

CENTRO UNIVERSITÁRIO DE FORMIGA – UNIFOR - MG
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL
LUCAS SOUZA PINHEIRO

**ESTUDO DA UTILIZAÇÃO DO SISTEMA DE FACHADA VENTILADA EM
UM EDIFÍCIO CORPORATIVO NA CIDADE DE VITÓRIA-ES**

FORMIGA-MG

2018

LUCAS SOUZA PINHEIRO

ESTUDO DA UTILIZAÇÃO DO SISTEMA DE FACHADA VENTILADA EM UM
EDIFÍCIO CORPORATIVO NA CIDADE DE VITÓRIA-ES

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Engenharia Civil - Centro Universitário de Formiga do UNIFOR - MG, como requisito para obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil.

Orientadora: Prof^a. Esp. Laurêmia Soares da Silva.

Coorientadora: Prof^a M^a Alessandra Cláudia Cabanelas da Silva.

FORMIGA-MG

2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca UNIFOR-MG

P654 Pinheiro, Lucas Souza.

Estudo da utilização do sistema de fachada ventilada em um edifício corporativo na cidade de Vitória-ES / Lucas Souza Pinheiro. – 2018.
60 f.

Orientadora: Laurêmia Soares da Silva.

Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Civil) - Centro
Universitário de Formiga - UNIFOR, Formiga, 2018.

1. Eficiência energética. 2. Sustentabilidade. 3. Tecnologia. I. Título.

CDD 720.472


Catalogação elaborada na fonte pela bibliotecária
Regina Célia Reis Ribeiro – CRB 6-1362

Lucas Souza Pinheiro

ESTUDO DA UTILIZAÇÃO DO SISTEMA DE FACHADA VENTILADA EM UM
EDIFÍCIO CORPORATIVO NA CIDADE DE VITÓRIA-ES

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Engenharia Civil - Centro Universitário de Formiga do UNIFOR - MG, como requisito para obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil.

BANCA EXAMINADORA



Prof^ª. Esp. Laurêmia Soares da Silva.

Orientadora



Prof^ª. M.^a Alessandra Cláudia Cabanelas da Silva.

UNIFOR-MG



Carina Batista Leal.

Engenheira Civil

Formiga, 01 de novembro de 2018.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Aguinaldo e Vânia, pelo carinho e apoio.

A minha namorada Lívia, pelo amor e motivação.

A minha querida avó Manoelina, pelo carinho, por sempre torcer e acreditar em mim.

Ao Leandro Alejandro, pelos ensinamentos e contribuição para minha formação profissional.

Aos funcionários do SEBRAE-ES, Bernardo, Jéssica e Sayonara.

A minha professora orientadora Laurêmia, por ter me aceitado como seu orientando, pela confiança, ajuda e incentivo.

A professora Alessandra por ter sido minha coorientadora, pelo suporte, correções e apoio.

A todos meus amigos que torceram por mim.

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo apresentar o sistema construtivo de fachada ventilada, estudando a execução dessa técnica em um edifício na cidade de Vitória – ES, bem como as etapas de montagem, vantagens do sistema para a obra em questão e custo benefício. A fachada ventilada tem a função de preservar a edificação, criando uma espécie de “segunda camada” que fornece proteção para os elementos estruturais contra os agentes atmosféricos, fornece também melhorias no desempenho termo acústico, boa estética entre outras utilidades que serão abordadas no trabalho. De um modo geral, o mercado da construção civil vem cada vez mais necessitando de técnicas construtivas modernas que possam se adequar às exigências normativas. Nesse sentido o presente trabalho irá mostrar os revestimentos que são compatíveis à fachada ventilada, sistemas de fixação e suas vantagens, sendo as principais: eficiência energética, maior longevidade, compatibilidade com os padrões estruturais e prevenção contra a maioria das patologias que as fachadas convencionais apresentam.

Palavras-chave: Eficiência energética. Sustentabilidade. Tecnologia.

ABSTRACT

This work has as objective to present the constructive system of the ventilated facade, studying the implementation of this technique in a building in the city of Vitória – ES, as well as the steps of assembly, the advantages of the system for the work in question and the cost benefit ratio. The ventilated facade has the function of preserving the building, creating a kind of “second layer” that provides protection to the structural elements against atmospheric agents, it also provides improvements in the thermoacoustic performance, good aesthetics among other utilities that will be addressed in the work. In general, the construction market is increasingly requiring modern construction techniques, that may suit the regulatory requirements. In this sense, the present work will show the coatings that are compatible to the ventilated façade, clamping systems and their advantages, the main ones being: energy efficiency, greater longevity, compatibility with structural standards and prevention against most pathologies presented by conventional facades.

Keywords: Energy efficiency. Sustainability. Technology.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fachada com parede dupla.....	16
Figura 2 - Funcionamento de uma fachada ventilada.....	18
Figura 3 - Fachada ventilada em porcelanato.....	20
Figura 4 - Fachada ventilada em pedra natural.....	21
Figura 5 - Fachada em cerâmica extrudada.....	22
Figura 6 - Fachada de fibrocimento.....	23
Figura 7 - Fachada ventilada em concreto polímero.....	24
Figura 8 - Fachada ventilada em painel fenólico.....	25
Figura 9 - Fachada ventilada em ACM.....	26
Figura 10 - Sistema visto / oculto.....	27
Figura 11 – Cantoneira formato “L”.....	28
Figura 12 - Perfil vertical “T”.....	29
Figura 13 - Dispositivo de fixação clip.....	30
Figura 14 - Dispositivo de fixação rebite e adesivo estrutural.....	30
Figura 15 - Dispositivo de fixação perfil horizontal.....	31
Figura 16 - Dispositivo de fixação adesivo estrutural.....	31
Figura 17 - Informações projeto fachada ventilada.....	33
Figura 18 - Fixação das cantoneiras.....	34
Figura 19 – Fixação dos perfis verticais.....	35
Figura 20 - Fixação do isolante termo acústico.....	35
Figura 21 - Fixação do dispositivo tipo clip.....	36
Figura 22 - Fixação revestimento.....	36
Figura 23 - Retrofit utilizando o sistema de fachada ventilada.....	39
Figura 24 - Visita de campo.....	42
Figura 25 - Projeto executivo.....	45
Figura 26 - Fixação das cantoneiras.....	46
Figura 27 - Fixação dos montantes verticais.....	47
Figura 28 - Fixação do revestimento.....	47
Figura 29 - Fixação subestrutura elevações de concreto.....	48
Figura 30 - Fixação cantoneiras elevação substrato drywall.....	49
Figura 31 - Fixação dos perfis tubulares.....	49

Figura 32 - Ancoragem especial de rosca interna.....	50
Figura 33 - Cantoneiras fixadas na laje protendida.....	50
Figura 34 - Obra finalizada	57
Figura 35 - Detalhe fachada ventilada SEBRAE-ES.....	58
Figura 36 - Corte vertical fachada ventilada porcelanato	59
Figura 37 - Teste de arrancamento	60

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Estudo eficiência termoenergética da fachada ventilada..... 37

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACM	<i>Aluminum composite metallic</i> (alumínio composto)
DIT	Documento de idoneidade técnica
Kg/m ²	Quilograma por metro quadrado
KWh	Quilowatt-hora
m ²	Metro quadrado
mm	Milímetro
°C	Graus Celsius
PEBD	Polietileno de baixa densidade
T5	Têmpera 5
T6	Têmpera 6
U. V	Ultravioleta

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	13
2	JUSTIFICATIVA	14
3	OBJETIVOS	15
3.1	OBJETIVO GERAL	15
3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	15
4	REFERENCIAL TEÓRICO	16
4.1	História da fachada ventilada.....	16
4.2	Conceito e funcionamento de uma fachada ventilada	17
4.3	Classificação das fachadas ventiladas.....	18
4.4	Revestimentos para fachada ventilada	19
4.4.1	Porcelanato	20
4.4.2	Pedra natural	21
4.4.3	Cerâmica extrudada	22
4.4.4	Fibrocimento	23
4.4.5	Concreto polímero	24
4.4.6	Painéis fenólicos	25
4.4.7	Alumínio composto	26
4.5	Sistemas de fixação	27
4.6	Componentes do sistema de fixação.....	28
4.6.1	Cantoneiras	28
4.6.2	Perfis verticais.....	29
4.6.3	Dispositivos para fixação do revestimento	30
4.7	Projeto de fachada ventilada	32
4.8	Etapas de instalação	34
4.9	Vantagens da fachada ventilada.....	37
4.10	Desvantagens da fachada ventilada	39
5	MATERIAL E MÉTODOS	41
5.1	Descrição da obra	41
5.2	Informações técnicas e documentos relacionados a obra.....	41
5.3	Visita de campo	42
6	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	44
6.1	Concepção de projetos.....	44

6.2	Etapas construtivas e cronograma	46
6.3	Soluções.....	48
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	52
	REFERÊNCIAS.....	53
	ANEXO A	55
	ANEXO B	56
	ANEXO C	57
	ANEXO D	58
	ANEXO E	59
	ANEXO F	60

1 INTRODUÇÃO

A necessidade em se utilizar novas técnicas que possibilitam um melhor desempenho termoacústico de um edifício, juntamente com uma solução moderna e um método de construção sustentável, vem sendo cada vez mais exigido pelo mercado da construção civil. Atualmente existem alguns sistemas construtivos que suprem essas necessidades, como por exemplo a fachada ventilada.

Este sistema surgiu nos países do hemisfério norte, a partir da evolução da técnica das paredes duplas. A fachada ventilada cria um vão (câmara de ar) entre a base suporte e o revestimento fazendo com que o ar fique em constante renovação dentro deste vão devido ao efeito físico denominado convecção térmica, promovendo assim um conforto térmico, além de outras inúmeras vantagens, como por exemplo: conforto acústico, valorização estética do edifício, redução de patologias que uma fachada convencional apresenta e sobretudo é uma solução sustentável.

O sistema ventilado é muito comum nos países europeus, no Brasil ainda não é utilizado com muita frequência, porém com avanço tecnológico e as exigências normativas essa solução tende a ser bastante recorrida pelos profissionais da área civil. O principal obstáculo nos dias atuais é a falta de conhecimento no meio construtivo, uma vez que o tradicionalismo impera sobre os gostos na construção civil.

O trabalho em questão tem o objetivo principal de estudar a utilização de uma fachada ventilada de uma obra, no sentido de avaliar suas vantagens, soluções para a obra, etapas de montagem, execução de projetos e definição do sistema de fixação desta técnica construtiva. Para chegar aos resultados deste estudo de caso, realizou-se uma visita de campo e pesquisas com a empresa responsável pela execução da fachada ventilada da obra estudada.

2 JUSTIFICATIVA

Na contemporaneidade é notório a preocupação das empresas e seus clientes com a economia de recursos financeiros. Dessa forma, observa-se a deficiência dos profissionais que atuam na área da construção civil, uma vez que se limitam a utilizar na maioria das vezes materiais acessíveis e ou técnicas ultrapassadas. Por outro lado, esse fator abre portas para a criatividade, dessa forma, é de suma importância estudos e utilizações de novas técnicas e métodos construtivos para melhoria e desempenho de uma obra, independentemente de sua escala, para aumentar seus benefícios e sustentabilidade.

Eficiência energética, conforto termo acústico, redução do tempo de execução de obra, são apenas algumas características que devem ser avaliadas na elaboração de um projeto, haja vista que esses elementos são essenciais para comercializar um projeto e uma obra.

Neste íterim é muito importante que os profissionais da área conheçam sobre as tecnologias adequadas para oferecer, utilizar e especificar em cada tipo de obra.

O sistema construtivo de fachada ventilada é uma dessas tecnologias, que pode ser utilizado em praticamente qualquer tipo de obra, seja ela de grande ou pequeno porte. É um sistema eficiente que atende todas as exigências que são fundamentais para empreendimentos que almejam um bom desempenho. Essa técnica proporciona um design moderno da fachada, além de várias vantagens como segurança, redução de energia elétrica, conforto no interior do ambiente entre outras que serão abordadas no presente trabalho.

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Estudo de caso de uma fachada ventilada avaliando seu sistema construtivo, vantagens, desvantagens e possíveis contribuições para os sistemas construtivos atuais.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Vantagens e desvantagens da Fachada Ventilada.
- b) Métodos de construção, aplicabilidade da Fachada Ventilada em diferentes tipos de obras civis.
- c) Tipos de revestimentos e sistemas de fixação
- d) Análise da aplicação do sistema de fachada ventilada utilizado na obra de Vitória-ES, avaliando suas vantagens, sistema de fixação e custo benefício.

