

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

Leonardo Ehlert Martini

ESTUDO DE CASO: PROJETO E EXECUÇÃO DA FACHADA VENTILADA DA
SEDE DA UNISINOS EM PORTO ALEGRE

Porto Alegre
Dezembro, 2019.

LEONARDO EHLERT MARTINI

**ESTUDO DE CASO: PROJETO E EXECUÇÃO DA FACHADA VENTILADA
DA SEDE DA UNISINOS EM PORTO ALEGRE**

Projeto de Pesquisa do Trabalho de Diplomação a ser 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 Engenharia Civil.

Orientadora: Cristiane Sardin Padilla de Oliveira

Porto Alegre
Dezembro, 2019.

LEONARDO EHLERT MARTINI

ESTUDO DE CASO: PROJETO E EXECUÇÃO DA FACHADA VENTILADA DA SEDE DA UNISINOS EM PORTO ALEGRE

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, 17 de Dezembro de 2019

BANCA EXAMINADORA

Prof. Cristiane Sardin Padilla de Oliveira (UFRGS)
Dr^a pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Orientadora

Prof. José Alberto Azambuja (UFRGS)
Dr. pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

Eng. Deividi Maurenre Gomes da Silva (UFRGS)
Mestre pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

RESUMO

O sistema de fachada ventilada é uma metodologia construtiva pouco utilizada no Brasil, contudo uma edificação com esse tipo de técnica tem um bom desempenho, sobretudo em relação a eficiência energética, pois gera um melhor conforto térmico e acústico no prédio. Primeiramente, foi feita uma pesquisa sobre os tipos de materiais e os métodos utilizados nesse processo, entre eles: os tipos de revestimentos externos, os sistemas de fixação e os isolantes térmicos. Além disso, foi estudado o desenvolvimento do projeto e da execução de um sistema de fachada ventilada. E ainda, uma análise sobre a segurança contra o fogo. Por último, foi realizado um estudo de caso de um complexo com prédios em que foram executados esse procedimento, no campus da Porto Alegre da Unisinos através de uma entrevista com o diretor técnico da empresa responsável pelo projeto e execução do empreendimento.

Palavras-chave: Sistema de fachadas ventiladas; Métodos construtivos; Efeito-chaminé.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Componentes de um Sistema de Fachada Ventilada.	13
(Fonte: SILVA, 2015, p.05).Figura 2: Corte esquemático de uma fachada ventilada... 13	
Figura 3: Tipos de painéis cerâmicos e sistemas de fixação.....	15
Figura 4: Placas de revestimento de Grês Porcelanato.	16
Figura 5: Fixação da placa de grês porcelanato.....	17
Figura 6: Sistema revestido com pedra natural.	18
Figura 7: Sistema de fixação pontual.....	19
Figura 8: Esquema das lâminas do painel fenólico.....	20
Figura 9: Sistema executado com painéis fenólico.....	20
Figura 10: Fachada ventilada com revestimento em madeira.....	21
Figura 11: Estrutura de placa de alumínio composto.....	22
Figura 12: Edificação como fachada de ACM.....	22
Figura 13: Sistema de revestimento de vidro com função estrutural.....	23
Figura 14: Sistema de revestimento de vidro sem função estrutural.....	23
Figura 15: Prédio com fachada de vidro.....	24
Figura 16: Ancoragem por cavilhas em juntas verticais e horizontais.....	25
Figura 17: Detalhe de fixação com cavilhas.....	26
Figura 18: Esquema de ancoragem pelo tardo.	26
Figura 19: Detalhes da fixação pelo tardo.....	26
Figura 20: Fixação de placas leves pelo tardo.....	27
Figura 21: Fixação de placas pesadas por suspensão.....	27
Figura 22: Subestrutura de fixação contínua em aço inoxidável.....	28
Figura 23: Subestrutura de fixação de placas com grampos.....	29
Figura 24: Sistema sobreposto. Fixação com sistema visível.....	29
Figura 25: Sistema de ancoragem linear.....	30
Figura 26: Sistema de fixação do tipo moldura.....	30
Figura 27: Ancoragem com sistema de encaixe.....	31
Figura 28: Placas de EPS utilizada como isolante térmico.....	32
Figura 29: Execução de isolante térmico de XPS.....	32
Figura 30: Mantas de lã de rocha utilizadas como isolante térmico.....	33
Figura 31: Espuma de poliuretano projetado.....	34

Figura 32: Requisitos de desempenho a ser considerado em projeto.....	37
Figura 33: Mesas de corte longitudinal e transversal (esq.) e de nível (dir.).	39
Figura 34: Grua para carregamento vertical.....	40
Figura 35: Balancim elétrico para equipe de produção.	40
Figura 36: Andaime fachadeiro.....	41
Figura 37: Utilização de calços na fixação de ancoragens.	42
Figura 38: Instalação do isolante térmico.	43
Figura 39: Fixação dos perfis.	43
Figura 40: Barreira corta-fogo do tipo rufo.	47
Figura 41: Sistema corta-fogo.....	47
Figura 42: Mecanismo do sistema corta-fogo.	48
Figura 43: Espaço de convivência do complexo	50
Figura 44: Perguntas realizadas ao entrevistado.....	52
Figura 45: Prancha de detalhamento.....	53
Figura 46: Placa cerâmica extrusada Favegrup modelo bersal com 16 mm espessura .	57
Figura 47: Placa cerâmica extrusada Favegrup modelo bersal com 28 mm espessura .	57
Figura 48: Placa cerâmica extrusada Favegrup modelo grageira.....	58
Figura 49: Projeto de paginação da fachada ventilada do teatro	59
Figura 50: Imagem do local terminado	59
Figura 51: Projeto do detalhamento do sistema de fixação	60
Figura 52: Imagem do sistema de fixação executado.....	60
Figura 53: Catálogo do isolante térmico	61
Figura 54: Certificação dos testes do isolante térmico	62

LISTA DE SIGLAS

ART – Anotação de Responsabilidade Técnica

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

ACM – AluminiumComposite Material. Material de alumínio composto

EPS–Expandedpolystyrene.Poliestireno expandido moldado

HDF – High DensityFiberboard. Painéis de elevada densidade

MDF – MediumDensityFiberboard. Painéis de densidade média

NBR – Norma Brasileira

RRT – Registro de Responsabilidade Técnica

OSB – OrientedStrendBoard. Painéis de aparas médias

UV – Ultravioleta

XPS – ExtrudedPolystyrene.Poliestireno expandido extrudido

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. DIRETRIZES DE PESQUISA	11
2.1 OBJETIVOS	11
2.1.1 Objetivo principal	11
2.1.2 Objetivos secundários	11
2.2 PRESSUPOSTO	11
2.3 PREMISSA	12
2.4 DELIMITAÇÕES.....	12
2.5 LIMITAÇÕES	12
2.6 DELINEAMENTO	12
3. FACHADA VENTILADA	13
3.1 SISTEMA DE FACHADA VENTILADA.....	13
3.2 REVESTIMENTO EXTERIOR	14
3.2.1 Painéis Cerâmicos	15
3.2.2 Placa Grés porcelanato	16
3.2.3 Pedras Naturais	17
3.2.4 Placas Fenólicas.....	19
3.2.5 Madeira	20
3.2.6 Alumínio Composto.....	21
3.2.7 Vidro.....	22
3.3 SISTEMAS DE FIXAÇÃO.....	24
3.3.1 Ancoragens Pontuais.....	25
3.3.2 Ancoragens Contínuas	28
3.4 ISOLANTES TÉRMICOS	31
3.4.1 Poliestireno Expandido Moldado.....	32
3.4.2 Poliestireno Expandido Extrudido	32
3.4.3 Lã de Rocha	33
3.4.4 Poliuretano.....	33
4. PROJETO E EXECUÇÃO DE FACHADA VENTILADA	35
4.1. PROJETO DE FACHADA VENTILADA.....	35
4.2. EXECUÇÃO DE FACHADA VENTILADA.....	37
4.2.1 Instalação do canteiro	38

4.2.2 Equipamentos de execução	39
4.2.3 Métodos executivos	41
4.2.3.1 Fixações das ancoragens	41
4.2.3.2 Instalação do isolante térmico	42
4.2.3.3 Fixações de perfis	43
4.2.3.4 Instalação do revestimento externo	44
4.2.3.5 Câmara de ar	44
4.2.3.6 Acabamento e arremate	44
4.3 SEGURANÇA CONTRA O FOGO	45
5. ESTUDO DE CASO: ANÁLISE DA EXECUÇÃO	49
5.1 UNISINOS	49
5.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	51
5.3 ANÁLISE DA ENTREVISTA	53
5.3.1 A empresa executora e sua relação com sistema de fachadas ventiladas	54
5.3.2 O processo decisório da Unisinos	55
5.3.3 O processo de execução da obra	56
5.3.4 Materiais utilizados na fachada ventilada	57
5.3.5 Mão-de-obra especializada	62
5.3.6 O sistema de fachadas ventiladas no mercado brasileiro	63
5.3.7 Perspectivas para o futuro	63
5.4 DESEMPENHOS DO SISTEMA	64
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	66
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	69

1. INTRODUÇÃO

Com novas tecnologias na construção civil, busca-se aperfeiçoar os sistemas construtivos para um melhor desempenho das edificações. A fachada é a identidade de uma edificação e associar questões estéticas com funcionais na fachada é um grande avanço para conseguir alinhar essas duas características. O sistema de fachada ventilada é amplamente utilizado em países da Europa, usado há mais de 30 anos, mas que no Brasil está em processo de introdução (TÉCHNE, 2009). Essa solução é considerada uma inovação construtiva tanto no aspecto funcional como na questão estética (CARNEIRO, 2015).

Esse sistema consiste em um revestimento não aderido ao corpo da edificação fazendo o uso de uma subestrutura metálica de fixação dos painéis no corpo do prédio. Dessa maneira, cria-se uma câmara de ventilação entre o revestimento e a vedação do edifício que devido ao aquecimento do ar nesse espaço ocorre um “efeito chaminé” que gera uma ventilação contínua. Essa troca de ar permanente na câmara garante um maior conforto ambiental dentro do edifício, sobretudo em relação ao conforto térmico, pois se conserva a temperatura interna, dispensando o uso contínuo de equipamentos de climatização refrigerado. Além disso, o sistema evita a saída do ar quente conservando a temperatura ambiente, diminuindo o uso de aquecedores de ar.

No ponto de vista estético, a fachada é por excelência um elemento de valorização de um edifício. Além de invólucro, a fachada é a imagem, é o primeiro impacto, que apresente um aspecto visual e estético agradável e atraente (DUTRA, 2010).

A escolha do tipo de sistema de fachada tem um papel importante no desempenho final da edificação, não somente pela identidade, mas principalmente porque é um dos elementos construtivos mais propensos à ocorrência de manifestações patológicas e ocorrências de anomalias tanto externa como internamente.

Logo, a escolha desse sistema é importante pois exalta tanto pelas qualidades de eficiência energética, beleza, resistência, potencial criativo e conforto, os quais são argumentos que promovem as especificações entre os profissionais da indústria da construção civil.

2. DIRETRIZES DE PESQUISA

As diretrizes para a elaboração do trabalho são descritas nos itens a seguir.

2.1 OBJETIVOS

Os objetivos deste presente trabalho são divididos em principal e secundários, conforme descritos abaixo.

2.1.1 Objetivo principal

A presente pesquisa tem por objetivo buscar dados e reunir um material explicativo sobre projeto e execução de fachadas ventiladas. Analisando a execução da fachada ventilada do complexo educacional do *campus* da Unisinos em Porto Alegre a partir de um estudo de caso.

2.1.2 Objetivos secundários

Os objetivos secundários deste trabalho resumem-se em:

- Levantar os tipos de materiais necessários para executar uma edificação com fachada ventilada, desde a estrutura de fixação até o material de revestimento final, além de outros dispositivos imprescindíveis;
- Conhecer, analisar e demonstrar o método de execução de um projeto de fachada ventilada, apresentando características e particularidades do método de execução desse sistema através do método de entrevista em profundidade com o arquiteto responsável técnico da execução da obra;

2.2 PRESSUPOSTO

Esse trabalho possui o pressuposto que a fachada ventilada é uma técnica construtiva de boa performance, porém muito pouco utilizado e conhecido no Brasil e que deveria ser mais explorado devido ao seu bom desempenho térmico.

2.3 PREMISSA

O bom desempenho térmico das fachadas ventiladas é uma propriedade interessante para uma edificação em um país com altas temperaturas anuais.

2.4 DELIMITAÇÕES

O trabalho delimita-se em estudar projetos e execuções de fachadas e analisar os dados de uma obra executada com essa técnica em Porto Alegre.

2.5 LIMITAÇÕES

A limitação do trabalho é o levantamento de dados da obra a ser estudada. É o quanto de informação que a empresa que executou a obra forneceu para o trabalho.

2.6 DELINEAMENTO

A etapa inicial do trabalho resumiu-se ao levantamento bibliográfico do tema, para possibilitar um estudo específico das técnicas construtivas e se há normas vigentes e quais são.

A edificação, com fachada ventilada que será estudada, foi executada em Porto Alegre e é a sede da Universidade do Vale dos Sinos na cidade de Porto Alegre – UNISINOS Porto Alegre.

Com os projetos fornecidos pela empresa executora, a visita ao local do empreendimento foi fundamental para adquirir materiais como fotografias e detalhes da execução e analisar o resultado final da obra.

A correlação do projeto com a execução do empreendimento mostra as características e particularidades do caso estudado e compara sistema dessa obra com outras que utilizam o mesmo método.

A expressão escrita final tem por objetivo estabelecer as considerações finais a respeito do tema e reunir todos os dados investigados e demonstrar o resultado final da execução de um projeto de fachadas ventiladas.

