



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**

**CENTRO DE TECNOLOGIA**

**CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ESTRUTURAL E CONSTRUÇÃO CIVIL**

**CAIO LAMARK MAGALHÃES SOUSA**

**ANÁLISE COMPARATIVA DE DESEMPENHO E CUSTO DE FACHADAS  
ADERIDAS E VENTILADAS: ESTUDO DE CASO EM UM EDIFÍCIO DE ALTO  
PADRÃO EM FORTALEZA-CE**

**FORTALEZA**

**2025**

CAIO LAMARK MAGALHÃES SOUSA

ANÁLISE COMPARATIVA DE DESEMPENHO E CUSTO DE FACHADAS ADERIDAS E  
VENTILADAS: ESTUDO DE CASO EM UM EDIFÍCIO DE ALTO PADRÃO EM  
FORTALEZA-CE

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Dr. Alexandre Araújo Bertini.

FORTALEZA

2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Sistema de Bibliotecas  
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

S696a Sousa, Caio Lamark Magalhães Sousa.  
Análise comparativa de desempenho e custo de fachadas aderidas e ventiladas : estudo de caso em um edifício de alto padrão em fortaleza-ce / Caio Lamark Magalhães Sousa Sousa. -2026.  
78 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Curso de Engenharia Civil, Fortaleza, 2026.  
Orientação: Prof. Dr. Alexandre Araújo Bertini..

1. Fachadas ventiladas; Fachadas aderidas; Desempenho térmico; Custo global. I. Título.  
CDD 620

---

CAIO LAMARK MAGALHÃES SOUSA

ANÁLISE COMPARATIVA DE DESEMPENHO E CUSTOS DE FACHADAS ADERIDAS  
E VENTILADAS: ESTUDO DE CASO EM UM EDIFÍCIO DE ALTO PADRÃO EM  
FORTALEZA-CE

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Aprovada em: 15/01/2026.

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Dr. Alexandre Araújo Bertini (Orientador)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof. Aldo de Almeida Oliveira  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Eng. Civil Mairton Santos de Sousa  
MS Engenharia de Fachadas

A Deus.

Em memória de Maria da Penha Gonçalves  
Magalhães, avô e mãe extraordinária.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço, primeiramente a Deus, pelo dom da vida, por estar comigo em cada segundo, por renovar minhas forças e ser a luz que me guia.

À minha namorada, Maria Luana, por estar ao meu lado e me apoiar, mesmo nos momentos mais difíceis, por todo o amor, cuidado e dedicação, mesmo quando não compreendia uma palavra do que eu dizia, permaneceu comigo, firme.

À minha mãe, Ana Neusa, pela vida, por toda a educação, esforço, por ter sido pai e mãe e por ter me permitido estudar para que eu chegasse até a universidade.

À Maria da Penha, por ter sido avô e mãe, por todo o carinho e amor que sempre teve por mim. Mesmo que aqui não esteja, saiba que sinto seu amor vindo do céu.

A minha segunda família, Francisca Leidiane, Franciso Alex e Luna Maria, por ter me dado um lar, apoio, palavras, e, principalmente, amor. Levo vocês sempre comigo.

Aos colegas que contribuíram para a realização deste trabalho acontecer: Barel, Évila, José Frota, Germano e todos aqueles que, direta ou indiretamente, somaram na minha trajetória acadêmica e pessoal.

Ao Prof. Dr. Alexandre Araújo Bertini, pela orientação e confiança ao aceitar este trabalho.

E, por fim, a mim mesmo, por não ter desistido.

## RESUMO

O sistema de fachada exerce influência direta no desempenho global das edificações, impactando o conforto térmico, a durabilidade, mas podendo propiciar a ocorrência de manifestações patológicas e os custos ao longo da vida útil, especialmente em regiões de clima quente e úmido, como Fortaleza-CE. Nesse cenário, destacam-se as fachadas aderidas, amplamente utilizadas no Brasil devido à simplicidade construtiva e ao menor custo inicial, e as fachadas ventiladas, que apresentam melhor desempenho térmico e maior durabilidade, embora demandem investimento inicial mais elevado. O principal desafio associado à escolha entre esses sistemas reside na avaliação integrada entre custo e desempenho, considerando não apenas a fase de implantação, mas também os efeitos técnicos e econômicos ao longo do ciclo de vida da edificação. Assim, o presente trabalho tem como objetivo realizar uma análise comparativa entre fachadas aderidas e ventiladas quanto ao desempenho técnico e ao custo global, aplicadas a um edifício residencial de alto padrão localizado no bairro Meireles, em Fortaleza-CE. A metodologia adotada consiste em um estudo de caso, com aproximadamente 5.800 m<sup>2</sup> de área de fachada, envolvendo levantamento e análise de projetos, quantificação dos sistemas construtivos, pesquisa de custos diretos e indiretos, bem como avaliação do desempenho térmico e construtivo com base em normas técnicas e literatura especializada. A comparação foi conduzida considerando aspectos como custo, manutenção, durabilidade e comportamento térmico dos sistemas. Os resultados obtidos demonstram que, embora a fachada ventilada apresente custo inicial significativamente superior ao da fachada aderida, seu desempenho térmico mais eficiente, aliado à maior durabilidade e à redução da necessidade de manutenção, proporciona vantagens técnicas e econômicas no longo prazo.

**Palavras-chave:** Fachadas ventiladas; Fachadas aderidas; Desempenho térmico; Custo global.

## ABSTRACT

The façade system has a direct influence on the overall performance of buildings, impacting thermal comfort, durability, the occurrence of pathological manifestations, and costs throughout the service life, especially in hot and humid regions such as Fortaleza, Ceará, Brazil. In this context, adhered façades stand out, as they are widely used in Brazil due to their constructive simplicity and lower initial cost, while ventilated façades present better thermal performance and greater durability, although they require higher initial investment. The main challenge associated with the choice between these systems lies in the integrated assessment of cost and performance, considering not only the implementation phase but also the technical and economic effects throughout the building life cycle. Thus, the present study aims to carry out a comparative analysis between adhered and ventilated façades regarding technical performance and global cost, applied to a high-standard residential building located in the Meireles district, Fortaleza–CE. The adopted methodology consists of a case study with approximately 5,800 m<sup>2</sup> of façade area, involving the survey and analysis of projects, quantification of construction systems, investigation of direct and indirect costs, as well as the evaluation of thermal and constructive performance based on technical standards and specialized literature. The comparison was conducted considering aspects such as cost, maintenance, durability, and thermal behavior of the systems. The results show that, although the ventilated façade presents a significantly higher initial cost compared to the adhered façade, its more efficient thermal performance, combined with greater durability and reduced maintenance requirements, provides technical and economic advantages in the long term.

**Keywords:** Ventilated façades, Adhered façades, Thermal performance, Global cost.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Reportagem demonstrando o impacto da fachada na valorização dos apartamentos .....	15
Figura 2 - Evolução das Fachadas ao Longo do Tempo.....	19
Figura 3 - Evolução das Fachadas dos anos 90 até hoje.....	20
Figura 4 - Diagrama comparativo simplificado de fachada aderida e ventilada. ....	21
Figura 5 - Esquema do revestimento cerâmico aplicado sobre a base. ....	22
Figura 6 - Efeito Chaminé .....	25
Figura 7 - Composição Esquemática da Fachada Ventilada.....	26
Figura 8 - Detalhe de instalação do Chumbador.....	27
Figura 9 - Sistemas de Fixação Visível. ....	28
Figura 10 - Sistemas de Fixação Oculto. ....	28
Figura 11 - Detalhamento de Inserts Ocultos. ....	29
Figura 12 - Isolante Térmico entre o suporte e a fachada ventilada. ....	30
Figura 13 - Aplicação de lã de rocha. ....	31
Figura 14 - Funcionamento da fachada ventilada pela Câmara de Ar.....	32
Figura 15 - Compartimentação da fachada Ventilada.....	32
Figura 16 - Fachada em Pedra Natural. ....	34
Figura 17 - Fachada Ventilada em Revestimento Cerâmico.....	35
Figura 18 - Fachada Ventilada em Grés Porcelanato.....	36
Figura 19 - Fachada Ventilada em Alumínio Composto.....	37
Figura 20 - Fachada Ventilada Painéis Fenólicos .....	38
Figura 21 - Fachada Ventilada em Vidro .....	39
Figura 22 - Fachada Ventilada com Revestimento em Madeira.....	39
Figura 23 - Tipologia de juntas do sistema de fachada ventilada .....	40
Figura 24 – Manifestação Patológica em Fachadas Aderidas – Descolamento .....	45
Figura 25 – Manifestação Patológica em Fachadas Aderidas – Eflorescência.....	46
Figura 26 - Lei dos Cinco .....	48
Figura 27 - Localização do empreendimento em Fortaleza – Vista Superior.....	52
Figura 28 - Perspectiva do Empreendimento .....	52
Figura 29 - Planta de Fachadas: Norte, Oeste. ....	53
Figura 30 - Planta de Fachadas: Leste e Sul.....	54
Figura 31 - Fluxograma de execução da Fachada Aderida.....	55

Figura 32 - Fluxograma de execução da Fachada Ventilada .....	56
Figura 33 - Planta de Balanças do Empreendimento.....	64

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 - Materiais Isolantes utilizados em fachadas ventiladas.....	30
Tabela 2 - Convenção Coletiva de Trabalho 2025/2026.....	57
Tabela 3 – Quantitativo e Precificação dos Materiais – Fachada Aderida .....	58
Tabela 4 - Quantitativo e precificação dos Serviços – Fachada Aderida.....	58
Tabela 5 - Custos Indiretos – Fachada Aderida .....	59
Tabela 6 - Orçamento Total – Fachada Aderida .....	59
Tabela 7 - Orçamentos detalhados para a Fachada Ventilada – Empresa 1 .....	60
Tabela 8 - Orçamentos detalhados para a Fachada Ventilada – Empresa 2 Proposta 1 .....	60
Tabela 9 - Orçamentos detalhados para a Fachada Ventilada – Empresa 2 Proposta 2 .....	60
Tabela 10 - Estimativa de duração das etapas para execução do sistema aderido.....	63
Tabela 11 - Estimativa de duração das etapas para execução do sistema ventilado.....	64
Tabela 12 - Programa de Manutenção Preventiva (Tabela A.1 da NBR 5674).....	66
Tabela 13 - Programa de manutenção da fachada aderida.....	67
Tabela 14 - Programa de manutenção da fachada ventilada.....	67
Tabela 15 - Comparativo de indicadores de sustentabilidade dos sistemas de fachada .....	74

## **LISTA DE GRÁFICOS**

Gráfico 1 - Comparativo de Orçamentos Obtidos .....	61
Gráfico 2 - Comparativo de Composição por Sistema.....	62
Gráfico 3 - Custo por sistema ao longo do tempo .....	67

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	14
<b>1.1</b>	<b>Objetivo .....</b>	17
1.1.1	Objetivo Geral .....	17
1.1.2	Objetivos Específicos .....	17
<b>2</b>	<b>REVISÃO DA LITERATURA.....</b>	18
<b>2.1</b>	<b>Conceito e Relevância das Fachadas .....</b>	18
<b>2.2</b>	<b>Histórico das Fachadas .....</b>	18
<b>2.3</b>	<b>Tipologia das Fachadas.....</b>	20
<b>2.4</b>	<b>Fachadas Aderidas .....</b>	21
<b>2.5</b>	<b>Fachadas Ventiladas.....</b>	24
2.5.1	Componentes da Fachada Ventilada .....	26
<b>2.6</b>	<b>Desempenho da Fachada Ventilada .....</b>	40
2.6.1	Segurança Estrutural.....	41
2.6.2	Segurança Contra o Fogo .....	41
2.6.3	Segurança no Uso e Ocupação .....	42
<b>2.7</b>	<b>Comparativo Geral Entre os Sistemas de Fachada Aderida e Ventilada .....</b>	42
2.7.1	Desempenho Térmico.....	43
2.7.2	Desempenho Acústico .....	44
2.7.3	Durabilidade e Manutenção.....	44
<b>2.8</b>	<b>Manutenção e Retrofit .....</b>	46
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA DA PESQUISA .....</b>	49
<b>3.1</b>	<b>Procedimentos Metodológicos .....</b>	49
<b>3.2</b>	<b>Critérios de Avaliação .....</b>	50
<b>3.3</b>	<b>Validação Teórica.....</b>	50
<b>3.4</b>	<b>Delimitação do Estudo .....</b>	50
<b>3.5</b>	<b>Estudo de Caso.....</b>	51
3.5.1	Caracterização do Empreendimento.....	51
3.5.2	Aplicação no sistema de fachadas .....	55
<b>4</b>	<b>RESULTADOS.....</b>	57
<b>4.1</b>	<b>Custos .....</b>	57
4.1.1	Análise Orçamentária – Fachada Aderida .....	57
4.1.2	Análise Orçamentária – Ventilada .....	59
4.1.3	Análise Orçamentária – Comparativo de Custo de implantação.....	61

<b>4.2</b>	<b>Estimativa de Prazo.....</b>	63
4.2.1	Cronograma Estimado de Execução – Sistema Aderido .....	63
4.2.2	Cronograma Estimado de Execução – Sistema Ventilado.....	64
<b>4.3</b>	<b>Custo de Manutenção.....</b>	65
<b>5</b>	<b>ANÁLISE COMPARATIVA E DISCUSSÕES .....</b>	69
<b>5.1</b>	<b>Panorama Atual no Brasil e em Fortaleza .....</b>	69
<b>5.2</b>	<b>Ausência de Norma Técnica Específica no Brasil .....</b>	70
<b>5.3</b>	<b>Comparação dos Resultados .....</b>	71
5.3.1	Comparação dos Custos .....	71
5.3.2	Comparação do Tempo de Execução .....	72
5.3.3	Manutenção e vida útil .....	72
5.3.4	Desempenho Térmico.....	73
5.3.5	Geração de Resíduos .....	74
<b>6</b>	<b>CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES .....</b>	75
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	77

## 1 INTRODUÇÃO

As fachadas de edificações constituem elementos fundamentais no desempenho global das construções, elas exercem funções técnicas, estéticas e funcionais que ultrapassam a simples vedação do ambiente interno. Além de compor a imagem urbana do edifício, elas influenciam diretamente as condições ambientais em seu interior, refletindo no conforto térmico e acústico, na durabilidade dos elementos estruturais, na segurança e na privacidade dos usuários (Gonçalves, 2019). Nesse sentido, a fachada torna-se parte estratégica da concepção arquitetônica, assumindo papel essencial na sustentabilidade e no comportamento funcional da edificação ao longo de toda a sua vida útil.

No entanto, embora sua relevância seja amplamente reconhecida, grande parte do sistema construtivo brasileiro apresenta fachadas envelhecidas ou com manifestações patológicas decorrentes de técnicas tradicionais de revestimento, especialmente nos sistemas aderidos. Infiltrações, destacamentos cerâmicos, eflorescências, fissuras e falhas de estanqueidade têm sido recorrentes em prédios novos e antigos, agravando custos de manutenção e comprometendo o conforto dos usuários.

Essa problemática tem ganhado evidência nos últimos anos, impulsionada por diferentes fatores. Reportagens e levantamentos técnicos apontam um aumento expressivo no número de edificações passando por obras de recuperação ou modernização de fachada, seja por motivos estéticos, por valorização imobiliária ou por correção de manifestações patológicas. Segundo estudo apresentado pelo Gazeta da Semana (2024), reformas de fachada podem elevar o valor de mercado de apartamentos em até 40%, reforçando o impacto econômico dessas intervenções e a crescente demanda por soluções de maior desempenho. Paralelamente, o debate sobre eficiência energética e conforto térmico tem se intensificado nas regiões de clima quente, como o Nordeste, onde as fachadas desempenham papel decisivo no controle da carga térmica incidente.

Figura 1 - Reportagem demonstrando o impacto da fachada na valorização dos apartamentos

The screenshot shows a news article from **Gazeta da Semana**. The header includes the logo, navigation links (Início, Editoria, Notícias), and a category link (IMÓVEIS). The main title is **“Não é só aparência, reforma de fachada de edifícios pode valorizar apartamentos em até 40%”**. Below the title is a subtitle: **Henrique Rusca, CEO da Condolivre, comenta alguns dos principais benefícios sobre os cuidados, reformas e uso de retrofit em seu condomínio**. A small box indicates the article takes **4 Min**. To the right are social media sharing icons for WhatsApp, Facebook, X (Twitter), and LinkedIn. The author is listed as **MGA PRESS**, with the publication date as **26/12/2024 11h45 - Atualizado em 29/12/2024 às 20h03**.

Fonte: Gazeta da Semana, publicado em 26 de dezembro de 2024.

Esse dado reforça uma tendência observada também em estudos técnicos, que apontam a modernização de fachadas como fator relevante na valorização imobiliária e no desempenho global das edificações (Del Pero et al., 2025; Den Heijer, 2013). Estudos indicam que medidas de retrofit podem resultar em melhoria significativa no valor de mercado e na atratividade de edifícios, devido à maior eficiência energética, estética atualizada e melhor desempenho funcional.

Dentre os sistemas de fachadas mais empregados na construção civil brasileira, destacam-se os sistemas aderidos e ventilados. A fachada aderida, amplamente utilizada desde a década de 1970, caracteriza-se pela aplicação direta do revestimento sobre a alvenaria ou estrutura, com a utilização de argamassas colantes. Essa técnica consolidou-se em virtude de seu baixo custo inicial e relativa facilidade de execução. No entanto, segundo Souza (2019), o sistema apresenta limitações quanto ao desempenho térmico e maior propensão ao surgimento de manifestações patológicas construtivas.

Em contraponto, as fachadas ventiladas têm se consolidado como alternativa tecnológica mais avançada, principalmente em edifícios de médio e alto padrão. Esse sistema consiste na fixação do revestimento externo por meio de uma estrutura auxiliar, criando uma câmara de ar entre o revestimento e a parede de vedação. Bobadilla (2007) destaca que essa

configuração permite ventilação constante por convecção natural, promovendo uma significativa redução da carga térmica incidente e, consequentemente, diminuindo o uso de sistemas de climatização artificial.

Vale ressaltar que a fachada ventilada pode ser facilmente confundida com fachadas-cortina ou fachadas pressurizáveis, justamente porque todas possuem uma camada de ar entre o revestimento externo e o substrato. A principal diferença reside no dimensionamento da câmara de ar das fachadas ventiladas, que é projetada para permitir a remoção continua do ar aquecido da zona inferior. Já as fachadas pressurizáveis possuem a caixa de ar estrategicamente compartimentada para equilibrar as diferenças de pressão entre o interior e o exterior (Sousa, 2010).

Diversos estudos técnicos indicam que, embora o sistema de fachada ventilada apresente custo inicial superior ao das fachadas aderidas, seu desempenho ao longo do ciclo de vida da edificação tende a ser mais favorável. Esse comportamento está associado à maior durabilidade dos materiais, à redução da incidência de manifestações patológicas e à menor necessidade de intervenções corretivas, o que resulta em custos de manutenção mais previsíveis e reduzidos ao longo do tempo (Ferreira, 2011; Gomes, 2019). Sob essa perspectiva, a avaliação da viabilidade de sistemas de fachada deve ser conduzida por meio de uma análise técnico-econômica integrada, considerando não apenas os custos de implantação, mas também os custos associados à operação, manutenção e desempenho ao longo da vida útil do edifício, conforme os princípios estabelecidos pela ABNT NBR 15575-1 (2013).

Assim, o presente trabalho propõe uma análise comparativa entre os sistemas de fachada aderida e fachada ventilada, aplicados a um edifício residencial de alto padrão localizado em Fortaleza–CE. A avaliação é fundamentada em critérios técnicos, econômicos e normativos, com ênfase na análise do custo global ao longo da vida útil, buscando subsidiar a tomada de decisão de projetistas, engenheiros e incorporadores na escolha do sistema mais adequado às condições climáticas e operacionais locais.

A estrutura do trabalho organiza-se da seguinte forma: o Capítulo 2 traz uma revisão da literatura abordando a evolução dos sistemas de fachadas, conceitos, componentes e desempenho. O Capítulo 3 descreve a metodologia aplicada para a análise comparativa. No Capítulo 4, apresenta-se o estudo de caso do edifício Manabu, com dados técnicos, orçamentários e simulações. O Capítulo 5 contempla os resultados e análises obtidas, e por fim, o Capítulo 6 apresenta as conclusões e recomendações decorrentes da pesquisa.

## 1.1 Objetivo

### 1.1.1 Objetivo Geral

O objetivo geral desse trabalho é comparar os custos de implantação e manutenção dos sistemas de fachadas ventiladas e aderidas em um edifício de alto padrão na cidade de Fortaleza-Ce, avaliando sua viabilidade econômica para aplicação em edificações verticais residenciais de alto e médio padrão.