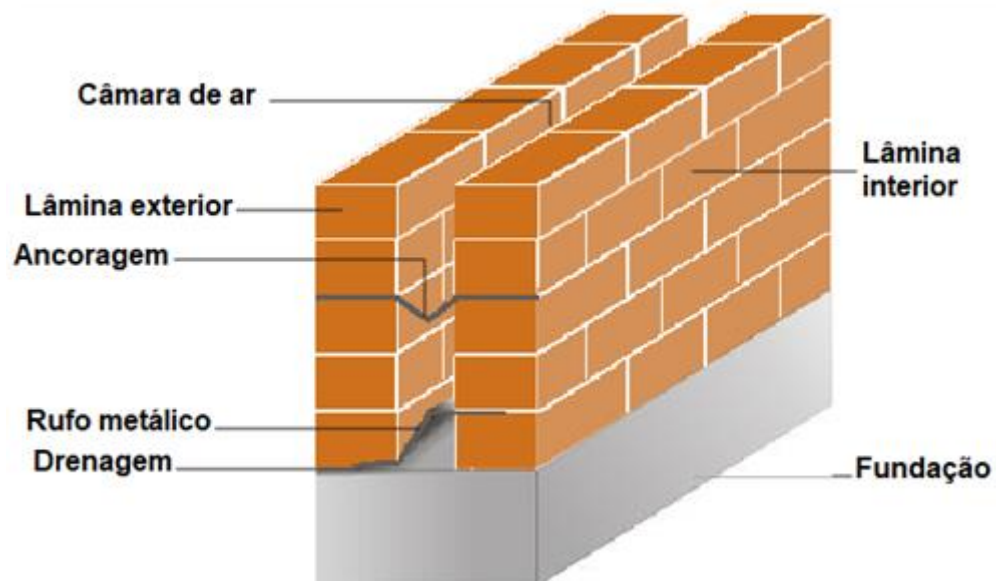
4 REFERENCIAL TEÓRICO

O presente trabalho tem como objetivo abordar assuntos relacionados à um sistema construtivo contemporâneo, denominado fachada ventilada. Neste tópico será estudado a história da fachada ventilada, seu conceito, funcionamento, como este sistema pode ser classificado, quais os revestimentos compatíveis para a aplicação, os sistemas de fixação mais comuns, o projeto de uma fachada ventilada, as etapas de instalação e também as vantagens e desvantagens deste sistema construtivo.

4.1 História da fachada ventilada

De acordo com Siqueira Junior (2003) as fachadas ventiladas nasceram da evolução da técnica construtiva de paredes duplas (*cavity wall*), essa técnica tinha o objetivo de amenizar a temperatura no interior da edificação. Este método construtivo consistia em separar as paredes externas das internas com um vão criando uma coluna de ar, que tinha a função de simplesmente eliminar as umidades que poderiam atravessar a camada exterior (FIG 1). Ainda para o autor, essa técnica tinha uma limitação de altura, pois para garantir a estabilidade das paredes duplas era necessário apoiá-las sobre a estrutura do edifício.

Figura 1 - Fachada com parede dupla



Fonte: Adaptado Siqueira Junior, 2003, p. 32.

Moura (2009) afirma que o conceito de paredes duplas de tijolos surgiu nos países do hemisfério norte há muito tempo com intenção de reduzir o fluxo de calor entre os ambientes interno e externo. Com o decorrer do tempo o conceito foi aprimorado e há mais de 30 anos o sistema de fachada não aderida faz sucesso nos países nórdicos.

Segundo Correa (2010) na década de 1990 a ideia do sistema construtivo das *cavity walls* foi retomada, porém com a substituição da alvenaria por revestimentos externos tecnológicos, como placas de granito, mármore, painéis fenólicos e cerâmicas.

Dessa forma, o desenvolvimento de uma nova técnica construtiva se deu pela necessidade do mercado, que com o avanço tecnológico de fabricação dos revestimentos, juntamente com a possibilidade de diferentes tipos de composição, possibilitou-se produzir peças mais leves, menos espessas e com maiores dimensões. A partir desse momento, a fachada ventilada ganhou seu espaço no mercado da construção civil e se tornou uma solução inovadora e de grande utilidade para os empreendimentos.

4.2 Conceito e funcionamento de uma fachada ventilada

Segundo Correa (2010) o princípio fundamental de uma fachada ventilada é a criação de um vão entre a alvenaria da edificação e o revestimento da fachada, obtendo-se assim câmara ventilada onde o ar estará em constante renovação. Ainda para a autora é muito importante que as juntas verticais e horizontais dos revestimentos de vedação, estejam abertas, livres de qualquer tipo de vedação.

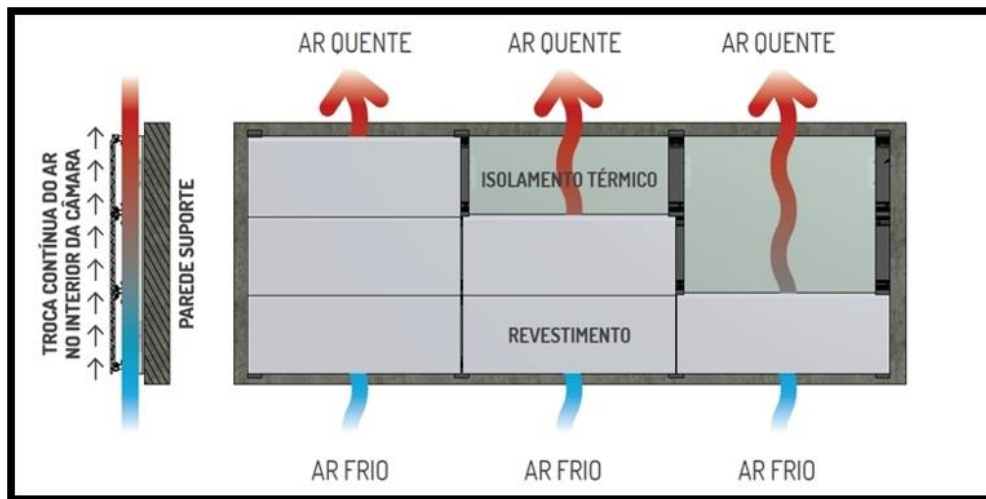
“A eficácia deste sistema depende da manutenção das zonas de entrada e saída de ar, ou seja, é imprescindível que estas aberturas estejam sempre desimpedidas de forma a assegurar um fluxo de ar permanente.” (DIREITO, 2011, p. 27).

De acordo com Lopes (2018) as juntas verticais e horizontais, além de terem papéis fundamentais para o funcionamento da fachada ventilada, elas impedem que ocorra alguma patologia proveniente das dilatações térmicas, que os materiais estão sujeitos a sofrer ao longo do tempo, devido as diferenças de temperatura, dando assim a esse sistema construtivo uma vida útil mais longa.

Cunha (2006) e Siqueira Júnior (2003) definem a fachada ventilada como um sistema em que o revestimento é fixado na parede suporte através de uma subestrutura metálica criando uma câmara para o fluxo contínuo do ar, onde o ar aquecido será eliminado através do “efeito chaminé”.

Basicamente o funcionamento de uma fachada ventilada está relacionado a técnica do efeito chaminé que é explicado por Frota (2001) como um efeito físico denominado convecção térmica, onde o ar quente desloca-se para a parte mais alta e o ar frio para a parte mais baixa devido as diferenças de pressões e densidade (FIG. 2).

Figura 2 - Funcionamento de uma fachada ventilada



Fonte: Alejandro's tecnologia em fachada, 2018.

No verão a câmara de ar alivia a concentração de ar quente que está no seu interior, resultante da incidência solar no revestimento da fachada graças à convecção, o ar quente é eliminado pela parte superior da câmara ventilada e seu lugar será preenchido pelo ar fresco que entra pela parte inferior da câmara ventilada. No inverno o ar da câmara permanece sem deslocamentos importantes, o isolante térmico retarda a transferência de temperatura entre interior e exterior, fazendo com que o ambiente interno não tenha uma perda de calor considerável. (SARRABLO, 2008).

As principais vantagens deste sistema construtivo são efeito deste fenômeno físico, pois a renovação do ar proporciona um conforto térmico no interior do ambiente e consequentemente uma redução considerável com os gastos de ar condicionado no verão ou aquecedores no inverno.

4.3 Classificação das fachadas ventiladas

De acordo Siqueira Júnior (2003) as fachadas ventiladas se classificam segundo o revestimento utilizado na vedação e pelo sistema de fixação. Quanto ao revestimento as

fachadas podem ser constituídas desde cerâmicas com peso por metro quadrado consideravelmente baixo até pedras naturais pesadas. De acordo com o sistema de fixação as fachadas podem ser classificadas em fixadas com sistema oculto ou como sistema aparente. A definição do sistema de fixação está ligada à escolha do revestimento desejado.

4.4 Revestimentos para fachada ventilada

Os revestimentos usados em áreas externas ao lado das esquadrias e alvenarias, ajudam a complementar as funções da vedação vertical. Cumprindo nas edificações importantes papéis de proteção contra agentes que degradam as fachadas, esses materiais contribuem para estanqueidade à água, para o isolamento termo acústico além de terem um papel estratégico na valorização de um edifício (RIBEIRO; BARROS, 2010). Com o avanço tecnológico no mercado dos revestimentos e as exigências arquitetônicas existe uma vasta gama de materiais vedação que podem ser utilizados na execução de uma fachada ventilada.

De acordo com Sarrablo (2008) atualmente existem muitos fabricantes em todo o mundo que fornecem revestimentos específicos para a utilização em fachadas não aderidas, dando aos projetistas grande poder para elaboração dos seus projetos. Ainda para o autor a cerâmica aparece como o revestimento preferido pelos profissionais da construção civil.

Independentemente do tipo os revestimentos para áreas exteriores devem desempenhar e cumprir seus requisitos e funções. Para Sabbatini et al. (1990 apud RIBEIRO; BARROS, 2010) essas funções são:

- a. Proteger a edificação: os revestimentos têm a função de proteger o edifício contra as intempéries, mantendo a qualidade da estrutura e reduzindo as manutenções periódicas.
- b. Auxiliar as funções de vedação: os revestimentos de fachada contribuem para que a edificação não fique sujeita à incidência de água pluviais e proporciona proteção termoacústica.
- c. Proporcionar acabamento: os revestimentos das fachadas definem a estética e a valorização comercial do edifício.
- d. Integra-se a base: os revestimentos de fachada devem se adaptar as diferentes movimentações de recalques e dilatações

Correa (2010) afirma que os revestimentos para utilização na fachada ventilada não são novidades no Brasil, os revestimentos mais comuns para utilizar no sistema de fachada ventilada são: o porcelanato, a pedra natural e a cerâmica extrudada.

Além dos revestimentos citados pela autora, as fachadas podem ser executas com: fibrocimento, concreto polímero, painéis de alumínio e painéis fenólicos.

4.4.1 Porcelanato

De acordo com Campos (2011) porcelanato é um material cerâmico, feito através de matérias primas feldspáticas e argilosas submetido a pressões de compactação e tratamento térmico à 1.220 °C. Destinado a revestir pisos e paredes. Sendo as suas principais características a alta resistência mecânica e a baixa absorção de água.

Segundo Medeiros (1999 apud RIBEIRO; BARROS, 2010), as propriedades dos porcelanatos trazem muitas vantagens para a utilização em fachadas, as principais são:

- Material incombustível;
- Alta resistência à permeabilidade;
- Baixa absorção de água;
- Isolamento termoacústico;
- Ótima relação de custo benefício.

O porcelanato ventilado começou a ser utilizado na Europa, com o intuito de substituir as pedras naturais (FIG. 3).

Figura 3 - Fachada ventilada em porcelanato



Fonte: Eliane Técnica, 2014, p. 7.

No Brasil as indústrias fornecedoras dessas peças cerâmicas às comercializam em diversos tamanhos, espessuras e acabamentos. As espessuras utilizadas para fachada ventilada variam de 3 a 12 mm.

4.4.2 Pedra natural

Os revestimentos de pedras naturais são os mais comuns e utilizados para o sistema de fachada ventilada. As placas de granito aparecem como as preferidas no mercado, porém os revestimentos de pedra têm um ponto negativo, que é o seu elevado peso por metro quadrado. Por outro lado, esses materiais apresentam uma grande resistência e durabilidade além de uma variedade de acabamentos.

Apesar da grande abundância de pedra existente na natureza, apenas alguns tipos são passíveis de serem usadas na construção civil. A pedra a utilizar deve obedecer a requisitos mínimos de resistência mecânica, de dureza, de trabalhabilidade, de porosidade, de durabilidade e de aparência. (MENDES, 2009, p. 9).

Para selecionar esses materiais, é essencial levar em conta as características de impermeabilidade e comportamento mediante as ações erosivas dos agentes do meio ambiente. As rochas que são mais usuais para o sistema ventilado são: a ardósia, o mármore, o granito e o calcário, conforme FIG. 4. (SOUSA, 2010).

Figura 4 - Fachada ventilada em pedra natural



Fonte: Porcelanosa, 2016, p. 84.

4.4.3 Cerâmica extrudada

Segundo Correa (2010) esse revestimento é desenvolvido a partir do processo de extrusão. As cerâmicas extrudadas são compostas por uma mistura uniforme de argila, feldspato (minério), água e pigmentos. A tecnologia de extrusão de peças cerâmicas é realizada por empresas europeias, ou seja, os painéis são fabricados nos países da Europa e são importados para os demais.

São as peças mais leves e resistentes do mercado, possuindo uma taxa de absorção de água abaixo de 0,5% e excelente desempenho sob os agentes climáticos e ambientais.

De acordo com Sarrablo (2008) a absorção de água é uma das características mais importantes dos painéis cerâmicos pois influencia as outras características físicas que são cruciais para o desempenho desejado dos revestimentos de fachada.

Esses painéis vêm obtendo grande sucesso em vários países, o fato de serem extrudados eles possuem sistemas de fixação padronizados, além dos diversos tamanhos, cores e opções de acabamentos. Algumas empresas fornecem a cerâmica em diversos acabamentos, tais como de pedra natural, metálico, com textura, polido, amadeirado, entre outros (FIG. 5).

Figura 5 - Fachada em cerâmica extrudada



Fonte: Frontek, 2017, p. 14.

