

**SISTEMA DE FACHADA VENTILADA EM PORCELANATO: SOLUÇÕES E
DETALHES PROJETUAIS EM EDIFICAÇÕES NO ESPÍRITO SANTO*****VENTILATED PORCELAIN FACADE SYSTEM: SOLUTIONS AND DESIGN
DETAILS IN BUILDINGS IN ESPÍRITO SANTO***Jean Claudio Rodrigues da Silva¹Clarisse Pereira Pacheco²

RESUMO: Com os avanços na construção civil e o constante desenvolvimento de tecnologias inovadoras, novos sistemas construtivos emergem, destacando-se a fachada ventilada em porcelanato. Este trabalho propõe uma análise abrangente das edificações no Espírito Santo que adotaram esse sistema, com foco nos detalhes projetuais, visando a proposição de soluções para um edifício com manifestações patológicas. O método adotado para atingir esse propósito consiste em um estudo de caso de três edificações. Para isso, serão utilizadas análises de projetos, imagens fotográficas, e consultas a documentos e normas técnicas específicas ao sistema de fachada ventilada. Essa abordagem tem o intuito de compreender as concepções e métodos empregados na implementação desse sistema, destacando a importância crucial de um projeto detalhado para a execução bem-sucedida dessa solução construtiva. Os resultados obtidos evidenciam as vantagens associadas à fachada ventilada em porcelanato, tais como a redução significativa da absorção de calor e umidade, melhorias substanciais no desempenho térmico e acústico, além de se apresentar como uma solução eficaz para manifestações patológicas. Adicionalmente, este sistema confere uma estética moderna e sofisticada às edificações. A análise abrange, também, as manifestações patológicas eventualmente associadas a esse sistema. Por fim, todas as soluções obtidas durante as etapas anteriores são implementadas, culminando na apresentação de um projeto para uma edificação que apresenta manifestações patológicas, sendo estas solucionadas eficazmente por meio do sistema de fachada ventilada em porcelanato.

Palavras-chave: Sistema de Fachada Ventilada; Porcelanato; Desempenho.

ABSTRACT: With advances in civil construction and the continuous development of innovative technologies, new construction systems are emerging, with the ventilated porcelain facade standing out. This study proposes a comprehensive analysis of buildings in Espírito Santo that have adopted this system, focusing on project details and aiming to propose solutions for a building with pathological manifestations. The method adopted to achieve this purpose involves a case study of three buildings. For this, project analyses, photographic images, and consultations with documents and technical standards specific to the ventilated facade system will be used. This approach aims to understand the concepts and methods employed in the implementation of this system, emphasizing the crucial importance of a detailed project

¹ Centro Universitário Salesiano – UniSales. Vitória/ES, Brasil. jean.rds99@gmail.com.

² Centro Universitário Salesiano – UniSales. Vitória/ES, Brasil. cpacheco@salesiano.br.

for the successful execution of this construction solution. The results obtained highlight the advantages associated with the ventilated porcelain facade, such as a significant reduction in heat and moisture absorption, substantial improvements in thermal and acoustic performance, and an effective solution for pathological manifestations. Additionally, this system imparts a modern and sophisticated aesthetic to the buildings. The analysis also encompasses pathological manifestations potentially associated with this system. Finally, all solutions obtained during the previous stages are implemented, culminating in the presentation of a project for a building experiencing pathological manifestations, effectively resolved through the ventilated porcelain facade system.

Keywords: Ventilated Facade System; Porcelain; Performance

1 INTRODUÇÃO

Com o progresso da indústria da construção civil e os avanços tecnológicos, surgiram e foram aplicados no mercado novos métodos de construção. No entanto, muitos profissionais não acompanharam essa evolução e não absorveram o conhecimento necessário para incorporar essas inovações em seus projetos. Um exemplo de sistema construtivo que se destaca é a fachada ventilada em porcelanato.

A fachada ventilada em porcelanato é um sistema utilizado em edifícios, no qual placas de porcelanato são fixadas na parte externa do prédio através de um sistema de fixação mecânica. Esse método cria um espaço de ar entre a parede externa do edifício e as placas de porcelanato, permitindo a circulação e ventilação do ar. Como resultado, a fachada ventilada reduz a absorção de calor e umidade, aprimorando o desempenho térmico e acústico do edifício. Além disso, esse sistema confere uma aparência moderna e sofisticada.

Com o passar do tempo, é comum que as construções apresentem diversas manifestações patológicas quando não recebem a devida manutenção, quando são construídas com materiais de baixa qualidade ou quando estão expostas às intempéries.

A introdução desses novos sistemas no mercado de forma pouco divulgada dificulta que novos profissionais tomem conhecimento dessas soluções construtivas. Portanto, as vantagens e desvantagens, bem como os métodos de aplicação, desenvolvimento de projetos e custos associados a esses sistemas, ficam ocultos. No entanto, é igualmente importante compreender por que e quando utilizar esse sistema nos projetos.

Nesse contexto, o objetivo geral deste estudo de casos realizado no estado do Espírito Santo é identificar edifícios que adotaram o sistema de fachada ventilada em porcelanato e determinar quais problemas foram solucionados por meio dessa escolha construtiva. Além disso, busca-se discutir a importância de um projeto detalhado para a execução bem-sucedida dessa solução construtiva.

Os objetivos específicos deste trabalho são analisar os estudos de caso de fachadas ventiladas em porcelanato no Espírito Santo, destacando as soluções aplicadas em resposta a problemas específicos que levaram à adoção deste sistema construtivo. Serão identificados os problemas enfrentados pelos edifícios que adotaram fachadas

ventiladas em porcelanato, explorando como essa abordagem solucionou questões relacionadas à durabilidade, conforto térmico, acústico e estética. Além disso, o estudo visa propor soluções customizadas para os problemas identificados, considerando o design da fachada, materiais de revestimento, sistema de fixação e outras medidas para aprimorar o desempenho e a eficiência do sistema. Serão apresentadas diferentes alternativas de solução, avaliando seus pontos positivos e negativos, incluindo critérios como custo, eficiência energética, durabilidade, manutenção e estética, com o propósito de fornecer informações abrangentes para orientar profissionais e decisores na seleção da abordagem mais adequada às suas necessidades.

2 REVISÃO DE LITERATURA

A revisão tem como intuito abordar e compreender as teorias e conceitos relevantes no que se diz respeito ao tema do trabalho, serão levantados os conceitos sobre fachada, sistemas existentes para fachada ventilada e materiais que possam ser utilizados

2.1 FACHADA

A fachada desempenha um papel fundamental na valorização de um edifício. Além de servir como invólucro, ela é responsável por transmitir a imagem e causar o primeiro impacto, tornando-se importante que apresente uma aparência visual e estética agradável e atrativa. No entanto, a fachada também desempenha um papel essencial na garantia de conforto, tanto em termos de controle da umidade e temperatura, quanto em relação à redução do ruído acústico. Portanto, é fundamental considerar tanto os aspectos estéticos quanto funcionais ao projetar e construir uma fachada de qualidade (Dutra, 2010).

Em termos construtivos, um edifício pode ser considerado como um sistema composto por diferentes partes ou subsistemas, tais como fundações, estrutura, vedações verticais internas e externas, instalações, vedações horizontais, cobertura, impermeabilização e outros. A vedação vertical externa, também conhecida como vedação da fachada ou simplesmente fachada, é um dos subsistemas do edifício que consiste em elementos que dividem e definem os espaços internos dos externos, controlando a influência de agentes indesejáveis e servindo como o invólucro do edifício. Nesse contexto, as esquadrias e o revestimento fazem parte da vedação da fachada. No entanto, do ponto de vista construtivo, em alguns casos, os revestimentos podem ser considerados separadamente devido à sequência de execução dessas atividades dentro do conjunto de serviços. (ABNT NBR 15575-4, 2013).

