

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL**

***ESCOLA DE ENGENHARIA  
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL***

**André Kipper Missau**

**SISTEMA DE FACHADAS VENTILADAS: CARACTERÍSTICAS E  
ANÁLISES**

Porto Alegre

Maio, 2022.

**ANDRÉ KIPPER MISSAU**

**SISTEMA DE FACHADAS VENTILADAS:  
CARACTERÍSTICAS E ANÁLISES**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Comissão de Graduação do Curso de Engenharia Civil da Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como parte dos requisitos para obtenção do título de Engenheiro Civil

**Orientadora: Cristiane Sardin Padilla de Oliveira**

Porto Alegre

Maio, 2022.

**ANDRÉ KIPPER MISSAU**

**O SISTEMA DE FACHADAS VENTILADAS:  
CARACTERÍSTICAS E ANÁLISES**

Este Trabalho de Diplomação foi julgado adequado como pré-requisito para a obtenção do título de ENGENHEIRO CIVIL e aprovado em sua forma final pela Banca Examinadora, pela Professora Orientadora e pela Comissão de Graduação do Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Porto Alegre, maio de 2022

**BANCA EXAMINADORA**

**Prof<sup>a</sup> Cristiane Sardin Padilla de Oliveira (UFRGS)**

Dr<sup>a</sup> pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Orientadora

**Prof<sup>a</sup> Fernanda Lamego Guerra (UFRGS)**

Dr<sup>a</sup> pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

**Eng. Maxwell Klein Degen (UFES)**

Me. pela Universidade Federal do Espírito Santo

Um sonho sonhado sozinho é um sonho. Um sonho  
sonhado junto é realidade.

*Yoko Ono*

## RESUMO

O sistema de fachada ventilada é uma solução relativamente recente no Brasil, porém muito utilizada na Europa há, pelo menos, 30 anos. Esse sistema é considerado uma inovação construtiva, tanto no aspecto funcional como na questão estética. No sistema de fachada ventilada, o revestimento externo fica separado da vedação vertical externa da edificação, formando uma câmara de ar ventilada que gera o efeito chaminé, proporcionando maior conforto térmico e acústico para os usuários. Ela é composta, basicamente, por um sistema de fixação, uma câmara de ar ventilada, um isolante térmico e um revestimento externo, que possui ampla gama de tipologias. O sistema de fachada ventilada se apresenta vantajoso por possuir uma agilidade de execução aliada com um desempenho térmico e acústico satisfatório, bastante acima das exigências da NBR 15575-4 (ABNT, 2021). A maior desvantagem desse sistema é a falta de uma norma técnica brasileira que regule a execução e manutenção dele. Foi realizado um comparativo de custos entre uma fachada ventilada revestida com porcelanato, uma fachada com revestimento argamassado aderido com pintura e uma fachada com revestimento cerâmico aderido. Ao final dessa análise, pode-se definir o tempo (em anos) que a fachada ventilada se torna atraente se comparado aos sistemas clássicos.

**Palavras-chave:** fachada ventilada; câmara de ar; efeito chaminé; desempenho térmico; NBR 15575.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 01 – Perfil de uma Fachada Ventilada .....	19
Figura 02 – Fachada ventilada revestida em vidro .....	23
Figura 03 – Detalhes do perfil guia para fixação de placas de concreto polímero .....	24
Figura 04 – Fachada em madeira maciça ripada (a) e em elementos de dimensão reduzida (b).....	25
Figura 05 – Camadas de uma placa fenólica .....	26
Figura 06 – Formas de fixação de painéis fenólicos .....	27
Figura 07 – Fachada ventilada utilizando painel fotovoltaico .....	28
Figura 08 – Ancoragem por cavilhas .....	30
Figura 09 – Fixação através de estrutura indireta .....	31
Figura 10 – Fixação para revestimentos de grande espessura .....	32
Figura 11 – Fixação para revestimentos de fina espessura .....	32
Figura 12 (a) e (b) – Sistema de fixação através da sobreposição .....	33
Figura 13 – Encaixe do revestimento com fixação oculta .....	34
Figura 14 – Detalhe do sistema de fixação oculta .....	34
Figura 15 – Movimentação da água pela diferença de pressão em juntas abertas .....	35
Figura 16 – Juntas inclinadas (duas à esq.) e juntas em formato de labirinto (dir.) .....	36
Figura 17 – Esquema de evaporação de água .....	36
Figura 18 – Juntas fechadas .....	37
Figura 19 – Instalação do isolamento térmico utilizando balancim elétrico .....	41
Figura 20 – Mesa de corte .....	42
Figura 21 – Utilização de calços em cantoneiras .....	43
Figura 22 – Cantoneiras metálicas de fixação .....	44
Figura 23 – Esquema de uma fachada ventilada com isolamento térmico .....	45
Figura 24 – Esquema de uma fachada ventilada .....	46
Figura 25 – Revestimento Externo em porcelanato .....	47
Figura 26 – Detalhamento do fechamento superior (esq.) e inferior (dir.) .....	48
Figura 27 – Organograma do sistema de fachada ventilada .....	49
Figura 28 – Câmara de ar e o efeito chaminé .....	50
Figura 29 – Evolução do custo por m <sup>2</sup> ao longo do tempo (em anos) .....	57

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 01 – Peso dos sistemas construtivos em kg/m <sup>2</sup> .....	22
Tabela 02 – Requisitos de desempenho para projeto de fachada ventilada .....	40
Tabela 03 – Custo comparativo de fachadas .....	53
Tabela 04 – Principais vantagens e desvantagens do sistema de fachada ventilada .....	58

## **LISTA DE SIGLAS**

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

ACM – Alumínio Composto

EPS – Poliestireno Expandido

NBR – Norma Brasileira

SFV – Sistema de Fachada Ventilada

XPS – Poliestireno Extrudido



## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	15
2 DIRETRIZES DE PESQUISA.....	16
2.1 OBJETIVOS.....	16
2.1.1 Objetivo Principal.....	16
2.1.2 Objetivo Secundário.....	16
2.2 ESCOPO.....	16
2.2.1 Delimitações.....	16
2.2.2 Limitações.....	16
3 DELINEAMENTO.....	17
4 FACHADA VENTILADA.....	18
4.1 REVESTIMENTOS.....	20
4.1.1 Pedras Naturais.....	20
4.1.2 Painéis Cerâmicos.....	21
4.1.3 Alumínio Composto (ACM).....	22
4.1.4 Vidro.....	23
4.1.5 Concreto Polímero.....	24
4.1.6 Madeira.....	25
4.1.7 Placa Fenólica.....	26
4.1.8 Painéis Fotovoltaicos.....	27
4.2 SISTEMAS DE FIXAÇÃO.....	28
4.2.1 Ancoragens Diretas ou Pontuais.....	29
4.2.2 Fixação Indireta ou Contínua.....	30
4.2.2.1 Fixação para revestimentos de grande espessura.....	31
4.2.2.2 Fixação à vista para revestimentos de espessura fina.....	32

	14
4.2.2.3 Fixação sobreposta para revestimento de espessura fina.....	33
4.2.2.4 Fixação Oculta.....	33
4.3 TIPOLOGIA DAS JUNTAS .....	35
4.3.1 Juntas Abertas.....	35
4.3.2 Juntas Fechadas .....	37
4.4 ISOLANTES TÉRMICOS .....	37
4.5 PROCESSO CONSTRUTIVO.....	38
4.5.1 Projeto de Fachada Ventilada .....	38
4.5.2 Instalações Provisórias .....	40
4.5.3 Equipamentos para execução.....	41
4.5.4 Métodos executivos .....	42
4.5.4.1 Fixação das ancoragens .....	42
4.5.4.2 Instalação do isolante térmico .....	44
4.5.4.3 Fixação dos perfis.....	45
4.5.4.4 Instalação do Revestimento Externo .....	46
4.5.4.5 Fechamentos, arremates e acabamentos .....	47
4.5.4.6 Câmara de ar.....	49
5 ANÁLISE .....	51
6 CONCLUSÃO.....	59
ANEXO A .....	65
.....	66

## 1 INTRODUÇÃO

A fachada é um sistema construtivo de suma importância estética e funcional de uma edificação. Por ser o “cartão de visita” da edificação, a fachada deve apresentar um aspecto visual bastante agradável, logo a questão estética é extremamente relevante. No aspecto funcional, a fachada deve garantir a proteção e a vedação do interior da edificação contra agentes externos, como: vento, radiação solar, água da chuva etc. (DUTRA, 2010).

Para Siqueira (2003), as fachadas de uma edificação estão diretamente relacionadas ao desempenho termoacústico. Esse desempenho é influenciado pela orientação das fachadas com relação à insolação, tipos de revestimentos, utilização dos usuários, entre outros fatores.

O sistema de fachada ventilada é amplamente utilizado na Europa há mais de trinta anos, porém no Brasil está em processo de introdução. Esse sistema é considerado uma inovação construtiva, tanto no aspecto estético quanto no funcional.

O sistema de fachada ventilada consiste na instalação de um revestimento não aderido à estrutura da edificação, utilizando uma subestrutura metálica de fixação no corpo da edificação. Dessa maneira, cria-se uma câmara de ar ventilada entre o revestimento e a vedação do edifício, que devido ao aquecimento do ar nesse espaço cria o “efeito chaminé”, responsável por uma ventilação contínua. Essa passagem constante de ar nesse espaço confinado pode gerar um conforto térmico e acústico para os usuários da edificação, acarretando uma economia energética, pois a temperatura interna é conservada e o uso contínuo de equipamentos de climatização é reduzido, tanto no verão quanto no inverno.

Outro ponto crucial a ser levantando é que a escolha do sistema de fachada tem um papel muito importante no desempenho final da edificação, não somente pela questão estética, mas também por ser um dos elementos construtivos mais propensos ao aparecimento de manifestações patológicas e anomalias, tanto interna quanto externamente.

## **2 DIRETRIZES DE PESQUISA**

### **2.1 OBJETIVOS**

Os objetivos do presente trabalho serão divididos em objetivo principal e objetivo secundário.

#### **2.1.1 Objetivo Principal**

O presente trabalho tem como principal objetivo estudar o sistema de fachadas ventiladas, realizando uma revisão bibliográfica a fim de reunir informações técnicas sobre o assunto.

#### **2.1.2 Objetivo Secundário**

Analisar as principais vantagens e desvantagens desse sistema se comparado com o sistema clássico de revestimento aderido de fachada, seja com revestimento cerâmico ou revestimento de argamassa pintado.

### **2.2 ESCOPO**

#### **2.2.1 Delimitações**

O presente trabalho delimita-se a estudar o comportamento do sistema de fachada ventilada e seus componentes, comparando-o com os sistemas já tradicionais na indústria da construção civil brasileira.

#### **2.2.2 Limitações**

O presente trabalho limita-se a realizar uma pesquisa bibliográfica, abrangendo o sistema de fachada ventilada por completo. Não serão realizadas visitas técnicas em canteiros de obra que estejam executando esse sistema durante a elaboração do presente trabalho.

### **3 DELINEAMENTO**

O presente trabalho foi estruturado a partir de uma revisão bibliográfica acerca do sistema de fachadas ventiladas. A maioria das informações foram agrupadas no capítulo 3, onde foi feita uma explicação do sistema e seu funcionamento. Esse capítulo foi dividido em cinco itens, de forma a facilitar a compreensão e visualização do sistema. Esses itens possuem informações sobre os revestimentos, sistemas de fixação, tipologia de juntas, isolantes térmicos e sobre o processo executivo.

Ao término da revisão bibliográfica realizada no capítulo 3, foi realizada, no capítulo 5, uma análise global do sistema de fachadas ventiladas, considerando suas vantagens e desvantagens e ponderando custos comparativos entre o sistema de fachadas ventiladas e o sistema aderido tradicional, seja revestido com pastilha cerâmica ou com revestimento de argamassa pintado. O embasamento teórico e prático para a elaboração desse capítulo foi obtido através da realização de uma entrevista com o diretor técnico de uma empresa brasileira especializada em fachadas ventiladas, onde foram fornecidos materiais com dados técnicos atualizados.

Por fim, no capítulo 6 são feitas as considerações finais sobre o sistema. A conclusão do presente trabalho foi realizada baseando-se em informações contidas no trabalho, na bibliografia, na entrevista com o diretor técnico de uma empresa especializada e no ponto de vista do autor.

## 4 FACHADA VENTILADA

A fachada é um dos elementos básicos para a valorização do edifício. Juntamente com a cobertura, elas constituem um invólucro da edificação, sendo, portanto, as responsáveis pela manutenção das condições ambientais internas, tais quais, o conforto termoacústico, a privacidade e a segurança dos usuários (SIQUEIRA, 2003).

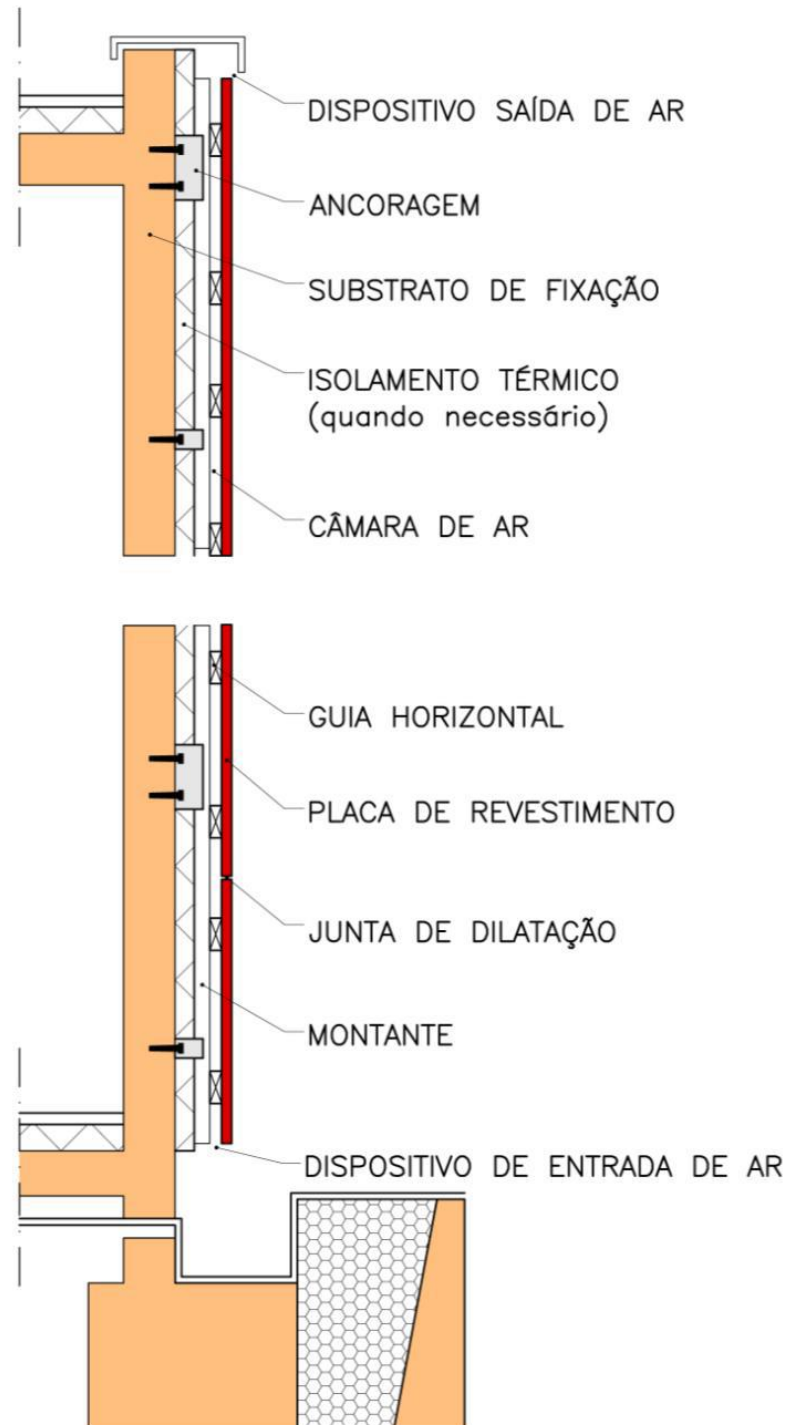
Segundo a Revista *Téchne* (2009), a fachada ventilada tem sua eficiência comprovada há mais de 30 anos em países do hemisfério Norte. No Brasil, o interesse tem aumentado tanto pelos efeitos estéticos, quanto pelo desempenho térmico prometido.

