

## **Monografia**

# **"O SISTEMA DE FACHADAS VENTILADAS: ANÁLISES E ESPECIFICAÇÃO"**

Autora: Luiza Buccini Carneiro

Orientador: Prof. Dalmo Lúcio M. Figueiredo

Coorientador: Prof. White José dos Santos

Belo Horizonte

Janeiro/2015

Luiza Buccini Carneiro

**"O SISTEMA DE FACHADAS VENTILADAS:  
ANÁLISES E ESPECIFICAÇÃO"**

Monografia apresentada ao Curso de Especialização  
em Construção Civil da Escola de Engenharia da  
Universidade Federal de Minas Gerais.

Ênfase: Gestão e Tecnologia na Construção Civil

Orientador: Prof. Dalmo Lúcio M. Figueiredo

Coorientador: Prof. White José dos Santos

Belo Horizonte  
Escola de Engenharia da UFMG  
2015

Aos meus pais e irmão, minha base de sustentação.  
À arquitetura, minha formação que me permitiu chegar até aqui.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, por iluminar minha trajetória.

À UFMG, pela oportunidade e qualidade de ensino.

Aos Professores Dalmo Lúcio M. Figueiredo e White José dos Santos, pela orientação deste trabalho.

A todos os professores do Curso de Especialização, pelo aprendizado adquirido.

Aos meus pais, irmão e familiares, pelo apoio e confiança sempre.

Às minhas amigas, pela compressão aos momentos ausentes.

Ao Victor, por me incentivar sempre, mesmo distante.

Aos colegas do curso pelo companheirismo e troca de experiências.

A todos que de alguma maneira contribuíram para a realização deste trabalho.

## RESUMO

O Sistema de Fachadas Ventiladas é uma solução relativamente recente, que foi desenvolvida na Europa a partir da necessidade de redução de custos com a refrigeração e a calefação nas edificações. Essa solução é considerada uma inovação construtiva tanto no aspecto funcional como na questão estética. Nesse sistema, o revestimento fica separado da parede externa através de uma câmara de ar ventilada, proporcionando mais conforto ambiental para os usuários do edifício. Ele é composto basicamente por um suporte de fixação, uma câmara de ar em movimento, pelos elementos de fixação, pelo material de revestimento e pelas juntas abertas. A câmara de ar ventilada e as juntas abertas, quando corretamente dimensionadas, são responsáveis pelo bom desempenho termoacústico do sistema e pela estanqueidade à água. O SFV se apresenta bastante vantajoso devido à sua comprovada eficiência, facilidade de manutenção, aspecto estético, entre outros. A maior desvantagem é o seu custo elevado, principalmente quando se comparado aos demais tipos de revestimentos. A fim de incentivar a utilização desse sistema e conseqüentemente diminuir os custos de sua produção, foi proposto ao final deste trabalho um esquema sequencial e sistemático do processo de especificação de fachadas ventiladas direcionado aos profissionais da construção civil e demais interessados.

Palavras-chaves: fachada ventilada, câmara de ar, juntas abertas, desempenho termoacústico.

## SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS .....	iv
RESUMO .....	v
SUMÁRIO .....	vi
LISTA DE FIGURAS .....	viii
LISTA DE TABELAS .....	x
LISTA DE NOTAÇÕES, ABREVIATURAS .....	xi
1. INTRODUÇÃO .....	1
2. OBJETIVO .....	2
3. O SISTEMA DE FACHADA VENTILADA .....	3
<b>3.1. Considerações iniciais</b> .....	3
<b>3.2. O projeto do sistema</b> .....	4
3.2.1. <i>Base suporte de fixação</i> .....	7
3.2.2. <i>Isolante térmico</i> .....	8
3.2.3. <i>Câmara de ar</i> .....	10
3.2.4. <i>Segurança ao fogo</i> .....	12
<b>3.3. Tipos de fixação</b> .....	13
3.3.1. <i>Fixação para revestimentos de grande espessura</i> .....	13
3.3.2. <i>Fixação à vista para revestimentos de espessura fina</i> .....	14
3.3.3. <i>Fixação sobreposta para revestimentos de espessura fina</i> .....	14
3.3.4. <i>Fixação oculta para revestimentos de espessura fina</i> .....	15
<b>3.4. Tipos de juntas</b> .....	17
3.4.1. <i>Juntas abertas</i> .....	17
3.4.2. <i>Juntas fechadas</i> .....	19
<b>3.5. Materiais para revestimento</b> .....	19

3.5.1.	<i>Concreto polímero</i> .....	20
3.5.2.	<i>Alumínio perfilado</i> .....	22
3.5.3.	<i>Alumínio tricamada</i> .....	24
3.5.4.	<i>Vidro</i> .....	27
3.5.5.	<i>Cerâmica</i> .....	30
3.5.6.	<i>Pedra</i> .....	32
3.5.7.	<i>Fenólico</i> .....	34
3.5.8.	<i>Madeira modificada</i> .....	36
<b>3.6.</b>	<b>Processo produtivo</b> .....	<b>37</b>
4.	METOLOGIA.....	40
5.	ANÁLISES.....	41
<b>5.1.</b>	<b>Vantagens</b> .....	<b>41</b>
<b>5.2.</b>	<b>Desvantagens</b> .....	<b>43</b>
<b>5.3.</b>	<b>Proposta</b> .....	<b>44</b>
6.	CONCLUSÃO .....	48
7.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	49

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Perfil de uma fachada ventilada .....	4
Figura 2 - Funcionamento da Fachada Ventilada.....	6
Figura 3 - Fluxos de água e calor na câmara de ar.....	11
Figura 4 - Funcionamento da câmara de ar em uma fachada ventilada.....	11
Figura 5 - Fixação para revestimentos de grande espessura.....	13
Figura 6 (a) e (b) – Sistema de fixação à vista.....	14
Figura 7 (a) e (b) – Sistema de fixação sobreposta.....	15
Figura 8 - Encaixe do revestimento com fixação oculta.....	16
Figura 9 - Sistema de fixação oculta.....	16
Figura 10 - Situação da junta em dias chuvosos.....	17
Figura 11 - Penetração da água em juntas estreitas devido à diferença de pressão.....	18
Figura 12 - Diferença de pressão nas juntas.....	18
Figura 13 - Entrada de água na fachada ventilada.....	19
Figura 14 - Detalhe da fixação e da junta do concreto polímero.....	21
Figura 15 - Vista da fachada do shopping.....	21
Figura 16 - Detalhes de fixação do alumínio perfilado na fachada.....	22
Figura 17 - Vista da fachada principal do Hotel.....	23
Figura 18 - Perfis de Alumínio da Fachada Ventilada.....	23
Figura 19 - Corte de um painel tricamada de alumínio.....	24
Figura 20 - Detalhe, corte vertical e corte horizontal do SFV em alumínio tricamada.....	25
Figura 21 - Edifício-sede da Telefônica antes da reforma.....	26
Figura 22 - Vista da fachada atual do Edifício-sede da Telefônica.....	26
Figura 23 - Detalhe do SFV em vidro.....	27
Figura 24 - Seções horizontal e vertical do SFV em vidro.....	28
Figura 25 - Vista frontal da fachada do edifício.....	29



Figura 26 - Vista Posterior da fachada do edifício. ....	29
Figura 27 - Detalhe do SFV em cerâmica. ....	30
Figura 28 - Vista de uma das fachadas do “Centro Empresarial Senado”. ....	31
Figura 29 - Detalhe do SFV com cerâmica extrudada. ....	31
Figura 30 - Diferentes tipos de pedra: granito, basalto, calcário, mármore e ardósia. ....	33
Figura 31 - Vista da fachada do shopping. ....	33
Figura 32 - Camadas que compõem um painel fenólico. ....	34
Figura 33 - Vista da fachada principal do supermercado. ....	35
Figura 34 - Placas em Fenólico da fachada do supermercado. ....	35
Figura 35 - Colocação de estrados de madeira modificada. ....	36
Figura 36 - Fachada Ventilada em Madeira Natural. ....	37
Figura 37 - Fachada ventilada montada em obra. ....	38
Figura 38 - Fachada ventilada pré-fabricada. ....	39
Figura 39- Esquema de especificação do SFV para edificações. ....	45

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Grau de confiabilidade do substrato para seu emprego como base ancoragens para revestimentos não aderidos. ....	8
--	---

## **LISTA DE NOTAÇÕES, ABREVIATURAS**

UFMG = Universidade Federal de Minas Gerais

SFV = Sistema de Fachadas Ventiladas

NBR = Norma Brasileira Registrada

UNE = “Una Norma Española” ou “Uma Norma Espanhola”

.

# 1. INTRODUÇÃO

A fachada é um sistema construtivo de grande importância estética e funcional de uma edificação. Por ser a “primeira impressão” do edifício, a fachada deve apresentar um aspecto visual agradável e por isso a questão estética é extremamente relevante. No aspecto funcional, a fachada deve garantir a proteção e a vedação do interior da edificação contra os agentes externos, tais como: água da chuva, ventos, radiação solar, gases, etc. (DUTRA, 2010).

Para Siqueira Jr. (2003), as fachadas estão diretamente ligadas ao desempenho termoacústico das edificações. Esse desempenho é influenciado pela orientação das fachadas com relação à insolação e ventilação, tipo de revestimentos, utilização dos usuários, entre outros fatores.

Evidencia-se a busca por novos sistemas construtivos e revestimentos mais eficientes de modo a atender os parâmetros de desempenho e conforto exigidos. Diante disto, surgem a cada dia novas empresas e fabricantes, que trazem consigo soluções tecnológicas cada vez mais interessantes, tanto no aspecto estético como no aspecto funcional.

O sistema de Fachadas Ventiladas, ainda pouco conhecido e adotado no Brasil, já é bastante utilizado em muitos países europeus, onde a busca pelo conforto térmico, aliado a economia energética, é uma preocupação recorrente (TÉCHNE, 2009). Ainda de acordo com a revista *Téchne* (2009), por se tratar de um sistema onde o revestimento fica separado da parede externa através de uma câmara de ar ventilada, esse é capaz de proporcionar mais conforto ambiental no interior do edifício, diminuindo ou dispensando o uso de ar condicionado e calefação. Além disso, segundo Dutra (2010), esse sistema apresenta menos patologias na presença de umidade em relação a qualquer outro revestimento, em função da movimentação de ar que ocorre no interior da câmara.

## 2. OBJETIVO

O presente trabalho tem como objetivo geral estudar o Sistema de Fachadas Ventiladas (SFV), reunindo informações técnicas sobre o assunto através de uma revisão bibliográfica.

Para atender ao objetivo geral deste trabalho, tem-se como objetivos específicos:

- Apresentar algumas soluções de fachadas ventiladas;
- Detalhar os materiais mais utilizados para revestimento, tipos de fixação e juntas;
- Realizar análise das vantagens e desvantagens desse sistema de modo a melhorar a compreensão do funcionamento e manutenção do mesmo.
- Propor esquema do processo de especificação das fachadas ventiladas em novos projetos ou de *retrofit*.

## **3. O SISTEMA DE FACHADAS VENTILADAS**

### **3.1. Considerações iniciais**

As fachadas juntamente com a cobertura constituem o invólucro da edificação. Este deve estabelecer uma barreira entre ambiente interno e externo, separando e diferenciando condições climáticas e higrotérmicas. Dessa forma, fachada e cobertura são responsáveis pelo conforto termoacústico da edificação, pelo controle da insolação e manutenção da segurança, como também privacidade dos usuários (SIQUEIRA Jr., 2003).

O Sistema de Fachadas Ventiladas (SFV) foi desenvolvido nas últimas décadas por laboratórios europeus, a partir da necessidade de redução dos custos com energia para refrigeração e calefação das edificações (TÉCHNE, 2009). Segundo Dutra (2010), o SFV surgiu como uma inovação construtiva do processo evolutivo das fachadas e, atualmente, é considerado de extrema importância não só pela questão estética e econômica, mas também pela sua funcionalidade.

De acordo com o catálogo Keragail (2013), o SFV é um recurso técnico pelo qual é obtido um efeito de ventilação entre o revestimento e as paredes externas do edifício através de um afastamento físico e regulável, que ocorre na fase de projeto. Este afastamento é feito por meio da utilização de uma subestrutura metálica, constituída geralmente por perfis de alumínio que servem para a acoplagem do revestimento.

Para o Construlink (2006), o SFV pode ser definido como um sistema de proteção e revestimento externo da edificação, caracterizado pelo afastamento entre a parede externa e o revestimento, de modo a criar uma câmara de ar em movimento.

Neste capítulo serão apresentadas as características do SFV, destacando seus intervenientes e processo produtivo.

