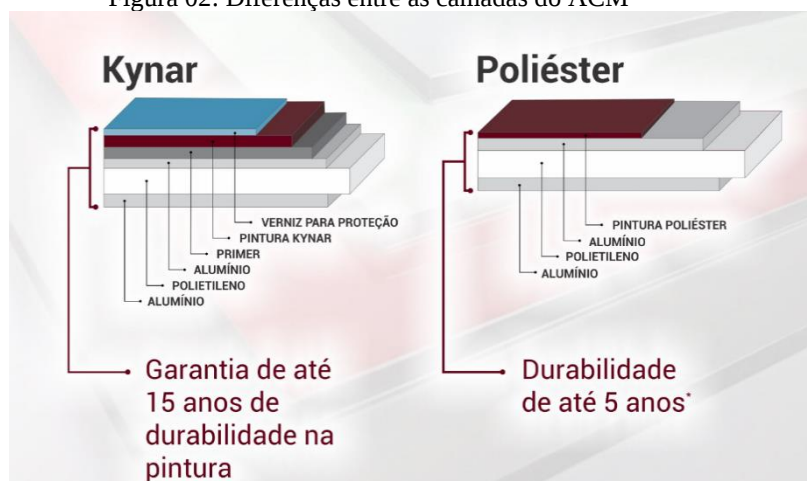
Os tipos de tintas usadas no ACM (Alumínio Composto) ajudam a proteger o material contra as intempéries e melhoram a aparência dos projetos. Aqui estão alguns tipos de pinturas comumente encontradas para o ACM e as funções que desempenham.

Pinturas feitas com fluoreto de polivinilideno, ou PVDF. Uma pintura que dá ao ACM mais resistência e é muito resistente à manipulação natural, aos raios ultravioletas e à corrosão. A pintura PVDF é amplamente utilizada em áreas externas porque pode manter as cores vivas por muitos anos (KLANG, STICHNOTHE, 2016).

Pintura de poliéster (PE). Em comparação com o PVDF, esta opção é mais barata. A pintura de poliéster está disponível em uma variedade de núcleos e oferece uma boa resistência à exposição externa. No entanto, em condições extremas, ela pode ser menos resistente e eventualmente desaparecer. (WANG, CAI e WANG, 2018).

Podemos observar na figura 02, uma breve diferença entre os dois tipos de pintura mais utilizado no mercado atual.

Figura 02: Diferenças entre as camadas do ACM



Fonte: https://superffmk.life/product_details/109067341.html

A pintura Nano Ceramic é uma tecnologia de revestimento avançada que aumenta a resistência à corrosão e resiste a manchas, arranhões e sujeira. A pintura nano cerâmica oferece uma superfície mais lisa e fácil de limpar, tornando-a ideal para uso em locais urbanos e industriais. (GUAN, 2019).

Após entendermos melhor sobre os tipos de ACM e suas pinturas, precisamos destacar as vantagens e desvantagens no uso deste material, os seus pontos positivos e os de maior atenção na sua utilização em fachadas.

4.2 AS VANTAGENS E DESVANTAGENS DO USO DO ACM

Em média 80% das pessoas que vivem em grandes metrópoles passam seu tempo em ambientes fechados. Além disso, as características de um local, como iluminação, conforto acústico e ventilação, têm um impacto direto na qualidade de vida dos moradores. Como resultado, arquitetos e engenheiros estão planejando empreendimento cada vez mais confortáveis e ecologicamente sustentáveis. Devido à preocupação com os efeitos da construção na vida das pessoas, o alumínio é um componente essencial para a sustentabilidade e a competitividade (PESSOAS, 2017).

O Brasil é o nono maior produtor de alumínio primário do mundo, de acordo com o site da ABAL (2017). O alumínio pode ser usado para uma variedade de fins graças às suas características. Como resultado, este metal está entre os mais utilizados em todo o mundo. Na maioria das aplicações, o alumínio é um material leve, durável e resistente. Os produtos feitos de alumínio são competitivos no mercado devido ao seu grande número de atributos. Isso inclui leveza, eficiência energética, impermeabilidade, durabilidade, maleabilidade e soldabilidade, resistência à corrosão, resistência física e dureza, com várias possibilidades de acabamento e é altamente reciclável.

Figuerola (2001) adiciona como benefício a pintura à base de PVDF (polivinilideno fluorado) uma vez que protege melhor o produto em relação às outras chapas de alumínio, contra os raios ultravioleta e a perda de brilho.

No entanto, Bonafé (2016) afirma, que a produção desses componentes geralmente é feita em medidas especiais, o que pode resultar em um aumento no orçamento do projeto. Portanto, a previsão de gastos deve ser elaborada de acordo com cada projeto. Santos, diretor comercial da Refax, explica que os painéis metálicos personalizados custam mais do que os

painéis industrializados porque não atendem a uma escala de produção específica. A espessura do painel, o seu tamanho e o peso, devem ser considerados. A análise do transporte e sobrecarga na estrutura do projeto, são questões a serem detectadas na elaboração do projeto. Uma vez que, componentes de grande tamanho adicionam mais peso ao projeto, os painéis nunca pesarão mais do que uma fachada de cerâmica ou granito.

Ainda segundo Figuerola (2001), a corrosão galvânica pode ser definida como patologias referentes a revestimentos metálicos em fachadas, podendo ser dividida em estrutural, de colocação ou problema de incompatibilidade de materiais. A corrosão galvânica, também conhecida como "efeito pilha", é um resultado do contato entre vários metais, resultando em deterioração. Assim, os painéis podem cair como resultado da corrosão da estrutura.