### 1.1.2 Objetivos Específicos

- Levantar e analisar os custos reais do sistema de fachada ventilada aplicado ao edifício de estudo;
- Estimar os custos equivalentes de um sistema de fachada aderida com características estéticas e funcionais semelhantes;
- Realizar uma análise comparativa entre os dois sistemas, considerando o custo por  $m^2$ , durabilidade, necessidades de manutenção, desempenho térmico e exigências técnicas de execução;

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

Nesta seção, descreve-se a pesquisa e o embasamento bibliográfico, abordando o conceito e tipologia das fachadas. Além disso, o foco será nas fachadas ventiladas, sua implantação, desempenho, insumos e produtividade, trazendo suas características, vantagens e limitações. Ao final, será apresentado um estudo de caso referente a um edifício de alto padrão.

### 2.1 Conceito e Relevância das Fachadas

A fachada de um edifício pode ser compreendida como a interface entre o espaço construído e o meio externo, desempenhando funções que vão além da estética. Ela atua como um sistema de proteção contra intempéries, contribui para o isolamento térmico e acústico, controla a entrada de luz e ventilação natural, e pode influenciar diretamente no desempenho energético da edificação (Gonçalves, 2017).

Além disso, Oliveira (2009) e Medeiros (2012) estimam que até 20% do custo total da obra, dependendo do tipo de construção, está relacionado ao custo da fachada. Salgado (2013) complementa que a escolha dos revestimentos exerce influência direta sobre esse percentual. Essa proporção aumenta consideravelmente quando se adota tecnologias de fachada ventilada, painéis compostos ou sistemas de pele de vidro, reforçando a necessidade de uma análise custo-benefício criteriosa que considere não apenas o investimento inicial, mas também o desempenho e os custos ao longo da vida útil da edificação.

É importante evidenciar que a escolha do sistema de fachada impacta diretamente na manutenção a longo prazo, na durabilidade da edificação e no seu valor de mercado. Fachadas mal projetadas ou mal executadas estão entre as principais causas de manifestações patológicas em edificações, exigindo reformas frequentes, retrabalho e custos adicionais. Portanto, sua concepção deve considerar aspectos técnicos, climáticos, econômicos e estéticos desde a fase inicial do projeto arquitetônico, de modo a reduzir riscos patológicos, otimizar custos de manutenção e garantir o desempenho da edificação ao longo de todo o seu ciclo de vida.

### 2.2 Histórico das Fachadas

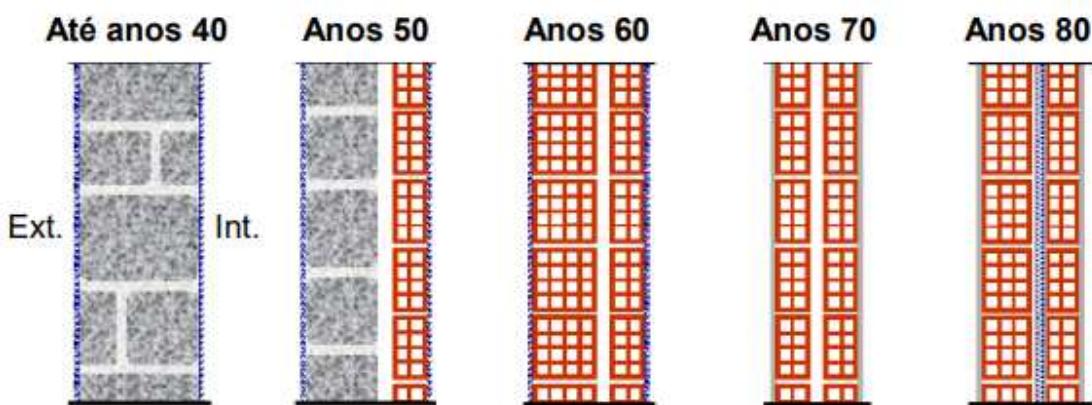
De acordo com Sousa (2009), a evolução das fachadas em Portugal acompanha o desenvolvimento das técnicas construtivas e as crescentes exigências de conforto térmico. Até

a década de 1940 predominavam paredes simples de grande espessura em pedra ou tijolo, cujo desempenho dependia principalmente da massa e da inércia térmica dos materiais utilizados.

A partir dos anos 1950, surgem soluções mais leves, com panos internos de tijolo e, em muitos casos, caixa de ar, buscando melhorar o conforto e reduzir custos. Nos anos 1960, a popularização do concreto armado retirou das fachadas a função estrutural, consolidando o uso da parede dupla como sistema de vedação predominante. Na década seguinte, a tendência ao aceleramento do processo construtivo, levou ao uso de panos cada vez mais delgados, porém com problemas de fissuração e menor durabilidade, especialmente em condições ambientais mais agressivas.

Com o aumento das preocupações energéticas nos anos 1980, começaram a ser incorporados materiais isolantes à caixa de ar, ainda de forma limitada e com pouca atenção ao tratamento das pontes térmicas. O aperfeiçoamento técnico mostrou que o reforço do isolamento pelo lado externo era a alternativa mais eficiente, pois eliminava grande parte das perdas térmicas, aumentava a vida útil das fachadas e mantinha a área interna da edificação.

Figura 2 - Evolução das Fachadas ao Longo do Tempo.



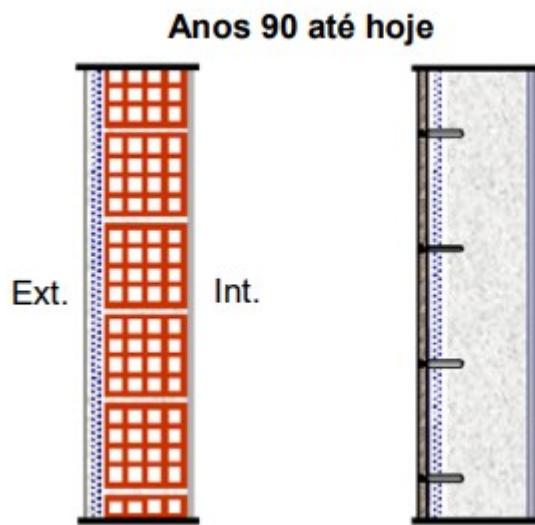
Fonte: Sousa (2019).

Esse contexto favoreceu o surgimento das fachadas ventiladas, que uniram isolamento externo contínuo, circulação natural de ar e liberdade estética, consolidando-se como solução de elevado desempenho para as edificações.

No Brasil, a introdução das fachadas ventiladas ocorreu de forma tímida a partir dos anos 2000, concentrada em empreendimentos corporativos e residenciais de alto padrão nas regiões Sudeste e Sul. A maior resistência à umidade, a facilidade de manutenção e a estética contemporânea tornaram o sistema atrativo para construtoras que buscam diferenciação no mercado. No entanto, fatores como o custo inicial elevado, a escassez de mão de obra

especializada e a ausência de norma técnica específica ainda limitam sua adoção em larga escala (Ferreira, 2011; Gomes, 2019). Apesar desses desafios, as fachadas ventiladas representam uma tendência crescente no setor da construção civil brasileira, sobretudo em obras que exigem alto desempenho técnico, durabilidade e valorização estética. A comparação entre os dois sistemas, aderido e ventilado, é fundamental para compreender suas aplicações, limitações e oportunidades no contexto construtivo nacional.

Figura 3 - Evolução das Fachadas dos anos 90 até hoje.



Fonte: Sousa (2019).

Esse avanço evidencia que a evolução dos sistemas de fachada está diretamente associada à busca por maior desempenho térmico e durabilidade, aspectos essenciais em climas mais severos.

### 2.3 Tipologia das Fachadas

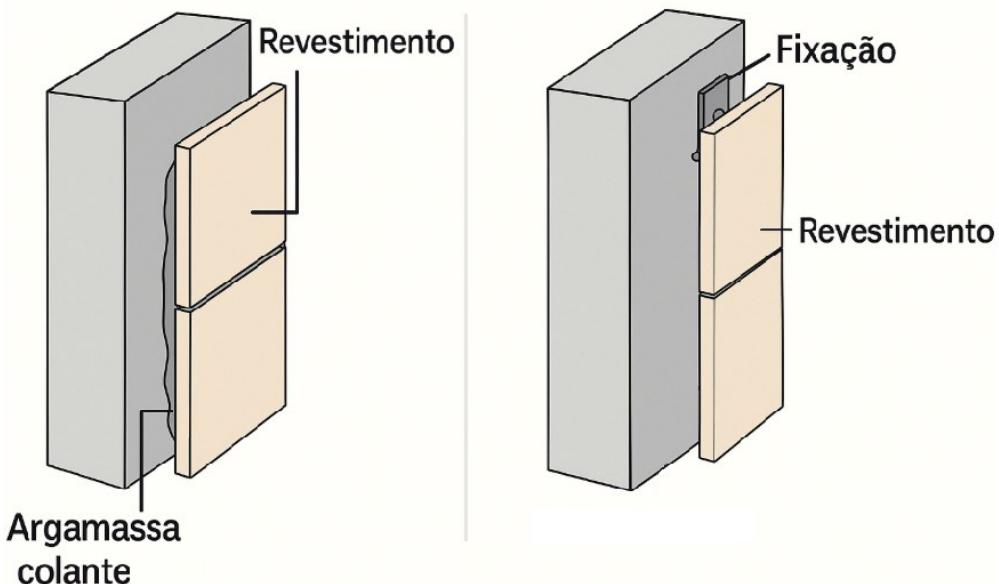
A variedade de sistemas construtivos e de revestimento de fachadas é vasta, cada um com suas peculiaridades e funcionalidades. No contexto construtivo brasileiro, dois sistemas de revestimento vertical têm sido amplamente empregados: a fachada aderida, também chamada de fachada convencional, e a fachada ventilada, considerada uma solução mais moderna e tecnicamente avançada. Ambos os sistemas têm finalidades semelhantes, proteger e revestir a edificação, mas diferem quanto à forma de instalação, desempenho técnico e manutenção.

A compreensão das diferenças fundamentais entre estas tipologias é essencial para uma análise aprofundada de seus impactos técnicos e econômicos em um projeto (Medeiros e

Sabbatini, 1999). As próximas seções se detalharão as características, componentes e desempenhos específicos de cada um desses sistemas.

Figura 4 - Diagrama comparativo simplificado de fachada aderida e ventilada.

### FACHADA ADERIDA      FACHADA VENTILADA



Fonte: De autoria própria (gerada por IA – Chatgpt), 2025.

## 2.4 Fachadas Aderidas

A fachada aderida é um sistema amplamente utilizado na construção civil nacional, principalmente em empreendimentos residenciais e comerciais de médio porte. Trata-se de um revestimento aplicado diretamente sobre o substrato de alvenaria estrutural ou vedação, por meio de argamassa colante, formando um sistema contínuo e rígido.

Entre suas principais vantagens, destacam-se o custo inicial reduzido, a disponibilidade de mão de obra familiarizada com o sistema e a ampla gama de materiais de revestimento compatíveis, como cerâmicas esmaltadas, porcelanatos, pedras naturais e pastilhas. No entanto, as fachadas aderidas também apresentam vulnerabilidades técnicas, especialmente em relação à ocorrência de manifestações patológicas decorrentes de falhas de execução, movimentações estruturais ou exposição a agentes climáticos intensos.

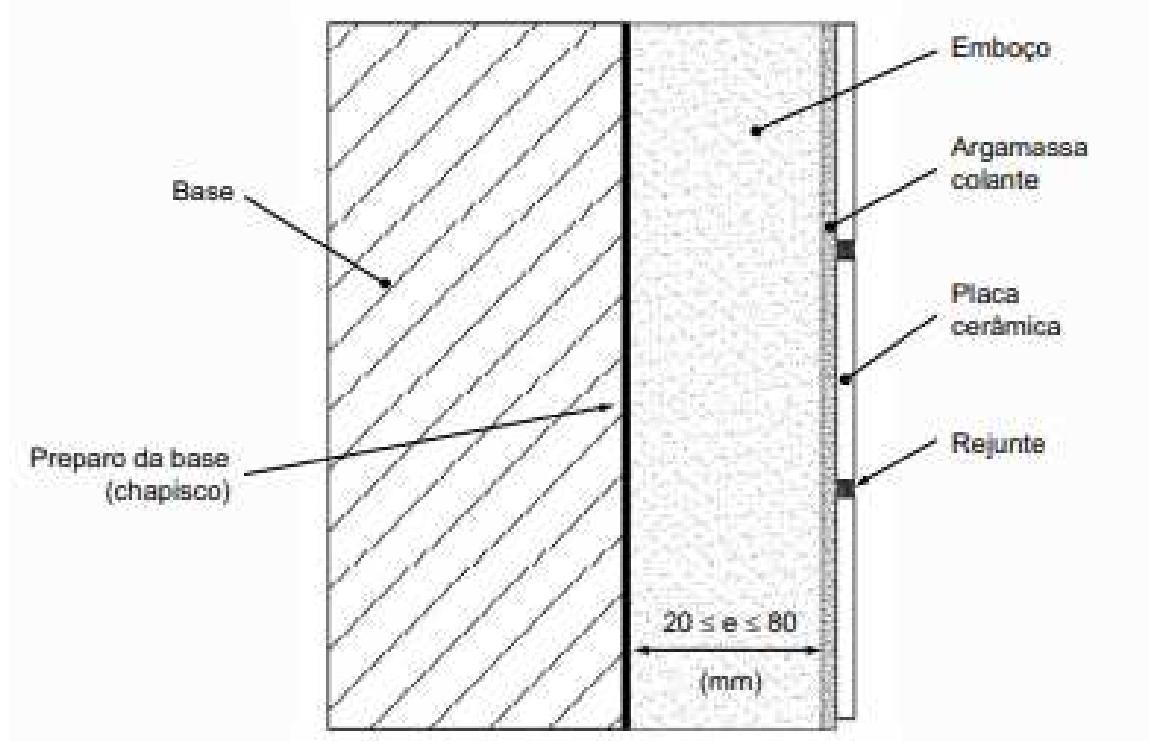
A durabilidade do sistema está fortemente atrelada à qualidade de execução. Como aponta Alves (2015), falhas de preparo da base, cura inadequada da argamassa ou ausência de juntas de dilatação podem comprometer a integridade do sistema em poucos anos, levando

manifestações patológicas precoces. Esses danos afetam não apenas a estética do edifício, mas também sua impermeabilidade, segurança e valor de mercado. Segundo Lima e Rêgo (2020), a recorrência desses problemas tem motivado a busca por sistemas mais duráveis e com menor exigência de manutenção.

Em Fortaleza, por exemplo, sua presença é frequente em edifícios residenciais de médio padrão. Contudo, o desempenho térmico inferior e a necessidade de inspeções periódicas tornam sua adoção questionável em regiões de alta incidência solar e umidade, o que tem incentivado a migração gradual para sistemas mais eficientes, como a fachada ventilada (Ferreira, 2011).

Medeiros e Sabbatini (1999) conceituam o revestimento de fachada como o conjunto de camadas aderidas à base do edifício cuja camada exterior consiste em placas cerâmicas assentadas e rejuntadas com argamassa ou material adesivo. A norma ABNT NBR 13755:2017 define o revestimento cerâmico como o sistema composto pelas placas cerâmicas, argamassa de assentamento e rejunte. As camadas que compõem o Sistema de Revestimento Cerâmico (SRC) são apresentadas a seguir:

Figura 5 - Esquema do revestimento cerâmico aplicado sobre a base.



Fonte: NBR 13755 (ABNT, 2017).

A Figura 4 ilustra esquematicamente as camadas que compõem o sistema de

revestimento cerâmico aderido, desde o preparo da base até o rejuntamento final. Este diagrama é fundamental para compreender a composição e a aplicação das fachadas aderidas, conforme detalhado pela ABNT NBR 13755 (2017):

- a) Substrato ou base: A base da fachada aderida é composta por alvenaria de vedação, geralmente em blocos cerâmicos ou de concreto. Essa estrutura deve apresentar estabilidade e regularidade para receber as camadas subsequentes. A ausência de prumo ou defeitos de nivelamento compromete severamente o desempenho do revestimento, sendo, segundo Souza (2019), uma das principais causas de falhas em fachadas aderidas;
- b) Chapisco e Emboço: Essas camadas intermediárias garantem aderência e regularização da superfície da base. O chapisco é aplicado com cimento e areia lavada de rio para criar rugosidade e aumentar a aderência. Em seguida, o emboço nivela a superfície, corrigindo irregularidades. A compatibilidade e a correta execução dessas camadas são essenciais para evitar descolamentos e defeitos futuros (Ferreira, 2011);
- c) Argamassa Colante: Responsável pela fixação do revestimento, a argamassa colante deve ser escolhida conforme as normas da ABNT e as características das peças (tipo de revestimento, dimensões, local de aplicação). A má aplicação (exemplo: ausência de cordões na placa, excesso de água) ou o uso de produtos inadequados resulta em falhas de aderência. Gomes (2019) aponta que a espessura e o tempo de cura devem ser rigidamente controlados para garantir o desempenho;
- d) Revestimento Cerâmico: Camada de acabamento com função estética e protetiva. Deve ser resistente à abrasão, intempéries, choque térmico e apresentar baixa absorção de água;
- e) Junta: Elementos essenciais para absorver deformações decorrentes de variações térmicas e movimentações estruturais. A falta de juntas de movimentação é um dos principais erros em fachadas aderidas, gerando pressões internas que levam ao destacamento de peças (Alves et al., 2015);

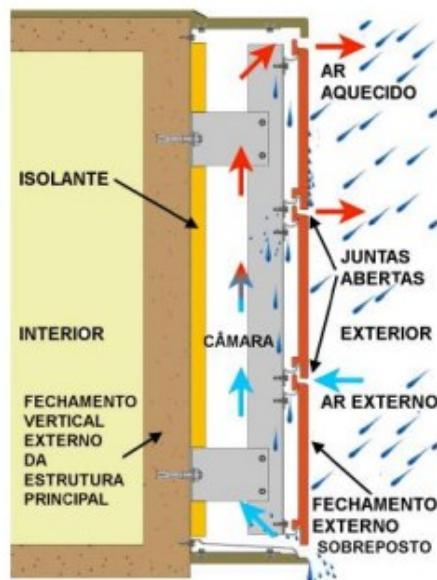
f) Rejuntamento: Preenchimento das juntas de assentamento entre as peças de revestimento, visando dar estanqueidade ao sistema e contribuir para a estética. Pode ser cimentício ou epóxi, sendo o segundo mais indicado para áreas expostas à umidade. A aplicação correta é essencial para evitar infiltrações e eflorescências.

## 2.5 Fachadas Ventiladas

O sistema de fachadas não aderido, é um sistema de revestimento externo afastado da base com o auxílio de uma subestrutura auxiliar, esse tipo de sistema é classificado como fachada cortina. De posse dessa definição, a fachada ventilada é um tipo de fachada cortina, mas com uma diferença que a câmara interna é projetada para ser ventilada, através do efeito chaminé. Essa câmara permite a circulação de ar por convecção, o que contribui significativamente para a redução da carga térmica sobre a parede principal (Bobadilla, 2007).

A câmara de ar resultante dessa separação deve possuir aberturas estratégicas na base e no topo, permitindo a circulação contínua do ar. A variação da densidade do ar no interior da cavidade em relação ao exterior, quando aquecido pela radiação solar que incide sobre o revestimento, cria um fluxo ascendente (efeito chaminé). Esse fluxo contínuo evita a transmissão direta da temperatura para o edifício, pois o ar quente é constantemente renovado, podendo ocorrer por convecção térmica, pressão dos ventos ou por meios artificiais, reduzindo os efeitos de condensação, absorção e reflexão das radiações solares, e impedindo sua passagem para o interior (Machado; Oliveira; 2012, Medeiros; 2014, Ferreira; 2011), como mostra na figura 6. Esse processo ativo contribui significativamente para a redução da transmissão térmica, mitigando o aquecimento das superfícies internas e otimizando o conforto térmico.

Figura 6 - Efeito Chaminé



Fonte: Machado, Oliveira (2012).

A ventilação contínua proporciona diversos benefícios. Primeiramente, ela facilita a eliminação de umidade acumulada, mitigando a ocorrência de manifestações patológicas como mofo, bolor e eflorescência, que são comuns em sistemas aderidos. Além disso, a fachada ventilada reduz a temperatura da superfície interna da parede, melhorando o conforto térmico e diminuindo a demanda por sistemas de climatização. Segundo Ferreira (2011), essa redução pode alcançar até 30% no consumo de energia elétrica em edificações localizadas em regiões quentes, como o Nordeste brasileiro, evidenciando seu potencial para a eficiência energética.