2.2 FACHADA VENTILADA

A Fachada Ventilada pode ser descrita como um sistema de proteção e revestimento externo para edifícios, no qual há um espaço entre a parede do edifício e o revestimento, formando uma câmara de ar em movimento. O termo "ventilada" é utilizado porque essa câmara de ar permite uma ventilação natural e constante da parede do edifício, por meio do princípio de convecção (ar frio entra pela parte

inferior e ar quente é expelido pela parte superior). Com esse sistema de "arejamento" da parede, evita-se a ocorrência comum de umidade e condensação, características das fachadas convencionais, resultando em um maior conforto térmico. (Loureiro C. E Loureiro M., 2006).

Segundo Campos, 2011 a fachada ventilada apresenta as seguintes vantagens comparadas com o sistema de revestimento tradicionalmente aderido: Redução do consumo de energia; Menor absorção de calor durante o verão, resultando em economia nos custos de ar condicionado; Preservação das características estéticas e técnicas ao longo do tempo; Cores dos revestimentos mantidas, sem serem afetadas pela luz ou ação de agentes atmosféricos; Prevenção de problemas relacionados à umidade, eflorescências ou infiltração nas áreas externas, evitando o surgimento de manifestações patológicas; Não acumula poeira ou sujeira, sendo facilmente limpo pelo efeito da chuva, especialmente no caso de revestimentos em porcelanato; Resistência à poluição e corrosão; Auxílio na dispersão da umidade; Proteção da vedação externa contra chuva e baixas temperaturas; Menor deterioração da fachada, resultando em redução dos custos de manutenção; Resultados satisfatórios em projetos de renovação; Possibilidade de utilização em reformas de fachadas sem a necessidade de remover o revestimento antigo; Melhoria do conforto térmico e acústico; Alta produtividade e facilidade de manutenção; Redução dos efeitos da dilatação térmica na estrutura do edifício; Melhoria do conforto térmico e acústico; Alta produtividade e facilidade de instalação; Eliminação do risco de descolamento dos revestimentos; Redução do prazo de construção.

2.3 SISTEMA DE FIXAÇÃO

Os dispositivos utilizados para fixação da fachada ventilada são classificados em dois tipos principais: fixação pontual e com subestrutura. No caso da fixação pontual, são empregados insertos metálicos para ancoragem das placas, proporcionando uma sustentação individualizada. Já na fixação com subestruturas, as placas são fixadas com o auxílio de uma subestrutura auxiliar, que serve como uma estrutura de suporte contínua para as placas, garantindo sua estabilidade e integridade. Essa subestrutura auxiliar desempenha um papel fundamental na distribuição uniforme das cargas e no alinhamento adequado das placas ao longo da fachada ventilada. Portanto, a escolha entre fixação pontual ou direta dependerá das características específicas do projeto e das necessidades estruturais da fachada ventilada em questão. (Siqueira Júnior, 2003).

Os insertos metálicos, inicialmente desenvolvidos para a fixação de placas de pedras, como mármore e granitos, em fachadas, desempenham um papel fundamental no sistema. Esses insertos são ancorados na estrutura do edifício e conectam as placas entre si, garantindo uma fixação segura na estrutura de suporte. Além disso, eles desempenham um papel fundamental na resistência aos esforços horizontais, graças à sua capacidade de resistência transversal ao corte. Com isso, os insertos metálicos asseguram a estabilidade e durabilidade da fachada ventilada, proporcionando um sistema robusto e confiável. (Cardoso, 2009, *apud* Spezia, Amanda, 2017).

2.3.1 Fixação pontual

A fachada ventilada com porcelanato pode ser executada com fixações aparentes ou ocultas, utilizando sistemas de fixação pontuais ou subestruturas.

É importante ressaltar que a escolha entre fixações aparentes ou ocultas na fachada ventilada com porcelanato pode depender de diversos fatores, como o design arquitetônico desejado, as características do edifício e as preferências estéticas. As fixações aparentes podem conferir um aspecto mais industrial e contemporâneo à fachada, enquanto as fixações ocultas proporcionam uma aparência mais limpa e minimalista. (Siqueira Júnior, 2003).

No que diz respeito à durabilidade e resistência do sistema, as fixações pontuais com inserts metálicos têm se mostrado altamente confiáveis, desde que dimensionadas e instaladas corretamente. Essas fixações são projetadas para suportar as cargas estáticas e dinâmicas da fachada, bem como resistir aos efeitos das intempéries e mudanças térmicas. (Siqueira Júnior, 2003).

Nesse sistema, são empregados inserts metálicos como elementos de fixação pontual, os quais são inseridos nas placas de porcelanato e fixados à estrutura da fachada. Esses inserts metálicos são cuidadosamente projetados para suportar os esforços horizontais da fachada, conferindo estabilidade e segurança ao sistema. Eles são fixados à estrutura do edifício, como vigas ou pilares, e conectam as placas de porcelanato entre si. (Siqueira Júnior, 2003).

Essa técnica de fixação pontual, conforme pode ser vista na figura 1, possibilita uma distribuição uniforme das cargas na fachada, evitando a concentração de tensões em pontos específicos. Além disso, proporciona maior flexibilidade no projeto, permitindo a criação de diversos padrões e arranjos das placas de porcelanato. (Siqueira Júnior, 2003).

Figura 1 – Insert duplo – Sistema pontual



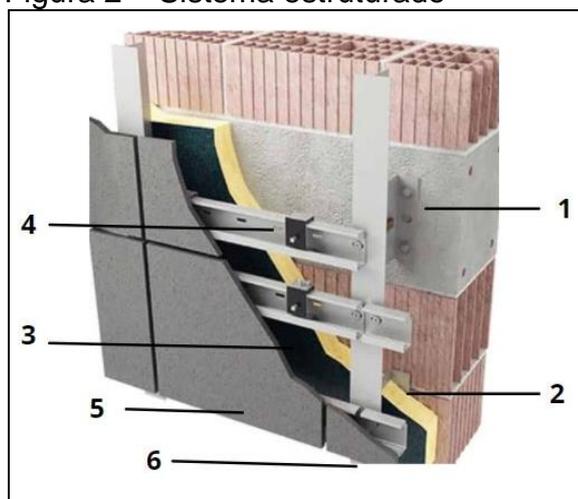
Fonte: Elaboração própria (2023).

2.3.2 Fixação com sistema estruturado

No sistema de fachada ventilada estruturado com subestruturas, a instalação segue um método semelhante ao uso de grampos metálicos. Nesse caso, as peças de porcelanato são apoiadas em trilhos compostos por perfis de alumínio que percorrem todo o comprimento da fachada. Esse sistema é especialmente adequado para revestimentos mais pesados e de grande espessura, uma vez que requer entalhes para garantir um encaixe adequado e seguro das peças. (Construlink 2006, p. 2)

A utilização de trilhos e perfis de alumínio proporciona uma base estrutural sólida e estável para o sistema de fachada ventilada e pode ser vista na figura 2. Essa estrutura é responsável por suportar o peso das placas de porcelanato, bem como resistir às forças externas, como vento e outras cargas. Além disso, os trilhos permitem a correta ventilação entre a parede externa do edifício e as placas de porcelanato, contribuindo para o desempenho térmico e a preservação da fachada. (Construlink, 2006, p. 2)

Figura 2 – Sistema estruturado



Fonte: Eliane Revestimentos (2023).

2.2 REVESTIMENTOS

O revestimento desempenha um papel fundamental na fachada ventilada, atuando tanto como proteção da parede externa do edifício quanto com uma função estética. Além disso, a estrutura de fixação desempenha um papel relevante, pois fornece a estabilidade necessária ao sistema e garante o afastamento adequado para a criação da câmara de ar, que possibilita a ventilação natural essencial para o funcionamento do sistema (Dutra, 2010).

É importante ressaltar que o revestimento escolhido para a fachada ventilada pode variar, sendo comumente utilizados materiais como porcelanato, cerâmica, vidro, alumínio, entre outros. Cada material possui características distintas em termos de durabilidade, resistência, estética e desempenho térmico. Portanto, a seleção do revestimento adequado deve considerar não apenas o aspecto visual, mas também sua capacidade de proteção contra intempéries, resistência ao desgaste e compatibilidade com o sistema de fixação (Dutra, 2010).

