



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO ACADÊMICO DO AGRESTE
NÚCLEO DE TECNOLOGIA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

DAIANE MARLI DA SILVA

**REVESTIMENTO DA FACHADA DE UMA EDIFICAÇÃO DE USO MISTO
LOCALIZADA EM CARUARU-PE: análise comparativa entre revestimento cerâmico e
revestimento em ACM**

Caruaru

2024

DAIANE MARLI DA SILVA

**REVESTIMENTO DA FACHADA DE UMA EDIFICAÇÃO DE USO MISTO
LOCALIZADA EM CARUARU-PE: análise comparativa entre revestimento cerâmico e
revestimento em ACM**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso de Engenharia Civil do Campus Agreste da Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, na modalidade de artigo científico, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Civil.

Área de concentração: Construção Civil

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Dannúbia Ribeiro Pires

Caruaru

2024

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar a Deus, por ter me guiado ao longo de toda a minha jornada acadêmica e por ter colocado pessoas maravilhosas ao meu lado durante essa jornada.

Agradeço do fundo do meu coração aos meus pais, Marli Teresinha e Severino Antônio, e aos meus irmãos Mônica e Diogenes, por todo o amor, apoio e suporte que me dedicaram ao longo dos últimos 5 anos e meio de curso. Graças a vocês, nunca me faltou nada e pude me dedicar completamente aos estudos. Reconheço o privilégio de tê-los como minha família, e esta conquista não é só minha, é nossa, resultado do apoio incansável que sempre recebi de vocês.

Aos meus amigos Aline, Vinícius e Júlio, expresso minha sincera gratidão por compartilharem e vivenciarem comigo diversos momentos desafiadores ao longo da graduação. Além disso, também dividimos inúmeros momentos de risadas e alegrias, que tornaram essa jornada mais leve e divertida. Sem o apoio de vocês, essa conquista não teria sido possível.

À minha orientadora, Prof.^a Dra. Dannúbia Ribeiro Pires, por ter aceitado o convite para me orientar neste trabalho, suas correções foram precisas e seus ensinamentos foram fundamentais para que nosso objetivo fosse alcançado. Agradeço imensamente pela sua orientação dedicada e valiosa.

À Universidade Federal de Pernambuco, especialmente ao Centro Acadêmico do Agreste, por oferecer um ambiente de aprendizado enriquecedor e oportunidades de desenvolvimento ao longo dos últimos 5 anos e meio de curso. Também desejo agradecer a todos os professores que generosamente compartilharam seu conhecimento, orientação e apoio durante este período de graduação.

À CP Construção por ter acreditado em mim e por me proporcionar a preciosa oportunidade de colocar em prática meus conhecimentos acadêmicos em engenharia civil durante dois anos como estagiária.

Ao engenheiro Felipe Renan, que foi um supervisor excepcional durante toda a minha jornada de estágio, gostaria de expressar minha sincera gratidão. Sua orientação e apoio foram fundamentais para o meu crescimento profissional e para o sucesso dessa experiência de aprendizado.

Por último, expresso minha gratidão a todos que contribuíram, direta ou indiretamente, para essa significativa conquista em minha vida. Meus mais sinceros agradecimentos a todos vocês.

Revestimento da fachada de uma edificação de uso misto localizada em Caruaru-PE: análise comparativa entre revestimento cerâmico e revestimento em ACM

Facade cladding of a mixed-use building located in Caruaru-PE: comparative analysis between ceramic cladding and ACM cladding

Daiane Marli da Silva¹

RESUMO

A fachada desempenha um papel importante na criação da primeira impressão e na atração de interesse do público, pois é a parte visível de um edifício, refletindo sua identidade e estilo arquitetônico. Este trabalho realiza uma análise comparativa dos revestimentos de fachada, para o revestimento cerâmico e o revestimento em ACM (*Aluminium Composite Material*), considerando uma edificação de uso misto localizada em Caruaru-PE como estudo de caso. Com base no orçamento, no cronograma físico-financeiro, no projeto e no acompanhamento da obra em execução, foram analisados os critérios de tempo, custo e estética. Para verificar o tempo de execução dos revestimentos, foram utilizados o orçamento, do qual foram retiradas as áreas das fachadas, e o cronograma físico-financeiro da obra. A análise do custo baseou-se exclusivamente no orçamento, enquanto a estética foi avaliada por meio de renderizações do projeto, contemplando os revestimentos cerâmico e em ACM. Foi observada a agilidade na execução do revestimento em ACM em comparação com o cerâmico, porém o custo desse revestimento é mais alto. Além disso, as características estéticas de cada revestimento se distinguem, pois a cerâmica proporciona um aspecto intrincado, enquanto o ACM um aspecto mais liso. Por fim, constatou-se que o revestimento em ACM demanda um investimento inicial mais elevado em comparação com o revestimento cerâmico aderido, mas proporciona um tempo de execução mais rápido e uma estética mais moderna.

Palavras-chave: tempo de execução; custo; estética; orçamento; cronograma físico-financeiro.

¹ Graduanda em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Pernambuco. E-mail: daiane.marli@ufpe.br

ABSTRACT

The facade plays an important role in creating the first impression and attracting interest from the public, as it is the visible part of a building, reflecting its identity and architectural style. This work carries out a comparative analysis of facade cladding, for ceramic cladding and ACM (Aluminium Composite Material) cladding, considering a mixed-use building located in Caruaru-PE as a case study. Based on the budget, the physical-financial schedule, the project and monitoring of the work in progress, the time, cost and aesthetic criteria were analyzed. To check the execution time of the coatings, the budget, from which the facade areas were removed, and the physical-financial schedule of the work were used. The cost analysis was based exclusively on the budget, while the aesthetics were evaluated through project renderings, including ceramic and ACM coverings. The agility in executing the ACM coating was observed compared to ceramic, however the cost of this coating is higher. Furthermore, the aesthetic characteristics of each coating differ, as ceramic provides an intricate appearance, while ACM provides a smoother appearance. Finally, it was found that ACM cladding requires a higher initial investment compared to bonded ceramic cladding, but provides faster execution time and a more modern aesthetic.

Keywords: runtime; cost; aesthetics; budget; financial physical schedule.

DATA DE APROVAÇÃO: 26 de março de 2024.

1 INTRODUÇÃO

A fachada de um edifício é a porta de entrada para as primeiras impressões sobre a edificação, ou seja, desperta a curiosidade e o interesse das pessoas para conhecê-la. Por isso, a estética é importante na escolha do tipo de revestimento de fachada, uma vez que é responsável por transmitir a imagem desejada e atrair a atenção. No entanto, é importante ressaltar que a função principal do revestimento é proteger a edificação contra as condições climáticas adversas e outros elementos prejudiciais (Resende, 2017).

Sendo a camada mais externa do revestimento, a fachada tem duas funções, assegurar conforto higrotérmico e acústico, ao mesmo tempo em que exerce uma influência significativa

no aspecto visual, já que será responsável por transmitir para as pessoas as primeiras impressões sobre a edificação (Dutra, 2010).

Ao escolher o tipo de revestimento de fachada é necessário considerar tanto a estética desejada quanto a qualidade do material, de forma a assegurar a durabilidade do edifício. O revestimento deve ser capaz de resistir às intempéries, como chuva, vento, raios solares e variações de temperatura, oferecendo uma camada de proteção eficaz para a estrutura subjacente (Ribeiro, 2010).

Por isso, durante muito tempo, o revestimento cerâmico foi amplamente utilizado como a escolha principal para revestir fachadas. Esse material é valorizado por sua durabilidade, diversidade de tamanhos e facilidade de aplicação. Ele manteve sua popularidade em edifícios residenciais, comerciais e industriais, sendo bastante adotado pelas principais construtoras brasileiras. O motivo é que o revestimento cerâmico é considerado uma opção que combina qualidade, estética e custo relativamente acessível (Roscoe, 2008).

O Brasil desempenha um papel importante no mercado mundial de revestimentos cerâmicos. O país ocupa a terceira posição em termos de produção e a segunda posição em consumo global. Além disso, o Brasil também está entre os sete principais países exportadores de revestimentos cerâmicos, de acordo com a Associação Nacional dos Fabricantes de Cerâmica para Revestimentos, Louças Sanitárias e Congêneres (ANFACER, 2023).

Apesar das vantagens e avanços tecnológicos na fabricação de placas cerâmicas para o revestimento de fachadas, é importante reconhecer que manifestações patológicas são comuns nesse revestimento. Em particular, os deslocamentos de placas cerâmicas representam um problema frequente, o qual, na maioria dos casos, resulta em altos custos de recuperação, degradação do imóvel e riscos de acidentes (Luz, 2004).

A escolha do revestimento de fachada não deve ser baseada apenas em critérios como custo, disponibilidade de mão de obra e estética. É importante considerar também o desempenho e as características do material ao longo do tempo. Nesse sentido, a introdução de novos materiais e tecnologias na construção civil desempenha um papel relevante, pois só assim o setor vai mudar e evoluir (Martins *et al.*, 2018).

Um sistema que vem ganhando destaque significativo na construção civil é o sistema de fachada ventilada, o qual já é muito adotado na Europa há mais de três décadas. No entanto, no Brasil, esse sistema ainda está em processo de introdução. Essa abordagem construtiva é considerada uma inovação tanto do ponto de vista estético quanto funcional (Missau, 2022).

O sistema de fixação das fachadas ventiladas é muito mais simples do que o do aderido, como é o caso do revestimento cerâmico, porque não requer a aplicação de chapisco, emboço e reboco (Althof *et al.*, 2021).

O ACM (*Aluminium Composite Material*), comumente chamado de alumínio composto, é um material que vem ganhando destaque no sistema de fachada ventilada. Esse material oferece diversas vantagens, como alta durabilidade, facilidade de manutenção, maleabilidade, isolamento térmico e acústico. O ACM é bastante utilizado em fachadas de edifícios comerciais, devido à sua capacidade de personalização. Contudo, ele pode ser aplicado em qualquer tipo de edificação. As placas de ACM podem ser adaptadas de acordo com as preferências do cliente, resultando em revestimentos de fachada únicos e exclusivos (Reis, 2018).