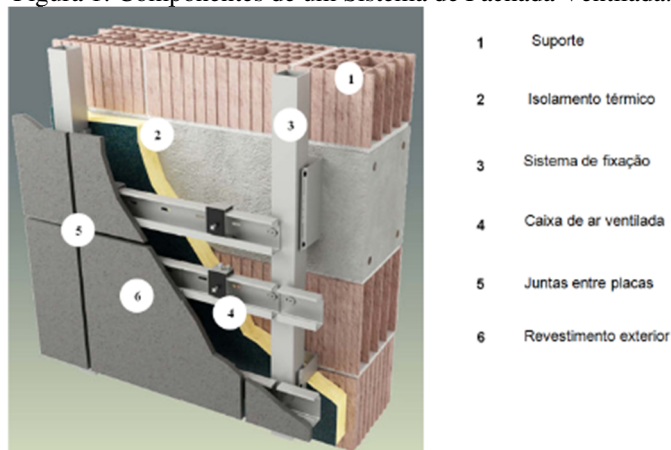
3. FACHADA VENTILADA

Nesse capítulo será apresentado o sistema de fachada ventilada, incluindo todas as estruturas auxiliares que a compõem, entre elas o revestimento exterior com placas cerâmicas, a subestrutura de fixação de metal, o isolante térmico (nem sempre utilizado), a câmara de ar e a camada de impermeabilização na superfície externa da parede de vedação da edificação. Além disso, apontar os cuidados necessários quanto a segurança contra incêndios, e ainda, as vantagens e desvantagens da utilização de fachadas ventiladas

3.1 SISTEMA DE FACHADA VENTILADA

Fachada ventilada é um sistema de revestimento externo caracterizado pela existência de uma camada isolante sobre a vedação e uma camada externa de revestimento, composta de painéis modulares, fixada na edificação por uma estrutura metálica (KISS, 1999) e entre essas duas camadas um espaço vazio que permita uma ventilação contínua por efeito chaminé. Também podemos designar fachada ventilada como sendo um sistema composto por placas ou painéis fixados externamente ao edifício por uma subestrutura auxiliar constituindo-se no revestimento externo ou na vedação vertical exterior (SIQUEIRA JUNIOR, 2013), como mostra a figura a seguir. É um sistema construtivo consolidado com grande aceitação entre arquitetos e construtores, verificando-se uma grande evolução tecnológica desta solução construtiva (SILVA, 2015).

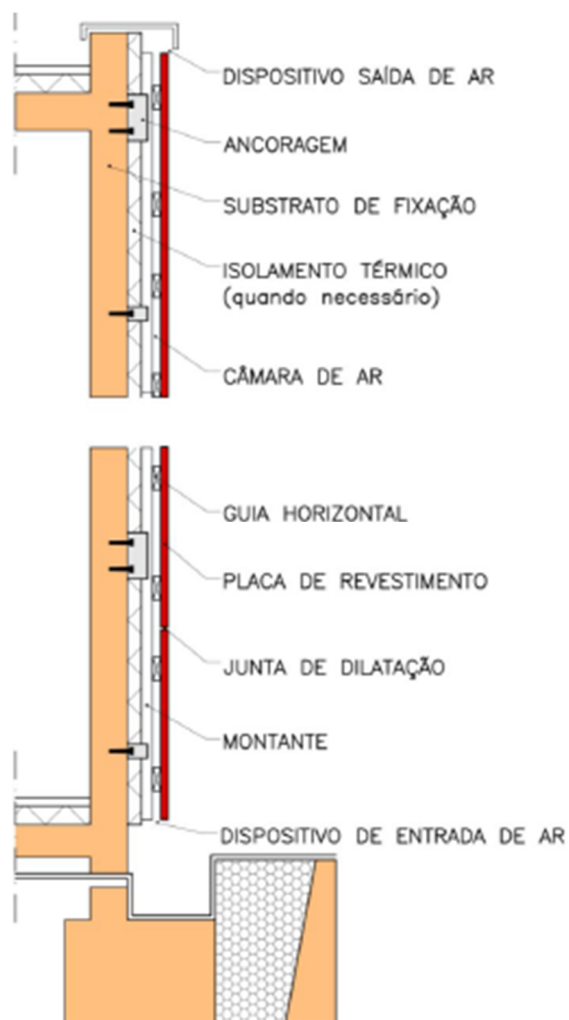
Figura 1: Componentes de um Sistema de Fachada Ventilada.



(Fonte: SILVA, 2015, p.5).

A Figura a seguir mostra um corte esquemático de uma edificação com o sistema de fachada ventilada, demonstrando os dispositivos de entrada e saída de ar e a vista dos componentes da estrutura.

Figura 2: Corte esquemático de uma fachada ventilada.



(Fonte: CARNEIRO2015, p. 4).

3.2 REVESTIMENTO EXTERIOR

O material de revestimento tem função estética e de proteção da parede externa do edifício, pois é o primeiro elemento em contato com o exterior. Logo o revestimento da fachada ventilada deve satisfazer as mesmas exigências funcionais que qualquer outro revestimento de parede. Ou seja, sua principal função é proteger a parede da edificação dos diversos agentes agressivos, contribuir para a estanqueidade da parede e proporcionar um efeito decorativo mantendo-se limpo ou que seja de fácil limpeza.







3.2.1 Painéis Cerâmicos

São diversos os tipos de materiais que utilizados como revestimento externo de fachadas ventiladas, cada um com sua particularidade. No Brasil, as principais empresas que executam esse tipo de técnica utilizam placas cerâmicas extrusadas. Contudo, serão analisados e tratados nesse capítulo todos os materiais e suas características.

O sistema mais comum para aplicação de uma fachada ventilada em cerâmica é composto por perfis de suporte que são fixados ao pano de parede devidamente isolado pelo exterior. Os painéis são posteriormente acoplados aos perfis por encaixes metálicos e/ou colagem (OLIVEIRA, 2011). Este revestimento de fachada apresenta-se vantajoso tanto do ponto de vista técnico e econômico como estético (SOUSA, 2010). A fachada ventilada em cerâmica é um sistema muito eficiente em relação ao comportamento higrotérmico de um edifício. 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 e facilidade de manutenção (CONSTRULINK, 2006). A figura a seguir mostra os tipos de placas cerâmicas utilizadas nesse método.

Os sistemas de fixação mais empregados para este tipo de material são a ancoragem por grampos, linear, no tardo ou por sistemas de encaixe. A ancoragem no tardo pode ser fixada por parafusos ou por uma solução mista de parafusos com reforço de cola. Estas fixações são tanto aplicáveis a ladrilhos como a lâminas cerâmicas (SOUSA, 2010). Tipos de fixações de painéis cerâmicos:

Figura 3: Tipos de painéis cerâmicos e sistemas de fixação.

	Forma	Fixação	Forma	Fixação
Placa ou Lâmina		<ul style="list-style-type: none"> - Ancoragem por grampos - Ancoragem Linear 		<ul style="list-style-type: none"> - Ancoragem por grampos - Sistema de encaixe
Lâmina		<ul style="list-style-type: none"> - Fixação para lâminas fixas 		<ul style="list-style-type: none"> - Fixação para lâminas fixas - Fixação para lâminas móveis
Placas sobrepostas		<ul style="list-style-type: none"> - Ancoragem por grampos 		<ul style="list-style-type: none"> - Ancoragem por grampos

(Fonte: SOUSA 2010, p.39).

3.2.2 Placa Grés porcelanato

A produção desse material teve início nos anos 80 e causou uma profunda mudança no setor da indústria cerâmica. O avanço tecnológico na produção do grés porcelanato possibilitou a introdução de um novo produto no mercado da construção civil com características distintas das placas cerâmicas (CUNHA, 2006).

A NBR 15463 (ABNT, 2013) define porcelanato como sendo “placa cerâmica para revestimento com baixa porosidade e elevado desempenho técnico. Pode ser esmaltada ou não, polida ou natural, retificada ou não retificada.” As principais características desse material são a elevada resistência à abrasão, o baixo teor de absorção de água, a elevada resistência mecânica, a elevada dureza, uniformidade de cores e facilidade na manutenção, sua aplicação em fachadas tem inúmeras vantagens como citado acima além da possibilidade de produção de peças com grande precisão dimensional, com espessuras a partir de 8mm e dimensões até 1200 mm x 1200 mm (CUNHA, 2006).

Figura 4: Placas de revestimento de Grés Porcelanato.



(Fonte: CUNHA, 2006, p. 30).

Existem dois tipos de sistemas de fixação para essas placas, diferem essencialmente na forma de fixação, visível ou oculto. O acoplamento visível é uma solução mais versátil, flexível e econômica pois não necessita de nenhum manuseamento prévio. Já o acoplamento oculto usa uma estrutura de fixação composta por ganchos de ancoragens fixados no tardo da placa que são fixados nas estruturas por perfis verticais, os montantes, e perfis horizontais, as travessas. Também existem placas com o tardo com recortes para encaixar nos perfis metálicos.

Figura 5: Fixação da placa de grês porcelanato.



(Fonte CUNHA, 2006, p.32).

3.2.3 Pedras Naturais

As placas em pedra natural apresentam-se como uma solução de elevada resistência e durabilidade sendo o material de revestimento que menos industrialização requer (DIREITO, 2011). Revestimentos com esses materiais são uma solução versátil, de origem natural e apresentam elevada durabilidade e resistência. As principais dificuldades desse elemento consiste em prever com precisão o seu comportamento frente às diferentes solicitações físicas que vai estar exposto durante a vida útil, sobretudo

o comportamento face a ação da chuva, pois materiais pétreos absorvem rapidamente a água por capilaridade e eliminam de forma lenta por evaporação. A retenção de água nos poros da pedra pode afetar a sua durabilidade visto que a água dissolve as substâncias constituintes da pedra que quando transportado para a superfície dão origem a eflorescências o que diminui a durabilidade das peças (OLIVEIRA, 2011). Assim, durante a escolha do material pétreo para revestimento, é essencial ter em conta as suas características de impermeabilidade e comportamento face às ações dos agentes agressivos do meio ambiente.

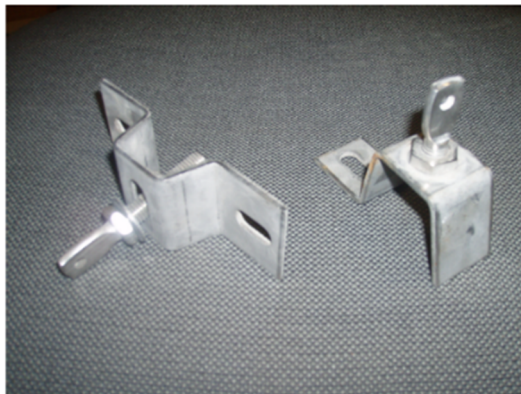
Figura 6: Sistema revestido com pedra natural.



(Fonte: OLIVEIRA, 2011, p.35).

Nesse tipo de revestimento, a fixação das placas é feita quase que exclusivamente por ancoragens pontuais encaixadas através de perfurações executadas na sua espessura o que evita quase por completo a estrutura auxiliar de suporte. Esta condição diminui o custo do sistema de fachada ventilada mas aumenta significativamente a quantidade de fixações (CUNHA, 2006). A figura a seguir mostra o sistema de fixação pontual.

Figura 7: Sistema de fixação pontual.



(Fonte: CUNHA, 2006, p.25)

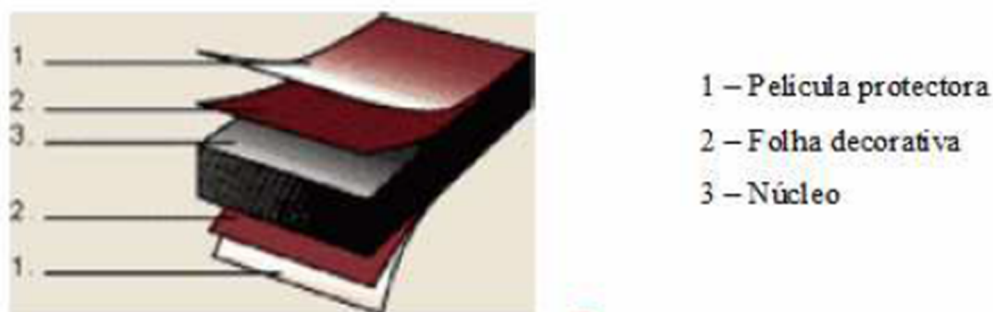
3.2.4 Placas Fenólicas

Placas fenólicas são constituídas por lâminas de papel impregnadas com resina fenólica, que age como um adesivo de alta resistência, reforçadas por várias camadas de fibras e celulose, tais como folhas de papel ou madeira natural. Após o tratamento com elevadas temperaturas e pressões essas camadas se fundem e endurecem, conferindo às placas elevada rigidez e grande resistência química e mecânica. Além disso, as principais vantagens são a regularidade dos painéis, o baixo peso, facilidade de limpeza, resistência à radiação UV e a variedade de cores e acabamento (RIBEIRO, 2010). As espessuras podem variar entre 6 e 20 mm e são normalmente de grandes dimensões (DIREITO, 2011).

Estes painéis são constituídos basicamente por três partes, segundo (MENDES, 2012):

- O núcleo é composto por folhas de papel kraft e resina fenólica, responsável por conferir estabilidade e rigidez ao material;
- A folha decorativa é uma folha de papel dotada de algum desenho ou de uma folha de madeira natural, impregnada por resina melamínica que confere à placa elevada resistência à abrasão;
- A película protetora (overlay) de resina melamínica que confere à placa elevada resistência à abrasão.

Figura 8: Esquema das lâminas do painel fenólico.



(Fonte: MENDES, 2009, p.12).

Este tipo de revestimento externo é bastante versátil, devido a sua resistência a agentes químicos agressores são uma opção tanto para ambientes externos quanto internos (MENDES, 2009).

Figura 9: Sistema executado com painéis fenólicos.



(Fonte: OLIVEIRA, 2011, p.36)

3.2.5 Madeira

Para utilizar como revestimento externo no sistema de fachada ventilada, a madeira bruta passa por um processo de modificação, que consiste em retirar a maior parte da umidade da madeira como a elevação da temperatura, para o material manter-se inalterado mesmo em condições adversas. Essa solução faz com que o material tenha melhor resistência frente as condições do meio externo. Este tratamento modifica as propriedades da madeira tornando-a mais leve, escurecida, aumentando a resistência

térmica e a resistência à deterioração e diminuindo sua capacidade de absorção de água (CONSTRULINK, 2006).

Figura 10: Fachada ventilada com revestimento em madeira.