### 3.2. O projeto do sistema

O SFV é composto, segundo Dutra (2010), por um suporte de fixação, por uma camada de material isolante térmico - quando necessário -, pela câmara de ar em movimento, pelos elementos de fixação, pelo material de revestimento e pelas juntas abertas, como mostra a figura 1.

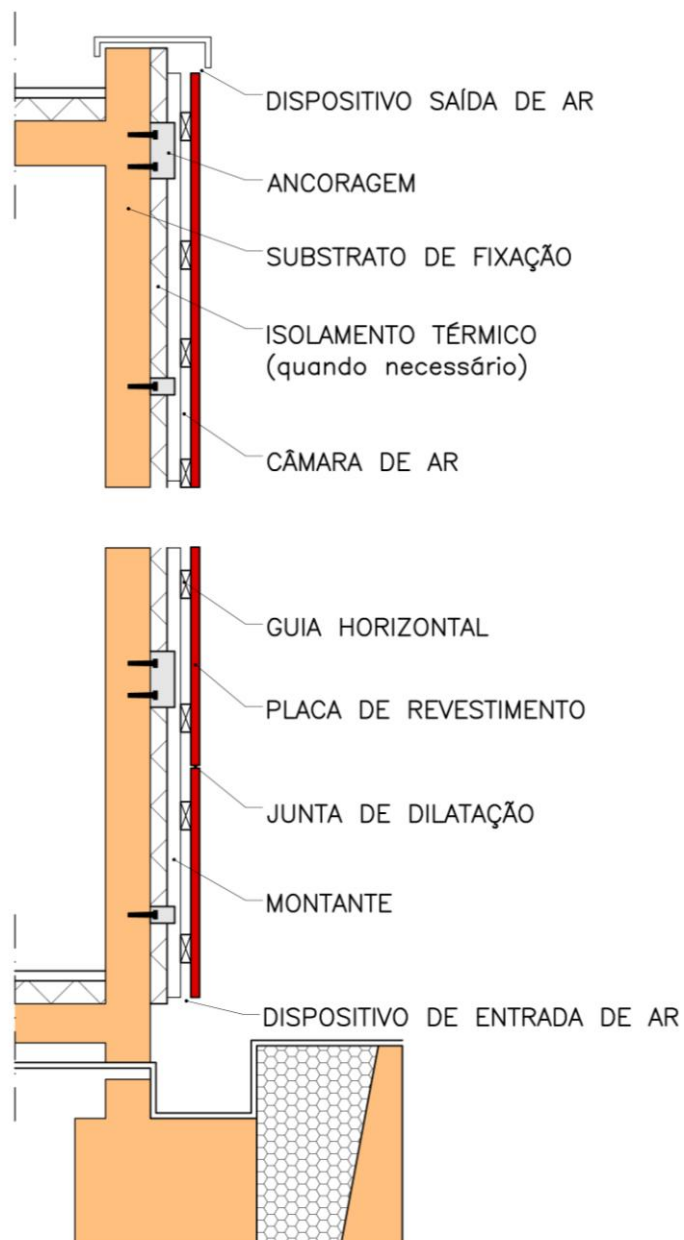


Figura 1 - Perfil de uma fachada ventilada  
Fonte: SIQUEIRA Jr. (2003)

O material de revestimento tem função estética e de proteção da parede externa do edifício. A câmara de ar permite a ventilação natural da parede, sendo essencial para o funcionamento do sistema. A estrutura de fixação, que recebe o revestimento, pode ser de metal ou madeira e tem como função dar estabilidade ao sistema e garantir o afastamento necessário para a criação da câmara de ar. Finalmente, o material isolante também chamado de capa isolante poderá ser aplicado na parede externa de forma a garantir a estabilidade térmica no interior do edifício (CONSTRULINK, 2006).

De acordo com Dutra (2010) A “fachada ventilada” é confundida muitas vezes com a “fachada cortina”, devido à similaridade de suas concepções e aspecto estético. Diferentemente das fachadas convencionais, ambas possuem o material de revestimento “descolado” da parede externa, criando um invólucro separado e independente da estrutura do edifício.

No caso da fachada ventilada, a separação desses dois elementos - através de uma câmara de ar entre 100 a 150 mm - é fundamental para o sucesso do sistema, funcionando como colchão de ar renovável. A troca de ar permanente na câmara traz maior conforto ambiental no interior do edifício (TÉCHNE, 2009). Enquanto isso, no sistema de fachada cortina, ela é estanque e possui uma espessura que varia de 20 a 50 mm (DUTRA, 2010).

Para Sousa (2010), a diferença entre os dois tipos de sistema é que a câmara de ar da fachada ventilada é dimensionada de forma a permitir a remoção do ar aquecido da zona inferior da cavidade através do efeito chaminé (explicitado no subitem 3.2.3). A pequena quantidade de água que infiltra ou condensa na cavidade é evaporada pela ventilação da mesma, como exemplifica a figura 2.



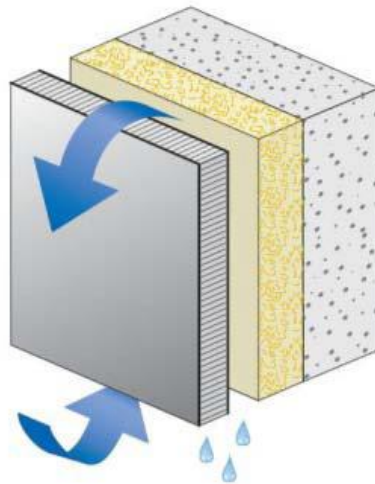


Figura 2 - Funcionamento da Fachada Ventilada.

Fonte: SOUSA (2010)

O projeto do sistema de fachada ventilada possui duas fases distintas. A primeira envolve a escolha de materiais, o estudo de viabilidade, a análise dos custos do sistema em função das necessidades técnicas e estéticas, a definição dos parâmetros gerais e detalhes construtivos da obra, além das especificações técnicas das placas de revestimento (SIQUEIRA Jr., 2003).

Segundo o mesmo autor, o pleno conhecimento das características do sistema é fundamental para projetistas e executores. Alguns fatores construtivos influenciarão no custo e no desempenho final do sistema, tais como:

- Base suporte de fixação;
- Necessidade de material isolante térmico no interior da câmara;
- Tipo de câmara de ar;
- Qualidade da placa de revestimento;
- Pé direito;
- Altura total da edificação;
- Interação com outros componentes da fachada;

A segunda fase do projeto do SFV é o projeto para a produção. De acordo com

Siqueira Jr. (2003), esse projeto é de responsabilidade exclusiva do fornecedor e é voltado para a definição das etapas e métodos de execução, de modo a ampliar o desempenho na produção dessas etapas.

Para Dutra (2010), esse projeto deve considerar as soluções técnicas que serão adotadas na obra, sendo imprescindível considerar também: os equipamentos existentes no canteiro e os que deverão ser adquiridos; o espaço físico disponível para estocagem, preparação e montagem dos componentes; a possibilidade de interferência com as demais mãos de obra e o cronograma da obra.

### *3.2.1. Base suporte de fixação*

A utilização de paredes com resistência a flexão compatíveis aos esforços aplicados pelo SFV é extremamente relevante no custo do sistema, pois segundo Siqueira Jr. (2003:57):

“... a possibilidade de se ancorar a subestrutura auxiliar em um ou mais pontos intermediários contribui para a diminuição da seção dos perfis montantes, acarretando na redução da massa de alumínio a ser utilizada”.

Além da resistência à flexão da base, o mesmo autor afirma ser importante considerar outros fatores que influenciam no desempenho da vedação como um todo. A deformabilidade de seus componentes e elementos pode vir a comprometer o desempenho da vedação e conseqüentemente do SFV. A caracterização da base suporte de fixação é abordada em diversas normas internacionais como na norma espanhola UNE 41957-1.

Caso a vedação externa não possa ser utilizada como suporte, a fixação das ancoragens deve ser feita diretamente nos elementos estruturais, tais como pilares, vigas e lajes (SIQUEIRA Jr., 2003). Com base na tabela elaborada por Siqueira Jr. (2003), tem-se a tabela 1 que traz o grau de confiabilidade da vedação como base para ancoragem.

Tabela 1 - Grau de confiabilidade do substrato para seu emprego como base ancoragens para revestimentos não aderidos.

Fonte: própria autora

<b>Natureza do Suporte</b>	<b>Grau de Confiabilidade</b>
Concreto	Excelente
Tijolo maciço	Muito bom
Tijolo perfurado	Bom
Bloco de concreto com paredes de 30 mm	Bom
Tijolo cerâmico com pequenas células ocas	Bom
Bloco cerâmico vazado	Inaceitável*
<p>Nota: No dimensionamento da ancoragem deve-se levar em conta, além da resistência do material, a situação das juntas e bordas da alvenaria.</p> <p>*Quando utilizado sem reforços, como cintas entre outros.</p>	

### 3.2.2. Isolante térmico

O isolante térmico no interior da câmara é necessário somente em determinados climas ou quando o elemento de vedação requer esse tipo de isolamento. A instalação do isolante pode ser feita aplicando-se um material específico no interior da câmara aderido à lâmina interna do revestimento (SIQUEIRA Jr., 2003).

Para Siqueira Jr. (2003), a vantagem do material isolante é que ele reduz a perda de calor no inverno, diminuindo os custos de calefação e reduz o ganho de calor no verão, promovendo uma economia nos custos com refrigeração do ar. Ainda de acordo com o mesmo autor, algumas normas de isolamento térmico podem ser atendidas por meio de cálculos, com base em dados climáticos definidos ou em função do custo do isolamento devido à calefação e/ ou refrigeração.

De acordo com Dutra (2010), têm-se os seguintes materiais isolantes:

- Lã mineral

“A Lã mineral é um material isolante muito utilizado, produzido à base de

rocha liquefeita, não inflamável, com eficácia em isolamento térmico, sendo também um bom isolante acústico. As suas propriedades incombustíveis asseguram total tranquilidade durante a sua montagem, aplicação e vida útil.” (DUTRA, 2010:17).

- Espuma de vidro

“A espuma de vidro é um material não combustível e estável com o tempo. É obtido através da expansão do vidro a quente.” (DUTRA, 2010:17).

- Poliuretano

“O poliuretano apresenta as seguintes características: facilidade de montagem, baixa condutibilidade térmica, alta resistência térmica, evita condensações, não atrai insectos, facilidade de limpeza, insensibilidade à água, imputrescibilidade, facilidade de instalação.” (DUTRA, 2010:17).

- Poliuretano Projectado

“O poliuretano projectado apresenta as seguintes características: é impermeável à água, leveza, propriedades acústicas, aplicação contínua sem juntas, baixo coeficiente de condutibilidade térmica. Evita ainda condensações, não atrai insectos nem roedores, apresenta baixa permeabilidade ao vapor de água, boa resistência aos produtos químicos, imputrescibilidade.” (DUTRA, 2010:18).

- Poliuretano Expandido (EPS)

“O poliestireno expandido (EPS) é um dos materiais mais utilizados para isolamento térmico. O uso de poliestireno expandido tem várias vantagens, tais como: baixa condutibilidade térmica, leveza, fácil manuseamento, resistente ao envelhecimento, higiênico e totalmente inócuo”. (DUTRA, 2010:19).

- Poliuretano Extrudido (XPS)

“O poliestireno extrudido (XPS) é um composto que apresenta as seguintes características: excelentes desempenhos térmicos, insensibilidade à água, grande resistência à passagem de vapor, elevada resistência à compressão, imputrescibilidade, facilidade de instalação, resistência ao manuseamento de obra, durabilidade.” (DUTRA, 2010:20).

- Cortiça

“O aglomerado de cortiça apresenta as seguintes características: proporciona bom isolamento térmico e acústico; é constituído por matéria-prima renovável e natural; é fabricado por processo industrial natural (sem aditivos); apresenta durabilidade prolongada; reciclável; estabilidade dimensional, mesmo quando sujeito a elevadas variações térmicas.” (DUTRA, 2010:20).

### 3.2.3. Câmara de ar

A ventilação contínua no interior da câmara de ar é o mecanismo de funcionamento do SFV. Ela também caracteriza esse tipo de sistema e o difere dos demais, como o sistema de fachada cortina ou *curtain wall*, já abordado anteriormente. O sistema de ventilação pode ser mecânico ou natural. Para Dutra (2010: 27):

“O sistema de ventilação mecânica induz o fluxo do ar no interior da câmara com o auxílio de um equipamento adequado. A escolha apropriada da ventilação (dimensão, quantidade, localização e a divisão em câmaras de ventilação constante e compartimentos herméticos) é requisito indispensável para o bom desempenho do sistema”.