Entre 1995 e 2000, o uso do ACM no Brasil teve aumento, resultando em uma redução significativa de preços e no surgimento de várias empresas nesse mercado. No auge de sua aceitação em 2000, estima-se que tenham sido instalados cerca de 500.000 m² de ACM. No entanto, nos anos seguintes, o mercado brasileiro de ACM enfrentou uma desaceleração, levando muitas empresas a deixarem de fornecer esse material, que é predominantemente importado. A utilização do ACM, sendo sensível às flutuações do dólar, acompanha o crescimento da economia e do setor da construção (Luz, 2017).

Atualmente é possível perceber que cada vez mais as construtoras estão mudando e procurando maneiras de melhorar os serviços e adequá-los ao novo cenário de competitividade da construção civil, pensando não somente no custo mais também no tempo de execução e funcionalidade ao longo do tempo.

Os projetos de arquitetura e comunicação visual mais relevantes têm utilizado o ACM. Essa tendência é global, como pode-se observar em Dubai, onde os edifícios mais modernos são revestidos com ACM. Outros exemplos incluem a loja conceito da Apple em Singapura e o Museu da BMW na Alemanha. Assim, o material está associado a tudo o que é considerado tecnologicamente avançado no mundo (Tsuji, 2021).

A escolha do material precisa considerar mais do que suas propriedades, deve levar em consideração o projeto, tempo de execução e mão de obra no mercado sendo essa especializada para o serviço. Não considerar qualquer uma dessas etapas pode levar a perda da qualidade e diminuir a vida útil do material (Santos, 2012).

Com a nova realidade da construção civil o projeto de fachada ganhou bastante espaço e importância na etapa de construção, deixando de ser apenas um elemento estético e passando a ser parte integrante da construção, considerando todas as suas interferências no bom desempenho dos demais sistemas da edificação.

A obra de estudo é uma edificação de uso misto contendo três torres (uma residencial, uma empresarial e uma para garagem), localizada no município de Caruaru-PE. O município se destaca no setor da construção civil, pois é possível identificar nos mais diversos bairros da cidade vários empreendimentos lançados e vendidos de forma rápida, com diferentes tipos de revestimentos de fachada.

A importância do desenvolvimento deste trabalho está na realização de uma análise comparativa entre o revestimento cerâmico e em ACM que mostrará as particularidades de cada tipo de revestimento levando em consideração o custo, tempo de execução e estética, permitindo identificar qual revestimento de fachada é mais viável para uma edificação desse porte.

1.1 Revestimentos de fachada

Conforme a NBR 13755 (ABNT, 2017), o revestimento externo consiste na combinação de diversas camadas sobrepostas e solidamente conectadas. Essas camadas incluem a estrutura de suporte, alvenarias, sucessivas aplicações de argamassa e o revestimento final. O objetivo principal do revestimento externo é salvaguardar a edificação da chuva, umidade, agentes atmosféricos e do desgaste mecânico causado pela interação do vento com partículas sólidas. Ademais, o revestimento também possui a função de conferir um acabamento estético à edificação.

As fachadas das edificações, não apenas proporcionam identidade e beleza à construção, mas também garantem sua durabilidade e desempenho ao longo de toda a vida útil. Para aumentar a longevidade do revestimento de fachada, é importante contar com um projeto bem elaborado e que esteja em harmonia com os demais projetos construtivos, incluindo arquitetura, esquadrias, impermeabilização, entre outros. Essa compatibilidade entre os projetos visa a minimização de erros durante a execução, o que causa a redução dos custos da obra. Um planejamento sólido previne a ocorrência de patologias e, conseqüentemente, assegura a qualidade e a durabilidade do revestimento ao longo do tempo (Oleari, 2015).

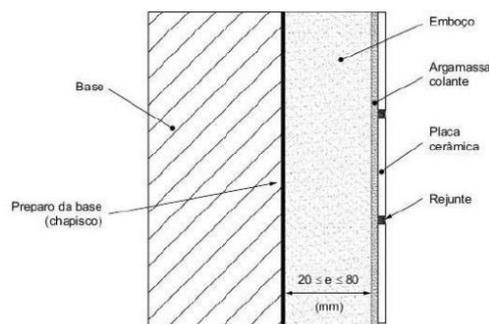
Atualmente, é prática comum conduzir análises comparativas entre diferentes revestimentos de fachada com o objetivo de identificar o material de maior qualidade que ofereça as melhores condições econômicas e executivas. A seguir, serão abordados os conceitos, vantagens e desvantagens do revestimento cerâmico e em ACM para fachada.

1.1.1 Revestimento cerâmico

No século XIX, teve início no Brasil a aplicação de revestimentos cerâmicos, inicialmente com o intuito de melhorar as condições de higiene em construções situadas em locais úmidos. Comprovada a sua longevidade, propriedades antitérmicas e capacidade de proteger outros materiais quando utilizados como revestimento, houve uma ampla difusão do uso de cerâmica para revestir pisos e fachadas em todo o país. Além das características previamente mencionadas, os revestimentos cerâmicos também oferecem a vantagem de enriquecer a estética e valorizar os edifícios (Oleari, 2015).

A NBR 13816 (ABNT, 1997) define revestimento cerâmico como sendo um conjunto formado pelas placas cerâmicas, pela argamassa de assentamento e pelo rejunte, conforme mostrado na Figura 1.

Figura 1 – Camadas do revestimento cerâmico



Fonte: NBR 13755 (ABNT, 2017).

No contexto brasileiro, o uso frequente de revestimento cerâmico decorre de suas inúmeras vantagens. Estas incluem sua adaptabilidade, característica impermeável, durabilidade, excelente resistência ao fogo, facilidade de aplicação, manutenção e limpeza, bem como a capacidade de conferir um acabamento estético de qualidade. Todas essas características se combinam de maneira harmoniosa quando o serviço é bem executado. No entanto, é importante ressaltar que, apesar de ser um material amplamente utilizado, é recorrente a incidência de erros durante a execução desse revestimento (Pezzato, 2010).

Esses erros podem ser ocasionados devido ao descumprimento do que estabelece a NBR 13755 (ABNT, 2017). De acordo com essa norma, para o início da execução do revestimento cerâmico de fachada, antes do assentamento das placas, é necessário que o projeto de revestimento de fachada esteja concluído, e as equipes de obra, produção e apoio logístico (almoxarifado e transporte) estejam treinadas em todos os detalhes técnicos e estéticos envolvidos na produção.

Para aplicar o revestimento cerâmico nas fachadas, é preciso concluir as etapas preliminares de chapisco e emboço. A fim de assegurar a qualidade nessas fases, é importante aderir ao cronograma de execução estipulado na NBR 13755 (ABNT, 2017). Conforme essa orientação, é aconselhável esperar um período de 3 dias de cura para o chapisco e 14 dias de cura para o emboço. Perfazendo um total de 17 dias, esse intervalo é necessário para preparar adequadamente a superfície que vai receber o revestimento cerâmico. Portanto, a aplicação desse tipo de revestimento demanda um prazo considerável para execução.

E por isso, essas etapas são frequentemente negligenciadas na etapa de projeto, que muitas vezes ignora as normas da ABNT e suas recomendações, favorecendo abordagens internas. Essa falta de adesão às normas compromete a garantia da qualidade do processo de revestimento cerâmico, resultando em defeitos de construção que minam a integridade e a segurança das edificações (Oliveira, 2020).

O revestimento cerâmico, apesar de suas múltiplas vantagens, apresenta desvantagens importantes a serem consideradas. A variação de preços, diretamente relacionada à qualidade da cerâmica, pode elevar os custos, sendo um fator importante a ser ponderado em orçamentos. Ademais, a aplicação em múltiplas camadas, de acordo com o cronograma de execução mencionado no parágrafo anterior, pode adicionar complexidade ao processo, demandando mais tempo e custo, devido à necessidade de mão de obra especializada em todas as etapas do preparo dessas camadas. Isso tem um impacto significativo tanto no cronograma quanto no custo final da obra (Santos, 2012).

Além disso, apesar de o revestimento cerâmico ser reconhecido por proporcionar um acabamento estético de alta qualidade, ao longo do tempo, é comum que as fachadas revestidas com cerâmica enfrentem desafios devido às condições climáticas. Agentes biológicos frequentemente se manifestam na superfície do revestimento ou em suas juntas, e essa manifestação pode variar em intensidade. O impacto mais relevante da presença desses agentes é a deterioração da qualidade estética como mostrado na Figura 2, a ponto de causar desconforto aos usuários.

Figura 2 – Deterioração do revestimento cerâmico



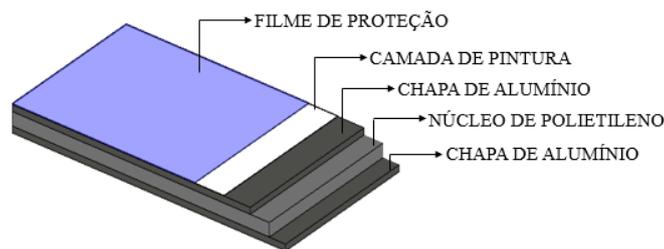
Fonte: Engenharia diagnóstika (2020).

Esses agentes também têm potencial para afetar as propriedades dos materiais envolvidos no sistema de revestimento cerâmico. A poluição atmosférica, juntamente com a ação da água, pode desencadear a degradação do revestimento, com níveis variados de gravidade (Barros *et al.*, 2020).

1.1.2 Revestimento em ACM

Em 1965, na Alemanha, a empresa *Alusuisse Composites* desenvolveu os painéis de ACM. Essa inovação teve como principal aplicação inicial o revestimento de fachadas (Resende, 2017). O ACM, comumente chamado de alumínio composto, é definido pela NBR 15446 (ABNT, 2006) como sendo a união de duas chapas de alumínio e um núcleo de polietileno, conforme ilustrado na Figura 3, cuja junção possibilita um material muito mais rígido.

Figura 3 – Composição do ACM



Fonte: A autora (2024).

Uma das principais vantagens desse material é a sua versatilidade; por isso, é um dos mais utilizados. Ele pode ser moldado conforme a necessidade, características e visual do projeto. Diferente do vidro, da madeira, pedras e tijolos, o ACM consegue encorpar mais formato e cores, ou seja, pode proporcionar mais estilo para as edificações. Também é um material muito seguro, pois os painéis têm característica FR (*Fire Retardant*), ou seja, seu núcleo de polímero ajuda a retardar chamas, evitando a propagação do fogo, em caso de incêndio. Essa propriedade

é classificada de acordo com a norma europeia EN 13501-1, que estabelece diferentes "classes" para determinar as propriedades de resistência ao fogo dos diversos materiais usados em construções (Althof *et al.*, 2021).