(Fonte: SOUSA, 2010, p.41)

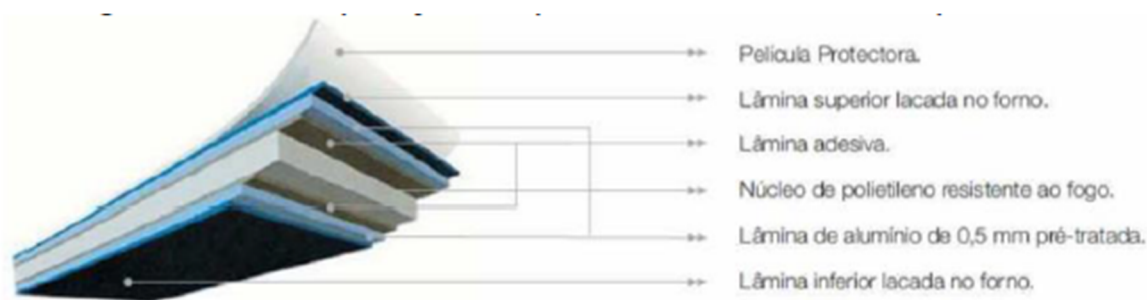
Os tipos de madeiras utilizadas em fachadas podem ser de dois grupos: madeira maciça e derivados de madeira. As madeiras maciças são designadas como madeiras modificadas pois passam por processos para aumentar sua resistência. O que limita o uso desses revestimentos são as dimensões dos elementos que estão restringidos pelo tamanho do tronco (CAUSS, 2014).

Os derivados de madeiras podem ser de diversos tipos, entre eles aplicados em fachadas: são os contraplacados, os painéis aglomerados, os painéis de aparas de madeira (OSB), os painéis de densidade média (MDF), as placas de elevada densidade (HDF) e os painéis de partículas de madeira aglutinadas com cimento, cada com um determinado tipo de revestimento e fixação característico (SOUSA, 2010).

3.2.6 Alumínio Composto

A grande vantagem de utilizar metal como placas de revestimento é o fato desse material ter grande maleabilidade e plasticidade. O principal metal utilizado em sistemas de fachadas ventiladas é o alumínio composto, conhecido como placas de ACM (*Aluminium Composite Material*) que são combinações de duas chapas de alumínio com um núcleo de polietileno que garante a rigidez das placas. Estas estão disponíveis em diversas espessuras (entre 3 e 10 mm) e diversos tipos de cores (MENDES, 2009).

Figura 11: Estrutura de placa de alumínio composto.



(Fonte: MENDES, 2009, p.08).

O ACM tem diversas motivações para a sua utilização, esses perfis são empregados para construir subestruturas e elementos de acabamento e podem ser fixados à subestrutura com encaixes que permitem a perfeita regulação e adaptação ao pareamento com um resultado estético obtido bastante satisfatório resultando em fachadas com linhas polidas e acabamento de alta qualidade (CONSTRULINK, 2006). Além de ter características especiais quanto ao desempenho, tais como: resistência aos agentes atmosféricos e resistência à corrosão por agentes químicos e baixo impacto ambiental (CARDOSO, 2009).

Figura 12: Edificação como fachada de ACM.



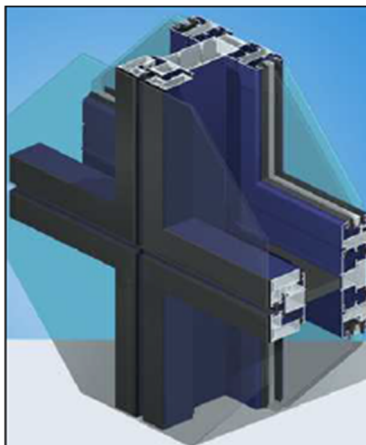
(Fonte: OLIVEIRA, 2011, p. 33).

3.2.7 Vidro

A fachada ventilada de vidro é semelhante visualmente a uma fachada cortina, a única diferença é o sistema construtivo (CONSTRULINK, 2006). Esse material como revestimento exterior pode ter função estrutural, nesse caso o suporte fica totalmente

oculto quando observado do exterior, nesse caso o sistema é composto por perfis de suporte com vidro duplo na parte interior e vidro simples na face exterior dos perfis de suporte com a câmara de ar entre eles (CARDOSO, 2009).

Figura 13: Sistema de revestimento de vidro com função estrutural.



(Fonte: CARDOSO, 2009, p. 40).

Quando essa solução não apresente função estrutural, ele é constituído de apenas uma capa exterior, geralmente em vidro laminado, e fixado por perfis metálicos em que a câmara de ventilação fica entre a alvenaria e o revestimento de vidro (CARDOSO, 2009).

Figura 14: Sistema de revestimento de vidro sem função estrutural.



(Fonte: DIREITO, 2011, p.18).

É possível, dependendo do estilo do projeto arquitetônico e do efeito visual desejado, utilizar vidros com diferentes acabamentos, tais como: translúcido, impresso, reflexivo, temperado ou armado (DIREITO, 2011).

Figura 15: Prédio com fachada de vidro.



(Fonte: CARNEIRO, 2015, p.29).

3.3 SISTEMAS DE FIXAÇÃO

Os sistemas de fixação de um sistema de fachada ventilada têm como função transmitir ao suporte as cargas relacionadas ao revestimento exterior. Existem diversas soluções para fixação das placas da fachada ventilada (RIBEIRO, 2010). Essa fixação mecânica pode ser pontual que é fixa diretamente na alvenaria estrutural ou contínua por intermédio de uma subestrutura (estrutura intermediária), geralmente de aço inoxidável que possui uma maior resistência aos agentes exteriores, com componentes verticais e horizontais e com acoplamento oculto ou visível (SOUSA, 2010).

A durabilidade das fixações deve ser idêntica à do suporte uma vez que estas não são acessíveis para manutenção periódica, devendo estar previstos tratamentos adequados contra a corrosão ou outros processos de degradação (RIBEIRO, 2010).

O dimensionamento de toda a estrutura de fixação deve ser bem calculado em projeto para evitar a transmissão de cargas ao revestimento exterior e comprometer seu desempenho. As cargas resultantes do efeito do vento e impactos que o sistema está sujeito a receber devem ter atenção especial para garantir a integridade de toda a fachada ventilada. Esses dados ajudarão a estabelecer o tamanho e espessura dos painéis; o

tamanho, número e espaçamento das fixações; a necessidade e localização de outros acessórios (MENDES, 2009).

3.3.1 Ancoragens Pontuais

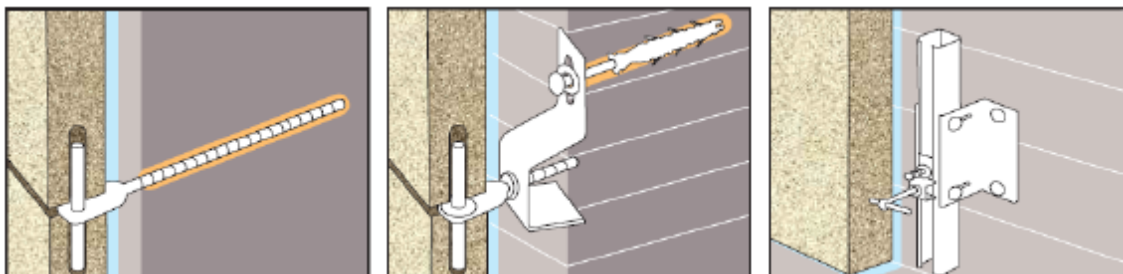
As ancoragens pontuais são diretamente fixadas na estrutura por meio de perfurações, não sendo necessárias estruturas de suporte auxiliar. Esse sistema tem menor custo, porém com uma grande quantidade de fixações ancoradas diminui a produtividade e a versatilidade dessa solução (DUTRA, 2010). Os sistemas de fixação pontual exigem um suporte com resistência em toda a sua extensão, apenas é utilizado em revestimentos com pequenas dimensões faciais e devem ser colocadas juntas de topo (OLIVEIRA, 2011).

As fixações pontuais podem ser do tipo mecânico ou químico. As fixações químicas são feitas utilizando resinas dentro da camisa como elementos de união da ancoragem na estrutura. É um tipo técnica mais moderna e apropriada do que as fixações com argamassa, é de mais fácil uso e minimiza a entrada de água (DUTRA, 2010).

Já as fixações mecânicas utilizam argamassa para aplicar os fixadores na parede e suporte e possuem diferentes opções no mercado, como por exemplo:

- Fixação por cavilhas: semelhante a um prego em que o suporte ocorre pela resistência transversal ao corte e utiliza parafusos e buchas como acessórios, os fixadores podem ser aplicados tanto nas juntas horizontais quanto nas verticais. Esse sistema é utilizado em revestimentos leves (SOUSA, 2010).

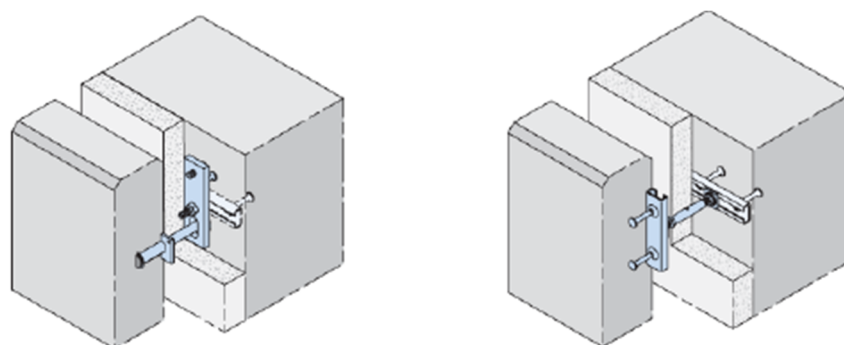
Figura 16: Ancoragem por cavilhas em juntas verticais e horizontais.



(Fonte: SOUSA, 2010, p.46).

Fixação pelo tardez é uma solução com grande diversidade de sistemas que são escolhidos em função do revestimento que ele irá suportar. Em revestimentos leves são aplicados fixação de pernos ajustáveis que exercem uma pressão radial contra as paredes de furação (SOUSA, 2010).

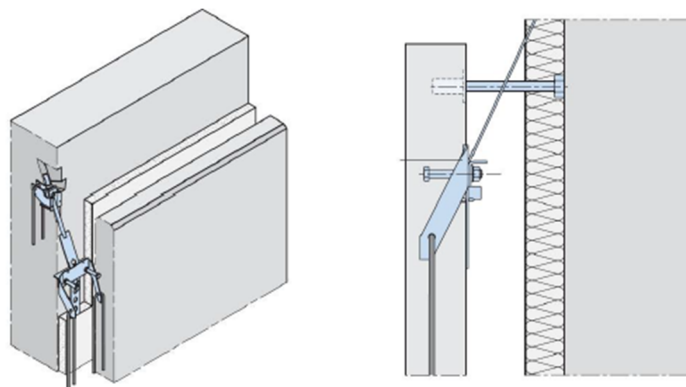
Figura 20: Fixação de placas leves pelo tardez.



(Fonte: SOUSA, 2010, p.47).

Para painéis pesados, a fixação é feita pela suspensão de painéis através de um perfil com sistema com porcas e parafusos no revestimento, uma solução que garante a resistência às ações horizontais e a criação da caixa de ar (SOUSA, 2010).

Figura 21: Fixação de placas pesadas por suspensão.



(Fonte: SOUSA, 2010, p.48).

3.3.2 Ancoragens Contínuas

A fixação contínua é executada com estruturas intermediárias (subestruturas), é uma solução com implantação mais rápida que a fixação por ancoragem pontual e é mais robusta, pois pode receber vários tipos de revestimentos (DUTRA, 2010). As subestruturas podem ser constituídas de madeira ou aço inoxidável, sendo o segundo comumente mais utilizado por ser mais durável e resistente (DIREITO, 2011).

Figura 22: Subestrutura de fixação contínua em aço inoxidável.

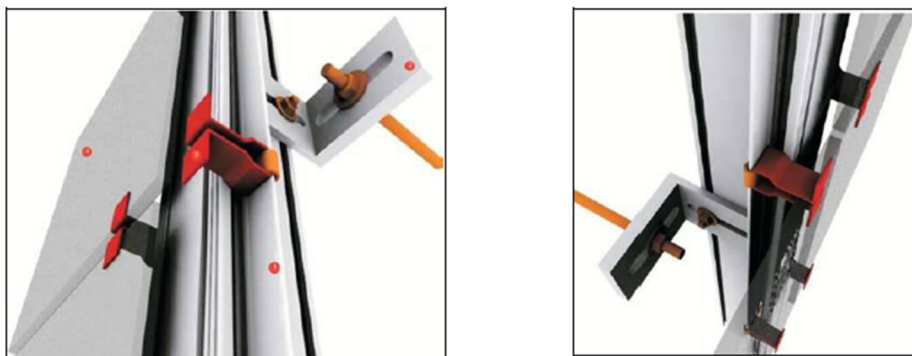


(Fonte: DIREITO, 2011, p.24).

A escolha de um determinado tipo de fixação depende do tipo de revestimento exterior determinado em projeto. Em revestimentos de menor espessura, geralmente são utilizados encaixes visíveis ao exterior para fixar o painel no perfil, já para placas de maior espessura – superior a 20 mm – são utilizados encaixes ocultos. A seguir alguns exemplos de fixação dos painéis na subestrutura.

-Fixação com grampos de aço inoxidável: são encaixes visíveis utilizados em placas de pequena espessura, têm a função de segurar as placas unindo-as no perfil metálico. São usualmente da mesma cor do revestimento para diminuir o impacto visual. Uma solução inicialmente criada para utilizar em cerâmicos, porém pode ser aplicado em outros revestimentos (DUTRA, 2010).

Figura 23: Subestrutura de fixação de placas com grampos.



(Fonte: DUTRA, 2010, p.42).

-Sistema sobreposto: outro tipo de sistema visível e para placas de pequena espessura, é o processo mais adequado para garantir a estanqueidade das juntas. As placas são fixadas através de sobreposição sucessiva das mesmas, cobrindo assim toda a superfície da fachada. Sistema criado para utilizar em cerâmicos, contudo pode adequar-se a revestimentos de pedra natural delgada e a placas de alumínio (DUTRA, 2010).

