



**INSTITUTO FEDERAL
SANTA CATARINA**

**CÂMPUS FLORIANÓPOLIS
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL
CURSO DE SUPERIOR EM ENGENHARIA CIVIL**

CARINA MACCARI BLAZIUS

**Fachada Ventilada:
Materiais e Técnicas Adotadas
no Brasil e no Exterior**

**FLORIANÓPOLIS – SC
2019**

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA
CATARINA
CÂMPUS FLORIANÓPOLIS
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL
CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL**

CARINA MACCARI BLAZIUS

**FACHADA VENTILADA: MATERIAIS E TÉCNICAS ADOTADAS NO
BRASIL E NO EXTERIOR**

Trabalho de Conclusão de Curso
submetido ao Instituto Federal de
Educação, Ciência e Tecnologia de Santa
Catarina como parte dos requisitos para
obtenção do título de engenheiro civil.

Orientadora:

Profa. Dra. Andrea Murillo Betioli

FLORIANÓPOLIS, 2019

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor.

Blazius, Carina Maccari Blazius
Fachada Ventilada : materiais e Técnicas Adotadas
no Brasil e no Exterior / Carina Maccari Blazius Blazius ; orientação
de Andrea Murillo Betioli. - Florianópolis,
SC, 2019.
92 p.

Monografia de Especialização - Instituto Federal de
Santa Catarina, Câmpus Florianópolis. Bacharelado
em Engenharia Civil. Departamento Acadêmico de Construção
Civil.
Inclui Referências.

1. Fachada Ventilada. 2. Fachadas Respirantes. 3.
Fachada Não Aderida. 4. Tecnologia em Fachadas. 5. Revestimentos
Externos. I. Murillo Betioli, Andrea. II. Instituto
Federal de Santa Catarina. Departamento Acadêmico
de Construção Civil. III. Título.

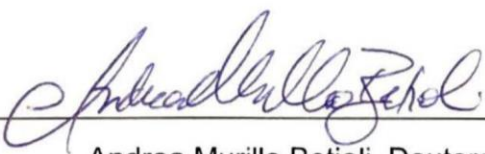
FACHADA VENTILADA: MATERIAIS E TÉCNICAS ADOTADAS NO BRASIL E NO EXTERIOR

CARINA MACCARI BLAZIUS

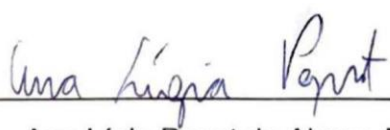
Este trabalho foi julgado adequado para obtenção do Título de Engenheiro Civil e aprovado na sua forma final pela banca examinadora do Curso de Engenharia Civil do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina.

Florianópolis, 12 de Junho, 2019.

Banca Examinadora:



Andrea Murillo Betioli, Doutora.



Ana Lúcia Papst de Abreu, Doutora.



Lucas Bastianello Scremin, Mestre.



Bartira Silva, Bacharel.

AGRADECIMENTOS

A minha caminhada na realização do curso de bacharelado em Engenharia Civil durante todos esses anos, aqui se encerra com este trabalho. Não por menos, o resultado final é fruto também da presença de pessoas que julgo importantes na minha vida. De tal maneira, dedico esta página a todos aqueles que fizeram parte da minha trajetória até aqui, sendo na vida pessoal, profissional ou acadêmica.

Primeiramente gostaria de agradecer a minha família, pai, mãe e irmã, que foram a base para o sucesso durante todos os anos da minha vida. Sempre presentes, acolhedores e incentivadores, como puderam e aonde estiveram. Sem vocês, este caminho teria sido mais árduo.

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina (IFSC), por ter me oferecido um ensino público e de qualidade. À minha orientadora doutora Andrea Murillo Betioli, à coordenadora de curso doutora Maurília de Almeida Bastos e inclusive estendo meus agradecimentos aos demais professores que participaram desta trajetória.

Agradeço a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela oferta de bolsa em iniciação científica “Jovens Talentos” e bem como, junto ao IFSC, pelo programa BRAFITEC de parceria universitária internacional, que me permitiu uma experiência fantástica no exterior em contato direto com outra cultura.