A utilização do ACM pode ser uma estratégia eficaz para reduzir os custos de manutenção, uma vez que ele protege a parede externa contra a poluição e as condições climáticas adversas. Além disso, a superfície externa do ACM atua como um bloqueador das radiações solares e cria um espaço de ar entre o painel e a parede do edifício. Essa configuração é conhecida como SFV (Sistema de Fachada Ventilada), o qual protege as paredes contra mudanças bruscas de temperatura, resultando na redução das dilatações térmicas e na minimização dos riscos de fissuras (Vedovello, 2012).

O SFV já é usado há bastante tempo, as primeiras obras executadas com esse sistema surgiram na Europa e nos Estados Unidos, com sua eficiência comprovada há mais de 30 anos e no Brasil este sistema surgiu a cerca de 15 anos (Silva, 2013).

O princípio fundamental das fachadas ventiladas reside em seu sistema de juntas abertas, que permite que o espaço entre as placas não seja completamente vedado nas aberturas superiores e inferiores. Isso viabiliza a formação de uma lâmina de ar na cavidade entre as duas paredes. Essa cavidade, que tem uma largura média de 10 a 15 centímetros, pode ser ampliada caso seja necessário permitir a passagem de sistemas como as redes de instalações do edifício através de um *shaft*. Esse design produz um efeito semelhante a uma chaminé, promovendo a troca contínua de ar na câmara e contribuindo para um maior conforto térmico dentro do edifício (Materials, 2015).

O processo de instalação dos painéis de ACM é simples e rápido, uma vez que se trata de um material que é utilizado em fachadas ventiladas, dispensando as etapas de chapisco e emboço. A fixação tem início com as estruturas auxiliares na fachada do edifício. A malha é configurada de acordo com a modulação do projeto. Essa estrutura, preferencialmente em alumínio, é de natureza metálica, como mostrado na Figura 4 (Loiola *et al.*, 2019).

Figura 4 – Suporte para receber o ACM



Fonte: Cantori (2023).

Embora a instalação do ACM seja simples, o custo econômico é elevado, pois o material em si e sua instalação são onerosos, o que pode impactar consideravelmente o orçamento de um projeto. Além disso, a necessidade de projetos específicos e detalhados é uma desvantagem adicional. Isso ocorre porque as placas de ACM precisam ser fabricadas e entregues na obra nas medidas exatas, de acordo com o projeto executivo, o que demanda um planejamento minucioso e uma execução precisa, tornando necessário a contratação de profissionais experientes e especializados para garantir que a instalação seja eficaz e eficiente. Qualquer desvio nesse processo pode resultar em custos adicionais e atrasos na construção (Causs, 2014).

Outra desvantagem que influencia no processo de escolha desse revestimento é a ausência de normas específicas no Brasil para orientar a instalação e funcionamento de fachadas ventiladas. Nesse cenário, algumas empresas recorrem à utilização das normas estabelecidas para esquadrias como referência. Essa prática, embora seja uma solução alternativa, pode não abranger completamente os requisitos específicos das fachadas ventiladas, o que resulta em lacunas no conhecimento técnico necessário para garantir o desempenho ideal desses sistemas. Isso pode levar a possíveis problemas de funcionamento e manutenção, prejudicando a eficácia das fachadas ventiladas em projetos de construção no Brasil (Moura, 2009).

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo geral

Realizar uma análise comparativa, considerando aspectos relacionados ao custo, tempo de execução e estética, entre o revestimento cerâmico e o revestimento em ACM da fachada de uma edificação de uso misto localizada em Caruaru-PE.

1.2.2 Objetivos específicos

O presente trabalho tem como objetivos específicos:

- Verificar o tempo de execução dos dois tipos de revestimento com base no cronograma físico-financeiro e no acompanhamento da obra;
- Analisar o custo de execução dos dois tipos de revestimento por meio do orçamento da obra, através dos valores dos serviços por metro quadrado;
- Avaliar a estética oferecida por cada tipo de revestimento, levando em consideração a qualidade do resultado final obtido, através de renderizações do projeto.

2 METODOLOGIA

Neste capítulo serão abordados a classificação da pesquisa, a caracterização da obra e os critérios do estudo comparativo entre o revestimento cerâmico e o revestimento em ACM. Este estudo será conduzido com foco em três critérios principais: tempo, custo e estética, a fim de fornecer uma avaliação embasada para a tomada de decisão na escolha do revestimento mais adequado para a obra.

2.1 Classificação da pesquisa

Esta pesquisa é classificada como um estudo de caso, a fim de estabelecer uma comparação entre o revestimento cerâmico e o revestimento em ACM para a fachada de um edifício. Busca-se analisar e destacar as características específicas desses revestimentos em um contexto prático, aplicado a uma construção real. Este estudo visa contribuir para uma compreensão mais aprofundada das implicações práticas e econômicas associadas a cada tipo de revestimento.

Esse método de pesquisa é uma abordagem particular dentro da pesquisa de campo. As pesquisas de campo envolvem a investigação de fenômenos em sua ocorrência natural, sem uma intervenção significativa por parte do pesquisador. O estudo de caso, por sua vez, envolve uma análise minuciosa de um caso específico, partindo do pressuposto de que é possível adquirir conhecimento sobre um fenômeno por meio de uma análise detalhada de um único caso (Costa *et al.*, 2013).

A pesquisa também é classificada como quantitativa, destacando-se pela sua abordagem objetiva, que presume que todos os elementos podem ser quantificados e expressos numericamente. Essa metodologia é comumente aplicada em estudos descritivos, os quais buscam explorar relações entre variáveis ou investigar causalidades entre fenômenos. O seu principal propósito é atingir a precisão dos resultados, evitando distorções durante as fases de análise e interpretação (Trevisol Neto, 2017).

Os resultados obtidos por meio de uma pesquisa quantitativa podem ser expressos de maneira numérica. Essa abordagem, orientada pela busca de objetividade e influenciada pelos princípios do positivismo, defende que a compreensão da realidade se dá pela análise de dados brutos, coletados através de instrumentos padronizados e neutros. Utilizando a linguagem matemática, essa metodologia visa explicar causas de fenômenos, estabelecer relações entre variáveis e explorar outros aspectos relevantes (Fonseca, 2002). Em resumo, toda a coleta de dados para este estudo será conduzida de maneira quantitativa, para proporcionar uma

compreensão numérica abrangente dos dois tipos de revestimento estudados, permitindo a obtenção de resultados objetivos e mensuráveis.

2.2 Caracterização da obra

A obra consiste na construção de uma edificação de uso misto, que inclui uma torre residencial com 15 pavimentos tipo, contendo 12 apartamentos por andar, uma torre empresarial de 15 pavimentos tipo, com 15 salas por andar, uma galeria de 4 pavimentos contendo um total de 80 lojas, e uma torre para garagem com 7 pavimentos, oferecendo 404 vagas para carros e 266 vagas para motos. Para fins de análise da pesquisa, o estudo de caso se concentrará exclusivamente nas torres residencial e empresarial.

Neste estudo, optou-se por não evidenciar o nome do empreendimento nem o nome da construtora, a fim de preservar a confidencialidade dos dados que serão fornecidos. Dessa maneira, o empreendimento será denominado como “Obra A” e a construtora como “Empresa B”. Essa abordagem garante a proteção das informações sensíveis relacionadas aos projetos específicos e mantém o foco na comparação objetiva entre os sistemas de revestimento cerâmico e ACM para fachada, ao mesmo tempo em que assegura a anonimidade das partes envolvidas.

O início da Obra A ocorreu em 2020 e, até o momento, ela se encontra com 64,04% dos seus serviços finalizados, com previsão de término para maio de 2025. No entanto, a obra está atualmente atrasada em 90 dias devido a dois principais fatores. Primeiramente, o terreno apresentava uma quantidade significativa de rochas, o que exigiu um tempo prolongado na fase de fundação devido à necessidade de realizar várias detonações. Além disso, a pandemia também contribuiu para o atraso, pois a obra teve que interromper suas atividades.

A Obra A é classificada como uma obra de grande porte, pois, além de contar com uma área construída de 40.897,83m², a Empresa B irá revitalizar todo o seu entorno, ou seja, o empreendimento vai influenciar na comunidade trazendo benefícios e transformações para a região circundante.

Com ênfase nas torres residencial e empresarial, foco da pesquisa, o empreendimento destaca-se por sua modernidade e conectividade, atendendo às demandas de diferentes públicos. As torres abrigarão uma variedade de unidades, incluindo apartamentos com áreas de 37m² e 62m², salas comerciais com dimensões variando de 29m² a 54m², além de integrar 80 lojas em um ambiente de compras ao ar livre.

O método construtivo adotado para ambas as torres foi o concreto armado, uma técnica muito utilizada no Brasil, que funciona como um "esqueleto" estrutural composto por pilares, vigas e lajes. Nesse método, as paredes desempenham apenas o papel de fechamento/vedação e separação de ambientes. A torre residencial possui uma área total de 795,70 m², enquanto a torre empresarial abrange 608,63 m².

Duas características interessantes da Obra A são: primeiro, ela possui três níveis diferentes devido ao acesso por três ruas distintas, resultando em três térreos, cada um alinhado com o nível da rua correspondente. Em segundo lugar, as torres residencial e empresarial, juntamente com o edifício garagem, estão interligadas, possibilitando que, no futuro, as pessoas tenham acesso integral a toda a edificação.

Ambas as torres têm como principal objetivo revitalizar e transformar o centro de Caruaru, proporcionando uma experiência mais integrada entre moradia e trabalho. O empreendimento visa contribuir para a renovação do ambiente urbano, promovendo uma dinâmica que favorece a convivência, além de oferecer soluções modernas e funcionais para atender às demandas contemporâneas de viver e trabalhar na região central.