O Sistema de Fachadas Ventiladas (SFV), segundo Dutra (2010), surgiu como uma inovação construtiva do processo de evolução das fachadas, sendo, atualmente, um sistema de suma importância não só pela questão estética e econômica, como também pela sua funcionalidade.

O SFV pode ser definido como um sistema de proteção e revestimento externo de edifícios, caracterizado pelo afastamento entre a parede do edifício e o revestimento, criando, assim, uma câmara de ar em constante movimento (CONSTRULINK, 2006).

Ainda segundo o autor citado anteriormente, os principais elementos que constituem a Fachada Ventilada são: o revestimento externo, que possui, principalmente, uma função estética e de proteção; a câmara de ar, que permite a ventilação natural da parede, sendo uma condição essencial para o sistema a estrutura de fixação, onde é aplicado o revestimento, que tem a função de dar estabilidade ao sistema; e por último, o material isolante, garantindo a estabilidade térmica do edifício (Figura 01).

Figura 01 – Perfil de uma Fachada Ventilada



(fonte: SIQUEIRA, Jr., 2003)

## **4.1 REVESTIMENTOS**

Segundo Siqueira (2003), os revestimentos externos de uma edificação têm como principal função proteger as vedações e a estrutura contra a ação de agentes externos agressivos, evitando a degradação precoce, aumentando a durabilidade e reduzindo os custos de manutenção dos edifícios.

Ainda segundo o mesmo autor, os revestimentos, que são aplicados afastados da base, auxiliam a vedação a cumprir sua função, quais sejam: isolamento acústico e térmico, estanqueidade à água, bem como a segurança ao fogo.

De acordo com Construlink (2006), estão disponíveis no mercado os seguintes materiais para revestimentos de Fachadas Ventiladas: pedras naturais, painéis cerâmicos, alumínio composto (ACM), vidro, concreto polímero, madeira, placa fenólica e painéis fotovoltaicos.

### **4.1.1 Pedras Naturais**

Dutra (2010, p. 9) destaca que “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”.

Ainda seguindo o mesmo autor, um dos principais pontos negativos desse tipo de revestimento é a dificuldade de precisar o seu comportamento frente às diferentes solicitações que estarão expostos em sua vida útil.

Para Cunha (2006), boa parte dos materiais em pedra natural utilizados para a execução de revestimentos de Fachadas Ventiladas sofrem um comportamento característico quando enfrentam precipitações, absorvendo rapidamente a água por capilaridade e eliminando-a de maneira muito lenta através da evaporação.



Nesse tipo de revestimento, verifica-se que a fixação das placas é feita quase que exclusivamente por ancoragens pontuais, diretamente encaixadas através de perfurações executadas nas bordas laterais das placas, evitando, assim, a estrutura auxiliar de suporte. Essa condição diminui o custo do sistema, porém aumenta significativamente a quantidade de fixações ancoradas diretamente no suporte, possibilitando uma maior ocorrência de colapso na estrutura (SIQUEIRA, 2003).

Para a execução das fachadas não aderidas em pedras naturais, a NBR 15846:2010 regulamenta a sua execução, desde a elaboração do projeto até a inspeção dos revestimentos fixados por insertos metálicos. A recomendação, para esse tipo de revestimento, é a instalá-lo não aderido na fachada.

#### **4.1.2 Painéis Cerâmicos**

A utilização do revestimento cerâmico em fachada ventilada apresenta ser vantajoso tanto pelo ponto de vista técnico, econômico e estético (SOUSA, 2010).

As placas cerâmicas de grandes dimensões têm se tornado bastante competitivas quando comparadas aos materiais utilizados na execução de fachadas com revestimento não aderido. As dimensões mais utilizadas para esse tipo de revestimento são de 30 x 60 cm e 60 x120 cm. As principais características das placas cerâmicas utilizadas para essa finalidade são a alta resistência mecânica e baixa absorção de água (SIQUEIRA, 2003).

Dentre as vantagens mais significativas das fachadas ventiladas revestidas em cerâmica, têm-se: facilidade de aplicação em qualquer suporte existente, rápida execução, garantia de segurança, conforto térmico, facilidade de manutenção, conforto ambiental no interior da edificação e bom comportamento perante os agentes atmosféricos (CONSTRULINK, 2006).

Ainda segundo o autor anterior, o sistema mais comum para a aplicação de uma fachada ventilada em cerâmica é composto por uma perfilaria de suporte, que é fixa ao pano da parede isolado pelo exterior. Os painéis são, posteriormente, acoplados aos perfis por meio de encaixes metálicos do tipo “clips”.

Dutra (2010) comenta que a leveza do sistema, desde os revestimentos até os acessórios, permite a redução do peso da estrutura de suporte, facilitando sua instalação. Com isso, é dispensável a utilização de equipamentos especiais para o transporte vertical das placas.

### 4.1.3 Alumínio Composto (ACM)

O alumínio é conhecido por ser um material extremamente durável, mesmo nas condições mais adversas. As placas de alumínio composto (ACM – Aluminium Composite Material) resultam da combinação de duas chapas de alumínio e um núcleo de polietileno, garantindo maior rigidez (MENDES, 2009).

Ainda segundo Mendes (2009), pode-se destacar inúmeras vantagens desse tipo de revestimento, tais quais:

- leveza do material, reduzindo cargas da estrutura e custos de fabricação e instalação;
- resistência às condições ambientais extremas;
- grande resistência ao impacto;
- alta maleabilidade do material, possibilitando sua moldagem em diversas formas;
- excelente resistência ao fogo;
- fácil adaptação junto a janelas e cantos.

Ainda sobre a leveza dos materiais, Campos (2011) nos fornece a Tabela 01 comparativa entre ACM, vidro e porcelanato, indicando os pesos de cada sistema construtivo. Com ela pode-se reforçar a tese de que o ACM é um material realmente leve, possibilitando a diminuição das cargas nas estruturas e os custos de instalação e fabricação.

Tabela 01 – Peso dos Sistemas Construtivos, em kg/m<sup>2</sup>

Tipo	Peso Revestimento	Peso Subestrutura	
		Auxiliar em Alumínio	Peso Total
ACM (Alumínio Composto)	4,00	4,00	8,00
Vidro	20,00	8,50	28,50
Porcelanato	8,00	4,00	12,00

(fonte: CAMPOS, 2011)

#### 4.1.4 Vidro

Segundo Sousa (2010), o Sistema de Fachada Ventilada em vidro assemelha-se, no aspecto visual, a uma fachada cortina – tipo de fachada não aderida que não apresenta uma câmara de ar interna. Para utilizar o vidro como revestimento deve se prever a limpeza da parte interna dele, garantindo acesso por meio de aberturas técnicas.

Ainda seguindo o autor anterior, esse tipo de revestimento é muito utilizado em *retrofit* de edifícios, em casos que não necessite da manutenção da fachada original.

Os principais tipos de vidros aplicáveis à fachada ventilada são: vidros impressos, refletivos, temperados, laminados e aramados. Já a aplicação do vidro duplo não é coerente com o sistema, visto que a câmara de ar já traz os benefícios térmicos e acústicos (SOUSA, 2010).

Figura 02 – Fachada ventilada revestida em vidro



(fonte: VIVA DECORA, 2020)

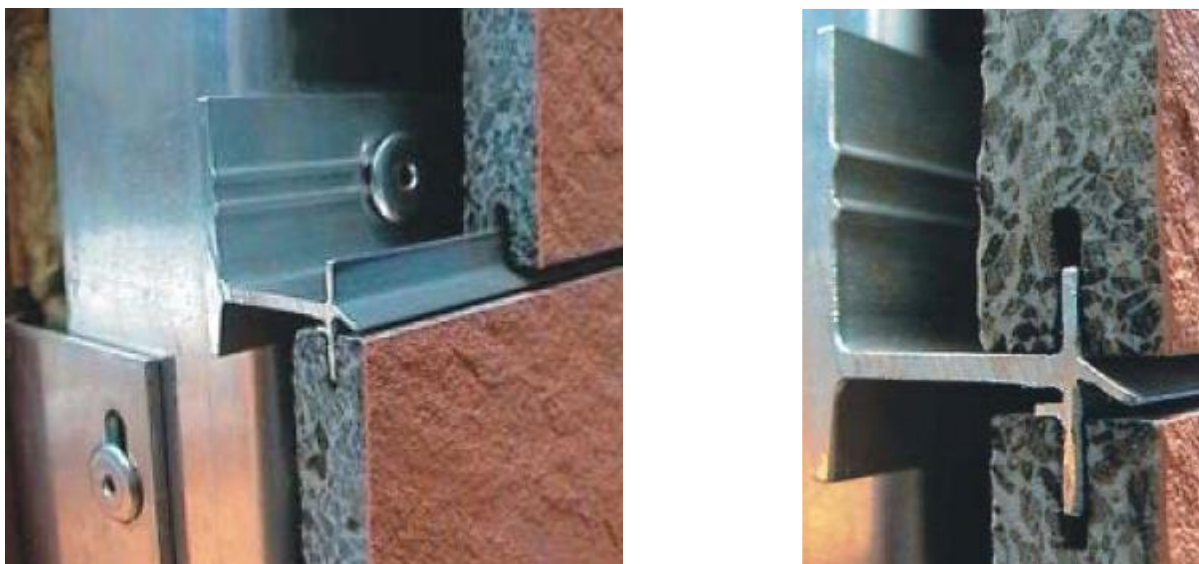
### 4.1.5 Concreto Polímero

As placas em concreto polímero utilizadas em fachadas ventiladas são uma combinação entre agregados de sílica e quartzo, ligados por resinas de poliéster estável. Essa mistura resulta num material com resistência mecânica quatro vezes maior à do concreto convencional, possibilitando a redução da seção e peso das peças pré-fabricadas (CONSTRULINK, 2006).

Ainda segundo o mesmo autor, a leveza desse material possibilita a sua utilização em grande escala, e sua baixa absorção de água garante uma boa estanqueidade. A baixa porosidade nesse tipo de revestimento facilita sua manutenção, necessitando apenas de uma limpeza periódica com água e sabão.

Outra vantagem do revestimento de Concreto Polímero é a possibilidade de uma superfície perfeitamente plana. Também, esse tipo de revestimento é aplicável em qualquer tipologia de construção: residencial, uni ou multifamiliar, comerciais, hospitais, indústrias etc. (CONSTRULINK, 2006).

Figura 03 – Detalhes do perfil guia para fixação de placas de concreto polímero



(fonte: ULMA, 2017)

#### 4.1.6 Madeira

Segundo Sousa (2010), a aplicação de madeira em fachada é dividida em dois grupos: madeira maciça e derivados de madeira.

As madeiras maciças aplicadas em fachada são designadas de madeiras modificadas, pois são tratadas de forma a adquirir propriedades que permitam resistir aos agentes exteriores, mantendo-se inalteradas mesmo em condições climáticas adversas, sem necessitar de grande manutenção. O processo de modificação submete a madeira em estado bruto a elevadas temperaturas para que a maior parte da umidade desapareça e a torne mais resistente [...]. Os derivados de madeiras aplicáveis em fachada são os contraplacados, painéis aglomerantes, OSB, MDF, placas de densidade elevada e painéis de partículas de madeira aglutinadas com cimento (SOUSA, 2010, p. 41).

Ainda segundo o mesmo autor, a dimensão dos elementos em madeira maciça dá-se em razão do tamanho dos troncos, podendo ser em dimensões reduzidas, como escamas ou ripado, que é a forma mais tradicional.

Figura 04 – Fachada em madeira maciça ripada (a) e em elementos de dimensão reduzida (b)



(a)



(b)

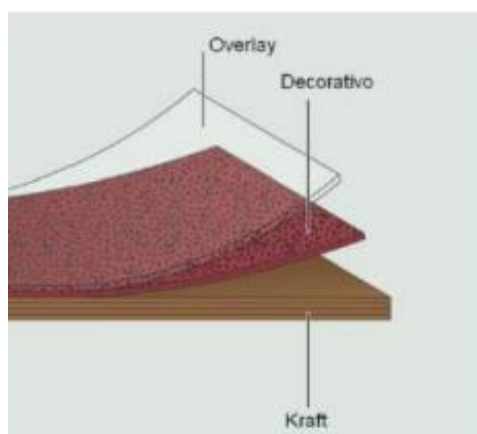
(fonte: SOUSA, 2010)

### 4.1.7 Placa Fenólica

Um dos revestimentos mais utilizados em fachadas ventiladas, segundo Dutra (2010), é o painel fenólico. Esse painel é composto à base de residas endurecidas, homogeneamente reforçadas com fibras de madeira e fabricadas sobre alta pressão e temperatura.

Essa resina pode ser utilizada como adesivo interior para as fibras, proporcionando alta resistência química e mecânica a esses aglomerados (CONSTRULINK, 2006). Os painéis fenólicos são constituídos basicamente por três partes, conforme figura 05.