Em especial aos seguintes colegas de curso em que pude contar em momentos cruciais e também dividir experiências: Bartira Silva, Wellington Borba Broering, Patrícia Odozynski da Silva, Isabel Guesser e Vinicius Giunta.

Também agradeço aos membros externos desta vida acadêmica, estes da minha vida pessoal: Amanda Deschamps, Ana Paula Kretzer de Miranda, Camila Santolin, Giovanna Kiehn Bertuzzi e Mauricio Eduardo Monguilhott, os quais de alguma forma influenciaram na minha vida e que contribuíram para o que eu sou hoje.

*“Hoje desaprendo o que tinha
aprendido ontem
E que amanhã recomencarei a
aprender.*

*Todos os dias desfaleço e
desfaço-me em cinza efêmera:
todos os dias reconstruo minhas
edificações, em sonho eternas.*

[..]

*enquanto aprendo, desaprendo
e torno a aprender”*

Cecília Meireles

RESUMO

O completo desenvolvimento do sistema de fechamento vertical não aderido em fachada ventilada já data de alguns anos, porém o emprego desta tecnologia em novos empreendimentos ou reformas ainda está em crescimento no território nacional. O setor da construção civil continua com a utilização de sistemas de fachada aderidos convencionais, seja pela falta de mão de obra especializada e de normatização ou apenas pelo hábito na utilização desses sistemas consolidados. Dentre as tecnologias usualmente empregadas estão a pintura e o assentamento de revestimentos cerâmicos. No entanto, estes muitas vezes desenvolvem patologias como fissuração, trincas e deslocamento, mesmo assim, persiste-se na utilização destes sistemas que demandam uma certa manutenção. Assim, um dos propósitos deste trabalho foi de levantar informações sobre este sistema com um breve histórico; sua funcionalidade; suas vantagens e desvantagens e normatização. Por fim, foram levantadas informações a respeito das tecnologias e materiais envolvidos como: os tipos de revestimentos disponíveis; de isolantes; de suportes; de parafusos e ainda como técnica levanta-se boas práticas de instalação. Através das análises de alguns casos de empreendimentos que utilizaram o sistema de fachada ventilada no Brasil, verifica-se a aceitação do sistema pelo mercado brasileiro a respeito de quais revestimentos externos mais utilizados, escolha do isolante, emprego da fachada em diferentes tipologias, concentração das obras em capitais ou outras cidades e aplicação de obras novas ou reformas. E finalmente, com a experiência profissional da autora, um estudo de caso internacional foi apresentado.

Palavras chaves: fachada ventilada, fachadas respirantes, fachada não aderida, tecnologia em fachadas, revestimentos externos.

ABSTRACT

It has been a long time when the development of the ventilated facade was completely accomplished, but this kind of technology is still growing on national territory, both either new or in refurbished buildings. Even now, the Brazilian construction sector uses the same way to build facades for years. These methods consists in a ceramic tile laying on the base or just the fact of painting the walls. It is hard to change because everybody is used to do in that way. Therefore, when a new technology comes, they have problems with specialize labor service or there is not common knowledge, even the norms does not exist here. However, there are many pathologies related to these ancient methods, as cracking or ceramics pieces falling. Nevertheless, the construction sector continues installing as if it is the only option they have and this starts to have a design lacking, even if they know the regular maintenance they need to do. On the other hand, the others technologies are developing, for example the types of non-adherent cladding are being recognized in Brazil nowadays. The ventilated facade is a type on that group, also named rain screen facade or double skin facade. Hence, this undergraduate thesis has been made aiming to get more information about this system with a historic passage; their functionality; advantages and disadvantages; and international norms. In addition, you are going to find more information about many technologies and materials involved as outer wall cladding, different types of isolation and advices about how to build it right. As well as, some analysis about Brazilian buildings that are already delivered and afterwards in an author overseas experience in an install of ventilated façade, we could see the currently material and skill they are using there.