2.3 Critérios de análise

2.3.1 Tempo de execução

Existem algumas diferenças na execução dos dois tipos de revestimento de fachada. No caso do revestimento cerâmico, é necessário aguardar o tempo de carência entre as etapas de chapisco, emboço, assentamento da cerâmica e rejuntamento. Esse intervalo de tempo é importante para assegurar uma aderência adequada. Por outro lado, o revestimento em ACM não demanda esse período de carência, simplificando o processo de instalação. Essa distinção nas exigências de tempo de carência destaca-se como uma das características mais notáveis entre esses dois sistemas construtivos, influenciando não apenas a eficiência da aplicação, mas também na programação geral da obra.

Para avaliar o tempo de execução do revestimento cerâmico e do revestimento em ACM, a análise comparativa será conduzida por meio de planilhas contendo as informações do orçamento, do qual foram retiradas as áreas das fachadas, e do cronograma físico-financeiro da Obra A. O cronograma físico-financeiro foi elaborado e é monitorado por meio da plataforma *Prevision*, uma ferramenta destinada ao planejamento e gestão eficiente do canteiro de obras.

Para determinar a quantidade de dias necessários para execução do revestimento cerâmico, será calculado um fator em dias/m² (dias por metro quadrado) para as etapas de chapisco, emboço e assentamento das placas. Esse fator é necessário, pois o revestimento cerâmico não será utilizado em ambas as torres de estudo, mas será empregado no edifício garagem. Assim, tem-se os dados de área e tempo de execução desse revestimento nas torres.

Para o revestimento em ACM, não será necessário calcular esse fator, visto que o tempo de execução desse revestimento será retirado diretamente do cronograma físico-financeiro da obra, logo, estão previstos os prazos estimados para a execução desse revestimento.

2.3.1.1 Revestimento cerâmico

A aplicação do revestimento cerâmico é um processo que demanda um tempo significativo em cada etapa, sendo a NBR 13755 (ABNT, 2017) e NBR 7200 (ABNT, 1998) guias que informam como deve ser feita cada uma dessas etapas. Desde a preparação da superfície até o acabamento, a norma delinea critérios específicos para garantir a qualidade e durabilidade do revestimento. A aderência rigorosa a essas diretrizes não apenas assegura a conformidade com padrões de segurança e qualidade, mas também contribui para a eficácia e longevidade do revestimento cerâmico. Como mostrado na Figura 5 são 6 etapas que precisam ser realizadas para execução desse revestimento.

Figura 5 – Etapas para execução do revestimento cerâmico



Fonte: A autora (2024).

Para as etapas de limpeza do substrato, chapisco, emboço, assentamento da cerâmica e rejunte, a execução deve ser realizada de acordo com as diretrizes estabelecidas pela NBR 13755 (ABNT, 2017). Para as etapas iniciais de limpeza do substrato e assentamento das taliscas, a norma não especifica um tempo de carência necessário para a execução das etapas seguintes. Esta norma sugere um tempo de carência específico para as etapas de chapisco, emboço e assentamento da cerâmica, recomendando intervalos de 3 dias, 14 dias e 3 dias, respectivamente. E a etapa final do rejunte não demanda tempo específico.

Portanto, esse revestimento se caracteriza por uma execução que demanda um tempo substancial, resultando em um total de 20 dias. Contudo, é importante ressaltar que esse

investimento de tempo é necessário para garantir a qualidade, aderência e durabilidade do revestimento cerâmico, assegurando um resultado final resistente e esteticamente satisfatório.

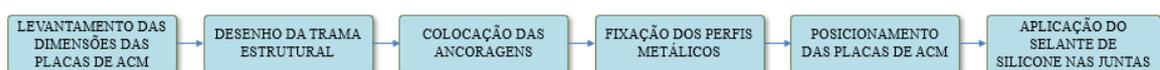
2.3.1.2 Revestimento em ACM

A instalação dos painéis de ACM demanda uma série de precauções, que vão desde a manipulação do material no canteiro de obras até a aplicação cuidadosa dos elementos de vedação e alinhamentos sobre a estrutura. Os painéis são entregues no local de trabalho já usinados, cortados e calandrados sob medida por meio de processos industriais, revestidos com um filme protetor e prontos para a instalação (Araujo; Tsuji, 2014).

Conforme mencionado anteriormente, o ACM é um material utilizado no SFV. Para a instalação da placa de ACM, é necessário que a estrutura da edificação esteja concluída, uma vez que SFV exige essa finalização. O processo de instalação requer um planejamento, desde o levantamento preciso das dimensões até a fixação das ancoragens e dos perfis metálicos (Araujo; Tsuji, 2014).

Um projeto detalhado de fachada é elaborado para garantir que as placas se adequem à estrutura do edifício, com acompanhamento constante da obra para verificar o cumprimento das especificações e identificar possíveis ajustes (Siqueira Júnior, 2003). A execução desse SFV utilizando o ACM é feita em 7 etapas, como mostrado na Figura 6.

Figura 6 – Etapas para execução do revestimento em ACM



Fonte: A autora (2024).

O procedimento de instalação é relativamente simples e começa com a fixação das estruturas auxiliares na fachada da edificação. Em seguida, é realizado o posicionamento das placas diretamente nos perfis metálicos, utilizando o método macho-fêmea para um encaixe rápido e eficiente. Essa etapa é conhecida pela sua simplicidade e agilidade, possibilitando que duas pessoas instalem em média 180m²/dia, demonstrando a eficiência do processo (Araujo; Tsuji, 2014). Esse alto rendimento diário contribui para a redução do tempo total de instalação do revestimento em ACM, o que ajuda na programação do restante das atividades da obra, garantindo uma conclusão dentro do prazo estipulado.

A aplicação do selante de silicone nas juntas de dilatação do ACM é realizada utilizando um selante próprio para uso externo e resistente à intempérie, garantindo a vedação adequada. Este passo marca o encerramento do processo de revestimento da fachada (Araujo; Tsuji, 2014).

O revestimento em ACM se destaca pela sua velocidade de instalação, já que não requer tempo de carência entre as etapas. Isso significa que o processo de instalação pode ser realizado de forma contínua e sem interrupções, resultando em economia de tempo e recursos. Essa característica faz com que o revestimento em ACM seja vantajoso em termos de produtividade.

2.3.2 Custos de execução

Durante anos, o setor da construção civil negligenciou a importância do custo e produtividade nas obras. No entanto, especialmente nas empresas de construção de maior porte, a racionalização e a industrialização do processo construtivo têm possibilitado alcançar resultados superiores em termos de tempo de execução, combinando uma qualidade construtiva satisfatória com ritmos de produção mais elevados. Isso mostra que a escolha por determinado revestimento não está somente associada ao valor em si, mas também à eficiência do processo construtivo e à produtividade da obra.

A análise do custo de execução para comparar o revestimento cerâmico e o revestimento em ACM será conduzida por meio de planilhas do orçamento da Obra A, que detalham o preço por metro quadrado dos serviços para a execução de cada revestimento.

Ao examinar os custos por metro quadrado do revestimento cerâmico e do revestimento em ACM, é necessário considerar não apenas o custo inicial de aquisição dos materiais, mas também os gastos relacionados à instalação, manutenção e durabilidade de cada tipo de revestimento. Aspectos como a facilidade de instalação, o tempo necessário para completar o trabalho e a vida útil esperada de cada material são relevantes nessa análise.

De acordo com a NBR 15575-1 (ABNT, 2013), a VU (vida útil) é definida como o período de tempo durante o qual um sistema pode ser utilizado sob condições satisfatórias de segurança, saúde e higiene. Por outro lado, a VUP (vida útil de projeto) de um elemento construtivo é uma medida de durabilidade indicada com base no pressuposto de que haverá um certo nível de manutenção.

Segundo a Tabela C.6 da NBR 15575-1 (ABNT, 2013), as vedações externas em painéis possuem VUP mínima maior ou igual a 40 anos e VUP superior maior ou igual a 60 anos. Já os revestimentos de fachada, tanto aderido quanto não aderido, tem VUP mínima maior ou igual a 20 anos e VUP maior ou igual a 30 anos.

Para a manutenção e limpeza do revestimento em ACM utiliza-se apenas água e detergente neutro para remover sujeiras mais profundas, para pichações, basta utilizar solventes adequados. A frequência de limpeza vai depender da agressividade do ambiente em que a fachada está inserida (Althof *et al.*, 2021). Já a durabilidade do revestimento cerâmico somente se concretizará se além de ser executado de forma adequada, receber durante sua vida útil manutenção preventiva, a qual compreende serviços de inspeções de rejuntas, selantes e placas cerâmicas e limpeza (Silva, 2001).

Ao tomar decisões sobre os materiais a serem utilizados na fachada, é importante considerar não apenas os custos iniciais de aquisição e instalação, mas também os custos de manutenção ao longo da vida útil do edifício. Esse enfoque holístico na análise de custos garantirá que a escolha do revestimento de fachada leve em conta tanto os aspectos técnicos quanto os financeiros, visando a melhor relação custo-benefício para o empreendimento.

2.3.3 Estética

A estética refere-se à apreciação da beleza, das formas artísticas e à harmonia das cores e formas, representando o que consideramos visualmente atraente. Quando aplicada ao projeto arquitetônico de um edifício, a estética não se limita apenas à questão estilística, mas também influencia a forma como interagimos com o ambiente construído e como nos sentimos nele. Por isso, é relevante considerar o impacto visual que a obra causará nas pessoas, além dos aspectos técnicos e funcionais.

Para comparar os dois revestimentos de fachada, será usado o projeto da obra que foi elaborado no software *Revit*. Serão realizadas renderizações com os dois tipos de materiais (cerâmica e ACM) nas fachadas para observar as diferenças estéticas mais relevantes entre elas. Essa abordagem permitirá avaliar visualmente como cada material se integra ao design geral do edifício e identificar as características estéticas distintas de cada um. Ao analisar as renderizações, será possível tomar decisões embasadas sobre qual revestimento oferece o melhor aspecto estético para o projeto em questão.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Primeiramente, serão apresentados os resultados relativos ao tempo de execução do revestimento cerâmico e do revestimento em ACM, os quais foram elaborados considerando o orçamento, do qual foram retiradas as áreas das fachadas, e o cronograma físico-financeiro da

obra. Em seguida, serão mostrados os custos de cada revestimento, calculados com base no orçamento da obra. Por fim, serão expostos os resultados referentes à estética, obtidos por meio do projeto e do acompanhamento da obra.