Dessa forma, a combinação eficiente do revestimento e da estrutura de fixação contribui para o bom desempenho da fachada ventilada, proporcionando tanto a proteção necessária à parede externa do edifício quanto a ventilação adequada para garantir o conforto e a durabilidade do sistema (Dutra, 2010).

2.2.1 Alumínio composto

O alumínio é amplamente utilizado como metal de revestimento em fachadas ventiladas. Essas placas são compostas essencialmente por duas camadas de alumínio e um núcleo central de polietileno, proporcionando resistência ao fogo, vibrações e exposição a diferentes condições climáticas (Oliveira, 2011). São conhecidas também como ACM, (*Aluminium Composite Material*) alumínio composto.

Devido à maleabilidade do alumínio, as placas podem assumir diversas formas e padrões sem perder suas características, além de oferecer alta resistência a intempéries, corrosão e baixa densidade. A espessura das placas varia e podem ser moldadas no local de instalação por meio de máquinas especializadas, o que garante sua ampla aplicação (Causs, 2014).

2.2.2 Pedras naturais

As pedras naturais são amplamente conhecidas e utilizadas no sistema de fachadas cortina devido à sua aplicação versátil. Elas são valorizadas por sua resistência, durabilidade e estética, contribuindo para realçar a beleza da edificação. De acordo com Mendes (2009), apenas certos tipos de pedras naturais podem ser empregados em fachadas ventiladas, pois é necessário que o material atenda a requisitos específicos de resistência mecânica, dureza, porosidade, trabalhabilidade, durabilidade e aparência. Em Portugal, Sousa (2010) identifica os tipos de rochas mais comumente utilizados no revestimento de fachadas ventiladas, tais como granito, basalto, calcário, mármore e ardósia. As pedras naturais também passam por tratamentos de acabamento adequados às suas características. Devido à sua alta densidade, é importante ter cuidados específicos com o sistema de fixação, geralmente realizado por meio do uso de inserts ou grampos metálicos. (NBR 13707:1996)

2.2.3 Porcelanato

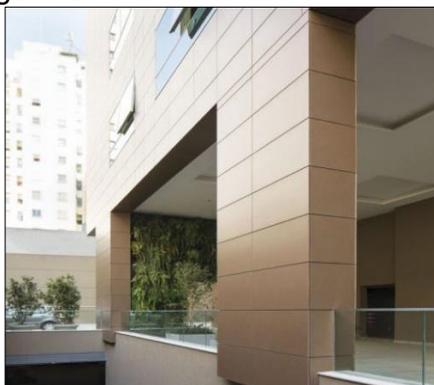
Nos dias atuais, os revestimentos cerâmicos do tipo porcelanato têm se destacado e se mostrado altamente competitivos em relação a outros materiais utilizados em fachadas, principalmente quando empregados em sistemas de fixação mecânica. Suas características essenciais, como a alta resistência mecânica e a baixa absorção de água, são elementos determinantes para suas especificações. Inicialmente, os porcelanatos foram desenvolvidos como alternativa às pedras naturais. Desde então, o porcelanato tem gradualmente substituído muitas especificações que anteriormente eram dominadas pelas pedras, inclusive em sistemas completamente aderidos, como as fachadas ventiladas. O porcelanato é fabricado a partir de matérias-primas feldspáticas e argilosas (NBR 15463), passando por processos de compactação com pressões superiores às utilizadas nos materiais cerâmicos convencionais, além de um tratamento térmico a 1.220°C. O porcelanato se destaca por suas seguintes características: Alta carga de ruptura, alta resistência a flexão, alta resistência à abrasão, resistência ao gelo, resistência a ácidos e álcalis, uniformidade nas cores, Impermeabilidade, amplas possibilidades de composições e Baixa absorção de água. (Campos, 2011).

A utilização de porcelanato como material de revestimento em fachadas ventiladas teve origem nos principais países europeus como uma alternativa à utilização de

pedras naturais. Com essa evolução, o porcelanato se tornou um concorrente direto das pedras, apresentando uma série de vantagens distintas. (Siqueira, Junior, 2003, *apud* Campos, 2011). Sendo elas: Menor absorção de água, menor peso, homogeneidade do material, com pouca variação de tonalidade, menor propensão a manchas (diferente das placas pétreas, que podem ser manchadas quando expostas às intempéries, devido à alta absorção de água), maior controle no recebimento e seleção das placas, expectativa de maior durabilidade, possibilidade de combinação com outros revestimentos cerâmicos (paginação).

Essas características tornam o porcelanato uma escolha vantajosa para fachadas ventiladas, oferecendo resistência, estética consistente e facilidade de manutenção. Através da figura 03 pode-se analisar a composição realizada com porcelanato e outros elementos. (Siqueira, Junior, 2003, *apud* Campos, 2011).

Figura 3 – Porcelanato em fachada



Fonte: Eliane Revestimentos (2023).

2.3 PROJETO

É necessário desenvolver o projeto da fachada com revestimento cerâmico por motivos técnicos e econômicos. Além de definir os meios para que o planejamento e a programação da produção sejam eficientes, o projeto deve permitir o exercício do controle de qualidade do processo de materiais e execução, pois oferece os principais subsídios para isso. Recomenda-se considerar não apenas o desempenho de cada camada isoladamente, mas o desempenho do sistema como um todo, desde a base de suporte até o material cerâmico de revestimento externo (Medeiros, 1999 *apud* Campos, 2011).

O projeto da edificação é composto por um conjunto de processos que se inicia na concepção global, expressando o conceito da edificação, e avança para a definição e detalhamento dos diferentes sistemas construtivos. A abordagem do projeto parte de uma visão holística, considerando tanto o todo quanto as suas partes constituintes, como sistemas, subsistemas, elementos, componentes e matérias primas. Durante a execução da edificação, ocorre um processo evolutivo, à medida que os materiais e componentes são integrados, formando os elementos e subsistemas construtivos. Antes de iniciar a construção, o projeto desempenha o papel de integrar todos os subsistemas, garantindo a harmonia e a eficiência do empreendimento (Barth & Vefago, 2007).

Conforme apontado no manual técnico da Mlirage, 2008, *apud* Campos, 2011, é necessário que os projetos de fachada ventilada sejam previamente articulados de acordo com os seguintes aspectos: Avaliação do projeto arquitetônico da fachada; Identificação dos materiais necessários para a estrutura da fachada; Escolha do tipo de revestimento; Identificação da base suporte adequada para o revestimento selecionado; Análise do projeto estrutural e estimativa de custos; Desenvolvimento do desenho gráfico conhecido como "trama" estrutural para a execução da fachada ventilada.

2.3.1 Interfaces de projeto

A ocorrência de problemas de interface, sejam eles de natureza física ou operacional, é comum no processo de construção de um edifício, especialmente no caso das fachadas, devido à sua complexidade como subsistema.

Portanto, propõe-se a gestão dessas interfaces, começando pela identificação e, em seguida, compreendendo "como" e "quando" elas devem ser consideradas no processo de projeto e execução da obra. Nesse sentido, é apresentado um quadro que identifica e agrupa algumas das interfaces existentes, as quais têm impacto no projeto, fabricação e/ou execução dos elementos da fachada. As interfaces foram categorizadas em quatro grupos distintos: interface com a tomada de decisão/seleção tecnológica da fachada, interface entre a fachada e os demais subsistemas, interface com especificações de projeto, como qualidade e desempenho, e interface com a execução (Oliveira, 2009). No quadro 01 pode-se analisar as interfaces projetuais a serem analisadas.

Quadro 01 – Interfaces com o sistema de fachada ventilada.