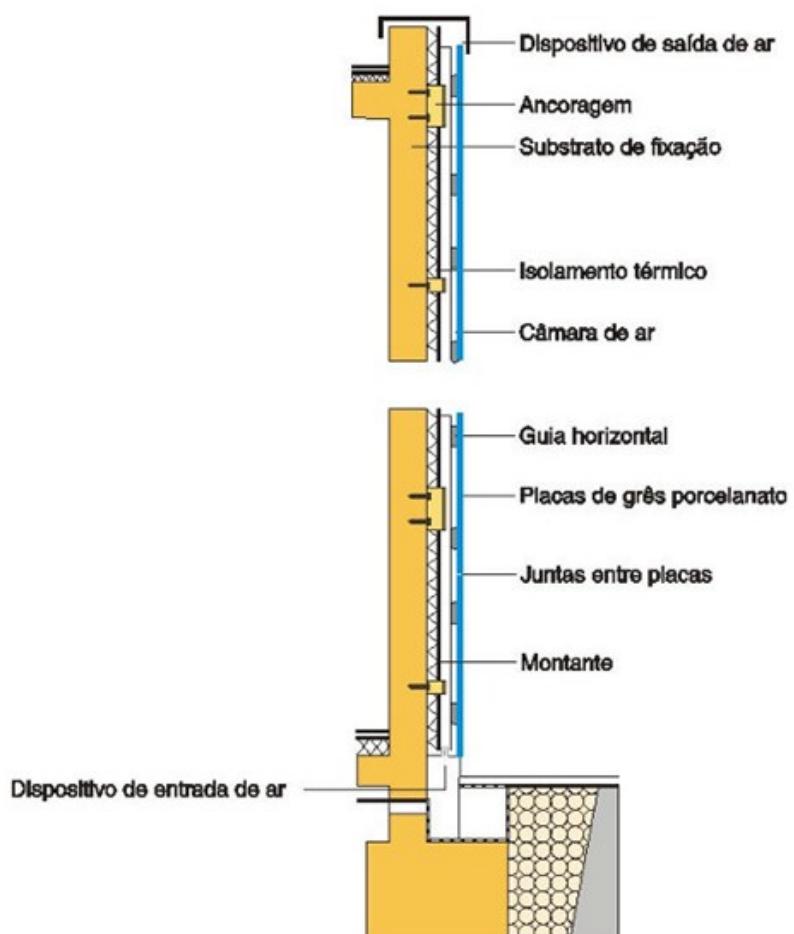
Do ponto de vista estético, a fachada ventilada oferece possibilidades variadas e grande flexibilidade no design, permitindo o uso de diversos materiais como porcelanatos, painéis cimentícios, chapas de alumínio composto (ACM), vidro ou pedras naturais. Os sistemas de fixação, sejam eles visíveis ou ocultos, conferem ao projeto maior liberdade formal, um acabamento refinado e a possibilidade de modulações de grandes formatos. Algo que não é possível com revestimentos aderidos tradicionais. Essa flexibilidade tem impulsionado sua aplicação em projetos de alto padrão, onde estética e desempenho são igualmente valorizados.

O custo inicial elevado do sistema ventilado constitui uma restrição observada na literatura e em estudos de mercado, girando em torno de R\$ 700,00 e R\$ 1.200,00/m<sup>2</sup>, a depender dos materiais e da complexidade do projeto (Oliveira, 2021). Além disso, a execução requer mão de obra especializada e planejamento detalhado, o que restringe sua adoção em projetos de baixo orçamento. Mesmo assim, sua expansão é crescente no Brasil, especialmente em edifícios institucionais, corporativos e residenciais de luxo, impulsionada pelos benefícios

de longo prazo e pelo atendimento às exigências de desempenho.

Com o avanço das novas tecnologias as placas de grandes dimensões têm se tornado bastante competitiva em relação aos demais materiais utilizados para a execução de fachadas aderidas (Siqueira Jr., 2003). Tal avanço tornou possível a utilização de novos produtos no mercado, permitindo a produção e aplicação de peças com dimensões de até 1200 x 1200 mm, e espessuras entre 8 e 12mm algo que não é tecnicamente possível para o Sistema de Fachada Aderido.

Figura 7 - Composição Esquemática da Fachada Ventilada.



Fonte: Machado, Oliveira (2012).

### 2.5.1 Componentes da Fachada Ventilada

#### a) Suporte ou Substrato

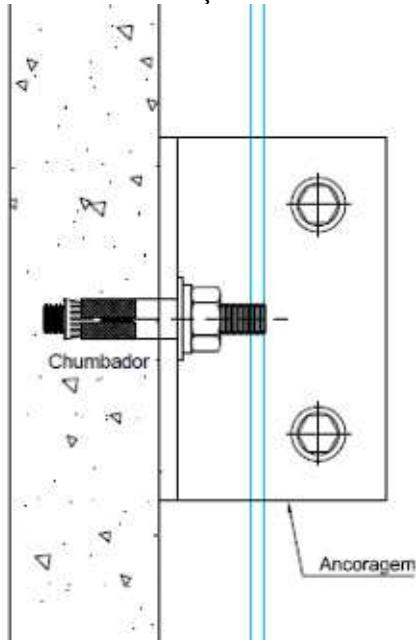
O suporte, ou substrato, é a estrutura principal da edificação sobre a qual será montada a fachada ventilada. Geralmente, é constituído por alvenaria (blocos cerâmicos, blocos

de concreto) ou elementos de concreto armado. É essencial que essa estrutura esteja devidamente regularizada e apresente resistência mecânica adequada para receber a estrutura de ancoragem da fachada ventilada. É crucial ressaltar que essa base não faz contato direto com o revestimento externo, pois entre eles haverá a estrutura de fixação e a câmara de ar, garantindo a independência e o desempenho térmico do sistema;

#### b) Chumbador

O chumbador é um elemento composto de barra roscada, arruela e porca ou parafuso em aço que será instalado na estrutura de concreto para transmissão das cargas recebidas pelo sistema ao pórtico estrutural do edifício (Bertini; Campos, 2023), como mostrado na figura 8. Devem ser dimensionados conforme a ABNT NBR 14827 para garantir resistência à tração e cisalhamento;

Figura 8 - Detalhe de instalação do Chumbador.



Fonte: Catálogo Eliane Tec.

#### c) Ancoragem

As ancoragens são os elementos de conexão, em perfil metálico, geralmente do tipo cantoneira, responsáveis por prender a estrutura metálica de fixação da fachada ventilada ao suporte (alvenaria ou concreto) da edificação;

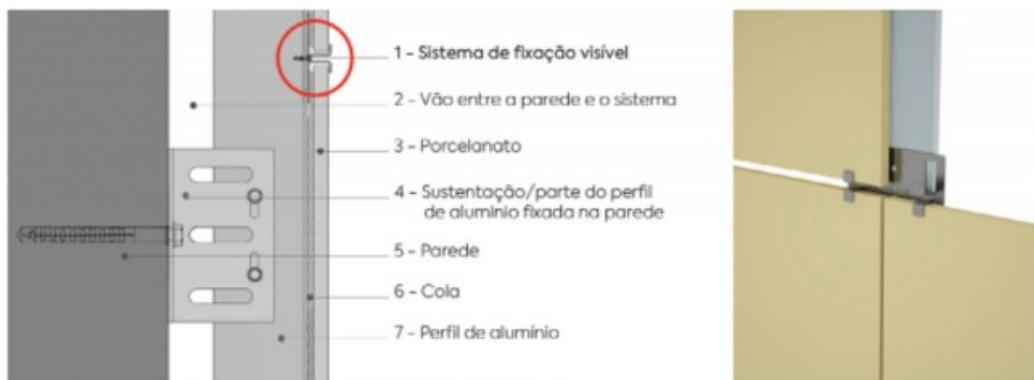
#### d) Perfil de Suporte

O perfil de suporte é um elemento crucial do sistema de fachada ventilada, composta por perfis metálicos, geralmente de alumínio, aço galvanizado ou aço inoxidável, que são fixados na ancoragem. Essa estrutura tem a função primordial de sustentar os painéis de revestimento, transferindo suas cargas para a estrutura principal do edifício, e de garantir o espaçamento preciso e adequado para a formação da câmara de ar ventilada. Os perfis podem ser configurados de forma horizontal, vertical ou um sistema misto;

#### e) Elementos de Fixação (Inserts)

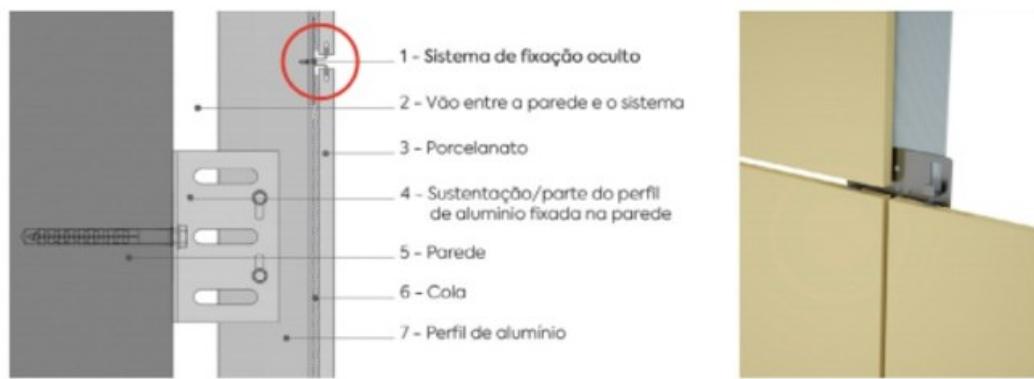
As placas de revestimento são fixadas, na estrutura de fixação, por meio de inserts metálicos, que podem ser classificados em dois tipos: sistema de fixação visível e sistema de fixação oculta. No sistema visível, os inserts permanecem aparentes na superfície do revestimento, como mostra a figura 9. Já no sistema oculto, os elementos de fixação ficam embutidos na parte interna das placas, de modo que não são perceptíveis após a instalação, conferindo um acabamento mais limpo e discreto à fachada, exemplificado na figura 10.

Figura 9 - Sistemas de Fixação Visível.



Fonte: Linha Direta (2021).

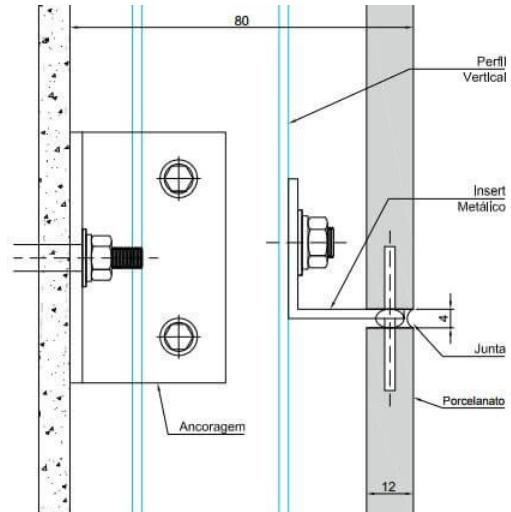
Figura 10 - Sistemas de Fixação Oculta.



Fonte: Linha Direta (2021).

Para o sistema oculto, conforme a ABNT NBR 15846:2010, os furos ou ranhuras para fixação nas placas de acoplamento devem possuir diâmetro ou largura mínima de 1 mm superior ao diâmetro do pino ou à largura do perfil a ser introduzido.

Figura 11 - Detalhamento de Inserts Ocultos.



Fonte: Catálogo Eliane Tec.

#### f) Isolante Térmico

Nos sistemas de fachada ventilada, o uso de materiais isolantes é um recurso opcional que pode aumentar o desempenho térmico e acústico da edificação. Embora a câmara de ar já proporcione redução significativa do ganho térmico por efeito chaminé, a inclusão de isolantes pode elevar o desempenho global em edifícios localizados em regiões de maior exigência climática ou normativa.

Figura 12 - Isolante Térmico entre o suporte e a fachada ventilada.



Fonte: Fibrosom (2025).

Embora o estudo de caso não inclua uma camada de isolamento térmico adicional, é importante destacar que diversos materiais podem ser empregados em fachadas ventiladas, conforme apresentado na Tabela 1. A escolha depende das exigências de desempenho térmico, acústico e de segurança ao fogo. Em regiões de clima quente, como Fortaleza, muitos projetos optam por utilizar apenas a câmara de ar ventilada, uma vez que ela já proporciona redução térmica eficiente.

Tabela 1 - Materiais Isolantes utilizados em fachadas ventiladas.

<b>Material</b>	<b>Características Principais.</b>
Lã de Rocha	Excelente isolante térmico, não exigência de manutenção periódica, baixo investimento, resistência a vibrações
EPS (Poliestireno Expandido)	Placa leve e de baixa condutividade térmica. Aplicação simples e custo reduzido. Desempenho acústico limitado e menor resistência ao fogo.
XPS (Poliestireno Extrudado)	Isolante rígido, de maior densidade e alta resistência à umidade. Oferece bom desempenho térmico e durabilidade.
PU/PIR (Poliuretano / Poliisocianurato)	Alta capacidade isolante com menor espessura. Excelente desempenho térmico e estabilidade dimensional. Custo elevado e requisitos rigorosos de segurança contra incêndio.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

Figura 13 - Aplicação de lã de rocha.



Fonte: Isar (2019).

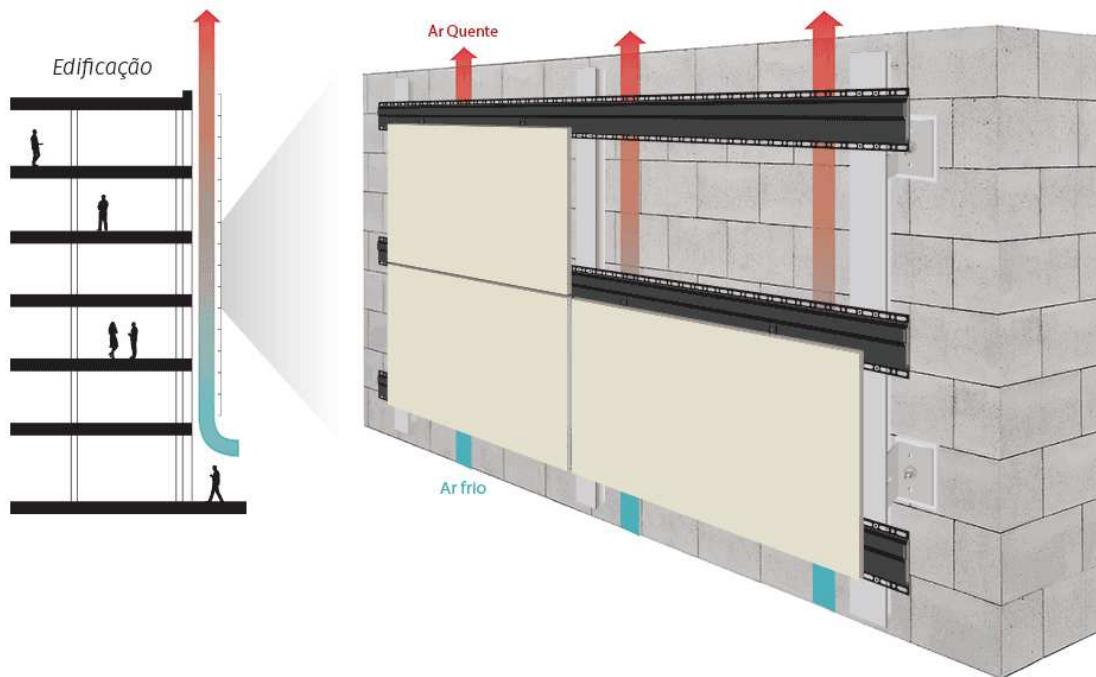
### g) Câmara de Ar

A câmara de ar corresponde ao espaço vazio existente entre o revestimento externo e a parede ou estrutura do edifício, funcionando como um interstício ventilado. Essa camada é o principal diferencial das fachadas ventiladas, pois permite a circulação natural do ar e a formação do chamado efeito chaminé. Para que esse mecanismo funcione adequadamente, é essencial que haja aberturas na parte inferior, para a entrada de ar mais frio, e na parte superior, para a saída do ar aquecido. Esse detalhamento construtivo auxilia na redução da pressão exercida pelo vento e garante a continuidade do fluxo, conforme ilustrado na figura 14.

A ventilação constante no interior da cavidade contribui para a dissipação do calor absorvido pelo revestimento, o que eleva o desempenho térmico do sistema como um todo. Silva (2012) observa que o efeito chaminé apresenta resultados particularmente favoráveis em regiões de clima quente, onde a incidência de radiação solar é mais intensa.

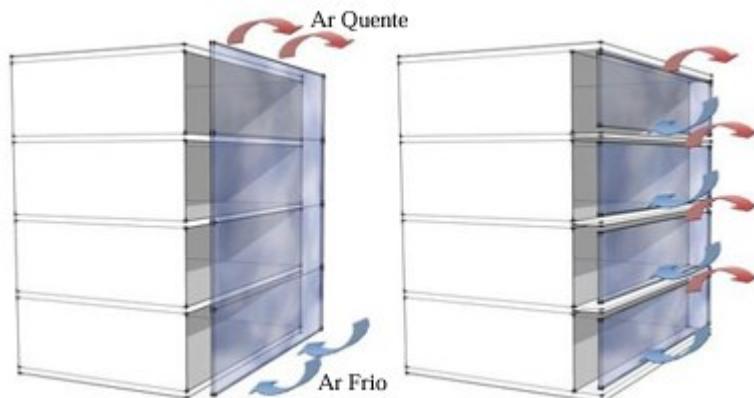
Entretanto, Müller (2003) observou que, em períodos mais quentes do ano, o fluxo ascendente de ar dentro da câmara ventilada pode fazer com que os pavimentos superiores apresentem temperaturas internas mais elevadas do que os inferiores. Para reduzir esse efeito, o autor propõe que a cavidade seja subdividida em trechos menores ao longo da altura da fachada, criando compartimentos independentes como mostra na figura 15. Essa solução limita a convecção contínua do ar, equilibrando melhor o desempenho térmico entre os pavimentos.

Figura 14 - Funcionamento da fachada ventilada pela Câmara de Ar.



Fonte: Catalogo Eliane Tec. (2025).

Figura 15 - Compartimentação da fachada Ventilada.



Fonte: Mazzarotto. (2011).

#### h) Revestimento Externo

O revestimento externo é a camada mais visível da fachada ventilada e confere a identidade estética ao edifício. É fixado à estrutura metálica de suporte e pode ser composto por uma vasta gama de materiais, com opções de fixação aparente (grampos visíveis) ou oculta, conforme as diretrizes do projeto arquitetônico e as exigências estéticas. Independentemente do material escolhido, o revestimento deve ser resistente, durável e adequado às condições climáticas específicas do local, suportando variações de temperatura, radiação solar, vento e

umidade. Segundo Causs (2014), o desempenho global do sistema de fachada ventilada depende fortemente da correta execução e de uma fiscalização técnica rigorosa durante todas as etapas da obra.

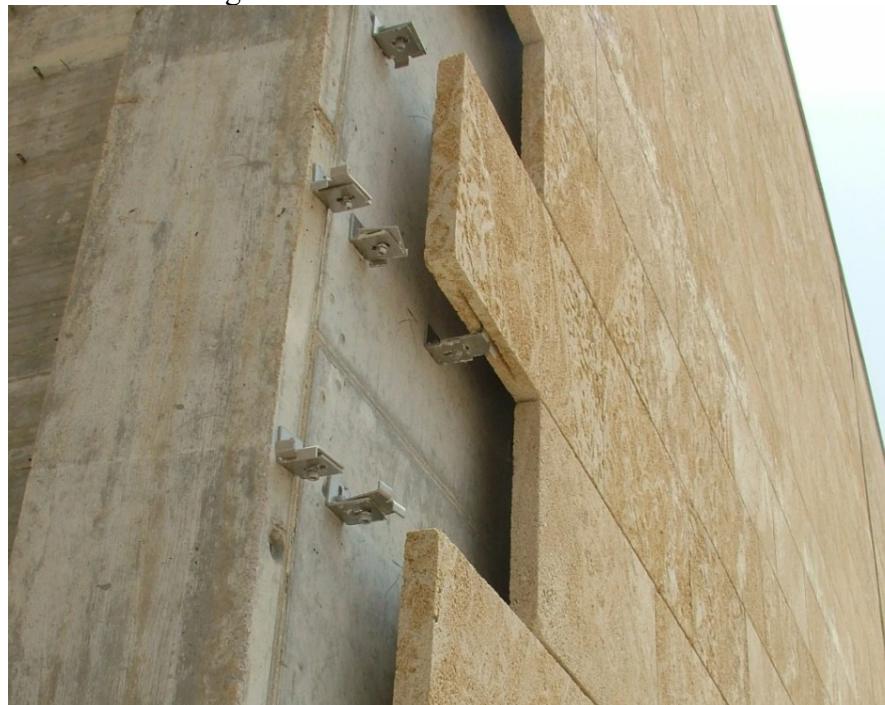
A diversidade de materiais para revestimento em fachadas ventiladas é ampla e tem evoluído constantemente nos últimos anos, oferecendo versatilidade estética e funcional. Entre os mais utilizados e consolidados no mercado estão o porcelanato técnico, painéis cimentícios, placas cerâmicas extrudadas, chapas de alumínio composto (ACM), vidro laminado ou temperado e até soluções com painéis fotovoltaicos integrados que transformam a fachada em um elemento gerador de energia. A escolha do material depende de uma análise multidisciplinar, considerando as exigências de desempenho térmico, resistência mecânica, facilidade e frequência de manutenção, durabilidade esperada e a linguagem arquitetônica do projeto (Ferreira, 2011).