3.1 Tempo de execução dos revestimentos

Nos ANEXOS A e B estão os projetos das fachadas das torres residencial e empresarial, respectivamente, sendo cada torre composta por quatro fachadas. As áreas destacadas em laranja representam os locais onde foram conduzidas as análises comparativas entre o revestimento cerâmico e o revestimento em ACM para cada uma das torres.

Para determinar o tempo de execução do revestimento cerâmico, foram calculados fatores individuais para o chapisco, emboço e assentamento da cerâmica. Esses fatores foram calculados com base no orçamento e no cronograma físico-financeiro da obra. São eles:

- Fator chapisco $\rightarrow T.Ch./A.G. = 0,033$ dias/m²;
- Fator emboço $\rightarrow T.Em./A.G. = 0,065$ dias/m²;
- Fator assentamento da cerâmica $\rightarrow T.Ce./A.G. = 0,096$ dias/m².

Onde:

T.Ch. \rightarrow Tempo de execução do chapisco, em dias;

T.Em \rightarrow Tempo de execução do emboço, em dias;

T.Ce \rightarrow Tempo de execução do assentamento da cerâmica, em dias;

A.G. \rightarrow Área do edifício garagem, em m².

Portanto, para determinar o total de dias gastos na execução do revestimento cerâmico nas fachadas da torre residencial, basta multiplicar os fatores pela área de cada fachada, conforme a Tabela 1.

Tabela 1 – Tempo de execução do revestimento cerâmico para a torre residencial

FACHADA	ÁREA (m ²)	TEMPO DE EXECUÇÃO (dias)			TOTAL
		CHAPISCO	EMBOÇO	ASSENTAMENTO DA CERÂMICA	
Sul	1095,06	36	71	105	212
Norte	1095,06	36	71	105	212
Leste	724,64	24	47	70	141
Oeste	724,64	24	47	70	141
Total	3639,40	120	236	350	706

Fonte: A autora (2024).

No que diz respeito ao revestimento em ACM, as informações relacionadas ao tempo de execução da torre residencial foram obtidas diretamente do cronograma físico-financeiro da obra, como mostrado na Figura 7.

Figura 7 – Tempo de execução do revestimento em ACM para a torre residencial



Fonte: Empresa B (2024).

Logo, para determinar o tempo total necessário para a execução das quatro fachadas da torre residencial, basta somar a quantidade de dias que foi previamente definida no cronograma da obra, conforme a Tabela 2.

Tabela 2 – Tempo de execução do revestimento em ACM para a torre residencial

FACHADA	ÁREA (m ²)	TEMPO DE EXECUÇÃO (dias)
Sul	1095,06	80
Norte	1095,06	80
Leste	724,64	45
Oeste	724,64	45
Total	3639,40	250

Fonte: A autora (2024).

Com base nas Tabelas 1 e 2 apresentadas, é possível calcular a quantidade de metros quadrados executados por dia para cada tipo de revestimento. Para o revestimento cerâmico, a produção é de 5,15 m²/dia, enquanto para o revestimento em ACM é de 14,55 m²/dia. Essa

diferença indica que, em termos de cobertura por metro quadrado, o revestimento em ACM é mais eficiente do que o revestimento cerâmico. Essa discrepância pode ser atribuída à maior quantidade de dias necessários para concluir cada etapa do revestimento cerâmico, juntamente com os tempos de carência exigidos entre essas etapas.

A fim de determinar a quantidade de dias gastos na execução das quatro fachadas da torre empresarial com revestimento cerâmico, foram aplicados os mesmos fatores individuais para o chapisco, emboço e assentamento da cerâmica. Logo, basta multiplicar os fatores pela área de cada fachada, conforme a Tabela 3.

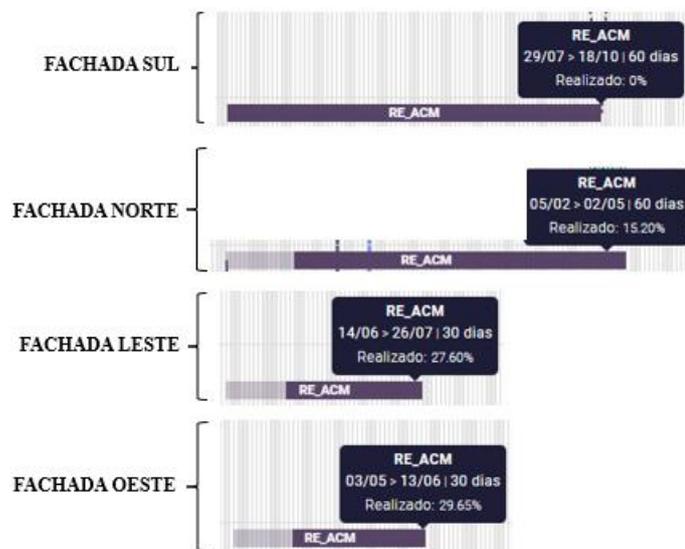
Tabela 3 – Tempo de execução do revestimento cerâmico para a torre empresarial

FACHADA	ÁREA (m ²)	TEMPO DE EXECUÇÃO (dias)			TOTAL
		CHAPISCO	EMBOÇO	ASSENTAMENTO DA CERÂMICA	
Sul	1017,19	34	66	98	198
Norte	1017,19	34	66	98	198
Leste	673,11	22	44	65	131
Oeste	673,11	22	44	65	131
Total	3380,60	112	220	326	658

Fonte: A autora (2024).

Visando obter os valores de tempo de execução para cada fachada da torre empresarial com revestimento em ACM, consultou-se o cronograma físico-financeiro da obra, conforme mostrado na Figura 8.

Figura 8 – Tempo de execução do revestimento em ACM para a torre empresarial



Fonte: Empresa B (2024).

Assim, para determinar o tempo total dedicado à execução do revestimento em ACM para a torre empresarial, basta somar os dias gastos para concluir cada fachada, como mostrado na Tabela 4.

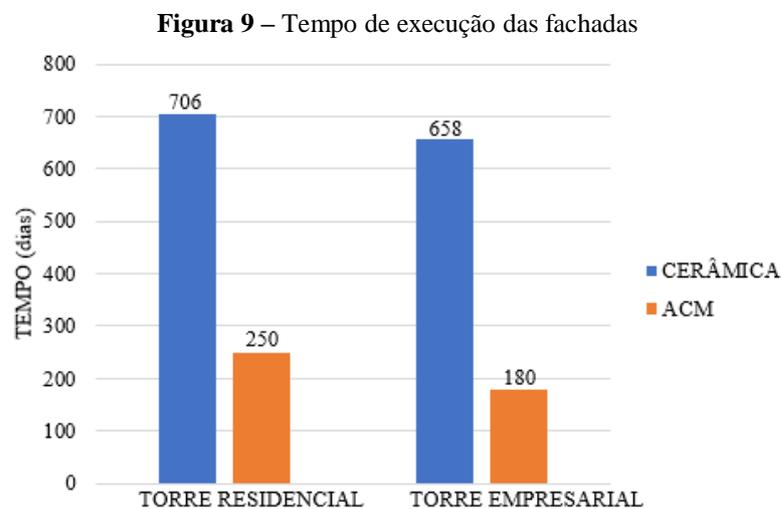
Tabela 4 – Tempo de execução do revestimento em ACM para a torre empresarial

FACHADA	ÁREA (m ²)	TEMPO DE EXECUÇÃO (dias)
Sul	1017,19	60
Norte	1017,19	60
Leste	673,11	30
Oeste	673,11	30
Total	3380,60	180

Fonte: A autora (2024).

Nessa torre, a produção do revestimento cerâmico mantém-se em 5,15 m²/dia, enquanto para o revestimento em ACM observa-se uma produção de 18,78 m²/dia. Esses resultados indicam que, mesmo havendo uma diminuição nas áreas das fachadas da torre empresarial em comparação com a torre residencial, a quantidade de metros quadrados executados por dia permanece a mesma para o revestimento cerâmico. Isso ocorre devido aos tempos de execução e carência serem constantes para cada etapa deste revestimento. Por outro lado, para o revestimento em ACM, houve uma diminuição no tempo de execução conforme a diminuição das áreas, resultando num aumento da produção.

Pode-se observar uma diferença significativa no tempo necessário para a execução do revestimento cerâmico em comparação com o revestimento em ACM. Para facilitar a compreensão dessa comparação foi elaborado o gráfico da Figura 9.



Fonte: A autora (2024).

Na torre residencial, a diferença é de 456 dias, enquanto na torre empresarial é de 478 dias. Essa discrepância decorre da agilidade na execução do ACM, devido a facilidade de aplicação da placa por encaixe.

3.2 Custos de execução dos revestimentos

Para esta segunda análise, foi levado em consideração o custo de cada serviço para execução de cada revestimento por metro quadrado retirado do orçamento da obra, já incluindo a mão de obra, como mostrado na Figura 10. Essa abordagem é importante para essa avaliação, uma vez que o custo total do projeto não se resume apenas ao material em si, mas também aos custos associados à sua instalação. Ao considerar o custo por metro quadrado com a inclusão da mão de obra, é possível obter uma visão mais precisa e realista dos custos envolvidos em cada opção de revestimento.

Figura 10 – Custos dos revestimentos por metro quadrado

02.007.004.005	REVESTIMENTO COM PASTILHA DE CERÂMICA CÚBICA (4,8 x 8,3 cm) ASSENTADA COM ARGAMASSA COLANTE INCLUINDO REJUNTAMENTO E LIMPEZA - m2	m2	303,2300	41,0797	12.456,59
02.007.002.001	REVESTIMENTO DE PAREDE COM PLACA DE ALUMÍNIO COMPOSTO (MATERIAL /MÃO DE OBRA TERCEIRIZADOS)	m2	1.095,0618	500,7678	548.371,69

Fonte: Empresa B (2024).

Para calcular o custo total dos revestimentos foi utilizado para a cerâmica o custo unitário de 41,08 R\$/m² e para o ACM o de 500,77 R\$/m². Observa-se que o custo unitário do revestimento em ACM é mais elevado do que o do revestimento cerâmico. Isso se deve ao fato de que esse material é de alta tecnologia e precisa passar por processos complexos de laminação das camadas de alumínio com o núcleo de polietileno durante a fabricação.