Figura 24: Sistema sobreposto. Fixação com sistema visível.



(Fonte: DUTRA, 2010, p.42).

-Ancoragem linear: tem um funcionamento bastante semelhante à fixação por grampos, porém é aplicado a revestimentos pesados com espessura suficiente para ter um entalhe na placa para encaixar na ancoragem. É um tipo de fixação oculta, ou seja, os encaixes de fixação não estão visíveis (SOUSA, 2010).

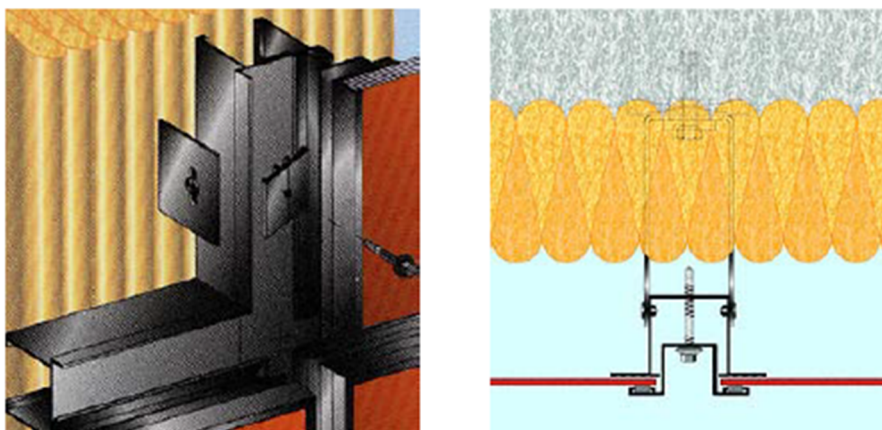
Figura 25: Sistema de ancoragem linear.



(Fonte: DIREITO, 2011, p.24).

-Moldura: é uma solução utilizada para revestimento externo de vidro ou metálico, a fixação é feita pela pressão dos dois perfis através de parafuso. É um sistema bastante estanque, pois a interface entre os perfis é preenchida com silicone (SOUSA, 2010).

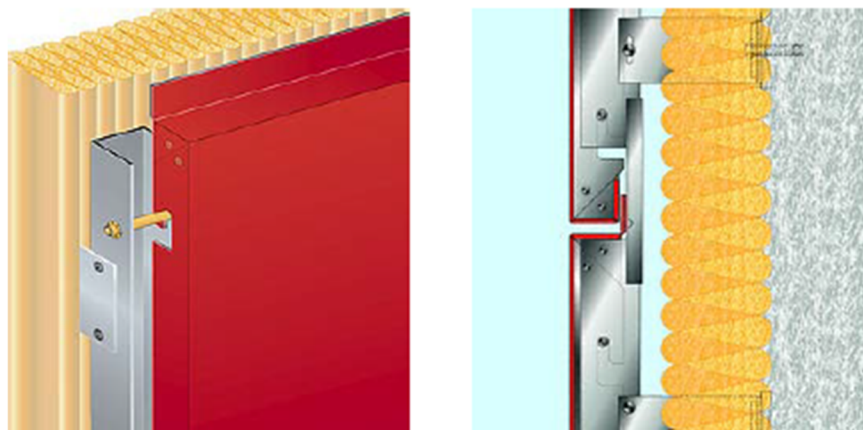
Figura 26: Sistema de fixação do tipo moldura.



(Fonte: SOUSA, 2010, p.50).

-Sistema de encaixe: é um sistema muito eficiente, pois acelera a montagem das fachadas reduzindo o tempo de execução. Pode ser utilizado para fachadas cerâmicas ou de metal. Os painéis são pré-fabricados com nervuras no contorno ou no tardo que permitem a fixação através das dobras ou entalhes. Um sistema que pode ser utilizado com placas de dimensões variadas (SOUSA, 2010).

Figura 27: Ancoragem com sistema de encaixe.



(Fonte: SOUSA, 2010, p.50).

3.4 ISOLANTES TÉRMICOS

O sistema de fachada ventilada tem como principal apreço a redução do consumo energético e consequentemente a melhoria do conforto térmico dentro da edificação. Para isso é essencial envolver o corpo do edifício com isolante térmico reduzindo as necessidades de aquecimento e arrefecimento do ambiente (DUTRA, 2010). Esse material tem como função reduzir a transferência de calor onde ele está localizado. Para ser utilizado nesse sistema o isolante deve ter características tais como: boa resistência mecânica, não combustível, com baixa permeabilidade ao vapor d'água e não higroscópico (RIBEIRO, 2010).

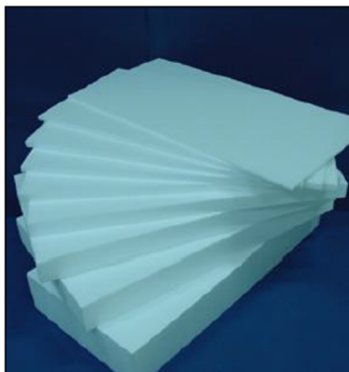
Segundo CARDOSO (2009), pode-se analisar o desempenho do isolamento térmico em dois estágios de utilização: verão e inverno. No verão o calor proveniente do exterior é transferido do revestimento exterior para a câmara de ar e sobe provocado pelo efeito chaminé e é eliminada pelo sistema de fachada ventilada e apenas uma parcela desse calor transpõe o isolamento térmico e entra no interior da edificação. No inverno, o calor proveniente do interior da edificação produzido essencialmente por sistemas de aquecimento e/ou calefações tem a dissipação dificultada devido ao isolante térmico presente no corpo da edificação.

Existem diversos tipos de materiais que podem ser utilizados como isolantes térmicos no sistema de fachada ventilada, são classificados em pré-fabricados, como a lã de rocha e o poliestireno expandido moldado ou os projetados in loco, como por exemplo, o poliuretano. A seguir estão relacionados os principais tipos de isolamentos utilizados.

3.4.1 Poliestireno Expandido Moldado

O poliestireno expandido moldado (EPS) é um dos materiais mais utilizados para isolamento térmico devido as várias vantagens, tais como: baixa condutibilidade térmica, leveza e fácil manuseio e por ser totalmente inócuo (DUTRA, 2010).

Figura 28: Placas de EPS utilizada como isolante térmico.



(Fonte: DUTRA, 2010, p.19).

3.4.2 Poliestireno Expandido Extrudido

O poliestireno expandido extrudido (XPS) é uma placa rígida de espuma com estrutura celular fechada obtida por um processo de extrusão, tornando-o um produto com absorção de água e umidade praticamente nula. Tem características que satisfazem as necessidades de um isolante térmico para esse sistema, como por exemplo: elevada resistência a agentes químicos, elevada resistência à compressão, boa resistência para o manuseamento em obra devido ao baixo peso e boa durabilidade (DIREITO, 2011).

Figura 29: Execução de isolante térmico de XPS.



(Fonte: DIREITO, 2011, p. 21).

3.4.3 Lã de Rocha

É um isolante térmico muito utilizado e encontrado no mercado na forma de placa ou manta, provém de fibras minerais de rocha vulcânica. Além de possuir eficácia como isolante térmico é também um bom isolante acústico (DIREITO, 2011).

Como é um material com propriedades não combustíveis é assegurado total tranquilidade durante a montagem, aplicação e vida útil no sistema (DUTRA, 2010). A lã de rocha é menos recomendável se o material tem a possibilidade de estar em contato direto com a água, pois assim tem o seu desempenho prejudicado (SOUSA, 2010).

Figura 30: Mantas de lã de rocha utilizadas como isolante térmico.



(Fonte: DIREITO, 2011, p. 22).

3.4.4 Poliuretano

As espumas de poliuretano são obtidas através de equipamentos de projeção in loco aplicadas a alta pressão. É um produto recomendado para fachadas ventiladas, sobretudo para edifícios com grande área de fachada, pois é uma solução de rápida aplicação e assegura continuidade na aplicação sem juntas, possui ótima aderência a qualquer tipo de suporte.

A espuma de poliuretano é formada por células fechadas e estanques a água tendo assim boa eficiência como isolante térmico e como produto impermeável. Além de ter baixa permeabilidade ao vapor d'água gerando no isolante térmico uma boa resistência aos microrganismos evitando o desenvolvimento de fungos e bactérias (DIREITO, 2011).

Figura 31: Espuma de poliuretano projetado.



(Fonte: DIREITO, 2011, p.20).

Portanto, as opções disponíveis no mercado citadas acima, a recomendada para utilizar no sistema de fachada ventilada é a lã de rocha. Por ser a única incombustível e seguir todas as recomendações de segurança contra o fogo dessa metodologia.

4. PROJETO E EXECUÇÃO DE FACHADA VENTILADA

A elaboração de um projeto de qualidade é fundamental na engenharia civil para o bom desempenho de uma edificação. É de extrema importância, sobretudo, quando estão envolvidos sistemas complexos como é o sistema de fachadas ventiladas. Especialmente no Brasil que é um método novo que está em desenvolvimento. Além disso, tão importante quanto um bom projeto, a execução do mesmo deve ser feita conforme indicado e dentro das normas por ele estabelecido. Nesse capítulo será citadas as características de um projeto de fachadas ventiladas e apresentadas orientações para a execução.

4.1. PROJETO DE FACHADA VENTILADA

É consenso que um projeto de fachadas ventiladas tem duas fases distintas. Sendo uma delas a parte de análise de viabilidade, que envolve a escolha dos materiais e o custo do sistema em função das necessidades técnicas e estéticas. Ainda, na primeira fase se define os contornos gerais, os detalhes construtivos da obra e as especificações técnicas dos materiais que serão utilizados (DUTRA, 2010).

A segunda fase é o projeto para a produção do sistema propriamente dito visando a economia na construção, sem desperdício, e a eficiência para a execução (CUNHA, 2006).

Devido à singularidade de cada edificação, um produto diferente possui um projeto de construção diferente, logo não é possível na construção civil utilizar uma linha de montagem em série. Porém, muitos procedimentos de produção devem permanecer semelhantes em obras distintas, tendo em vista obter melhores rendimentos e organização e conseqüentemente mais lucro. Portanto, na segunda etapa, é necessário utilizar duas ferramentas de projeto, o projeto de execução e o projeto para gestão da obra. Os projetos de execução podem ser entendidos como a elaboração das estratégias gerais da produção, das normas de procedimento da execução, das metas de produtividade em cada etapa padrão e dos controles a serem verificados para cada tipo de processo construtivo utilizado pela empresa. O projeto para a gestão de obras é voltado para a descrição das etapas e métodos de execução, de forma a ampliar a atuação na produção dessas etapas (CUNHA, 2006).

Como todo sistema de produção, as fachadas são executadas após determinar padrões básicos pré-estabelecido. É necessário que tanto projetistas como executantes tenham pleno conhecimento da técnica devido à complexidade do sistema evitando que haja desvios maiores que os estabelecidos pelos fornecedores do sistema para não ocorrer adaptações devido a erros de concepção de projeto ou falha na execução (CUNHA, 2006).

É importante considerar os fatores construtivos que influenciarão no custo e desempenho final da edificação. Os principais aspectos que influenciam no sistema de fachada ventilada são: a base suporte de fixação, a necessidade e o tipo de isolante térmico no interior da câmara, a placa de revestimento, as dimensões e o tipo de câmara-de-ar, o tipo de fixação e material utilizado para ancoragem – todos componentes do sistema de fachada ventilada já citados no trabalho – e a interação dos mesmos com as demais características do prédio, a altura do pé direito dos pavimentos, altura total da edificação, entre outros (DUTRA, 2010). O quadro abaixo demonstra os principais requisitos que um projeto de fachada ventilada deve considerar para um bom desempenho do sistema:

Figura 32: Requisitos de desempenho a ser considerado em projeto.

REQUISITOS DE DESEMPENHO EM FACHADAS VENTILADAS ³	
SEGURANÇA	1 - Segurança estrutural - Resistência mecânica a cargas estáticas, dinâmicas e cíclicas decorrentes do uso normal ou abuso (peso próprio do revestimento e da estrutura de suporte, ação do vento, cargas oriundas de variações térmicas, cargas de impacto, fadiga provocada pelo vento); - Eficiência das ancoragens que ligam a estrutura de suporte à estrutura do edifício; - Eficiência do sistema de fixação das placas à estrutura de suporte; - Capacidade de absorver as deformações previstas em projecto.
	2 - Segurança ao fogo - Reacção ao fogo dos materiais escolhidos (combustibilidade e propagação de chama e liberação de gases e fumaça); - Resistência ao fogo de todo o sistema (integridade, estanqueidade e isolamento).
HABITABILIDADE	3 - Estanqueidade à água - Pouca absorção de água; - Eficácia na drenagem de águas pluviais.
	4 - Conforto térmico e economia de energia - Estanqueidade ao ar; - Isolamento térmico no inverno e no verão.
	5 - Estética - Planeza dos componentes e do conjunto; - Condição superficial (cor, brilho, textura...); - Uniformidade de colocação.
	6 - Conforto acústico - Isolamento e absorção sonora; - Não ser fonte de ruídos através das solicitações térmicas, ou da vibração ou impactos provocados pelos agentes atmosféricos;
	7. Conforto táctil - Agradável e suave ao tacto.
	8 - Adaptação ao uso - Integração das instalações; - Facilidade na montagem.
DURABILIDADE	9 - Durabilidade (manutenção do desempenho durante a vida útil) - Conservação do aspecto (cor e brilho); - Conservação das propriedades mecânicas; - Conservação das propriedades da estrutura de suporte.
	10 - Manutenção - Facilidade e frequência de limpeza e manutenção; - Custo global.

(Fonte: CUNHA, 2006, p.41).

4.2. EXECUÇÃO DE FACHADA VENTILADA

O processo e controle da produção irão definir a qualidade final da edificação, por isso são fatores que devem ser considerados com muito cuidado e atenção no momento de preparação e execução de um sistema de fachada ventilada. Também é importante estar bem especificados os parâmetros de gestão da sua produção (CUNHA, 2006).