Segundo Frontek (2017) as principais vantagens da cerâmica extrudada são:

- Baixo peso do revestimento;

- Facilidade de instalação;
- Velocidade de instalação;
- Possibilidade de substituição independente das peças;
- Baixa manutenção;
- Excelente estabilidade sem risco de fissuração ou desprendimento;
- Isolamento termo acústico eficiente;
- Completa planimetria da fachada;
- Disponibilidade de várias cores e acabamentos;
- Durabilidade do produto.

4.4.4 Fibrocimento

Segundo Cembrit (2016) o fibrocimento é um material atraente e resiliente, ideal para todo tipo de superfícies tanto para proteção interior quanto exterior (FIG. 6). A combinação de fibras com cimento faz com que o produto seja altamente resistente ao fogo, as condições climáticas, a poluição e as bactérias.

Figura 6 - Fachada de fibrocimento



Fonte: Equitone, 2014, p. 78.

De acordo com Equitone (2014) o fibrocimento é um material que pode ser obtido através da mistura de concreto, areia, água e fibras de celulose ou de cimento, cal, fibras sintéticas e água.

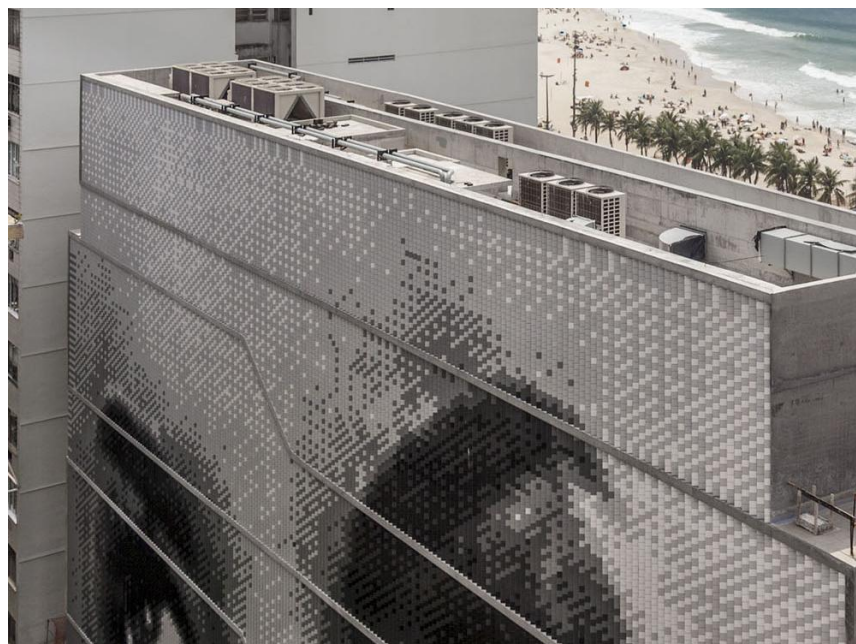
Segundo Cembrit (2016) as principais características do fibrocimento são:

- a. Resistência ao tempo: este revestimento não é afetado por altas ou baixas temperaturas, chuvas, umidades, neve e descongelamento.
- b. Resistência biológica: apresenta um alto valor de PH, o que torna esse revestimento resistente às algas, ao ataque de bactérias, crescimento de musgos, fungos, etc.
- c. Resistência a água: o fibrocimento absorve e libera umidade por ciclos ilimitados, sem afetar a vida útil do revestimento, tornando este produto ideal para áreas externas.
- d. Resistência ao fogo: é um material que quimicamente não contribui para a propagação de incêndio.

4.4.5 Concreto polímero

De acordo com a revista Finestra (MIS/RJ ...,2016) o concreto polímero é formado pela combinação de sílica e quartzo, ligado por resinas de poliéster. Este revestimento possui uma alta resistência em áreas litorâneas é um material que permite a customização de cores e texturas (FIG. 7).

Figura 7 - Fachada ventilada em concreto polímero



Fonte: Finestra, 2016, p. 24.

Para Sousa (2010) esse revestimento é classificado como uma pedra artificial e pode ser produzido em várias dimensões, a superfície deste material geralmente é plana e existe uma grande variedade de cores.

O grande ponto negativo desse revestimento é seu peso por metro quadrado, quando o material é produzido em grandes dimensões.

As principais características do concreto polímero são alta resistência mecânica, a baixa absorção de água e porosidade o que facilita a limpeza dos painéis, podendo simplesmente ser feita com água e sabão. (DOSSIER, 2006).

4.4.6 Painéis fenólicos

Os fenólicos são materiais naturais constituídos por lâminas de papel impregnados com resinas fenólicas e reforçados com folha de papel ou madeira natural, que pela aplicação de elevadas pressões e temperaturas, faz com que se funda e endureça, conferindo a este material uma elevada rigidez e resistência. (DIREITO, 2010, p. 6)

Para Mendes (2009) a ampla versatilidade, elevada resistência, longa vida útil e por ser inerte aos agentes químicos agressivos, tornam o painel fenólico como uma das principais opções de revestimento, tanto para interior quando para exterior (FIG. 8).

Figura 8 - Fachada ventilada em painel fenólico



Fonte: Alejandro's tecnologia em fachada, 2018.

4.4.7 Alumínio composto

De acordo com Araujo e Tsuji (2014) o painel de alumínio composto – em inglês, *Aluminum Composite Material* (ACM) atualmente é um dos revestimentos mais utilizados na construção civil. É um material que possui um baixo peso, não é inflamável, possui uma boa isolamento acústica e uma grande resistência mecânica. A utilização dos painéis de alumínio era restrita a comunicação visual de empreendimentos comerciais, com o avanço tecnológico foram criados sistemas de fixação que possibilitam a utilização do ACM como revestimento de fachada ventilada (FIG. 9).

Figura 9 - Fachada ventilada em ACM



Fonte: Composit, 2018, p. 14.

De acordo Milimetra (2018) o ACM é composto, basicamente, por duas chapas de alumínio na liga 3150-H14 – podendo variar a espessura de acordo com o tipo de material – e um núcleo de polietileno de baixa densidade (PEBD). A espessura total do painel pode ser 3 mm, 4 mm ou 6 mm.

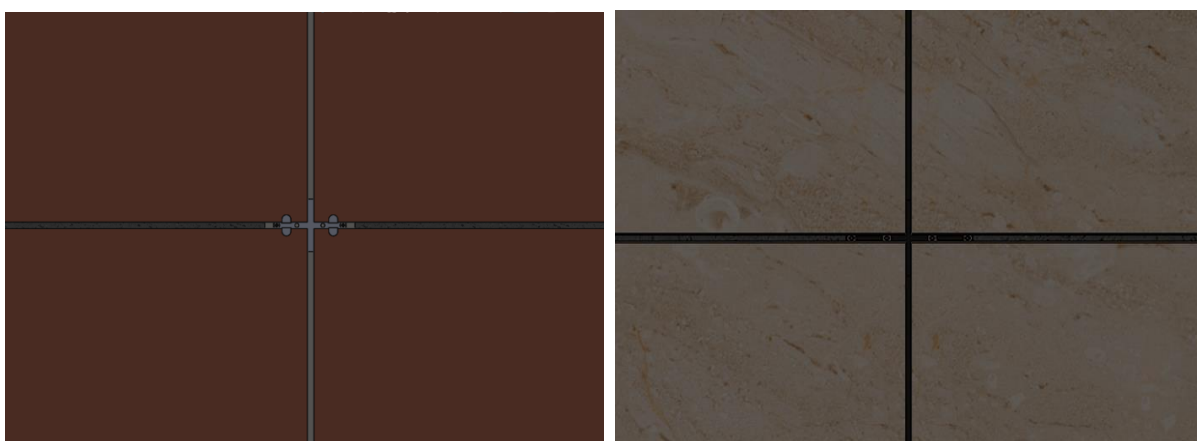
Na fabricação do ACM, através de um processo contínuo, ocorre a junção das chapas de alumínio, pintadas em bobinas, a grãos de polietileno de baixa densidade (PEBD). Estes grãos, após serem moídos por uma máquina transportadora, passam por uma extrusora para formar um perfil básico. As chapas de alumínio e o perfil de polietileno são unidos através de um processo de tensão controlada, que funde os materiais alumínio + polietileno + alumínio, dando origem ao painel ACM. (ARAUJO; TSUJI, 2014, p. 13).

As principais vantagens deste revestimento são: a proteção contra os raios U.V, resistência à ação dos agentes atmosféricos e também a sua praticidade e facilidade para a manutenção e limpeza.

4.5 Sistemas de fixação

Os sistemas de fixação das fachadas ventiladas resumidamente podem ser classificados como de fixação vista ou oculta (FIG. 10). Essa classificação é dada através do dispositivo utilizado para a fixação do revestimento na subestrutura. Esses dispositivos dependem do revestimento para serem definidos e eles podem ser: clips, perfis de alumínio, rebites ou adesivos estruturais. Quando esses elementos ficam expostos na fachada o sistema de fixação é denominado visto. Já quando estes dispositivos não são visíveis na fachada o sistema é chamado de oculto.

Figura 10 - Sistema visto / oculto



Fonte: O autor, 2018.

Os sistemas de fixação dependem do projeto e do produto especificado para cada obra. É importante que fabricantes dos revestimentos informem qual o sistema de fixação deve ser utilizado para o seu produto ser aplicado. (SISTEMAS ...,2015).

Os elementos básicos que compõem todo o sistema de fixação são: cantoneiras de alumínio, perfis verticais e/ou horizontais de alumínio, parafusos com bucha de nylon ou chumbadores mecânicos, parafusos tipo auto brocante e o dispositivo para ancoragem do revestimento.

De acordo com Sarrablo (2008) os sistemas de fixação da fachada ventilada obedecem aos Documentos de Idoneidade Técnica (DIT1) que são guias fornecidos pelos fabricantes europeus de revestimentos de fachada ventilada. Esses documentos funcionam como uma

¹ Os guias DIT, são emitidos pela Organização Europeia de Aprovação Técnica – EOTA. Servem de base à avaliação técnica da idoneidade de utilização de um determinado produto.

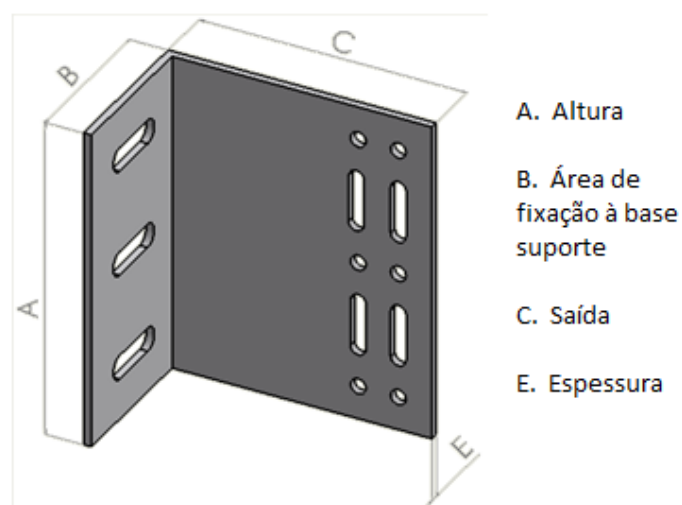
norma que padroniza a instalação e o sistema de fixação que deve ser usado para a montagem da fachada ventilada.

4.6 Componentes do sistema de fixação

4.6.1 Cantoneiras

As cantoneiras são elementos que possuem formatos de “L”, “U” ou “T” geralmente de alumínio, elas fazem a união da subestrutura à parede suporte da edificação e têm a função de transmitir as cargas de todo o sistema de fixação à base em que está ancorada (FIG. 11). Esses elementos são fixados na edificação através de parafusos com bucha de nylon, chumbadores mecânicos ou químicos.

Figura 11 – Cantoneira formato “L”



Fonte: O autor, 2018.

De acordo com Moura (2009) os elementos de fixação das fachadas ventiladas devem ser de boa qualidade, é recomendado o aço inoxidável ou o alumínio com ligas especiais para essas ancoragens, pois outros materiais como o aço galvanizado podem acabar enferrujando e comprometendo toda a subestrutura.

Segundo Campos (2011) a subestrutura suporte da fachada ventilada deve ser de alumínio nas ligas da série 6000 e nas têmperas T5 ou T6.

A liga 6063 de alumínio é uma das ligas mais utilizadas da série 6000 e pode ser aplicada em diversas ocasiões, principalmente para construções e em áreas externas, sendo

assim essa liga, uma das preferidas para fabricação dos componentes de fixação juntamente com a têmpera T5.

Para ALCOA (2010) a liga 6063 oferece boa extrudabilidade e resistência a corrosão e pode ser utilizada nas têmperas T5, T52 e T6.

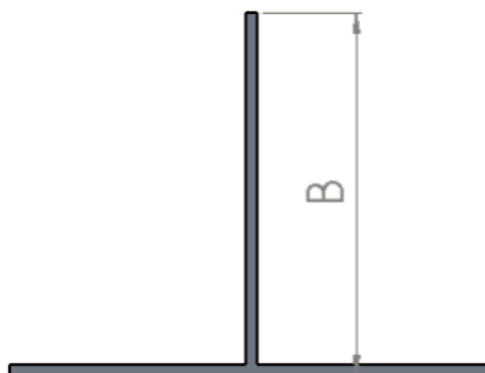
Existem dois tipos de cantoneiras para o sistema de fachada ventilada variáveis em função das cargas que suportam:

- a) Cantoneira de sustentação: são fixadas em vigas ou lajes da edificação e tem a função de transmitir a carga da subestrutura para a construção, portanto suportam o peso do próprio sistema e as cargas de vento.
- b) Cantoneira de retenção: suportam as cargas de sucção do vento. Seu distanciamento é definido de acordo com cada projeto.