Figuerola (2001), ainda sugere que:

Em sistemas de revestimentos metálicos que utilizam painéis compostos de alumínio, por exemplo, deve-se evitar o contato das chapas com componentes de aço, o que pode criar manchas ou o cisalhamento no contato da estrutura com a placa. Neste caso, os perfis e cantoneiras da estrutura devem ser isolados [...].

Para esses painéis, as juntas de silicone é o método mais popular no Brasil. É aconselhável usar silicone neutro, pois o silicone acético pode contaminar o núcleo do polietileno e causar manchas nas chapas de alumínio. Além disso, como as juntas de silicone são feitas artesanalmente, elas são mais propensas a serem usadas de forma errônea. Outros elementos são a porosidade, as bolhas e as irregularidades que podem causar problemas de infiltração, podendo ser necessário substituir juntas ou painéis se estiverem danificados por manchas de gordura ou até mesmo de umidade (FIGUEROLA, 2001).

Figuerola (2001) acrescenta que:

Muitas vezes não visíveis, as dobras das chapas apresentam fissuras geradas pelas dilatações e contrações do material, podendo ocasionar a queda de painéis. A usinagem imperfeita também pode ser responsável pela má união do material metálico com o núcleo termoacústico, provocando descolamento.

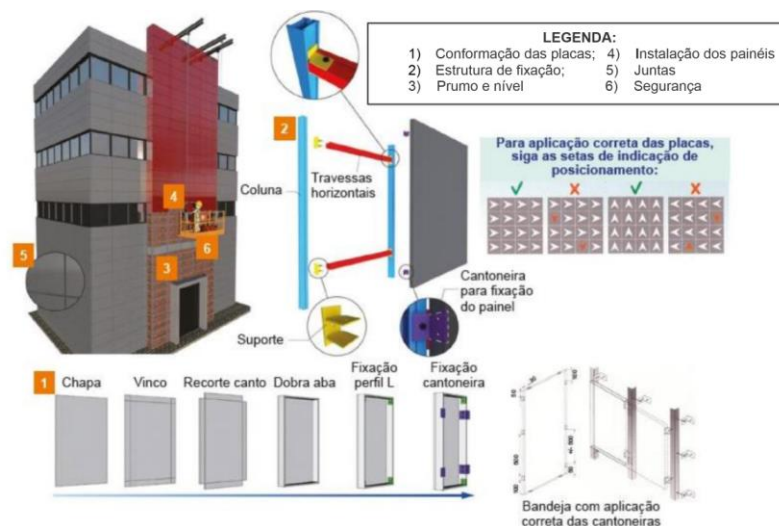
No caso de chapas de alumínio, é sempre recomendável o emprego de parafusos de aço inoxidável, visando maior durabilidade do sistema. Em locais de grande incidência de ventos, a estruturação do sistema aparafusado deve ser mais robusta, com maior quantidade de peças e painéis de dimensões menores. "Caso não haja o dimensionamento correto dos componentes, as forças de sucção e de pressão dos ventos podem deformar ou até mesmo arrancar as chapas", explica Ivo Tadeu dos Santos. Os sistemas aparafusados também podem apresentar problemas referentes ao alinhamento dos painéis por dependerem da habilidade do instalador.

O desenho da estrutura deve levar em consideração "aspectos como a orientação dos ventos e as especificações da NBR 6123, norma técnica brasileira que indica as cargas devidas ao vento" para evitar erros de fixação do painel e dimensionamento adequado das placas (FIGUEROLA, 2001).

A Revista Exame (2017) afirma que, embora os painéis de alumínio produzidos tenham um desempenho adequado em relação a acústica e ao isolamento térmico, um projeto bem elaborado e especificado é necessário para levar em consideração aspectos estéticos, técnicos e econômicos, bem como uma instalação adequada, como resultado, os profissionais precisam ter um alto conhecimento a respeito desse material.

Como pode ser visto na Figura 03, a montagem e instalação adequadas dos painéis devem ser realizadas da seguinte maneira: considerando a conformação das placas, estrutura de fixação, prumo e nível, instalação dos painéis, juntas e segurança do procedimento.

Figura 03 - Sistema de instalação dos painéis de alumínio e detalhamento da usinagem e aplicação das placas



Fonte: Adaptado de www.construcaomercado17.pini.com.br, 2014; Catálogo PerfilBond, Perfil Alumínio do Brasil S.A., 2016

5.0 TIPOS DE INSTALAÇÕES DO ALUMINIO COMPOSTO (ACM)

O ACM, assim como qualquer outro material, deve ser instalado por profissionais que tenham experiência e conhecimento técnico sobre os materiais, estruturas e acessórios.

Como o ACM é um material de acabamento, deve ser colocado no final da obra para evitar danos causados por terceiros. Antes de iniciar o corte das chapas, o instalador deve instalar uma estrutura auxiliar e realizar um mapeamento in loco das medidas para comparar com o projeto de consultoria (ou arquitetura) e verificar possíveis ajustes nas medidas da paginação e/ou mapa de corte dos painéis.