Quando a câmara de ar é projetada para uma ventilação natural, o aquecimento do ar provocado pela radiação solar varia a densidade do mesmo, dando início a um movimento de ascensão, conhecido como “Efeito Chaminé” (Figura 3). Esse fenômeno físico é responsável pela eliminação do ar aquecido por convecção e pela remoção do vapor de água no interior da câmara. Para a eficácia desse efeito é preciso assegurar que a zona de entrada e saída de ar esteja sempre desimpedida (DUTRA, 2010).

Para Siqueira Jr. (2003), a pressão do vento também é importante para que haja a movimentação de ar dentro da câmara. Ao se projetar esse tipo de fachada, é preciso garantir que as pressões resultantes do efeito chaminé não sejam anuladas pelas forças resultantes do vento. Para isso, de acordo com o mesmo autor, a espessura da câmara de ar deve ser dimensionada de forma que nenhuma “rebarba” de argamassa ou outra irregularidade construtiva impeça a circulação de ar em seu interior. Ele ainda acrescenta que as aberturas superior e inferior devem estar desimpedidas para que a corrente de ar não seja interrompida. A figura a seguir ilustra essa movimentação do ar no interior da câmara:

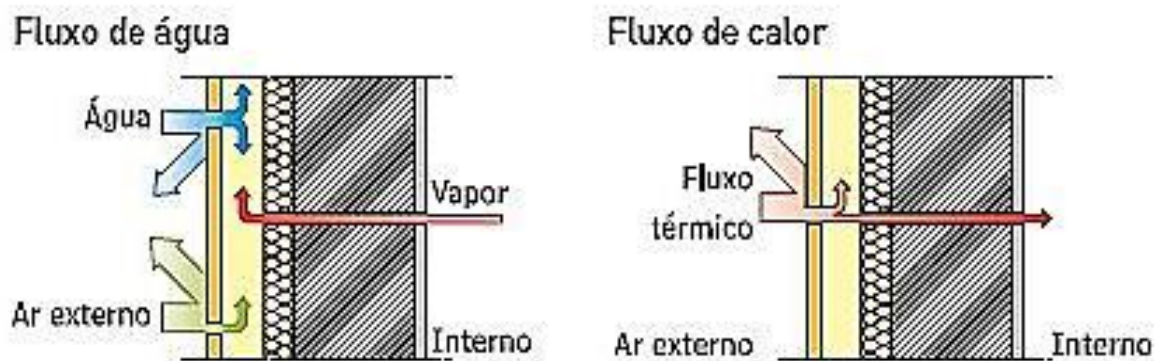


Figura 3 - Fluxos de água e calor na câmara de ar.

Fonte: TÉCHNE (2009).

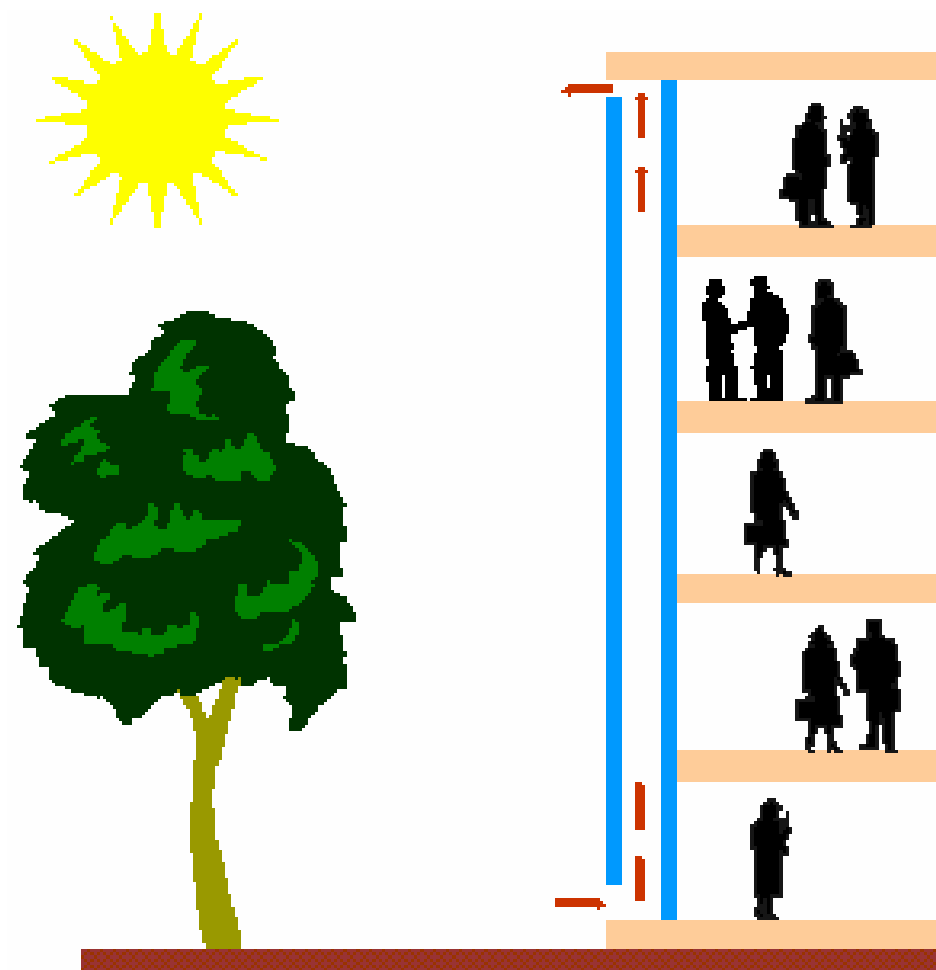


Figura 4 - Funcionamento da câmara de ar em uma fachada ventilada.

Fonte: SIQUEIRA Jr. (2003)

#### 3.2.4. Segurança ao fogo

“A resistência ao fogo” é um indicador que, segundo Dutra (2010), é avaliado de acordo com o tempo que se passa do início do processo térmico normal a que o elemento é submetido, até ao momento no qual o mesmo deixa de atender as exigências relacionadas à suas funções de acordo com as normas vigentes.

O tempo necessário para uma situação de inflamação generalizada em uma edificação é influenciado pela natureza dos materiais utilizados na superfície dos elementos construtivos. Se esses materiais forem adequados, o tempo pode ser prolongado, aumentando a segurança da edificação em caso de incêndios (DUTRA, 2010).

Com relação às fachadas ventiladas, os elementos com menor resistência ao fogo são os fixadores em alumínio aplicados na estrutura de suporte, que possam estar expostos (SIQUEIRA Jr, 2003). Para Lucas (2001) *apud* Siqueira Jr. (2003), o SFV deve ser projetado e montado prevendo que seu comportamento não seja um agravante da ocorrência em caso de incêndio, de forma que:

- Os elementos mantenham-se estáveis durante determinado tempo;
- O surgimento e propagação do fogo sejam limitados ao exterior da edificação;
- O alastramento do fogo para as construções vizinhas seja limitado;
- A edificação possa ser evacuada de forma segura;
- O sistema deve considerar também a segurança das equipes de salvamento;

Além desses cuidados, ao se conceber esse tipo de sistema é necessário preocupar-se com a propagação do fogo entre pisos. Em casos onde o sistema de isolamento é combustível, ou quando os vão envidraçados estão juntos à face externa da fachada, os riscos de propagação de incêndio são altos. Uma solução comum para minimizar esse risco consiste em interromper a câmara de ar ao

nível dos pisos com um rufo em alumínio ou aço. No entanto essa solução pode invalidar o efeito chaminé. A utilização de materiais isolantes, como a lã de rocha também minimiza o risco de incêndios e sua propagação (DUTRA, 2010).

### 3.3. Tipos de fixação

A fixação de uma Fachada Ventilada pode ser visível ou oculta. Para a escolha do tipo de fixação devem ser considerados diversos aspectos, em especial a questão estética no projeto da fachada (CONSTRULINK, 2006). Existem quatro tipos de sistemas de fixação para fachadas ventiladas, que serão apresentados nos próximos subitens.

#### 3.3.1. Fixação para revestimentos de grande espessura

Este tipo de fixação, de acordo com o Construlink (2006), é ideal para fachadas onde o revestimento especificado tem espessura superior a 20 mm. É um sistema que foi desenvolvido para pedras naturais, mas que é possível utilizar vários outros revestimentos, tais como: peças de fibrocimento, painéis cerâmicos e outros elementos de maior espessura (Figura 5).



Figura 5 - Fixação para revestimentos de grande espessura.

Fonte: CONSTRULINK (2006)



As peças são fixadas sobre as margens superior e inferior, de modo que os perfis horizontais as acomodem e se fixem ao restante da estrutura dos perfis verticais, através de grampos de aço (DUTRA, 2010).

### 3.3.2. Fixação à vista para revestimentos de espessura fina

Nesse sistema os tipos de encaixe que fixam o painel a perfilaria ficam visíveis no exterior da fachada. Por esse motivo, é comum utilizar os grampos de aço inoxidável da mesma cor que o próprio revestimento, buscando melhorar o aspecto visual e estético do conjunto. Esse tipo de fixação foi desenvolvido para cerâmica, mas também suporta peças de pedra natural delgadas, placas laminadas, de alumínio, etc. (CONSTRULINK, 2006). As figuras 6(a) e 6(b) ilustram esse tipo de fixação.

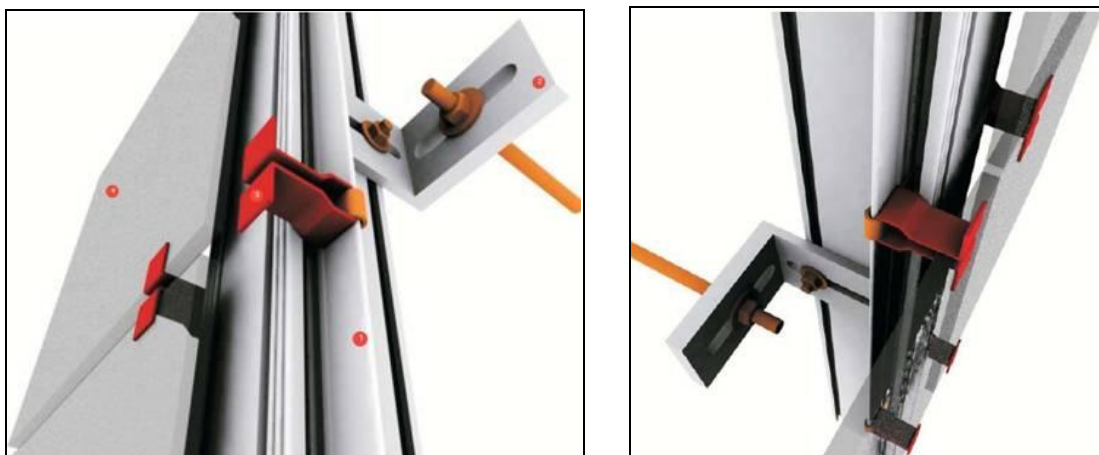


Figura 6 (a) e (b) – Sistema de fixação à vista.

Fonte: CONSTRULINK (2006).

### 3.3.3. Fixação sobreposta para revestimentos de espessura fina

Esse tipo de fixação permite uma sobreposição dos painéis de modo a formar escamas levemente sobrepostas. Dessa forma, garante-se a estanqueidade das juntas. Assim como o sistema anterior, esse foi desenvolvido para cerâmicas,

mas também se aplica às peças de pedra natural delgadas, placas laminadas, placas de alumínio, entre outras (CONSTRULINK, 2006). As figuras 7(a) e 7(b) ilustram esse tipo de fixação.

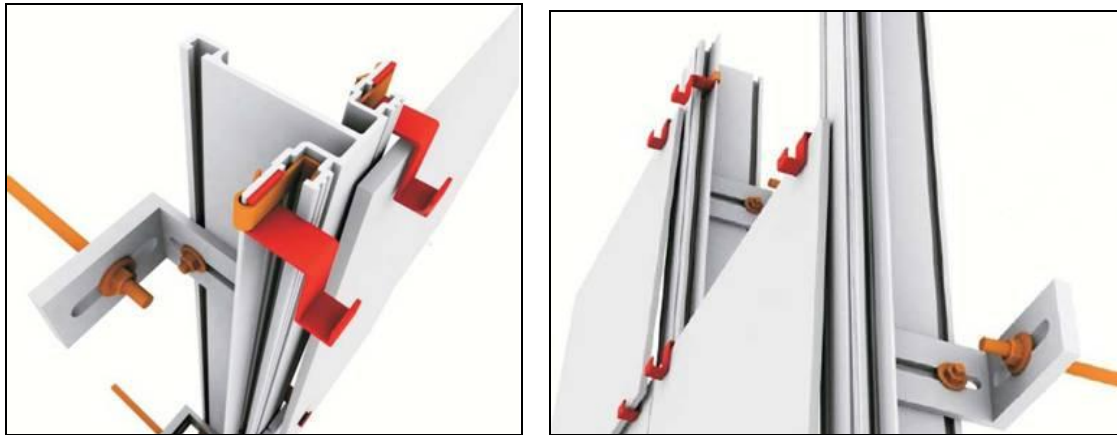


Figura 7 (a) e (b) – Sistema de fixação sobreposta.