Figura 05 – Camadas de uma placa fenólica



(fonte: MELO, 2011)

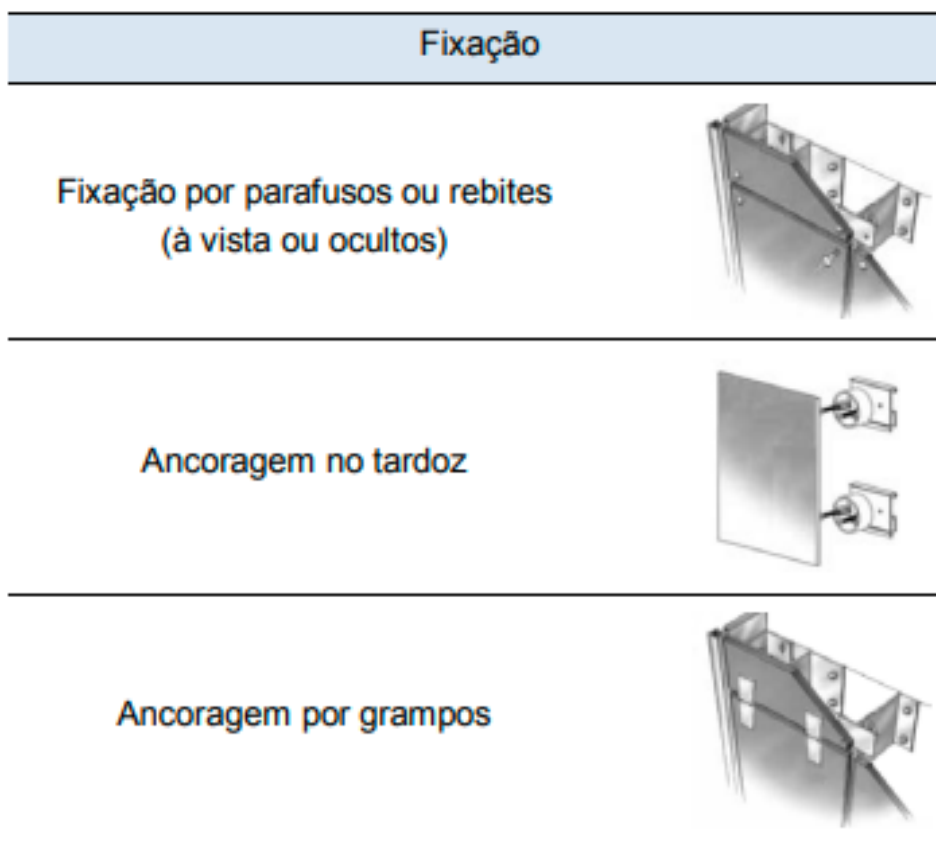
Onde:

- 1: *Overlay*: película impregnada em resina melamínica, tornando-a repelente à água.
- 2: Folha Decorativa: composta por uma folha de papel com o desenho pretendido que é impregnada em resina melamínica, elevando sua resistência à abrasão.
- 3: Núcleo: composto por papel Kraft recoberta com resinas fenólicas, acarretando numa maior estabilidade e rigidez.

Com o intuito de se formar um material homogêneo, plano, regular e praticamente sem porosidade, é feito um tratamento especial a elevada pressão e temperatura, fundindo e endurecendo as camadas componentes. Com isso, tem-se um material muito versátil, que pode ser encontrado em diversas cores, tamanhos e formatos (DUTRA, 2010).

Segundo Sousa (2010), as formas de fixação utilizadas estão apresentadas na Figura 06.

Figura 06 – Formas de fixação de painéis fenólicos



(fonte: SOUSA, 2010)

#### 4.1.8 Painéis Fotovoltaicos

Com a necessidade de a sustentabilidade estar englobada nas novas construções, têm surgido sistemas de fachada ventilada utilizando painéis fotovoltaicos com a finalidade de geração de energia própria.

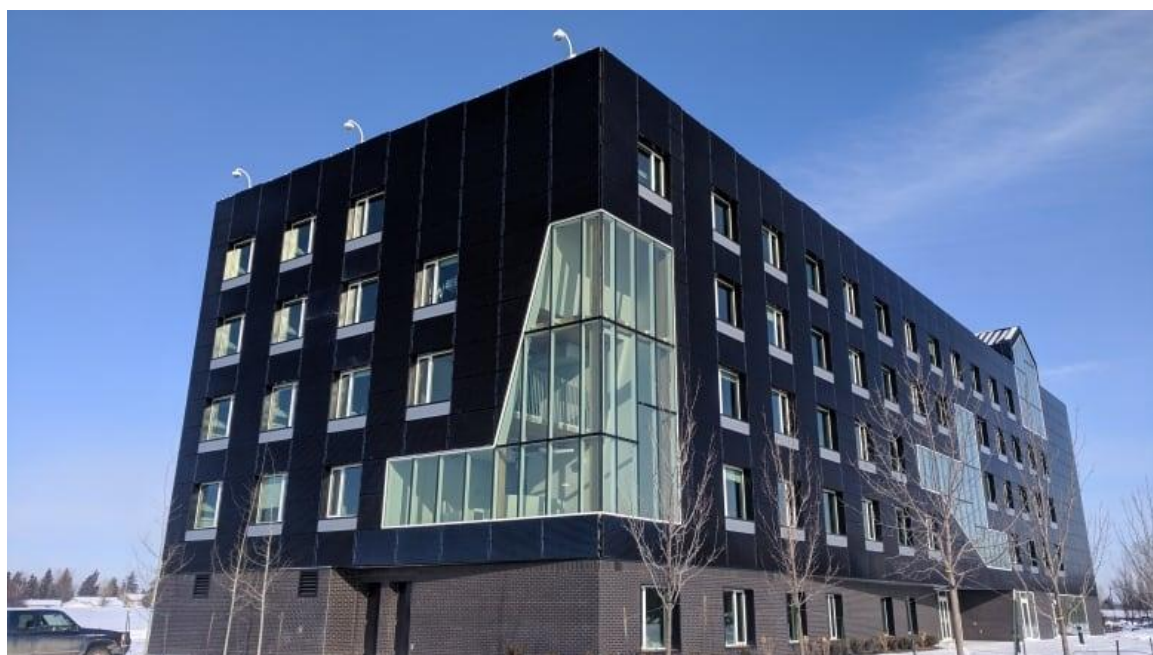
Sousa (2010) pondera que a utilização desse revestimento ainda está em desenvolvimento, existindo edificações protótipos para analisar seu desempenho. Uma das vantagens construtivas desses painéis é a capacidade de captação da energia direta e indiretamente que incide na fachada, melhorando o seu rendimento.



O mesmo autor relata, entretanto, que uma desvantagem, para edificações localizadas no hemisfério sul, é a aplicação dos painéis na fachada sul, devido à baixa exposição solar.

Pensando pelo lado estético, Direito (2011) relata que os painéis se destacam pela diversidade de formas que os vidros que compõem a placa fotovoltaica possuem, adequando-se a diversos casos, gerando uma valorização da edificação.

Figura 07 – Fachada Ventilada utilizando painel fotovoltaico



(fonte: Kuby Energy)

## 4.2 SISTEMAS DE FIXAÇÃO

A fixação mecânica dos revestimentos pode ser feita diretamente ao suporte ou por meio de uma subestrutura, que pode ser de madeira ou aço inoxidável, sendo a segunda opção a mais utilizada, pela maior durabilidade e resistência ao passar do tempo (SOUSA, 2010).



Os fixadores, desenhados especificamente para a execução desse tipo de fachada, devem manter as suas qualidades ao longo do tempo, para que o processo de fixação se mantenha inalterado e em perfeito estado (DUTRA, 2010).

A durabilidade dessas fixações deve ser idêntica à do suporte, uma vez que existe a dificuldade de acesso para manutenção periódica, devendo ser previstos tratamentos preventivos contra processos de degradação dos mesmos (RIBEIRO, 2010).

#### **4.2.1 Ancoragens Diretas ou Pontuais**

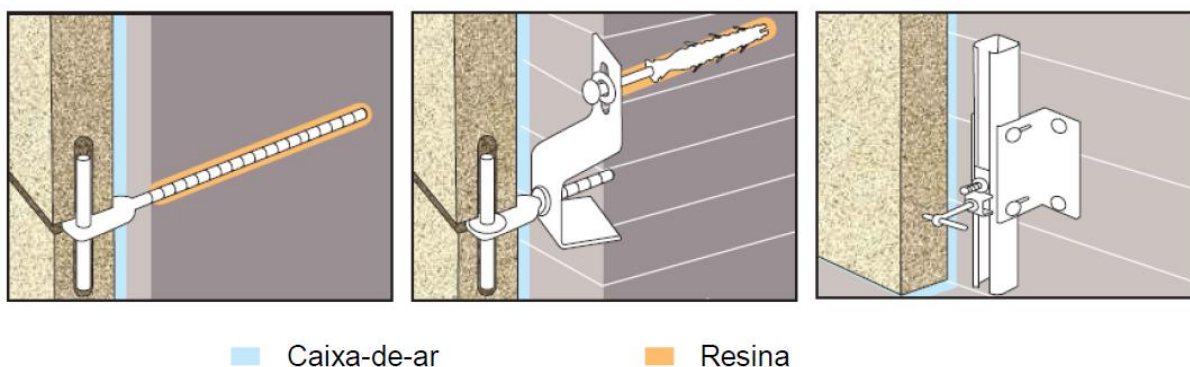
A ancoragem pontual é o sistema de fixação em que o revestimento é diretamente fixado à estrutura da edificação por meio de perfurações, evitando a utilização de estruturas de suporte auxiliares, tornando o sistema menos oneroso. No entanto, ocorre o aumento da quantidade de fixações e uma limitação da versatilidade do revestimento escolhido (DUTRA, 2010).

As ancoragens diretas podem ser de dois tipos: químicas ou mecânicas. A ancoragem química é baseada na utilização de resinas para realizar a união da fixação com a estrutura, utilizando do processo de expansão da mesma. Já a ancoragem mecânica consiste na utilização de argamassa nos chumbadores para gerar a fixação do revestimento junto à estrutura (DUTRA, 2010).

Segundo Sousa (2010), a ancoragem mecânica possui uma principal opção no mercado que é a fixação por cavilhas.

Cavilhas são similares a pregos, onde o suporte ocorre pela resistência ao corte e pela sustentação do peso próprio do revestimento, utilizando buchas como acessórios. Esse sistema é utilizado para fachadas com revestimentos leves (SOUSA, 2010).

Figura 08 – ancoragem por cavilhas



(fonte: Sousa, 2010)

#### 4.2.2 Fixação Indireta ou Contínua

Se comparado ao sistema de ancoragem pontual, a utilização de estrutura intermediária torna-se um sistema mais rápido de implementar, estando preparado para receber diversos tipos de revestimentos (DUTRA, 2010).

Segundo Direito (2011), a fixação indireta pode ser constituída por madeira ou aço inoxidável, sendo a segunda opção muito mais usual, por ter maior durabilidade e resistência. Trata-se, também, de uma solução mais rápida, admitindo diversos tipos de revestimentos, tais quais, cerâmicas, porcelanatos, pedras naturais, painéis fenólicos, ACM, vidro, concreto polímero, madeira e placas fotovoltaicas.

Figura 09 – Fixação através de estrutura indireta



(fonte: DIREITO, 2011)

#### **4.2.2.1 Fixação para revestimentos de grande espessura**

De acordo com o Construlink (2006), este tipo de ancoragem é ideal para fachadas onde o revestimento possui espessura maior que 20 mm. Inicialmente, esse sistema foi idealizado para pedras naturais, porém é possível utilizá-lo em diversos outros revestimentos, tais quais: fibrocimento, painéis cerâmicos e elementos com espessura maior.

A fixação das peças é realizada sobre a margem superior e inferior da estrutura, de modo que os perfis horizontais acomodem as peças e se fixem ao restante da estrutura dos perfis verticais através de grampos de aço (DUTRA, 2010).

Figura 10 – Fixação para revestimentos de grande espessura

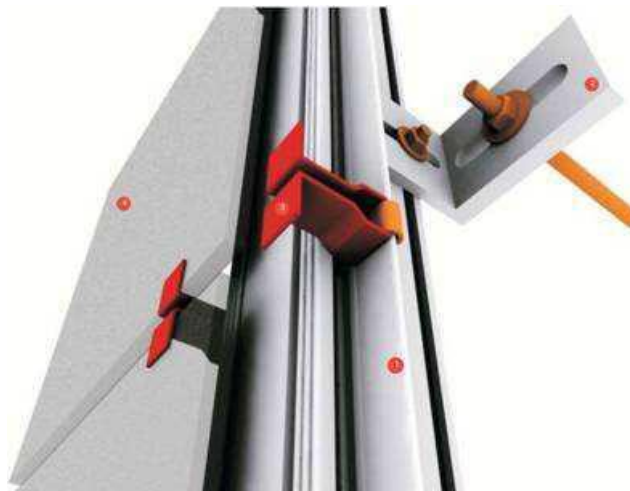


(fonte: CONSTRULINK, 2006)

#### 4.2.2.2 Fixação à vista para revestimentos de espessura fina

Esse sistema é constituído por um encaixe visível. Normalmente, nesse tipo de sistema, utilizam-se grampos de aço inoxidável na mesma cor do revestimento, diminuindo o impacto visual e melhorando a questão estética do conjunto. Esse tipo de fixação foi desenvolvido, inicialmente, para painéis cerâmicos, porém suporta outras tipologias de revestimentos (CONSTRULINK, 2006).

Figura 11 – Fixação para revestimentos de fina espessura

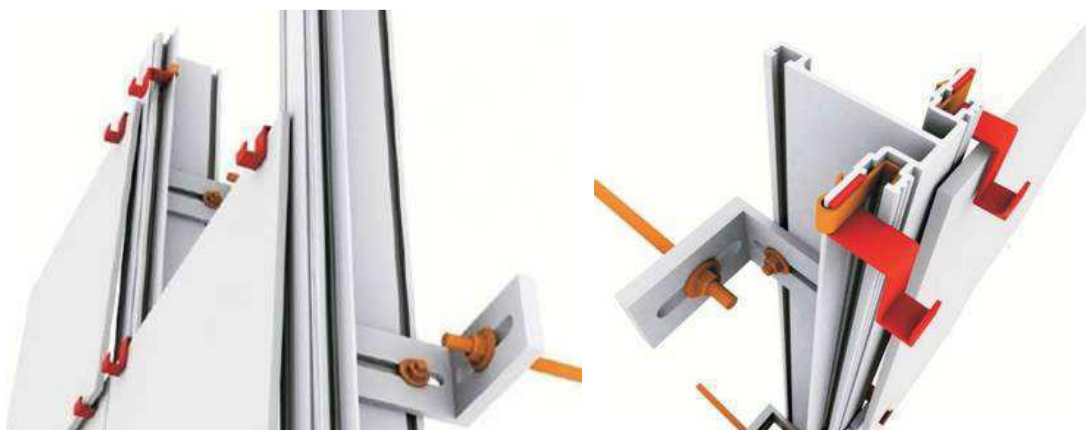


(fonte: CONSTRULINK, 2006)

### 4.2.2.3 Fixação sobreposta para revestimento de espessura fina

Esse sistema permite a sobreposição dos painéis de revestimento, formando escamas levemente sobrepostas, garantindo a estanqueidade das juntas. Assim como o sistema anterior, ele foi desenvolvido inicialmente para painéis cerâmicos, mas também é aplicável a pedras naturais, placas de alumínio, entre outras (DIREITO, 2011).