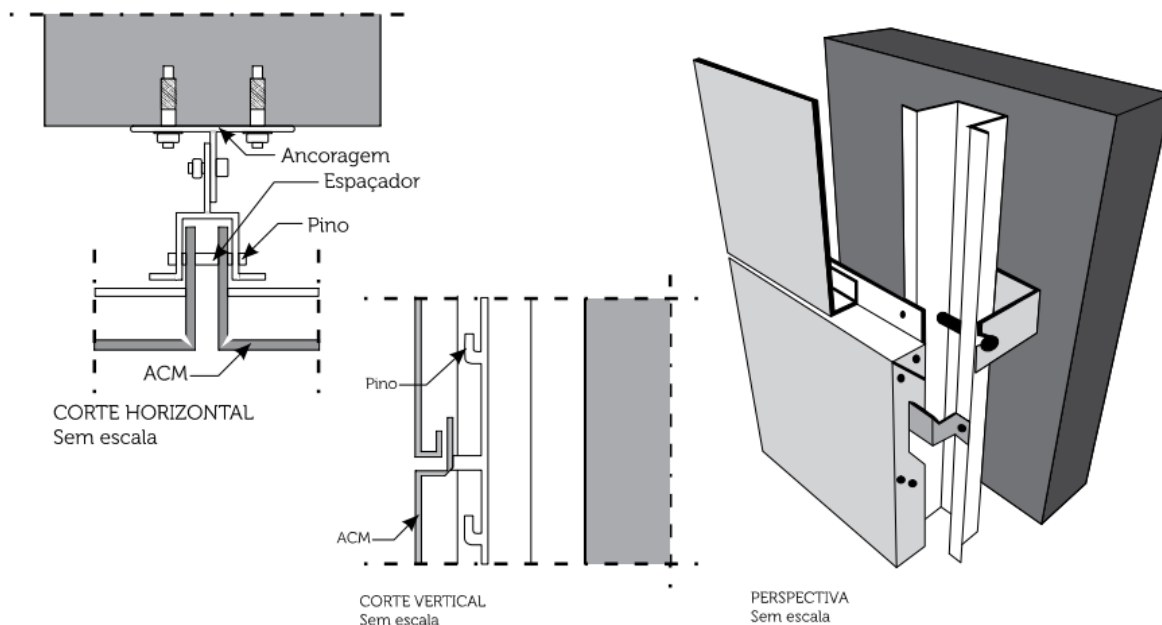
De acordo com Projetoal (2022), uma das maiores fabricas de ACM do Brasil, existem basicamente 3 métodos de instalação das chapas de ACM, sendo:

- a. **Bandeja com Ventilação:** O modelo europeu do sistema ventilado dispensa a utilização de travessas e acessórios como fitas, tarucel e silicone, permitindo a circulação de ar entre os painéis e a superfície revestida.
- b. **Bandeja Ventilada:** Baseado no modelo europeu, o sistema ventilado cria circulação de ar entre os painéis e a superfície revestida e dispensa a utilização de travessas e acessórios como fitas, tarucel e silicone. As chapas de ACM são usinadas formando uma bandeja que são encaixadas nos pinos das colunas da estrutura auxiliar, funcionando como um sistema de encaixe macho-fêmea. Este sistema é muito utilizado em retrofit devido a agilidade de instalação, entretanto é necessário a impermeabilização da alvenaria. Devido à ausência de selantes entre os módulos, há a entrada de ar, proporcionando assim um conforto térmico e resultando em menor consumo de ar condicionado.
- c. **Bandeja Aparafusada:** Neste sistema, os painéis de ACM são usinados formando uma bandeja, que são fixadas com parafusos auto-brocantes e cantoneiras de alumínio na estrutura/superfície. Neste sistema sempre haverá uma estrutura auxiliar na medida dos módulos, essa estrutura contribuirá para o acabamento final da

montagem, portanto é de suma importância que os perfis sejam totalmente alinhados e bem fixados. Entre as bandejas, o rejunte de silicone neutro nas juntas de dilatação tem variação de 8 a 15 mm de largura pela metade da medida de profundidade. A confecção da bandeja segue basicamente 4 passos, sendo eles: 1º Corte da chapa somando a medida das abas, que geralmente varia entre 20 a 30 mm; 2º Usinagem no perímetro do módulo; 3º Retirada dos cantos; 4º Dobra das abas e fixação das cantoneiras para travamento da peça e fixação na estrutura auxiliar. Já na ancoragem o espaçamento mais utilizado entre bandejas é 10 mm, essa distância é necessária para que a parafusadeira entre no vão e consiga fixar a peça subsequente, entretanto pode variar conforme o tamanho e a exposição do painel ao sol (dilatação). Para dar acabamento nas juntas e ocultar os parafusos é colocado o tarucel, que deverá ter diâmetro 30% maior que a junta, por exemplo, se a junta for de 10 mm (largura), o tarucel deverá ter 13 mm (diâmetro). O tarucel tem a finalidade de economizar o silicone neutro e também impedir que o silicone tenha contato com uma terceira superfície (perfil), isso possibilita que o material comprima e dilate diariamente sem o surgimento de trincas. Após o tarucel encaixado no vão entre bandejas, o silicone neutro é aplicado na junta, dando acabamento e vedação para o revestimento.