Após a obtenção desses valores a partir do orçamento, foram elaboradas tabelas individuais para cada torre com os dois revestimentos. Com isso, basta multiplicar esses valores pelas áreas das fachadas, conforme mostrado nas Tabelas 5 e 6.

Tabela 5 – Custo de execução dos revestimentos para a torre residencial

FACHADA	ÁREA (m ²)	CUSTO TOTAL (R\$)	
		REV. CERÂMICO	REV. ACM
Sul	1095,06	44.985,06	548.373,19
Norte	1095,06	44.985,06	548.373,19
Leste	724,64	29.768,21	362.877,97
Oeste	724,64	29.768,21	362.877,97
Total	3639,40	149.506,54	1.822.502,32

Fonte: A autora (2024).

Tabela 6 – Custo de execução dos revestimentos para a torre empresarial

FACHADA	ÁREA (m ²)	CUSTO TOTAL (R\$)	
		REV. CERÂMICO	REV. ACM
Sul	1017,19	41.786,16	509.378,23
Norte	1017,19	41.786,16	509.378,23
Leste	673,11	27.651,35	337.073,29
Oeste	673,11	27.651,35	337.073,29
Total	3380,60	138.875,02	1.692.903,04

Fonte: A autora (2024).

A diferença dos custos totais entre o revestimento cerâmico e o revestimento em ACM em ambas as torres é significativa, com a torre residencial apresentando um custo maior de R\$ 1.672.995,78 e a torre empresarial de R\$ 1.554.028,02. Essa disparidade é atribuída à maior durabilidade do revestimento em ACM, conforme a NBR 15575-1 (ABNT, 2013), bem como ao seu design mais moderno e personalizável, o que resulta em custos adicionais, mas também em benefícios estéticos e de longo prazo.

Além disso, o revestimento em ACM chega à obra com dimensões precisas para instalação, o que contribui para seu preço mais alto. Trata-se de um revestimento totalmente industrializado, o que justifica seu custo elevado. No entanto, apesar de ser mais caro, ele se mostra vantajoso em termos de custo-benefício, pois diferentemente do revestimento cerâmico, que requer cortes para se adequar à região que irá recebê-lo, o ACM não necessita de ajustes durante a aplicação.

Essa característica do revestimento em ACM de chegar na obra com dimensões precisas para instalação pode posicionar o material à frente do revestimento cerâmico em termos de preferência das empresas. Isso ocorre porque essa facilidade de instalação pode resultar em economia de tempo e mão de obra. Assim, a relação custo-benefício vai além do preço por metro quadrado do revestimento, já que outros fatores também entram nesse cálculo.

3.3 Estética dos revestimentos

O revestimento cerâmico e o ACM apresentam diferenças significativas em suas características estéticas. Uma das distinções evidentes é o tamanho das placas. O revestimento cerâmico geralmente é composto por placas menores, que podem variar em formas e tamanhos, proporcionando uma estética mais detalhada e tradicional. Por outro lado, o ACM é conhecido por suas placas maiores e uniformes, conferindo uma aparência mais moderna e *clean* às fachadas.

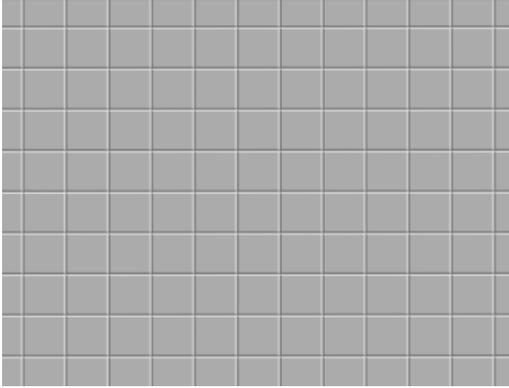
Além disso, a textura e o acabamento das placas também diferem entre o revestimento cerâmico e o ACM. Enquanto a cerâmica pode apresentar uma variedade de texturas, como superfícies lisas, rugosas ou texturizadas, o ACM geralmente possui uma aparência mais lisa e uniforme, sem grandes variações de textura. Isso pode influenciar a escolha do revestimento com base na preferência estética do projeto e nas necessidades específicas do cliente.

Para as fachadas das torres residencial e empresarial, as dimensões das placas de cerâmica e ACM são 10x10 cm e 125x212,1 cm, respectivamente. É importante avaliar a estética entre o revestimento cerâmico e o revestimento em ACM. No entanto, é importante lembrar que essa dimensão do ACM é apenas uma das utilizadas no projeto. Isso ocorre porque as placas são fabricadas em várias dimensões diferentes para se adaptarem a cada região de aplicação específica.

O revestimento cerâmico, com suas placas menores de 10x10 cm, proporciona uma estética mais detalhada e tradicional às fachadas. Essas placas menores permitem uma maior variedade de arranjos e padrões, possibilitando designs mais intrincados, como mostrado na Figura 11.

Por outro lado, o revestimento em ACM, com suas placas maiores de 125x212,1 cm, oferece uma estética mais moderna. O tamanho maior das placas proporciona uma aparência mais uniforme e simplificada às fachadas, com menos linhas de junção visíveis. Isso cria uma superfície mais lisa e contínua, como mostrado na Figura 12, que transmite uma sensação de elegância e sofisticação. Quanto à cor, tanto para a cerâmica quanto para o ACM, é utilizado o branco, com rejunte no caso da cerâmica e com selante no caso do ACM, também na cor branca.

Figura 11 – Aparência do revestimento cerâmico



Fonte: Adaptado da Empresa B (2024).

Figura 12 – Aparência do revestimento em ACM



Fonte: A autora (2024).

Para obter uma visão mais completa das fachadas das torres residencial e empresarial, foi realizado uma renderização utilizando o software *Revit* com aplicação do revestimento cerâmico, com o resultado mostrado na Figura 13. Em contrapartida, na Figura 14 é apresentada a renderização das fachadas das torres residencial e empresarial em ACM, retirada dos arquivos da Empresa B.

Figura 13 – Renderização com revestimento cerâmico



Fonte: A autora (2024).

Figura 14 – Renderização com revestimento em ACM



Fonte: Empresa B (2024).

3.4 Escolha do revestimento de fachada

Foi elaborado um resumo dos resultados das análises dos três critérios adotados no estudo, como mostrado na Tabela 7. Esta tabela inclui os dados relevantes sobre tempo de execução, custo e estética, tanto para o revestimento cerâmico quanto para o revestimento em ACM nas torres residencial e empresarial. Com isso, é possível identificar as principais diferenças de cada tipo de revestimento, auxiliando na justificativa da tomada de decisão em relação à escolha do revestimento mais adequado para a Obra A.

Tabela 7 – Resumo dos resultados de cada critério analisado

TORRE	REVESTIMENTO	TEMPO (dias)	CUSTO (R\$)	ESTÉTICA
RESIDENCIAL	Cerâmico	706	149.506,54	Intricada
	ACM	250	1.822.502,32	Lisa
EMPRESARIAL	Cerâmico	658	138.875,02	Intricada
	ACM	180	1.692.903,04	Lisa

Fonte: A autora (2024).

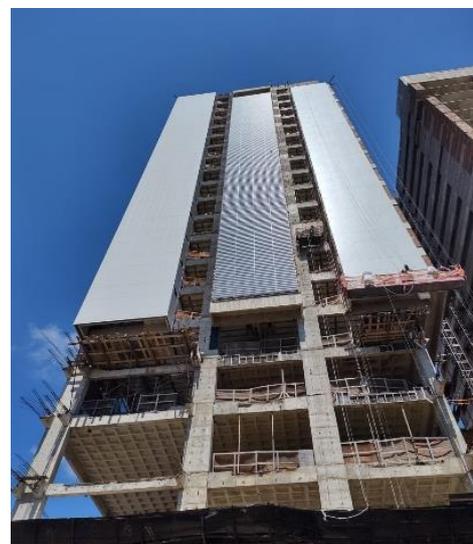
A comparação entre o tempo de execução do revestimento cerâmico e do revestimento em ACM, conforme demonstrado na Tabela 7, evidencia a agilidade do revestimento em ACM devido às dimensões maiores das placas e ao método de aplicação por encaixe. Esta conclusão é corroborada pelas Figuras 15 e 16, que apresentam uma diferença de apenas cinco dias entre elas.

Figura 15 – Fachada Leste da torre residencial (20/10/23)



Fonte: A autora (2024).

Figura 16 – Fachada Leste da torre residencial (25/10/23)



Fonte: A autora (2024).

No que se refere ao custo, a análise da Tabela 7 revela que o revestimento em ACM apresenta um custo inicial mais elevado em comparação com o revestimento cerâmico. No entanto, essa diferença de custo é compensada pela economia de tempo durante a execução da obra, resultando em um melhor custo-benefício a longo prazo. Quanto à estética, é observado que o revestimento em ACM oferece uma aparência mais uniforme e moderna em comparação com o revestimento cerâmico, como mostrado na Figura 17.

Figura 17 – Fachada Sul da torre residencial finalizada



Fonte: A autora (2024).

Em virtude de todas essas análises, o ACM foi escolhido como a opção de revestimento para as fachadas das torres residencial e empresarial para a Obra A. Inclusive, o andamento do revestimento em ACM das torres residencial e empresarial estão mostrados na Tabela 8, conforme cronograma atual da obra.

Tabela 8 – Andamento do revestimento em ACM da Obra A

FACHADA	TORRE RESIDENCIAL	TORRE EMPRESARIAL
Sul	Finalizada	0%
Norte	85,50%	12,20%
Leste	Finalizada	27,60%
Oeste	Finalizada	29,65%

Fonte: Adaptado da Empresa B (2024).

Devido ao porte da construção, destaca-se a centralidade atribuída ao tempo de execução, tornando-se um critério determinante durante a seleção do revestimento de fachada. Para além da consideração do custo dos materiais, a equipe adotou uma abordagem estratégica, ponderando sobre o impacto do tempo de execução na conclusão eficiente da obra e na durabilidade a longo prazo. Essa decisão reflete uma abordagem integrada que busca equilibrar não apenas o aspecto financeiro, mas também a eficiência no processo construtivo.