Figura 12 (a) e (b) – Sistema de fixação através da sobreposição



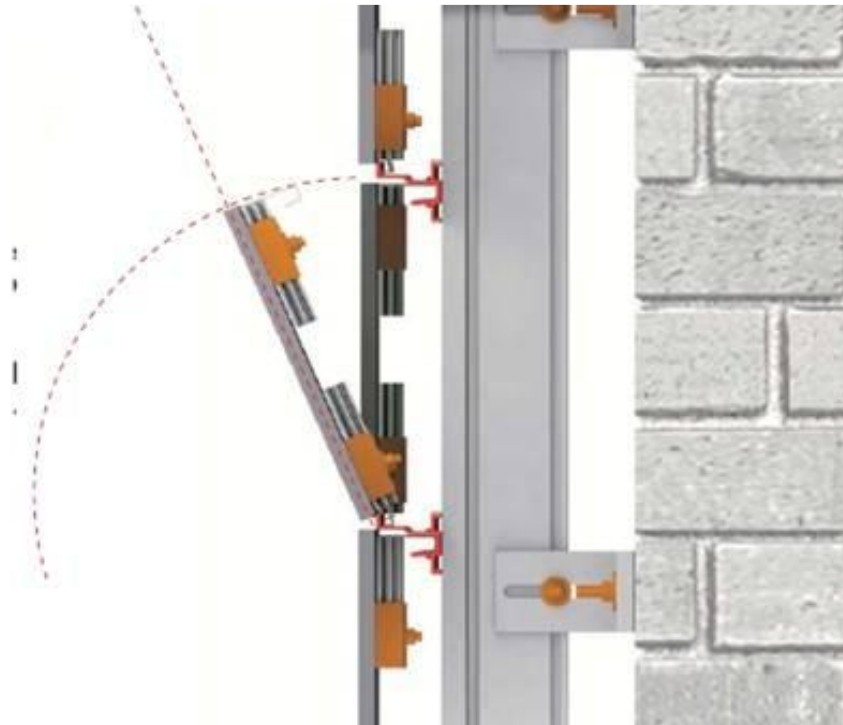
(fonte: DIREITO, 2011)

### 4.2.2.4 Fixação Oculta

No sistema de fixação oculta, os encaixes de fixação da peça não são visíveis. Isso deve-se ao fato de serem feitos rasgos no tardo da peça que permitam a colocação de elementos em aço inoxidável que, por sua vez, são parafusados a um perfil de alumínio, que fica fixado através de grampos ao perfil horizontal (CONSTRULINK, 2006).

Seguindo a linha dos sistemas anteriores, esse sistema de fixação também foi desenvolvido para painéis cerâmico, mas também suporta outras tipologias de revestimentos, tais quais: pedras naturais, placas laminadas e placas de alumínio (DIREITO, 2011).

Figura 13 – Encaixe do revestimento com fixação oculta



(fonte: CONSTRULINK, 2006)

Figura 14 – Detalhe do sistema de fixação oculta



(fonte: CONSTRULINK, 2006)

### 4.3 TIPOLOGIA DAS JUNTAS

Segundo Siqueira Jr (2003), as juntas entre componentes são responsáveis pela capacidade de absorção das deformações de origem estrutural, de expansão e retração do revestimento. As juntas também são responsáveis pela estanqueidade do revestimento e devem permitir fácil manutenção. As juntas, quando existentes, devem ser executadas conforme a tipologia do revestimento.

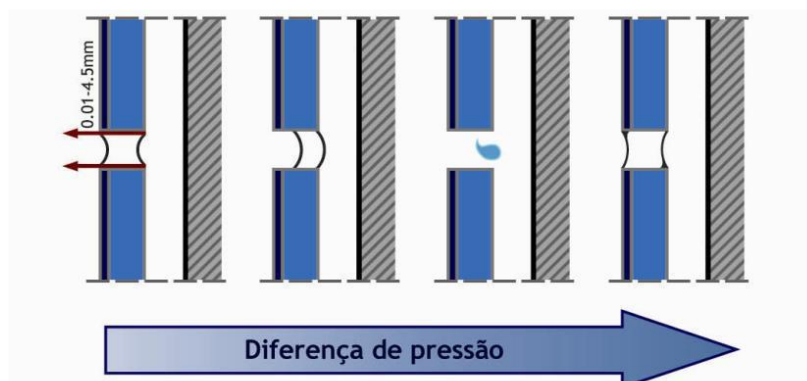
Existem dois tipos de juntas no Sistema de Fachada Ventilada: as juntas abertas, sem proteção contra a infiltração de água e as juntas fechadas, com proteção contra entrada de água da chuva (UAF, 2000 *apud* SIQUEIRA JR., 2003).

#### 4.3.1 Juntas Abertas

Segundo Siqueira Jr (2003), as juntas abertas não devem ser utilizadas em locais onde as condições climáticas sejam extremas, ou em locais onde o revestimento possa ser danificado por vandalismo. O autor afirma que juntas com até 3 mm de espessura podem impedir que a água atinja a superfície interna, caso encontre-se a uma distância igual ou maior que 45 mm.

Dutra (2010) comenta que, em caso de juntas muito estreitas (0,01 a 4,5 mm), a diferença de pressão da parte externa e interna do revestimento gera um movimento que pode empurrar a água em direção à câmara de ar e, por consequência, ao elemento de vedação vertical.

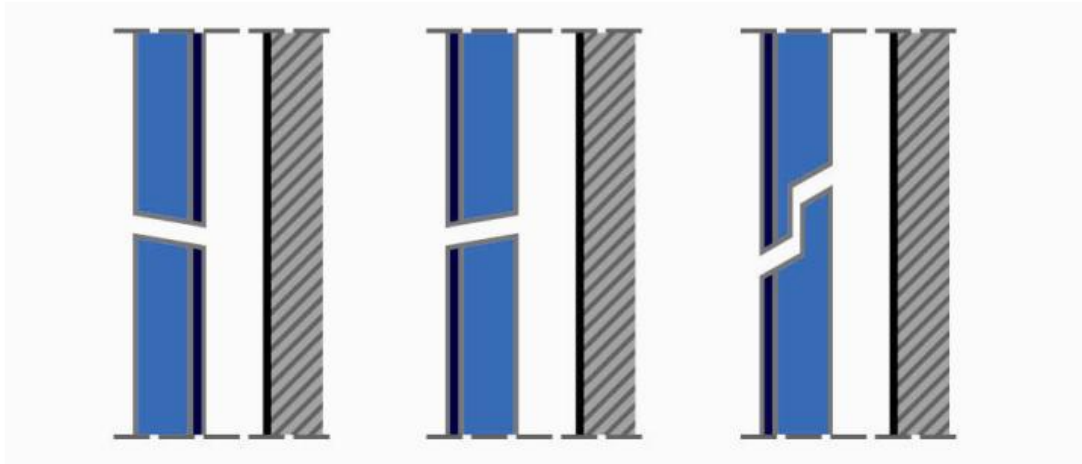
Figura 15 – Movimentação da água pela diferença de pressão em juntas abertas



(fonte: DUTRA, 2010)

Seguindo o mesmo autor, uma forma de forçar o escoamento das águas pluviais é a execução de juntas com inclinações para dentro, para fora ou em formato de labirinto. As juntas com drenos inclinados para o lado externo impedem a entrada de água, que acaba escorrendo pela face externa do revestimento.

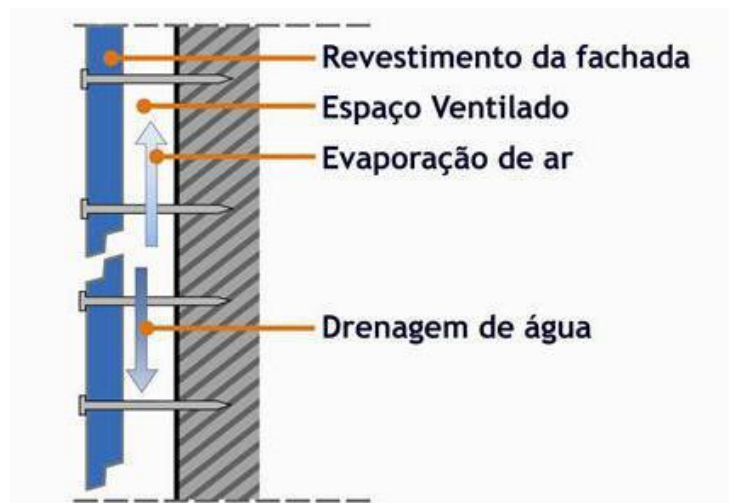
Figura 16 – Juntas inclinadas (duas à esq.) e junta em formato de labirinto (dir.)



(fonte: DUTRA, 2010)

A água que ainda assim consegue a penetração acaba escorrendo pela face posterior do revestimento ou evaporará no interior da câmara de ar, conforme figura 17.

Figura 17 – Esquema de evaporação de água



(fonte: DUTRA, 2010)



### 4.3.2 Juntas Fechadas

As juntas fechadas, segundo Siqueira Jr (2003), possuem uma proteção externa contra a ação da água da chuva. Apesar de não serem usuais no SFV, os selantes podem ser utilizados como solução para juntas fechadas, desde que o seu uso seja justificado.

Uma das principais soluções, segundo Sousa (2010), é a junta do tipo “escama”, que consiste na utilização de encaixes que criam degraus que dificultam o percurso da água.

Figura 18 – Juntas fechadas



(fonte: SOUSA, 2010)

## 4.4 ISOLANTES TÉRMICOS

Segundo Siqueira Jr. (2003), a aplicação do isolante térmico é necessária apenas em determinados climas ou quando o revestimento externo necessita do mesmo. A grande vantagem do isolante térmico é que ele reduz a perda de calor no inverno, acarretando em uma diminuição com gastos de calefação, e reduz o ganho de calor no verão, onde os gastos com refrigeração também serão afetados.

De acordo com Dutra (2010), os principais isolante térmicos são: lã de rocha, poliestireno expandido moldado (EPS), poliestireno expandido extrudado (XPS) e o poliuretano.

No presente trabalho, abordaremos mais significativamente o isolamento em lã de rocha, devido à sua eficiência já comprovada tanto acústica, quanto termicamente. Além disso, esse isolante

térmico possui uma baixa propagação de fogo, característica muito importante para um elemento de fachada.

Conforme Dutra (2010), a lã de rocha é um material muito utilizado, com eficácia garantida tanto para isolamento térmico quanto para acústico. A sua propriedade incombustível assegura total tranquilidade durante sua montagem e vida útil.

Em contraponto, para Sousa (2010), esse material é menos recomendado se existe a possibilidade de estar em contato frequente com a água, pois assim teria um prejuízo ao seu desempenho.

## **4.5 PROCESSO CONSTRUTIVO**

Segundo Cunha (2006), essa é a principal etapa que definirá a qualidade do sistema, sendo necessária uma atenção especial ao tema. O processo produtivo deve ser precedido por uma fase de preparação para a montagem do sistema, com objetivo de identificar possíveis deficiências no sistema através dos seguintes itens:

- Detalhamento dos projetos executivos
- Definição das instalações provisórias no canteiro de obras, dos equipamentos de proteção e dos equipamentos de segurança
- Análise das interfaces com a fachada ventilada, propondo soluções

Para Siqueira Jr (2003), por se tratar de um método de alta complexidade, a produção do SFV deve ser iterativa, contando com a presença do projetista em todas as fases de execução.

### **4.5.1 Projeto de Fachada Ventilada**

Segundo Dutra (2010), a fase de execução do projeto de fachada ventilada consiste em duas etapas distintas entre si. A primeira corresponde ao processo de viabilidade da mesma, onde

envolve a escolha dos sistemas em função das necessidades estéticas e técnicas do empreendimento.

A segunda etapa do projeto é voltada à produção do sistema de fachada ventilada, visando a economia e industrialização do sistema, ou seja, diminuição dos desperdícios com a máxima eficiência executiva (CUNHA, 2006).

Cunha (2006) ainda cita que todos os envolvidos no processo, sejam projetistas ou executores, devem ter pleno conhecimento das características do sistema para realizar a execução da forma mais adequada. A compatibilização dos componentes deve ser realizada a fim de atender os requisitos pré-estabelecidos na primeira fase de execução dos projetos e evitar o surgimento de futuras manifestações patológicas e inconformidades.

É importante considerar os fatores construtivos que influenciarão no custo e desempenho final da edificação. No sistema de fachada ventilada, os principais aspectos que influenciam são: base suporte de fixação, a necessidade e tipologia do isolante térmico, o tipo de revestimento, tipo de fixação e juntas e a interação de todos esses itens citados com as características da edificação (DUTRA, 2010).

A Tabela 02 relaciona os principais requisitos que um projeto de fachada ventilada deve considerar para um bom desempenho do sistema. Requisitos esses que atendem ao sugerido pela norma brasileira NBR 15575: Norma de desempenho de edificações habitacionais.

Tabela 02 – Requisito de desempenho para projeto de fachada ventilada

REQUISITOS DE DESEMPENHO NA FASE DE USO	
SEGURANÇA	<b>1. Segurança estrutural</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Resistência mecânica a cargas estáticas, dinâmicas e cíclicas decorrentes do uso normal ou abuso no uso (ação imediata e fadiga provocada pelo vento, impactos, riscamento, cargas verticais e alterações climáticas);</li> <li>Eficiência das ancoragens que ligam a subestrutura auxiliar à estrutura do edifício;</li> <li>Eficiência do sistema de fixação das placas (que ligam as placas à subestrutura auxiliar);</li> <li>Capacidade de absorver deformações (verificadas através do correto projeto de fixação das placas).</li> </ul>
	<b>2. Segurança ao fogo</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Reação dos materiais ao fogo (combustibilidade e propagação de chama e liberação de gases e fumaça);</li> <li>Resistência do sistema ao fogo (integridade, estanqueidade e isolamento).</li> </ul>
HABILIDADE	<b>3. Estanqueidade à água</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Pouca absorção de água;</li> <li>Eficácia na drenagem de águas pluviais.</li> </ul>
	<b>4. Conforto térmico e economia de energia</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Estanqueidade ao ar;</li> <li>Isolamento térmico no inverno e no verão.</li> </ul>
	<b>5. Estética</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Planeza dos componentes e do conjunto;</li> <li>Condição superficial (cor, brilho, textura);</li> <li>Uniformidade de colocação.</li> </ul>
	<b>6. Conforto acústico</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Isolamento e absorção sonora;</li> <li>Não ser fonte de ruídos por ações das movimentações térmicas ou da vibração ou impactos provocados pelos agentes atmosféricos.</li> </ul>
	<b>7. Conforto tátil</b>
DURABILIDADE	<b>8. Adaptação ao uso</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Integração das instalações;</li> <li>Facilidade de montagem e estocagem.</li> </ul>
	<b>9. Durabilidade (manutenção do desempenho durante a vida útil)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Conservação do aspecto (cor e brilho);</li> <li>Conservação das propriedades mecânicas (resistência ao impacto);</li> <li>Conservação das propriedades da subestrutura auxiliar.</li> </ul>
	<b>10. Manutenção</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Facilidade e frequência de limpeza e manutenção;</li> <li>Custo global</li> </ul>

(fonte: adaptado de Siqueira Jr., 2003)

## 4.5.2 Instalações Provisórias

Deve ser previsto um local para a montagem e execução da fachada ventilada no canteiro de obra. Esse local deve conter locais para armazenamento, transporte, recebimento e movimentação de materiais, além de estar próximo do equipamento de transporte vertical. Todas essas áreas devem ser planejadas com antecedência para que as operações de instalação não interfiram nas demais atividades (CUNHA, 2006).