4.6.2 Perfis verticais

Os perfis verticais geralmente utilizados para a subestrutura da fachada ventilada, podem ser perfis tubulares, ômega, em formato de “T” ou em formato de “L”, também preferencialmente devem ser de alumínio na liga 6063 T5. Estes elementos verticais são fixados nas cantoneiras através de parafusos do tipo auto brocante, os mesmos têm a função de receber o dispositivo de fixação para ancoragem do revestimento. O perfil em formato de “T” é um dos preferidos para utilização no sistema de fixação, pois sua geometria faz com que esse componente possua um baixo peso e também facilita a fixação dos outros componentes que nele se ancoram (FIG. 12).

Figura 12 - Perfil vertical “T”



Fonte: O autor (2018)

4.6.3 Dispositivos para fixação do revestimento

Os dispositivos para fixação podem ser clips, perfis horizontais, rebites ou até mesmo adesivo químico. Essa variação ocorre de acordo com o tipo de revestimento. Geralmente os materiais mais leves, como o porcelanato e a cerâmica extrudada são utilizados clips para sua ancoragem, estes podem ser de aço inoxidável ou de alumínio (FIG. 13).

Figura 13 - Dispositivo de fixação clip



Fonte: SB Fijaciones, 2017, p. 8.

O fibrocimento e o painel fenólico também são considerados revestimentos leves, porem para esses produtos os fornecedores e instaladores indicam rebites ou adesivo estrutural para a fixação dos mesmos (FIG. 14).

Figura 14 - Dispositivo de fixação rebite e adesivo estrutural



Fonte: Adaptado Alejandro's tecnologia em fachada, 2018.

Já para os revestimentos mais pesados como concreto polímero e os de pedra natural é recomendado pelos fabricantes o uso de um perfil horizontal contínuo de alumínio, para servir de apoio para o revestimento, eles são fixados nos perfis verticais através de parafusos do tipo brocante, com cabeça sextavada (FIG. 15).

Figura 15 - Dispositivo de fixação perfil horizontal



Fonte: Alejandro's tecnologia em fachada, 2018.

O adesivo estrutural além de ser um dos dispositivos de fixação conforme FIG. 16, ele também funciona e é indicado como um dispositivo auxiliar para os outros dispositivos de fixação mecânica.

Figura 16 - Dispositivo de fixação adesivo estrutural



Fonte: SB Fijaciones, 2017, p. 40.

Quando o mesmo é optado para ser o dispositivo principal, deve-se seguir alguns procedimentos para aplicação, que são imprescindíveis para que se alcance o resultado almejado.

De acordo com Equitone (2014) os procedimentos que devem ser seguidos são:

- a. A base de aplicação deve estar limpa e seca, para a limpeza é indicado o uso de álcool isopropílico.
- b. Deve-se aplicar uma demão de primer na base que receberá o adesivo e uma no revestimento que se deseja fixar.
- c. Deve-se utilizar uma fita dupla face para fixar o revestimento à base, a fita tem as funções de auxiliar o adesivo enquanto ocorre o processo de cura e ajudar a regularizar o prumo.

4.7 Projeto de fachada ventilada

O projeto de uma fachada ventilada é feito por um engenheiro ou arquiteto especializado, ele indispensável para que a montagem seja executada de forma correta pela equipe de instalação.

De acordo com Lopes (2018) para realização do projeto e a montagem é importante conhecer as características base suporte que será aplicada a fachada ventilada, para definir e dimensionar os componentes de fixação.

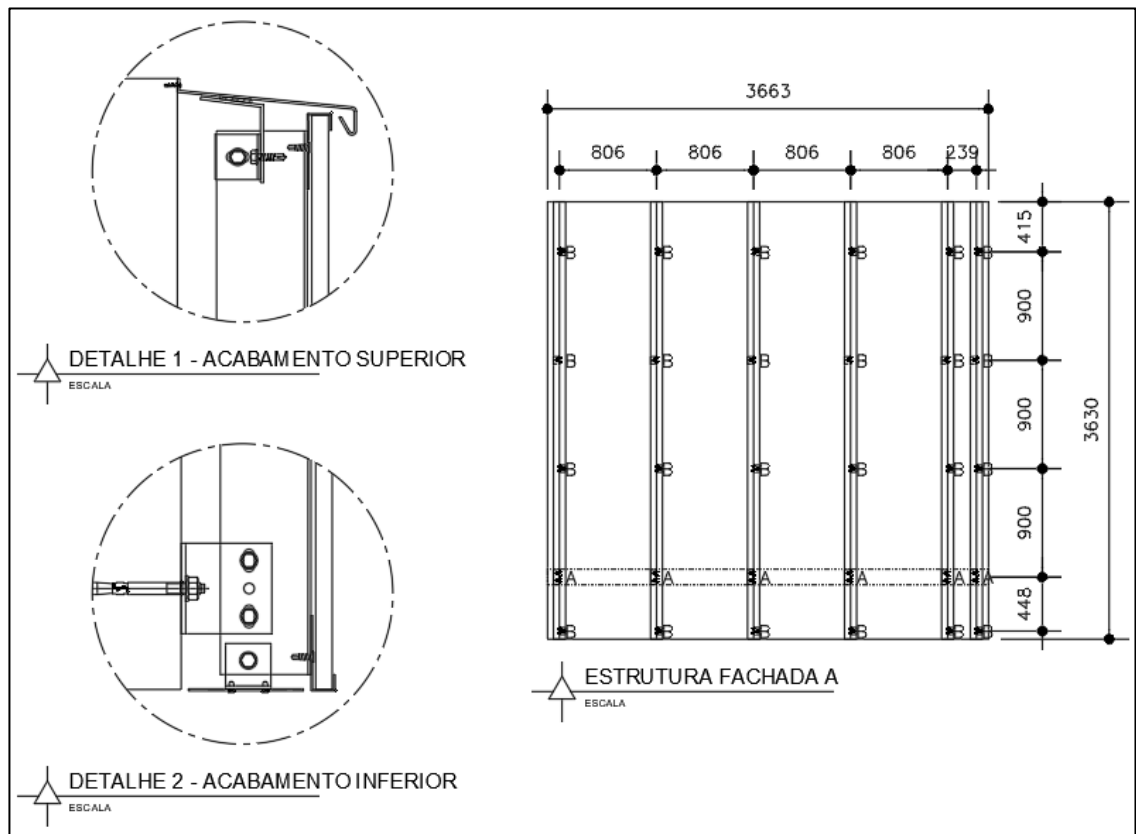
Segundo Araujo e Tsuji (2014) um projeto deve conter diversas considerações técnicas. Que são executadas através de cálculos, testes e ensaios. Posteriormente à definição da paginação, o dimensionamento das juntas e do sistema de fixação, devem ser realizadas algumas verificações:

- a. Através dos esforços de pressões, cargas de vento e peso próprio são confirmadas as espessuras ideais que os revestimentos devem possuir.
- b. Para se dimensionar e verificar o espaçamento entre os componentes de fixação se recorre ao cálculo estrutural, responsável por considerar tensões e deformações admissíveis.
- c. Deve ser realizado um estudo de dimensionamento da câmara ventilada e das juntas entre os revestimentos, para avaliar à necessidade de considerar as cargas de vento no cálculo estrutural.

- d. É necessária uma análise dos desempenhos termoacústico e de umidade do sistema ventilado para garantir uma eficiência energética.
- e. Para garantir uma vida útil e longa do sistema dentro do custo benefício é importante realizar as verificações de durabilidade e resistência ao intemperismo.

Rocha (2011) afirma que um projeto de fachada ventilada deve conter o máximo de informações possíveis. Incluindo dimensões da câmara ventilada para que se explore de maneira correta o efeito chaminé, a paginação dos revestimentos na fachada, os tamanhos das juntas verticais e horizontais, distanciamento dos montantes verticais e das cantoneiras além de demonstrar quantos parafusos devem ser apertados em cada componente e indicar como deverá ser realizado os acabamentos de esquadrias e os fechamentos de câmara (FIG. 17).

Figura 17 - Informações projeto fachada ventilada



Fonte: Alejandro's tecnologia em fachada, 2018.

4.8 Etapas de instalação

O processo de montagem de uma fachada ventilada deve ser executado por uma equipe qualificada e especializada para esse serviço, sendo de suma importância que o engenheiro ou arquiteto forneça o projeto executivo para que seja seguido pelos montadores além do fornecimento deste documento, os profissionais devem coordenar a equipe durante as etapas de instalação.

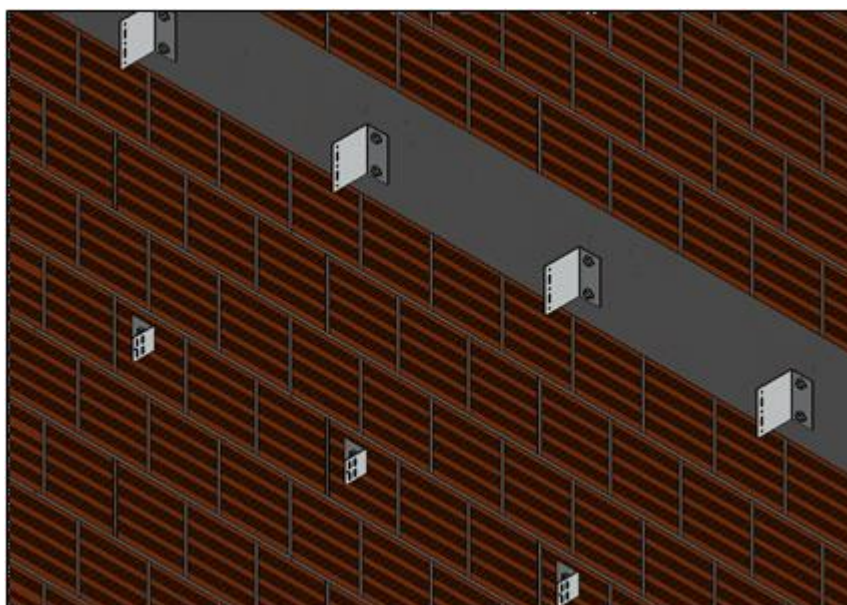
Para Araujo e Tsuji (2014) a instalação envolve algumas precauções que devem ser tomadas, desde o manuseio do revestimento no canteiro de obra à sua fixação na subestrutura. Sendo importante que a instalação seja executada por profissionais capacitados, para poder obter o resultado final desejado.

De acordo com Rocha (2011) a instalação de uma fachada ventilada deve ser coordenada pelo projetista, e pode começar a ser montada de cima para baixo ou de baixo para cima, ficando a critério do responsável técnico essa decisão.

Segundo Sarrablo (2008) a sequência de montagem de uma fachada ventilada é:

- I. Ancoragem da subestrutura primária. Cantoneiras em formatos de “L”, “U” ou “T” são fixadas na parede base através de parafusos ou buchas químicas. As cantoneiras de sustentação são ancoradas em lajes ou vigas e as cantoneiras de retenção na alvenaria suporte. Conforme ilustra a FIG. 18.

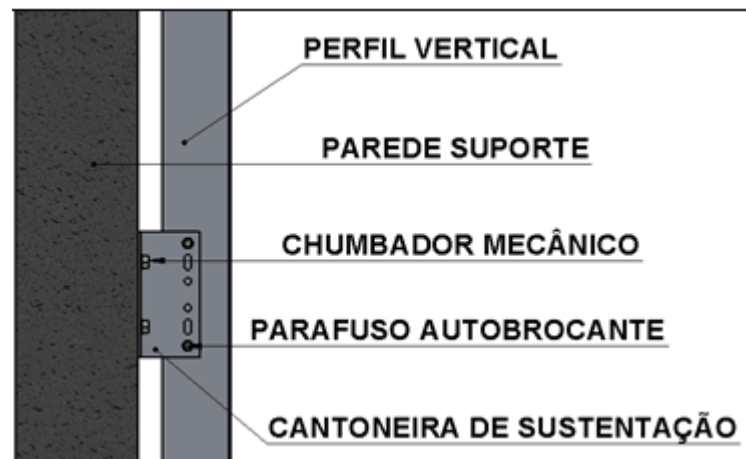
Figura 18 - Fixação das cantoneiras



Fonte: O autor, 2018.

- II. Fixação dos montantes verticais com a subestrutura primária (cantoneiras de sustentação e retenção), através de parafusos do tipo brocante ($\varnothing 5,5 \times 22$) cabeça sextavada (FIG. 19). As cantoneiras possuem furos oblongos e fixos, os parafusos que fixam os perfis nas cantoneiras de sustentação devem passar pelos furos fixos já para a fixação dos montantes às cantoneiras de retenção, os parafusos devem passar pelos furos oblongos, permitindo assim a dilatação dos perfis.

Figura 19 – Fixação dos perfis verticais



Fonte: O autor, 2018.

- III. Colocação do isolante termo acústico (FIG. 20). É importante que esse isolante seja impermeável, os mais recomendados são placas de poliestireno extrudado, espuma projetada de poliuretano e lã de rocha. O isolante favorece a redução de temperatura ajudando a melhorar ainda mais a eficiência energética promovida pelo sistema.