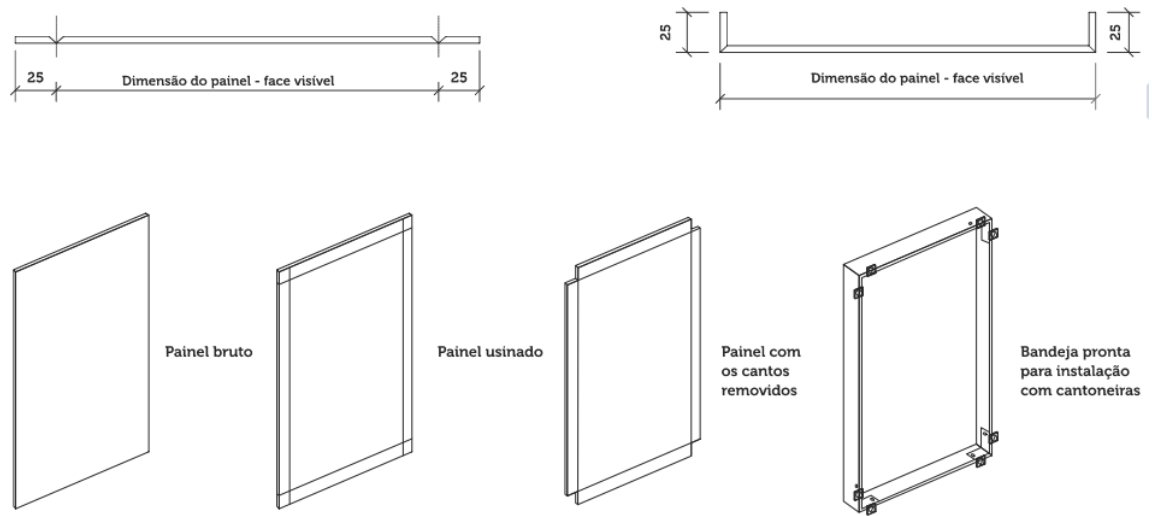
d. Bandeja colada: Este tipo de fixação permite juntas menores e mais 'rasas' entre os módulos de ACM. Os painéis são usinados sem abas de fixação, é realizada a usinagem de topo no perímetro do painel que é colado diretamente sobre a superfície / estrutura possibilitando menor distanciamento entre o painel e o perfil da estrutura. Este sistema exige o processo de preparo da superfície, sendo: 1) Limpeza da área a ser instalada (com álcool isopropílico); 2) Utilização do primer nas áreas a ser aplicada a fita, inclusive no verso do ACM; 3) 55cm² de fita por kg de força estática (consultar fita específica para cada tipo de chapa/installação);

Figura 04: Modelo de bandeja vertical



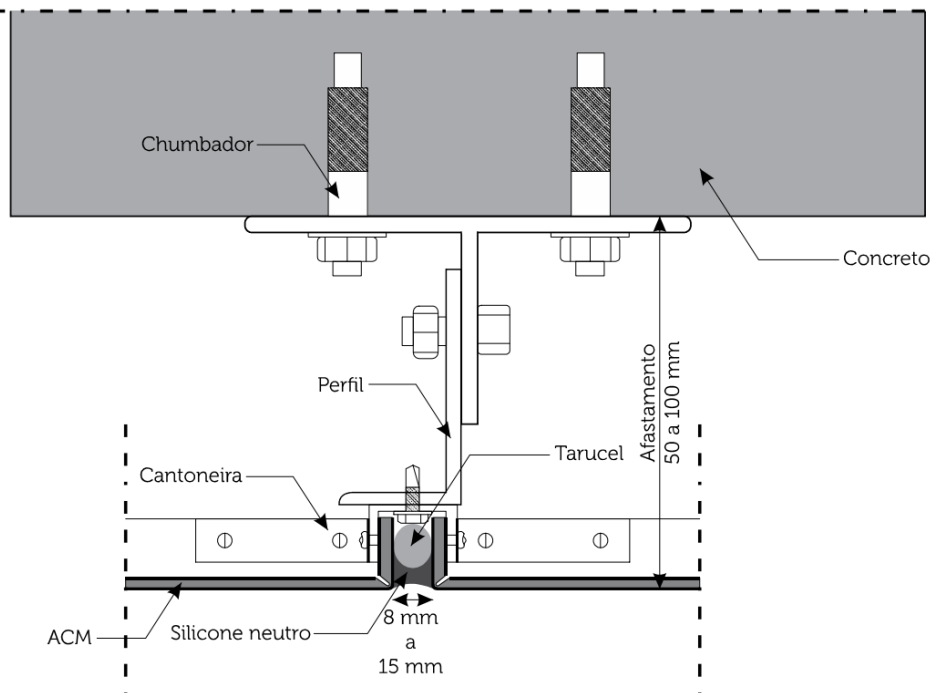
Fonte: Projetoal, (2022)

Figura 05: Modelo de bandeja aparafusada



Fonte: Projetoal, (2022)