### 4.5.3 Equipamentos para execução

Tratando-se de um sistema que é composto por peças com diferentes tamanhos e formatos, Siqueira Jr (2003) recomenda que a obra forneça equipamentos para transporte vertical, como guias, guinchos e elevadores para auxiliar no carregamento. Já para o suporte às equipes de produção, normalmente balancins elétricos e andaimes fachadeiros são utilizados a fim de se ter uma alta produtividade para o sistema.

Figura 19 – Instalação do isolamento térmico utilizando balancim elétrico



(fonte: MACHADO, 2017)

Para Cunha (2006), um outro equipamento fundamental para a execução do SFV é a mesa de corte, cuja função é realizar o corte das placas de revestimento. Esse equipamento deve ficar junto à zona de montagem.

Figura 20 – Mesa de corte



(fonte: CAUSS, 2014)

#### **4.5.4 Métodos executivos**

Segundo Cunha (2006), o início das instalações do Sistema de Fachada Ventilada ocorre apenas quando toda a estrutura da edificação está concluída. Dessa forma, é possível aferir o prumo da estrutura, bem como corrigi-lo, caso necessário, para garantir a qualidade final do sistema.

A ordem executiva do SFV é: fixação das ancoragens, instalação do isolante térmico/acústico (quando necessário), fixação dos perfis, instalação do revestimento externo e execução de fechamentos, arremates e acabamentos. Cada um dos itens citados acima será aprofundado na sequência do trabalho.

##### **4.5.4.1 Fixação das ancoragens**

Após serem identificados os pontos críticos da fachada, ou seja, pontos onde possam existir algum tipo de interferência, Cunha (2006) recomenda que testes devem ser realizados nos pontos de ancoragem padrão, a fim de aferir se os mesmos são suficientes para absorver as

possíveis modificações de prumo e/ou planimetria observadas in loco. As cantoneiras necessitam possuir furos que permitam um ajuste fino em todos os sentidos, com intuito de regularizar o prumo para a instalação dos revestimentos.

Segundo Siqueira Jr (2003), os pontos de ancoragem devem possuir clara identificação e estar devidamente presentes nos projetos, a fim de se evitar futuros problemas para a instalação do sistema.

Para a instalação dos sistemas de fixação, os montantes devem ser instalados posicionados com o auxílio de equipamentos laser ou topográficos. Em alguns casos, devido à impossibilidade de ajuste das cantoneiras pelo excessivo desaprumo da estrutura, a utilização de calços é necessária para a regularização, conforme figura 23.

Figura 21 – Utilização de calço em cantoneiras



(fonte: CUNHA, 2006, p. 85)

Figura 22 – Cantoneiras metálicas de fixação para revestimentos de fina espessura



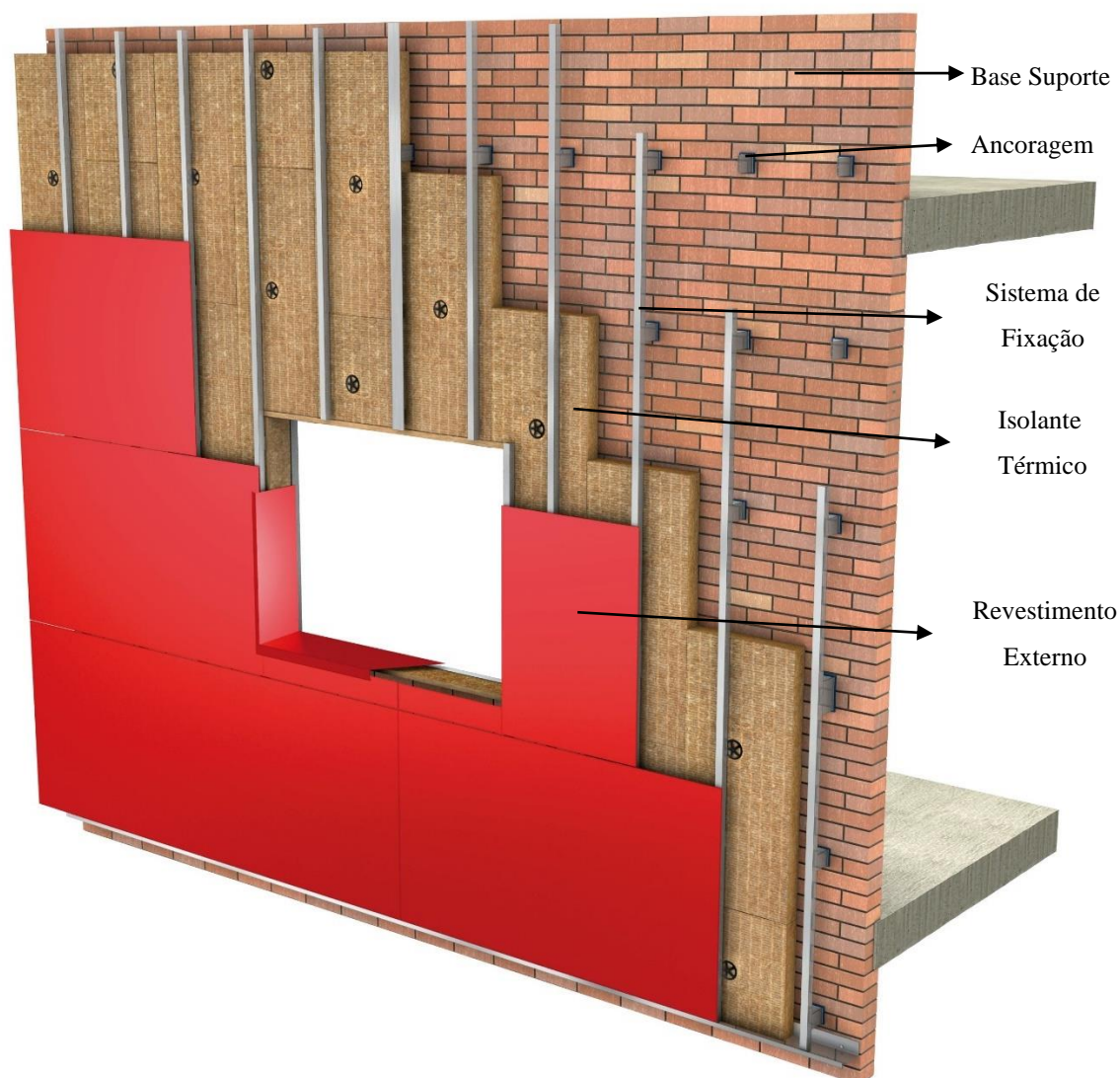
(fonte: CAUSS, 2014)

#### **4.5.4.2 Instalação do isolante térmico**

Quando necessário, a instalação do isolante térmico é realizada após a fixação das ancoragens no substrato da edificação. Normalmente, utiliza-se buchas plásticas que são ancoradas no substrato através de furos realizados com uma furadeira. O isolante fica totalmente fixado junto ao substrato da edificação (SIQUEIRA JR, 2003).



Figura 23 – Esquema de uma fachada ventilada com isolamento térmico



(fonte: ROCKWOOL, 2022)

#### 4.5.4.3 Fixação dos perfis

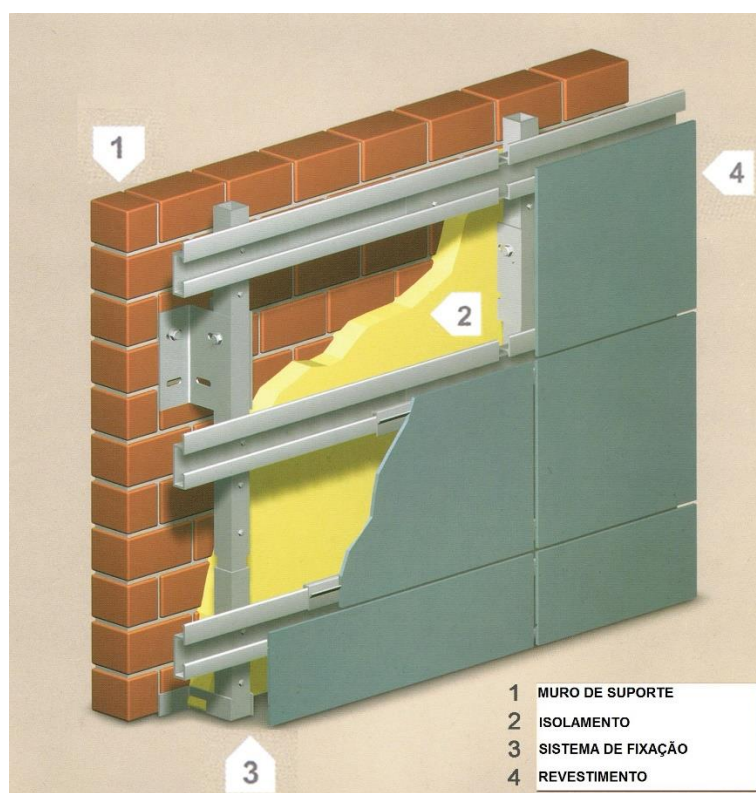
Realizado apenas em sistemas que possuem fixação intermediária ou indireta, esses perfis possuem a finalidade de receber o revestimento externo e fixá-los junto a estrutura da edificação.

Em casos de sistemas de fixação oculto, Siqueira Jr (2003) explica que a primeira guia deve ser posicionada sobre o montante e, em seguida, é feita a transferência das medidas para a outra

extremidade com o auxílio de aparelhos a laser e níveis bolha. As guias dos perfis são fixadas sequencialmente, de maneira que não se desloquem em nenhuma direção utilizando parafusos e rebites.

Marazzi (1997 apud SIQUEIRA JR, 2003) ressalta a importância de um perfeito alinhamento dos perfis a fim de garantir uma fachada perfeitamente plana e com um acabamento adequado.

Figura 24 – Esquema de uma fachada ventilada



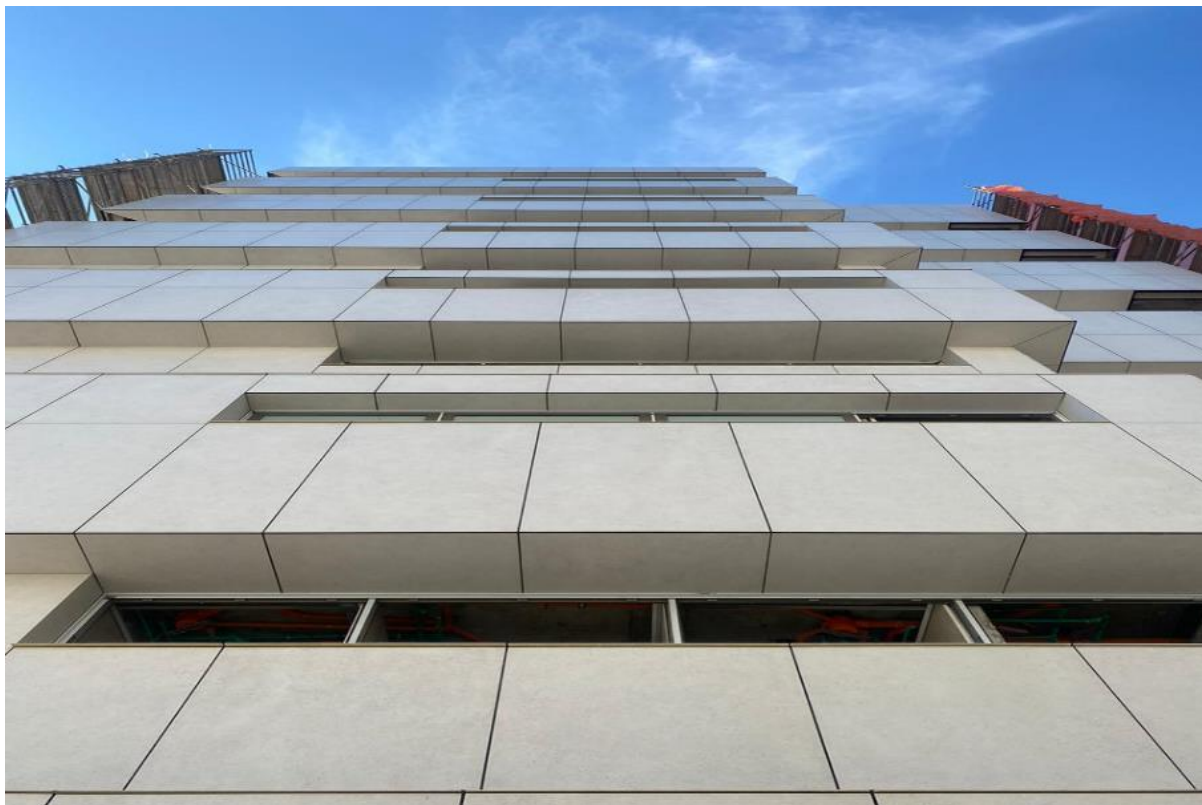
(fonte: WORDPRESS, 2022)

#### 4.5.4.4 Instalação do Revestimento Externo

A fixação do revestimento externo junto à estrutura de suporte é o último passo da montagem do Sistema de Fachada Ventilada. A tipologia de fixação difere para cada materialidade escolhida como revestimento. A instalação do revestimento, conforme visto nos tópicos anteriores desse trabalho, pode ser feita de forma pontual ou indireta, quando se utiliza uma subestrutura intermediária.

Siqueira Jr (2003) ressalta que as juntas entre as placas de revestimento devem ser alinhadas com a utilização de espaçadores plásticos. A figura 27 mostra uma fachada ventilada instalada com porcelanato.