4 CONCLUSÕES

Através das análises dos critérios adotados, foi possível identificar a relevância que cada um tem para a tomada de decisão sobre qual tipo de revestimento de fachada escolher. Por isso, o estudo de caso proporcionou uma compreensão da importância de avaliar as características individuais de cada tipo de revestimento, levando em consideração não apenas os critérios isolados, mas também os benefícios que cada opção oferece. Essa abordagem permite uma escolha mais informada e alinhada com os objetivos e necessidades específicas de cada projeto.

No quesito de tempo, custo e estética, verificou-se que o revestimento em ACM demanda um investimento inicial mais elevado em comparação com o revestimento cerâmico aderido, mas proporciona um tempo de execução mais rápido e uma estética mais moderna e *clean*. Juntamente a isso, destaca-se que o revestimento em ACM oferece uma VUP substancialmente maior, conforme a NBR 15575-1 (ABNT, 2013), o que reforça sua viabilidade econômica a longo prazo, compensando o investimento inicial mais alto com economias e benefícios adicionais ao longo do tempo.

A escolha pelo revestimento em ACM destaca-se por suas características de durabilidade e facilidade de manutenção, que contribuem significativamente para um melhor desempenho a longo prazo, valorizando o projeto e mitigando possíveis despesas futuras com reparos e manutenção. Essa abordagem demonstra uma visão holística de projeto, que não apenas prioriza o aspecto financeiro, mas também a qualidade.

Em suma, o estudo de caso destaca a importância de considerar novos materiais e tecnologias construtivas no setor da construção civil. Deixando claro que os aspectos econômicos, executivos, estéticos e de qualidade podem influenciar significativamente a decisão das empresas na hora da escolha do método construtivo. Reconhecendo que a adoção de novos materiais e tecnologias pode proporcionar vantagens competitivas significativas no mercado da construção civil.

Por fim, para a continuidade deste estudo, além da análise de tempo de execução, custo e estética, sugere-se realizar uma análise do custo incluindo também outros critérios como manutenção e durabilidade dos revestimentos, e um estudo para comparar a quantidade de resíduos gerados em cada tipo de revestimento. Essa análise permitiria uma compreensão dos impactos ambientais gerados por cada revestimento. Além disso, seria interessante realizar uma comparação entre os dois revestimentos para verificar as propriedades térmicas e acústicas de cada um, visando entender melhor como cada revestimento influencia no conforto ambiental dentro dos edifícios.

REFERÊNCIAS

- ALTHOF, R. B.; PASSOLD, D.; MARQUES, T. D. **Análise comparativa de revestimento de fachada: estudo de caso de substituição do revestimento cerâmico aderido por revestimento de acm em fachada ventilada em um.** Revista Brasileira de Desenvolvimento, [S. l.], v. 9, pág. 93926–93942, 2021. Disponível em: <<https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/36669>>. Acesso em: 16 mai. 2023.
- ANFACER. **Números do Setor Cerâmico**, 2023. Disponível em: <<https://www.anfacer.org.br/setor-ceramico/numeros-do-setor1>>. Acesso em: 10 jul. 2023.
- ARAUJO, A.; TSUJI, N. **Revestimento em ACM: Uso na Arquitetura e Comunicação Visual Guia Prático e Didático**. 1. ed. Rio de Janeiro: A4, 2014. p. 8-159.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13816: Placas cerâmicas para revestimento – Terminologia**. Rio de Janeiro: ABNT, 1997.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15446: Painéis de chapas 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. **NBR 15575-1: Edificações habitacionais - Desempenho Parte 1: Requisitos gerais**. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7200: Execução de revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – Procedimento**. Rio de Janeiro: ABNT, 1998.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13755: Revestimentos cerâmicos de fachada e paredes externas com utilização de argamassa colante – Procedimento**. Rio de Janeiro: ABNT, 2017.

BARROS, H. E. B.; FERREIRA, D. S.; SILVA, A. F. P.; SOUSA, J. N.; NASCIMENTO, L. G. do; CHAVES, A. R. F. L.; CAJUEIRO, M. R. C. **Revestimento cerâmico de fachada: estudo dos possíveis agentes de degradação no descolamento de peças cerâmicas.** Revista Brasileira de Desenvolvimento, [S. l.], v. 6, n. 12, p. 96670–96681, 2020. Disponível em: <<https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/21360>>. Acesso em: 6 mar. 2024.

CANTORI. **Fachada ventilada de metal**, 2023. Disponível em: <<https://engenhariadiagnostika.com.br/blog/laudo-tecnico/patologias-em-revestimentos-de-fachadas/>>. Acesso em: 7 out. 2023.

CAUSS, L. W. **Sistema de fachada ventilada em edificações: características, métodos executivos e aplicações**, 2014. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/7445/browse?value=Causs%2C+Leonel+Werlich&type=author>>. Acesso em: 16 out. 2023.

COSTA, A. S.; NASCIMENTO, A. V.; CRUZ, E. B.; TERRA, L. L.; SILVA, M. R. **O uso do método de caso na ciência da informação no Brasil**, 2013. Disponível em: <<https://www.revistas.usp.br/>>. Acesso em: 24 set. 2023.

DUTRA, M. R. **Caracterização de Revestimentos em Fachadas Ventiladas: Análise de comportamento**, 2010. Disponível em: <<https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/cursos/mec/dissertacao/2353642268828>>. Acesso em: 13 jun. 2023.

ENGENHARIA DIAGNÓSTIKA. **Patologias em revestimentos de fachadas**, 2020. Disponível em: <<https://engenhariadiagnostika.com.br/blog/laudo-tecnico/patologias-em-revestimentos-de-fachadas/>>. Acesso em: 7 out. 2023.

FONSECA, J. J. S. **Metodologia da pesquisa cinética**, 2002. Disponível em: <www.ia.ufrj.br/ppgea/conteudo/conteudo-2012-1/1SF/Sandra/apostilaMetodologia.pdf>. Acesso em: 11 dez. 2023.

LOIOLA, F. K.; MACRAOZZO, W. **Conheça os cuidados para instalação de painéis de ACM em fachadas**, 2019. Disponível em: <<https://www.aecweb.com.br/revista/materias/conheca-os-cuidados-para-instalacao-de-paineis-de-acm-em-fachadas/19142>>. Acesso em: 20 ago. 2023.

LUZ, D. **Revestimento construtivo ganha força com ACM**, 2017. Disponível em: <<https://www.contramarco.com/post/especial-edi%C3%A7%C3%A3o-123-revestimento-construtivo-ganha-for%C3%A7a-com-acm>>. Acesso em: 16 mai. 2023.

LUZ, M. A. **Manifestações patológicas em revestimentos cerâmicos de fachada em três estudos de caso na cidade de Balneário Camboriú**, 2004. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/87309>>. Acesso em: 10 jun. 2023.

MARTINS, A. A.; SILVA, J. C.; FIALHO, P. **F. Viabilidade econômica de painéis de alumínio composto em retrofit de fachadas: comparativo com sistema convencional**, 2018. Disponível em: <https://repositorio.alfaunipac.com.br/publicacoes/2020/440_viabilidade_economica_de_paineis_de_aluminio_composto_em_retrofit_de_f.pdf>. Acesso em: 09 mai. 2023.

MATERIALS. Conheça as vantagens das fachadas ventiladas,

2015. Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/br/775512/conheca-as-vantagens-das-fachadas-ventiladas>>. Acesso em: 20 ago. 2023.

MISSAU, A. K. Sistema de fachadas ventiladas: características e análises, 2022. Disponível em: <<https://lume.ufrgs.br/handle/10183/241009>>. Acesso em: 10 jun. 2023.

MOURA, E. Fachadas respirantes: Fachadas ventiladas combinam funções estéticas com bom desempenho térmico, além de contribuir para reduzir cargas do condicionamento de ar. *Techne: a revista do engenheiro civil*, São Paulo, v. 1, n. 144, p. 42-49, 2009. Disponível em: <http://esp.inovatecconsultores.com.br/lib/media/imprensa/techne/144/techne_144_fachada_v_ventilada_capa.pdf>. Acesso em: 16 out. 2023.

OLEARI, K. A. Patologia no Revestimento Cerâmico de Fachada em Edificação da Região Administrativa de Águas Claras, 2015. Disponível em: <<https://xdocz.com.br/doc/4-oleari-2015-patologia-no-revestimento-ceramico-pospdf280lxrgjdg8w>>. Acesso em: 10 jun. 2023.

OLIVEIRA, P. M. F. Execução de fachada com revestimento cerâmico conforme a NBR 13755, 2020. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/22895?locale=pt_BR>. Acesso em: 09 mai. 2023.

PEZZATO, L. Patologias no sistema de revestimento cerâmico: Um Estudo de Casos em Fachadas, 2010. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18141/tde-30042010-101558/publico/leila_pezzato.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2023.

REIS, M. Painéis de ACM podem ser utilizados na fachada de diversos tipos de edifício, 2018. Disponível em: <https://www.aecweb.com.br/revista/materias/paineis-de-acm-podem-ser-utilizados-na-fachada-de-diversos-tipos-de-edificio/17968?utm_source=sales_force&utm_=>>. Acesso em: 13 jun. 2023.

RESENDE, M. D. O. Propostas de sistemas construtivos para fachada baseadas em características, propriedades, custo e benefício dos materiais, 2017. Disponível em: <<https://repositorio.uniceub.br/jspui/handle/prefix/13219>>. Acesso em: 20 ago. 2023.

RIBEIRO, M. Durabilidade na construção: Estimativa da vida útil de fachadas ventiladas, 2010. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10216/58586>>. Acesso em: 20 ago. 2023.

ROSCOE, M. T. Patologias em revestimento cerâmico de fachada, 2008. Disponível em: <<https://www.yumpu.com/pt/document/read/12524045/patologias-em-revestimento-ceramico-de-fachada-cecc-ufmg>>. Acesso em: 10 jun. 2023.

SANTOS, C. D. Revestimentos em fachadas: texturas x cerâmicas, 2012. Disponível em: <<https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/BUOS-9AHG9S>>. Acesso em: 11 dez. 2023.

SILVA, A. J. C. Descolamentos dos revestimentos cerâmicos de fachada na cidade do Recife. 2001. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001. Disponível em: <<https://repositorio.usp.br/item/001171340>>. Acesso em: 13 fev. 2024.