Fonte: CONSTRULINK (2006)

#### 3.3.4. *Fixação oculta para revestimentos de espessura fina*

Com base em Construlink (2006), os encaixes que fixam a peça de revestimento ficam ocultos nesse tipo de sistema. São feitos rasgos na parte posterior da peça para colocação de elementos de aço inoxidável. Estes se aparafusam a um perfil de alumínio, que é fixado através de grampos ao perfil horizontal. Esse tipo de fixação foi desenvolvido para cerâmica, mas também suporta peças de pedra natural delgadas, placas laminadas, de alumínio, etc. (Figura 8 e 9).

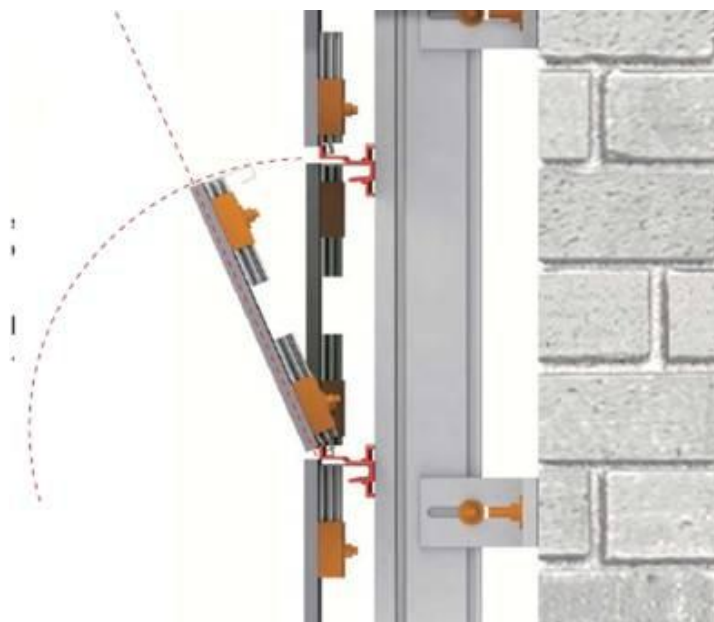


Figura 8 - Encaixe do revestimento com fixação oculta.

Fonte: CONSTRULINK (2006).



Figura 9 - Sistema de fixação oculta.

Fonte: CONSTRULINK (2008)

### 3.4. Tipos de juntas

No SFV, existem dois tipos de juntas: as juntas abertas, sem proteção contra a infiltração de águas pluviais e as juntas fechadas, com proteção contra a entrada da água de chuva. (UAF, 2000 *apud* SIQUEIRA Jr, 2003).

#### 3.4.1. Juntas abertas

Em locais onde as condições climáticas são muito extremas, não se deve utilizar juntas abertas. Se a espessura das mesmas for de até 3mm, essas poderão impedir que a água atinja o revestimento térmico (DUTRA, 2010). A figura 10 mostra uma ampliação da situação da junta em dias chuvosos.

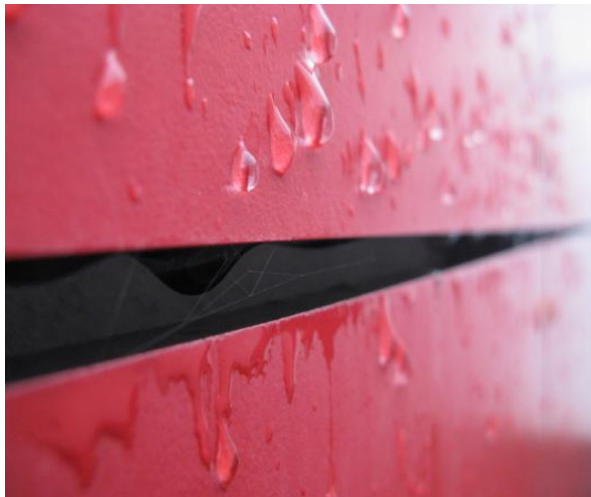


Figura 10 - Situação da junta em dias chuvosos.

Fonte: DUTRA (2010)

Ainda segundo Dutra (2010), no caso de juntas muito estreitas, a diferença de pressão entre a parte exterior e interior do revestimento gera movimentos que poderão empurrar a água em direção à cavidade de ar, como mostra a figura 11.

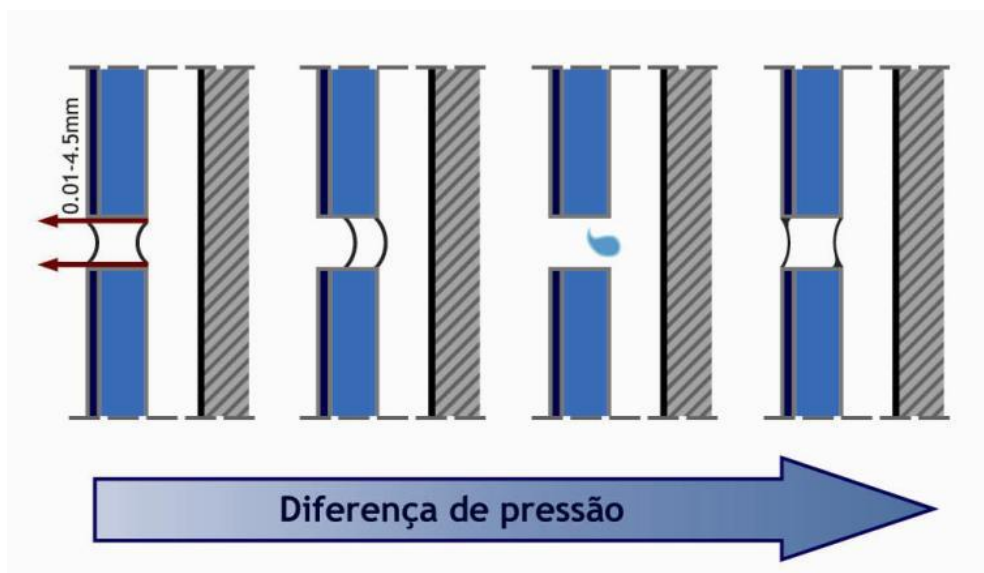


Figura 11 - Penetração da água em juntas estreitas devido à diferença de pressão.

Fonte: DUTRA (2010)

É possível executar juntas com inclinação para dentro da câmara, que permitem o escoamento da água pelas juntas e pela parte posterior do revestimento. As juntas com inclinação para fora impedem a entrada de água, que escorre pela face externa (Figura 12).

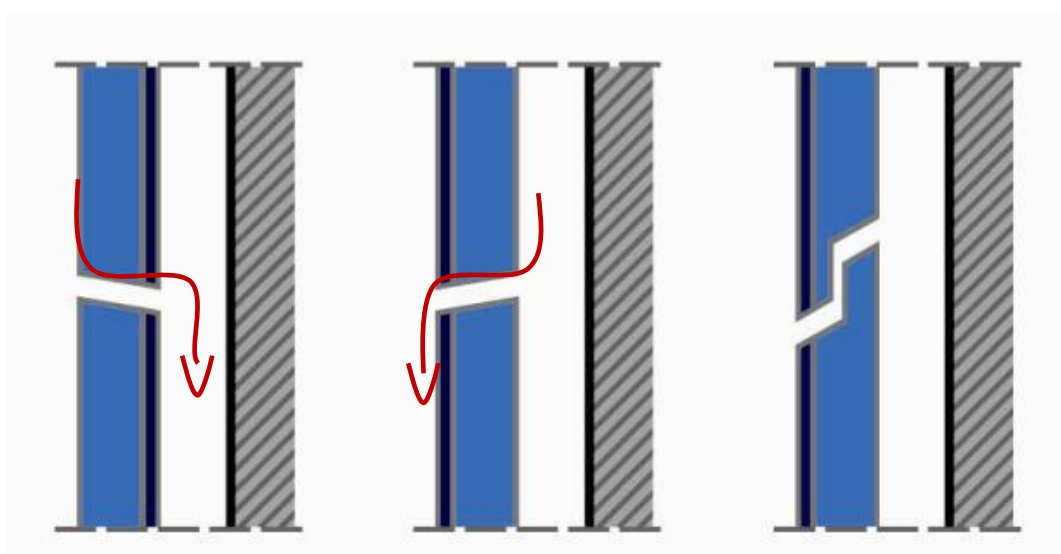


Figura 12 - Diferença de pressão nas juntas.

Fonte: DUTRA (2010)

A água de chuva que consegue penetrar pela junta escorrerá pela face interna da placa ou evaporará no interior da câmara de ar (Figura 13).

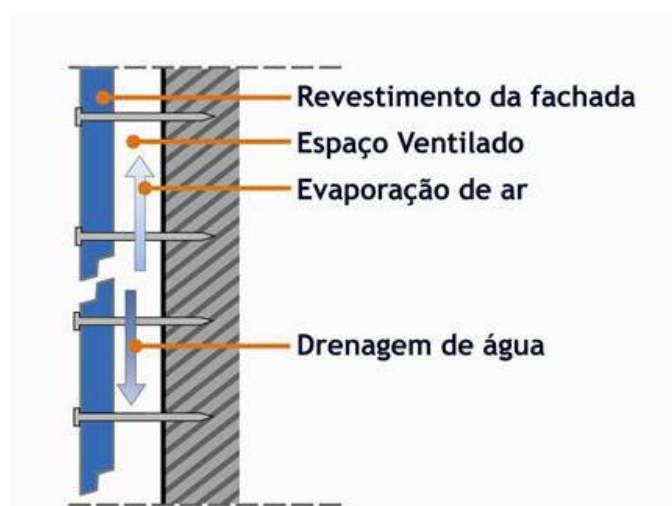


Figura 13 - Entrada de água na fachada ventilada.

Fonte: DUTRA (2010)

### 3.4.2. Juntas fechadas

As juntas fechadas possuem uma proteção externa contra a ação das águas de chuva. Nesse caso, as aberturas e drenos são revestidos de modo a equalizar as pressões do vento e o escoamento da água que penetre no sistema durante tempestades (UAF, 2000 *apud* SIQUEIRA Jr., 2003).

De acordo com Siqueira Jr. (2003), apesar de não serem usuais no SFV, os selantes podem ser utilizados como solução para as juntas fechadas, desde que seu uso seja devidamente justificado.

### 3.5. Materiais para revestimento

De acordo com Construlink (2006), estão disponíveis no mercado os seguintes materiais para revestimento de Fachadas Ventiladas:

### 3.5.1. Concreto polímero

Os compostos de polímero são materiais produzidos pela substituição total ou parcial de aglomerante do concreto convencional, geralmente o cimento *Portland*, ou pela adição de um polímero à matriz hidratada do concreto. (GORNINSKI, 2002).

No caso do Concreto Polímero usado para revestimento de fachadas ventiladas, as placas são compostas por uma mistura de silício e quartzo, ligados por resinas de poliéster estáveis. Essa combinação resulta em um material com grande resistência, quatro vezes superior ao concreto convencional. Essa propriedade garante que as placas pré-fabricadas tenham uma seção reduzida e um peso menor se comprado aos demais materiais pétreos (CONSTRULINK, 2006).

Segundo Gorninski (2002), é um material relativamente novo e que possui um alto desempenho. Sua excelente resistência mecânica e durabilidade reduzem a necessidade de manutenção e reparo. De acordo com Construlink (2006), a impermeabilidade é outra importante propriedade do concreto polímero. A ausência de porosidade nesse tipo de revestimento o torna de fácil manutenção, necessitando apenas de uma limpeza periódica com água e sabão.

Outra vantagem do Concreto Polímero é o aumento da superfície útil do projeto e a garantia de uma superfície plana perfeita, permitindo a correção de possíveis irregularidades das paredes externas da edificação. Esse revestimento pode ser utilizado tanto para novas edificações quanto em obras de reforma. É aplicável a qualquer tipologia: edificações residenciais uni ou multifamiliares, centros comerciais, hospitais, escolas, indústrias, etc. (CONSTRULINK, 2006).

A figura 14 mostra um detalhe de fixação da placa de Concreto Polímero no SFV.



Figura 14 - Detalhe da fixação e da junta do concreto polímero.