Figura 25 – Revestimento externo em porcelanato



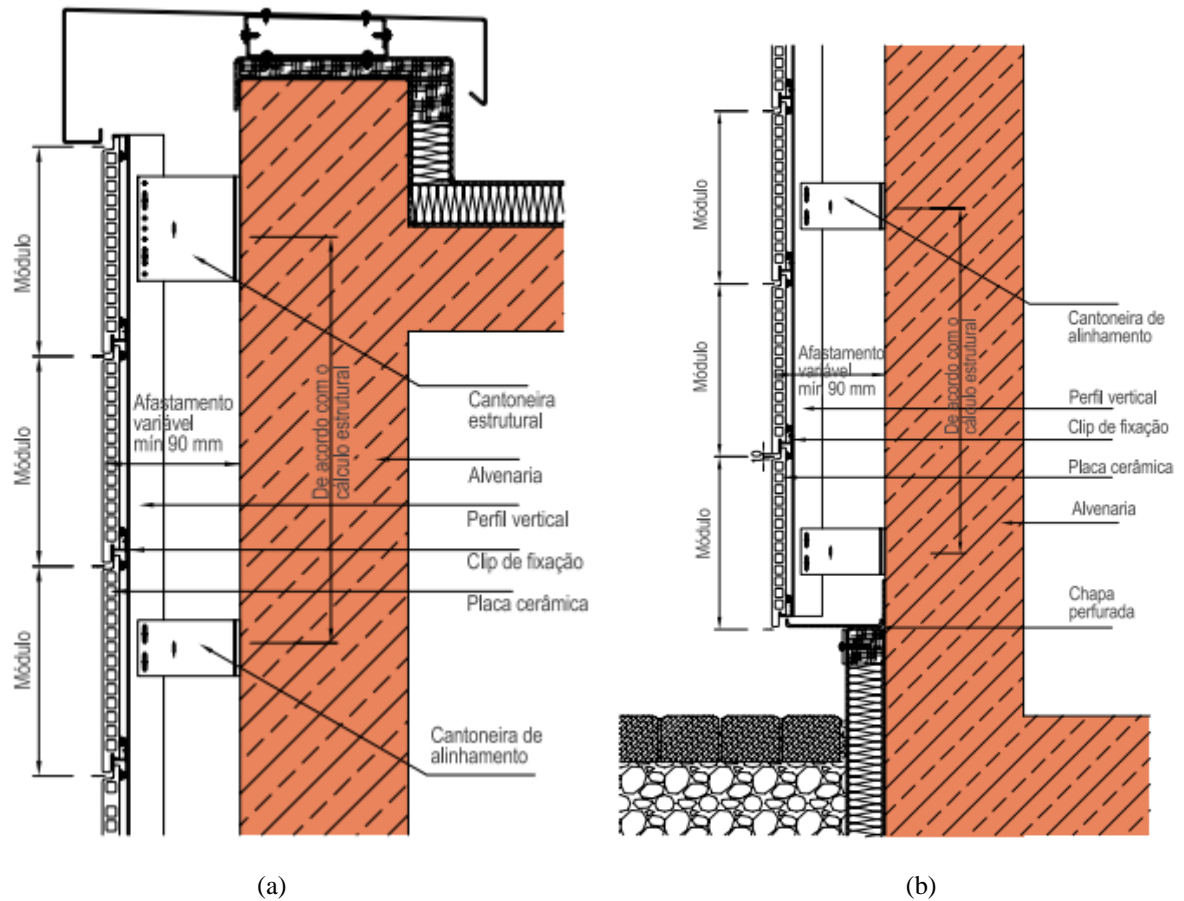
(fonte: Fábio Lunardelli, 2022)

#### **4.5.4.5 Fechamentos, arremates e acabamentos**

A fim de se garantir um bom funcionamento para o SFV é essencial realizar os acabamentos e arremates finais. O fechamento superior do sistema deve ser realizado sem obstruir por completo a saída de ar da câmara de ar. Para tanto, usualmente, são instalados perfis metálicos do tipo rufo para proteção contra entrada de água pluvial. Uma alternativa é a realização de abas com a própria estrutura.

Os fechamentos inferiores, segundo Ulma (2017), podem ser realizados com perfis metálicos do tipo rufo ou por grelhas perfuradas, que permitem a entrada de ar na câmara e não permitem a entrada de animais ou outros objetos que possam obstruir a passagem de ar do sistema.

Figura 26 – Detalhamento do fechamento superior (a) e inferior (b)



(fonte: HUNTER DOUGLAS, 2022)

O arremate das esquadrias deve ser cuidadoso, prevenindo a utilização de peitoril e/ou pingadeiras para evitar a depreciação do revestimento.

A Figura 29 representa um organograma resumido do sistema de fachada ventilada, após a concepção integral do projeto, desde suas condições de início até a finalização da execução.

Figura 27 – Organograma do sistema de fachada ventilada



(fonte: elaborada pelo autor, 2022)

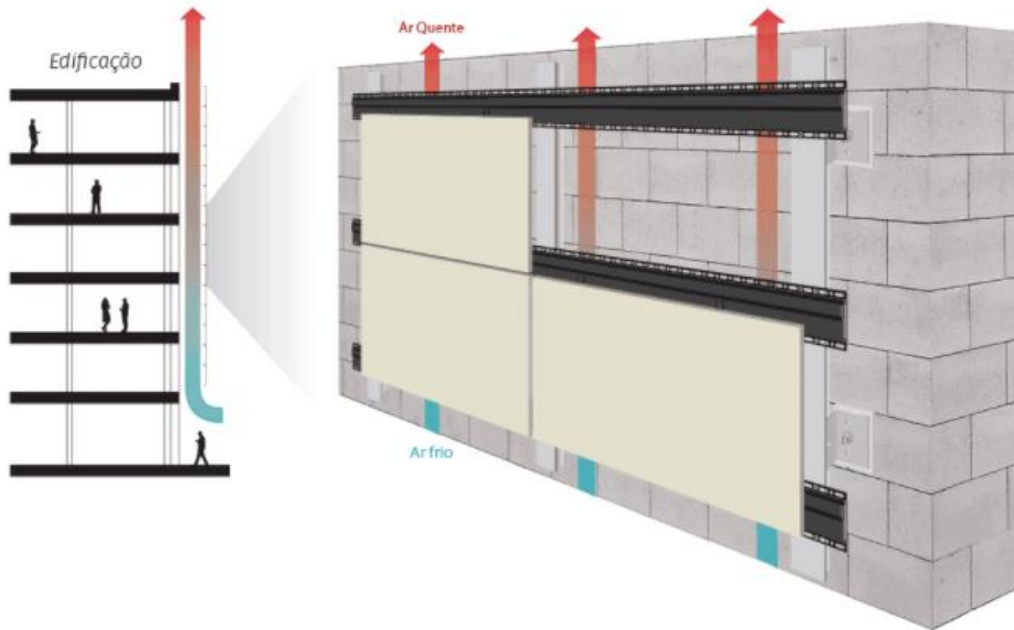
#### 4.5.4.6 Câmara de ar

Considerado como sendo o principal elemento do sistema, a câmara de ar deve ser executada especificamente conforme projeto. É nela que ocorre o efeito chaminé do SFV, responsável pela dispersão do ar e funcionamento do sistema.



Caso a execução da câmara de ar não seja de forma correta, a má ventilação do sistema pode ocasionar uma ineficiência do método e aumentar a umidade interna, tornando o sistema propício ao surgimento de manifestações patológicas.

Figura 28 – Câmara de ar e o efeito chaminé



(fonte: ELIANE TEC, 2022)

## 5 ANÁLISE

Segundo Direito (2011), o SFV apresenta um potencial competitivo muito grande em comparação a outras modalidades, pois possui versatilidade, podendo ser implementado em edificações novas ou em reformas de edificações. Outra facilidade do sistema é a rápida substituição de placas de revestimentos que possam ser danificadas, visto que cada placa trabalha separadamente e individualmente, permitindo sua troca pontual de forma acelerada e certa.

Para Gonçalves e Lopes (2019), o sistema de fachada ventilada, se comparado ao sistema de revestimento externo aderido, possui as seguintes vantagens:

- simplicidade de instalação: os elementos são montados no local com a utilização de dispositivos de ancoragem;
- maior durabilidade: a estrutura de revestimento é protegida contra cargas climáticas diretas;
- maior economia de energia: reduz pontes térmicas e há um aumento da inércia térmica da edificação;
- maior controle de umidade: a presença da câmara de ar expulsa o vapor de água do interior, reduzindo a infiltração;
- redução de resíduos: a não utilização de argamassa de assentamento gera uma construção “a seco” e uma diminuição de perdas;
- rapidez de execução: possibilidade de execução em um terço do tempo gasto com sistemas tradicionais devido ao sistema de industrialização da produção;
- manutenção reduzida: se executado corretamente, o sistema não sofre com patologias, sendo necessária apenas a limpeza da fachada a cada cinco anos.

Por possuir menos etapas no processo de execução, o SFV possui uma instalação mais eficiente e rápida, comparado ao sistema de cerâmica aderida, por exemplo. As etapas de preparação do substrato para o recebimento do material de revestimento argamassado e juntas de dilatação, essenciais no sistema de cerâmica aderida, são dispensáveis no sistema de fachada ventilada.

Essa redução das etapas de execução torna o sistema mais enxuto, diminuindo o número de contratos a serem geridos pelo contratante, trazendo maior eficiência à gestão da obra.

O sistema de fachada ventilada proporciona um canteiro de obra mais organizado, pois trata-se de um sistema industrializado de produção, gerando, conforme citado anteriormente, menor quantidade de resíduos sólidos, propiciando um canteiro mais limpo. A pequena quantidade de resíduo gerado pelo sistema pode ser reciclada e retornada à obra em forma de valor adquirido.

Em tempos de economia energética e defesa de sistemas construtivos racionalizados que reduzam o volume de resíduos na construção civil, o SFV pode representar uma alternativa viável, visto que esse sistema não propõe apenas design moderno, mas suas vantagens abrangem conforto térmico, acústico, velocidade de execução e redução de prazo.

Corroborando com a questão energética, um dos materiais fornecidos na entrevista com o arquiteto Fábio Lunardelli<sup>1</sup> é um estudo realizado por uma empresa especializada onde foi feita uma comparação da transmissão térmica entre uma fachada composta por um revestimento de argamassa de 15 mm mais um revestimento externo em pedra aderida e uma fachada ventilada com a utilização de isolamento térmico. O resultado foi uma redução em 42% no coeficiente de transmissão térmica do sistema. Essa redução gera impactos diretos nos consumos energéticos, tanto no inverno quanto no verão.

Outro estudo, realizado pela mesma empresa, em um edifício em Curitiba resultou numa redução de 78% no coeficiente de transmissão térmica, quando comparada uma fachada apenas de revestimento de argamassa e pintada com uma fachada ventilada com isolamento térmico (Anexo A).

Ainda utilizando o material recebido na entrevista, foi possível elaborar um quadro comparativo abrangendo os custos por metro quadrado de sistemas de fachada para três tipologias (revestimento de argamassa com pintura, revestimento de pastilha cerâmica e fachada ventilada

---

<sup>1</sup> Entrevista realizada no mês de abril de 2022 com o diretor técnico de uma empresa especializada em fachada ventilada.



utilizando revestimento de porcelanato) para um edifício residencial hipotético. Nesse quadro comparativo os custos foram separados em dois grupos: custo fixo e custo variável anual.

O custo fixo abrange o material, a mão de obra e os equipamentos para a instalação do revestimento escolhido. Já o custo variável anual engloba os custos de manutenção ao longo do ano e os gastos energéticos gerados pela ausência de melhores soluções térmicas.

A Tabela 03 compila as informações obtidas através da entrevista com os custos unitários obtidos através de uma pesquisa realizada junto ao setor de orçamento de uma construtora sediada na cidade de Porto Alegre.

Tabela 03 – Custo comparativo de fachadas

<b>Custo Comparativo por m<sup>2</sup> de Fachada - Abril de 2022</b>						
Etapa	Revestimento de Argamassa + Pintura (m <sup>2</sup> )		Pastilha Cerâmica (m <sup>2</sup> )		Fachada Ventilada em Porcelanato (m <sup>2</sup> )	
	Descrição	R\$/m <sup>2</sup>	Descrição	R\$/m <sup>2</sup>	Descrição	R\$/m <sup>2</sup>
<b>Material</b>	Revestimento de Argamassa com Pintura	R\$ 128,36	Revestimento de Argamassa, Argamassa Colante e Pastilha Cerâmica	R\$ 198,13	Estrutura, Isolamento Térmico e Revestimento Externo	R\$ 638,00
<b>Mão de Obra</b>	Custo da mão de obra atrelado ao tempo de execução	R\$ 72,60	Custo da mão de obra atrelado ao tempo de execução	R\$ 78,23	Custo da mão de obra atrelado ao tempo de execução	R\$ 31,50
<b>Equipamentos</b>	Balancins, equipamentos de transporte interno e containers de entulho	R\$ 74,00	Balancins, equipamentos de transporte interno e containers de entulho	R\$ 74,00	Balancins	R\$ 27,00
<b>Custos Fixos</b>	<b>R\$ 274,96</b>		<b>R\$ 350,36</b>		<b>R\$ 696,50</b>	
<b>Manutenção</b>	Reparos do revestimento de argamassa com pintura da fachada a cada 5 anos.	R\$ 19,80	Troca de 50% das pastilhas e revestimento de argamassa da fachada a cada 10 anos.	R\$ 46,32	Limpeza da fachada a cada 5 anos.	R\$ 2,00
<b>Gastos Energéticos</b>	15 apartamentos com gasto mensal de R\$ 100,00	R\$ 18,00	4,14% de redução dos gastos energéticos.	R\$ 17,25	Até 45% de redução nos gastos energéticos.	R\$ 9,90
<b>Custo Variável Anual</b>	<b>R\$ 37,80</b>		<b>R\$ 63,57</b>		<b>R\$ 11,90</b>	

(fonte: elaborada pelo autor, 2022)

Para o sistema de revestimento de argamassa com pintura, a etapa de material comporta todos os materiais para sua execução, desde a execução do chapisco externo até a finalização das juntas e pintura da fachada. Devido à menor produtividade do sistema, usa-se muito mais tempo para a execução de uma fachada de 1000 m<sup>2</sup>, como é o caso do comparativo acima. Logo, por gastar-se mais em mão de obra para a execução do sistema, gasta-se mais, também, com os equipamentos responsáveis pelo transporte vertical dos materiais e dos trabalhadores. Além do

mais, por ser um sistema menos industrializado, o quantitativo de perdas e sobras é elevado, gerando um custo maior com recolhimento de lixo e limpeza das áreas de execução.

Para o sistema de revestimento aderido de pastilha cerâmica, a lógica é a mesma utilizada no sistema de revestimento de argamassa com pintura. Os fatores que se alteram são: maior custo com material (pastilha cerâmica) e maior tempo para a execução do serviço devida à maior complexibilidade do sistema de assentamento cerâmico. Portanto, gasta-se mais com materiais e equipamentos de transporte vertical de materiais e trabalhadores.