SILVA, C. O. **Sistema de fachada ventilada em edifícios**, 2013. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/BUBD9GBP5R/1/monografia_fachada_ventilada_2013.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2023.

SIQUEIRA JÚNIOR, A. A. **Tecnologia de fachada cortina com placas de grês porcelanato**, 2003. Disponível em: <www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde-24042003-170338/publico/Revisada.PDF>. Acesso em: 08 jan. 2024.

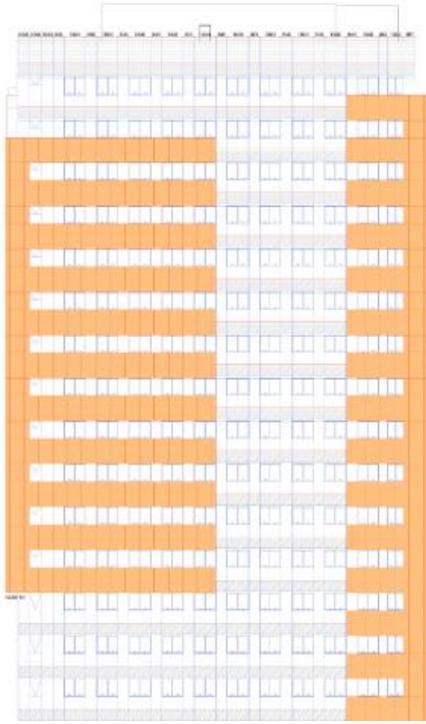
TRAVISOL NETO, O. **Métodos e técnicas de pesquisa**, 2017. Disponível em: <<https://pt.scribd.com/document/423677412/Met-Tec-Pesquisa>>. Acesso em: 11 dez. 2023.

TSUJI, N. **Projetos em ACM: 5 ideias inovadoras para se destacar no mercado**, 2021. Disponível em: <<https://digital.feirafutureprint.com.br/oportunidades/projetos-em-acm-5-ideias-inovadoras-para-se-destacar-no-mercado>>. Acesso em: 19 jul. 2023.

VEDOVELLO, C. A. **Gestão de projetos de fachadas**, 2012. Disponível em: <<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde-06062013-163302/pt-br.php>>. Acesso em: 13 jul. 2023.

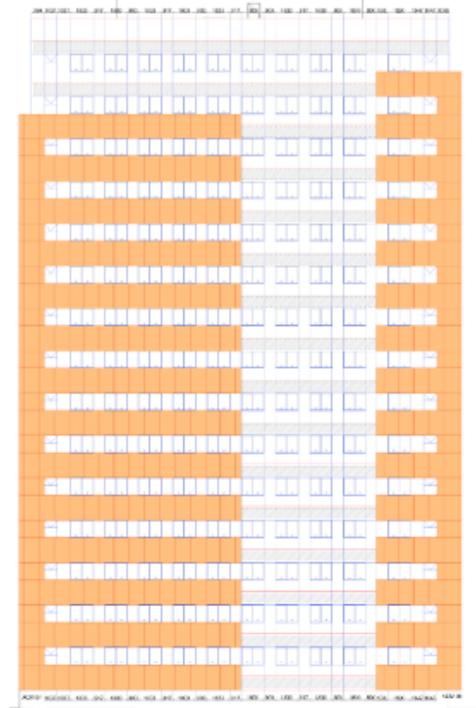
ANEXO A – FACHADAS DA TORRE RESIDENCIAL

Figura A.1 – Fachada Sul



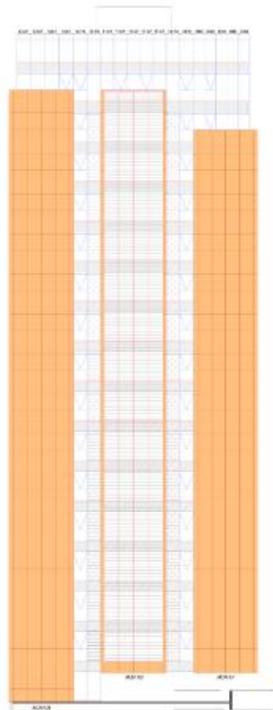
Fonte: Empresa B (2024).

Figura A.2 – Fachada Norte



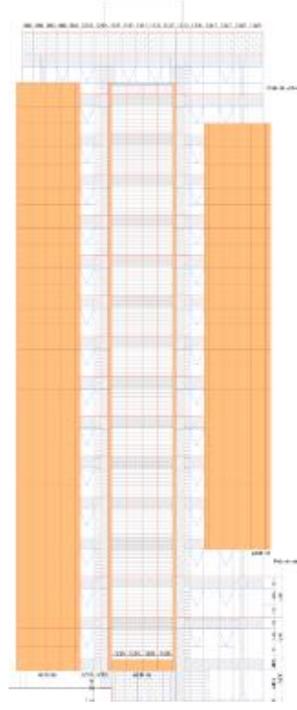
Fonte: Empresa B (2024).

Figura A.3 – Fachada Leste



Fonte: Empresa B (2024).

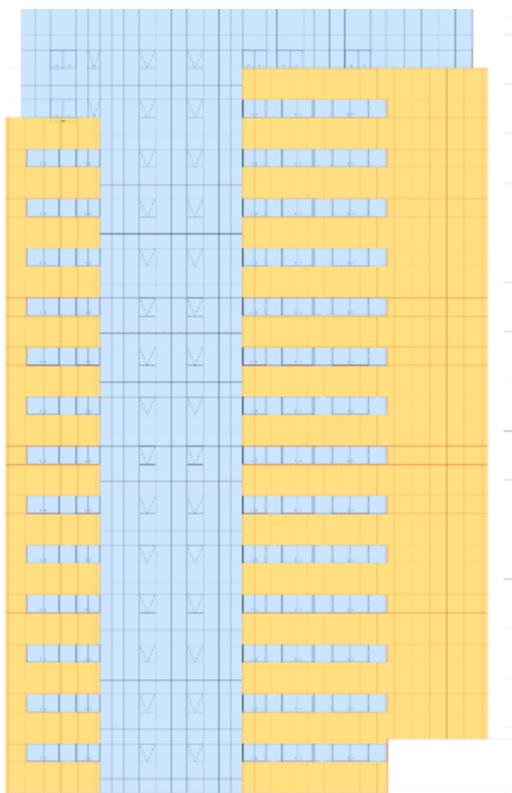
Figura A.4 – Fachada Oeste



Fonte: Empresa B (2024).

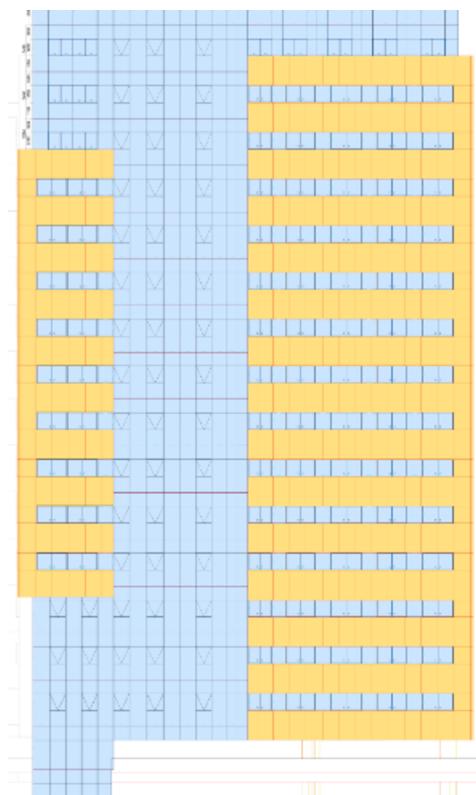
ANEXO B – FACHADAS DA TORRE EMPRESARIAL

Figura B.1 – Fachada Sul



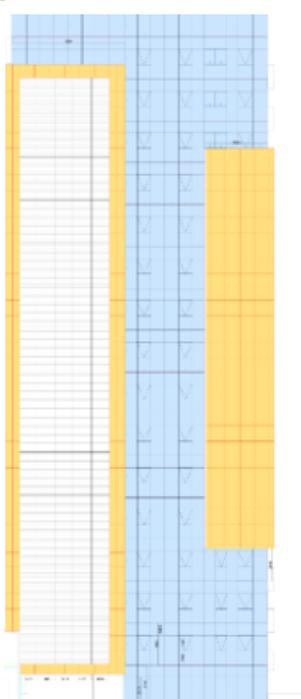
Fonte: Empresa B (2024).

Figura B.2 – Fachada Norte



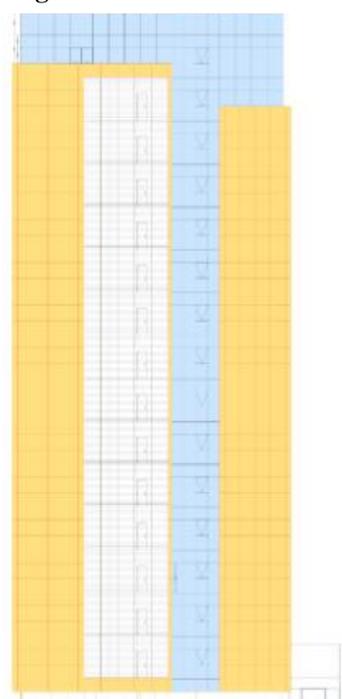
Fonte: Empresa B (2024).

Figura B.3 – Fachada Leste



Fonte: Empresa B (2024).

Figura B.4 – Fachada Oeste



Fonte: Empresa B (2024).

DAIANE MARLI DA SILVA

**REVESTIMENTO DA FACHADA DE UMA EDIFICAÇÃO DE USO MISTO
LOCALIZADA EM CARUARU-PE: análise comparativa entre revestimento cerâmico e
revestimento em ACM**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso de Engenharia Civil do Campus Agreste da Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, na modalidade de artigo científico, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Civil.

Área de concentração: Construção Civil

Aprovado em 26 de março de 2024.

BANCA EXAMINADORA

Prof.^a Dr.^a Dannúbia Ribeiro Pires (Orientadora)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof.^a Dr.^a Maria Victória Leal de Almeida Nascimento (Avaliadora)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Flávio Eduardo Gomes Diniz (Avaliador)
Universidade Federal de Pernambuco