Fonte: CONSTRULINK (2006)

O “RIOMAR SHOPPING RECIFE”, localizado na cidade de Recife, em Pernambuco, teve a concepção inicial de sua fachada prevista em revestimento de pedra. Porém, durante o período da obra, o revestimento foi substituído pela fachada ventilada com placa em Concreto Polímero de textura pétrea (Figura 15) no formato 900x900mm (ULMA ARCHITECTURAL, 2014).



Figura 15 - Vista da fachada do shopping.

Fonte: ULMA ARCHITECTURAL (2014)



### 3.5.2. Alumínio perfilado

Com base nas informações contidas em Construlink (2006), o Alumínio Perfilado usado no SFV é um perfil contínuo em alumínio extrudado, semelhante aos perfis para esquadrias e acessórios. Podem ser fixados à subestrutura com encaixes ocultos que garantem um ótimo resultado estético.

A montagem desse sistema é rápida e sua manutenção é simples. Possui boa resistência aos agentes atmosféricos (água, sol, gelo e mudanças de temperatura) e a corrosão. Sua aplicabilidade é vasta: edifícios residenciais, comerciais, industriais, institucionais de grande ou pequeno porte. Pode ser especificado tanto para edifícios novos quanto para reforma (CONSTRULINK, 2006). A figura 16 ilustra alguns detalhes construtivos do SFV em Alumínio Perfilado.

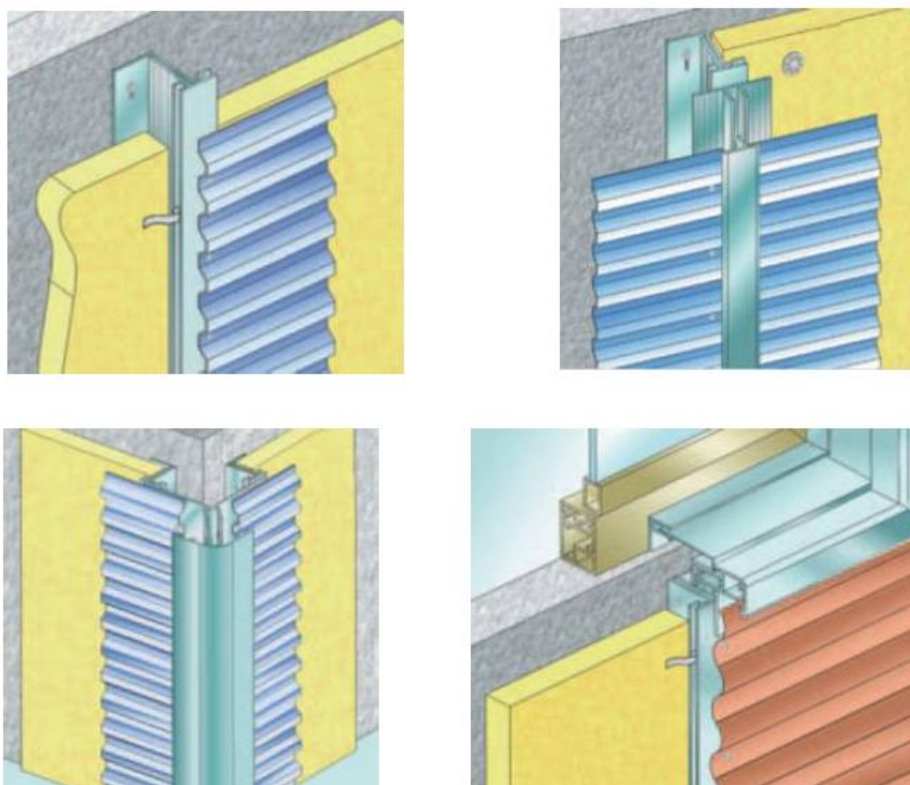


Figura 16 - Detalhes de fixação do alumínio perfilado na fachada.

Fonte: CONSTRULINK (2006)

Localizado na cidade de Viena na Áustria, o hotel “*Messe Wien*” fez uso da fachada ventilada em perfil de alumínio em duas tonalidades de cinza. As figuras 17 e 18 mostram o SFV em alumínio perfilado utilizado pelo hotel.



Figura 17 - Vista da fachada principal do Hotel.

Fonte: AUSTRIA TREND (2014)



Figura 18 - Perfis de Alumínio da Fachada Ventilada.

Fonte: ARCHIPRODUCTS (2014)

### 3.5.3. Alumínio tricamada

É um painel composto por duas camadas externas de alumínio, com espessura de 0,5mm e um núcleo de polietileno com 2 a 5 mm. A fixação dos painéis pode ser oculta, através da colocação de mastiche nas juntas (CONSTRULINK, 2006). A figura 19 ilustra as três camadas do painel em Alumínio Tricamada.

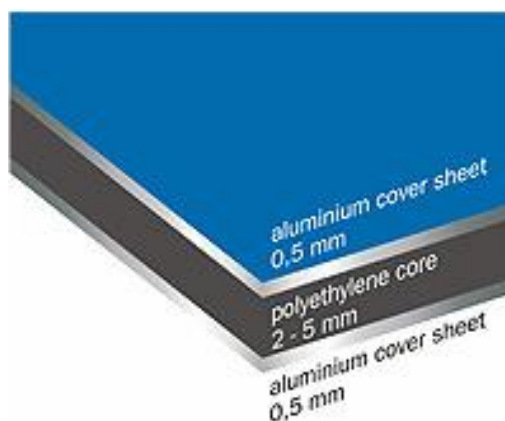


Figura 19 - Corte de um painel tricamada de alumínio.

Fonte: CONSTRULINK (2006)

Esse sistema possui grande durabilidade, necessitando apenas de pequena manutenção ao longo de sua vida útil. Esteticamente é uma solução muito interessante, pois esse tipo de painel permite uma variedade de acabamentos e cores (CONSTRULINK, 2006). A seguir, a figura 20 mostra alguns detalhes do SFV em Alumínio Tricamada.

O SFV em Alumínio Tricamada ou Alumínio Composto foi o recurso utilizado para a reforma do atual edifício-sede da Telefônica situado em São Paulo. Construído em 1975 (figura 21), esse edifício passou por um *retrofit* em 2001, onde a torre em concreto aparente com janelas chanfradas foi revestida com painéis de alumínio composto. A utilização desse sistema foi a solução encontrada para dar planicidade ao edifício original (figura 22), que devido às técnicas artesanais utilizadas na execução das fôrmas, resultou em algumas imperfeições e desalinhamentos de sua fachada (PORTAL METÁLICA, 2014).

Além da planicidade, o alumínio composto proporciona facilidade de instalação e leveza, que é importante em casos de *retrofit*, pois não sobrecarrega a estrutura existente. A reforma desse edifício foi a primeira grande obra a usar o sistema de Fachadas Ventiladas no Brasil, que possibilitou o cumprimento do prazo reduzido para a execução da reforma. A instalação foi ágil e limpa, utilizando um sistema de encaixe tipo gancho e pino (PORTAL METÁLICA, 2014).

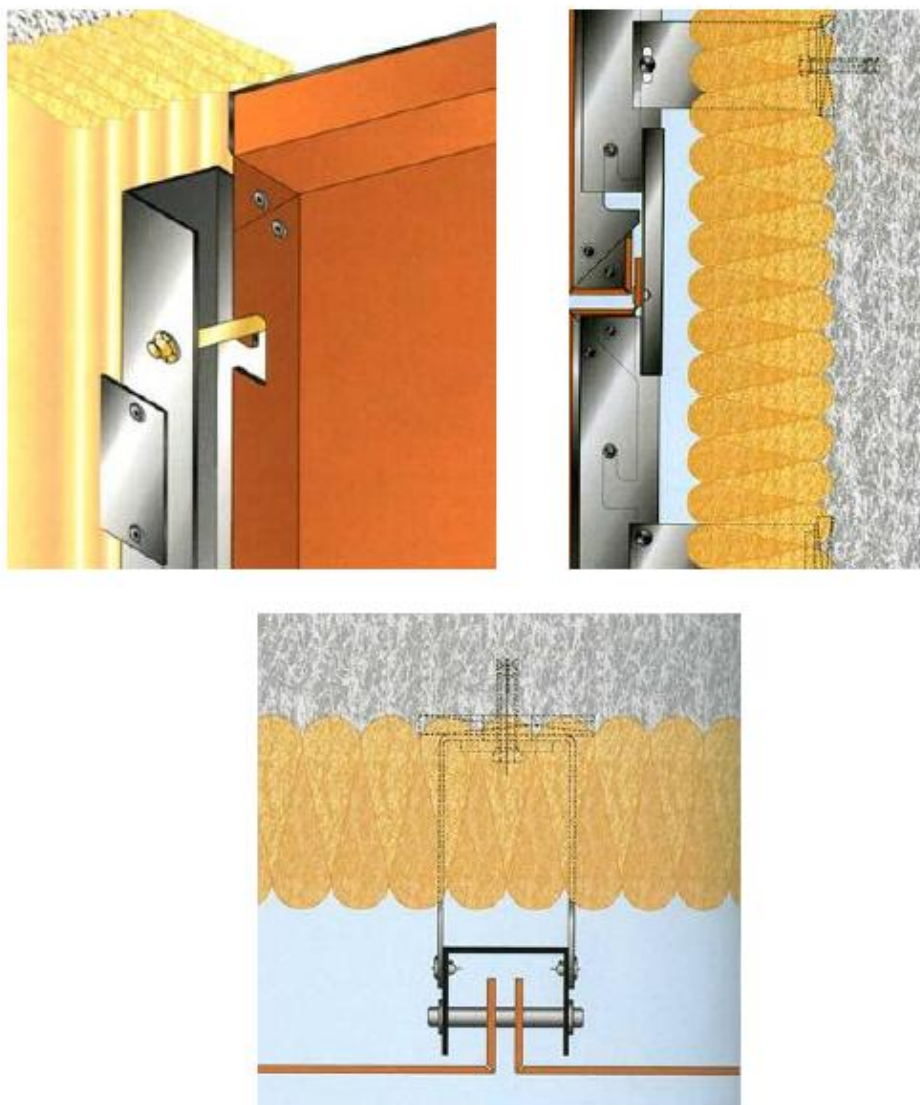


Figura 20 - Detalhe, corte vertical e corte horizontal do SFV em alumínio tricamada.

Fonte: CONSTRULINK (2006)



Figura 21 - Edifício-sede da Telefônica antes da reforma.

Fonte: PORTAL METÁLICA (2014)



Figura 22 - Vista da fachada atual do Edifício-sede da Telefônica.

Fonte: PORTAL METÁLICA (2014)

### 3.5.4. Vidro

Segundo o dossiê de Construlink (2006), a fachada ventilada em vidro assemelha-se visualmente a uma fachada cortina. A diferença está apenas no sistema construtivo. A fachada cortina em vidro ou pele de vidro não apresenta função estrutural. É apenas um sistema no qual a capa exterior, normalmente em vidro laminado, é fixada em perfis de alumínio, deixando uma camada de ar entre o isolamento e o vidro (CARDOSO, 2009).

Já a fachada ventilada em vidro pode ter função estrutural, onde o suporte fica totalmente oculto quando observado do exterior. É um sistema composto por perfis de suporte com vidro duplo no pano interior, seguido de uma câmara de ar com 10 a 15 cm e um pano de vidro simples fixado na parte exterior. Ele permite a existência de janelas com o mesmo aspecto visual e de aberturas interiores de acesso à câmara de ar para manutenção e limpeza dos filtros (CONSTRULINK, 2006). As figuras 23 e 24 alguns detalhes construtivos do SFV em vidro.

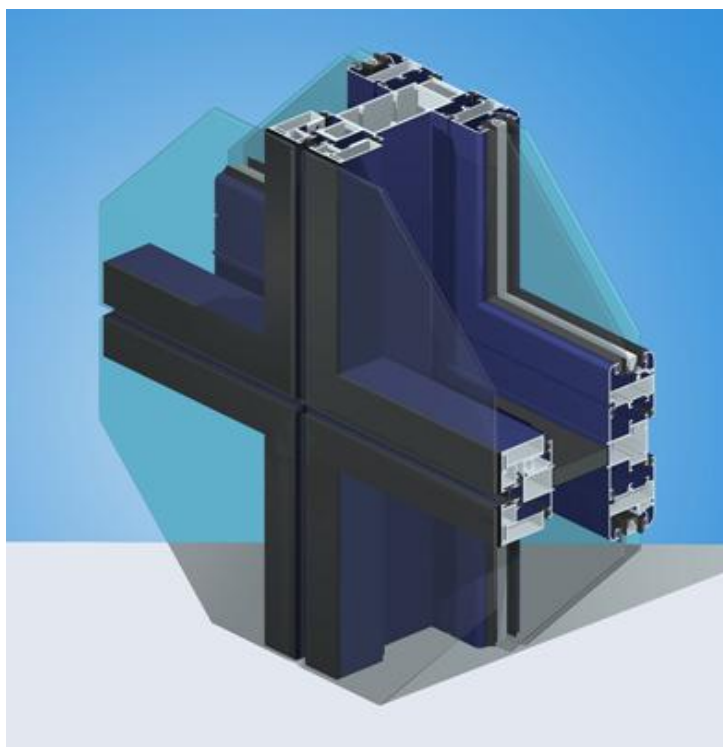


Figura 23 - Detalhe do SFV em vidro.