Segunda CUNHA (2006), uma empresa de montagem de fachada ventilada deve criar uma metodologia própria de trabalho que seja efetiva e com um processo bem racionalizado. Para ter um planejamento e um controle do processo de produção essa empresa precisa estabelecer uma sequência lógica pré-definida para que as decisões durante a execução sejam tomadas de forma subjetiva e com responsabilidade, evitando imprevistos e garantindo assim um resultado com a qualidade esperada.

Cunha (2006) e Siqueira Jr (2013) citam que os pontos críticos que precisam receber uma atenção especial no início da obra são: o detalhamento dos projetos executivos e de produção; identificação dos pontos críticos e dos controles a serem adotados; definição das instalações do canteiro de obras e dos equipamentos de produção a serem utilizados; a segurança do local de trabalho; a elaboração do cronograma físico para a execução da fachada.

Devido à complexidade do método, sua produção deve ser interativa necessitando a presença e atuação do projetista em todas as fases da execução (SIQUEIRA JR., 2013).

4.2.1 Instalações do canteiro

No projeto de *layout* do canteiro de obras deve estar previsto um local específico para o processo de montagem e execução da fachada ventilada. Essa área é denominada como zona de preparação da estrutura auxiliar de fixação e acessórios. Deve ter no mínimo 20 m² e estar em um local protegido para viabilizar o trabalho mesmo com tempo instável.

Além disso, o canteiro para a produção do sistema deve conter locais para armazenamento, transporte e movimentação de materiais o mais próximo possível do equipamento de transporte vertical bem como uma área para recebimento desse material. Essas áreas devem ser planejadas para evitar que o andamento das operações interfira nos demais atividades da obra (CUNHA, 2006).

Basicamente o canteiro de obras para a execução do sistema de fachadas ventiladas é semelhante a qualquer outro. Tendo os elementos ligados à produção e apoio à produção, sistema de transportes, os elementos de apoio técnico administrativo, áreas de convívio entre outras (CUNHA, 2006).

4.2.2 Equipamentos de execução

Assim como em qualquer sistema de produção da construção civil também são necessários diversos equipamentos para a execução do sistema de fachada ventilada. Para o transporte vertical de materiais são utilizadas gruas para cargas pesadas, além de guinchos e elevadores para auxiliar no carregamento. Empilhadeira são comumente usadas para carregamento e disposição de paletes, devem estar próximos a andaimes e equipamentos de elevação. Para dar suporte à equipe de produção são utilizados balancim elétrico e andaime fachadeiro, ferramentas fundamentais para obter uma boa produtividade (SIQUEIRA JR., 2013). É importante salientar a necessidade de utilizar espumas de proteção, sobretudo no balancim para evitar que essas peças danifiquem a parte da fachada já executada.

A mesa de corte é outro equipamento essencial para execução, é utilizado para fazer os cortes das placas de revestimento para adaptá-las de acordo com o projeto. Essa ferramenta é uma mesa com um disco de corte radial em diamante, pode ser de corte longitudinal, transversal ou de nível (corte realizado na espessura das placas). O equipamento deve ficar o mais próximo possível da zona de montagem em uma base nivelada. (CUNHA, 2006).

Figura 33: Mesas de corte longitudinal e transversal (esq.) e de nível (dir.).



(Fonte: CUNHA, 2006, p.90).

Figura 34: Grua para carregamento vertical.



(Fonte: CUNHA, 2006, p.87).

Figura 35: Balancim elétrico para equipe de produção.



(Fonte: CUNHA, 2006, p.88).

Figura 36: Andaime fachadeiro.



(Fonte: SIQUEIRA JR, 2013, p.121).

4.2.3 Métodos executivos

Nesse tópico será discutido o método de execução necessário dos componentes para a produção do sistema de fachada ventilada. Cunha (2006) recomenda que o início das instalações da fachada ventilada aconteça apenas quando toda a estrutura do edifício estiver concluída. Assim, é possível fazer a verificação do prumo e do nível horizontal e, se necessário, corrigi-los para garantir a qualidade final do produto. Os elementos principais desse método são:

4.2.3.1 Fixações das ancoragens

Depois de identificar os pontos críticos no pano da fachada, deve-se realizar testes nas ancoragens e garantir que elas são suficientes para absorver as distorções de prumo e planimetria que foram constatados na obra. As cantoneiras precisam ter furos que permitem a afinação em todos os sentidos para ser possível regularizar o prumo e o alinhamento do revestimento (CUNHA, 2006).

Para a instalação desses elementos de fixação é necessário utilizar equipamentos de prumo a laser, topográficos e níveis para auxiliar. Muitas vezes, devido a diversos

fatores, se torna impossível a afinação das cantoneiras, principalmente em casos de desaprumo e irregularidade dos panos de fachada (SIQUEIRA JR, 2013). A solução é utilizar calços para as cantoneiras como na figura a seguir.

Figura 37: Utilização de calços na fixação de ancoragens.



(Fonte: CUNHA, 2006, p.85).

Esses sistemas de fixação podem ser colocados em qualquer tipo de base suporte, desde que cada elemento tenha sido devidamente calculado. As ancoragens devem estar posicionadas rigorosamente como previstas em projeto além de serem de igual característica.

4.2.3.2 Instalação do isolante térmico

Quando especificado, o isolante térmico deve ser posicionado e instalado no local após a fixação das ancoragens no substrato. A manta é presa na edificação com buchas plásticas com auxílio do martelo de borracha após ser feito os furos no material até a estrutura. O isolante térmico fica preso e encostado na base suporte (SIQUEIRA JR, 2013).

Figura 38: Instalação do isolante térmico.



(Fonte: SIQUEIRA JR, 2013, p.132).

4.2.3.3 Fixações de perfis

Essa fase é apenas necessária se o projeto tem fixação com estruturas intermediárias, como por exemplo, quando o revestimento externo é de placas cerâmicas. Sendo assim, faz-se a instalação desses perfis para posteriormente encaixar as peças de revestimento.

No caso da montagem de sistema de fixação oculta, é feito o posicionamento da primeira guia e após transferindo a medida para a outra extremidade utilizando aparelhos a laser, nível bolha, entre outros. As guias são fixadas em sequência de maneira a não se deslocar para nenhuma direção com a implantação de rebites ou parafusos (SIQUEIRA JR, 2013).

É importante ter um perfeito alinhamento dos perfis para garantir um bom trabalho e resultando uma fachada plana e perfeita com excelente acabamento (MARAZZI, 2007).

Figura 39: Fixação dos perfis.



(Fonte: SIQUEIRA JR, 2013, p.133).

4.2.3.4 Instalação do revestimento externo

A fixação do revestimento externo na estrutura de ancoragem é o último passo da produção do sistema. O tipo de fixação das placas difere dependendo do tipo de material das mesmas. A instalação do revestimento externo pode ser por encaixe das placas na estrutura metálica, por fixação pontual por meio de parafusos ou encaixada no tardo da placa.

As juntas entre as placas devem estar alinhadas e ser uniformes, para isso é indicado a utilização de espaçadores plásticos. Para garantir uma boa fixação e a qualidade final do produto, evitando desprendimento do revestimento, utiliza-se selantes. (SIQUEIRA JR, 2013).

4.2.3.5 Câmara de ar

A câmara de ar é o principal elemento do sistema. É o local em que ocorre o efeito chaminé de dispersão do ar, responsável pelo funcionamento e gerando o resultado esperado. Por isso, a execução deve seguir rigorosamente as especificações do projeto.

Caso ocorra algum defeito, a baixa ventilação pode diminuir a eficiência do método além de causar manifestações patológicas em consequência do acúmulo de umidade e calor no local.

4.2.3.6 Acabamento e arremate

O acabamento e fechamento da fachada ventilada são importantes para garantir o bom funcionamento.

Na parte superior é necessário fazer o fechamento para proteger da entrada de água da chuva, mas deve garantir a abertura da saída de ar da câmara. Para isso, o ideal é utilizar perfis metálicos tipo rufos ou executar marquises na própria estrutura, nesse caso deve ser previsto previamente em projeto. Na parte inferior, o ideal é utilizar grelhas perfuradas para permitir a passagem de ar e evitar a entrada de animais e materiais sólidos que podem obstruir o fluxo de ar.

O funcionamento do sistema depende da estanqueidade das juntas do revestimento externo, assim é essencial uma correta execução das juntas. Também, estar com os sistemas de fixação bem alinhados, em nível e no prumo.

No local onde há esquadrias, o arremate deve ter um cuidado especial e deve-se prever o uso de peitoril e/ou pingadeiras para evitar manchas no revestimento.

4.3 SEGURANÇA CONTRA O FOGO

O produto final de uma construção deve ter um comportamento eficiente em relação a reação ao fogo e a resistência ao fogo. Os materiais constituintes desse sistema são caracterizados e classificados pelos fabricantes para garantir um comportamento adequado do sistema frente ao fogo, até determinado ponto. As classificações são dadas aos produtos de construção segundo os resultados de ensaios normalizados para cada classe (SOUSA, 2010).

Para edificações com fachada ventilada, a segurança do sistema contra incêndio deve ser garantida pela resistência do suporte ao fogo e pela reação ao fogo dos materiais constituintes, logo está relacionada a cada material constituinte do sistema. Os revestimentos devem contribuir para minimizar o risco de deflagração e propagação do fogo, bem como garantir que haja tempo de alarme, evacuação e sobrevivência dos usuários do local. O revestimento externo não deve favorecer a propagação do fogo, nem proporcionar o desprendimento de gotas inflamadas (MENDES, 2009). O uso de isolantes térmicos à base de fibra de rocha, como os de lã de rocha, é considerado ideal, já que minimizam o risco de propagação de incêndio ou até a sua ocorrência, pois é um material incombustível e que possui o comportamento mais satisfatório diante do fogo (DIREITO, 2011). O ponto fraco desta técnica em relação ao âmbito da resistência ao fogo seguramente é o sistema de fixação metálico, pois esse material perde facilmente a resistência quando exposto a altas temperaturas (OLIVEIRA, 2011).

Lucas (2001) cita que as fachadas ventiladas devem ser projetadas e montadas prevendo que, em caso de incêndio, o comportamento da estrutura não resulte numa catástrofe, de forma que:

- A estabilidade dos elementos se mantenha durante um determinado período de tempo;

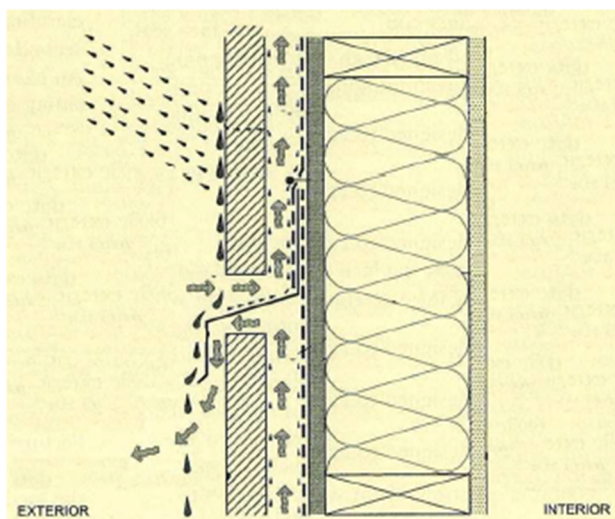
- O aparecimento e a propagação do fogo e da fumaça sejam limitados no exterior do edifício;
- A propagação do fogo para as construções vizinhas seja limitada;
- Os ocupantes possam abandonar o local em segurança, ou então que a sua segurança seja garantida de outra forma;
- A segurança das equipes de salvamento seja levada em consideração.

É de bastante relevância estar ciente que a caixa de ar do sistema de fachada ventilado pode ser um grande problema na propagação vertical do fogo. Nessa situação, deve-se prever alternativas para evitar o alastramento do fogo utilizando métodos de contenção como barreiras verticais e horizontais resistentes ao fogo, porém, que não cause a interrupção do fluxo de ar que mantém processo de ventilação (OLIVEIRA, 2011).

A aplicação de barreiras corta-fogo é uma solução construtiva que reduz os riscos de propagação do fogo tão rapidamente, sendo um ponto crucial e indispensável no momento de projetar o sistema de fachada ventilada. Nesse tipo de solução é fundamental assegurar que durante as condições normais de uso da fachada o efeito chaminé da caixa de ar ocorra normalmente e que em caso de incêndio a chama não se propague tão rapidamente.

Essas barreiras devem ser aplicadas em áreas vulneráveis, tais como os pontos de esquadrias, para impedir que os elementos da estrutura sejam expostos ao incêndio. Isso ainda evita o avanço das chamas para outras partes da fachada. Portanto, pode ser empregada uma solução simples como as executadas com chapa quinada, similar as soluções utilizadas para drenar a água da chuva. Essa solução pode implicar que uma pequena parte da chapa fique visível podendo se tornar um inconveniente estético (DIREITO, 2011).

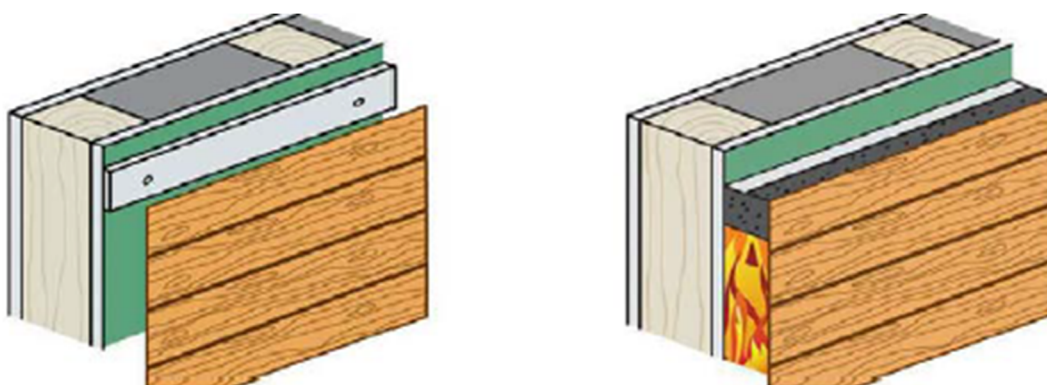
Figura 40: Barreira corta-fogo do tipo rufo.