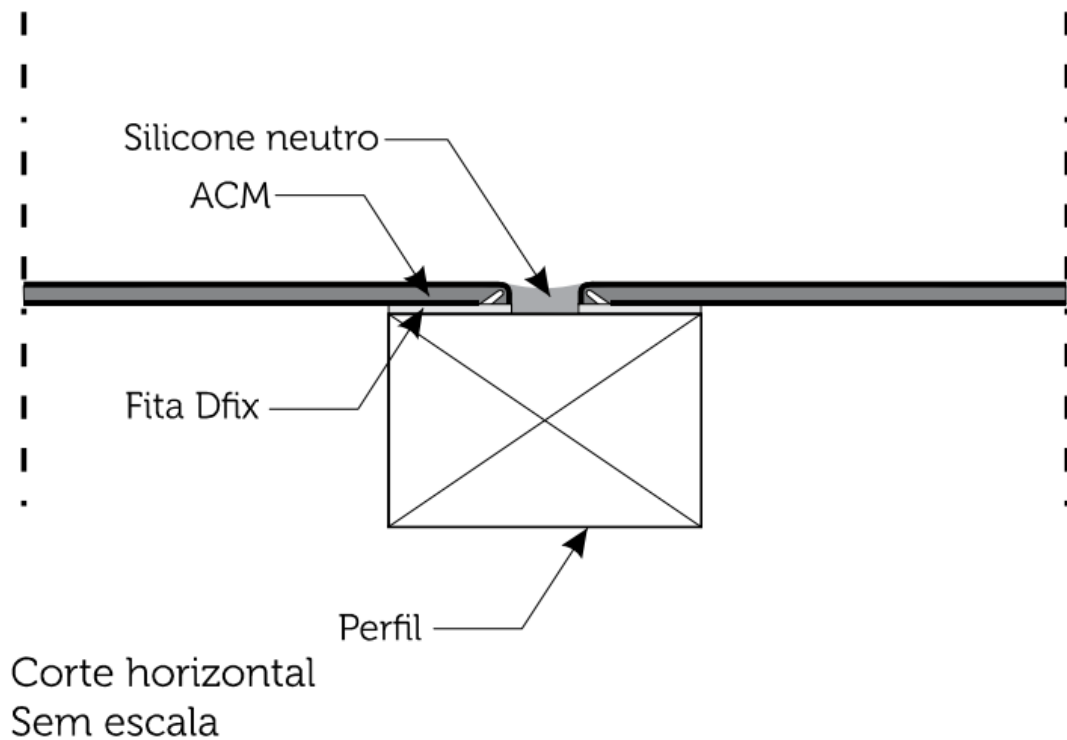
Figura 06: Modelo de ancoragem



Corte horizontal
Sem escala

Fonte: Projetoal, (2022)

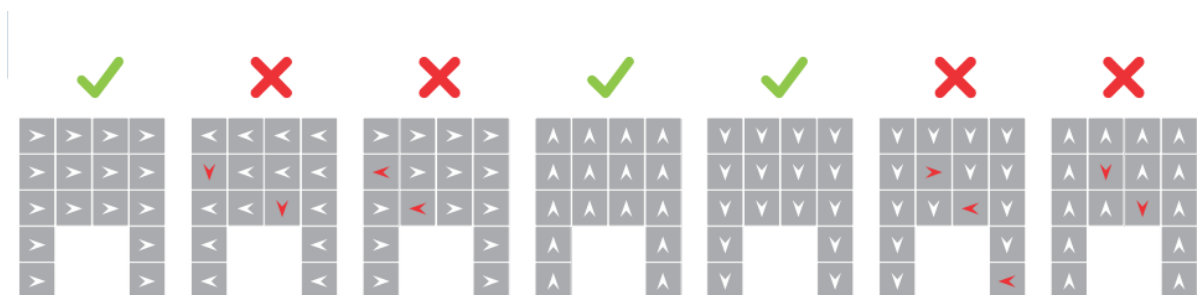
Figura 07: Modelo de bandeja colada



Fonte: Projetoal, (2022)

Ainda segundo a Projetoal (2022), os sentidos associados à instalação são utilizados para evitar a rotação de peças na mesma composição, o profissional de instalação deve observar o sentido da seta impressa no filme protetor do ACM. Uma vez que este erro pode prejudicar a aparência do revestimento, principalmente em chapas com texturas especiais e pinturas metálicas, que podem ter tonalidades diferentes do restante devido à refração da luz.

Figura 08: Posição de instalação



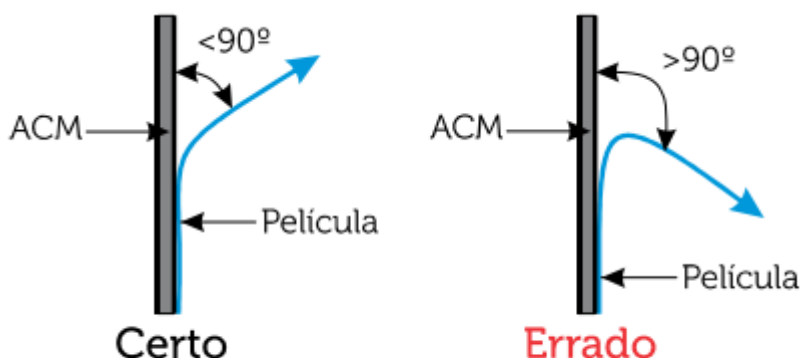
Fonte: Projetoal, (2022)

Já a remoção da película protetora a título de contribuir com as melhores práticas de instalação no manual fornece algumas recomendações sobre a remoção da película de proteção, a fim de evitar que a cola da película torne-se aderente no painel após a instalação. A película deverá ser removida imediatamente após a instalação e no caso de não ser possível, dentro de um prazo máximo de 15 dias após a instalação. A película deve ser puxada para fora e não para baixo, ou seja, o ângulo entre a película de proteção e o painel deve ser inferior a 90°

(aproximadamente na altura da cabeça do profissional que está promovendo a remoção). Evitando qualquer puxão ou força brusca para remover, a remoção deverá ser de maneira suave e constante. Caso encontre qualquer resíduo de cola ou sujeira nos painéis, recomenda-se testar a aplicação de gasolina utilizada em aviação, que funciona na grande maioria das cores, entretanto, algumas cores ainda poderão apresentar manchas ou outros problemas com a reação da cola (PROJETOAL, 2022).

A figura abaixo ilustra como deverá ser procedida a remoção correta da película.