Keywords: ventilated facade, double skin facades, open-joint ventilated façade, opaque ventilated façade, building envelope.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Fachada ventilada de fibrocimento com isolante em lã de vidro	21
Figura 2 – Edifício Corporativo ALCOA em Pittsburgh, Estados Unidos	24
Figura 3 – Parede de Fachada Ventilada Pré-Fabricada	27
Figura 4 – Esquema de vantagens na utilização da fachada ventilada	29
Figura 5 – Fluxo de trabalho da pesquisa	37
Figura 6 – Montantes em madeira, fachada ventilada em fibrocimento	39
Figura 7 – Sistema de fachada ventilada com suportes em ACM	40
Figura 8 – Rolo de lã de vidro da marca Isover	41
Figura 9 – Isolamento da fachada ventilada em painéis de poliestireno	42
Figura 10 – Rosetas de fixação de Isolantes	43
Figura 11 – Fachada ventilada com revestimento externo em ACM	44
Figura 12 – Fachada ventilada com revestimento externo em madeira	45
Figura 13 – Fachada ventilada com revestimento externo têxtil	46
Figura 14 – Fachada ventilada com revestimento externo em cerâmica	47
Figura 15 – Fachada ventilada com revestimento externo em painéis fotovoltaicos	48
Figura 16 – Fachada ventilada com revestimento externo em vidro	49
Figura 17 – Fachada ventilada com revestimento externo em ardósia	50
Figura 18 – Fachada ventilada com revestimento externo em terracota	50
Figura 19 – Fachada ventilada com revestimento externo em fibrocimento	51
Figura 20 – Fachada ventilada com revestimento externo em concreto polímero	51
Figura 21 – Tipos de juntas presentes na fachada ventilada	52
Figura 22 – Ancoragem de revestimento cerâmico de 3,5mm por cola	54
Figura 23 – Modelos de Implementação de fachada ventilada	56
Figura 24 – Detalhamento de uma fachada ventilada	57
Figura 25 – Tipos de esquadros de fixação existentes e suas colocações	58
Figura 26 – Adaptação do fixador em forma de T	59
Figura 27 – Utilização de “calços” na afinação do prumo dos perfis	60
Figura 28 – Fixação do componente âncora entre os esquadros e o substrato	61
Figura 29 – Reabilitação de casas em Villeneuve d’Ascq na França	63
Figura 30 – Esquema de uma fachada ventilada de perfis verticais simples	64
Figura 31 – Detalhes na implantação do sistema que devem ser cuidados	65

Figura 32 – Esquema de colapso dada por má instalação dos suportes	66
Figura 33 – Representação em projeto da distância mínima da fachada e o solo	67
Figura 34 – Placa metálica perfurada para finalização da fachada	68
Figura 35 – Fachada do Shopping Gesundbrunnen-Center em Berlin, Alemanha....	68
Figura 36 – Painel de espuma de poliestireno azul com 10mm de argamassa.....	69
Figura 37– Representação em projeto da distância mínima na abertura superior	70
Figura 38 – Representação em projeto da distância mínima do peitoril.....	71
Figura 39 – Instalação do acabamento no nível do terraço da fachada ventilada.....	71
Figura 40 – Gráfico referente às cidades de implementação dos cases	75
Figura 41 – Gráfico sobre as Tipologias de Empreendimentos.....	75
Figura 42 – Gráfico sobre as sobre o tipo de obra: nova ou retrofit	76
Figura 43 – Gráfico sobre os Revestimentos Externos	77
Figura 44 – Gráfico sobre a Presença de Isolante Térmico	78
Figura 45– Fachada da Maternidade do Centro Hospitalar de Dunquerque	80
Figura 46 – Suportes em alumínio para a fachada em ACM.....	81
Figura 47 – Adesivo impermeabilizante	81
Figura 48 – Antes e depois da instalação da fachada em uma janela projetada	82
Figura 49 – Tratamento impermeabilizante com adesivos nas cordoalhas.....	83
Figura 50 – Instalação do isolante térmico em lã de vidro	83
Figura 51 – Transições de frentes de serviço da implementação	84
Figura 52 – Pátio Interior da Maternidade com a fachada ventilada finalizada	84
Figura 53 – Peça faltante de fachada logo abaixo do brise.....	85