(Fonte: DIREITO, 2011, p.60).

Outro sistema, mais complexo, consiste em um núcleo à base lã de rocha mineral incombustível e rígida envolto por uma folha de alumínio. O núcleo intumescido expande rapidamente ao entrar em contato com o calor do incêndio ocorrendo assim uma barreira mecânica, vedando a cavidade e impedindo a propagação da chama na caixa de ar. Este produto é habitualmente fixado através de suportes metálicos em aço galvanizado que devem ser mecanicamente presos à parede de suporte com fixações incombustíveis (DIREITO, 2011).

Figura 41: Sistema corta-fogo.



(Fonte: DIREITO, 2011, p.62).

Figura 42: Mecanismo do sistema corta-fogo.



(Fonte: DIREITO, 2011, p.62).

5. ESTUDO DE CASO: ANÁLISE DA EXECUÇÃO

O sistema de fachada ventilada é um método relativamente novo no Brasil e na cidade de Porto Alegre em edificações urbanas. Após a apresentação da discussão teórica, que apontou os métodos de execução apresentando os tipos de revestimento exterior, os tipos de sistema de fixação, o isolante térmico e os processos de prevenção e segurança contra o fogo. Este capítulo aborda a análise da edificação localizada em Porto Alegre a partir do ponto de vista de um dos arquitetos que trabalhou no projeto e na execução da obra. No primeiro tópico apresentamos as características da Universidade, pontuando a sua inserção na região sul, o histórico e seu papel na sociedade em que está inserida. Na sequência, descrevemos a técnica de coleta de dados que é a entrevista em profundidade e o perfil do entrevistado. Ainda, apresentamos a análise da entrevista em relação ao debate teórico.

5.1 UNISINOS

A Universidade do Vale do Rio dos Sinos – Unisinos é uma instituição de ensino fundada em julho de 1969 em São Leopoldo. A organização cresceu com projetos de ensino e pesquisa no decorrer do tempo, sendo reconhecida e atestada por avaliações regulares nos cursos de graduação e programas de pós-graduação. Segundo Machado (2017), a universidade, em 2017, foi reconhecida pelo Ministério da Educação (MEC), pela quinta vez consecutiva, como a melhor graduação privada da Região Sul do país.

Na década de 2000, começou os projetos de expansão da Universidade com o início do ensino a distância, ampliando sua atuação para todo sul do Brasil. Com a abertura de novos cursos em Porto Alegre, iniciou-se a construção do novo *campus* em 2015. Ainda, segundo Machado (2016), a instituição de ensino, fundada há 50 anos, já diplomou mais de 75 mil estudantes e possui cerca de 1.050 professores no corpo docente, entre eles mais de 90% são mestres, doutores ou pós-doutores. Tendo em vista as suas características, sua importância lhe confere uma responsabilidade socioambiental o que poderia justificar um investimento em uma tecnologia inovadora como a empregada nos prédios do *campus* de Porto Alegre.

O novo empreendimento que está localizado na Avenida Nilo Peçanha em Porto Alegre foi inaugurado no final de 2016 após o projeto ter sido desenvolvido durante 5 anos. Da concepção à conclusão da área de ensino foram quatro anos e meio, sendo 22 meses de obras. Segundo Sfredo (2017), o projeto teve um investimento de 250 milhões de reais patrocinado pela Associação Antônio Vieira. O local recebe 2,2 mil alunos e possui oito andares, 86 salas de aula, 11 salas de informática e 19 espaços de orientação. No prédio funcionam 21 cursos presenciais de graduação além de cursos de mestrado, doutorado e pós-graduação lato senso (ALENCASTRO, 2017).

No local foi erguido um complexo, pois além do prédio estudantil, também há um teatro, estacionamento e espaço de convivência com lojas e praça de alimentação e serviços em que todos possuem sistema de fachada ventilada. A figura a seguir ilustra o ambiente do complexo construído.

Figura 43: Espaço de convivência do complexo



(Fonte: do autor).

E ainda, o complexo é baseado no conceito de grandes universidades americanas e tem um ambiente similar ao *Harvard Square*, bairro acadêmico na cidade de Cambridge em Massachusetts, onde fica a universidade (SFREDO, 2015).

5.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A fim de adquirir mais detalhes sobre o procedimento e as escolhas para o desenvolvimento do projeto da fachada ventilada, foi elaborada uma pesquisa qualitativa. Então, a técnica de pesquisa que originou o material para estudar o sistema utilizado no complexo da Unisinos em Porto Alegre é a entrevista em profundidade. Segundo Duarte (2005), a entrevista em profundidade é um recurso metodológico que busca, com base em teorias e pressupostos definidos pelo investigador, recolher respostas a partir da experiência subjetiva de uma fonte, selecionada por deter informações que se deseja conhecer.

Para tanto, foi necessário entrar em contato com o arquiteto Fábio Izidoro Lunardelli, diretor da empresa Favegrup e responsável técnico da obra estudada e com experiência nessa técnica construtiva. O entrevistado se graduou em arquitetura e urbanismo pela Unisinos em São Leopoldo e fez pós-graduação na *Universitat Politècnica da Catalunya* em Barcelona, Espanha.

Lunardelli colaborou respondendo às perguntas, dispostas no quadro a seguir, que foram enviadas via e-mail no dia 2 de outubro de 2018, em que o entrevistado estudou e respondeu via áudio (através de aplicativo de mensagem instantânea) no dia 31 de outubro de 2018. O desenvolvimento do questionário (Figura 44) visava atingir como objetivos gerais de conhecer, analisar e demonstrar o sistema de fachada ventilada a partir do estudo de caso do prédio da Unisinos e como objetivos específicos reconhecer as motivações para a escolha desse sistema, tendo em vista que é uma proposta pouco utilizada no Brasil e que demanda um grande investimento, além de reconhecer e analisar o processo de execução da obra do edifício estudado através do informante.

Figura 44: Perguntas realizadas ao entrevistado

1 - Qual a relação/histórico da empresa Favegrup com o sistema de fachadas ventiladas?
2 - Como foi o processo decisório da Unisinos de escolha pelo sistema de fachadas ventiladas?
3 - Em relação ao processo de execução da obra da Unisinos, quais foram desafios/dificuldades para seguir o cronograma pré-estabelecidos?
4 - Quais os tipos de materiais foram utilizados nas fachadas ventiladas? Por que foram escolhidos? (Revestimento externo, sistema de fixação, sistema de impermeabilização e isolante térmico)
5 - Que materiais e sistemas foram utilizadas para a prevenção de incêndios?
6 - Sendo um sistema novo e com complexidades, como foi contratada a mão de obra? Era mão de obra especializada?
7 - Qual é a situação atual desses sistemas de fachadas ventiladas no mercado brasileiro e aceitação/satisfação do cliente que executa o projeto?
8 - Na sua opinião, quais são perspectivas de futuro para esse mercado?

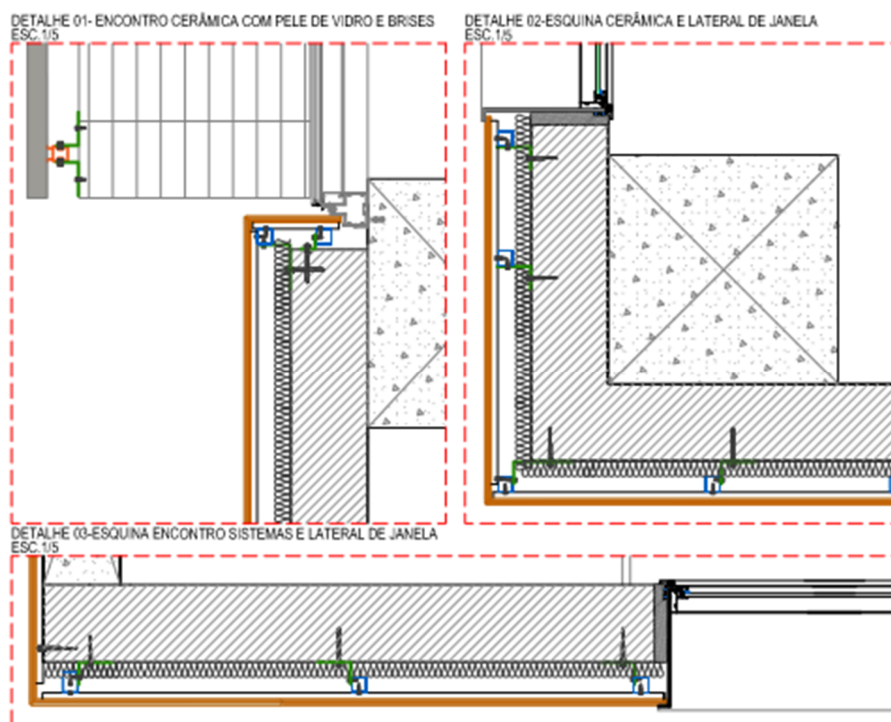
(Fonte: elaborado pelo autor).

Durante a entrevista o informante apresentou seu perfil profissional e relatou sobre a sua experiência profissional. Segundo Lunardelli, em Barcelona ele teve diversas experiências em obras com fachada ventilada. “Dos sete anos que fiquei na Espanha foram seis trabalhando com esse sistema numa empresa chamada FCV, *fachadas y cubiertas ventiladas*. Uma empresa instaladora que monta todos os tipos de fachadas ventiladas”. Nessa empresa, o profissional entrevistado teve uma experiência de quase 300 obras, trabalhando desde o projeto até a própria execução. ”Eu tive a sorte de que em menos de seis meses que eu comecei a trabalhar na empresa, o técnico, que foi o precursor das fachadas ventiladas na Espanha, se aposentou e eu passei a ser o responsável técnico da empresa. Então tive uma experiência muito grande com todo tipo de revestimento”, relatou Lunardelli.

Além dos materiais obtidos através da entrevista, foram disponibilizados pela empresa executora, através do arquiteto Lunardelli, os projetos de estrutura e paginação do prédio educacional, corredores, *boulevard*, pátio e teatro. E ainda algumas pranchas de detalhamento da execução da fachada ventilada, conforme a figura 45, constando especificações tais como detalhes de coroamento, encontro entre cerâmicos e grajeiras,

cutte dos brises, cerâmico das laterais das janelas e arremate superior e dos peitoris das janelas.

Figura 45: Prancha de detalhamento



(Fonte: Favegrup).

Portanto, a seguir está relatado o desenvolvimento do trabalho obtido com o entrevistado.

5.3 ANÁLISE DA ENTREVISTA

Nesta etapa foi feita a análise e a interpretação do tema utilizando os dados colhidos com o entrevistado e responsável técnico da obra, o arquiteto Fábio Izidoro Lunardelli. Além disso, foi correlacionado o resultado da entrevista com a pesquisa bibliográfica e o apontamento dos autores e os projetos do prédio com as imagens obtidas na visita técnica no local.

5.3.1 A empresa executora e sua relação com sistema de fachadas ventiladas

A empresa responsável pela frente de serviços relacionado ao sistema de fachada ventilada foi a Favegrup, que, segundo site (2019), é um grupo de empresas brasileiras que atuam desde 2010 no processo de projeto e instalação das fachadas ventiladas, desde o desenho e fabricação até a aplicação e montagem de sistemas de fachada ventilada. A empresa faz a comercialização direta desde as fábricas de revestimentos externos e envolventes arquitetônica. Controla desde o processo de produção, importação (caso o produto seja produzido fora do país) e logística até o término da obra.

Segundo Lunardelli, a Favegrup é uma empresa pioneira nessa técnica no Brasil, chegou através de um empresário espanhol, Ricardo Mostacero, que trabalhava na fábrica de cerâmicos extrusados Faveton em Zaragoza, material largamente utilizado em toda Europa como revestimento externo cerâmico em sistema de fachada ventilada e que também é muito utilizado pela Favegrup aqui no Brasil. As primeiras obras em que esse sistema foi utilizado pela empresa Favegrup foram em 2011 em São Paulo, um produto oferecido pelo empresário espanhol recém chegado no Brasil.

No início a empresa se chamava Faveton Brasil, pois utilizava apenas os produtos da empresa espanhola, e ainda estavam introduzindo esse novo produto no país, que era executar edificações com a fachada ventilada, como um sistema melhor e mais vantajoso. Com o decorrer do tempo e devido ao momento histórico, com o Brasil em crescimento econômico em 2012 e a Europa em recessão, outras empresas européias começaram a ofertar outras marcas e outros tipos de materiais para a execução dos projetos aqui no Brasil. Assim sendo, uma nova empresa foi criada, a Favegrup, com uma rede de produtos de diversas marcas com um maior portfólio com uma maior variedade de opções para a produção do sistema. Então, em 2014, a Favegrup já era uma empresa sistemista que prestava suporte técnico para escritórios de arquitetura para desenvolver projetos de venda com técnicos capacitados, com experiência adquirida em um dos países precursores dessa técnica. A Favegrup, segundo o arquiteto Lunardelli, "tem um alto repertório de opções e soluções que geram bastante confiança tanto no cliente quanto nos arquitetos projetistas e nos construtores, dando garantia da qualidade, pois todo o processo é bastante técnico com cálculos estruturais, com ART/RRT de projeto e ART/RRT de execução, seguindo todas as normas estabelecidas". No processo de execução, a empresa possui equipe que faz toda a parte de desenhos e informação técnica, montadores com

treinamentos específicos e equipes de arquitetura e engenharia acompanhando a obra para que tudo ocorra conforme previsto.

5.3.2 O processo decisório da Unisinos

O principal desafio para convencer um cliente a investir em um sistema novo e pouco utilizado e que necessita de um maior investimento inicial é ter argumentos para demonstrar que esse sistema faz sentido dando garantias que o resultado final compensa durante a utilização da estrutura. Segundo Lunardelli:

A fachada ventilada não é só algo mais bonito no empreendimento, não é, digamos assim, ‘frescura de arquiteto’ quando se especifica fachada ventilada. Porque a gente compreende que é um sistema construtivo, é um processo de execução e é um processo de industrialização de obra.