Já o sistema de fachada ventilada, por se tratar de um sistema altamente industrializado, é confeccionado exclusivamente para a fachada em questão. Logo, o sistema vem completo de fábrica, sendo necessário apenas a execução das etapas produtivas no canteiro de obra. Essa alta industrialização do processo atrelada à especialização da mão de obra gera uma alta produtividade, diminuindo o custo com mão de obra e equipamentos, pois estão sempre atrelados ao tempo de execução da fachada.

Levando em consideração apenas os custos fixos de instalação dos três sistemas, temos uma discrepância relevante entre eles. O sistema de fachada ventilada gera um custo fixo inicial consideravelmente mais alto se comparado às outras duas opções. Porém, temos que pensar na vida útil dos sistemas e os impactos que geram no longo prazo para a edificação e os usuários dela.

Pensando nisso, foi elaborado um custo variável anual, que abrange as manutenções preventivas e corretivas dos sistemas e os gastos energéticos mensais.

Segundo Shohet (1996), em um ambiente não corrosivo a durabilidade estimada de um revestimento com argamassa é de 8 a 12 anos. Portanto, considerou-se, para o sistema de revestimento de argamassa com pintura, um reparo de 50% do sistema a cada 5 anos, gerando um custo anual de R\$ 19,80 para cada m<sup>2</sup> de fachada.

Já para o sistema de revestimento com pastilha cerâmica, Shohet (1996) estima que a vida útil do sistema é de, aproximadamente, 10 a 15 anos. Portanto, considerou-se a troca de 50% dos

revestimentos a cada 10 anos de uso da edificação, gerando um custo anual de R\$ 46,32 para cada m<sup>2</sup> de fachada.

Para o sistema de fachada ventilada, deve-se a cada 5 anos realizar apenas a limpeza dela, gerando um custo de R\$ 2,00 para cada m<sup>2</sup> de fachada. A correta execução do sistema, junto com a escolha correta do revestimento externo acarretará numa fachada pouco alterável ao passar dos anos, conforme comentado na entrevista. Neste caso, considerou-se a durabilidade do porcelanato, que poderia ter custos diferentes na adoção de outros materiais de revestimento do SFV.

Acerca dos gastos energéticos, para fins didáticos<sup>2</sup>, foram considerados 15 apartamentos gastando mensalmente, em média, R\$ 100,00, gerando um custo de R\$ 18,00 para cada m<sup>2</sup> de fachada no sistema de revestimento de argamassa com pintura. Já o sistema de assentamento de pastilhas cerâmica gera uma redução de 4,14% devido à diminuição da transmissão de calor ao ambiente externo, portanto o gasto passa a ser de R\$ 17,25 para cada m<sup>2</sup> de fachada.

Já no sistema de fachada ventilada, a redução com gastos energéticos é exponencial, devido à utilização de um isolante térmico. Na planilha de custos fornecida foi considerada uma redução de 45% nos gastos, gerando um custo de R\$ 9,90 para cada m<sup>2</sup> de fachada. Porém, os estudos citados anteriormente mostram que essa redução pode variar conforme a localidade e sistema de isolamento utilizado.

Outro ponto mencionado na entrevista é que não se pode pensar apenas nos itens que possuem um valor unitário claro. Existem componentes que não possuem um valor mensurável por metro quadrado de fachada, mas que possuem uma importância elevada, sendo a análise real do sistema como um todo o melhor caminho a ser seguido para a tomada de decisão.

Alguns pontos citados pelo entrevistado que não podem ser quantificados, mas que possuem importância para a tomada de decisão estão destacados a seguir.

---

<sup>2</sup> Valores com gastos energéticos foram arbitrados a fim de exemplificar as reduções obtidas.

- Gasto com equipe de limpeza de obra: por se tratar de um processo muito mais industrializado, o sistema de fachada ventilada não acarreta perdas nem sobras de materiais, gerando uma economia na mão de obra e materiais responsáveis pela limpeza.
- Menor custo fixo de obra: por possuir um prazo de execução menor, se comparado ao sistema aderido tradicional, o sistema de fachada ventilada acarreta num menor prazo de obra, gerando um custo fixo com profissionais menor, por consequência.
- Conforto térmico e acústico: apesar de ser possível quantificar a economia nos gastos energéticos, o conforto térmico e acústico dos moradores ou usuários da edificação é um tópico imensurável.
- Estética inalterada da edificação: o valor agregado da edificação não diminui dentro do prazo esperado para a vida útil do sistema, devido a quase inexistência de manifestações patológicas que afetem o sistema de fachada ventilada.

Acerca do conforto acústico, a ABNT NBR 15575-4:2013 exige que uma fachada de uma habitação possua uma diferença padronizada do nível de ruído de 25 a 30 decibéis (dB).

Estudos mostrados na entrevista realizada com o diretor técnico de uma empresa especializada em fachada ventilada confirmaram que uma fachada com revestimento de argamassa pintado ou com assentamento aderido de pastilhas cerâmicas gera uma diferença de ruído entre 26 e 27 dB. Já o sistema de fachada ventilada com revestimento cerâmico e com uma câmara de ar de 5 cm de espessura gera uma diferença de ruído de 35 dB. Esse desempenho do SFV é compatível com normas europeias.

Esse aumento do desempenho acústico do sistema de fachada ventilada é um exemplo claro de um ponto que não pode ser mensurado no seu custo inicial ou variável, porém possui uma importância na tomada de decisão de qual sistema optar, se o aderido ou ventilado.

Com base nas informações obtidas no comparativo de custos, pode-se, então, estimar o tempo necessário para o Sistema de Fachada Ventilada tornar-se atraente em comparação aos dois sistemas mencionados anteriormente. A Imagem 31 apresenta a evolução do custo ao longo de tempo.

Figura 29 – evolução do custo por m<sup>2</sup> ao longo do tempo (em anos)

(fonte: elaborada pelo autor, 2022)

Portanto, apesar do custo inicial bastante elevado, a fachada ventilada com revestimento em porcelanato e isolamento térmico leva, aproximadamente, 07 anos para se tornar atrativa em relação a uma fachada com revestimento aderido em pastilha cerâmica e, aproximadamente, 17 anos se comparado ao sistema de revestimento em argamassa com pintura externa.

No estudo comparativo de custos, o revestimento escolhido para a fachada ventilada em questão foi um porcelanato nacional. Porém, pela diversidade de revestimentos possíveis, como pedras, ACM, vidro, placa fenólica e concreto polímero, podemos ter uma variação de preço no material, portanto a estimativa de tempo pode sofrer variações, tanto para mais quanto para menos.

Alguns pontos negativos para a adoção do SFV, segundo Caus (2014) são:

- ausência de normas técnicas brasileiras;
- ausência de mão de obra qualificada e experiente;
- custo inicial muito elevado.

Provavelmente a ausência de uma norma técnica brasileira para a realização de um projeto de fachada ventilada é a maior desvantagem do sistema, visto que dessa forma não existem regulamentações para a aplicação e manutenção do sistema. Para os critérios de projeto do SFV podem ser adotadas normas internacionais. Mas o sistema pode atender as expectativas de desempenho estabelecidos pela NBR 15575 - 4: Edificações habitacionais - Desempenho, Parte 4: Requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas - SVVIE (ABNT, 2021).

Por tratar-se de um sistema relativamente novo no Brasil, ainda não existe uma quantidade suficiente de mão de obra qualificada e treinada corretamente. Esse processo leva tempo e investimento das empresas executantes.

O sistema possui um custo inicial elevado e significativo no orçamento de uma obra, no entanto, quando analisado a longo prazo, o sistema traz ganhos como: economia energética e manutenção praticamente inexistente.

A Tabela 04 compila as principais vantagens e desvantagens do sistema, adquiridas ao longo da revisão bibliográfica e entrevista realizada para a elaboração do presente trabalho.

Tabela 04 – Principais vantagens e desvantagens do sistema de fachada ventilada

<b>Sistema de Fachada Ventilada</b>	
<b>Vantagens</b>	<b>Desvantagens</b>
Simplicidade de instalação	Ausência de normas técnicas brasileiras
Maior durabilidade	Necessidade de mão de obra qualificada e experiente
Maior economia energética	Custo inicial elevado
Maior controle de umidade	
Agilidade de execução	
Isolamento acústico	
Manutenção reduzida	
Economia com equipamentos de transporte vertical	
Ampla gama de revestimentos possíveis	
Certificações de qualidade europeias	
Valorização da edificação	
Redução de geração de resíduos na instalação	

(fonte: elaborado pelo autor, 2022)

## 6 CONCLUSÃO

O sistema de fachada ventilada, por tratar-se de uma tecnologia relativamente recente no Brasil, não possui uma gama de materiais metodológicos. Portanto, o presente trabalho assumiu o desafio principal de reunir a maior quantidade de informações técnicas sobre o tema, através de uma revisão bibliográfica.

Foi abordada a estrutura completa do sistema de fachada ventilada, que é composto por um revestimento externo, uma subestrutura metálica de fixação e um isolante térmico, formando uma câmara de ar responsável pelo efeito chaminé. O revestimento externo, normalmente, pode ser em pedras naturais, painéis cerâmicos, ACM, vidro, concreto polímero, madeira, placa fenólica e até painel fotovoltaico. Usualmente, no Brasil, os revestimentos mais utilizados são os painéis cerâmicos, ACM e placa fenólica. O sistema de fixação, que possui a função de transmitir a carga do revestimento externo ao suporte, se difere em direto ou indireto, sendo o indireto dividido conforme espessura do revestimento externo. As juntas do sistema podem ser abertas ou fechadas. O isolamento térmico é opcional para o sistema, porém, quando utilizado acarreta numa redução do consumo energético e melhora o conforto térmico dentro da edificação. Esse material isolante possui uma boa resistência mecânica, não deve ser combustível e necessita ser resistente ao fogo. Dos materiais mais utilizados para essa finalidade, os abordados no presente trabalho foram: a lã de rocha, o poliuretano, o poliestireno expandido (EPS) e o poliestireno extrudido (XPS).

A fim de concluir a revisão bibliográfica, foram abordados os processos produtivos para o sistema de fachada ventilada, desde a execução do projeto, passando pelas instalações provisórias necessárias no canteiro, os equipamentos necessários para execução e os métodos de execução. Vale ressaltar aqui que a etapa de elaboração do projeto possui uma importância significativa para o bom funcionamento futuro da edificação, atendendo os pré-requisitos estabelecidos inicialmente e o desempenho esperado para o sistema, sem o surgimento de manifestações patológicas ou anomalias.

Paralelamente à revisão bibliográfica, foi realizada uma análise de dados comparativos entre o sistema de fachada ventilada e o sistema clássico de revestimento, seja com revestimento

cerâmico aderido ou revestimento argamassado pintado, a fim de se obter um comparativo de custos entre os sistemas e elencar as principais vantagens e desvantagens do sistema de fachada ventilada.

Para a elaboração do comparativo de custos foi realizada uma entrevista com o arquiteto Fábio Lunardelli, diretor técnico de uma empresa especializada em fachada ventilada. Nessa entrevista foram fornecidos materiais que abordam os custos fixos e variáveis de cada sistema e, também, estudos que comprovam que o desempenho térmico do sistema de fachada ventilada, quando utilizado um isolante térmico melhora significativamente se comparado aos sistemas clássicos.

Após a compilação dos dados obtidos através da entrevista, pode-se chegar à conclusão de que apesar do sistema de fachada ventilada com revestimento em porcelanato e isolamento térmico possuir um custo inicial elevado, ele leva, aproximadamente, 07 anos para se tornar atrativo em relação a uma fachada com revestimento aderido em pastilha cerâmica e, aproximadamente, 17 anos se comparado ao sistema de revestimento argamassado com pintura externa. Isso deve-se ao fato de que, apesar dos custos iniciais elevados, o sistema de fachada ventilada possui uma manutenção extremamente barata, sendo necessário apenas a limpeza da fachada a cada 05 anos. Além dos itens mensurados quantitativamente, existem, ainda, fatores que não são capazes de serem incluídos no valor por metro quadrado de fachada, como é o caso do conforto e bem-estar térmico para os usuários da edificação e a estética inalterada da fachada durante a vida útil do sistema.

Portanto, ao fim da revisão bibliográfica e da entrevista, pode-se concluir que as principais vantagens do sistema de fachada ventilada são: produtividade de instalação, durabilidade do sistema, economia energética, agilidade de execução, manutenção reduzida, ampla gama de revestimentos possíveis, valorização da edificação e redução de geração de resíduos na instalação.

Pode-se, também, concluir que as principais desvantagens do sistema são: ausência de normas técnicas brasileiras, necessidade de mão de obra qualificada e experiente e custo inicial elevado. Dentre as desvantagens elencadas anteriormente, a falta de uma norma técnica brasileira acaba



sendo a principal dificuldade para uma maior implementação do sistema no Brasil, visto que dessa forma não existem regulamentações para a aplicação e manutenção do sistema.

O sistema de fachada ventilada possui um custo inicial elevado e significativo no orçamento de uma obra, no entanto, quando analisado a longo prazo, ele traz ganhos como: economia energética, agilidade de execução, valorização da edificação e manutenção praticamente inexistente conforme o revestimento utilizado.

## **REFERÊNCIAS**

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15575-4:2021. *Norma de Desempenho de Edificações*. Rio de Janeiro: ABNT, 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15846:2010. *Rochas para revestimento – Projeto, execução e inspeção de revestimento de fachadas de edificações com placas fixadas por insertos metálicos*. Rio de Janeiro: ABNT, 2010.

CAMPOS, Karina Felisbino. *Desenvolvimento de sistema de fixação de fachada ventilada com porcelanato de fina espessura*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, 2011. 187 p.

CAUSS, L.W. *Sistemas de Fachada Ventilada em Edificações: características, métodos executivos e aplicações*. Centro Tecnológico. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2014.

CONSTRULINK. *Dossier técnico-económico fachada ventilada*. 2006. Disponível em: <<http://engenhariacivil.files.wordpress.com/2008/01/dossiereconomico.pdf>>

CUNHA, M. F. *Desenvolvimento de um sistema construtivo para fachadas ventiladas*. Dissertação (Mestrado em Construção de Edifícios) – Universidade do Porto, Porto, 2006. 182 p.

DIREITO, Joana F. – *Estudo da Segurança contra incêndio em fachadas ventiladas*. Dissertação de mestrado – Faculdade de engenharia da Universidade do Porto. Porto, 2011.

DUTRA, M. R. *Caracterização de Revestimentos em Fachadas Ventiladas. Análise do Comportamento*. Dissertação (mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa: 2010. 85 p.

ELIANE TEC. Disponível em: <<https://elianetec.com/solucoes/fachadas-ventiladas#detalhe-da-fachada-ventilada>>. Acesso em: 02 mar. 22.

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-ap-catalogo-fachadas-ventiladas.pdf>>. Acesso em: 24 abr. 22

KUBY. Disponível em: <<https://kubyenergy.ca/>> Acesso em: 21 fev. 22

MACHADO, R. J. *Análise Ambiental e Técnica na Escolha da Instalação de Fachadas Ventiladas em Edificações*. Universidade do Sul de Santa Catarina, Palhoça, 2017.