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Composição geral de uma fachada ventilada.....	22
Tabela 2 – Composição geral de uma fachada ventilada.....	55
Tabela 3 – Revestimento externo com sua ancoragem correspondente	56

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ADEME – (*Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie*) em tradução livre: Agência de Meio Ambiente e de Controle de Energia Francesa

ACM – (*Aluminum Composite Material*) em tradução livre: Alumínio Composto

ALCOA – (*Aluminum Company of America*) em tradução livre: Companhia de Alumínio da América

CSTB – (*Commission Chargée de Formuler des Avis Techniques et Documents Techniques d'Application*) em tradução livre: Comissão Encarregada de Fornecer Parecer Técnicos e Documentos Técnicos de Implementação

CPT – (*Cahiers des Prescriptions Techniques*) em tradução livre: Caderno de Prescrições Técnicas

DTU – (*Document Technique Unifié*) em tradução livre: Documento Técnico Unificado

DIN – (*Deutsches Institut für Normung*) em tradução livre: Instituto Alemão de Normatização

ETAG – (*Guideline For European Technical Approval*) em tradução livre: Diretrizes Europeias para Aprovação Técnica

FVHF – (*Fachportal vorgehängte hinterlüftete Fassaden*) em tradução livre: Portal Especializado em Fachadas Ventiladas

NF – (*Norme Française*) em tradução livre: Norma Francesa

RNA – Revestimento não aderido

SVV – Sistema de vedação vertical

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	14
1.1	Justificativa.....	16
1.2	Objetivo geral.....	18
1.3	Objetivos específicos.....	18
1.4	Organização do Trabalho de Conclusão de Curso.....	19
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	20
2.1	Conceito de fachada ventilada.....	20
2.2	Histórico sobre a fachada ventilada	23
2.3	Vantagens do uso da fachada ventilada	25
2.3.1	Conforto térmico e acústico	25
2.3.2	Rapidez na instalação e menor geração de resíduos.....	26
2.3.3	Proteção contra incêndio.....	27
2.3.3	Proteção do impacto direto dos raios solares na estrutura.....	27
2.3.4	Manutenção.....	28
2.3.4	Síntese das vantagens do sistema.....	28
2.4	Desvantagens do uso da fachada ventilada	29
2.5	Normatização do sistema de Fachada Ventilada.....	30
3	METODOLOGIA.....	32
3.1	Classificação da pesquisa.....	32
3.2	Desenvolvimento da pesquisa	32
3.3	Ferramentas da pesquisa	33
3.4	Delimitação da pesquisa.....	37
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	38
4.1	Descrição dos materiais empregados na fachada ventilada.....	38
4.1.1	Suportes	38
4.1.1.1	<i>Suportes em madeira</i>	<i>38</i>
4.1.1.2	<i>Suportes em alumínio.....</i>	<i>39</i>
4.1.1.3	<i>Suportes em aço</i>	<i>40</i>
4.1.2	Parafusos fixadores.....	40
4.1.3	Isolantes	41

4.1.3.1	<i>Isolantes em lã de vidro e lã de rocha</i>	41
4.1.3.2	<i>Isolantes em poliestireno expandido</i>	42
4.1.4	Fixação de isolantes por rosetas	43
4.1.5	Revestimentos externos	44
4.1.5.1	<i>Revestimento Externo em ACM</i>	44
4.1.5.2	<i>Revestimento Externo em Madeira Natural</i>	45
4.1.5.3	<i>Revestimento Externo em Tecido</i>	45
4.1.5.4	<i>Revestimento Externo em Cerâmica Extrudada</i>	46
4.1.5.5	<i>Revestimento Externo de Painéis Fotovoltaicos</i>	47
4.1.5.6	<i>Revestimento Externo em Vidro</i>	48
4.1.5.7	<i>Revestimento Externo em Ardósia ou Terracota</i>	49
4.1.5.8	<i>Revestimento Externo em Fibrocimento</i>	50
4.1.5.9	<i>Revestimento Externo em Concreto Polímero</i>	51
4.1.5.10	<i>Revestimento Externo em Pedra Natural ou Plástico</i>	52
4.1.6	Juntas do Revestimento Externo	52
4.1.6.1	<i>Ancoragem do Revestimento Externo</i>	54
4.1.7	Síntese dos materiais e técnicas utilizados em fachadas ventiladas	55
4.2	Montagem dos componentes e boas práticas	57
4.2.1	Finalização da fachada ventilada	66
4.3	Soluções para as desvantagens e o que vem sendo feito	72
4.4	Uso da fachada ventilada no Brasil: materiais e técnicas	73
4.4	Estudo de caso internacional	79
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	86
5.1	Sugestões para trabalhos futuros	87
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	88
	APENDICE A – OBRAS REALIZADAS POR EMPRESAS BRASILEIRAS QUE COMERCIALIZAM A FACHADA VENTILADA	92