Fonte: CONSTRULINK (2006)

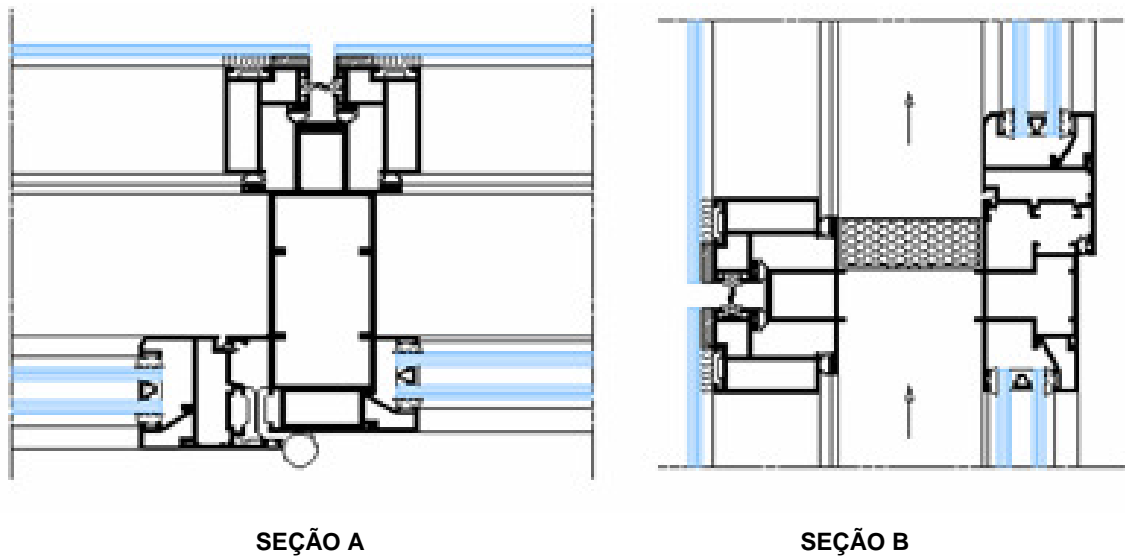


Figura 24 - Seções horizontal e vertical do SFV em vidro.

Fonte: CONSTRULINK (2006)

O edifício residencial “Trevox 223”, localizado na cidade de Naucalpan, no México, passou por uma reforma em 2010, no qual o projeto reutilizou os espaços de uma casa construída no local há mais de 40 anos. A fachada em vidro duplo foi o sistema escolhido que permitiu uma redução dos ruídos e da radiação solar. Essa fachada dupla consiste em uma camada de pele de vidro refletivo bronze na parte mais externa e uma camada em vidro convencional com esquadrias em vidro temperado incolor (VIDRADO, 2014). As figuras 25 e 26 mostram a fachada frontal e posterior em vidro duplo do edifício.



Figura 25 - Vista frontal da fachada do edifício.

Fonte: VIDRADO (2014)



Figura 26 - Vista Posterior da fachada do edifício.

Fonte: ARCHDAILY (2014)



### 3.5.5. Cerâmica

A fachada ventilada em cerâmica é um sistema muito eficiente em relação ao comportamento higrotérmico de um edifício. É uma solução que reúne as vantagens desse tipo de sistema construtivo com as propriedades de inércia térmica do elemento cerâmico. Dentre as vantagens mais significativas das fachadas ventiladas de cerâmicas, tem-se: aplicabilidade sobre qualquer suporte existente, execução rápida, segurança na utilização, maior conforto ambiental no interior do edifício, facilidade de manutenção, rápida substituição de peças e ausências de eflorescências (CONSTRULINK, 2006).

A solução mais comum desse tipo de fachada, segundo Construlink (2006), é composta por uma perfilaria de suporte fixada ao pano de parede, onde este é devidamente isolado pelo exterior. Os painéis são acoplados aos perfis por meio de encaixes metálicos tipo “clips”. Recentemente têm sido desenvolvidos sistemas de fixação para grandes peças, que garantem maior conforto térmico, facilidade de manutenção, confiabilidade na aplicação e maior segurança com relação aos desprendimentos. A figura 27 mostra um corte esquemático do SFV em cerâmica.

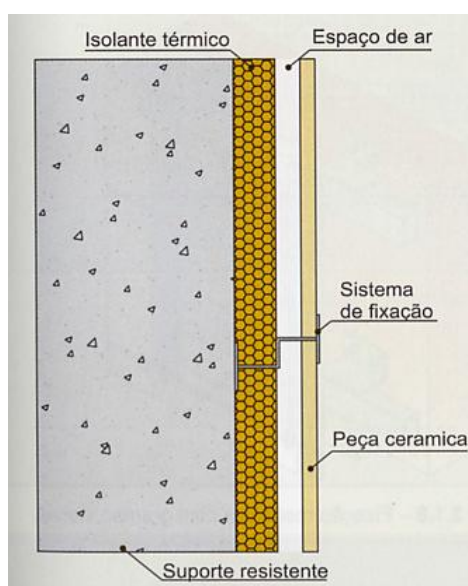


Figura 27 - Detalhe do SFV em cerâmica.

Fonte: CONSTRULINK (2006)

Localizado no centro histórico da cidade do Rio de Janeiro, o “Centro Empresarial Senado” (figura 28) utilizou a fachada ventilada com painéis cerâmicos extrudados de 350x1350mm (figura 29), recobrimdo uma área de 8 mil m<sup>2</sup> (INOVATEC, 2014).



Figura 28 - Vista de uma das fachadas do “Centro Empresarial Senado”.

Fonte: INOVATEC (2014)



Figura 29 - Detalhe do SFV com cerâmica extrudada.

Fonte: INOVATEC (2014)

### 3.5.6. Pedra

A grande vantagem desse tipo de solução, além do alto valor estético, é a elevada capacidade de isolamento térmico da pedra natural em relação aos demais tipos de revestimentos. Para fachadas ventiladas com esse tipo de revestimento, devem ser colocados na câmara de ar dispositivos de evacuação da água, caso a mesma se infiltre através da pedra (CONSTRULINK, 2006).

Para quase todos os mecanismos de fixação desse tipo de revestimento, de acordo com o mesmo autor, existe a possibilidade de inserção de isolamento térmico entre o revestimento e a parede. Para isso, é necessário que a câmara de ar tenha entre 20 a 50 mm. Os orifícios de ventilação situados no topo e na parte mais baixa da fachada não poderão ter uma área menor que 100 cm<sup>2</sup> por metro de revestimento medido horizontalmente.

Ainda segundo Construlink (2006), as placas mais resistentes têm capacidade de apoiarem uma nas outras pelos topos horizontais, sendo montadas como paredes de alvenaria com juntas de assentamento em argamassa de cal ou argamassa mista. Os gatos de fixação garantem a estabilidade dos painéis, mas não possuem função estrutural. Eles garantem apenas a ligação dos painéis à parede e evitam movimentações que possam derrubar as placas.

Cada placa, por ser muito robusta, está sujeita a variações dimensionais devido à dilatação térmica e contrações higroscópicas. Por isso, é essencial deixar as juntas desobstruídas ou completá-las com um mastique maleável em elastômero ou plástico, para que elas possam dilatar nas três dimensões (CARDOSO, 2009).

A figura 30 mostra os diversos tipos de pedras que podem servir como revestimento para o SFV em pedra natural.



Figura 30 - Diferentes tipos de pedra: granito, basalto, calcário, mármore e ardósia.

Fonte: SOUSA (2010)

No Brasil, um *Shopping Center* em Curitiba, no Paraná, recorreu ao SFV em sua envoltória. As fachadas da edificação são compostas por um grande pano de vidro estrutural intermediado por planos de fachada ventilada em pedra *Limestone* (figura 31). Importada de Portugal, a pedra possui grande inércia térmica, que garante conforto térmico aos usuários do edifício. Na interface da pedra com o vidro foram utilizados conectores ajustáveis em função da diferença de dilatação térmica dos dois materiais (ARCOWEB, 2014).



Figura 31 - Vista da fachada do shopping.

Fonte: EBR ENGENHARIA (2014)

### 3.5.7. Fenólico

Os compostos fenólicos são substâncias naturais, que são base da produção de uma resina plástica de alta resistência. No processo de transformação de aglomerados de madeira, essa resina pode ser utilizada como adesivo interior para as fibras, o que proporciona grande resistência química e mecânica a esses aglomerados (CONSTRULINK, 2006). Os painéis fenólicos são constituídos basicamente por três partes, conforme figura 32.

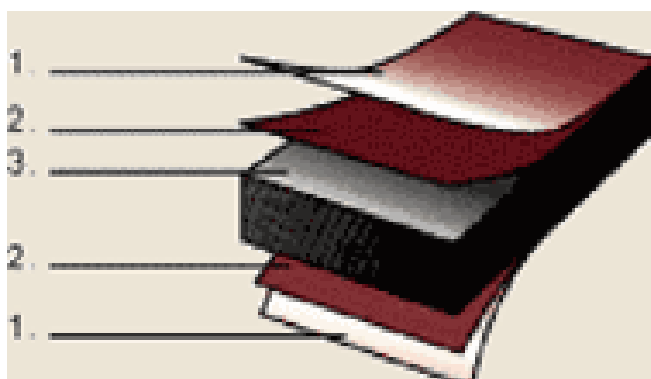


Figura 32 - Camadas que compõem um painel fenólico.

Fonte: CONSTRULINK (2006)

- 1- Película: protetora: película impregnada em resina melamínica;
- 2- Folha decorativa: composta por uma folha de papel com o desenho desejado ou folha de madeira natural, encharcada por resina melamínica, que garante uma alta resistência à abrasão;
- 3- Núcleo: composto por folhas de papel Kraft recobertas com resinas fenólicas que o dão estabilidade e rigidez;

Para que essas camadas se fundam e posteriormente se endureçam, é feito um tratamento especial às elevadas pressões e temperaturas. Como resultado final tem-se um material homogêneo, plano, regular e quase sem porosidade alguma. É um material muito versátil, que pode ser encontrado em diferentes cores, tamanhos e formatos. Ele ainda permite uma aplicação tanto na vertical, quanto na horizontal (DUTRA, 2010).

Em uma pequena cidade de Portugal, distrito de Lisboa, uma rede de supermercado utilizou o sistema de fachada ventilada em painel fenólico. As placas foram distribuídas em parte da fachada, criando um aspecto de madeira natural. As figuras 33 e 34 mostram os painéis fenólicos utilizados na fachada.



Figura 33 - Vista da fachada principal do supermercado.

Fonte: SILVAS (2014)

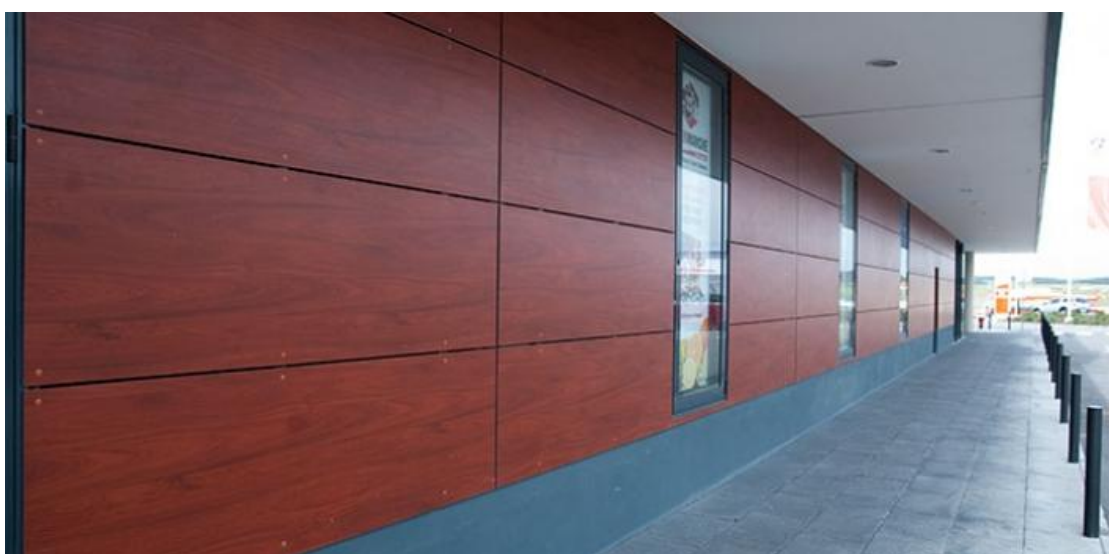


Figura 34 - Placas em Fenólico da fachada do supermercado.