- **Painéis de Pedra**

Os revestimentos de fachada ventilada em pedra natural apresentam-se como uma solução versátil, de origem natural e revelam uma elevada durabilidade e resistência. Oferecem elevadas vantagens, tanto do ponto de vista estético, como do ponto de vista da valorização do patrimônio (Dutra, 2010).

Um ponto importante desse revestimento, é a fixação que é feito quase que exclusivamente por ancoragens diretas ou pontuais, que dispensa quase que por completo a necessidade de utilização da subestrutura auxiliar. Esse fator reduz o custo do sistema de fachadas não aderido, mas pode aumentar o risco de colapso da estrutura, havendo necessidade de um controle mais rigoroso quanto a resistividade ao arrancamento da peça (Siqueira Jr., 2003).

Figura 16 - Fachada em Pedra Natural.



Fonte: Archiproducts. (s.d).

- **Placas Cerâmicas/Porcelanato**

As placas cerâmicas utilizadas em fachadas ventiladas evoluíram consideravelmente nos últimos anos, principalmente em termos de formato, leveza e resistência. Atualmente, os grandes formatos são predominantes, com medidas usuais entre 30 cm × 60 cm e 60 cm × 120 cm, o que permite acabamento mais contínuo e menor presença de juntas (Dutra, 2010). Essas placas são instaladas com o auxílio de subestruturas metálicas de suporte, com fixações mecânicas aparentes ou ocultas. Segundo Oliveira (2021), esse tipo de revestimento apresenta excelente comportamento frente à radiação solar, é resistente a choques térmicos e possui alta durabilidade, mesmo em ambientes externos agressivos.

Figura 17 - Fachada Ventilada em Revestimento Cerâmico.



Fonte: Erianetec (2015).

- **Grês Porcelanato**

O grês porcelanato, uma variação mais densa e resistente da cerâmica tradicional, destaca-se por sua elevada resistência mecânica, baixa absorção de água e estabilidade dimensional. Por apresentar baixa porosidade e resistência a agentes químicos, é ideal para fachadas sujeitas a variações climáticas intensas ou ambientes urbanos poluídos (Gomes, 2019). Sua instalação também requer o uso de subestruturas metálicas, seguindo os mesmos princípios técnicos das placas cerâmicas comuns, mas com reforço no dimensionamento da fixação devido ao maior peso específico do material (Oliveira, 2021).

Figura 18 - Fachada Ventilada em Grês Porcelanato.



Fonte: Elianetec (2025).

- **Alumínio Composto**

As chapas de alumínio composto (ACM) são formadas por duas lâminas externas de alumínio com um núcleo interno termoplástico, geralmente de polietileno ou mineral. Trata-se de um material leve, de fácil conformação, com elevada resistência à corrosão e ótima estabilidade frente à ação dos raios UV (Ferreira, 2011). Sua aplicação em fachadas ventiladas é comum em edificações comerciais, institucionais e de linguagem arquitetônica contemporânea. O sistema permite montagem rápida, com excelente planicidade e variedade de cores e acabamentos. De acordo com Dutra (2010), os painéis de ACM apresentam bom desempenho térmico e baixo custo de manutenção.

Figura 19 - Fachada Ventilada em Alumínio Composto



Fonte: Blazius (2019).

- **Paíneis Fenólicos**

Os painéis fenólicos, também conhecidos como laminados de alta pressão (HPL), são compostos por camadas de papel kraft impregnadas com resina fenólica, prensadas em alta temperatura. São indicados para fachadas que demandam alto desempenho frente à umidade, ao impacto e à degradação por radiação solar (Souza, 2020). Leves e versáteis, os painéis HPL permitem fixação com sistemas ocultos ou visíveis, e são instalados sobre subestruturas metálicas. Além disso, oferecem ampla variedade de acabamentos e tonalidades, adaptando-se bem a projetos de identidade visual marcada (Gomes, 2019).

Figura 20 - Fachada Ventilada Painéis Fenólicos



Fonte: Mestria (2017).

- **Vidro**

O vidro, quando utilizado como revestimento em fachadas ventiladas, confere leveza e transparência ao edifício, permitindo a entrada de luz natural e proporcionando alto valor estético. Seu uso é comum em edifícios comerciais e institucionais de grande porte, onde o apelo visual é relevante. No entanto, exige cuidados específicos com o controle térmico, sendo recomendado o uso de vidros laminados, refletivos ou com películas de controle solar (Oliveira, 2021). A fixação pode ocorrer por meio de sistemas mecânicos com garras, suportes perimetrais ou sistemas estruturais do tipo spider, conforme normas de segurança e cálculo de cargas atuantes (Siqueira Jr., 2003).

Figura 21 - Fachada Ventilada em Vidro

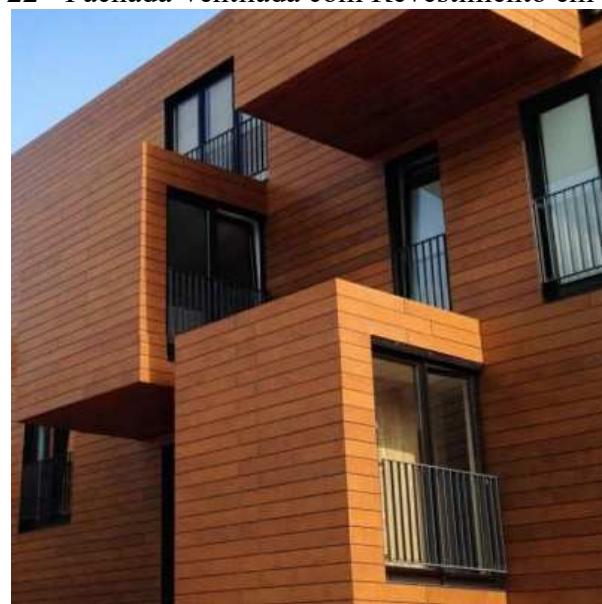


Fonte: Viva Decora (2023).

- **Madeira**

O Revestimento externo de madeira é realizado com chapas de madeira, normalmente tratados superficialmente com resinas acrílicas para proteção de agentes químicos, atmosféricos (Douglas,2015)

Figura 22 - Fachada Ventilada com Revestimento em Madeira

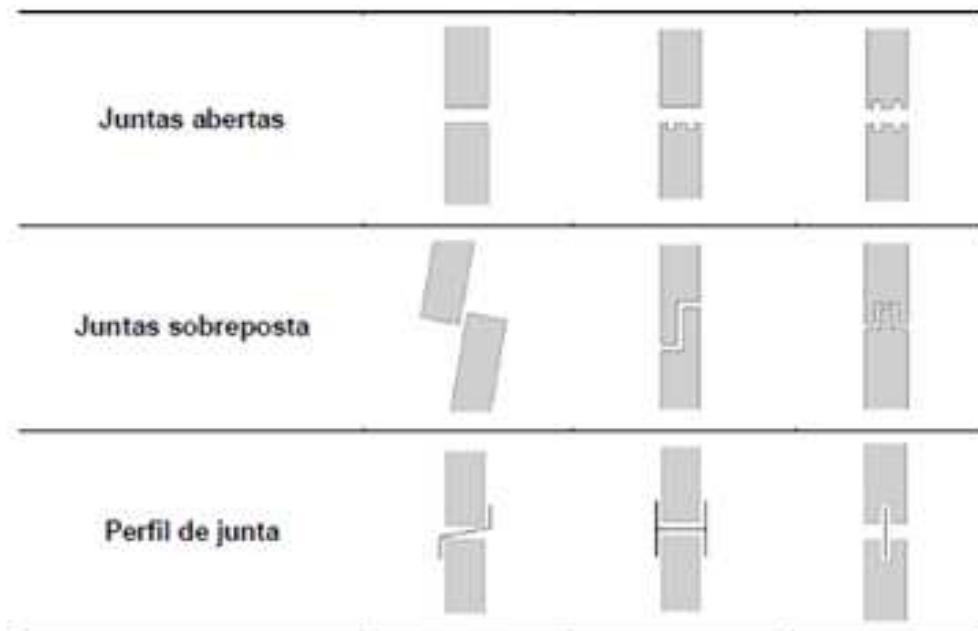


Fonte: Hunterdouglas (2015).

### e) Juntas

A presença de juntas entre os painéis, característica comum nesse tipo de sistema, pode permitir a penetração da água da chuva, quando isso ocorre, a umidade tende a escorrer pela face interna do revestimento, sem atingir diretamente a estrutura principal, graças à existência do afastamento. Em sistemas com fixação mecânica e espaço de ventilação entre o revestimento e o substrato, é comum a adoção de juntas abertas, o que contribui para a acomodação de deformações provocadas por variações térmicas ou estruturais (Dutra, 2004).

Figura 23 - Tipologia de juntas do sistema de fachada ventilada



Fonte: Sousa (2010)

## 2.6 Desempenho da Fachada Ventilada

A Norma de Desempenho (ABNT NBR 15575) estabelece as exigências mínimas dos usuários em três pilares fundamentais: segurança, habitabilidade e sustentabilidade. Tais exigências dividem-se em subtópicos como segurança estrutural, segurança contra o fogo e segurança no uso e operação; estanqueidade, conforto térmico, acústico, e, por fim, aspectos de durabilidade, manutenibilidade e impacto ambiental. O cumprimento desses requisitos é essencial para garantir que os sistemas de fachada atendam às expectativas de desempenho ao longo da vida útil da edificação. Os tópicos a seguir aprofundaram um pouco mais sobre tais pilares.

### **2.6.1 Segurança Estrutural**

Os componentes metálicos e as estruturas metálicas auxiliares devem ser dimensionados de maneira a resistirem aos esforços e às condições ambientais a que estão submetidos, de acordo com o sistema de fixação adotado e com o tipo de liga metálica a ser utilizada na fabricação das peças. (NBR 15846:2022). Como citado anteriormente, os chumbadores devem ser dimensionados conforme a ABNT NBR 14827 para garantir resistência à tração e cisalhamento.

A execução e o desempenho dos chumbadores empregados em fachadas ventiladas devem atender aos critérios estabelecidos pela ABNT NBR 14827, que define os procedimentos para avaliação da resistência à tração e ao cisalhamento desses elementos sob diferentes condições de carregamento, incluindo ações estáticas, dinâmicas, de fadiga e de impacto. O atendimento a esses requisitos é fundamental para garantir a estabilidade e a segurança do sistema de fixação ao longo da vida útil da edificação.

De forma complementar, a ABNT NBR 15846:2022 recomenda que o conjunto formado pelos chumbadores, suportes e inserts metálicos seja avaliado de maneira integrada, preferencialmente por meio de ensaios em escala real e executados in loco, conforme os procedimentos previstos na ABNT NBR 14827. Essa abordagem permite verificar o comportamento do sistema nas condições reais de uso, considerando a interação entre os elementos metálicos e o substrato de fixação.

Além disso, o desempenho mecânico do sistema de fachada ventilada deve ser analisado de forma global, contemplando o conjunto formado pelas placas de revestimento e pela estrutura de suporte. Nessa avaliação, devem ser consideradas ações como as cargas de vento atuantes na edificação, a ocorrência de impactos mecânicos, especialmente nas regiões próximas ao nível do térreo e lazer, e a capacidade dos inserts metálicos em sustentar adequadamente as placas de revestimento, assegurando o desempenho estrutural e a segurança do sistema como um todo.

### **2.6.2 Segurança Contra o Fogo**

A segurança contra incêndio é um requisito fundamental de desempenho dos sistemas de vedação vertical externa e assume relevância particular no caso das fachadas ventiladas, em função da presença de câmara de ar e de elementos metálicos e isolantes

que podem influenciar o comportamento do fogo. Conforme a ABNT NBR 15575-4:2013, esses sistemas devem ser concebidos de forma a não favorecer a propagação das chamas, nem contribuir para o aumento da carga de incêndio da edificação.

Nesse sentido, a norma de desempenho estabelece que as superfícies das vedações externas apresentem classificação adequada quanto à reação ao fogo, limitando a propagação superficial das chamas. Além disso, os sistemas de fachada devem atender aos tempos mínimos de resistência ao fogo definidos pela ABNT NBR 14432:2001, considerando fatores como a altura da edificação, o uso previsto e a carga de incêndio, de modo a garantir a estabilidade e a compartimentação durante o incêndio.

Assim, a adoção de fachadas ventiladas exige cuidados específicos de projeto, como a seleção criteriosa dos materiais de revestimento e dos isolantes térmicos, bem como o correto detalhamento construtivo, a fim de assegurar que a presença da câmara ventilada não atue como via de propagação do fogo. O atendimento rigoroso às exigências normativas é, portanto, condição essencial para que esse sistema não comprometa o desempenho global da edificação em termos de segurança contra incêndio.

### **2.6.3 Segurança no Uso e Ocupação**

Para garantir a segurança dos usuários, segundo a ABNT NBR 15575, os sistemas não devem apresentar:

- a) rupturas, instabilidades, tombamentos ou quedas, que possam colocar em risco a integridade física dos ocupantes ou de transeuntes nas imediações do imóvel;
- b) partes expostas cortantes ou perfurantes;
- c) deformações e defeitos acima dos limites especificados pelas Norma.

## **2.7 Comparativo Geral Entre os Sistemas de Fachada Aderida e Ventilada**

A escolha de um sistema de fachada para uma edificação é uma decisão complexa que impacta diretamente o desempenho global do edifício, seus custos de implantação e manutenção, e sua estética. No mercado da construção civil, os sistemas de fachada aderida e fachada ventilada representam duas das principais abordagens, cada uma com características, vantagens e desvantagens intrínsecas que as tornam mais ou menos adequadas a diferentes

contextos. Este capítulo visa apresentar um comparativo detalhado entre esses dois sistemas, analisando-os sob a ótica de diversos parâmetros técnicos e econômicos relevantes para o cenário construtivo, especialmente em regiões de clima quente como Fortaleza.

### 2.7.1 Desempenho Térmico

De acordo com a ABNT NBR 15575-1 (2021), o desempenho térmico da envoltória constitui requisito essencial de habitabilidade, estando diretamente relacionado às condições de conforto térmico dos usuários. Nesse contexto, o desempenho térmico configura-se como um dos critérios mais relevantes na avaliação de sistemas de fachada, especialmente em regiões de clima quente, caracterizadas por elevadas temperaturas e intensa incidência de radiação solar.

A fachada aderida, por apresentar o revestimento aplicado diretamente sobre a vedação, oferece menor resistência à transmissão de calor do ambiente externo para o interno (Cunha, 2006). A ausência de uma câmara de ar ou de camadas adicionais de isolamento térmico favorece a condução da radiação solar absorvida pela superfície externa para o interior da edificação. Em climas quentes, esse comportamento representa uma desvantagem significativa, resultando em maior carga térmica incidente sobre os ambientes internos, aumento da demanda por sistemas de climatização artificial e redução das condições de conforto térmico dos ocupantes.

Em contrapartida, as fachadas ventiladas são amplamente reconhecidas por seu desempenho térmico superior. A presença de uma câmara de ar ventilada entre o revestimento externo e a vedação principal da edificação possibilita a dissipação do calor absorvido pela camada externa, reduzindo o fluxo de calor transferido para o interior dos ambientes (Ferreira, 2011). No verão o sol incide diretamente sobre o revestimento externo e não sobre a parede de fechamento com o ambiente interno, além disso a câmara de ar permite a ventilação pelo efeito chaminé, diminuindo drasticamente o calor que chegará ao ambiente interno. Estima-se uma redução de transmitância térmica de aproximadamente 20% (Lopes, 2018).

Além disso, a câmara de ar atua como uma barreira térmica adicional, e a possibilidade de incorporação de materiais isolantes no sistema contribui para a melhoria do desempenho térmico da envoltória. Esse conjunto de características confere vantagem substancial às fachadas ventiladas, promovendo maior estabilidade da temperatura superficial interna, mitigação de pontes térmicas e melhoria das condições de conforto térmico. Estudos comparativos indicam que edificações com fachadas ventiladas podem apresentar reduções da

ordem de 2 °C a 3 °C nas temperaturas internas quando comparadas às fachadas aderidas, especialmente sob condições de alta incidência solar, contribuindo para a redução da demanda por climatização artificial e para o aumento da eficiência energética da edificação (Zilli et al., 2020).

### **2.7.2 Desempenho Acústico**

A capacidade dos sistemas de fachada em atenuar ruídos externos é um fator crítico para o conforto acústico em edificações urbanas, especialmente em zonas densamente ocupadas como o bairro Meireles, em Fortaleza. A fachada aderida, por ser um sistema monolítico e contínuo, depende essencialmente da massa superficial dos materiais (alvenaria, emboço e revestimento cerâmico) para proporcionar isolamento acústico. No entanto, sua eficácia é limitada: estudos indicam que sistemas aderidos convencionais atingem, em média, níveis de isolamento sonoro entre 25 e 30 dB (Siqueira Jr., 2003), valor frequentemente inferior ao mínimo exigido pela NBR 15575-4 (2023), que estabelece  $\geq 30$  dB para ruído aéreo em fachadas de edificações residenciais.

Em contraste, a fachada ventilada, por sua configuração multicamadas e descontínua, oferece desempenho acústico superior. A câmara de ar entre o revestimento e o substrato atua como um amortecedor de ondas sonoras, enquanto a desacoplamento estrutural entre as camadas interrompe a transmissão direta de vibrações. Além disso, é comum a inclusão de materiais porosos com propriedades acústicas, como lã de rocha ou lã de vidro, na câmara ventilada, o que pode elevar o isolamento acústico para valores entre 35 e 45 dB, dependendo da espessura e densidade do isolante (Gomes, 2019). Essa configuração não apenas atende, mas frequentemente supera os requisitos normativos, contribuindo significativamente para o conforto interno, especialmente em edifícios próximos a vias de tráfego intenso.

### **2.7.3 Durabilidade e Manutenção**

A durabilidade e a necessidade de manutenção são fatores cruciais para o custo do ciclo de vida de uma fachada. A fachada aderida é notória por sua maior suscetibilidade a degradações como descolamentos de peças, fissuras, eflorescências e manchas, que podem surgir em decorrência de tensões térmicas, movimentações estruturais, umidade e falhas de projeto ou execução Pezzato (2010), as figuras 23 e 24 ilustram essas manifestações em

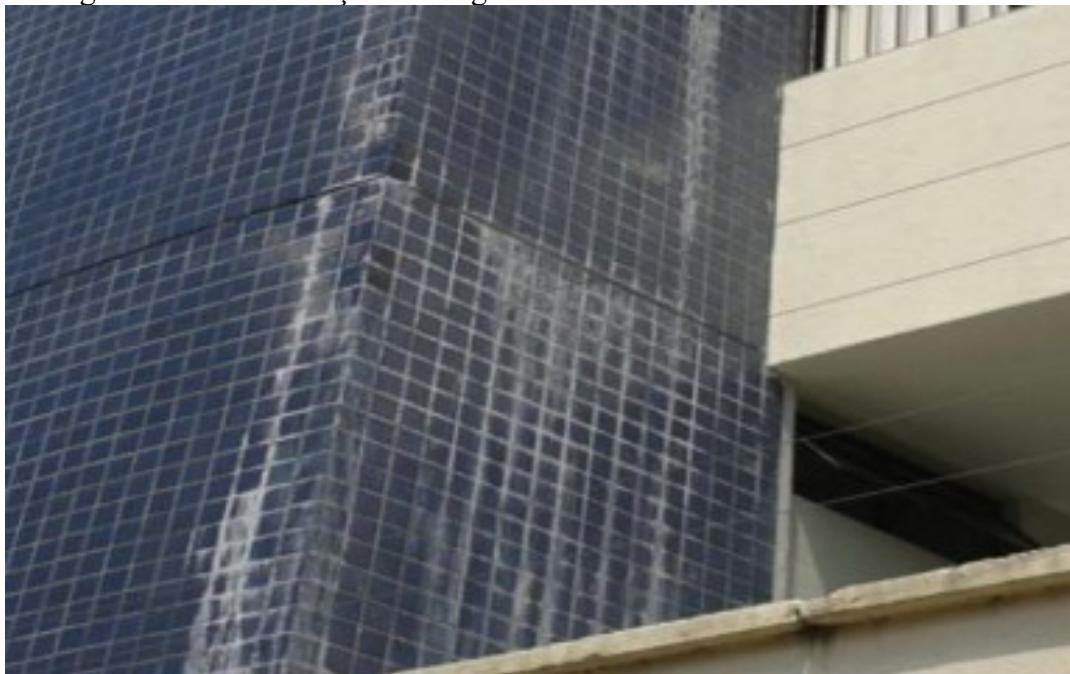
situações reais. Essa vulnerabilidade implica em necessidade de manutenção mais frequente e custos elevados de reparo corretivo ao longo da vida útil do edifício, representando uma desvantagem econômica a longo prazo que muitas vezes supera a economia inicial. A dificuldade de realizar reparos pontuais sem comprometer a estética geral também é um desafio.