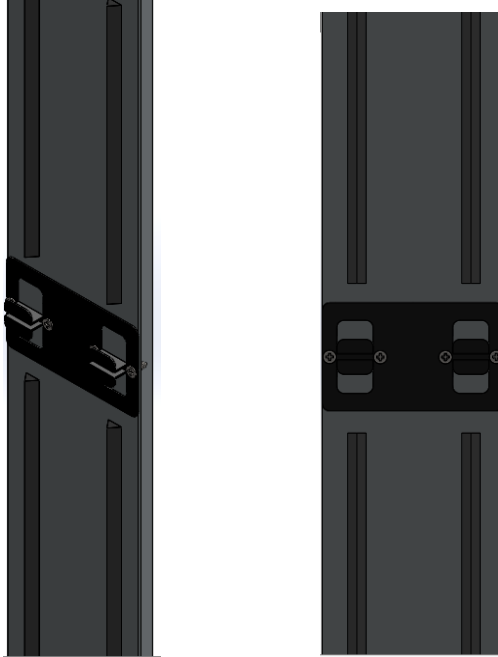
Figura 20 - Fixação do isolante termo acústico



Fonte: O autor, 2018.

- IV. Ancoragem dos dispositivos de fixação nos montantes verticais. Esses elementos são fixados nos montantes verticais e tem a função de receber os revestimentos. A FIG. 21 abaixo mostra a fixação de um dispositivo do tipo clip.

Figura 21 - Fixação do dispositivo tipo clip



Fonte: O autor, 2018.

- V. Fixação dos revestimentos, funcionam como vedação e são fixados sobre os dispositivos de fixação conforme FIG. 22.

Figura 22 - Fixação revestimento



Fonte: O autor, 2018.

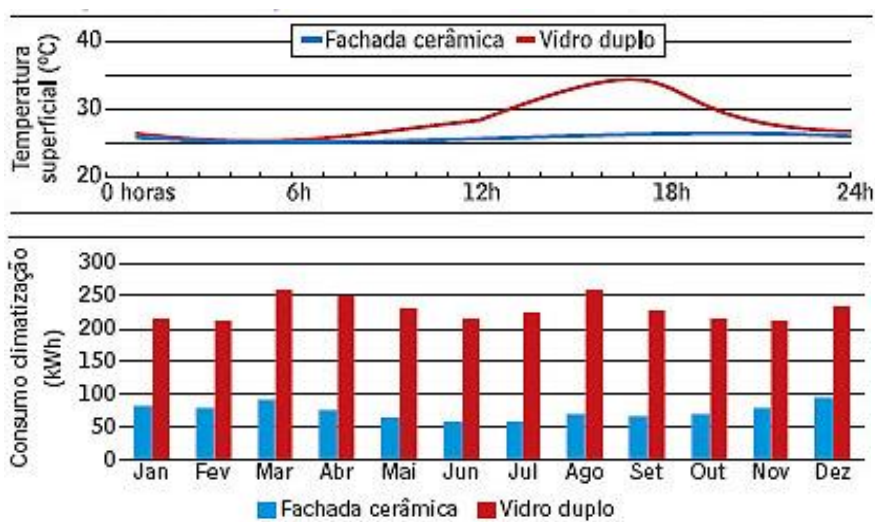
Correa (2010) e Rocha (2011) consideram que para a preparação da parede não é necessário nenhuma regularização ou acabamento somente a impermeabilização e que as cantoneiras e perfis devem ser locados para que estes elementos fiquem alinhados e não cause nenhum problema de desaprumo.

4.9 Vantagens da fachada ventilada

De acordo com Sistemas para fachadas (...2015). uma das principais vantagens das fachadas ventiladas, além de atenderem à estética arquitetônica da edificação, é sua eficiência energética. Graças a câmara ventilada criada entre a alvenaria e o revestimento, pois ela promove a renovação contínua do ar, conseqüentemente consegue eliminar as condensações, reforçar o isolamento térmico e diminuir os gastos com energia energética.

Segundo Moura (2009) a eficiência térmica do sistema de fachada ventilada, já foi comprovada no Brasil, de acordo com o autor, o estudo foi realizado em um edifício de 28 pavimentos que possuía fachada em pele de vidro duplo, o estudo consistiu em substituir o revestimento em uma zona do prédio pelo sistema de fachada ventilada com revestimento de cerâmica extrudada. O intuito era diminuir a temperatura dos ambientes internos no verão, os resultados da simulação foram positivos e se conseguiu reduzir a temperatura interna dos ambientes e ainda se observou uma redução no consumo de climatização (KWh) em média de 64% (GRAF. 1).

Gráfico 1 – Estudo eficiência termoenergética da fachada ventilada



Fonte: Téchné, p. 49, 2009.

No Brasil muitas das vezes os requisitos de conforto térmico não são cumpridos, fazendo assim que os gastos com energia elétrica aumentem para conseguir um conforto interno adequado. Tornando assim o sistema de fachada ventilada uma solução tangível para suprir essa deficiência sem ter a necessidade de equipamentos que geram um alto consumo de energia.

Segundo Lamberts, Dutra e Pereira (2014) o maior consumo de energia elétrica atualmente é com equipamentos de ar condicionado, sendo 20% na média nacional, essa porcentagem tende-se a aumentar devido a não adequação dos edifícios com o clima do local. Sendo dever dos profissionais da construção civil desenvolverem soluções para corrigir esses problemas.

Para Sarrablo (2008) as vantagens que o sistema de fachada ventilada proporciona além da eficiência energética são:

- i. Montagem rápida, conseguindo diminuir o prazo de execução da obra;
- ii. A fachada ventilada funciona de maneira independente da estrutura da edificação, dilata livremente sem confinamentos que impeçam os movimentos estruturais. Como não existe incompatibilidade de recalques diferenciais evita-se as patologias de fissuração;
- iii. A independência da estrutura suporte da edificação também favorece o conforto acústico em cerca de 10 a 20%. Pois as ondas sonoras não são transmitidas facilmente da área externa para a interna.
- iv. Como a fachada ventilada não está ligada à estrutura da edificação pode-se corrigir todas as imperfeições de prumo e planimetria que o edifício possa ter;
- v. A fachada ventilada elimina as indesejadas pontes térmicas;
- vi. A drenagem e a ventilação contínua da câmara ventilada eliminam as umidades de infiltração, absorção e condensação.

Campos (2011) também destaca como vantagens da fachada ventilada, a fácil manutenção do sistema, haja vista que as peças funcionam de maneira independente e sua resistência os fatores climáticos como a poluição e a corrosão possuindo assim uma grande durabilidade fazendo-se indispensável as manutenções periódicas que as fachadas tradicionais necessitam.

O sistema de fachada ventilada também consegue ser aplicável em diversas bases suportes, podendo ser essas de alvenaria estrutural, alvenaria de vedação com vigas, lajes e

pilares, sistemas de *steel frame* e estruturas metálicas. Além de poder ser utilizado em diferentes tipos de obra, como obras novas ou reformas.

Para Lopes (2018) o grande benefício da utilização da fachada ventilada para *retrofit* (obras de reforma) é a possibilidade de executar a obra sobre o revestimento existente, o que consequentemente gera uma redução considerável no tempo de obra. Permitindo a criação de fachadas modernas valorizando o edifício, conforme FIG. 23.

Figura 23 - *Retrofit* utilizando o sistema de fachada ventilada



Fonte: Alejandro's tecnologia em fachada, 2018.

4.10 Desvantagens da fachada ventilada

Siqueira Junior (2003) considera como principais desvantagens do sistema ventilado no Brasil, a necessidade de mão de obra especializada, treinamentos, necessidade de importação de alguns componentes e acessórios do sistema, a necessidade de projetos detalhados para montagem, o alto custo em relação as fachadas tradicionais e a falta de normas de desempenho.

O Brasil não possui nenhuma norma para regulamentar o sistema fachada ventilada, tornando-se assim a principal desvantagem deste sistema construtivo, haja vista, que com a inexistência de normas brasileiras empresas e equipes não especializadas podem executar obras de fachada ventilada de maneira inadequada, podendo acarretar em diversos problemas futuros, como por exemplo o desprendimento dos revestimentos.

5 MATERIAL E MÉTODOS

Para a realização deste trabalho acadêmico, optou-se por realizar um estudo de caso de uma obra em que foi executado o serviço do sistema de fachada ventilada. Realizou-se estudos e pesquisas em diversas fontes literárias internacionais e nacionais sobre o assunto e também foi feito estudo aprofundado e uma visita técnica com a empresa responsável pelos serviços de engenharia e montagem do sistema ventilado do edifício corporativo de Vitória – ES.

5.1 Descrição da obra

O edifício em que se executou a fachada ventilada foi a nova sede do SEBRAE localizado na Rua Belmiro Rodrigues da Silva, nº 170, Bairro Enseada do Suá na cidade de Vitória no Espírito Santo.

O SEBRAE é uma entidade sem fins lucrativos, que atua em todo o território nacional, seu principal objetivo é estimular o empreendedorismo no país, auxiliando as micro e pequenas empresas.

A construção de 6.820,00 m² foi projetada visando o meio ambiente, sendo implantada na mesma vários sistemas sustentais, tais como, jardim vertical, fachada em pele de vidro, sistema de iluminação natural e a fachada ventilada.

Segundo o SEBRAE-ES a sede foi premiada no XII Grande Prêmio de Arquitetura Corporativa, o maior prêmio de arquitetura da América Latina. O projeto recebeu o reconhecimento na categoria *Green Building*.

5.2 Informações técnicas e documentos relacionados a obra

Com a empresa responsável pela montagem, pode-se coletar informações técnicas sobre a obra. A construtora disponibilizou para a execução deste estudo de caso: o projeto executivo da fachada ventilada, cronograma de serviços, diário de obra, necessidades do cliente, as soluções que o sistema promoveu para o edifício e também informações técnicas sobre este sistema construtivo tecnológico.

Com cronograma e o diário de obra, avaliou-se a produtividade e as etapas de execução desta técnica construtiva. O projeto executivo foi utilizado para verificar os

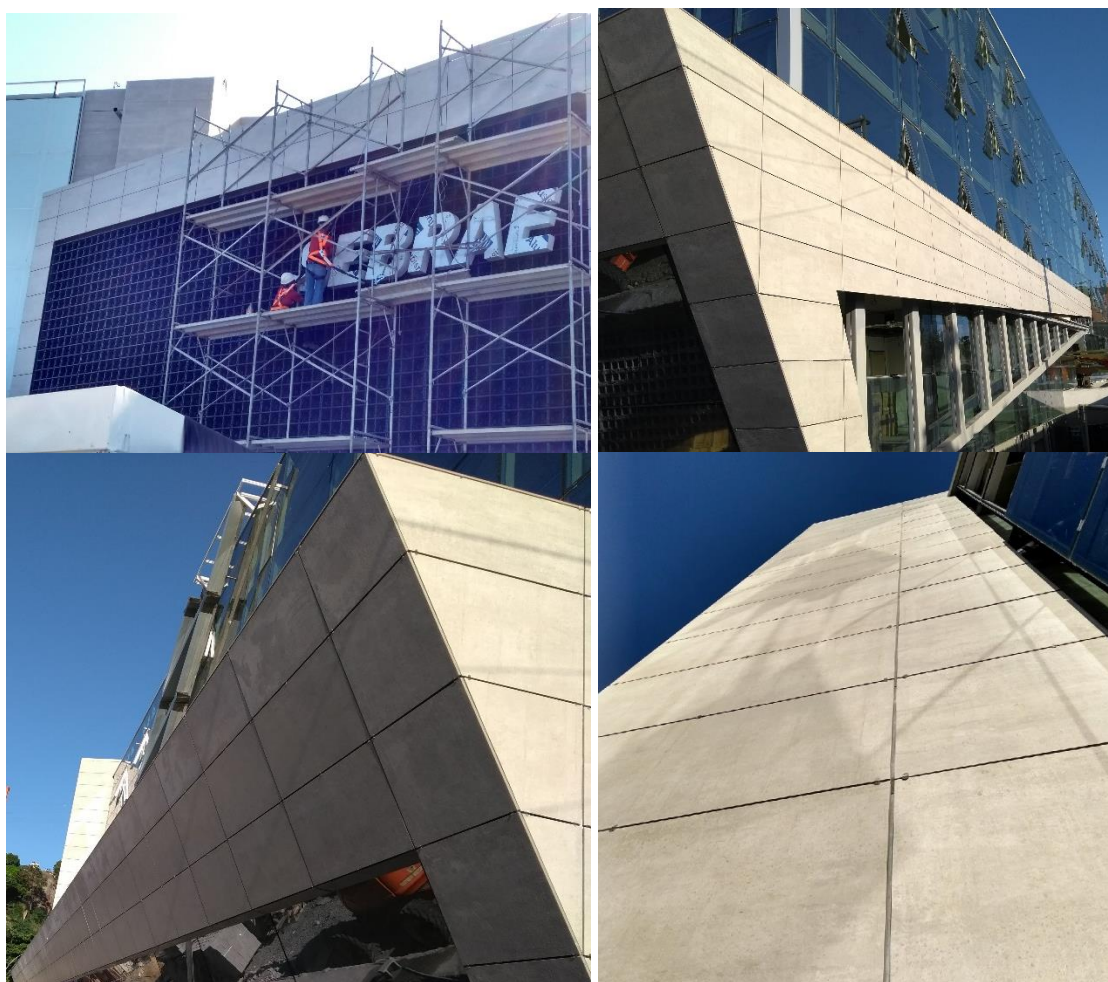
componentes do sistema de fixação utilizados. E com as informações sobre as necessidades do cliente, pode-se verificar o benefício o que o sistema ventilado proporcionou para a obra.