1 – Interface com a decisão da tecnologia de fachada	2 – Interface entre fachada e outros subsistemas do edifício
<p>Interface da seleção tecnológica da fachada com o programa de necessidades do empreendimento e com estudos de viabilidade técnica, os quais levam em consideração as interfaces com legislações e restrições técnicas e legais.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Interface elementos de fachada e estrutura principal; - Interface elemento de fachada/vedação vertical interna; - Interface entre os próprios elementos de fachada; - Interface entre elementos de fachada e cobertura; - Interface entre elementos de fachada e vedação horizontal (piso e forro); - Interface entre os elementos de fachada e instalações; - Interface com elementos de contraventamento.

Fonte: Oliveira (2009).

2.3.2 Especificação

A especificação dos materiais utilizados na envoltória das edificações desempenha um papel chave no seu desempenho térmico. Isso ocorre porque as paredes e esquadrias possuem propriedades térmicas distintas, capazes de absorver, refletir, transmitir ou armazenar calor de maneiras diferentes. Portanto, é necessário encontrar um equilíbrio entre essas características e as capacidades de filtragem da luz, a fim de garantir um desempenho eficiente da envoltória da edificação (Destefani, Liane 2020).

O processo de fluxo de calor pelos materiais pode ser comparado à absorção de umidade por materiais porosos, onde camadas sucessivas são gradualmente impregnadas até atingirem a saturação e o efeito ser sentido no interior. As flutuações de temperatura diárias, que geralmente seguem um padrão aproximadamente senoidal, são distorcidas em sua amplitude e atrasadas no tempo à medida que atravessam a estrutura. Utilizar materiais que refletem a radiação em vez de absorvê-la, devolvendo rapidamente ao exterior o calor não absorvido, possibilita manter temperaturas mais baixas dentro do edifício (Destefani, Liane 2020).

Portanto, a seleção cuidadosa dos materiais utilizados na envoltória das edificações desempenha um papel crucial na busca por um desempenho térmico eficiente, contribuindo para o conforto térmico interno e reduzindo a necessidade de consumo excessivo de energia para refrigeração (Destefani, Liane 2020).

A cor branca reflete 90% ou mais das ondas de radiação solar e o preto reflete somente 15% ou menos da radiação recebida (Ivanoski, 2004, *apud* Destefani, Liane, 2020).

2.4 ÁREA DE ESTUDO E CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS

A cidade de Vitória, Espírito Santo possui uma classificação climática caracterizada por um clima tropical com inverno seco e temperaturas acima de 18°C. As chuvas estão concentradas no verão, com médias de temperatura em torno de 24°C. A região apresenta um clima úmido, com alta intensidade de chuvas, atingindo cerca de 1800mm anuais. A temperatura média anual é amena, em torno de 23,5°C. A maior quantidade de chuvas ocorre nos meses de novembro a março, coincidindo com as temperaturas médias mais altas do ano. Embora a quantidade anual de precipitação varie, pode-se estimá-la em aproximadamente 1.300mm. Existe um período considerado como sub-seco, que ocorre entre junho e agosto, com menor índice pluviométrico, especialmente em agosto. No estudo dos ventos, três aspectos principais devem ser considerados: velocidade, frequência e direção. Vitória está sob a influência predominante dos ventos de Nordeste, Norte, Sudoeste, Sul e Leste, sendo os ventos Nordeste e Sudoeste os mais frequentes na região (Liane, Destefani, 2020).

Atualmente, Vitória possui uma população estimada de aproximadamente 362 mil habitantes, de acordo com as estimativas de 2019 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), com base no último censo realizado em 2010. No início dos anos 1970, a cidade possuía cerca de 122 mil habitantes em áreas urbanas e cerca de mil habitantes em áreas rurais (IBGE, 1970). A partir desse período, ocorreu um processo de intensificação urbana e aumento da altura das construções, resultando em maior adensamento urbano.

As manifestações de patológicas podem ocorrer em todos os conjuntos e componentes construtivos, especialmente nas fachadas devido à exposição constante a condições ambientais. Embora as fachadas ventiladas sejam menos suscetíveis a manifestações patológicas em comparação com as fachadas tradicionais, ainda podem apresentar algumas anomalias (Causs, 2014, *apud* Spezia, Amanda 2017). A seguir, são listadas as manifestações patológicas mais comumente observadas nas fachadas ventiladas.

- Alteração na cor do revestimento: A principal causa dessa mudança é o contato com poluentes e o uso de materiais de baixa qualidade na aplicação (Causs, 2014).
- Oxidação dos elementos de fixação: É recomendado o uso de materiais inoxidáveis, pois as fachadas estão expostas a diversas condições ambientais, o que pode resultar em corrosão nos elementos de fixação, gerando manchas nos revestimentos (Direito, 2011).
- Quebra ou fissuração do revestimento: Pode ocorrer quebra ou fissuração dos elementos quando o sistema de fixação não foi executado adequadamente. A falta de juntas de dilatação também pode causar essa manifestação patológica, pois não permite a dilatação adequada dos materiais (Direito, 2011).
- Desprendimento de placas: Essa é uma das principais preocupações em relação ao sistema de fachadas ventiladas e pode ser causada pela execução incorreta do sistema, uso de materiais de revestimento de baixa qualidade ou projeto de fixação inadequado (Dutra, 2010).

Portanto, é de extrema importância o controle da qualidade dos revestimentos e a execução adequada do sistema. Como as fachadas ventiladas são um sistema construtivo relativamente novo no Brasil, ainda não existem normas específicas que regulamentem sua aplicação. No entanto, as empresas especializadas nessa área devem estar conscientes dos padrões necessários para garantir a correta execução do projeto (Direito, 2011).

3 METODOLOGIA

Para o desenvolvimento deste artigo, adotou-se uma abordagem metodológica abrangente que incluiu o estudo de caso, pesquisas bibliográficas e visitas técnicas. Essa combinação de métodos foi escolhida com o propósito de fornecer uma análise detalhada dos métodos empregados em construções com fachada ventilada, visando atingir o objetivo central de desenvolvimento projetual. A primeira fase da metodologia envolveu o estudo de caso, que permitiu uma análise aprofundada de três edificações classificadas no trabalho como A, B e C. Durante essa etapa, foram examinados documentos relacionados às construções, incluindo plantas arquitetônicas e especificações técnicas. Essa análise documental proporcionou uma compreensão detalhada dos métodos construtivos empregados, materiais utilizados e as características específicas das fachadas ventiladas em questão.

Outra etapa sequente desta pesquisa foi a elaboração de um projeto de fachada ventilada para uma edificação da cidade Vitória, através da análise das anomalias identificadas no laudo de inspeção predial do edifício.

Por fim, é a análise das falhas no sistema de fachada ventilada. Essa abordagem visa não é apenas identificar as possíveis deficiências, mas também compreender as razões por trás dessas falhas. A interpretação das falhas é fundamental para o desenvolvimento de recomendações de aprimoramento e contribui para a evolução do conhecimento na área.

3.1 ANÁLISE PROJETUAL

O objetivo deste referencial é fornecer um embasamento teórico e crítico para a compreensão do estudo de caso, destacando suas particularidades e contribuições para o tema em questão. Serão explorados os elementos projetuais que compõem os edifícios A, B e C, na qual foram selecionados e serão classificados no trabalho nessa ordem. Possuem o sistema de fachada ventilada em porcelanato, ambos são resultados de *retrofit* e anteriormente a intervenção apresentavam manifestações patológicas em suas fachadas. O estudo de caso selecionado servirá como base para investigar e discutir aspectos relevantes do projeto, tais como conceito arquitetônico, soluções construtivas, integração com o entorno, funcionalidade e estética. As informações coletadas sobre as edificações foram obtidas através de um banco de dados de uma construtora que possui como serviço principal a fachada ventilada e será classificada no trabalho como empresa A.