Ainda, ele explica, durante o processo de execução resulta em uma obra mais rápida, seca e sem desperdício de material, é uma obra sem container de limpeza. Nesse processo não é necessária equipe de limpeza, pois o reboco da fachada é eliminado e isso acelera muito o processo da obra de maneira geral, visto que a fachada trabalha de maneira totalmente independente e a execução da parte interna pode ocorrer antes ou no mesmo momento. Segundo o entrevistado: “muito mais rápido, mais limpo, mais leve” com um tempo menor de utilização de andaimes e outros materiais e isso é um argumento importante no momento de decidir utilizar esse sistema.

É um processo com inúmeras vantagens além de estéticas. Em um estudo comparativo com fachadas convencionais e fachadas ventiladas, visto que elas não propõem só design moderno, mas suas vantagens abrangem conforto térmico, acústico, processos de rápida execução e redução no prazo de construção. Suas utilidades também se estendem para a redução no gasto de energia para o condicionamento térmico da edificação (GONÇALVES 2019).

A Unisinos como uma instituição de ensino e pesquisa, visa ser uma universidade global preocupada em desenvolver atividades ligadas à inovação e a sustentabilidade. O sistema de fachadas ventiladas é uma tecnologia que aumentou o desempenho térmico de uma edificação, pois nesse método o mecanismo de funcionamento do efeito chaminé gera resultados bastante vantajosos. Segundo o arquiteto Lunardelli: ”a circulação de ar fazendo com que o ar quente saia dando lugar ao ar fresco vai trazer uma redução de

gastos energéticos muito importantes, em que só o efeito chaminé da fachada ventilada aporta numa redução em torno de 20% da transmitância térmica. E se colocarmos isolante térmico, que é colocado habitualmente e foi colocado no caso da Unisinos, essa economia energética vai passar a ter pelo menos 60% de redução de gastos com ar condicionado”. O conceito de transmitância térmica, de acordo com a NBR 15220-2, é definido como o inverso da resistência térmica total de um componente (ABNT, 2005). A transmitância térmica pode ser reduzida em até 60% com o sistema ventilado, pois elimina a irradiação direta solar, utilizando os benefícios do efeito chaminé (VIGANO, 2019).

Então, para um empreendimento comercial, corporativo, universitário, enfim, hospitais ou qualquer outro, uma diminuição do consumo energético indica uma preservação do meio ambiente e dos recursos financeiros tornando um argumento importantíssimo para um processo decisório como foi na Unisinos.

Devido a esses interesses, já desde os primeiros momentos se definiu que se utilizaria o sistema de fachada ventilada. A produção dos projetos para essa obra se iniciou em 2012 e a execução apenas em 2015.

5.3.3 O processo de execução da obra

O processo de execução da obra no prédio da Unisinos tinha um cronograma pré-estabelecido, pois a empresa estava contratada como empreiteiros e teve que se encaixar dentro da programação da construtora e executar todas as fachadas em quatro meses, seguindo isso, a instalação do revestimento começou pelo edifício educacional que era a prioridade.

A execução dessa parte da fachada durou cerca de 45 dias, nessa fase ocorreu divergência, pois a execução foi muito mais rápida do que a programação da construtora e faltou frentes de trabalho resultando numa saída temporária da empresa da obra e tendo que reduzir o número de funcionários pois as outras partes ainda não estavam liberadas para a fachada. Assim, no decorrer da obra, as instalações das fachadas foram desaceleradas para se adaptar ao ritmo da obra.

Então, a execução da fachada ventilada é muito mais rápida, pelo fato de ser um processo relativamente simples de montagem. Todos os serviços foram entregues antes do cronograma estabelecido pela construtora, o que surpreendeu positivamente.

Percebeu-se que o sistema de fachada ventilada proporciona um canteiro de obras mais organizado, pois se trata de um sistema altamente industrializado, gerando, como já abordado, menor quantidade de resíduos sólidos, propiciando um canteiro de obras mais limpo, sendo uma alternativa importante na busca da construção mais limpa. (GONÇALVES 2019).

5.3.4 Materiais utilizados na fachada ventilada

Para o revestimento externo da fachada ventilada da Unisinos foram utilizadas placas cerâmicas extrusadas da fábrica espanhola Faveton. Foram três modelos diferentes de cerâmicos apenas por questão de projeto. O revestimento mais utilizado foi o modelo bersal da fábrica e a peça originalmente possuem dimensões de 16 mm de espessura e limitações máximas de 1,20m de largura por 40 cm de altura. Para a Unisinos foi fabricado uma peça exclusiva, pois os níveis entre os andares são de 3,30m, então foi modulado com peça de 33 cm de altura que coincidia com as alturas das janelas e foi possível fazer dez módulos por andar. O segundo tipo de peça foi também o bersal com espessura maior, de 28 mm, colocado na vertical com dimensões de 50 cm de largura por 1,50m de altura. O terceiro foi o modelo grageira colocados na parte do teatro do edifício. As peças possuem volumes com saliências e reentrâncias escolhidos por questão de estética. As Figuras 46, 47 e 48 mostram os três tipos de placas utilizadas no revestimento externo.

Figura 46: Placa cerâmica extrusada Favegrup modelo bersal com 16 mm espessura



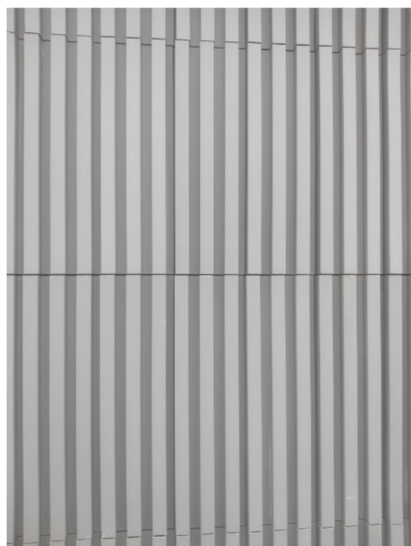
(Fonte: do autor).

Figura 47: Placa cerâmica extrusada Favegrup modelo bersal com 28 mm espessura



(Fonte: do autor).

Figura 48: Placa cerâmica extrusada Favegrup modelo grageira



(Fonte: do autor).

No aspecto estético, um projeto de revestimento com cerâmico extrusado, como na fachada da Unisinos, é específico para cada obra, ou seja, o desenho é todo pensado e trabalhado com a paginação que colabora com a composição do edifício, tanto por cores, texturas quanto dimensionamento. As placas são produzidas e enviadas com as medidas previstas no projeto. Dessa maneira, todas as juntas coincidem e não existem recortes nos cantos ou nas aberturas de toda a fachada, diferente de um projeto convencional com porcelanato ou pastilhas.

Portanto, existem diversos fatores que demonstram que é um produto diferenciado e possui uma grande vantagem em relação aos revestimentos convencionais. As Figuras 49 e 50 mostram o projeto de paginação e a foto da edificação executada.

Figura 49: Projeto de paginação da fachada ventilada do teatro



(Fonte: Favegrup).

Figura 50: Imagem do local terminado



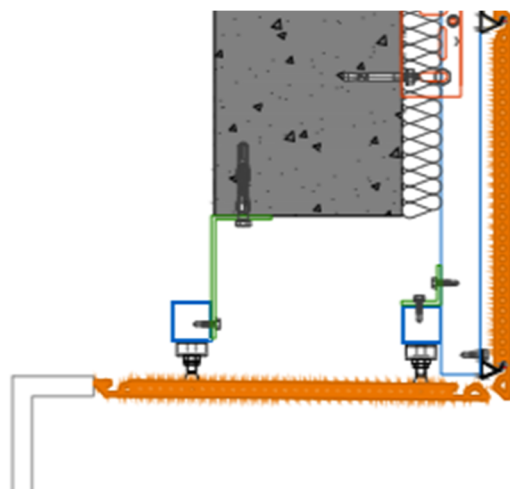
(Fonte: do autor).

Quanto ao sistema de fixação das placas cerâmicas, Lunardelli explicou:

O sistema de fixação da fachada ventilada é basicamente, a colocação das cantoneiras de sustentação fixadas nas vigas de concreto e as cantoneiras de retenção que vão estar nas alvenarias no espaço intermediário, podem ter diversas entre as vigas e são definidas pelo calculista estrutural e depende da ação horizontal do vento nesse perfil, garantindo uma resistência para não criar deformações ao longo do tempo. Então, essas cantoneiras são fixadas na alvenaria por parafusos e buchas de que se expandem por dentro, elas incham por dentro quando o parafuso chega no final da bucha.

As Figuras 51 e 52 mostram no projeto um exemplo do sistema de fixação utilizado no empreendimento e uma foto da estrutura executada no local.

Figura 51: Projeto do detalhamento do sistema de fixação



(Fonte: Favegrup).

Figura 52: Imagem do sistema de fixação executado



(Fonte: do autor).

O sistema de impermeabilização e isolamento térmico e acústico é feito pelo mesmo material padrão utilizado na empresa. A Favegrup utilizou na obra o material padrão da empresa, o Ventirock Duo da Rockwool®, é um material de lã de rocha 100% natural, resistente a intempéries, incombustível, com bom desempenho acústico e térmico, como mostram as Figuras 53.

Figura 53: Catálogo do isolante térmico

Vantagens do Ventirock Duo



A Dupla Densidade é uma tecnologia revolucionária no mundo do isolamento térmico. A possibilidade de combinar densidades diferentes num mesmo painel tem um amplo leque de vantagens.

Resistência a intempéries

Graças à sua face de alta densidade, o painel:

- Resiste à ação da água da chuva.
- Resiste à ação do vento. Não se desfibra.
- Não é preciso usar acabamento protetor, pois a constituição super dura do painel assegura esta proteção.
- Elimina o efeito de ondulação graças à rigidez do painel.



Flexibilidade / Adaptabilidade

- Graças à sua face menos densa, o painel adapta-se facilmente às imperfeições da obra.

Instalação rápida

- A estabilidade dimensional do painel Ventirock Duo assegura-se com uma única fixação mecânica.
- Não é necessária a utilização de argamassa.
- A instalação do isolamento térmico pode ser realizada por apenas uma pessoa.
- Facilidade de corte.

Incombustível A1

- Segurança em caso de incêndio. O painel Ventirock Duo está classificado como incombustível A1. Ao contrário de outros materiais, a lã de rocha Rockwool não emite nem gera gases tóxicos durante a sua combustão.

Eficiência energética

- A baixa condutividade térmica do painel (0,034 K/mk) contribui para a economia de energia.
- Isolamento térmico contínuo e minimização de pontes térmicas graças às características semirrígidas do painel, evitando o efeito de ondulação.

Conforto acústico

- A estrutura aberta e multidirecional do painel de lã de rocha Ventirock Duo oferece uma melhoria significativa do nível de isolamento acústico.

(Fonte: Favegrup).

Com uso específico para usar em sistemas de fachada ventilada, segundo o responsável técnico da obra, um produto diferenciado com excelente qualidade com certificações e testes, como demonstra a figura 54.

Figura 54: Certificação dos testes do isolante térmico



(Fonte: Favegrup).

Sobre a prevenção de incêndio, não existe um projeto específico para esse tema, porém a cerâmica extrusada é um material não combustível e o isolante térmico Ventirock Duo da Rockwool® de lã de rocha aplicado na câmara de ar tem alto potencial na questão de prevenção de incêndio, sendo certificado como um material incombustível que não gera nem emite gases tóxicos no contato com o fogo.

5.3.5 Mão-de-obra especializada

Por ser um sistema novo e complexo a empresa executora da obra na Unisinos utiliza mão-de-obra própria e especializada, formada pela própria empresa. “A maioria dos nossos funcionários trabalharam em outras empresas instalando *drywall* e estrutura em *steel frame*, profissionais que já tinham alguma experiência com atividades semelhantes”, disse o entrevistado. “Os processos de execução seguem cadernos de montagens que é autoexplicativo com muita informação que define cada tipo de parafuso e cada ponto de fixação que é seguido rigorosamente”, completou.

Além disso, o projeto executivo sempre tem um técnico com ART/RRT de execução que acompanha todo o processo e participa da formação dos instaladores. Sendo assim, na prática, o processo de montagem desse método é relativamente simples seguindo todos os procedimentos previstos.

5.3.6 O sistema de fachadas ventiladas no mercado brasileiro

Segundo o arquiteto, o ciclo até o final do processo dura em torno de 5 anos, desde o desenvolvimento do projeto até a entrega final. A empresa referência na técnica aqui no Brasil é a Favegrup, como a empresa se instalou no Brasil em 2012 esse momento é de retorno, “já passamos pelo processo de projetos, desenvolvimento de projetos e de aceitação tanto dos profissionais arquitetos quanto dos clientes. Em 2016 começamos a ‘colher os frutos que nós plantamos lá atrás’”. Resume o que a Favegrup está vivendo, pois no momento a empresa tem mais de 70 obras no portfólio executadas no Brasil, o que auxilia muito para conseguir oferecer o produto para clientes. Esse panorama demonstra como foi aceita essa técnica e como ela está crescendo e surgindo novos empreiteiros para desenvolvê-la. “Em cada feira que participamos percebemos que cada vez há mais empresas entrando no mercado, mostra que o mercado está aceitando e nós festejamos isso. Somos precursores aqui, estamos abrindo esse mercado com o preço mais justo possível para poder viabilizar as obras e gerar essa necessidade de colocação de fachada ventilada, uma vez que compreendemos que é um processo que tem todo o sentido. Na Europa, o sistema já está difundido e diversas obras utilizam fachadas ventiladas, para ver como realmente é um processo natural e naturalmente cada vez mais teremos mais obras no Brasil”, avalia o diretor técnico.

5.3.7 Perspectivas para o futuro

Na opinião do informante, as perspectivas para o futuro do mercado aceitar ainda mais essa técnica são ótimas, visto que os resultados e retorno deixa os profissionais bastante entusiasmados. Com a garantia de bom desempenho do produto a tendência é um aumento da demanda das empresas para esse método. A Favegrup está numa evolução contínua no mercado com diversas obras, com obras de grande porte: “nós já estamos executando obras em São Paulo, por exemplo, de edifícios com 58 pavimentos de altura” e continuam trabalhando na região depois de finalizada o prédio da Unisinos: “em Porto Alegre, estamos com algumas obras em execução, vamos fazer o aeroporto com fachada ventilada”. “É uma tendência muito grande de crescimento desse processo no mercado, e é o futuro! Não tem como escapar disso”, sentenciou o arquiteto responsável pela empresa.