5.3 Visita de campo

Foi realizado junto à empresa responsável pela engenharia e execução da fachada ventilada, uma visita em obra nos dias 17/01/2018 e 18/01/2018, o intuito principal desta visita era realizar a conferências dos serviços executados juntamente com o cliente e oficializar o encerramento dos serviços de fachada ventilada.

Sendo assim, pôde-se acompanhar ambas as partes nesta vistoria, possibilitando, assim entender a execução deste método construtivo, seu sistema de fixação, suas vantagens e soluções para cada elevação (FIG.24).

Figura 24 - Visita de campo



Fonte: O autor, 2018.

Objetivo principal da visita foi concretizado, a obra estava executada conforme o estabelecido em contrato, logo foi assinado o termo de encerramento, entre contratada e contratante, oficializado então o término dos serviços de fachada ventilada.

A visita de campo foi ponto fundamental para a execução dos resultados deste trabalho, com ela, pôde-se assimilar a prática com a teoria.

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O sistema de fachada ventilada é uma solução tecnológica, que tem como características a alta produtividade e a vantagem de ser um sistema que pode ser utilizado tanto em obras novas quanto em *retrofits*, pois essa técnica se adapta aos diversos padrões arquitetônicos e estruturais como o caso da obra em questão onde se tinha diferentes bases suportes que a fachada ventilada foi fixada, sendo uma área total de 908,00 m².

6.1 Concepção de projetos

Para o fechamento do orçamento, a empresa responsável pela execução da fachada ventilada realizou uma visita *in loco* (19/09/2017) para obter informações pertinentes às necessidades do cliente e para fazer uma avaliação geral das bases suportes em que se fixaria o sistema ventilado. Nesta visita foi constatado que o a obra se encontrava com toda superestrutura finalizada e a contratante tinha duas importantes necessidades que deveriam ser cumpridas pela contratada, para que se fosse fechado o orçamento, essas imposições eram:

- I. Que a obra fosse executada em 4 meses, para inauguração em fevereiro de 2018;
- II. Que o forro do estacionamento fosse executado fachada ventilada com afastamento de 25 cm do teto, pois havia a necessidade de passar cabos elétricos e tubos hidráulicos neste local.

Também na visita a montadora verificou que se trataria de um projeto especial, haja vista que além da necessidade da contratante de ter um afastamento não convencional, a fachada ventilada seria aplicada em diferentes bases suportes, sendo elas: *drywall*, bloco de concreto, laje de concreto protendido, estrutura metálica e concreto armado.

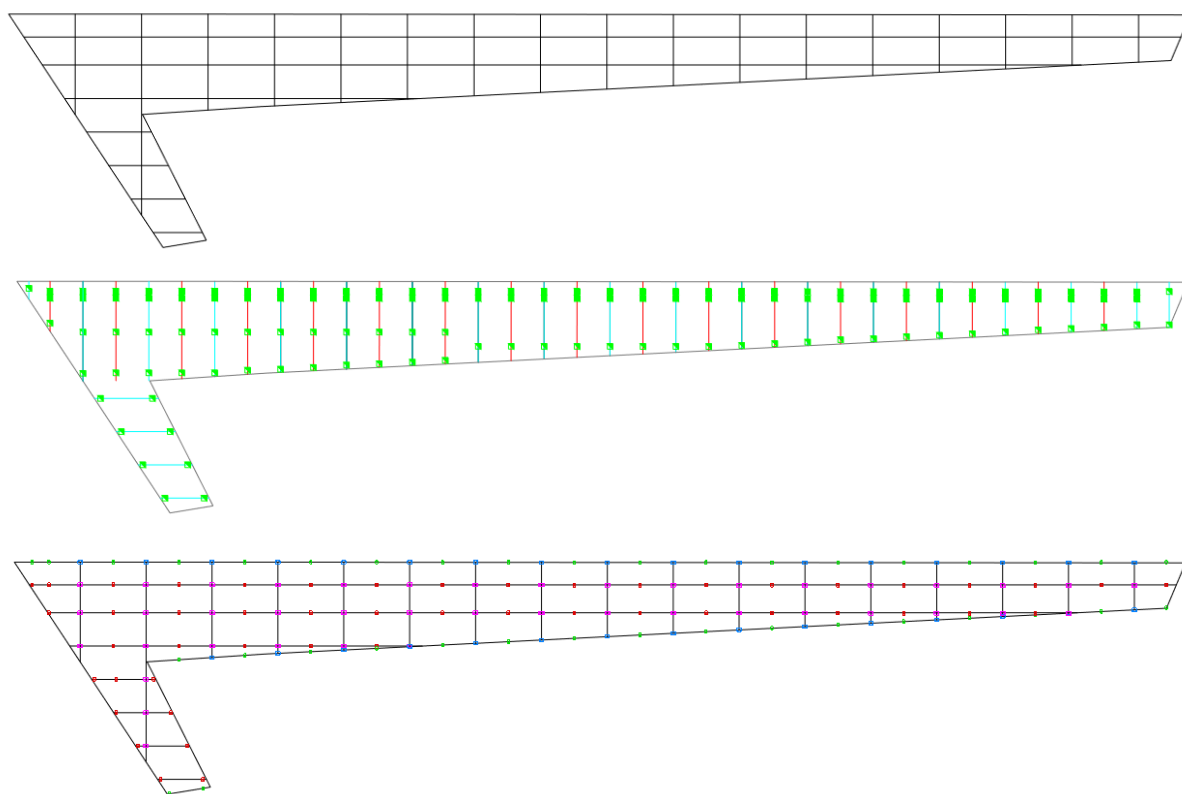
Com essa reunião ambas partes chegaram a um acordo e foi definido que a execução da fachada ventilada fosse iniciada no dia 16 de outubro 2017.

A partir desta visita foi iniciado uma análise estrutural para o dimensionamento e distanciamento das ancoragens do sistema de fixação, a mesma teve como um dos parâmetros base o revestimento, levando em consideração, sua dimensão, espessura, resistência mecânica e peso, no caso desta obra o produto definido escolhido pelo cliente foi um porcelanato de 60 x 120 cm, com espessura de 12 mm e um peso aproximado de 27,23 kg/m². Através dos resultados obtidos, foi definido o distanciamento das ancoragens e a necessidade de utilizar um perfil vertical intermediário para que o sistema ficasse em equilíbrio estático.

Mediante a definição do sistema de fixação, iniciou-se a elaboração do projeto executivo da fachada ventilada, para a realização do mesmo, baseou-se nos projetos arquitetônicos existentes da obra, nas fotos retiradas na visita técnica e na análise estrutural.

O projeto foi elaborado para cada elevação do edifício, sendo um total de cinco. Cada elevação apresentava uma prancha com a paginação do porcelanato, uma prancha com a distribuição da subestrutura de alumínio composta por montantes verticais e cantoneiras e uma prancha com os dispositivos de fixação do porcelanato sendo que os mesmos se derivavam em 4 tipos (FIG. 25).

Figura 25 - Projeto executivo



Fonte: Alejandro's tecnologia em fachada, 2018.

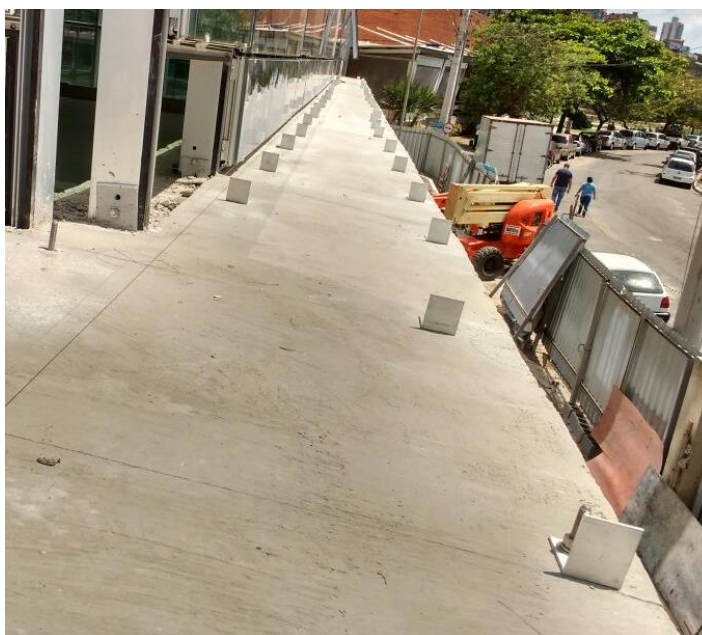
Em cada projeto foi especificado a quantidade e o tipo de parafuso que cada ancoragem deveria receber, o distanciamento das juntas, cantoneiras e montantes verticais, tudo devidamente calculado e dimensionado para que não houvesse nenhum erro de execução ou falhas estruturais.

6.2 Etapas construtivas e cronograma

Mediante a finalização do projeto executivo, iniciou-se a elaboração do cronograma das atividades referente a instalação da fachada ventilada. O documento em questão foi entregue a equipe de montagem que teve que seguir a sequência de atividades abaixo:

- I. No dia 16/10/2017 foi realizado o treinamento de integração dos funcionários.
- II. Marcação da base suporte para fixação das cantoneiras; no primeiro dia de realização de atividades em obra (17/10/2017) iniciou-se a marcação das elevações que receberiam a fachada ventilada. Com auxílio de um nível à laser, foram traçadas linhas horizontais e verticais para facilitar a montagem de toda subestrutura.
- III. Fixação das cantoneiras; após a marcação das elevações, perfurou-se com uma furadeira os pontos marcados e fixou as cantoneiras à base suporte conforme FIG. 26. Para a obra utilizou-se ancoragens dos tipos “L” e “U”, essa atividade por elevação durou em média 6 dias.

Figura 26 - Fixação das cantoneiras



Fonte: Alejandro's tecnologia em fachada, 2018.

- IV. Fixação dos perfis verticais; após fixação das cantoneiras iniciou-se a fixação dos montantes verticais, em projeto definiu-se que se utilizaria perfis do tipo “T”, “L” e tubular. Os perfis foram fixados nas cantoneiras através de parafusos do tipo auto

brocante ou barra roscada (FIG. 27), essa atividade por elevação durou em média 4 dias.

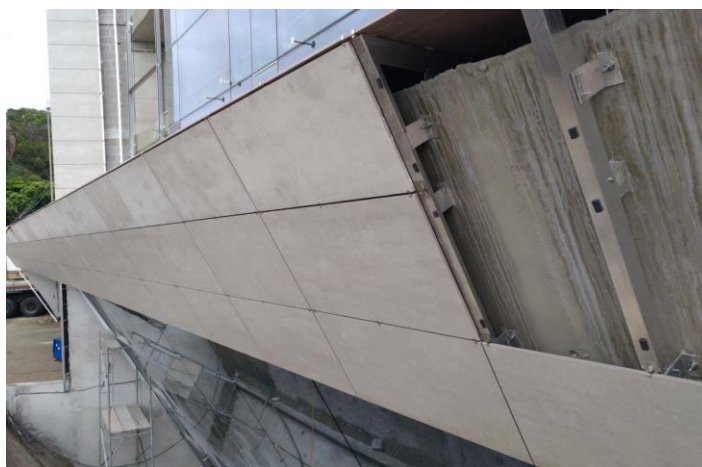
Figura 27 - Fixação dos montantes verticais



Fonte: Alejandro's tecnologia em fachada, 2018.

- V. Fixação do revestimento; os clips de fixação foram ancorados nos perfis verticais e em sequência aplicou-se o revestimento sobre os clips conforme FIG. 28. A fixação do revestimento em cada elevação durou aproximadamente de 4 a 5 dias.

Figura 28 - Fixação do revestimento



Fonte: Alejandro's tecnologia em fachada, 2018.

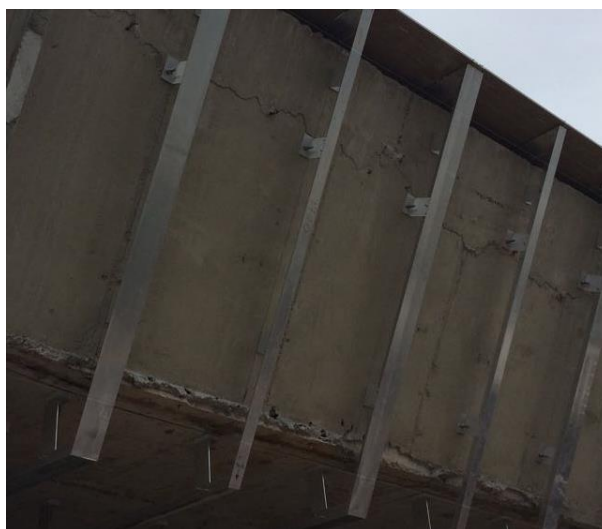
É muito importante lembrar que toda a subestrutura (cantoneiras e perfis verticais) se utilizou o alumínio na liga 6063 T5 e todos os parafusos e os clips de fixação em aço inoxidável. Pois além da obra estar localizada em uma zona marítima esses materiais são sempre os mais indicados a se utilizar para áreas externas, para evitar qualquer patologia como a oxidação e corrosão.