Figura 24 – Manifestação Patológica em Fachadas Aderidas – Descolamento



Fonte: Inova Civil (s.d.).

Figura 25 – Manifestação Patológica em Fachadas Aderidas – Eflorescência



Fonte: Araújo (2020).

As fachadas ventiladas, por outro lado, demonstram significativa maior durabilidade e menor necessidade de manutenção, graças à ausência de contato direto entre o revestimento externo e a estrutura do edifício, o que reduz as tensões sobre os componentes (Gomes, 2019). Essa vantagem se traduz em custos de manutenção drasticamente menores ao longo do ciclo de vida do empreendimento e uma estética preservada por mais tempo. Além disso, a substituição de placas danificadas é facilitada, proporcionando manutenção mais rápida e menos onerosa (Pezzato, 2010).

## 2.8 Manutenção e Retrofit

A manutenção pode ser compreendida como o conjunto de ações destinadas a preservar ou restabelecer a funcionalidade da edificação e de seus sistemas, garantindo desempenho adequado e segurança aos usuários ao longo da vida útil da construção (ABNT NBR 15575-1:2024). No contexto dos sistemas de fachada, essa definição assume especial relevância, uma vez que esses elementos estão diretamente expostos às intempéries e constituem uma das partes da edificação mais suscetíveis ao surgimento de anomalias quando não recebem tratamentos preventivos adequados.

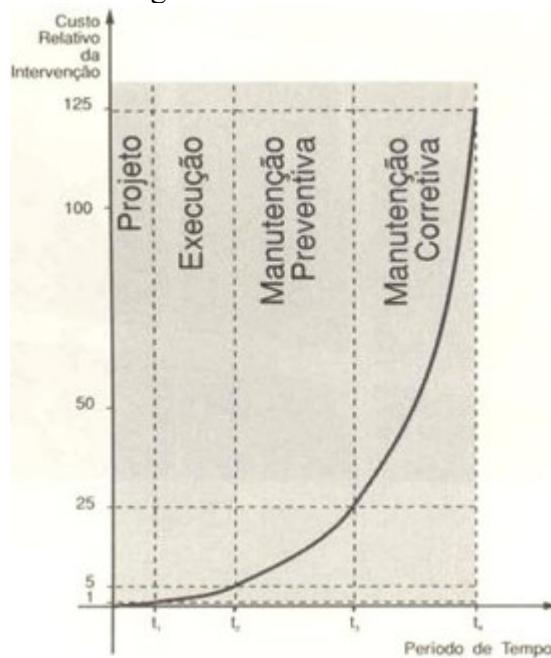
Toda edificação é projetada para atender a uma Vida Útil de Projeto (VUP),

alcançada quando seus sistemas operam com desempenho adequado. Porém, à medida que os componentes sofrem desgaste natural, o desempenho tende a diminuir. Quando não há intervenções planejadas, a Vida Útil (VU) real pode ficar muito abaixo do previsto, exigindo reparos antecipados e custos elevados. Com base na ABNT NBR 15575-1 (2024), a realização de manutenções preventivas e inspeções periódicas é fundamental para retardar esse processo de degradação e garantir que a edificação mantenha suas condições mínimas de desempenho ao longo do tempo.

No caso das fachadas, essa rotina é ainda mais relevante, pois trata-se de um dos sistemas diretamente expostos às intempéries. Embora pequenas intervenções preventivas sejam essenciais para prolongar a vida útil, elas não eliminam a necessidade de reparos de maior porte ao longo do tempo, como observa Mazzarotto (2011). Pesquisas como as de Mendes (2009) e Maciel (2013) evidenciam que alguns componentes das fachadas ventiladas, a exemplo de fixações metálicas, ancoragens ou elementos de revestimento, podem apresentar vida útil inferior à VUP da edificação caso não sejam submetidas a inspeções e manutenções periódicas, exigindo substituições programadas para manter o desempenho global do sistema.

Outro ponto importante é o impacto econômico do atraso na manutenção. A literatura técnica demonstra que intervenções preventivas permitem o planejamento adequado dos recursos e evitam custos elevados associados às correções tardias. Esse comportamento está alinhado com a Lei dos Cinco, proposta por Sitter (1984), segundo a qual os gastos com intervenções crescem em progressão geométrica caso a anomalia permaneça sem tratamento, conforme ilustra o gráfico da figura 26. Assim, quanto mais tempo um problema permanece ativo, maior será a complexidade e o custo da correção. O autor reforça ainda a importância de uma gestão eficiente do edifício, baseada no cumprimento dos manuais de uso e manutenção fornecidos pelos projetistas e fabricantes, prática essencial para evitar reparos emergenciais e garantir longevidade ao sistema.

Figura 26 - Lei dos Cinco.



Fonte: Sitter (1994)

No contexto da comparação entre fachadas aderidas e ventiladas, esses princípios reforçam a necessidade de avaliar não apenas o custo inicial, mas também o custo de manutenção ao longo da vida útil. Sistemas com menor probabilidade de falhas críticas e manutenção mais previsível tendem a apresentar desempenho econômico mais favorável, especialmente em ambientes agressivos como o litoral de Fortaleza-CE.

### 3 METODOLOGIA DA PESQUISA

Este trabalho utiliza uma abordagem qualitativa e descritiva, estruturada para comparar a viabilidade técnica e econômica entre os sistemas de fachada aderida ventilada. O estudo será aplicado a um empreendimento real em construção, o que permite a obtenção de dados concretos e reais para análise.

#### 3.1 Procedimentos Metodológicos

A estrutura metodológica do trabalho foi dividida em cinco etapas principais:

1. Revisão bibliográfica: realizada com base em livros, artigos técnicos, normas da ABNT e publicações especializadas, com o objetivo de contextualizar os conceitos, características, vantagens e limitações dos sistemas de fachadas analisados.
2. Coleta de dados técnicos: envolveu o levantamento de composições de serviços, materiais e sistemas construtivos típicos das fachadas aderida e ventilada, com base em catálogos de fabricantes, manuais técnicos e cadernos de encargos utilizados em obras de padrão elevado.
3. Estudo de caso: aplicado a um edifício residencial de alto padrão localizado no bairro Meireles, em Fortaleza–CE. O edifício, denominado Manabu, possui aproximadamente 5.800 m<sup>2</sup> de área de fachada e foi utilizado como base para quantificar os sistemas analisados.
4. Análise orçamentária: elaborada com base no levantamento de quantitativos dos serviços envolvidos, incluindo a execução completa das fachadas. Os preços foram obtidos por meio de orçamentos reais com fornecedores locais e complementados com dados da Tabela SINAPI e SEINFRA, assegurando representatividade regional.
5. Análise comparativa de desempenho: foram considerados os aspectos térmicos, de durabilidade, manutenção, sustentabilidade e estética, com base em parâmetros normativos e evidências apresentadas na literatura técnica.

### **3.2 Critérios de Avaliação**

Os sistemas foram comparados com base nos seguintes critérios:

- Custo direto global: Inclui todos os serviços necessários à instalação dos sistemas, desde a preparação da base até o acabamento final;
- Tempo de execução: avaliado com base no cronograma físico de ambos os sistemas, considerando produtividade média da mão de obra;
- Manutenção e durabilidade esperada: Considerando a frequência de intervenções e a suscetibilidade a falhas;
- Exigência técnica: Nível de especialização e controle necessário na execução;

### **3.3 Validação Teórica**

A análise prática foi complementada e validada por meio de uma revisão de literatura especializada, incluindo normas técnicas (como a ABNT NBR 15575), dissertações acadêmicas, artigos científicos e manuais técnicos de fabricantes. As fontes foram extraídas das bases CAPES Periódicos, Google Scholar e publicações de universidades e institutos técnicos, permitindo comparar os achados do estudo de caso com o conhecimento estabelecido na área e reforçar a robustez das conclusões.

### **3.4 Delimitação do Estudo**

- O estudo focará em comparar fachadas aderidas e ventiladas, excluindo do escopo sistemas como cortinas de vidro, ACM ou pintadas, que possuem características distintas das fachadas analisadas, levando em conta apenas os aspectos de custo e desempenho;
- Não foram considerados aspectos subjetivos como estética ou preferências de mercado;
- O foco está na comparação técnica e econômica, dentro do contexto climático e mercadológico de Fortaleza.

Vale destacar que a avaliação do desempenho térmico foi baseada em dados de literatura e não envolveu ensaios em campo ou simulações computacionais específicas. A análise econômica considerou apenas os custos diretos de execução, não abrangendo custos indiretos como transporte, logística ou encargos financeiros.

Apesar dessas limitações, os critérios adotados oferecem uma base comparativa robusta, permitindo extrair conclusões aplicáveis a empreendimentos de padrão semelhante ao utilizado no estudo de caso.

### **3.5 Estudo de Caso**

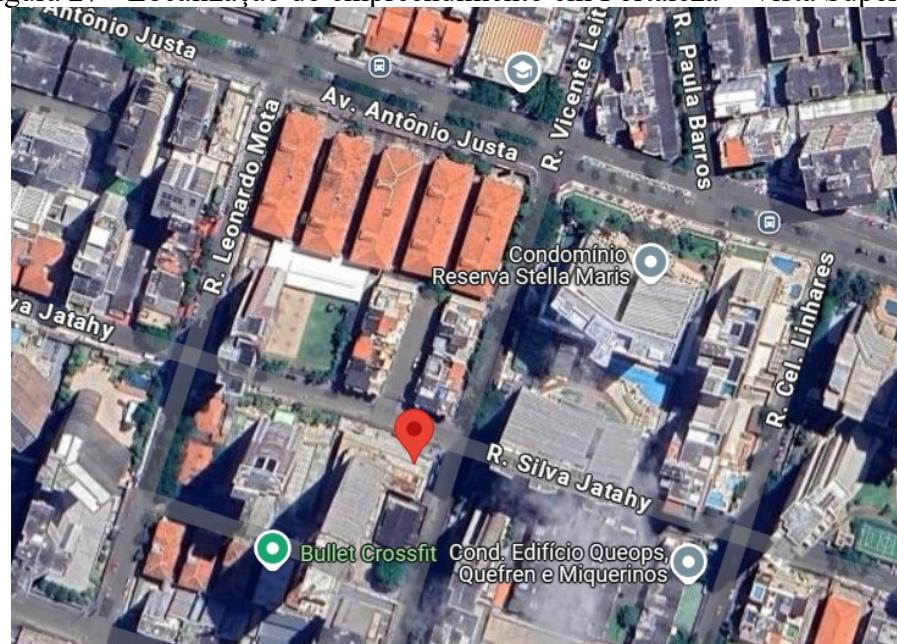
Para fundamentar a análise comparativa entre os sistemas de fachada aderida e ventilada, foi adotado como estudo de caso o edifício residencial de alto padrão Manabu, localizado no bairro Meireles, zona nobre de Fortaleza–CE. A escolha do empreendimento justifica-se por seu porte, tipologia e padrão construtivo, que demandam soluções técnicas eficientes e duráveis, além de elevado apelo estético.

#### **3.5.1 Caracterização do Empreendimento**

O edifício residencial é composto por uma torre única residencial, composta de 3 Subsolos, 1 Pavimento Térreo, 2 Pavimentos Garagem, Lazer, Mezanino, 35 Pavimentos tipos com 1 unidade cada, 1 Rooftop e Coberta. O empreendimento contará com uma área de fachada de aproximadamente 5800m<sup>2</sup>.

As fachadas foram divididas em quatro orientações principais (norte, sul, leste e oeste), com variações na incidência solar ao longo do dia. O sistema de fachada adotado no projeto original é o de fachada ventilada com porcelanato de 90x90 cm. Este estudo visa estimar e comparar o custo de uma solução equivalente utilizando fachada aderida, com base em critérios técnicos e estéticos similares.

Figura 27 - Localização do empreendimento em Fortaleza – Vista Superior



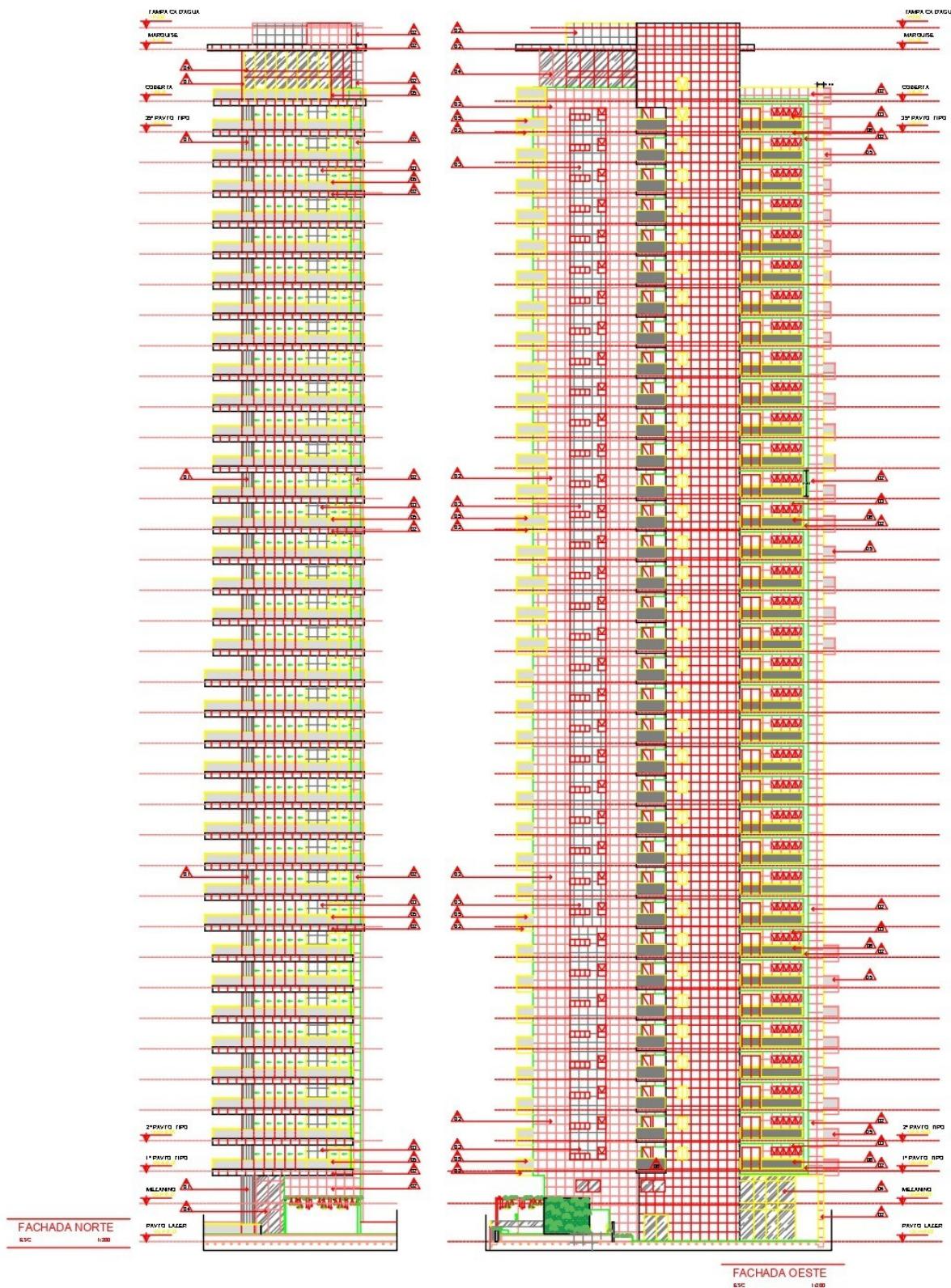
Fonte: Google Maps, 2025.

Figura 28 - Perspectiva do Empreendimento



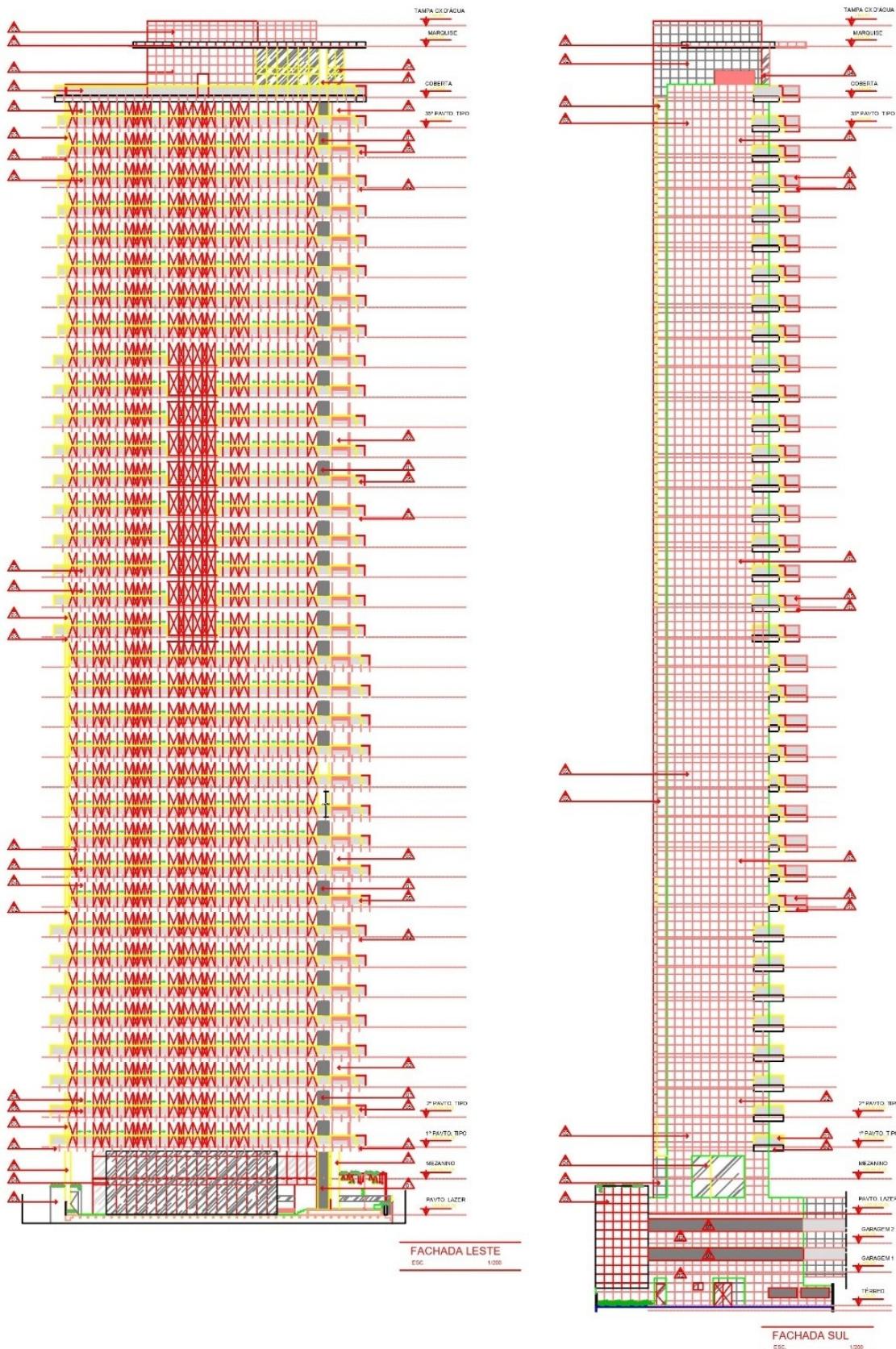
Fonte: Arquivos da Construtora, 2025.

Figura 29 - Planta de Fachadas: Norte, Oeste.



Fonte: Arquivos da Construtora, 2025.

Figura 30 - Planta de Fachadas: Leste e Sul



Fonte: Arquivos da Construtora, 2025.