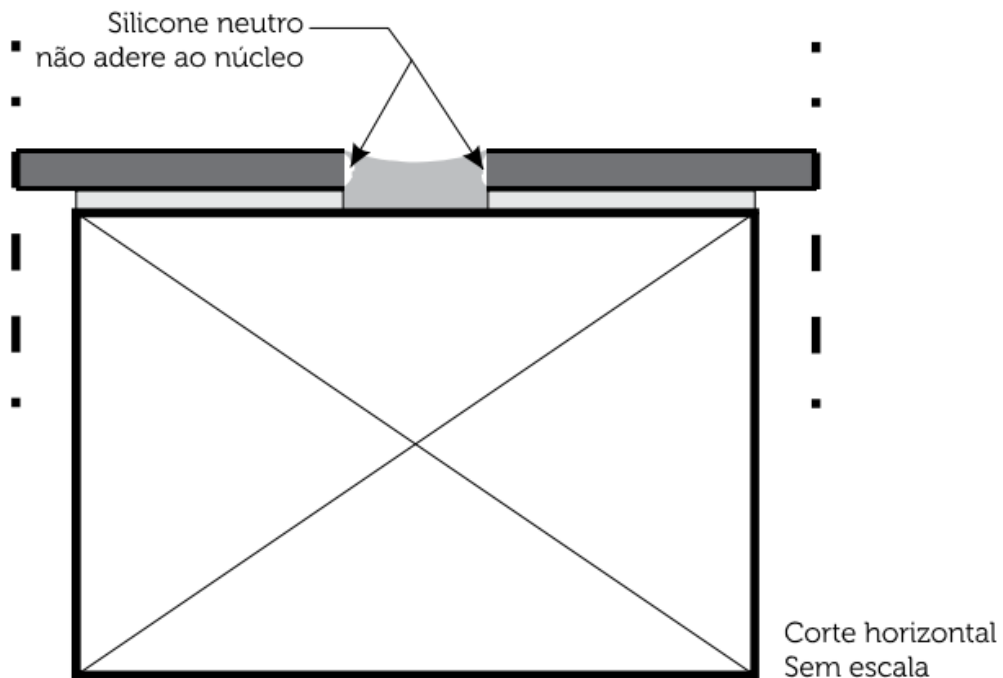
Figura 09: Remoção da película



Fonte: Projetoal, (2022)

Na aplicação do silicone no tocante aos acessórios de instalação, é importante sempre verificar as recomendações de uso do fornecedor. Entretanto cabe frisar que a aplicação de silicone deverá ser própria para uso externo, resistente à intempéries, sendo monocomponente de cura neutra. Deverá ser aplicado nas juntas de dilatação entre os módulos de ACM e devem seguir, basicamente os critérios técnicos citados: Limpar a superfície onde será aplicado o silicone; fazer teste de aderência do silicone a chapa de ACM em uma pequena área e caso não haja, deve-se aplicar 'Primer' para potencializar a fixação. As juntas devem obedecer as dimensões mínimas (largura 8 mm) e (profundidade 4 mm); A partir das dimensões mínimas a proporção da junta deve-se seguir 2x1, ou seja, a largura deve ter o dobro da profundidade. Recomenda-se como ideal para os silicoes juntas de 12mm de largura por 6mm de profundidade; A aplicação de silicone em juntas de dilatação de módulos de ACM colados com fita dupla face devem seguir os critérios técnicos apresentados nesta seção. Jamais utilize silicone acético, pois pode prejudicar a pintura. Cabe ressaltar que o silicone neutro tem aderência somente nas lâminas de alumínio, ou seja, não adere ao núcleo de polietileno (PE) ou mineral antichamas (FR) (PROJETOAL, 2022).

Figura 10: Aplicação do silicone



Fonte: Projetoal, (2022)

6.0 O USO DO ACM EM FACHADA COMERCIAIS EM PORANGATU-GO

Como vimos a fachada é um dos subsistemas mais importantes no processo construtivo de edificações. No entanto ainda está muito voltada ao lado comercial, onde a estética é mais atrativa para o cliente. No entanto observamos que essa inovação não está restrita apenas aos grandes centros comerciais ou aos grandes empreendimentos. E cada vez mais, é possível observamos empreendimentos que possuem essa visão e esse entendimento quanto ao uso de fachadas em ACM. A seguir apresentaremos alguns modelos de fachadas comerciais feitas em ACM na cidade de Porangatu-GO.

Imagem: 01 – Fachada Sicoob



Fonte: Autor (2024)

Imagens: 02 – Fachada Sicoob



Fonte: Autor (2024)

Imagens: 03 – Fachada Sicoob



Fonte: Autor (2024)

Imagens: 04 – Fachada Sicoob



Fonte: Autor (2024)

Imagens: 05 – Fachada Adubos Araguaia



Fonte: Autor (2024)

Imagens: 06 – Fachada Adubos Araguaia



Fonte: Autor (2024)

Imagens: 07 – Fachada Clinica Vitalli



Fonte: Autor (2024)

Imagens: 08 – Fachada Clinica Vitalli



Fonte: Autor (2024)

Imagens: 09 – Fachada Alvorada



Fonte: Autor (2024)

Imagens: 10 – Fachada Clinica Ello



Fonte: Autor (2024)

Imagens: 11– Fachada Clinica Ello



Fonte: Autor (2024)

Imagens: 12– Fachada Servi Cell



Fonte: Autor (2024)

Imagens: 13– Fachada Servi Cell



Fonte: Autor (2024)

7.0 VERSATILIDADE E INOVAÇÕES DO ACM

O Pannel de Alumínio Composto (ACM) é um produto inovador que vem ganhando destaque no mercado da construção civil e arquitetura devido às suas qualidades distintas e criativas. Formado por camadas de alumínio e polietileno, o ACM apresenta uma resistência excepcional e durável, tornando-se uma opção ideal para projetos que procuram combinar funcionalidade e beleza. Uma das principais vantagens do ACM é a sua adaptação, podendo ser utilizado em uma ampla variedade de aplicações na construção civil.

Sua leveza facilita não só a instalação, mas também oferece flexibilidade estrutural para a criação de projetos sofisticados e inovadores. Desde revestimentos de fachadas até elementos decorativos e estruturas modulares, o ACM se destaca como uma escolha preferencial para arquitetos que buscam aliar funcionalidade e estética. Além disso, o ACM possui um apelo estético impressionante, com diversas opções de cores e a possibilidade de personalização de acabamentos. Sua maleabilidade permite a criação de formas modernas e contemporâneas, adicionando um toque de originalidade a edificações e estruturas. Como pode ser observado nas imagens a seguir.