Fonte: SILVAS (2014)

### 3.5.8. Madeira modificada

É uma solução que faz uso da madeira bruta como revestimento para a fachada ventilada. Para que resista às condições do meio externo, a madeira bruta é submetida a um processo de modificação. Esse processo consiste em retirar a maior parte da umidade da madeira através da elevação da temperatura. Esse tratamento faz com que a resistência térmica da madeira modificada aumente em relação a sua forma bruta. Ele também a torna mais leve e escurecida, aumenta sua resistência à deterioração e diminui sua capacidade de absorção de água (CONSTRULINK, 2006). A figura 35 mostra a instalação do SFV em madeira modificada.



Figura 35 - Colocação de estrados de madeira modificada.

Fonte: CONSTRULINK (2006)

Em uma residência unifamiliar, localizada em um condomínio fechado próximo a Lisboa, em Portugal, foi utilizado o SFV em Madeira, no qual a câmara de ar foi semipreenchida. A fachada curva foi recoberta com 530m<sup>2</sup> de peças de madeira maciça. Um sistema de aplicação oculto para fixação do revestimento foi desenvolvido exclusivamente para essa residência. A madeira escolhida foi o *Red Ceder*, originária do Canadá, nas cores preto e castanho

(CASA SAPO, 2009). A figura 36 mostra parte da fachada ventilada da residência.



Figura 36 - Fachada Ventilada em Madeira Natural.

Fonte: CASASAPO (2014)

### **3.6. Processo produtivo**

O processo produtivo e o controle da produção são fundamentais para a qualidade final do produto. É importante que a empresa de montagem do SFV possua uma metodologia racionalizada do processo, estabelecendo uma sequência lógica e predefinida das etapas. Assim, as responsabilidades podem ser então definidas e as decisões tomadas de forma subjetiva, facilitando o planejamento e o controle do processo de produção (CUNHA, 2006).

Ainda segundo Cunha (2006), o processo de produção deve ser precedido pela fase de preparação para a montagem do sistema, buscando identificar as possíveis deficiências da obra através de:

- Análise das interfaces com o SFV escolhido;
- Detalhamento dos projetos executivos;



- Identificação dos pontos críticos e dos pontos de controle;
- Definição das instalações no canteiro de obra, equipamentos de produção e de segurança a serem utilizados;

No canteiro de obras devem ser previstos locais para armazenamento dos materiais e espaço de manobra para o transporte dos componentes até o local de aplicação. Dessa forma, minimizam-se as distâncias a serem percorridas e as interferências que essas movimentações podem gerar, além de reduzir os riscos de acidentes e quebra de material (CUNHA, 2006).

Ainda de acordo com Cunha (2006), quando possível, é recomendável que a montagem não se inicie até que a estrutura do edifício esteja finalizada. Assim é possível verificar o prumo da edificação e fazer correções se necessário, assegurando também que o revestimento seja colocado corretamente.

O processo de montagem pode ser classificado como sistema montado em obra ou pré-fabricado. O sistema montado em obra é aquele cujo processo de produção é executado no próprio canteiro de obra. Neste caso, uma parede de alvenaria ou concreto armado é utilizada como suporte de fixação ou um sistema de fixação sobre perfis, como mostra a figura 37 (OLIVEIRA, 2011).



Figura 37 - Fachada ventilada montada em obra.

Fonte: OLIVEIRA (2011)

Se o processo for pré-fabricado, o sistema é produzido na fábrica para depois ser transportado até a obra. A aplicação deve ser feita com auxílio de guas especiais que prendem as placas à estrutura do edifício por meio de ancoragens. Depois de ajustado o prumo e a posição dos painéis, estes são fixados definitivamente com parafusos ou são soldados (OLIVEIRA, 2011). A figura 38 mostra a aplicação do SFV pré-fabricado:



Figura 38 - Fachada ventilada pré-fabricada.

Fonte: OLIVEIRA, 2011

#### 4. METOLOGIA

O presente trabalho foi estruturado a partir de uma revisão bibliográfica sobre o sistema de fachadas ventiladas. A maior parte das informações pesquisadas foi reunida no capítulo 3, onde foi feita uma apresentação do sistema e de seu funcionamento. Esse mesmo capítulo foi dividido em seis itens, de forma a facilitar a compreensão do assunto e a busca pelas informações. Nesses itens são disponibilizadas as informações sobre o projeto do SFV, os tipos de fixação e juntas, os materiais mais utilizados para revestimento e o processo produtivo.

Após a revisão bibliográfica, foi realizada no capítulo 5 uma análise das vantagens e desvantagens do SFV. Essa análise é de grande relevância para o entendimento do sistema como um todo. Ela traz informações importantes a respeito do sistema, que poderão auxiliar na decisão de adoção ou não do sistema. Ao final desse mesmo capítulo é apresentado um esquema do processo de especificação do SFV, que como objetivo guiar os profissionais da área ou demais interessados na especificação do sistema para novos projetos ou obras de *retrofit*.

Finalmente, no capítulo 6 são feitas as considerações finais sobre o sistema. A conclusão foi elaborada baseando-se nas informações contidas no trabalho, nas bibliografias pesquisadas e no ponto de vista da autora.

## 5. ANÁLISES

### 5.1. Vantagens

A fachada ventilada, ainda em processo de introdução no Brasil, já é amplamente utilizada nos países do hemisfério norte há mais de 30 anos. Ensaios laboratoriais feitos nos EUA e na Europa comprovaram o desempenho térmico prometido pelos seus fabricantes. Essa eficiência, juntamente com o efeito estético desse sistema, tem despertado interesse do mercado brasileiro. Atualmente, com a necessidade de redução do consumo energético, as fachadas ventiladas podem diminuir o uso do condicionamento artificial de ar no interior das edificações. Além disso, o SFV pode prolongar a vida útil da edificação já que funciona como uma “capa” protetora de sua estrutura (TÉCHNE, 2009).

Em países onde o inverno é mais rigoroso, a câmara de ar normalmente é preenchida com um material isolante (lã de vidro ou lã de rocha). Já em países onde a temperatura costuma ser mais elevada, a câmara fica livre para permitir a troca de ar constante, resfriando a vedação e mantendo uma temperatura agradável no interior da edificação (VEDOVELLO, 2012).

A fachada ventilada não requer intervenções frequentes de restauração e os riscos de fissuração e desprendimento de suas placas são bem reduzidos. A substituição de uma placa, que por ventura venha apresentar algum problema, é facilmente realizada, pois as placas são independentes. Elas podem também ser rapidamente trocadas e repaginadas, possibilitando uma renovação completa do edifício (TÉCHNE, 2009).

Por se tratar de uma solução não destrutiva, rápida e limpa, o SFV vem sendo largamente utilizado em obras de *retrofit*, inclusive em edifícios residenciais. Alguns materiais de revestimento podem receber em sua superfície um produto a base de dióxido de titânio, que dificulta a aderência de sujeira e facilita a limpeza. Alguns podem receber ainda um tratamento antipichação (TÉCHNE, 2009).

Para Mateus (2004), outra vantagem desse tipo de sistema é a eliminação das condensações do vapor de água entre o revestimento e a parede externa. A camada de ar facilita a saída desse vapor, eliminando a umidade que pode causar infiltrações. Além disso, segundo o mesmo autor, o isolamento térmico na parte exterior possibilita a execução de paredes de fachada de menor espessura com o mesmo desempenho.

O uso do SFV é uma boa alternativa também para o cumprimento de alguns dos requisitos exigidos pela Norma de Desempenho. A ABNT NBR 15.575:2013 ou Norma de Desempenho para Edificações Habitacionais determina que fachadas e outras vedações verticais, como janelas e portas, sejam estanques ao ar, à água, a rajadas de ventos e garantam conforto acústico e térmico para seus usuários (PINIWEB, 2013).

De acordo com a revista *Téchne* (2009), quando dimensionadas corretamente, as fachadas ventiladas apresentam uma boa estanqueidade à água. Essa solução controla a entrada de água da chuva e a impede infiltrações na parede externa. Para isso, a câmara de ar e a abertura das juntas devem ser dimensionadas de forma que a pressão interior da cavidade esteja equilibrada, fazendo com que a água, caso venha a penetrar pelas juntas, escorra pela parte de trás do painel. O uso dessa solução possibilita inclusive a dispersão do vapor presente no interior das paredes, eliminando a umidade que possa atingir os edifícios. Da mesma forma, o vapor de água que se forma no interior da edificação pode sair facilmente pela parede, contribuindo para a conservação da estrutura.

Com relação ao desempenho acústico, a câmara de ar funciona também como barreira aos ruídos provenientes do ambiente externo. A grande vantagem das Fachadas Ventiladas está relacionada ao seu desempenho térmico. O “Efeito Chaminé”, já explicitado no subitem 3.2.3, é responsável pela manutenção da temperatura no interior do edifício. Dessa maneira, diminui-se a necessidade de condicionamento artificial e/ou a calefação, podendo até serem dispensados em alguns casos. O SFV também apresenta melhor capacidade de adaptação às

variações de temperatura, que afetam a estrutura da edificação. A fixação das placas de revestimento no suporte, de forma independente uma das outras, permite uma livre dilatação das mesmas em função do grau de elasticidade da ancoragem. Assim, os revestimentos são mais preservados e a demanda por manutenções reduz (TÉCHNE, 2009).

Ainda segundo a Revista Técnica (2009), o uso desse sistema facilita a obtenção dos certificados de sustentabilidade ao proporcionar uma redução significativa do consumo energético. É um sistema industrializado e reciclável, que pode ser desmontado e montado facilmente em outro local.

## **5.2. Desvantagens**

Um dos inconvenientes do uso do SFV, segundo Vedovello (2012), é o custo elevado se comparado aos demais tipos de revestimentos. Por exigir uma mão de obra mais especializada, esse sistema tem um alto custo inicial que o torna muitas vezes inviável.

No Brasil, outros motivos têm impedido a consolidação desse sistema no mercado da construção civil. As placas cerâmicas produzidas aqui têm espessuras pequenas e dimensões limitadas, o que faz aumentar o consumo de metal para o projeto da subestrutura. Os painéis cerâmicos de maior dimensão, apesar de requererem uma subestrutura mais leve, são espessos para o uso de ancoragens ocultas e encarecem a solução. O painel cerâmico do tipo extrudado, que possui uma espessura intermediária e ao mesmo tempo resistente, vem obtendo muito sucesso em vários países, porém ainda não é produzido no Brasil (TÉCHNE, 2009).

De acordo a Revista Técnica (2009), geralmente na solução oferecida pelos fornecedores está incluído o projeto executivo, o dimensionamento estrutural, os painéis e os demais componentes do sistema, juntamente com o serviço de mão de obra e equipe de engenharia responsável. Essa especificidade do sistema,

como já dito anteriormente, eleva o preço desse sistema e não admite improvisações.

A falta de normas brasileiras específicas para esse tipo de fachada é outro empecilho para sua utilização. As empresas fornecedoras costumam utilizar as normas estabelecidas para esquadrias, onde as exigências são semelhantes e recorrem também a ensaios laboratoriais para avaliar a eficiência de seus produtos (TÉCHNE, 2009). Enquanto não são elaboradas normas brasileiras, as normas europeias como a “UNE 41957-1” e a “NP EN 13830” podem ser utilizadas para projeto e execução do SFV. A primeira aborda de modo especial o sistema de fixação de placas pétreas e a segunda e a segunda especifica as principais características técnicas da fachada-cortina, podendo ser aplicada também às fachadas ventiladas.

### **5.3. Proposta**

A partir da revisão bibliográfica apresentada, buscou-se elaborar um conjunto de etapas básicas, que envolvem o Sistema de Fachadas Ventiladas, a ser compartilhado com outros profissionais da área ou demais interessados, de modo a facilitar a compreensão e a otimização do processo de especificação dos diversos tipos de SFV.

De modo geral, pode-se admitir o esquema da figura 39, como estrutura do processo de especificação do SFV tanto para novos projetos, como para projetos de *retrofit*.