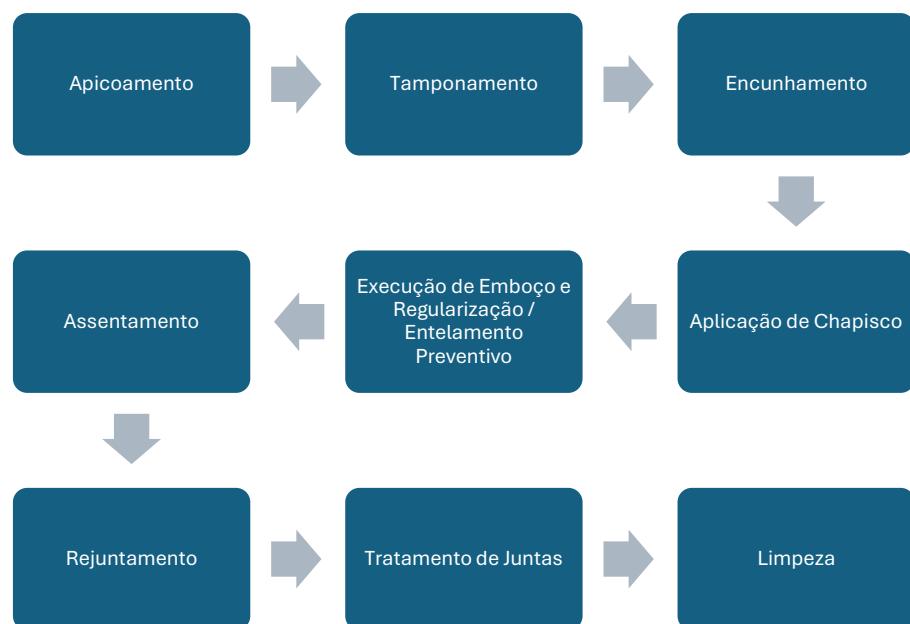
### 3.5.2 Aplicação no sistema de fachadas

Com base nas características do empreendimento e nos dados técnicos disponíveis, foi realizada a aplicação hipotética do sistema de fachada aderida no edifício sobre as mesmas condições do sistema de fachada ventilada que é o característico do edifício. A comparação considerou os serviços completos, desde a preparação da base até o revestimento final, seguindo as normas técnicas correspondentes a cada sistema.

Para o sistema aderido, foram considerados os seguintes serviços e materiais:

- Apicoamento;
- Tamponamento,
- Encunhamento;
- Aplicação de chapisco;
- Execução de emboço e regularização / Entelamento preventivo;
- Assentamento de placas cerâmicas 60 × 60 cm;
- Rejuntamento;
- Tratamento de juntas;
- Limpeza;

Figura 31 - Fluxograma de execução da Fachada Aderida.

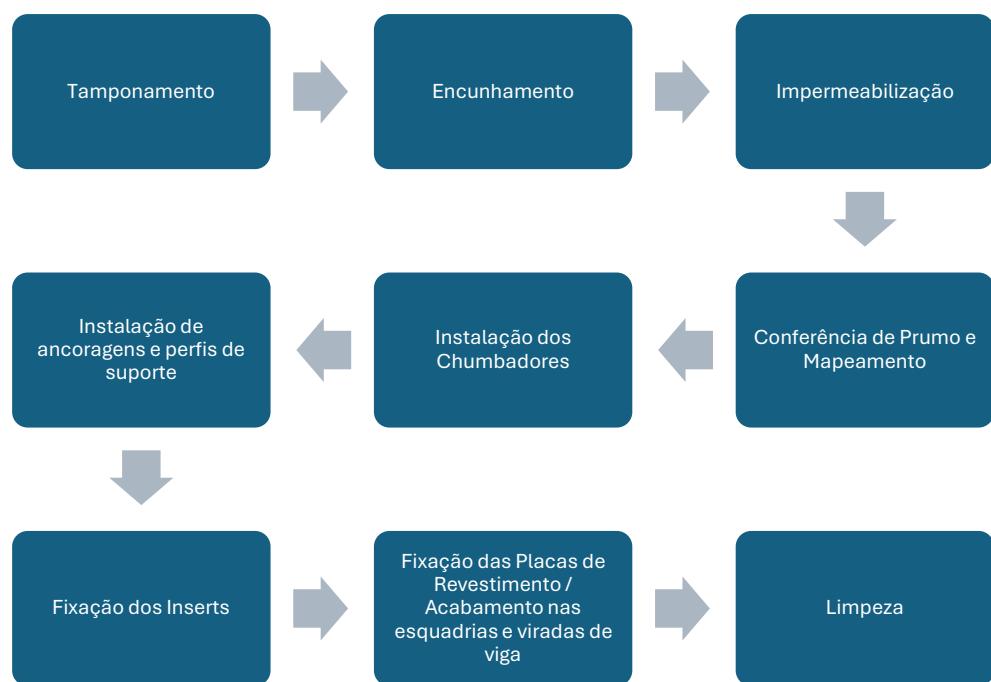


Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

Já no sistema de fachada ventilada, foram considerados:

- Tamponamento;
- Encunhamento;
- Impermeabilização;
- Conferência de Prumo e Mapeamento;
- Instalação de Chumbadores
- Instalação de ancoragens e perfis de suporte;
- Fixação dos Inserts;
- Fixação das Placas de Revestimento / Acabamento nas esquadrias e viradas de vigas;
- Limpeza.

Figura 32 - Fluxograma de execução da Fachada Ventilada



Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

## 4 RESULTADOS

Com base nas informações técnicas, premissas de projeto e procedimentos metodológicos estabelecidos no Capítulo 3, os sistemas de fachada aderida e ventilada foram aplicados ao edifício em estudo com o objetivo de estimar seus custos diretos, prazos de execução e necessidades de manutenção. A análise partiu dos quantitativos extraídos da área total de fachada e das especificações construtivas do empreendimento, permitindo simular, de maneira consistente, o desempenho econômico e operacional de cada solução.

A aplicação considerou rigorosamente as sequências de execução definidas para cada sistema, respeitando as características técnicas de seus componentes e as produtividades médias de mão de obra adotadas. Assim, os resultados apresentados a seguir representam a avaliação prática da implantação dos dois sistemas no contexto real do edifício, constituindo a base para a comparação realizada no Capítulo 5.

### 4.1 Custos

#### 4.1.1 Análise Orçamentária – Fachada Aderida

O orçamento da fachada aderida foi elaborado a partir do levantamento completo de insumos necessários para execução das etapas listadas no capítulo anterior, incluindo materiais, mão de obra, equipamentos, encargos e custos auxiliares. A composição de preços de cada item foi obtida com base utilizando valores médios praticados por fornecedores da cidade de Fortaleza em 2025. Já os custos com mão de obra especializada foram obtidos a partir das tabelas do Sinduscon-CE, inserida abaixo, adequando-se às especificidades de produtividade para esse tipo de revestimento.

Tabela 2 - Convenção Coletiva de Trabalho 2025/2026

CATEGORIA	PISO SALARIAL (R\$)
A) SERVENTE	1.538,00
B) MEIO-PROFISSIONAL	1.680,00
C) PROFISSIONAL	2.230,00
D) ENCARREGADO DE SETOR	2.620,00
E) MESTRE DE OBRAS	3.862,00
F) PESSOAL DE APOIO ADM.	1.538,00
G) PESSOAL ADMINISTRATIVO	1.680,00

Fonte: Sinduscon-CE (2025).

Os quadros abaixo apresentam o custo total direto para a implantação do sistema aderido no edifício. Os valores englobam desde a preparação da base até o acabamento final, considerando as especificidades de revestimento cerâmico adotado para fins comparativos.

Tabela 3 – Quantitativo e Precificação dos Materiais – Fachada Aderida

<b>Material</b>	<b>Und.</b>	<b>Qnt.</b>	<b>Unitário</b>	<b>Total</b>
Areia grossa	m <sup>3</sup>	333,25	R\$ 104,16	R\$ 34.711,41
Cimento	kg	82776,82	R\$ 0,76	R\$ 62.910,38
Tela de arame galvanizado para fachada	m <sup>2</sup>	1177,51	R\$ 16,00	R\$ 18.840,16
Bianco	l	76,81	R\$ 11,25	R\$ 864,11
Arame galvanizado n. <sup>º</sup> 16 BWG	kg	171,16	R\$ 0,47	R\$ 80,44
Cal hidratada	kg	23791,06	R\$ 1,14	R\$ 27.121,81
Argamassa colante ACIII	kg	45642,32	R\$ 1,20	R\$ 54.770,78
Eliane Munari cimento AC 60x60cm	m <sup>2</sup>	5705,29	R\$ 63,46	R\$ 362.057,70
Rejunte para cerâmica	kg	5960,91	R\$ 2,25	R\$ 13.412,04
Tinta elastomérica para friso da fachada	l	9,91	R\$ 80,56	R\$ 798,56
Tarugo para dilatação 10mm	m	2147,73	R\$ 0,52	R\$ 1.116,82
Selante a base de poliuretano	und	429,55	R\$ 46,10	R\$ 19.802,07
<b>Total Material</b>				<b>R\$ 596.486,29</b>

Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

Tabela 4 - Quantitativo e precificação dos Serviços – Fachada Aderida

<b>Serviço</b>	<b>Und.</b>	<b>Qnt.</b>	<b>Unitário</b>	<b>Total</b>
Apicoamento, limpeza e corte dos ferros em estrutura de concreto	m	3840,47	R\$ 1,43	R\$ 5.491,87
Encunhamento de alvenaria com argamassa de cimento	m	956,53	R\$ 2,63	R\$ 2.515,67
Execução de entelamento preventivo	m <sup>2</sup>	1177,51	R\$ 1,58	R\$ 1.860,47
Chapisco sobre parede externa traço 1:3 (Estrutura)	m <sup>2</sup>	3840,47	R\$ 3,38	R\$ 12.980,79
Chapisco sobre parede externa traço 1:3 (Alvenaria)	m <sup>2</sup>	1864,82	R\$ 3,38	R\$ 6.303,09
Emestramento de parede para revestimento de fachada	m <sup>2</sup>	5705,29	R\$ 2,36	R\$ 13.464,48
Emboço para paredes externas	m <sup>2</sup>	5705,29	R\$ 13,90	R\$ 79.303,53
Emboço linear	m	679,96	R\$ 6,95	R\$ 4.725,72
Serviço de revestimento externo	m <sup>2</sup>	5705,29	R\$ 19,69	R\$ 112.337,16
Cerâmica linear	m	679,96	R\$ 9,85	R\$ 6.697,61
Rejuntamento de revestimento externo	m <sup>2</sup>	5787,29	R\$ 2,00	R\$ 11.574,58
Tratamento de juntas	m	2147,73	R\$ 0,67	R\$ 1.438,98
Limpeza	m <sup>2</sup>	5787,29	R\$ 1,25	R\$ 7.234,11
<b>Total Serviço</b>				<b>R\$ 265.928,07</b>

Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

Tabela 5 - Custos Indiretos – Fachada Aderida

Descrição	Unid	Coef.	Unitário	Total
Locação de máquina para bombeamento de argamassa	Mês	3,00	R\$ 18.000,00	R\$ 54.000,00
Óleo diesel	L	2520,00	R\$ 6,29	R\$ 15.850,80
Mangueira para distribuição de argamassa D=75mm	M	867,86	R\$ 52,40	R\$ 45.475,86
Abraçadeira D=75mm para mangueira de bombeamento de argamassa	und	867,86	R\$ 13,00	R\$ 11.282,18
Funil para laje 100mm completo	und	7,00	R\$ 433,00	R\$ 3.031,00
Andaime suspenso (Balanças) manual	un/mês	100,00	R\$ 540,00	R\$ 54.000,00
Tela em nylon para fachada	m <sup>2</sup>	9918,40	R\$ 3,50	R\$ 34.714,40
Serviço de montagem de estrutura e tela de fachada	m <sup>2</sup>	9918,40	R\$ 1,80	R\$ 17.853,12
Locação de perfil metálico para tela de fachada e andaime suspenso	un/mês	200,00	R\$ 40,00	R\$ 8.000,00
<b>Total Extra</b>				<b>R\$ 244.207,36</b>

Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

Tabela 6 - Orçamento Total – Fachada Aderida

Descrição	Total
Material	R\$ 596.486,29
Serviço	R\$ 265.928,07
Indiretos	R\$ 441.407,36
<b>Orçamento Total</b>	<b>R\$ 1.303.821,72</b>
<b>Orçamento Total + BDI</b>	<b>R\$ 1.629.777,15</b>

Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

Dessa forma, a partir dos valores levantados para a execução da fachada aderida, obteve-se o custo unitário de R\$ 285,66.

#### 4.1.2 Análise Orçamentária – Ventilada

Para o sistema ventilado, o orçamento seguiu os mesmos critérios do sistema aderido, contemplando as composições específicas relacionadas à estrutura metálica, ancoragens, inserts, placas de revestimento e elementos de fixação. Como se trata de um sistema industrializado e com maior grau de especialização técnica, os custos unitários dos insumos apresentam valores superiores, especialmente em relação às peças metálicas.

Com o objetivo de avaliar com precisão os custos envolvidos, foram levantadas três propostas comerciais de empresas especializadas na aplicação deste tipo de sistema. Todas as propostas têm como base o uso de porcelanato técnico no formato 90×90cm, fixado por meio de inserts metálicos em aço inox AISI 316.

Tabela 7 - Orçamentos detalhados para a Fachada Ventilada – Empresa 1

<b>Empresa 1</b>	<b>Qnt.</b>	<b>Und.</b>	<b>Unitário</b>	<b>Total</b>
Encunhamento de alvenaria	956,53	m	R\$ 2,63	R\$ 2.515,67
Impermeabilização	1864,82	m <sup>2</sup>	R\$ 50,04	R\$ 93.315,59
Execução de painéis e vigas	4845,00	m <sup>2</sup>	R\$ 150,00	R\$ 726.750,00
Execução de painéis e vigas (Curvo)	296,00	m <sup>2</sup>	R\$ 180,00	R\$ 53.280,00
Execução de Requadrações	536,00	m	R\$ 75,00	R\$ 40.200,00
Inserts Metálicos	5705,29	m <sup>2</sup>	R\$ 90,00	R\$ 511.200,00
Silicone Incolor	1080,00	und	R\$ 93,70	R\$ 101.196,00
Porcelanato 90x90 - Portobelo Urban Mood Mid Grey	1879,90	m <sup>2</sup>	R\$ 50,31	R\$ 94.577,77
Porcelanato 90x90 - Portobelo Urban Mood Ligth	7635,43	m <sup>2</sup>	R\$ 50,31	R\$ 384.138,48
<b>Total</b>				<b>R\$ 2.007.173,52</b>

Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

Tabela 8 - Orçamentos detalhados para a Fachada Ventilada – Empresa 2 Proposta 1

<b>Empresa 2 – Proposta 1</b>	<b>Qnt.</b>	<b>Und.</b>	<b>Unitário</b>	<b>Total</b>
Encunhamento de alvenaria	956,53	m	R\$ 2,63	R\$ 2.515,67
Impermeabilização	1864,82	m <sup>2</sup>	R\$ 50,04	R\$ 93.315,59
Execução de painéis e vigas	5705,29	m <sup>2</sup>	R\$ 280,00	R\$ 1.576.570,52
Execução de painéis e vigas (>0,5m)	6733,75	m	R\$ 140,00	R\$ 942.724,30
Execução de Furos	57733,00	und	R\$ 3,50	R\$ 202.065,50
Execução de Cortes	6733,75	m	R\$ 13,00	R\$ 87.538,69
Polimento de Peças	9235,20	m	R\$ 20,00	R\$ 184.704,00
Silicone Incolor	1080,00	und	R\$ 93,70	R\$ 101.196,00
Porcelanato 90x90 - Portobelo Urban Mood Mid Grey	1879,90	m <sup>2</sup>	R\$ 50,31	R\$ 94.577,77
Porcelanato 90x90 - Portobelo Urban Mood Ligth	7635,43	m <sup>2</sup>	R\$ 50,31	R\$ 384.138,48
<b>Total</b>				<b>R\$ 3.669.346,52</b>

Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

Tabela 9 - Orçamentos detalhados para a Fachada Ventilada – Empresa 2 Proposta 2

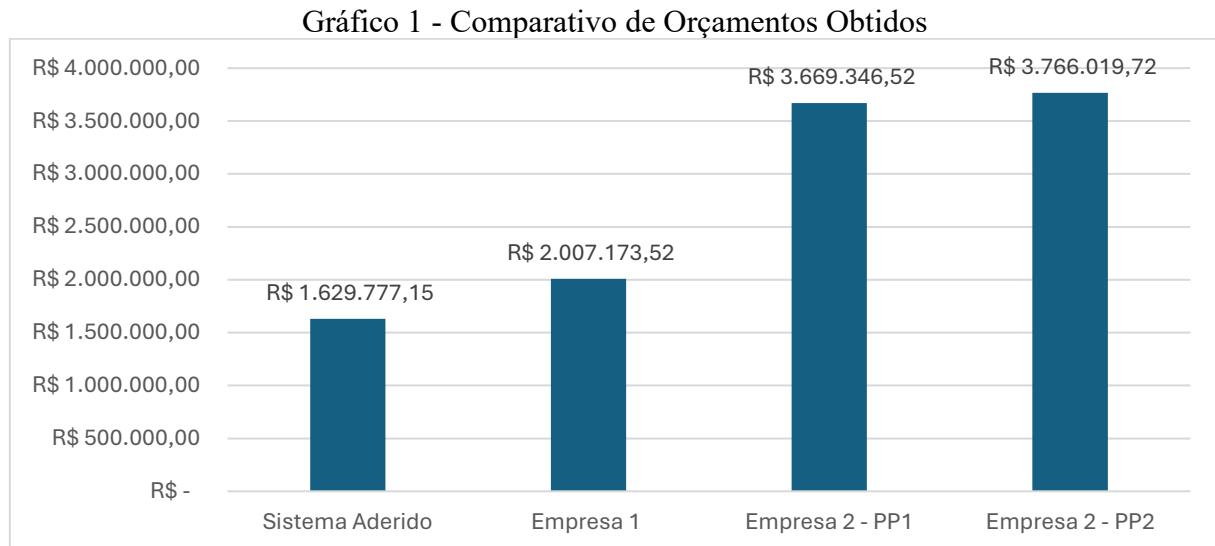
<b>Empresa 2 – Proposta 2</b>	<b>Qnt.</b>	<b>Und.</b>	<b>Unitário</b>	<b>Total</b>
Encunhamento de alvenaria	956,53	m	R\$ 2,63	R\$ 2.515,67
Impermeabilização	1864,82	m <sup>2</sup>	R\$ 50,04	R\$ 93.315,59
Execução de painéis e vigas	5705,29	m <sup>2</sup>	R\$ 280,00	R\$ 1.576.570,52
Execução de painéis e vigas (>0,5m)	6733,75	m	R\$ 140,00	R\$ 942.724,30
Execução de Furos	57733,00	und	R\$ 3,50	R\$ 202.065,50
Execução de Cortes	6733,75	m	R\$ 13,00	R\$ 87.538,69
Execução de Chanfros de 1/2	16551,60	m	R\$ 17,00	R\$ 281.377,20
Silicone Incolor	1080,00	und	R\$ 93,70	R\$ 101.196,00
Porcelanato 90x90 - Portobelo Urban Mood Mid Grey	1879,90	m <sup>2</sup>	R\$ 50,31	R\$ 94.577,77
Porcelanato 90x90 - Portobelo Urban Mood Ligth	7635,43	m <sup>2</sup>	R\$ 50,31	R\$ 384.138,48
<b>Total</b>				<b>R\$ 3.766.019,72</b>

Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

Com base na análise comparativa dos orçamentos recebidos, os custos com a fachada ventilada tiveram valores de R\$ 351,81 a R\$ 660,09 por m<sup>2</sup>.

#### 4.1.3 Análise Orçamentária – Comparativo de Custo de implantação

Após a análise individual dos sistemas apresentados nos tópicos anteriores, os valores orçamentários foram consolidados e representados graficamente, com o objetivo de facilitar a comparação entre os custos de implantação das soluções analisadas.