Imagens: 14– Fachada Espaço Vila



Fonte: Autor (2024)

Imagens: 15– Fachada Espaço Vila



Fonte: Autor (2024)

Outro ponto relevante é a eficiência energética proporcionada pelo ACM. Sua capacidade de refletir a luz solar ajuda na redução do consumo energético em edifícios, principalmente quando utilizado em revestimentos externos. Isso não só traz benefícios

ambientais, mas também mostra a versatilidade do ACM em atender às exigências por soluções sustentáveis na construção. Em síntese, o Painel de Alumínio Composto (ACM) é um produto que vai além dos padrões convencionais e apresenta uma combinação única de qualidades e estilo. Sua resistência excepcional, aliada à capacidade de ser moldado com precisão, faz dele uma escolha primorosa para projetos que buscam a integração perfeita entre funcionalidade e estética. Assim como apresentadas nas fotos abaixo.

Imagens: 16 – Fachada Olfar Insumos



Fonte: Autor (2024)

Imagens: 17– Fachada Villa Grill



Fonte: Autor (2024)

Imagens: 18 – Fachada Villa Grill



Fonte: Autor (2024)

O alumínio composto (ACM) se destacou como um material revolucionário para revestimentos de fachadas e agora também é usado na fabricação de portas e móveis, o que trouxe inovações significativas para esses setores. Devido à sua visão geral, o ACM pode ser usado em uma variedade de projetos, desde a construção civil até o design de interiores. Sua

leveza e resistência especial o tornam uma escolha ideal para a fabricação de portas de grandes dimensões e alguns tipos de móveis, que atualmente está em fase inicial.

Além de seus benefícios práticos e estéticos O ACM é conhecido por sua capacidade de moldar e cortar com precisão, o que permite designs inovadores e personalizados. As portas permaneceram com sua aparência original por muito tempo devido à sua resistência à corrosão e durabilidade o ACM isola bem térmico e acústico, aumentando o conforto e a eficiência energética do ambiente. Ao aumentar a eficiência geral dos edifícios, essa característica o torna uma opção atraente para a fabricação de portas que por sua vez afeta diretamente na composição de fachadas.

Imagens: 19 – Portas em ACM



Fonte: <http://sweiku.com.br/porta-de-entrada-da-sua-casa/>

Imagens: 20 –: Porta em ACM



Fonte: <https://weiku.com.br/portas-pivotantes-em-acm/>

8.0 POTENCIAL A SER EXPLORADO

O Alumínio Composto (ACM) apresenta um potencial significativo a ser explorado na engenharia civil, oferecendo uma série de benefícios e possibilidades para projetos inovadores e construções. Sua leveza excepcional, resistência notável e estética o tornam um material ideal para diversas aplicações na engenharia civil.

1. Versatilidade na Construção de Fachadas: O ACM pode ser utilizado de forma criativa e inovadora na construção de fachadas, proporcionando designs arrojados e modernos. Sua capacidade de ser moldado e cortado com precisão permite a criação de formas únicas, agregando um toque contemporâneo a edifícios e estruturas.

2. Eficiência Energética e Sustentabilidade: O ACM contribui para a eficiência energética dos edifícios, refletindo a luz solar e a diminuição do consumo de energia em revestimentos externos. Além disso, sua durabilidade e resistência à corrosão garantem uma vida útil prolongada, minimizando os custos de manutenção e promovendo a sustentabilidade.

3. Aplicações Diversificadas: Além das fachadas, o ACM pode ser aplicado em coberturas, marquises, pilares, portas e até mesmo em ambientes internos. Sua flexibilidade e adaptabilidade permite sua utilização em uma ampla variedade de projetos, soluções estéticas e funcionais.

4. Inovação na Arquitetura: O uso do ACM na engenharia civil representa uma inovação significativa, redefinindo a estética arquitetônica e inspirando a criação de estruturas únicas e contemporâneas. Sua presença marcante na construção civil reflete o compromisso com a excelência estética e funcional, influenciando a forma como os espaços são concebidos e habitados.

9.0 O PAPEL DO ENGENHEIRO NESSE CENÁRIO

Como pode ser observado o Alumínio Composto (ACM) apresenta um potencial a ser explorado em obras residenciais devido às suas características versáteis e suas vantagens técnicas. O engenheiro civil desempenha um papel fundamental nesse cenário, sendo responsável por diversas etapas que envolvem o uso do ACM em projetos residenciais.

Uma das principais áreas em que o engenheiro civil atua é no projeto e na especificação do ACM para aplicação em fachadas, revestimentos e elementos estruturais das residências. Considerando as necessidades específicas do projeto, como estética, durabilidade, resistência a intempéries e regulamentos de segurança, para garantir a seleção adequada do ACM e sua integração harmoniosa com o design arquitetônico.

Além disso, o engenheiro civil é responsável por supervisionar a instalação e o manuseio correto do ACM durante a construção da residência. Isso inclui garantir que os métodos de fixação e montagem estejam de acordo com as especificações técnicas do fabricante, bem como realizar inspeções de qualidade para verificar a conformidade com os padrões de construção e segurança.

Outro aspecto importante é o papel do engenheiro civil na avaliação e na gestão dos impactos ambientais do uso do ACM em obras residenciais. Isso envolve considerar o ciclo de vida do material, desde a produção até o descarte, e buscar práticas sustentáveis que minimizem o impacto ambiental, como o uso de ACM reciclado ou a adoção de técnicas de construção verde.

CONCLUSÃO

Como vimos, painel de alumínio composto é um material altamente versátil e eficaz para revestimentos externos e internos, proporcionando proteção e durabilidade superiores quando comparado aos materiais tradicionais. Sua crescente popularidade se deve às suas propriedades de resistência ao fogo, variedade de acabamentos e facilidade de manutenção.