Segundo Lunardelli, uma vez que as fachadas ventiladas já são utilizadas há mais de cem anos no mundo, sobretudo na Europa, sabemos que esse é um sistema já testado e aprovado, então todas as prováveis manifestações patológicas já são conhecidas e resolvidas, esses problemas já ocorreram em obras na Europa e agora aqui no Brasil não devem ocorrer mais, pois essa nova técnica chega com tudo bem desenvolvido e com suporte técnico e *feedback* dos fabricantes europeus que importam as peças de revestimentos, o que é mais uma grande vantagem para o crescimento e o bom desempenho das obras com fachadas ventiladas aqui no Brasil.

5.4 DESEMPENHOS DO SISTEMA

Quanto ao desempenho do sistema, o melhor conforto térmico é evidente, tanto no inverno como no verão, além de diminuir o consumo com a refrigeração nos meses mais quentes com um isolante térmico fixado na parede se evita a perda do calor gerado na parte interna da edificação resultando em economia energética no inverno. De fato, segundo o entrevistado: “a fachada ventilada nasceu nos países frios e depois foi visto que nos países quentes também trazia vantagens, pois essa relação de transmitância térmica é a mesma tanto do interior para o exterior quanto de fora para dentro na questão de redução de transmitância térmica é um item bastante relevante”.

Ainda, o isolante térmico que é aplicado dá a garantia da proteção contra a umidade na alvenaria sem revestimento argamassado, o isolamento utilizado é específico para isso, o Ventirock Duo®. Esse isolante tem diversas vantagens, além da melhora térmica e acústica, ele protege a edificação contra o fogo, pois é uma lã de rocha vulcânica, sendo um produto bem diferenciado e de excelente qualidade. Outra vantagem citada pelo técnico da empresa é relacionada à baixa manutenção do sistema, sendo que a única recomendação é a lavagem do revestimento com compressor a cada 10 anos. “Realmente não tem problemas com patologias, não tem desprendimento de materiais. Todo o sistema já prevê os pontos fixos deslizantes do revestimento, as juntas são abertas, não tem silicone, não tem rejunte o que permite a movimentação dos revestimentos e também das estruturas metálicas devido à dilatação térmica”, como disse o arquiteto responsável técnico. A água da chuva que entra na edificação não causa nenhum problema na alvenaria porque ela está afastada do revestimento e a sua saída é facilitada pois tem

uma abertura na parte inferior da câmara, na mesma que entra o ar para fazer o efeito chaminé. Na parte superior é previsto um rufo, com uma abertura que permite a saída do ar quente do efeito chaminé e dificulta a entrada da água da chuva. Além da durabilidade do material utilizado, a fábrica garante que as características físico-químicas do revestimento por 25 anos com documentos de garantia. Segundo o entrevistado, “se passar na frente da Unisinos daqui a 30 ou 40 anos vai notar que o prédio tem o mesmo aspecto, isso é um item muito relevante, pois ele agrega valor ao edifício. A cerâmica extrusada, no caso, a fabricada pela Faveton, dá uma garantia documentada do produto (com relação a característica físico-química dele) de 25 anos, ou seja, uma garantia bastante relevante porque o produto dura muito mais, e a previsão de início da deterioração do produto a partir dos 50 anos, com uma leve perda de cor que você só percebe se colocar uma placa nova do lado da placa velha”. Assim como demonstra o site da empresa espanhola das placas cerâmicas da Faveton, em que as propriedades do material seguem as diretrizes da norma ISO 10545-16 relacionadas a diferenças de coloração.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa realizada assumiu o desafio de levantar e reunir metodologias e buscar novos dados sobre uma técnica construtiva, o sistema de fachada ventilada, em que o uso é relativamente recente no Brasil e no Rio Grande do Sul e analisar através de uma obra executada na cidade de Porto Alegre os procedimentos desse método. Como o sistema de fachada ventilada possui bom desempenho e é pouco explorado, justifica se fazer um estudo mais aprofundado.

A estrutura completa de uma fachada ventilada é composta pelo revestimento externo, uma subestrutura de fixação de metal e um isolante térmico que formam uma câmara de ar que gera o efeito chaminé responsável pelo desempenho do sistema. O revestimento externo tem função estética e de proteção da parede externa da edificação e é o elemento que está em contato com o exterior. São diversos os tipos de materiais que utilizados como revestimento externo de fachadas ventiladas, cada um com sua particularidade. Entre eles, e o mais utilizado atualmente no Brasil, são as os painéis cerâmicos, porém outros tipos de revestimentos também são opções, tais como: as placas de grés-porcelanato, pedras naturais, placas fenólicas, madeira, alumínio composto e vidro. Já os sistemas de fixação do revestimento exterior têm a função de transmitir ao suporte as cargas das placas externas. Existem diversas soluções para a fixação, podendo ser pontual que fixa diretamente na alvenaria estrutural ou contínua, ou seja, uma subestrutura intermediária com componentes verticais e horizontais onde as placas são acopladas, essa estrutura pode ser visível ou oculta. O isolante térmico facilita a redução do consumo energético durante o desempenho da edificação, melhorando o conforto térmico dentro dela. Para isso é necessário envolver todo o prédio com um material com a função de reduzir a transferência onde ele está localizado. Esse material isolante tem como características a boa resistência mecânica, não deve ser combustível, necessita ser resistente ao fogo, com baixa permeabilidade ao vapor d'água e não higroscópico. Dos diversos materiais que existem com essas características e utilizados para esse fim os mais importantes para o sistema de fachada ventilada são a lã de rocha, pré-fabricada, e o poliuretano que é um poliestireno expandido moldado ou projetado *in loco*. Além disso, é essencial mencionar que todos os projetos que envolvem a utilização de fachada ventilada devem prever os cuidados necessários na segurança contra incêndios.

Além disso, foram abordadas as diretrizes do projeto e da execução do processo envolvendo a técnica de fachadas ventiladas. Assim como no sistema convencional, o projeto estudado também possui duas fases distintas, sendo elas a análise de viabilidade que envolve os custos em função das necessidades técnicas e estéticas e a produção do sistema propriamente dito visando à economia e a eficiência na execução, nessa etapa, portanto, abrange os projetos de execução e gestão da obra. Por fim, foi analisado o processo de execução de uma obra com fachada ventilada que é responsável por definir a qualidade final do produto na edificação. A montagem desse sistema difere de um procedimento convencional, pois a empresa executora deve ter uma metodologia própria de trabalho efetiva e racionalizado, ter um planejamento e um controle do processo de produção com sequência lógica pré-definida que evita imprevisto e garantindo um resultado final com qualidade. Para garantir a execução da obra sem imprevistos é necessário revisar todos os detalhes de execução e identificar os pontos críticos e os controles a ser adotado, definir as instalações do canteiro de obras e dos equipamentos de produção que serão utilizados, garantir a segurança do local de trabalho e elaborar o cronograma físico da execução da fachada. Como o método de produção da fachada ventilada é complexo, a presença e atuação do projetista devem ser contínuas em todas as fases da execução.

Em seguida, para obter os dados e analisar a obra estudada foi elaborado um questionário para entrevistar o arquiteto responsável técnico da empresa que executou o sistema de fachada ventilada. O resultado dessa entrevista apresentou dados dessa técnica construtiva a partir do ponto de vista desse profissional, além dos detalhes sobre o procedimento e as escolhas para o desenvolvimento do projeto tais como os métodos de execução, materiais utilizados na fachada ventilada e a mão-de-obra especializada. Ainda, o informante falou sobre a empresa que ele trabalha, a Favegrup, e a relação dela com o a técnica, como foi o processo de decisão da universidade que contratou a empreiteira para utilizar essa tecnologia no prédio do novo *campus* e também fez uma análise dessa tecnologia no mercado brasileiro bem como as suas perspectivas para o futuro.

Assim, o trabalho reúne um material explicativo do sistema de fachada ventilada fazendo um levantamento de todos os materiais necessários bem como os métodos de execução correlacionando o tema com o projeto executado no *campus* da Unisinos na cidade de Porto Alegre. E ainda demonstra a particularidade e as especificidades técnicas da obra estudada.

Enfim, ainda é necessário buscar mais dados em edificações que também utilizaram essa metodologia no Brasil visando conhecer o desempenho do sistema, além de conhecer as possíveis manifestações patológicas desenvolvidas para evoluir na técnica. Assim, otimizar a produção para aumentar a aceitação desse sistema, pois acredita-se ser uma técnica em que o desempenho traz vantagens e com isso aumentar a demanda de produção gerando mais qualidade no resultado final.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALENCASTRO, B. Novo campus da Unisinos em Porto Alegre investe em interatividade. **Jornal Zero Hora**, Porto Alegre, 10 mar. 2017. Disponível em: <<https://gauchazh.clicrbs.com.br/comportamento/noticia/2017/03/novo-campus-da-unisinos-em-porto-alegre-investe-em-interatividade-9751804.html>> Acesso em: 29 out. 2019.

CARDOSO, E. B. **Estudo do desempenho térmico de uma fachada ventilada segundo NBR 15.220 e NBR 15.575**. Curso de Engenharia Civil. Universidade do Extremo Sul Catarinense. Criciúma, 2009.

CARNEIRO, L. B. **O sistema de fachadas ventiladas: análises e especificações**. Escola de Engenharia, Departamento de Engenharia de Materiais e Construção. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2015.

CAUSS, L. W. **Sistemas de fachada ventilada em edificações: características, métodos executivos e aplicações**. Centro Tecnológico. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2014.

CONSTRULINK. **Dossiê técnico-econômico fachada ventilada**, 2006. Disponível em: <<https://engenhariacivil.files.wordpress.com/2008/01/dossiereconomico.pdf>> Acesso em: 29 out. 2019.

CUNHA, M. M. F. **Desenvolvimento de um sistema construtivo para fachadas ventiladas**. Dissertação de Mestrado. Instituto de Engenharia do Porto, Departamento de Engenharia Civil, Universidade do Minho. Porto, 2006.

DIREITO, J. F. **Estudo da segurança contra incêndio em fachadas ventiladas**. Faculdade de Engenharia, Departamento de Engenharia Civil, Universidade do Porto. Porto, 2011.

DUTRA, M. R. **Caracterização e revestimentos em fachadas ventiladas. Análise de comportamento**. Universidade Técnica de Lisboa. Lisboa, 2010.

FAVEGRUP. Disponível em: <<https://favegrup.com/#!/-home/?ancla=Empresa>> Acesso em: 29 out. 2019.

GONÇALVES, A. **Análise do sistema de fachadas ventiladas em edifícios residenciais**. Faculdade de Engenharia e Inovação Técnico Profissional, Universidade Estadual de Maringá, 2019.

KISS, P. **Pulmões prediais**, 1999. Disponível em: <<http://piniweb.pini.com.br/construcao/noticias/pulmoes-prediais-85227-1.aspx>> Acesso em: 29 out. 2019.

LUCAS, J. C. **Exigências funcionais de revestimentos de paredes**. Laboratório Nacional de Engenharia Civil. Lisboa, 2001.

MACHADO, M. **Unisinos tem a melhor graduação privada do país**, 2016. Disponível em:

<<http://www.unisinos.br/noticias/universidade/unisinos-tem-a-melhor-graduacao-privada-do-brasil>> Acesso em: 29 out. 2019.

MACHADO, M. **De casa nova na capital**, 2016. Disponível em:

<<http://www.unisinos.br/noticias/universidade/de-casa-nova-na-capital>> Acesso em 29 out. 2019.

MARAZZI TECNICA ENGINEERING. **Parete ventilata**. Italy, 1997

MENDES, F. M. V. **Durabilidade das fachadas ventiladas**. Faculdade de Engenharia, Departamento de Engenharia Civil, Universidade do Porto. Porto, 2009.

MOURA, E. **Fachadas respirantes**. Artigo da Revista Técnica, 2009

OLIVEIRA, P.F. S. C. **Metodologia de manutenção de edifícios – Fachadas ventiladas**. Faculdade de Engenharia, Departamento de Engenharia Civil, Universidade do Porto. Porto, 2011.

RIBEIRO, M. M. L. B. S. **Durabilidade na construção**. Estimativa da vida útil de fachadas ventiladas. Faculdade de Engenharia, Departamento de Engenharia Civil, Universidade do Porto. Porto, 2010.

SFREDO, M. As novas propostas do campus de 250 milhões em Porto Alegre. **Jornal Zero Hora**, Porto Alegre, 17 mar. 2017. Disponível em:

<<https://gauchazh.clicrbs.com.br/colunistas/marta-sfredo/noticia/2017/03/as-novas-propostas-do-campus-de-r-250-milhoes-em-porto-alegre-9750903.html>> Acesso em: 29 out. 2019.

SFREDO, M. Projeto de campus em Porto Alegre prevê uma passarela na Nilo Peçanha. **Jornal Zero Hora**, Porto Alegre, 23 dez. 2015. Disponível em:

<<https://gauchazh.clicrbs.com.br/colunistas/marta-sfredo/noticia/2015/12/projeto-de-campus-em-porto-alegre-preve-uma-passarela-na-nilo-pecanha-4936618.html>> Acesso em: 29 out. 2019.

SIQUEIRA JR, A. A. **Tecnologia de fachada-cortina com placas de grés porcelanato**. Departamento de Engenharia de Construção Civil, Escola Politécnica de Universidade de São Paulo. São Paulo, 2013.

SILVA, B. I. C. **Comportamento térmico de fachadas ventiladas**. Faculdade de Engenharia, Departamento de Engenharia Civil, Universidade do Porto. Porto, 2015.

SOUSA, F. M. **Fachadas ventiladas em edifícios**. Tipificação de soluções e interpretação do funcionamento conjunto suporte/acabamento. Faculdade de Engenharia, Departamento de Engenharia Civil, Universidade do Porto. Porto, 2010.

VIGANO, E. F. **Avaliação dos benefícios energéticos do sistema de fachada ventilada com revestimento cerâmico**: considerações em relação à certificação LEED. Curso de Especialização em Construção Civil, Universidade do Vale dos Sinos. Porto Alegre, 2019.