3.2 ESTUDO DE CASO

O estudo concentra-se na análise projetual dos três edifícios D, E e C, com o objetivo de identificar soluções eficazes para questões arquitetônicas, funcionais e sustentáveis. A metodologia adotada abrangeu uma abordagem abrangente, envolvendo coleta de dados, entrevistas com os responsáveis pelos projetos e análise in loco. Os edifícios D, E e F foram minuciosamente avaliados com base em critérios como layout espacial, eficiência energética, acessibilidade, estética, além também das anomalias, projetos que constavam sobre seu desenvolvimento. Após essa análise detalhada, um edifício foi selecionado como o mais propício para a implementação das soluções desenvolvidas. Essas soluções, integradas e adaptadas às características específicas do edifício escolhido, visam otimizar o espaço, melhorar a eficiência energética e incorporar elementos de sustentabilidade. A aplicação prática dessas soluções permitiu observações detalhadas sobre o impacto das modificações, contribuindo para uma compreensão mais profunda do desempenho global da edificação. Este estudo visa não apenas apresentar soluções viáveis para os desafios identificados, mas também proporcionar insights importantes para o campo da arquitetura e design, destacando a relevância da análise projetual no desenvolvimento de espaços mais eficientes, funcionais e sustentáveis.

3.4 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM FACHADA VENTILADA

Foi realizado um estudo e entrevista com empresas que atuam na área, e a partir dos dados levantados, foi possível identificar alguns problemas que ocorrem na fachada ventilada em porcelanato. Em todos os casos apresentados, constatou-se uma recorrência de falhas no procedimento executivo, revelando lacunas na implementação prática das técnicas recomendadas. Foram utilizados materiais

fotográficos para realizar a análise das manifestações encontradas e a partir das imagens também através do banco de dados da empresa A, haviam relatórios explicativos na qual justificavam os problemas ocorridos por cada situação. Por meio de demais pesquisas bibliográficas foi pesquisado sobre o funcionamento da fachada e interfaces que ocorrem com o sistema e que podem interferir em seu funcionamento.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados apresentados neste estudo são fruto das técnicas específicas utilizadas e incorporadas nos projetos analisados. Essas práticas foram identificadas e extraídas de documentos projetuais compartilhados por empresas atuantes na área. Esses documentos não apenas detalham minuciosamente o processo construtivo, mas também oferecem uma visão abrangente dos elementos essenciais para a execução bem-sucedida do sistema. As informações contidas nessas fontes incluem, por exemplo, considerações detalhadas sobre a seleção de materiais, métodos de instalação e estratégias de manutenção pós-implementação. Essa abordagem documentada proporciona uma base sólida para a compreensão das práticas eficazes no contexto da construção, contribuindo para a disseminação e aplicação bem-informada dessas técnicas na indústria.

4.1 RESULTADOS DAS ANÁLISES PROJETUAIS

Nos edifícios analisados, os fatores econômicos e estéticos implicaram diretamente na mescla de soluções a serem adotadas na fachada, realizando um equilíbrio entre o sistema de fachada ventilada e o sistema do revestimento aderido.

4.1.1 Edifício A

O Edifício A é um condomínio localizado em uma grande avenida de Vitória, Espírito Santo. Essa localização coloca o edifício em uma área privilegiada. Com uma localização estratégica, o condomínio oferece fácil acesso a outras regiões da cidade, seja de carro ou por meio de transporte público. Na figura 4 pode-se observar a sua fachada frontal e suas características antes da realização da intervenção.

Figura 4 – Edifício A (Anteriormente à intervenção)



Fonte: Google Street View (2019).

Como ponto de partida, a análise inicial se concentrará na fachada frontal do edifício, que é revestida com pedras de granito e pastilhas. Além disso, as varandas são compostas por esquadrias de alumínio e vidro. Com mais de 20 anos desde sua construção, o edifício requer manutenções regulares para preservar sua integridade e mantê-lo em bom estado.

Ao longo do tempo, a exposição aos agentes externos exerce uma grande influência na fachada, resultando na deterioração dos revestimentos e no surgimento de manifestações patológicas. O objeto de estudo tinha como problemas patológicos, infiltrações, trincas, fissuras e deslocamento de revestimento.

Além dos fatores patológicos, o edifício buscava uma solução que revitalizasse sua fachada e trouxesse valorização para o edifício. As suas cores e identidade próximo a orla da praia, não eram favoráveis ao contexto urbano e não se destacavam aos demais edifícios. Por este motivo durante a fase projetual foram adotadas especificações que atendessem essa demanda.

As fachadas laterais do edifício eram compostas por uma combinação de pintura e pastilhas. No entanto, devido à exposição constante aos agentes externos, como ação do sol, chuva, poluição e variações climáticas, ao longo dos anos surgiram diversas manifestações patológicas comuns nesses revestimentos. Entre elas, destacam-se o desbotamento da pintura, o descolamento das pastilhas, a formação de trincas e o acúmulo de sujeira e resíduos. Essas condições adversas exigiam a realização frequente de manutenções e reparos para preservar a integridade e a estética das fachadas laterais do edifício.

A fachada frontal do edifício era composta por pedras de granitos, material na qual possui características resistentes, porém apresentam problemas ao longo do tempo. O desgaste e a erosão são comuns devido às condições climáticas, resultando em uma aparência desbotada e danificada. Além disso, manchas e sujeira tornando-se difíceis de remover. Rachaduras podem ocorrer devido a mudanças de temperatura e tensões estruturais, comprometendo a integridade da fachada. O rejunte também pode deteriorar-se e permitir a entrada de água, acelerando a degradação do

revestimento. O acúmulo de umidade e a falta de drenagem adequada também podem causar danos.

Após analisar minuciosamente os detalhes da fachada, incluindo sua composição, manifestações patológicas e requisitos do cliente, durante a fase de projeto, foram identificadas as soluções a serem implementadas na reforma. As especificações adotadas no projeto têm como objetivo resolver os problemas de forma economicamente viável e, ao mesmo tempo, revitalizar completamente a fachada.

A fachada lateral recebeu um tratamento completo de fissuras e trincas no reboco para receber o revestimento de pastilha. As pastilhas foram escolhidas como uma opção durável e esteticamente atraente, capazes de proporcionar uma aparência renovada ao edifício. Além disso, sua aplicação cuidadosa e adequada garante uma vedação eficiente, evitando a infiltração de água e protegendo a estrutura subjacente. O uso das pastilhas também permite uma manutenção mais fácil e prática, contribuindo para a longevidade e preservação da fachada ao longo do tempo.

Na fachada frontal, foi adotado o sistema de fachada ventilada em porcelanato, utilizando fixação pontual. Esse sistema proporciona uma série de benefícios, incluindo melhor isolamento térmico, redução de umidade e maior durabilidade do revestimento. Além disso, elementos estéticos em ACM foram utilizados para complementar a estética da fachada, adicionando um toque moderno e sofisticado ao edifício. Essa combinação de materiais e técnicas resulta em uma fachada atrativa, resistente e de baixa manutenção, agregando valor estético e funcional ao projeto.

4.1.1.1 Soluções adotadas no projeto do sistema ventilado

Durante a execução do sistema de fachada ventilada em uma situação de reforma, geralmente não é necessário remover o revestimento existente. No entanto, em casos em que o revestimento apresenta regiões de deslocamento que possam representar riscos futuros ou interferir na instalação, essas áreas são removidas para garantir a segurança, este exemplo pode ser visto na figura 5 na qual o revestimento foi removido e mantido o reboco. No estudo do objeto em questão, a fachada frontal era majoritariamente revestida com granito, que precisou ser removido devido ao comprometimento e aos riscos de deslocamento que apresentava. Essa medida foi adotada visando a segurança e para permitir a instalação adequada do novo sistema de fachada ventilada.