No âmbito da engenharia civil, o painel de alumínio composto representa um avanço significativo, contribuindo para a modernização das construções e para a melhoria da qualidade de vida nas áreas urbanas. A aplicação correta do painel de alumínio composto, levando em consideração as especificações técnicas e as condições ambientais, pode resultar em projetos mais sustentáveis e visualmente atrativos.

Apesar de apresentar pontos de atenção, os benefícios desse material se sobressaem e muito em comparação ao seu custo benefício ao longo dos anos, além de buscar atender as mudanças e inovações do mercado da construção civil.

E o engenheiro civil como vimos tem um papel importante desde a construção do projeto, a especificação do material, manuseio, instalação, integração desse material em construções residenciais, devido a sua grande utilização em áreas comerciais e edificações de grande porte. O engenheiro deve-se atentar sempre as inovações de mercado, como o uso do ACM na fabricação de portas de pé direito alto em residências, no entanto o seu grande potencial em residências ainda não foi muito explorado.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, R.; SANTOS, P. **Manual do Alumínio Composto: Projeto, Produção e Aplicação**. São Paulo: Editora Zigurate, 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 13755: Projeto e Execução de Revestimentos Cerâmicos de Fachadas e Paredes Externas com a Utilização de Argamassa Colante**. Rio de Janeiro, 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15575-1: Edificações Habitacionais – Desempenho – Parte 1: Requisitos gerais**. Rio de Janeiro, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15812:2010 - Chapas de alumínio com núcleo de polietileno para uso em fachadas e revestimentos externos de edificações - Requisitos e métodos de ensaio**. Rio de Janeiro: ABNT, 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO ALUMÍNIO. **Aplicação do alumínio**. Disponível em: <<http://abal.org.br/>>. Acesso em: 01/04/2024.

BONAFÉ, A. **Especificações e desafios na utilização de painéis metálicos personalizados**. Revista de Engenharia e Arquitetura, v. 11, n. 3, p. 78-85, 2016.

FIGUEROLA, V. **Fachadas nobres**. Revista técnica, Ed. 52, mai. 2001. Disponível em: <<http://techne17.pini.com.br/engenharia-civil/52/artigo286203-1.aspx> 25/10/2017>. Acesso em: 12/03/2024

FIGUEROLA, A. **Patologias em revestimentos metálicos para fachadas: estudo de casos**. Revista de Engenharia e Arquitetura, v. 6, n. 2, p. 34-42, 2001.

GUAN, Y. (Ed.). **Fluoropolymer Applications in the Chemical Processing Industries: The Definitive User's Guide and Databook**. Cambridge: William Andrew Publishing, 2019.

KARGON, R. L.; FINN, B.S. **Engenharia: Uma breve história**. Ed. W. W. Norton & Company, 2013.

KLANG, E.; STICHNOTHE, H. **Handbook of Polymer Coatings for Electronics: Chemistry, Technology and Applications**. Amsterdam: Elsevier, 2016.

MARTINS, M. G.; BARROS, M. M. S. B. **A formação de parcerias como alternativa para impulsionar a inovação na produção de edifícios**. In: III SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO, 2003, São Carlos. Anais [...]. São Carlos, 2003.

MENDES, F. M. V. P. **Durabilidade das fachadas ventiladas - Aplicação da norma ISO 15686-1. 2009**. Dissertação (Mestrado) - Universidade do Porto, Porto, 2009. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10216/60056>>. Acesso em: 25/03/2024

OLIVEIRA, E. F.; PEREIRA, L. M. **Inovações em materiais de construção: O caso do ALUCOBOND**. Revista de Arquitetura e Construção, v. 8, n. 2, p. 112-125, 2020.

OLIVEIRA, P. V. H. et al. **Análise da aplicação de check-list sobre inovações tecnológicas em canteiros de obra**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 1999.

PEREIRA, E.F. **A importância da fachada em edifícios e a utilização de novos materiais**. Revista de Engenharia e Arquitetura, v. 10, n. 2, p. 12-25, 2018.

PEREIRA, W. A. **“História da Engenharia: Uma síntese”**. Ed. Livraria da Física, 2006.

PESSOAS, A. **O alumínio: um componente essencial para a sustentabilidade e a competitividade**. Revista de Engenharia e Arquitetura, v. 12, n. 4, p. 12-25, 2017.

PROJETOAL. **Manual Técnico Instalação**. 2022. Disponível em: <https://projetoaluminio.com.br/wp-content/uploads/2022/05/11.-Manual-Tecnico-Instalacao_maio.2022web.pdf>. Acesso em: 25/03/2024

QUEIROZ, R. C. **Livro do Docente Departamento de Engenharia Civil Unesp – Bauru**, 2008

REVISTA EXAME. **Importância da qualificação profissional no setor de painéis de alumínio composto**. Revista Exame, v. 22, n. 4, p. 56-63, 2017.

SILVA, A. B.; SANTOS, C. D. **Desenvolvimento e história do Painel Composto de Alumínio (ACP)**. Revista de Engenharia e Arquitetura, v. 15, n. 3, p. 45-58, 2021.

SOARES, J. **Materiais de Construção: Ensaios e Técnicas de Laboratório**. Porto: FEUP Edições, 2016.

TELLES, P. C. da S. **História da Engenharia no Brasil**. Editora S.A , 1984.

TELLES, P. C. S. **A Engenharia no Brasil: Uma história de conquistas e desafios**. Ed. FGV, 2010.

WANG, Z.; CAI, H.; WANG, Z. (Eds.). **Nanocoatings and Ultra-Thin Films: Technologies and Applications**. Cambridge: Woodhead Publishing, 2018.