MENDES, F. M. V. P. *Durabilidade das fachadas ventiladas – Aplicação da norma ISO 15686-1*. Dissertação. Porto – Portugal, 2009. 58 p.

MELO, N. M. Manual de Operação e Processo para a Produção de Laminados na Sonae Indústria de Revestimentos. Dissertação de mestrado – Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto – Portugal, 2011.

RIBEIRO, M. M. L. B. S. *Durabilidade na Construção: Estimativa da vida útil de fachadas ventiladas*. Dissertação de mestrado – Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Porto – Portugal, 2010. 68 p.

ROCKWOOL. Fachada Ventilada: Sistema REDAir. Disponível em: <<https://www.rockwool.com/pt/produtos-e-aplicacoes/isolamento-fachadas-e-paredes-comuns/fachada-revestida/fachada-ventilada/sistema-redair/>>. Acesso em: 30 de mar. 2022

SIQUEIRA Jr., A. A. de. *Tecnologia de fachada-cortina com placas de grés porcelanato*. Dissertação (mestrado em Engenharia Civil) – Universidade de São Paulo, Escola Politécnica, São Paulo: 2003. 199 p.

SHOHET, I.M.; LAUFER, A. Exterior cladding methods: a technoeconomics analysis. *Journal of Construction Engineering and management*, 1996.

SOUSA, F. M. F. *Fachadas Ventiladas em edifícios. Tipificação de soluções e interpretação do funcionamento conjunto suporte/acabamento*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade do Porto, Faculdade de Engenharia, Porto, 2010. 114 p.

TÉCHNE REVISTA. *Fachadas Respirantes*. Edição 144, 2009. Disponível em: <<http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/144/fachadas-respirantesfachadasventiladas-combinam-funcoes-esteticas-com-bom-287636-1.aspx>>.

ULMA. Dossiê Técnico de Fachadas Ventiladas. 2017. Disponível em: <<https://www.ulmaarchitectural.com/pt-br/fachadas-ventiladas>>.

VIVA DECORA. *Fachada Ventilada: 4 Modelos que vão deixar seu projeto mais sustentável*. 2020. Disponível em: <<https://www.vivadecora.com.br/pro/fachada-ventilada/>>.

WORDPRESS. Disponível em: <<https://engenhariacivil.files.wordpress.com>>. Acesso em: 01 mar. 2022.

## ANEXO A

	<b>Proyecto:</b> Torre Anoeta, San Sebastián	<b>Código:</b> FV2772	C/. Alfonso I nº17, 4º planta, oficina 4 50003 Zaragoza, España tel. (+34) 976 302 819 fax (+34) 976 232 873
---	---	--------------------------	--

## INFORME TERMICO TORRE ANOETA, SAN SEBASTIÁN

**Obra:** Rehabilitación TORRE ANOETA  
**Situación:** SAN SEBASTIÁN  
**Código:** FV2772-1110

Zaragoza, a 9 de Noviembre de 2010

*Informe técnico*

	<p align="center"><b>Proyecto:</b> <b>Torre Anoeta, San Sebastián</b></p>	<p><b>Código:</b> <b>FV2772</b></p>	<p>C/. Alfonso I nº17, 4º planta, oficina 4 50003 Zaragoza, España tel. (+34) 976 302 819 fax (+34) 976 232 873</p>
---	---	---	---

Estimados clientes,

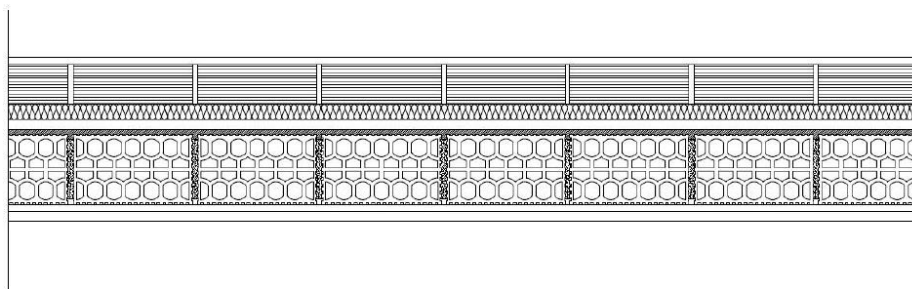
Siguiendo sus instrucciones adjuntamos informe solicitado relativo a la ganancia térmica en la Rehabilitación la Torre Anoeta de acuerdo a la utilización o no de aislamiento térmico en el exterior del edificio.

Para ello se va a establecer una comparativa entre varias situaciones: la situación actual, la situación con el revestimiento exterior FAVETON ya colocado y la posible situación colocando un aislamiento específico para fachadas ventiladas. Se ha especificado un aislamiento de fibras minerales en la cámara, formada entre el ladrillo existente y el acabado final del material cerámico exterior con una cámara de aire ventilada mayor de 30 mm.

Dicho aislamiento estaría fijado al material existente y se colocaría entre los perfiles verticales de la fachada FAVETON.

### SITUACIÓN ACTUAL

Para la realización de los cálculos hemos estimado un muro principal consistente en un acabado de enlucido de yeso en el interior, un ladrillo hueco de 70 mm como cerramiento, un aislamiento tipo en la cámara que se forma entre el caravista y el ladrillo de 70 mm, una cámara de aire no ventilada, ladrillo perforado, mortero hidrófugo y el aplacado de piedra de acabado final. Si algún dato no es exacto podemos cambiarlo, ya que en después de hablar con los responsables en obra de GAURTIK hay datos que se nos escapan a ambos, no teniendo certeza sobre los mismos. De cualquier manera como se van a establecer un comparativo, la diferencia entre las soluciones siempre será sobre la misma referencia por lo que podremos obtener conclusiones claras sobre la mejora.



1. **Enlucido yeso.** e = 15 mm. Lambda = 0,35 W/m\*K. **Rey = 0,04 m2\*K/W**
2. **Ladrillo hueco.** e = 70 mm. Lambda = 0,49 W/m\*K. **Rlh = 0,14 m2\*K/W**

*Informe térmico*

	<b>Proyecto:</b> <b>Torre Anoeta, San Sebastián</b>	<b>Código:</b> <b>FV2772</b>	C/. Alfonso I nº17, 4º planta, oficina 4 50003 Zaragoza, España tel. (+34) 976 302 819 fax (+34) 976 232 873
---	--	---------------------------------	--

3. **Aislamiento PUR.** e = 30 mm. ( dato no contrastado ).  $\lambda = 0,027 \text{ W/m}^{\circ}\text{K}$ . **Rais = 1,11 m<sup>2</sup>\*K/W**
4. **Cámara de aire no ventilada.** e = 15 mm. **Rca = 0,17 m<sup>2</sup>\*K/W**
5. **Mortero hidrófugo ( 1.800 kg/m<sup>3</sup> ).** e = 10 mm ( dato no contrastado ).  $\lambda = 0,9 \text{ W/m}^{\circ}\text{K}$ . **Rmh = 0,01 m<sup>2</sup>\*K/W**
6. **Ladrillo perforado.** e = 140 mm.  $\lambda = 0,76 \text{ W/m}^{\circ}\text{K}$ . **Rlc = 0,18 m<sup>2</sup>\*K/W**
7. **Raseado de mortero.** e = 15 mm.  $\lambda = 0,90 \text{ W/m}^{\circ}\text{K}$ . **Rrm = 0,02 m<sup>2</sup>\*K/W**
8. **Aplacado de piedra.** e = 20 mm.  $\lambda = 2,9 \text{ W/m}^{\circ}\text{K}$ . **Rap = 0,01 m<sup>2</sup>\*K/W**

Como bien se sabe, la resistencia térmica del conjunto es la suma de todas las capas que influyen en el mismo más las resistencias térmicas superficiales de las capas interior y exterior que dependen del medio y las condiciones y no de los materiales utilizados.

1. **Resistencia superficial interior.** **Rsi = 0,13 m<sup>2</sup>\*K/W**
2. **Resistencia superficial exterior.** **Rse = 0,04 m<sup>2</sup>\*K/W**

Luego: **Rtotal = Rsi + Rey + Rlh + ....+ Rap+Rse = 1,724 m<sup>2</sup>\*K/W**

**Utotal ( coeficiente de transmisión térmica ) = 1/ Rtotal = 0,58 W/m<sup>2</sup>\*K**

#### SITUACIÓN FACHADA VETILADA FAVETON SIN AISLAMIENTO EXTERIOR

Remitiéndonos estrictamente al Nuevo Código Técnico de la Edificación, la situación originada al colocar el revestimiento cerámico en el exterior es la siguiente. La cámara de aire generada se considera como fuertemente ventilada. Esto hace que a efectos de cálculo se tome en cuenta desde la superficie de piedra existente, hacia el interior de la edificación con la salvedad de que la Resistencia superficial exterior cambia, al cambiar el medio y las condiciones pasando a tener el valor de 0,13 m<sup>2</sup>\*K/W en lugar de 0,04 m<sup>2</sup>\*K/W

Luego: **Rtotal = Rsi + Rey + Rlh + ....+ Rlc + Rse = 1,814 m<sup>2</sup>\*K/W**

**Utotal ( coeficiente de transmisión térmica ) = 1/ Rtotal = 0,55 W/m<sup>2</sup>\*K**

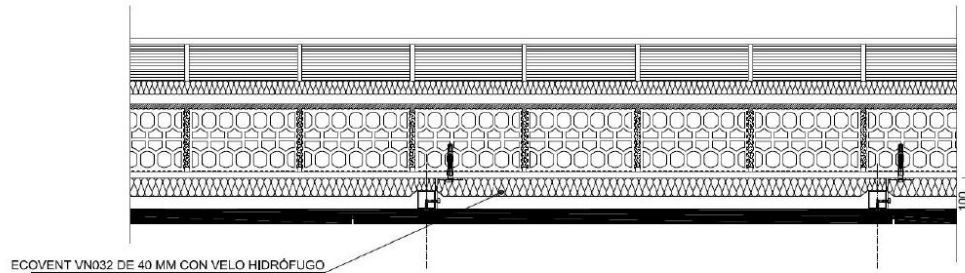
Esto hace que se observe una mejora en el rendimiento térmico del muro considerado de aprox. un 5%.

*Informe térmico*



	<b>Proyecto:</b> <b>Torre Anoeta, San Sebastián</b>	<b>Código:</b> <b>FV2772</b>	<b>C/. Alfonso I nº17,</b> <b>4º planta, oficina 4</b> <b>50003 Zaragoza, España</b> <b>tel. (+34) 976 302 819</b> <b>fax (+34) 976 232 873</b>
---	--	---------------------------------	---

### SITUACIÓN FACHADA VENTILADA FAVETON CON AISLAMIENTO EXTERIOR



Enumerando de nuevo la distribución de capas de dentro a fuera.

1. **Enlucido yeso.** e = 15 mm. Lambda = 0,35 W/m\*K. **Rey = 0,04 m<sup>2</sup>\*K/W**
3. **Ladrillo hueco.** e = 70 mm. Lambda = 0,49 W/m\*K. **Rlh = 0,14 m<sup>2</sup>\*K/W**
4. **Aislamiento PUR.** e = 30 mm. ( dato no contrastado ). Lambda = 0,027 W/m\*K. **Rais = 1,11 m<sup>2</sup>\*K/W**
5. **Cámara de aire no ventilada.** e = 15 mm. **Rca = 0,17 m<sup>2</sup>\*K/W**
6. **Mortero hidrófugo ( 1.800 kg/m<sup>3</sup> ).** e = 10 mm ( dato no contrastado ). Lambda = 0,9 W/m\*K. **Rmh = 0,01 m<sup>2</sup>\*K/W**
7. **Ladrillo perforado.** e = 140 mm. Lambda = 0,76 W/m\*K. **Rlc = 0,18 m<sup>2</sup>\*K/W**
8. **Raseado de mortero.** e = 15 mm. Lambda = 0,90 W/m\*K. **Rrm = 0,02 m<sup>2</sup>\*K/W**
9. **Aplacado de piedra.** E = 20 mm. Lambda = 2,9 W/m\*K. **Rap = 0,01 m<sup>2</sup>\*K/W**
10. **Aislamiento exterior fibras minerales.** e = 40 mm. Lamba = 0.032 m<sup>2</sup>\*K/W. **Rais = 1,25 m<sup>2</sup>\*K/W**

Como bien se sabe la resistencia térmica del conjunto es la suma de todas las capas que influyen en el mismo más las resistencias térmicas superficiales de las capas interior y exterior. En este caso sus valores son los siguientes:

11. **Resistencia superficial interior.** **Rsi = 0,13 m<sup>2</sup>\*K/W**
12. **Resistencia superficial exterior.** **Rse = 0,13 m<sup>2</sup>\*K/W**

Luego: **Rtotal = Rsi + Rey + Rlh + ...+ Rais + Rse = 2,93 m<sup>2</sup>\*K/W**

**Utotal ( coeficiente de transmisión térmica ) = 1/ Rtotal = 0,34 W/m<sup>2</sup>\*K**

*Informe térmico*

	<p align="center"><b>Proyecto:</b> <b>Torre Anoeta, San Sebastián</b></p>	<p><b>Código:</b> <b>FV2772</b></p>	<p>C/. Alfonso I nº17, 4º planta, oficina 4 50003 Zaragoza, España tel. (+34) 976 302 819 fax (+34) 976 232 873</p>
---	---	---	---

## CONCLUSIÓN

Con estos datos se obtiene el claro resultado de que el rendimiento térmico del muro mejora sustancialmente al colocar el aislamiento por fuera de la fachada. La mejora se cifra en un 41% en lo que se refiere al muro tipo de fachada colocando aislamiento respecto a no colocarlo y en un 45 % de mejora de rendimiento térmico del muro tipo respecto a la situación actual. Es por esto que resultará evidente una ganancia de rendimiento energético en el edificio como consecuencia de la utilización de un aislamiento exterior.

No se ha tenido en cuenta en el estudio el que el aislamiento exterior continuo elimine los puentes térmicos existentes en los forjados, con esta premisa el rendimiento energético mejoraría todavía más. Tampoco se ha tenido en cuenta la mejora de salubridad en cuanto a riesgo de condensaciones y humedades interiores que es una ventaja todavía más apreciada al usar fachadas de este tipo ( ventiladas ) respecto a las soluciones tradicionales. Para cuantificar globalmente la ganancia del edificio habría que tener en cuenta lo comentado con anterioridad de la eliminación de los puentes térmicos, así como huecos, carpinterías, etc ... Independientemente de ello el dato del muro tipo es suficientemente contundente al respecto.

Sin más y poniéndome a su disposición para cualquier duda que pueda surgir, se despide atentamente

**Gustavo Sánchez Cebollada**

Director Técnico  
Ingeniero Industrial Superior. Nº colegiado 3094  
Colegio Oficial de Ingenieros de Aragón y La Rioja.

*Informe térmico*