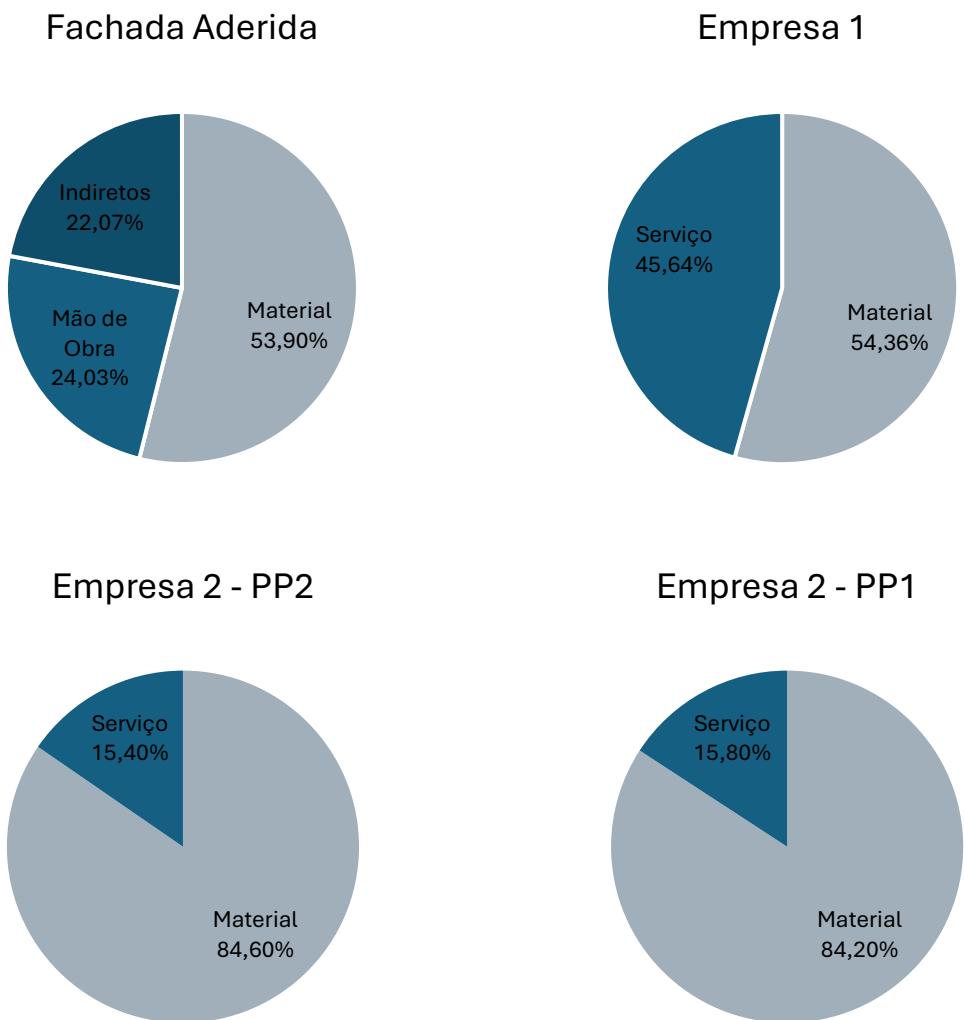


Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

A análise do Gráfico 1 evidencia uma diferença significativa entre os custos de implantação dos sistemas de fachada aderida e fachada ventilada. Observa-se que o sistema ventilado apresenta um custo inicial substancialmente superior, reflexo direto da maior complexidade construtiva, da necessidade de subestrutura metálica, elementos de fixação mecânica e mão de obra especializada.

Com o intuito de aprofundar a análise e compreender os fatores que influenciam essa diferença de custo, o Gráfico 2 apresenta a composição por insumo de cada sistema, permitindo identificar peso de cada insumo no custo final.

Gráfico 2 - Comparativo de Composição por Sistema



Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

A análise do Gráfico 2 evidencia diferenças relevantes na composição dos custos entre os sistemas avaliados. Na fachada aderida, observa-se uma distribuição mais equilibrada entre materiais, mão de obra e custos indiretos, com participação significativa destes últimos no custo total. Já nas soluções de fachada ventilada, representadas pelas propostas das Empresas 1 e 2, o custo concentra-se majoritariamente nos materiais, enquanto os serviços apresentam participação proporcionalmente menor.

## 4.2 Estimativa de Prazo

### 4.2.1 Cronograma Estimado de Execução – Sistema Aderido

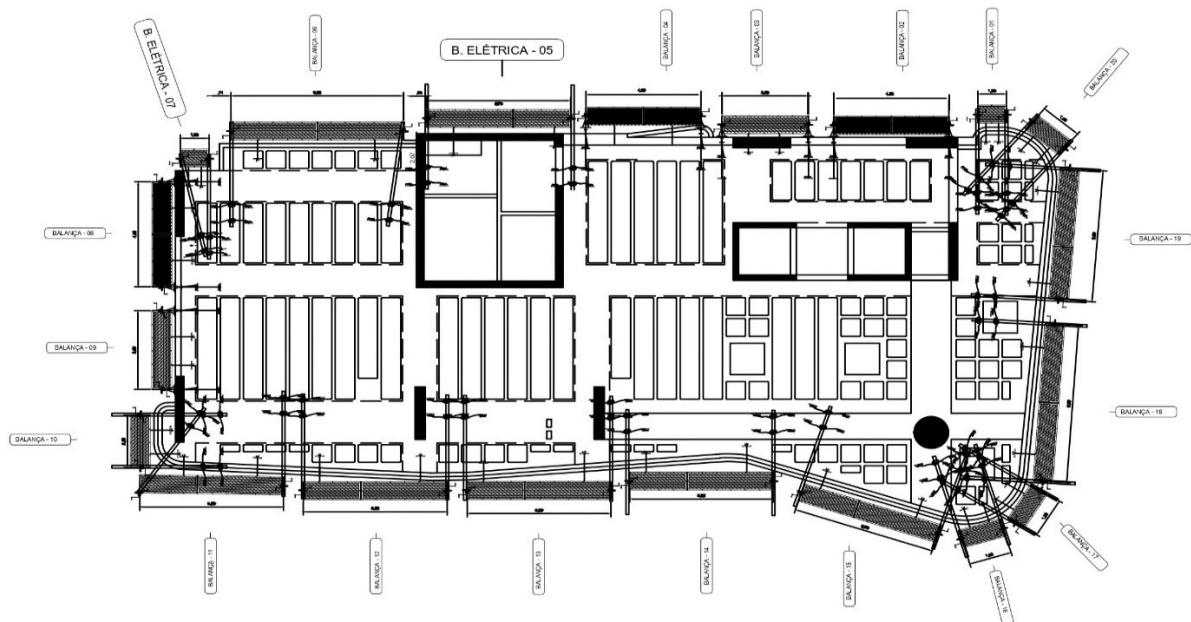
A estimativa de duração da execução da fachada com sistema aderido foi elaborada a partir do fluxograma executivo definido na metodologia do trabalho, considerando os quantitativos obtidos em projeto, a sequência lógica de execução dos serviços e a produtividade média das equipes adotadas. A programação das atividades contemplou todas as etapas necessárias à implantação do sistema, respeitando a interdependência entre os serviços e a lógica construtiva, tendo como base a planta de balancins desenvolvida para o projeto de acordo com a figura 33, o que possibilitou a definição do prazo global de execução da fachada aderida.

Tabela 10 - Estimativa de duração das etapas para execução do sistema aderido.

<b>Etap.</b>	<b>Descida</b>	<b>Serviço</b>	<b>Qnt.</b>	<b>Duração</b>
1°	Subida	Apicoamento, limpeza e corte dos ferros em estrutura de concreto	3840,47	<b>10</b>
2°	Descida	Encunhamento de alvenaria com argamassa de cimento	956,53	<b>3</b>
3°	Subida	Execução de entelamento preventivo	1177,51	<b>4</b>
4°	Descida	Chapisco sobre parede externa traço 1:3 (Estrutura)	3840,47	<b>28</b>
5°	Subida	Chapisco sobre parede externa traço 1:3 (Alvenaria)	1864,82	<b>8</b>
6°	Descida	Emestramento de parede para revestimento de fachada	5705,29	<b>4</b>
7°	Subida	Emboço para paredes externa	5705,29	<b>102</b>
8°	Descida	Emboço linear	679,96	<b>13</b>
9°	Subida	Serviço de revestimento externo	5705,29	<b>119</b>
10°	Descida	Cerâmica linear	679,96	<b>13</b>
11°	Subida	Rejuntamento de revestimento externo	5787,29	<b>37</b>
12°	Descida	Tratamento de juntas	2147,73	<b>11</b>
13°	Descida	Limpeza	5787,29	<b>15</b>
<b>Tempo Total Estimado de Serviço (Dias)</b>				<b>367</b>
<b>Tempo Total Estimado de Serviço (Mês)</b>				<b>17</b>

Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

Figura 33 - Planta de Balanças do Empreendimento



Fonte: Arquivos da Construtora, 2025.

#### 4.2.2 Cronograma Estimado de Execução – Sistema Ventilado

A estimativa de duração da execução da fachada com sistema ventilado considerou a sequência executiva específica desse método construtivo, caracterizada pela montagem da subestrutura de suporte, instalação dos elementos de fixação e posterior assentamento das placas de revestimento. Os prazos foram definidos a partir dos quantitativos levantados em projeto, do cronograma de atividades apresentado na metodologia e da produtividade média informada por empresas especializadas na execução de fachadas ventiladas, refletindo condições reais de obra. A programação priorizou a racionalização das etapas e a possibilidade de execução contínua.

Tabela 11 - Estimativa de duração das etapas para execução do sistema ventilado.

Etap.	Descida	Serviço	Qnt.	Duração
1°	Descida	Tamponamento, Encunhamento, Locação dos arames e Limpeza da Base	3840,47	4
2°	Subida	Impermeabilização e Mapeamento de Fachada	1864,82	4
3°	Descida	Instalação dos Chumbadores, perfis e ancoragem, fixação dos Inserts e Placas de Revestimento	5705,29	180
4°	Subida	Rejuntamento	5787,29	10
5°	Descida	Limpeza	5787,29	4
<b>Tempo Total Estimado de Serviço (Dias)</b>				<b>202</b>
<b>Tempo Total Estimado de Serviço (Mês)</b>				<b>9</b>

Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

#### 4.3 Custo de Manutenção

A análise dos custos de manutenção dos sistemas de fachada foi realizada a partir da definição de programas de manutenção preventiva e corretiva, considerando a periodicidade recomendada para inspeções, intervenções pontuais e substituições de componentes ao longo da vida útil de projeto. Para efeito comparativo, adotou-se uma vida útil de 50 anos, compatível com edificações residenciais de alto padrão.

No sistema de fachada aderida, observa-se maior frequência de intervenções corretivas, decorrentes da maior suscetibilidade a manifestações patológicas, como fissuramentos, destacamentos, degradação do rejuntamento e infiltrações. Essas anomalias demandam inspeções recorrentes e intervenções periódicas de recomposição do revestimento e das juntas, impactando diretamente no custo acumulado de manutenção.

Por outro lado, o sistema de fachada ventilada apresenta um comportamento mais estável ao longo do tempo, em função da separação física entre o revestimento externo e a vedação da edificação, bem como da presença da câmara de ar ventilada e do sistema de fixação mecânica. Essas características reduzem a incidência de degradações associadas à umidade e às variações térmicas, resultando em um programa de manutenção predominantemente preventivo, com menor necessidade de intervenções corretivas.

Com base nessas premissas, foram elaborados programas de manutenção específicos para cada sistema de fachada, tomando como base a tabela A1 da NBR 6574:2024, alguns serviços são previstos em normas, outros foi necessário prescrever, apresentados nas Tabelas 12 e 13, os quais serviram de base para a estimativa dos custos de manutenção ao longo do ciclo de vida da edificação.

Tabela 12 - Programa de Manutenção Preventiva (Tabela A.1 da NBR 5674).

Periodicidade	Sistema	Elemento/ componente	Atividade	Responsável	
A cada ano	Revestimentos de parede, piso e teto	Paredes externas / fachadas e muros	Verificar a integridade e reconstituir, onde necessário	Equipe de manutenção local/ Empresa especializada	
		Piso acabado, revestimento de paredes e tetos	Verificar a integridade e reconstituir, onde necessário	Equipe de manutenção local/ Empresa especializada	
		Deck de madeira	Verificar a integridade e reconstituir, onde necessário	Equipe de manutenção local/ Empresa especializada	
	Instalações elétricas	Quadro de distribuição de circuitos		Reapertar todas as conexões	Equipe de manutenção local/ Empresa capacitada/Empresa especializada
		Esquadrias em geral		Verificar falhas de vedação, fixação das esquadrias, guarda-corpos, e reconstituir sua integridade, onde necessário  Efetuar limpeza geral das esquadrias incluindo os drenos, reapertar parafusos aparentes, regular freio e lubrificação Observar a tipologia e a complexidade das esquadrias, os projetos e instruções dos fornecedores	Equipe de manutenção local/ Empresa especializada
	Vidros e seus sistemas de fixação		Verificar a presença de fissuras, falhas na vedação e fixação nos cabilhos e reconstituir sua integridade, onde necessário	Equipe de manutenção local/ Empresa especializada	

Periodicidade	Sistema	Elemento/ componente	Atividade	Responsável
A cada ano	Sistema de cobertura		Verificar a integridade estrutural dos componentes, vedações, fixações, e reconstituir e tratar, onde necessário	Equipe de manutenção local/ Empresa especializada
	Esquadrias e elementos de madeira		Verificar e, se necessário, pintar, encerar, envernizar ou executar tratamento recomendado pelo fornecedor	Equipe de manutenção local/ Empresa especializada
	Esquadrias e elementos de ferro		Verificar e, se necessário, pintar ou executar tratamento específico recomendado pelo fornecedor	Equipe de manutenção local/ Empresa especializada
A cada dois anos	Instalações elétricas	Tomadas, interruptores e pontos de luz	Verificar as conexões, estado dos contatos elétricos e seus componentes, e reconstituir onde necessário	Equipe de manutenção local/ Empresa capacitada/Empresa especializada
A cada três anos	Fachada		Efetuar lavagem Verificar os elementos e, se necessário, solicitar inspeção Atender às prescrições do relatório ou laudo de inspeção	Equipe de manutenção local/ Empresa capacitada/Empresa especializada

Fonte: ABNT NBR 5674 (2024)

Tabela 13 - Programa de manutenção da fachada aderida.

Periocidade	Verificações
Anual	Verificação da integridade e reconstituição onde for necessário
A cada 3 anos	Nova inspeção e lavagem com água pressurizada
A cada 10 anos	Substituição das juntas
A cada 15 anos	Verificar aderência das placas com ensaios
A cada 25 anos	Substituição do rejuntamento

Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

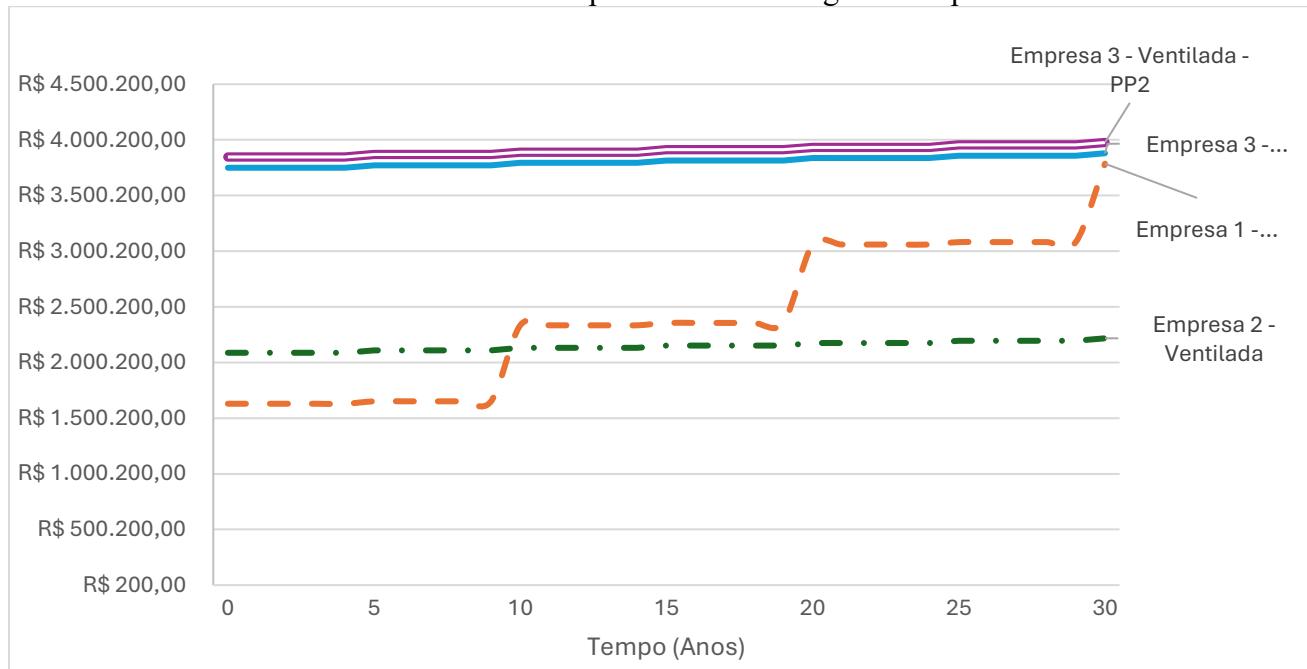
Tabela 14 - Programa de manutenção da fachada ventilada.

Periocidade	Verificações
Anual	Análise visual e tátil da integridade dos inserts metálicos e de toda a estrutura metálica, com verificação de sinais de corrosão ou falhas de fixação
	Análise visual e tátil da integridade das placas de revestimento, com verificação de placas soltas, quebradas, fissuradas, entre outros danos
	Análise visual e tátil de selante de poliuretano ou silicone, com verificação de pontos falhos (se previsto em projeto)
A cada 5 anos	Limpeza de Fachada
A cada 5 anos	Verificação da estabilidade estrutural da fachada
A cada 10 anos	Substituição de selantes de poliuretano ou silicones (se previsto em projeto)

Fonte: Adaptado de Consultare Engenharia (2019).

Com base nas informações consolidadas nas Tabelas 12 e 13, procedeu-se à análise da evolução do custo global dos sistemas de fachada, incorporando os custos associados às manutenções ao longo do tempo, o que possibilitou a elaboração do Gráfico 3.

Gráfico 3 - Custo por sistema ao longo do tempo



Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

O Gráfico 3 apresenta a evolução do custo global ao longo do tempo, incorporando não apenas o custo de implantação, mas também os custos associados à manutenção preventiva e corretiva. Observa-se que, embora a fachada aderida apresente menor custo inicial, sua curva de crescimento é mais acentuada ao longo dos anos, em função da maior frequência de intervenções e da ocorrência de manifestações patológicas.

Por outro lado, a fachada ventilada, apesar do custo inicial mais elevado, apresenta uma curva de crescimento mais estável, indicando menor necessidade de manutenção ao longo da vida útil da edificação. Esse comportamento confirma o que é amplamente discutido na literatura técnica, segundo a qual sistemas construtivos de maior desempenho tendem a apresentar melhor relação custo-benefício no longo prazo, tornando-se economicamente mais vantajosos em relação à fachada aderida a partir de aproximadamente 10 anos.

Dessa forma, a análise do custo global evidencia que a fachada ventilada se mostra economicamente mais eficiente quando avaliada sob a perspectiva do ciclo de vida da edificação.

## 5 ANÁLISE COMPARATIVA E DISCUSSÕES

O presente capítulo apresenta a comparação direta entre os sistemas de fachada aderida e ventilada, fundamentada nos resultados obtidos no estudo de caso. A análise considera três dimensões principais: custos de implantação, tempo de execução e manutenção ao longo do ciclo de vida. Essa abordagem permite avaliar não apenas o investimento inicial, mas também o desempenho global de cada sistema no contexto climático e operacional de Fortaleza.

### 5.1 Panorama Atual no Brasil e em Fortaleza

Embora amplamente difundidas em países europeus, as fachadas ventiladas ainda apresentam aplicação restrita no Brasil, sendo predominantemente adotadas em empreendimentos de alto padrão. De forma geral, o mercado nacional permanece fortemente apoiado nos sistemas de fachada aderida, em razão do menor custo inicial, da ampla disponibilidade de mão de obra e da consolidação desse sistema na cultura construtiva brasileira (Campos, 2011).

Nos últimos anos, observa-se uma evolução gradual do setor da construção civil brasileiro no sentido da adoção de soluções construtivas mais eficientes, impulsionada pela busca por maior desempenho, durabilidade e sustentabilidade. Nesse contexto, as fachadas ventiladas vêm ganhando espaço como alternativa tecnológica capaz de contribuir para a melhoria do desempenho térmico das edificações e para a redução da frequência de intervenções de manutenção ao longo da vida útil, ainda que sua difusão ocorra de forma gradual e concentrada em nichos específicos do mercado (Gomes, 2019).

No contexto específico de Fortaleza–CE, o sistema de fachada aderida ainda predomina, sobretudo em razão do menor custo inicial e da ampla familiaridade do mercado local com esse método construtivo. Entretanto, as condições climáticas da capital cearense, caracterizadas pela elevada incidência de radiação solar, altas temperaturas e significativa umidade, evidenciam limitações desse sistema e reforçam o interesse crescente por soluções que apresentem melhor desempenho térmico e maior durabilidade.

Adicionalmente, a recente transformação do perfil construtivo da cidade, marcada pela implantação de edifícios de grande porte e alto padrão, impulsionados, em parte, pelos instrumentos urbanísticos como a lei da outorga onerosa, que passaram a demandar fachadas esteticamente mais arrojadas e o emprego de materiais de acabamento considerados mais nobres.

Nesse contexto, as fachadas não aderidas passam a ser adotadas não apenas por critérios técnicos, mas também por motivações estéticas e mercadológicas, associadas à valorização arquitetônica desses novos empreendimentos.