6.3 Soluções

Para solucionar as necessidades do cliente e a fixação da fachada ventilada nas diferentes bases suportes foram recorridas algumas alternativas que se adequam ao sistema.

As elevações que tinham como elemento suporte o concreto armado, foi utilizado cantoneiras do tipo “L” com saída de 11 cm, fixadas à base suporte através de chumbadores mecânicos de aço inoxidável para concreto (3/8” x 3.3/4’). Os perfis verticais foram do tipo “T” e “L” adotando o perfil com formato “T” nas extremidades do revestimento e o perfil “L” como intermediário conforme FIG. 29.

Figura 29 - Fixação subestrutura elevações de concreto



Fonte: Alejandro's Tecnologia em Fachada, 2018.

Para as elevações de bloco de concreto, utilizou-se a mesma subestrutura e os mesmos parafusos de ancoragem, porém foi necessário grautear os blocos onde as cantoneiras se fixariam, sendo assim, os mesmos foram marcados e preenchidos com concreto.

Já para fixar o sistema ventilado na estrutura metálica, foi utilizado um parafuso auto brocante (especial para fixação de estruturas metálicas) para ancoragem das cantoneiras.

Onde se tinha o substrato *drywall*, utilizou-se um sistema de fixação diferente do restante da obra. Foi pensado e projetado um sistema de laje a laje, devido a menor resistência deste substrato. Sendo assim foi utilizado cantoneiras em formato de “U” fixadas com chumbador mecânico para concreto nas lajes conforme FIG. 30.

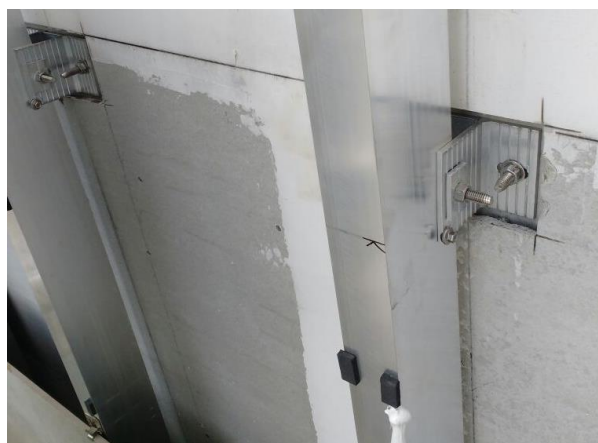
Figura 30 - Fixação cantoneiras elevação substrato *drywall*



Fonte: Alejandro's tecnologia em fachada, 2018.

Para a implantação deste sistema de fixação foi necessário utilizar um perfil vertical tubular, pois com a redução de cantoneiras (limitadas a espaçamentos de laje a laje) teve-se a necessidade de usar um perfil com um momento de inércia maior, para manter a estabilidade da subestrutura, uma vez que as cantoneiras tem também como funções evitar a flambagem e a rotação dos perfis, atuando como apoios fixos ou móveis. Sendo assim, os montantes tubulares foram fixados às cantoneiras através de uma barra roscada com porca e arruela (FIG. 31).

Figura 31 - Fixação dos perfis tubulares

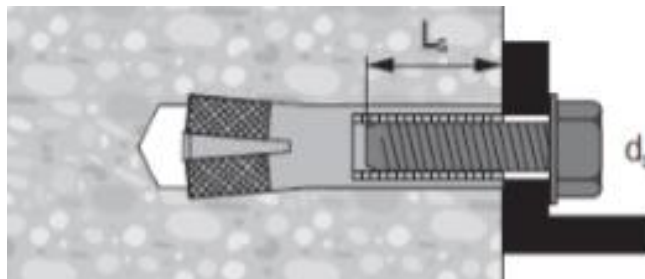


Fonte: Alejandro's tecnologia em fachada, 2018.

A implantação do sistema de fachada ventilada na laje protendida, deveria cumprir a necessidade do cliente que era ter essa tecnologia como uma espécie de forro, com um vão entre laje e revestimento de 25 cm, para comportar tubulações hidráulicas e instalações elétricas necessárias.

Além de solucionar este espaçamento não padrão, teve-se a necessidade de utilizar uma ancoragem diferente para fixação das cantoneiras à laje, haja vista que não se poderia furar mais que 25 mm a laje protendida por causa das cordoalhas de aço. Sendo assim foi utilizado uma ancoragem expansiva especial de rosca interna de comprimento 3/4" (19 mm), ideal para fixações em painéis alveolares e lajes protendidas (FIG. 32).

Figura 32 - Ancoragem especial de rosca interna



Fonte: Alejandro's tecnologia em fachada, 2018.

Já para resolver o vão que a fachada ventilada deveria ter neste local, utilizou-se cantoneiras com saída de 19 cm com uma chapa de polietileno de 2 cm de espessura que além de funcionar como um extensor, ajuda a eliminar as pontes térmicas. As cantoneiras foram fixadas às ancoragens expansivas com barra rosca e depois utilizou-se perfis "T" e "L" conforme (FIG. 33).

Figura 33 - Cantoneiras fixadas na laje protendida



Fonte: Alejandro's tecnologia em fachada, 2018.

Todas estas questões de fixação, definição de ancoragens foram solucionadas antes da equipe de montagem entrar em obra. O que contribuiu muito para que a outra necessidade do cliente fosse atendida (entregar a obra em quatro meses para a estimada data de inauguração). Pois com todo o sistema de fixação resolvido, a equipe de montagem entrou em obra já sabendo como tudo deveria ser executado.

A alta produtividade do sistema de fachada ventilada é uma das principais vantagens desta tecnologia, para a obra em questão, este benefício do sistema não pode ser totalmente explorado, pois houve alguns impeditivos em obra, o que comprometeu um pouco a produtividade média ($m^2/mês$). O principal deles foi que a equipe de montagem entrou com a obra ainda em execução, a mesma já encontrava-se com toda a parte de superestrutura finalizada, porém os serviços de instalação elétrica, hidráulica, assentamento de revestimento aderido, execução de escadas e montagem de fachada em pele de vidro, estavam sendo executados ao mesmo tempo, por consequência necessidade de entrega da obra em quatro meses.

Sendo assim, inevitavelmente, houve dias em que algumas elevações não estavam liberadas para as frentes de trabalho ou os andaimes e plataformas estavam indisponíveis para a utilização.

Porém, com todos estes fatores, os serviços de fachada ventilada foram executados em praticamente três meses, tendo uma produtividade média de montagem de aproximadamente $302,66 m^2/mês$.

De acordo com a empresa que executou a fachada ventilada do edifício do SEBRAE, esta produtividade em condições normais pode chegar de 500 até $800 m^2/mês$ dependendo dos meios de elevação.

Conforme análise de todos estes fatos, considera-se que o sistema atendeu a todas as expectativas e necessidades do cliente, em relação a custo benefício o sistema inicialmente é mais caro que uma fachada convencional, porém as soluções que esta tecnologia trouxe para resolver as necessidades da obra, dificilmente um método convencional conseguiria tal resultado em tão pouco tempo.

É também importante lembrar que este sistema tem como algumas de suas principais vantagens a economia energética e a redução de manutenções periódicas que as fachadas comuns necessitam por consequência das inúmeras patologias que as mesmas estão sujeitas, estes fatores a longo prazo, certamente justificam a utilização de um sistema tecnológico como a fachada ventilada.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Atualmente nota-se a necessidade do mercado da construção civil, em buscar soluções construtivas tecnológicas, sustentáveis e com um bom custo benefício, haja vista que alguns dos métodos de construção tradicionais estão ficando ultrapassados e conseqüentemente deixando de atender alguns requisitos normativos atuais. Está sendo cada vez mais comum ver notícias sobre desprendimento de revestimentos aderidos de edifícios, de inúmeras patologias que as construções apresentam mesmo que recentemente executas, tais como eflorescência, manchas de umidade, fissuras entre outras.

A fachada ventilada é uma das soluções que pode ser utilizada para corrigir as deficiências método construtivos tradicionais, a tecnologia do sistema ventilado é bastante comum e utilizada nos países do hemisfério norte e da Europa, este sistema é caracterizado por ser uma técnica totalmente à seco que cria um vão entre a edificação e o revestimento, onde o ar fica em constante renovação dentro desta câmara, promovendo grandes vantagens para o edifício.

Com o estudo de caso realizado pode-se identificar várias vantagens em se utilizar o sistema construtivo de fachada ventilada, essa tecnologia inovadora, implanta uma estética diferenciada, apresenta uma alta produtividade de instalação, é compatível a todo tipo de construção e substrato base, além de ser uma técnica sustentável que proporciona a eficiência energética. Difícilmente um método tradicional poderia ter solucionado os requisitos que esta obra em questão necessitava.

Ainda sobre a questão de sustentabilidade, podemos entender que a fachada ventilada é uma solução totalmente limpa, podendo claramente substituir as etapas de chapisco, emboço e reboco, como aconteceu na obra estudada, assim sendo é notório que haja uma redução considerável de resíduos nas construções além de uma economia com os insumos que estas etapas necessitam.

Em um país como o Brasil, onde a construção civil causa um grande impacto na economia, cabe a todos profissionais do segmento da construção civil estudarem a fundo e convencerem os seus clientes a investirem nos sistemas construtivos tecnológicos que promovam para as construções melhores desempenhos e maior longevidade. Deixado de lado o pensamento arcaico de sempre se utilizar o método mais barato e não o que apresenta o melhor custo benefício.

REFERÊNCIAS

- ALCOA. **Ligas e têmperas de extrusão**. São Paulo, 2010.
- ARAÚJO, A.; TSUJI, N. **Revestimento em ACM**. São Paulo: Canal 6, 2014.
- CEMBRIT. **Corporate Manual**. Denmark, 2016.
- COMPOSIT. **Apresentação produtos e serviços**. São Paulo, 2018.
- CORREA, C. **Fachadas Ventiladas**. São Paulo: C4, 2010.
- CUNHA, M. M. F. da C. **Desenvolvimento de um sistema construtivo para fachadas ventiladas**. 2006 183p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade do Porto, Porto, 2006.
- DIREITO, J. F. **Estudo da segurança contra incêndio em fachadas ventiladas**. 2011. 92 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade do Porto, Porto, 2011.
- DOSSIER técnico-económico. **Fachada Ventilada**, n.2, out. 2006. Disponível em: <<https://engenhariacivil.files.wordpress.com/2008/01/dossiereconomico.pdf>>. Acesso em: 13 abril 2018.
- ELIANE TÉCNICA, **Portfólio de apresentação**. Disponível em: <<http://www.eliane.com/download/portfolio-eliane-tecnica-2014.pdf>>. Acesso em: 2 de abril 2018.
- EQUITONE. **Fibre cement facade materials**. Disponível em: <<http://www.equitone.com>>. Acesso em: 23 abril 2018.
- FIJACIONES. SB. **Facade Technology 2017**. Disponível em: <<http://sbfijaciones.com/pt/>>. Acesso em: 21 abril 2018.
- FRONTEK. **Catálogo cerâmica tecnologia 2017**. Disponível em: <<http://www.grecogres.com/catalogos/>>. Acesso em: 3 de abril 2018.
- FROTA, A. B.; SCHIFFER, S. R. **Manual de conforto térmico**. 8. ed. São Paulo: Studio Nobel, 2009.
- LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F. O. R., **Eficiência Energética na Arquitetura**. 3.ed. Rio de Janeiro, 2014.
- LOPES, D. M. **O sistema de revestimento de fachadas ventiladas: estudo de caso na cidade de Florianópolis**. 2018. 13p. Artigo (Especialização em MBA em gestão de obras e projetos) – Universidade do Sul (UNISUL), Santa Catarina, 2018.

MEDEIROS, J. S. Tecnologia e projeto de revestimentos cerâmicos de fachada de edifícios. 457 p. Tese (Doutorado). Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 1999 apud RIBEIRO, F. A.; BARROS, M. M. S. B. de. **Juntas de movimentação em revestimentos cerâmicos de fachada**. São Paulo: Pini, 2010.

MENDES, F. M. V. P. **Durabilidade das Fachadas Ventiladas**. 2008. 67p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade do Porto, Porto, 2008.

MILIMETRA. **Painéis compostos de alumínio para revestimento**. Disponível em: <<http://www.milimetra.com.br>>. Acesso em: 22 abril 2018.

MIS/RJ fachada ventilada. **Finestra**, São Paulo, v. 21, n. 96, p. 24-27, jan. /fev. 2016.

MOURA, E. Fachadas respirantes. **Téchne**, São Paulo, v. 17, n. 144, p. 42-49, mar. 2009.

PORCELANOSA. Manual técnico. **Sistemas de Fachada Ventilada**, 2016. Disponível em: <<http://www.porcelanosa.com>>. Acesso em: 20 abril 2018.

RIBEIRO, F. A.; BARROS, M. M. S. B. de. **Juntas de movimentação em revestimentos cerâmicos de fachada**. São Paulo: Pini, 2010.

ROCHA A. P. Fachada ventilada. **Téchne**, São Paulo, v. 19, n. 176, p. 46-56, nov. 2011.