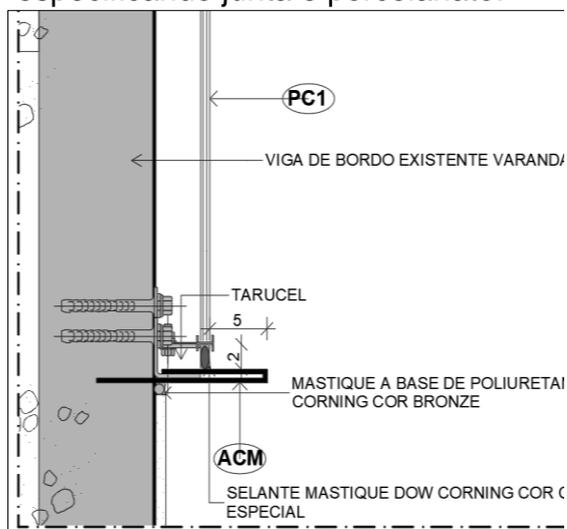
Figura 5 – Sistema de fachada ventilada, aplicado no reboco após remoção do granito.



Fonte: Elaboração própria (2021).

A fachada ventilada utiliza somente junta de assentamento com no mínimo 3mm devido ao fato de serem utilizadas placas individuais que possuem uma junta padrão de instalação entre cada uma delas. Essa junta permite a expansão e contração térmica das placas. No entanto, para fins estéticos, foi adotada uma junta feita de ACM (Alumínio Composto), que se complementou com o alumínio das varandas existentes, de modo a manter a paleta original dos guarda-corpos, conforme detalhe apresentado na figura 5. Essa junta em ACM (Figura 6), embora seja apenas um elemento estético, desempenha um papel importante na demarcação entre os pavimentos da edificação. Além de agregar valor estético, ela contribui para a harmonia visual da fachada e mantém a linguagem arquitetônica do edifício.

Figura 5 – Detalhe projetual especificando junta e porcelanato.



Fonte: Elaboração própria (2023).

Figura 6 – Sistema aplicado no reboco após remoção do granito.



Fonte: Elaboração própria (2023).

4.1.2 Edifício B

O Edifício B (Figura 7) é um salão de festas localizado em um condomínio fechado no município de São Mateus, no Espírito Santo, na qual faz parte da área comum do condomínio.

Figura 7 – Fachada frontal do salão (Antes da intervenção)

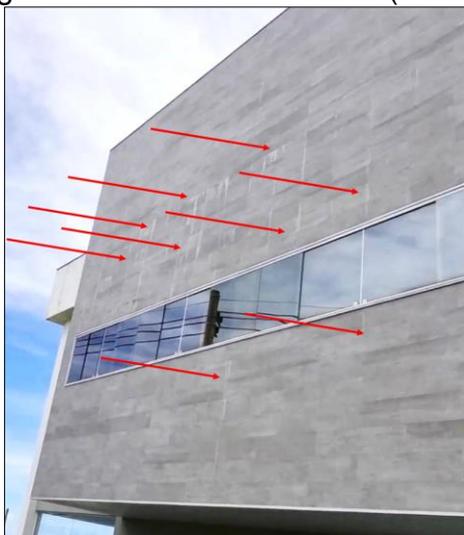


Fonte: Elaboração própria (2023).

A fachada do salão é composta por um balanço de aproximadamente 1,20m, e o revestimento utilizado é um porcelanato aderido argamassa, que realiza uma composição com esquadria de alumínio. Na cobertura, há um chapim em granito. Essa construção é moderna e possui menos de 5 anos.

Ao longo de um curto período, a fachada apresentou manifestações patológicas que, a partir de um laudo técnico, foi possível constatar falhas no processo executivo. Os problemas iniciais apresentados foram, infiltrações, eflorescência e manchas internas no salão. Alguns detalhes de manifestações podem ser observados na figura 8.

Figura 8 – Fachada do salão (Fundos)



Fonte: Elaboração própria (2023).

A partir desses problemas, o condomínio buscava uma solução que não exigisse a remoção do revestimento nem interferisse na esquadria existente. Vale destacar que as demais fachadas do edifício eram compostas por pintura e não apresentavam problemas que afetassem a utilização do espaço.

O projeto proposto para a fachada consistiu na implementação do sistema de fachada ventilada, utilizando um revestimento com cor similar ao já existente, com o objetivo de preservar as características arquitetônicas originais. Com a adoção deste sistema, também foi necessário considerar a cobertura, uma vez que o afastamento do porcelanato exigiria a instalação de uma nova pingadeira para o acabamento na parte superior.

A instalação da nova pingadeira é um elemento essencial para eliminar as infiltrações que ocorriam na fachada, sua nova interface com o sistema pode ser vista na figura 9. A pingadeira antiga não seria necessário manter pois com o novo afastamento do revestimento a nova pingadeira foi trocada e ultrapassa a fachada para realizar seu funcionamento correto, além de que mantém-se uma abertura para circulação do ar. Com o novo revestimento protegendo a fachada e a nova pingadeira vedando a água na parte superior, a intenção era resolver os problemas existentes de forma eficaz, com uma execução que fosse limpa e rápida para o condomínio.

O sistema escolhido foi o de fixação pontual, devido ao seu excelente custo-benefício e à sua capacidade de suportar adequadamente as cargas de vento, garantindo a instalação segura e funcional do porcelanato. Além disso, esse sistema contribui para a eficiência da solução adotada.

Figura 9 – Interface granito e SFV



Fonte: Elaboração própria (2023).

Figura 10 – Fachada Frontal



Fonte: Elaboração própria (2023).

No edifício B, pôde-se observar como o sistema de fachada ventilada oferece soluções abrangentes para pequenos empreendimentos, permitindo resolver problemas de maneira rápida e eficaz. A execução e a solução adotadas tiveram um tempo de conclusão de apenas 2 meses. A análise dos problemas antes do início da execução é fundamental para compreender como a fachada será implementada.

A incorporação de um novo chapim desempenhou um papel essencial ao evitar que a água escorresse diretamente sobre a fachada, prevenindo possíveis infiltrações. O afastamento do porcelanato foi mantido mínimo, uma vez que quanto menor o afastamento, menor o custo de material de instalação. Isso se alinhava com o objetivo do condomínio de alcançar uma solução rápida e efetiva para o problema.

4.1.3 Edifício C

O edifício C, é uma grande edificação localizada na orla de Vila Velha, possuindo 19 pavimentos. Sua fachada frontal pode ser visualizada na figura 11.

Figura 11 – Fachada frontal



Fonte: Street View, (2023).

A fachada frontal do edifício está direcionada para o sudeste, esse detalhe de posição, influencia diretamente na exposição solar em que as fachadas laterais recebem, levando a um desgaste dos revestimentos e dilatações constantes. A questão térmica também é outro detalhe na qual afeta a temperatura interna do edifício.

No pano frontal da edificação as varandas são revestidas por granito e vidro, nas laterais são pastilhas e os fundos do edifício são pintura.

Ao passar dos anos, algumas manifestações patológicas surgiram na fachada, as principais que se pode destacar são: Deslocamento de pastilha, trincas e deslocamento do granito.

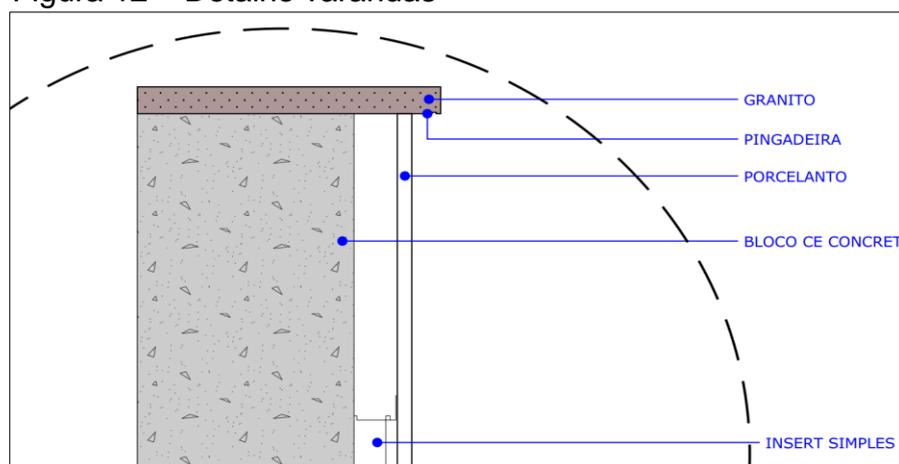
O condomínio realizou reformas paliativas, atuando nos pontos críticos na fachada, removendo revestimentos que apresentavam riscos e realizando a instalação de tela de proteção para solucionar os deslocamentos. Durante esse período de obras, foi o momento em que o condomínio utilizou para realizar o levantamento de capital e estudar soluções para o edifício.