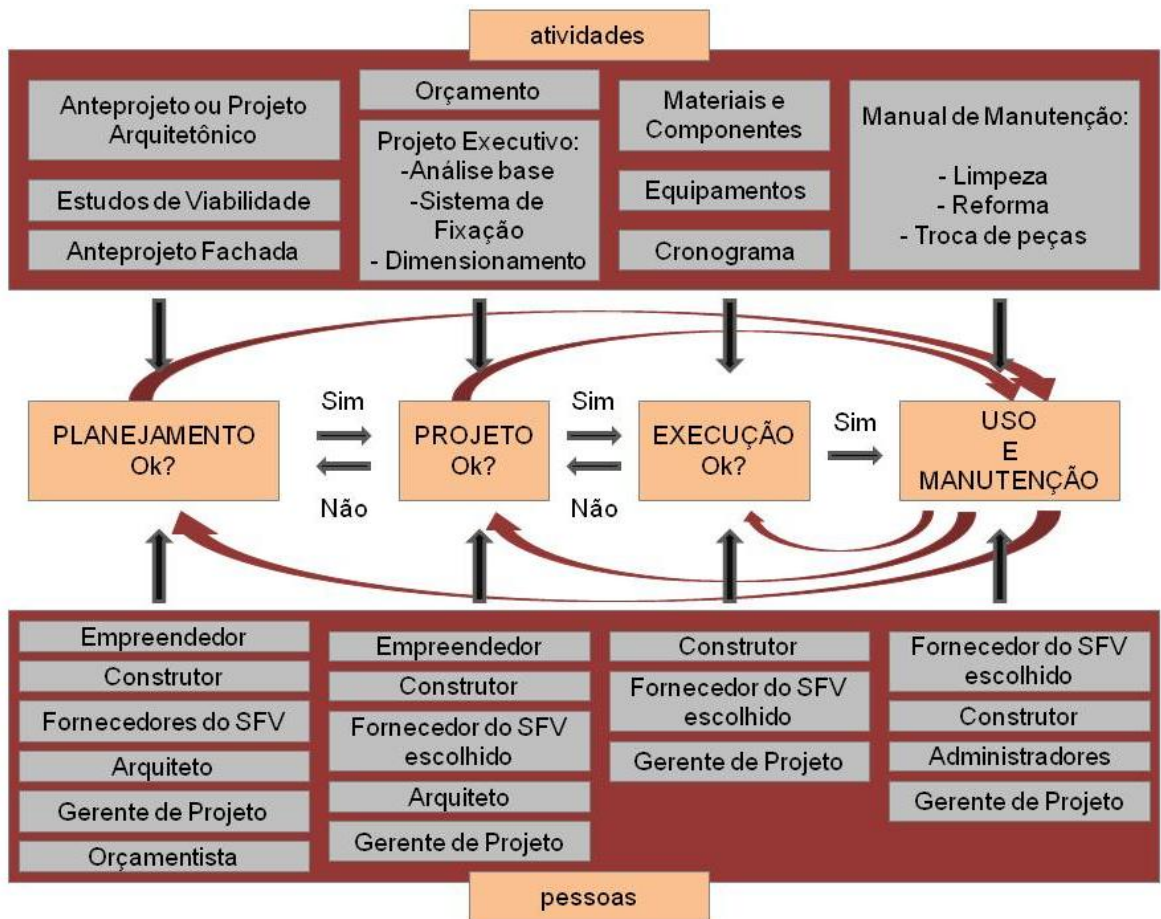


Figura 39- Esquema de especificação do SFV para edificações.

Fonte: própria autora

A seguir é apresentado o detalhamento destas etapas propostas de modo a dar uma visão sequencial/sistêmica ao processo:

- **Planejamento:** é a etapa inicial do processo, que parte da escolha do material de revestimento do SFV pretendido para a realização dos estudos de viabilidade (financeira, logísticas, legislativas, dentre outras). Caso a aplicação do sistema seja viável, parte-se para a elaboração do anteprojeto de fachada. Segundo Santos *et al* (2013) o planejamento é uma fase muito importante, pois é possível antever os problemas que podem surgir nas etapas seguintes e que poderão influenciar nos prazos e custos. O contato direto com os fornecedores do SFV é fundamental nessa etapa. Eles serão os responsáveis por fornecer



as informações técnicas e os orçamentos que servirão de base para as análises de viabilidade e para elaboração dos estudos preliminares do projeto de fachada.

- **Projeto:** após a etapa de planejamento, inicia-se a etapa de projeto. Esta consiste basicamente na elaboração do projeto executivo do sistema. Para isso, todas as informações e decisões tomadas durante a fase de planejamento servem de base elaboração desse projeto. São feitos cálculos e análises dos elementos que influenciarão no SFV, tais como: base de suporte, requisitos de segurança, dispositivos de fixação, etc. Assim, todos os detalhes construtivos necessários são elaborados para o processo de produção e execução. É ideal que a manutenção do sistema também seja prevista durante a etapa de projeto. Dessa forma, pode-se amenizar e até eliminar futuros problemas após a execução.
- **Execução e Montagem:** essa etapa corresponde execução e montagem do SFV, de acordo com as especificações e projetos das etapas anteriores. Para início dessa fase, espera-se que todos os materiais e componentes do sistema, além dos equipamentos necessários, já estejam disponibilizados e alocados no canteiro da obra. Por ser um sistema complexo, que exige domínio no processo de montagem, uma mão de obra especializada é fundamental. Por esse motivo é usual que a empresa fornecedora do SFV escolhido forneça também a equipe de montagem. Além da mão de obra especializada, o controle de obra também é muito importante durante essa etapa. Para Santos *et al* (2013), além da conferência do que está sendo executado e do cumprimento dos cronogramas, o controle de obra também será responsável pelo *feedback* da execução à equipe de gerenciamento. Assim outros ajustes poderão ser feitos na etapa de planejamento do SFV em empreendimentos futuros.
- **Uso e Manutenção:** a manutenção é a melhor forma de garantir uma vida prolongada de um sistema. No caso do SFV não é diferente. Como já dito

anteriormente, é recomendável que a previsão de manutenção seja contemplada desde a etapa de projeto. Dessa forma, ao final da execução é entregue ao responsável pela edificação um manual de manutenção do sistema. De acordo com Santos *et al* (2013), esse manual deve conter informações sobre limpeza, reformas e também reposição de peças, de modo a garantir um bom funcionamento do SFV ao longo de sua vida útil.

## 6. CONCLUSÃO

Pode-se afirmar que o Sistema de Fachadas Ventiladas representa uma evolução no processo de revestimento de fachadas. Essa evolução pode ser justificada pelo alto grau de industrialização no processo de produção e pelo bom desempenho termoacústico apresentado pelo sistema. Além disso, o uso do SFV faz diminuir as patologias relacionadas à umidade e infiltração de água, trazendo maior durabilidade e proteção à edificação.

De acordo com a revisão bibliográfica presente neste trabalho, o SFV apesar de bastante vantajoso, apresenta algumas desvantagens que acabam por restringir sua especificação. Com relação as suas vantagens, tem-se: a proteção das paredes externas e estruturas, o aspecto estético, a variedade de revestimentos permitida pelo sistema, a manutenção simples e reduzida, a diminuição de patologias associadas à umidade, o conforto termoacústico, entre outras. A maior desvantagem está relacionada ao seu custo inicial. A necessidade de mão de obra qualificada e a o número reduzido de fornecedores no Brasil torna o custo do sistema mais elevado se comparado aos demais tipos de revestimentos. Outra desvantagem é a inexistência de normas brasileiras específicas para o SFV, que contribui para que o mesmo seja pouco conhecido e utilizado no país.

O esquema proposto ao final deste trabalho, que tem como objetivo guiar outros profissionais da área e interessados no processo de especificação do SFV, também é uma forma de incentivo à sua utilização em empreendimentos novos ou obras de *retrofit*. Acredita-se que é uma solução que tende a se popularizar no país e ser cada vez mais utilizada devido ao seu caráter sustentável. Na atual conjuntura, onde a preocupação com a escassez da água e energia elétrica é crescente, o uso do SFV pode ser uma excelente alternativa para as futuras edificações.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARCOWEB. *Vidro é protagonista em centro de compras*. 2014. Disponível em: <<http://arcoweb.com.br/finestra/arquitetura/coutinho-diegues-cordeiro-shopping-patio-batel-curitiba>>  
Acesso em: 08 dec. 2014, 13:15.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 15.575-4:2013 Norma de Desempenho de Edificações*. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.

CARDOSO, E. B. *Estudo do desempenho térmico de uma fachada ventilada segundo NBR 15.220 e NBR 15.575*. Monografia (trabalho de conclusão de curso de Engenharia Civil) - Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma: 2009. 113 p.

CASA SAPO. *Moradia do Belas Clube de Campo revestida pela Tecniwood*. 2009. Disponível em: <<http://casa.sapo.pt/Noticias/?ID=8490>>  
Acesso em: 09 dec. 2014, 22:58.

CONSTRULINK. *Dossier técnico-económico fachada ventilada*. 2006. Disponível em: <<http://engenhariacivil.files.wordpress.com/2008/01/dossiereconomico.pdf>>  
Acesso em: 30 jun. 2014, 20:48.

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

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.

GORNINSKI, J. P. *Estudo da Influência das resinas poliéster isoftálica e ortoftálica e do teor de cinza volante nas propriedades mecânicas e durabilidade do concreto polímero*. Tese (doutorado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Escola de Engenharia, Porto Alegre: 2002. 166 p.

INOVATEC. *Gail Centro Empresarial Senado - Rio de Janeiro / RJ*. 2010. Disponível em: <<http://www.inovatecconsultores.com.br/portfolio/?portfolio=3&obra=GAIL%20Cen>>

tro%20Empresarial%20Senado%20-%20Rio%20de%20Janeiro%20/%20RJ>  
Acesso em: 06 dec. 2014, 17:10.

KERAGAIL. Fachadas Ventiladas. 2013. Disponível em:  
<[https://www.lojagail.com.br/assets/pdf/catalogo\\_keragail\\_gail\\_2013.pdf](https://www.lojagail.com.br/assets/pdf/catalogo_keragail_gail_2013.pdf)>  
Acesso em: 25 dec. 2014, 22:20.

MATEUS, R. F. M. S. *Novas tecnologias construtivas com vista à sustentabilidade da construção*. Dissertação (mestrado em Engenharia Civil) – Universidade do Minho, Escola de Engenharia, Braga: 2004. 224 p.

OLIVEIRA, P. F. S. C. *Metodologia de manutenção de edifícios – fachadas ventiladas*. Dissertação (mestrado em Engenharia Civil) – Universidade do Porto, Faculdade de Engenharia, Porto: 2011. 85 p.

PINIWEB. *Está em vigor a NBR 15.575 - Norma de Desempenho*. 2013. Disponível em: <<http://piniweb.pini.com.br/construcao/habitacao/esta-em-vigor-a-nbr-15575-norma-de-desempenho-292738-1.aspx>>  
Acesso em: 02 out. 2014, 21:02.

PINIWEB. *Vedações verticais*. 2013. Disponível em:  
<<http://construcaomercado.pini.com.br/negocios-incorporacao-construcao/144/vedacoes-verticais-quarta-parte-da-norma-de-desempenho-determina-292289-1.aspx>>  
Acesso em: 02 out. 2014, 21:03.

PORTAL METÁLICA. *Edifício-Sede da Telefônica em SP: Revitalização da Fachada*. 2014. Disponível em: < <http://www.metalica.com.br/edificio-sede-da-telefonica-em-sp-revitalizacao-da-fachada>>  
Acesso em: 06 dec. 2014, 18:30

SANTOS, W.J., BRANCO, L.A.M.N., ALVES, P.P. Utilização de elementos pré-moldados de concreto na construção civil - estudo de caso em uma obra industrial na região metropolitana de Belo Horizonte. *REUCP*. Petrópolis, v.8, n.1, p.59-74, 2013.

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.

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.

VEDOVELLO, C. A. S. *Gestão de projetos de fachadas.* Dissertação (mestrado em Engenharia Civil) – Universidade de São Paulo, Escola Politécnica, São Paulo: 2012. 406 p.

TÉCHNE REVISTA. *Fachadas respirantes.* Edição 144, 2009. Disponível em: <<http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/144/fachadas-respirantes-fachadas-ventiladas-combinam-funcoes-esteticas-com-bom-287636-1.aspx>>  
Acesso em: 22 set. 2014, 21:02.

ULMA ARCHITECTURAL. *Riomar shopping center.* 2014. Disponível em: <<http://www.ulmaarchitectural.com/br/fachadas-ventiladas/projetos/riomar-shopping-center/>>  
Acesso em: 04 dec. 2014, 21:10.

VIDRADO. *Fachada dupla ventilada com elegante design.* 2014. Disponível em: <<http://vidrado.com/loja/blog/noticias/arquitetura-e-engenharia/fachada-dupla-ventilada-com-elegante-design/#.VKCIYV4CQf>>  
Acesso em: 07 dec. 2014, 22:08.