SABBATINI, F. H.; BARROS, M. M. S. B.; DIAS, A. M. N. D.; FLAIN, E. P. Recomendações para a produção de revestimentos cerâmicos para paredes de vedação em alvenaria. PROJETO EP/EM-6 – Desenvolvimento de métodos construtivos de revestimentos de piso. Convênio Escola Politécnica da USP e ENCOL; CPqDCC-EPUSP, 1990. (Relatório Técnico R6-06/90, Convênio EPUSP/ ENCOL; CPqDCC-EPUSP). Não publicado apud RIBEIRO, F. A.; BARROS, M. M. S. B. de. **Juntas de movimentação em revestimentos cerâmicos de fachada**. São Paulo: Pini, 2010.

SARRABLO, V. **Cortezas Cerâmicas**. Portugal: Caleidoscópico, 2008.

SIQUEIRA JÚNIOR, A. A. de. **Tecnologia de fachada - cortina com placas de grês porcelanato**. 2003. 220p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (EPUSP), São Paulo, 2003.

SISTEMAS para fachadas ventiladas. **Finestra**, São Paulo, v. 20, n. 93, p. 66-71, jul. /ago. 2015.

SOUSA, F. M. F. de. **Fachadas Ventiladas em Edifícios Tipificação de soluções e interpretação do funcionamento conjunto suporte/acabamento**. 2010. 138p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil)-Universidade do Porto, Porto, 2009.

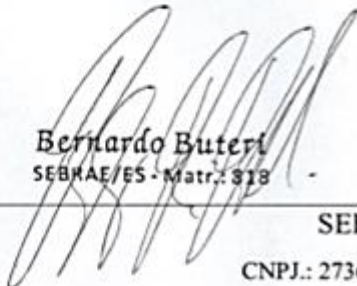
ANEXO A




TERMO DE AUTORIZAÇÃO DE USO DE NOME

Nós, **Sayonara Lacerda e Bernardo Buteri**, portadores dos RG nº 1.863.028 - ES e nº 1.860.932 -ES, inscrito no CPF nº 097.173.197-74 e CPF 100.695.707-36, nas condições de Gerente Interina e Analista Técnico da empresa (Sebrae-ES – Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas), CNPJ: 27364462/0001-44, **AUTORIZAMOS**, através do presente termo, o aluno **Lucas Souza Pinheiro**, portador do RG nº MG14.289.460 e inscrito no CPF nº. 123.864.556-96, matriculado no curso de Engenharia Civil do Centro Universitário de Formiga (Unifor-MG), utilizar o nome do SEBRAE da cidade de Vitória-ES em seu Trabalho de Conclusão de Curso. Pedimos que o teor do trabalho seja apresentado ao Sebrae-ES antes da apresentação e entrega formal do mesmo.

Vitória, 18 de Setembro de 2018.



Bernardo Buteri
SEBRAE/ES - Matr.: 818



Sayonara Avelar Lacerda
SEBRAE/ES - Matr.: 806

SEBRAE

CNPJ.: 27364462/0001-44



ANEXO B

Alejandro's Tecnologia em Fachada LTDA - EPP

CNPJ.: 15.315.363/0001-93

**TERMO DE AUTORIZAÇÃO DE USO DE PROJETOS, FOTOS E
DOCUMENTOS RELACIONADOS AOS SERVIÇOS DE FACHADA
VENTILADA**

Eu, **Leandro Santos Alejandro**, portador do RG nº 27.342.768-4 e inscrito no CPF nº 298.219.648-42, na condição de diretor da empresa **Alejandro's Tecnologia em Fachada LTDA - EPP**, CNPJ: 15.315.363/0001-93, **AUTORIZO**, através do presente termo, o aluno **Lucas Souza Pinheiro**, portador do RG nº MG14.289.460 e inscrito no CPF nº. 123.864.556-96, matriculado no curso de Engenharia Civil do Centro Universitário de Formiga (Unifor-MG), utilizar fotos da empresa e também documentos relacionados aos serviços de fachada ventilada executados por esta empresa para a obra do SEBRAE-ES, bem como, projeto executivo, fotos, diário de obra, cronograma de serviços e demais documentos relacionados ao assunto em seu Trabalho de Conclusão de Curso.

15 315 363 0001-93
ALEJANDRO'S TECNOLOGIA
EM FACHADA LTDA. - EPP

Formiga, 30 de Agosto de 2018.

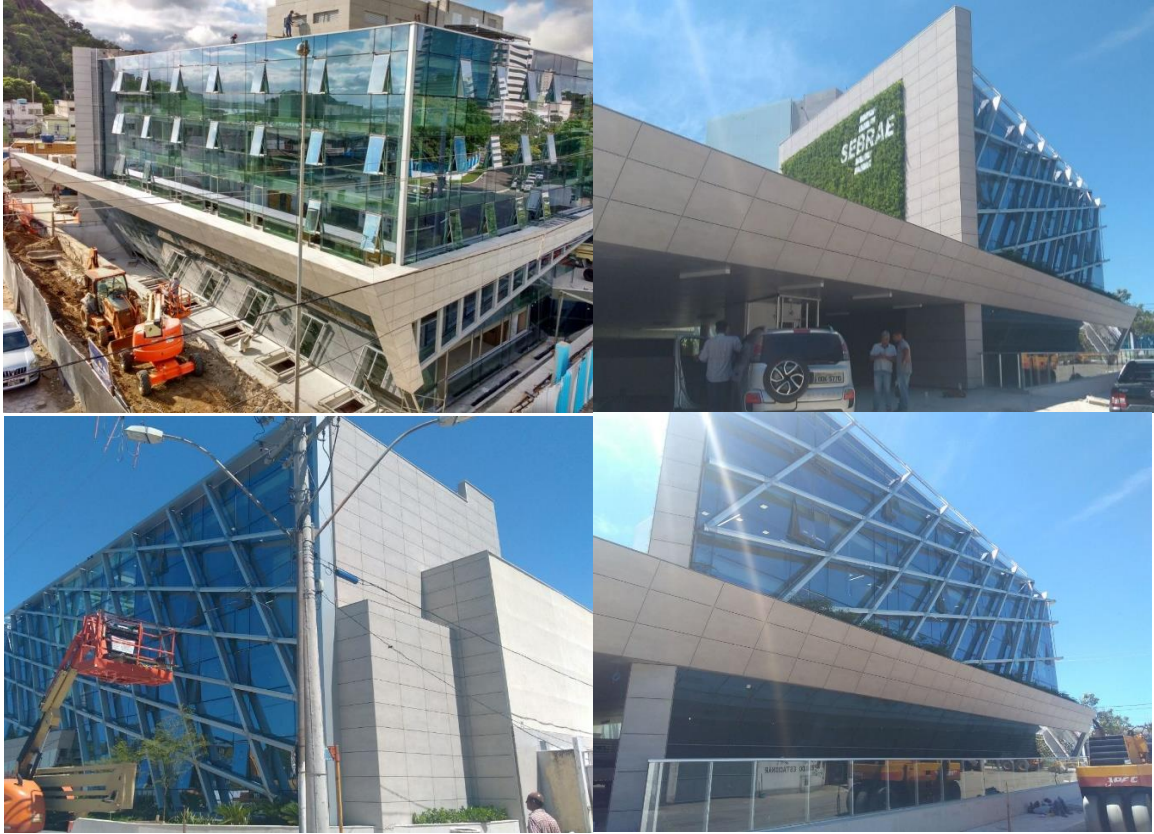
Alejandro's Tecnologia em Fachada LTDA - EPP

CNPJ.: 15.315.363/0001-93

(37) 3321-7812
Rua João Carlos Fernandes, 241, Centro
Formiga, CEP35570-000

ANEXO C

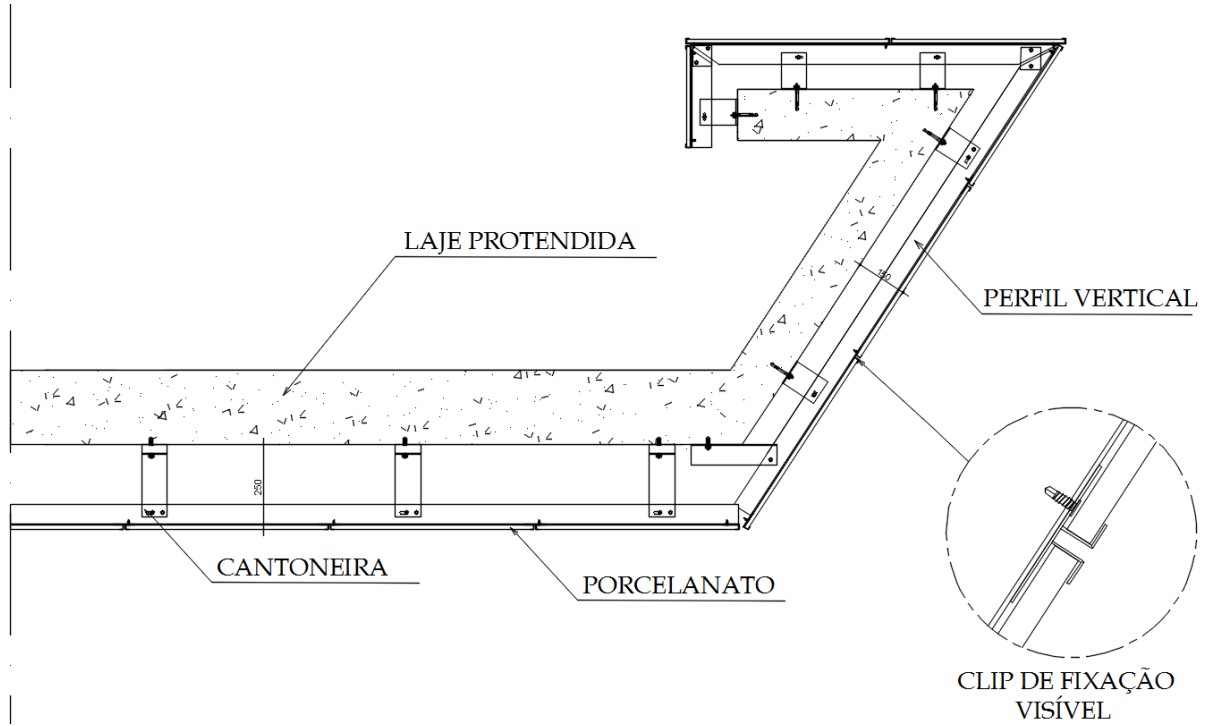
Figura 34 - Obra finalizada



Fonte: Alejandro's Tecnologia em fachada, 2018

ANEXO D

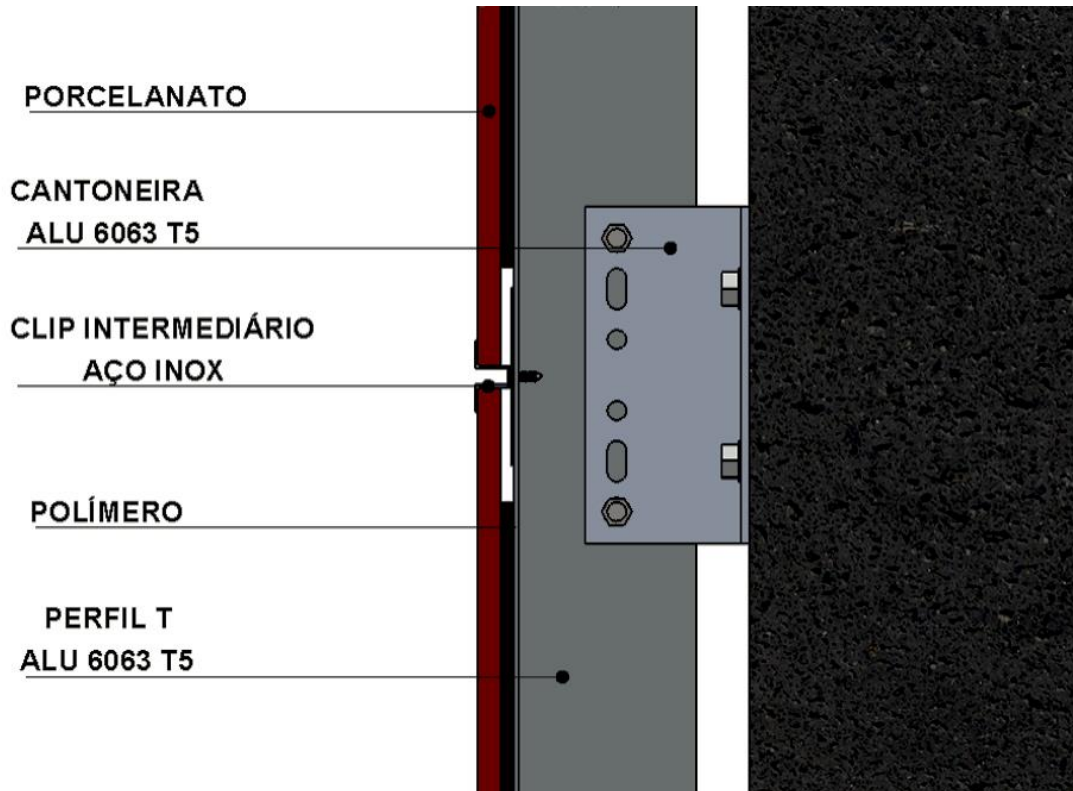
Figura 35 - Detalhe fachada ventilada SEBRAE-ES



Fonte: Alejandro's Tecnologia em Fachada, 2018.

ANEXO E

Figura 36 - Corte vertical fachada ventilada porcelanato



Fonte: O autor, 2018.

ANEXO F

Figura 37 - Teste de arrancamento



Fonte: Alejandro's Tecnologia em Fachada, 2018.