Foi contratado um projeto de arquitetura, na qual a indicação para o condomínio era realizar a instalação do sistema de fachada ventilada, pelo fato de apresentar o melhor custo benefício, tendo em vista que grande parte das pastilhas eram necessárias a remoção, e toda mão de obra para demolição e realizar um novo assentamento não a tornava viável.

O projeto de retrofit entendeu que o ideal seria a instalação do sistema em toda edificação, trazendo uma nova identidade para o cliente.

Para a instalação do sistema em uma edificação existente, foram encontradas algumas interfaces na qual o projeto não se analisa. A existência dos peitoris de granitos e a pele de vidro, norteiam a necessidade de uma solução (conforme figura 12) que não remova os vidros, pois esse detalhe tornaria a obra inviável.

Figura 12 – Detalhe varandas



Fonte: Elaboração própria (2023).

4.2 RESULTADOS DO ESTUDO DE CASO

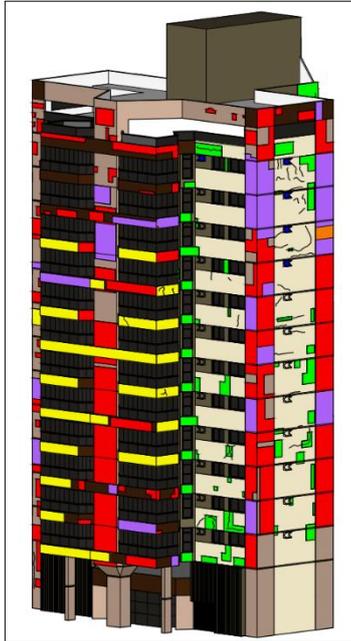
O edifício em análise, localizado em Vitória/ES, possui um revestimento frontal composto por pintura, pastilha e vidro em seus 19 pavimentos. A fachada principal está voltada para o noroeste, enquanto os fundos se orientam para o sudoeste, influenciando as demais fachadas. Destaca-se que a lateral direita recebe uma exposição considerável de sol ao longo do dia.

Com mais de 10 anos de construção, tornam-se evidentes manifestações patológicas na fachada do edifício devido à sua constante exposição aos agentes externos. As pastilhas, em particular, começam a apresentar deslocamentos, revelando pontos de deslocamento, enquanto o reboco evidencia o surgimento de trincas em diferentes áreas. Todos os mapeamentos relacionados as manifestações patológicas podem ser vistos nas figuras 13 e 14.

Essas manifestações, resultantes da interação prolongada com as condições climáticas e ambientais, exigem uma análise aprofundada. O documento de mapeamento (fornecido pela empresa A) apresentou revestimentos com som oco, característico de um futuro deslocamento e baixa aderência do revestimento. As áreas levantadas nas pastilhas frontais e no reboco na fachada dos fundos, com maior evidência no condomínio, permitiram identificar esses problemas, destacando a necessidade iminente de atenção para um plano de reforma.

Esse processo envolverá não apenas a correção das manifestações já visíveis, mas também medidas preventivas para preservar a integridade estrutural do edifício a longo prazo.

Figura 13 – Mapeamento Frontal



Fonte: Empresa A (2023).

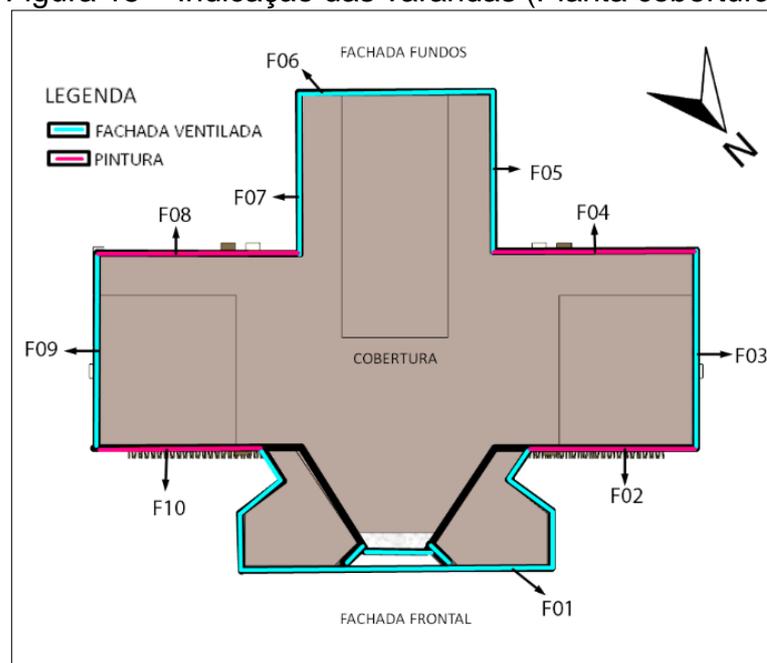
Figura 14 - Mapeamento Fundos



Fonte: Empresa A (2023).

Por meio do laudo, foi conduzido um estudo para identificar as principais fachadas que precisariam receber o sistema, a indicação das fachadas pode ser visualizada na figura 15. O foco era avaliar funcionalidade, custo-benefício e estética. É importante analisar sempre que o sistema deve ser funcional para a edificação, proporcionando não apenas uma estética agradável, mas também uma capacidade de proteção otimizada e cuidadosamente planejada para os pontos específicos que necessitam.

Figura 15 – Indicação das varandas (Planta cobertura)



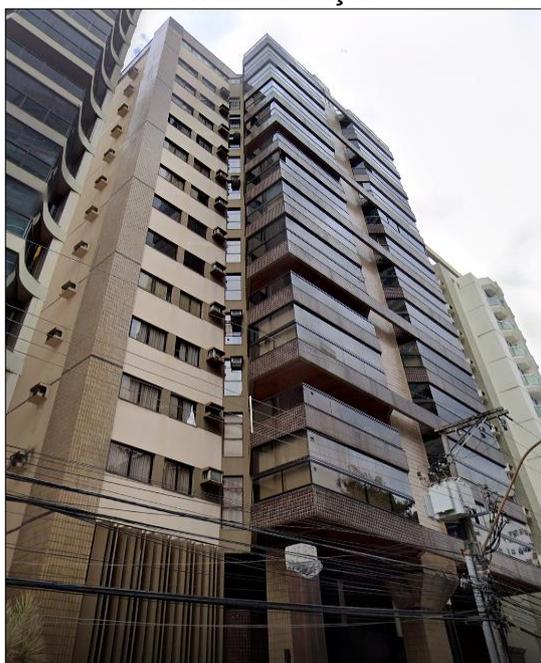
Fonte: Elaboração própria (2023).

Na fachada F01, foi adotada a solução do porcelanato ventilado devido a alta incidência solar em que os revestimentos recebem e através dos laudos foi uma área superior a 50% que apresentou manifestações patológicas, na qual se sugere a remoção do mesmo, a partir da solução funcional escolhida também foi trabalhado em conjunto uma questão estética da fachada realizando um retrofit e mantendo a identidade do edifício.

Nas demais fachadas que foram adotados o sistema, foi analisado também os seguintes fatores, como reboco com som cavo, trincas e fissuras e relatos de infiltração, que degradaram os revestimentos da fachada, sendo assim também se optou por adotar nas fachadas: F03, F05, F06, F07 e F09 para melhor desempenho do edifício e maior proteção para as fachadas laterais e fundos. Através de documentos e laudos estudados no banco de dados da empresa A, foi possível visualizar que as fachadas F05, F06 e F07, estavam com seu reboco completamente comprometido devido à alta interferência de agentes externos.