Essa tendência pode ser observada em empreendimentos recentes da cidade que buscam conciliar desempenho técnico, diferenciação estética e maior padrão construtivo, indicando uma mudança gradual no perfil das soluções adotadas. Ainda assim, o uso de fachadas ventiladas permanece majoritariamente restrito a edificações de maior porte e padrão elevado, reforçando seu caráter seletivo no mercado local.

## 5.2 Ausência de Norma Técnica Específica no Brasil

Um dos principais fatores que dificultam a difusão das fachadas ventiladas no mercado brasileiro é a inexistência de uma norma técnica nacional específica que regulamente de forma clara os critérios de projeto, execução, desempenho e manutenção desse sistema. Na prática, essa lacuna obriga projetistas e construtoras a recorrerem a normas internacionais ou a recomendações de fabricantes, o que pode gerar insegurança técnica e falta de uniformidade nas soluções adotadas (Ribeiro, 2010).

Em contrapartida, os sistemas de fachada aderida dispõem de um conjunto normativo mais consolidado no país. Normas como a ABNT NBR 13755, voltada aos revestimentos cerâmicos aderidos, e a ABNT NBR 15846:2022, aplicável aos revestimentos com placas pétreas fixadas por componentes metálicos, estabelecem diretrizes para o projeto, a execução e a inspeção desses sistemas, conferindo maior previsibilidade técnica e respaldo jurídico. Na prática profissional, alguns projetistas utilizam a NBR 15846:2022 como referência complementar, especialmente para o dimensionamento e a verificação de inserts e componentes metálicos associados a revestimentos pétreos. No entanto, essa norma não contempla os princípios construtivos e funcionais das fachadas ventiladas, como a presença de subestrutura independente, câmara de ar ventilada e o desempenho térmico do sistema, não se configurando como uma regulamentação específica para esse tipo de fachada.

Diante desse cenário, a aplicação das fachadas ventiladas no Brasil acaba sendo sustentada por referências externas, como a diretriz europeia ETAG 034, além de manuais técnicos de fabricantes. A ausência de uma padronização nacional dificulta a definição de responsabilidades técnicas, limita a aceitação do sistema por agentes financiadores e seguradoras e contribui para a percepção de maior risco por parte dos usuários finais (Medeiros e Sabbatini, 1999; Siqueira Jr., 2003).

Apesar dessas limitações, parte das exigências relacionadas ao desempenho das fachadas é atendida de forma indireta pela ABNT NBR 15575, que estabelece requisitos mínimos quanto ao desempenho térmico, à durabilidade e à segurança dos sistemas de vedação vertical externa. Ainda assim, por seu caráter abrangente, essa norma não aborda as particularidades construtivas das fachadas ventiladas, reforçando a necessidade de uma regulamentação específica que contribua para a consolidação desse sistema no mercado brasileiro, especialmente em regiões de clima severo como Fortaleza–CE (Souza, 2019).

### **5.3 Comparação dos Resultados**

A partir dos resultados obtidos nas análises orçamentárias, de prazo de execução e de características técnicas dos sistemas estudados, procede-se à comparação entre a fachada com revestimento cerâmico aderido e a fachada ventilada. Esta etapa tem como objetivo avaliar o desempenho global de cada solução, considerando não apenas o custo inicial, mas também aspectos relacionados à execução, manutenção e vida útil, de forma a subsidiar a tomada de decisão quanto à solução mais adequada ao estudo de caso.

#### **5.3.1 Comparação dos Custos**

A análise comparativa dos custos de implantação evidencia diferenças significativas entre os sistemas construtivos avaliados. O sistema de fachada aderida apresentou menor custo inicial, resultado principalmente da simplicidade construtiva, do uso de materiais amplamente disponíveis no mercado nacional e da ausência de estruturas auxiliares de fixação.

Por outro lado, a fachada ventilada apresentou custo de implantação mais elevado, associado à necessidade de subestrutura metálica, sistemas de ancoragem específicos e revestimentos de maior valor unitário. A composição orçamentária indica que, nesse sistema, os custos estão mais concentrados nos insumos e componentes industrializados, enquanto a participação relativa da mão de obra é menor quando comparada ao sistema aderido.

Dessa forma, sob a ótica do investimento inicial, o sistema aderido mostra-se economicamente mais vantajoso, enquanto o sistema ventilado demanda maior aporte financeiro na fase de implantação.

### 5.3.2 Comparação do Tempo de Execução

A estimativa do tempo de execução dos sistemas foi realizada com base nos cronogramas de atividades definidos na metodologia, considerando a sequência executiva, os quantitativos levantados em projeto e a produtividade média das equipes.

No sistema de fachada aderida, o prazo de execução mostrou-se mais extenso, em função da maior quantidade de etapas sucessivas e da necessidade de cumprimento de intervalos mínimos entre os serviços, como chapisco, emboço, assentamento e rejuntamento. Essas etapas possuem forte interdependência, o que limita a sobreposição de atividades e impacta diretamente no prazo global.

Já o sistema de fachada ventilada apresentou maior racionalização do processo executivo, com etapas mais independentes entre si e maior possibilidade de avanço contínuo da montagem. A produtividade adotada, obtida com o auxílio de empresas especializadas na execução desse sistema, contribuiu para a redução do prazo total, mesmo considerando a maior complexidade técnica da solução.

Assim, observa-se que, apesar do maior custo inicial, a fachada ventilada apresenta vantagem em termos de prazo de execução quando comparada ao sistema aderida.

### 5.3.3 Manutenção e vida útil

No que se refere à manutenção e à vida útil, os sistemas apresentam comportamentos distintos. A fachada aderida, por estar diretamente exposta às ações climáticas e depender da aderência entre camadas, está mais suscetível a anomalias como fissuração, destacamentos e infiltrações, o que pode resultar em manutenções corretivas mais frequentes ao longo de sua vida útil.

A fachada ventilada, por sua vez, possui uma câmara de ar que contribui para a redução da umidade e das variações térmicas sobre o revestimento, além de permitir o acesso facilitado aos componentes para inspeção e substituição pontual. Essas características tendem a reduzir a necessidade de intervenções corretivas e a prolongar a vida útil do sistema.

Dessa forma, embora apresente maior custo inicial, a fachada ventilada pode oferecer melhor desempenho ao longo do tempo, com potencial redução dos custos de manutenção.

### 5.3.4 Desempenho Térmico

Embora o presente estudo não tenha contemplado medições experimentais ou simulações computacionais para a quantificação direta do desempenho térmico dos sistemas de fachada analisados, a interpretação dos resultados obtidos deve considerar os efeitos do comportamento térmico da envoltória, conforme amplamente discutido na revisão da literatura. Essa abordagem é particularmente relevante para edificações localizadas em regiões de clima quente, como Fortaleza, onde a incidência de radiação solar exerce influência significativa sobre o desempenho global da edificação.

Quando analisados sob a ótica do desempenho térmico, os resultados indicam que o investimento adicional do SFV está associado a um sistema construtivo com maior capacidade de dissipação de calor e melhor controle dos ganhos térmicos pela envoltória.

Conforme indicado pela literatura técnica, edificações com fachadas ventiladas podem apresentar reduções da ordem de 2 °C a 3 °C nas temperaturas internas em comparação às fachadasaderidas, especialmente sob condições de elevada incidência solar (Zilli et al., 2020). Embora esses valores não tenham sido mensurados diretamente neste estudo, sua consideração permite compreender que o melhor desempenho térmico da fachada ventilada tende a contribuir para condições mais favoráveis de conforto térmico e para a redução da demanda por sistemas de climatização artificial.

Sob esse ponto de vista, os resultados de custo e manutenção devem ser analisados de forma integrada ao desempenho térmico. A menor carga térmica incidente sobre os ambientes internos pode resultar em menor uso de equipamentos de climatização, redução do consumo energético e menor solicitação dos sistemas construtivos ao longo do tempo. Além disso, a maior estabilidade térmica proporcionada pela fachada ventilada contribui para a mitigação de tensões térmicas nos elementos da envoltória, o que pode refletir positivamente na durabilidade e na vida útil do sistema.

Dessa forma, a análise dos resultados indica que, para o contexto climático de Fortaleza e para o padrão construtivo do edifício estudado, o desempenho térmico superior da fachada ventilada constitui um fator relevante na avaliação comparativa entre os sistemas, devendo ser considerado em conjunto com os custos iniciais, prazos de execução e demandas de manutenção ao longo da vida útil da edificação.

### 5.3.5 Geração de Resíduos

A análise da geração de resíduos no canteiro de obras evidencia diferenças significativas entre os sistemas de fachada avaliados. O sistema de fachada aderida apresenta elevados índices de perdas de materiais, com desperdícios de argamassa entre 20% e 30% e de revestimento cerâmico entre 5% e 10% (Agopyan et al., 2005). Considerando a área total de fachada do Edifício Manabu, estimada em 5.800 m<sup>2</sup>, esses índices resultariam em um volume aproximado de 870 m<sup>3</sup> de resíduos, o que corresponde a cerca de 170 caçambas de entulho.

Em contrapartida, a fachada ventilada, por se tratar de um sistema de montagem seca, apresenta perdas inferiores a 2%, além de praticamente eliminar o consumo de água em obra e a geração de resíduos argamassados. Como sintetizado na Tabela 15, esse sistema se destaca pela menor geração de resíduos, maior potencial de reciclagem dos materiais e logística de canteiro mais simples, o que reduz impactos ambientais e facilita a gestão dos resíduos da construção civil.

Tabela 15 - Comparativo de indicadores de sustentabilidade dos sistemas de fachada

Indicador de Sustentabilidade	Fachada Aderida	Fachada Ventilada
Geração de Resíduos	Alta (Restos de argamassa e cerâmica)	Baixa (Apenas embalagens)
Consumo de Água em Obra	Intensivo (Processo úmido)	Nulo (Processo seco)
Índice de Perdas de Materiais	15% a 30%	Inferior a 2%
Reciclagem do Sistema	Difícil (Materiais fundidos)	Alta (Alumínio e placas reutilizáveis)
Logística de Canteiro	Complexa (Areia, cimento, betoneiras)	Simplificada (Montagem de kits)

Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

## 6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O presente trabalho teve como objetivo realizar uma análise comparativa entre os sistemas de fachada aderida e fachada ventilada, aplicados a um edifício residencial de alto padrão localizado na cidade de Fortaleza–CE, considerando aspectos relacionados ao custo de implantação, prazo de execução, durabilidade e manutenção. A partir da revisão bibliográfica, da aplicação prática por meio do estudo de caso e da análise dos resultados obtidos, foi possível extrair conclusões relevantes acerca do desempenho técnico e econômico de cada sistema.

Os resultados indicaram que o sistema de fachada aderida apresenta menor custo inicial de implantação, configurando-se como uma solução economicamente mais acessível no curto prazo. Entretanto, esse sistema mostrou-se mais dependente de mão de obra intensiva, com maior número de etapas executivas e maior suscetibilidade ao surgimento de manifestações patológicas, fatores que impactam diretamente a durabilidade e elevam os custos de manutenção ao longo da vida útil da edificação.

Em contrapartida, a fachada ventilada apresentou custo inicial significativamente superior, principalmente em função da utilização de insumos industrializados, da subestrutura metálica de suporte e da necessidade de mão de obra especializada. No entanto, a análise evidencia que esse sistema oferece vantagens técnicas expressivas, como melhor desempenho térmico, menor incidência de degradações, maior facilidade de substituição de componentes e redução da necessidade de intervenções corretivas ao longo do tempo.

No que se refere ao prazo de execução, observou-se que o sistema de fachada ventilada, apesar de exigir maior planejamento e precisão na montagem, apresenta um processo construtivo mais racionalizado e previsível quando comparado ao sistema aderido, o qual depende de prazos de cura e de uma sequência maior de atividades interdependentes. Essa característica pode representar uma vantagem relevante em empreendimentos nos quais o controle do cronograma é um fator decisivo.

Considerando as condições climáticas de Fortaleza–CE, caracterizadas por elevada incidência solar e altas temperaturas ao longo do ano, o desempenho térmico proporcionado pela fachada ventilada mostra-se particularmente relevante, contribuindo para a redução da carga térmica incidente sobre a edificação e, consequentemente, para a diminuição do consumo de energia associado à climatização artificial.

Dessa forma, conclui-se que, embora a fachada aderida apresente menor custo inicial, a fachada ventilada se mostra mais vantajosa sob a ótica do ciclo de vida da edificação, especialmente em empreendimentos de médio e alto padrão, nos quais aspectos como

durabilidade, desempenho térmico, manutenção e valorização imobiliária assumem papel estratégico na tomada de decisão.

Com base nos resultados obtidos, recomenda-se que a escolha do sistema de fachada não seja pautada exclusivamente pelo custo inicial de implantação, mas por uma análise global que considere o desempenho ao longo da vida útil da edificação, incluindo custos de manutenção, conforto térmico, durabilidade e impactos na valorização do imóvel. Para empreendimentos localizados em regiões de clima quente, como Fortaleza–CE, recomenda-se a adoção de sistemas de fachada ventilada, especialmente em edificações de padrão elevado, nas quais os benefícios técnicos tendem a compensar o investimento inicial mais elevado.

Para trabalhos futuros, sugere-se a realização de estudos complementares que incluam simulações computacionais de desempenho térmico e energético, análises de custo do ciclo de vida, avaliações do desempenho acústico dos sistemas e estudos comparativos considerando diferentes materiais de revestimento e sistemas de fixação. Por fim, ressalta-se a importância do desenvolvimento de normas técnicas nacionais específicas para sistemas de fachadas ventiladas, de modo a padronizar critérios de projeto, execução, desempenho e segurança, contribuindo para a ampliação do uso dessa tecnologia no mercado da construção civil brasileira.

## REFERÊNCIAS

- AGOPYAN, V.; JOHN, V. M.; SATO, N. M. N.; SILVA, V. G. Alternativas para a redução do desperdício de materiais nos canteiros de obras. Brasília: Caixa Econômica Federal, 2005. 95 p. (Coleção Habitare).
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15575-1: Edificações habitacionais — Desempenho - Parte 1: Requisitos gerais. Rio de Janeiro, 2013.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15575-4: Edificações habitacionais — Desempenho - Parte 4: Requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas — SVVIE. Rio de Janeiro, 2013.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13755: Revestimentos cerâmicos de fachadas e paredes externas com utilização de argamassa colante - Projeto, execução, inspeção e aceitação — Procedimento — SVVIE. Rio de Janeiro, 2013.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15846: Rochas para revestimento – Projeto, execução e inspeção de revestimentos de fachadas de edificações com placas fixadas por intertos metálicos. Rio de Janeiro, 2010
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 14827: Chumbadores instalados em elementos de concreto ou alvenaria – Determinação de resistência à tração e ao cisalhamento. Rio de Janeiro, 2002.
- BOBADILLA, E. M. F. Manual Básico. Fachadas ventiladas y aplacados. Requisitos constructivos y estanqueidad. Región de Murcia: Consejería de Obras Públicas, Vivienda y Transporte de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia, 2007.
- CAMPOS, K. F. Desenvolvimento de sistema de fixação de fachada ventilada com porcelanato de fina espessura. Dissertação de Mestrado. PPGEUFSC, 2011.
- CUNHA, M. M. F. Desenvolvimento de um sistema construtivo para fachadas ventiladas. Dissertação de Mestrado. DEC/FEUP, 2006.
- DEL PERO, C.; GHOLAMZADEHMI, M.; PANDOLFI, A. M.; LEONFORTE, F.; SDINO, L. Increasing the market value of buildings through energy retrofitting: a comparison of actual retrofit costs and perceived values. *Buildings*, Basel, v. 15, n. 3, p. 376, 2025.
- DEN HEIJER, A. C. Assessing facade value: how clients make business cases in changing real estate markets. *Journal of Corporate Real Estate*, v. 15, n. 3/4, p. 187–206, 2013.
- DIREITO, J. F. Estudo da segurança contra incêndio em fachadas ventiladas. Dissertação de Mestrado. DEC/FEUP, 2011.
- ELIANE TEC. Fachadas ventiladas. Disponível em: <<https://elianetec.com/fachadas-ventiladas>>. Acesso em: 08 de ago. 2025.
- GAZETA DA SEMANA. Não é só aparência: reforma de fachada de edifícios pode valorizar apartamentos em até 40%. *Gazeta da Semana*, 26 dez. 2024. Disponível em:

<https://gazetadassemana.com.br/noticia/208041/nao-e-so-aparencia-reforma-de-fachada-de-edificios-pode-valorizar-apartamentos-em-ate-40>. Acesso em: 02 dez. 2024.

GOMES, R. C. Desempenho térmico de fachadas, uma análise comparativa entre diferentes sistemas construtivos. Revista Ambiente Construído, Porto Alegre. v. 19, n. 4, p. 37-50, 2019.

GONÇALVES, A.; LOPES, R. Análise do Sistema de Fachadas Ventiladas em Edifícios Residenciais. Faculdade de Engenharia e Inovação Técnico Profissional, Universidade Estadual de Maringá, 2019.

HUNTER DOUGLAS. Fachadas Ventiladas em Terracota Natural. Disponível em: <<https://architectural.hunterdouglas.com.br/uploads/br/documentos/hunter-douglas-brasil-apcatalogo-fachadas-ventiladas.pdf>>. Acesso em: 15 out. 2025

LOPES, D. M. Sistema de fachadas ventiladas: Estudo de caso na cidade de Florianópolis. Artigo (Especialização em MBA em gestão de obras e projetos) – Universidade do Sul de Santa Catarina, 2018. 13p. Disponível em:<<https://repositorio-api.animaeducacao.com.br/server/api/core/bitstreams/a898f48d-f6ff-4424-972e-6e15234f3eab/content>> Acesso em: 15 out. 2025

MACHADO, A. L. A. Diretrizes de projeto para revestimentos não aderidos de fachada constituídos de placas cerâmicas extrudadas. Dissertação de Mestrado. São Paulo: IPT, 2012.

MACIEL, A. C. F. Energia Incorporada de Fachadas Ventiladas. Estudo de Caso para Edificação Habitacional em Brasília-DF. Dissertação de Mestrado. ENC/UnB, 2013.

MAZZAROTTO, A. C. E. K. Uso do sistema de fachadas duplas ventiladas em edifícios em Curitiba: verificação computacional de desempenho comparativo com soluções convencionais. Dissertação de Mestrado. Tecnologia/UFPR, 2011.

MEDEIROS, J. S; SABBATINI, F. H. Tecnologia e projeto de revestimentos cerâmicos de fachadas de edifícios. Boletim Técnico – Série BT/OCC/246. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 1999.

MENDES, F. M. V. P.; Durabilidade das Fachadas Ventiladas – Aplicação da Norma ISO 15686-1. Dissertação de Mestrado. DEC/FEUP, 2009.

MISSAU, A.K. Sistema de Fachadas Ventiladas: Características e Análises. Trabalho de conclusão de Curso. UFRS, 2022.

OLIVEIRA, P. F. S. C.; Metodologia de manutenção de edifícios – fachadas ventiladas. Dissertação de Mestrado. DEC/FEUP, 2011.

PEZZATO, L. M. Patologia do sistema revestimento cerâmico: um estudo de casos em fachadas. Dissertação de Mestrado. EESC/USP, 2010.

RIBEIRO, F. A. Especificação de juntas de movimentação em revestimentos cerâmicos de fachadas de edifícios: Levantamento do Estado da Arte. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

SABBATINI, F.H.; FRANCO, L.S. Tecnologia de vedações verticais. Notas de aula da disciplina de pós-graduação - PCC 5012. Escola Politécnica. Universidade de São Paulo. São Paulo, 1997.

SIQUEIRA JUNIOR, A. A. Tecnologia de fachada-cortina com placas de grés porcelanato. Dissertação de mestrado. PCC/EPUSP, 2003.

SITTER, W.R. Costs for Service Life Optimization. The “Law of Fives”. In: CEB-RILEM Durability of Concrete Structures. Proceedings of the International Workshop held in Copenhagen, 18-20 May 1984. Copenhagen, CEB, 1984.

SOUSA, F. M. F.; Fachadas Ventiladas em Edifícios – Tipificação de soluções e interpretação do funcionamento conjunto suporte/acabamento. Dissertação. Mestrado Integrado em Engenharia Civil. Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2009.

SOUZA, J. S. (2019). Impacto dos fatores de degradação sobre a vida útil de fachadas de edifícios. Tese de doutorado em Estruturas e Construção Civil, Publicação E.DT-15A/19, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 139 p.

RIBEIRO, M. M. L. B. S. Durabilidade na construção - Estimativa da vida útil de fachadas ventiladas. Dissertação de Mestrado. DEC/FEUP, 2010.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ. Biblioteca Universitária. Guia de normalização de trabalhos acadêmicos da Universidade Federal do Ceará. Fortaleza: Biblioteca Universitária, 2013. Disponível em: <https://biblioteca.ufc.br/wp-content/uploads/2019/10/guia-de-citacao-06.10.2019.pdf>. Acesso em: 9 mar. 2025.