Por fim, em todas as demais fachadas que foi mantido o reboco e a pintura, foi considerado que no mapeamento apesar de apresentarem alguns danos na fachada, era suficiente realizar uma recomposição da área e uma nova pintura, seus problemas são majoritariamente por conta de sua vida útil e não se tornava necessário elevar o custo para implementação da fachada ventilada em uma área com menos relevância para o edifício. Através da figura 16 é possível visualizar a fachada frontal, em suas características originais, já na figura 17 tem-se a proposta projetual para a fachada (todos os projetos elaborados estão no apêndice deste artigo).

Figura 16 – Fachada frontal do edifício sem intervenção



Fonte: Street View (2023).

Figura 17 – Proposta da Fachada



Fonte: Elaboração própria (2023)

4.3 ANÁLISE DAS MANIFESTAÇÕES PATÓLOGICAS EM FACHADAS VENTILADAS

As manifestações patológicas identificadas no sistema de fachada ventilada em porcelanato são consistentemente associadas a deficiências no processo executivo, inadequado acompanhamento da execução do sistema e uso impróprio de materiais adicionais na fachada por parte de terceiros. Em todos os casos analisados, os problemas manifestados resultam diretamente de falhas na condução adequada do processo construtivo, destacando a importância crítica de uma supervisão rigorosa e da aderência estrita às especificações do sistema. O emprego inadequado de materiais por terceiros amplifica as complicações, ressaltando a necessidade premente de vigilância constante e controle de qualidade durante todas as fases do projeto e execução da fachada ventilada em porcelanato.

Para prevenir potenciais problemas, é imperativo que o processo executivo seja monitorado com minúcia, com o objetivo de atender a todos os detalhes do projeto executivo e garantir a correta instalação do sistema. Um aspecto crucial a ser considerado é a escolha dos materiais; todos os inserts de fixação devem ser fabricados em aço inoxidável (INOX), enquanto as subestruturas serão confeccionadas em alumínio. É essencial que o porcelanato apresente resistência mínima contra ventos, conforme estipulado pelas normas aplicáveis. Este cuidadoso acompanhamento e a aderência estrita às especificações contribuirão significativamente para a durabilidade e eficácia do sistema em questão.

Figura 18 – Porcelanato quebrado



Fonte: Empresa A (2023).

Figura 19 – Porcelanato sem junta



Fonte: Empresa A (2023).

Através da figura 18, pode se observar um porcelanato quebrado, e esse acidente ocorreu por uma interferência terceira na qual foi um preenchimento interno a câmara de ar do sistema, pode-se observar na imagem que há um isopor por trás na qual houve uma dilatação e o porcelanato não suportou a força interna e trincou. Na figura 19 também existe uma manifestação no esmalte do porcelanato, tal situação ocorreu pela falha executiva na qual não respeito a junta mínima dele, nesse caso houve uma dilatação do mesmo que acabou lascando na interface com o insert o esmalte do revestimento, podendo assim também ressaltar que as falhas ocorridas no sistema, estão associadas ao processo de mão de obra e outros terceiros que interferem no sistema.

4.4 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A fase de análise projetual desempenhou um papel primordial na compreensão dos projetos executados, permitindo a interpretação meticulosa dos detalhes executivos adotados. A observação atenta desses detalhes, juntamente com a análise de fotografias, revela suas funcionalidades distintas, que variam de acordo com as necessidades técnicas, servindo como um modelo para diversas situações. O exame das manifestações patológicas no sistema destaca sua notável eficiência, ressaltando sua dependência direta de um projeto minuciosamente detalhado e especificado, aliado a um acompanhamento técnico preciso. As falhas identificadas, por sua vez, estão intrinsecamente ligadas a erros humanos e podem ser prevenidas mediante a aplicação rigorosa desses métodos.

Ambas as etapas mencionadas anteriormente desempenharam papéis fundamentais no estudo de caso. A elaboração do projeto foi enriquecida pela consideração dos detalhes previamente adotados, fornecendo insights importantes e soluções projetuais funcionais. Além disso, a análise das manifestações patológicas foi de extrema importância para aprimorar a precisão nos detalhes do projeto, contribuindo significativamente para o desenvolvimento de abordagens mais eficazes e resilientes

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na primeira parte deste estudo a pesquisa bibliográfica apresentou todo contexto relacionado a fachada, os principais sistemas para execução de uma fachada ventilada e os materiais que podem compor uma fachada ventilada. O porcelanato é um material que traz enorme versatilidade e durabilidade para o sistema ventilado. Na qual foi possível abordar e conhecer nos edifícios A, B e C como soluções de *retrofit*. A partir das soluções abordadas, foi possível atingir o objetivo final de elaborar um projeto de fachada ventilada para uma edificação com manifestações patológicas com soluções adotadas anteriormente nos edifícios. Portanto as soluções de fachada ventilada em porcelanato são eficientes para edifícios e solução de problemas, o sistema se mostra bastante eficiente e capaz de ser implementado em grande escala, são necessários os cuidados para sua implementação nas fases projetuais e de execução a fim de evitar manifestações patológicas que interfiram futuramente em sua funcionalidade.

Conclui-se que a fachada ventilada em porcelanato é um excelente sistema para vedações verticais em fachadas e é capaz de criar diversas soluções técnicas e funcionais para melhoria em conforto, saúde e termoacústica das edificações. Para sequência de pesquisa, é destacável que se busque compreender e abordar ensaios e testes no sistema para obtenção de dados precisos sobre sua eficiência.

APÊNDICE

Todo material produzido para o apêndice pode ser acessado em:
<https://drive.google.com/drive/folders/1Fom1jIkhQoeCdm01kfJtEAOMjwalfQWT?usp=sharing>

REFERÊNCIAS

ABNT. **NBR 15575-4**: Edificações habitacionais - Desempenho - Parte 4: Sistemas de vedações verticais externas e internas

ABNT. **NBR 13707:1996**. Projeto de Revestimento de Paredes e Estruturas. Rio de Janeiro, 1996.

BARTH, F.; VEFAGO, Luiz H. M. **Tecnologia de fachadas pré fabricadas**. Florianópolis, SC: Letras Contemporâneas, 2007.

CAUSS, Leonel Werlich. **Sistema de Fachada Ventilada em Edificações: Características, Métodos Executivos e Aplicações**. 2014. Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico - CTC, Curso de Graduação em Engenharia Civil.

CONSTRULINK. **Dossier técnico-económico Fachada Ventilada**. Outubro de 2006, número 2. Acessado em 20 de outubro de 2023, disponível em: <<https://engenhariacivil.files.wordpress.com/2008/01/dossiereconomico.pdf>>

DIREITO, Joana Ferreira. **Estudo de segurança contra incêndio em fachadas ventiladas**. 2011.

DUTRA, Miguel Resendes. **Caracterização de revestimentos em fachadas ventiladas: Análise do comportamento**. 2010. Instituto Superior Técnico - Universidade Técnica de Lisboa.

MENDES, Francisco Melo Vaz Pinto. Durabilidade das fachadas ventiladas - Aplicação da norma ISO 15686-1. 2009. Faculdade de Engenharia - Universidade do Porto.

OLIVEIRA, Luciana Alves de. **Metodologia para desenvolvimento de projeto de fachadas leves**. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. 2009.

SIQUEIRA JUNIOR, Amaury Antunes de. **Tecnologia de Fachada Ventilada - Cortina com Placas de Grês Porcelanato**. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia de Construção Civil. 2003

SOUSA, Fernando Manuel Fernandes de. **Fachadas ventiladas em edifícios - Tipificação de soluções e interpretação do funcionamento conjunto suporte/acabamento**. 2010. Faculdade de Engenharia - Universidade do Porto.