1 INTRODUÇÃO

Na construção civil, a fachada da edificação tem como propósito inicial a função estética, trazendo consigo a finalidade de atrair compradores e investidores ao empreendimento. No entanto, com os avanços atuais, esta função é apenas um dos requisitos que vem sendo exigido deste componente.

Antes da decisão de qual sistema de vedação vertical (SVV) adotar no empreendimento, levam-se em consideração diversos aspectos como isolamento acústico; isolamento térmico; alta durabilidade; fácil manutenção; baixos riscos de desenvolvimento de patologias, melhor estanqueidade e o fator econômico. Todos estes contribuem para a valorização da obra, não sendo diferente quanto à decisão de qualquer outro sistema a ser implementado na obra (CAUSS, 2014).

Com isso, entre as tecnologias existentes, usualmente opta-se por componentes aderidos que, segundo Medeiros e Sabbatini (1999), é um conjunto monolítico de camadas que estão diretamente em contato com o substrato da edificação (seja esse alvenaria, concreto, madeira, entre outros), como tintas e cerâmicas. Estes acabam sendo a primeira escolha entre os construtores pela baixa necessidade de qualificação de mão de obra e menor custo em curto prazo. Porém, com o passar dos anos, não estão acompanhando o nível de exigência em qualidade, tanto das legislações vigentes quanto dos usuários (FIGUEIREDO JÚNIOR, 2017).

Em uma pesquisa recente, Figueiredo Júnior (2017) buscou solucionar patologias em sistemas aderidos de cerâmica, a fim de diminuir gastos com manutenção e evitar possíveis acidentes. No entanto o pesquisador apresentou ideias e sugestões de como melhorar essas patologias, porém não as solucionou por completo.

Entre os problemas recorrentes dos sistemas de acabamento aderidos, pode-se salientar: a presença de trincas, fissuras, perdas de aderência, deslocamento, além do desperdício de materiais no canteiro de obras e quantidade significativa gerada de resíduos de construção civil. Dentro dessa pesquisa ainda se sugere

Observa-se um crescimento nacional na adoção de novas tecnologias para fachadas como os revestimentos não aderidos. De acordo com Silva, Thomaz e Oliveira (2018), dentro do grupo de sistemas de revestimentos não-aderido (também

conhecidos como RNA), o sistema de fachada ventilada se destaca na melhoria de vários critérios de desempenho do imóvel, como principais têm-se a durabilidade, a estanqueidade, a estética e a valorização. São considerados como um SVV não aderido quando os componentes externos são fixados por meio de dispositivos especiais (MEDEIROS e SABBATINI, 1999) mantendo um afastamento do revestimento em relação ao substrato.

Vale ressaltar que a fachada ventilada pode ser facilmente confundida com fachadas-cortina ou fachadas pressurizáveis, justamente porque todas possuem uma camada de ar entre o revestimento externo e o substrato. Nas fachadas cortinas, o ar acaba sendo enclausurado, não havendo troca com o ambiente externo. As fachadas pressurizáveis apresentam aberturas ao longo da fachada somente com a premissa de regular a pressão externa com a pressão interna do sistema. Já na fachada ventilada, este fluxo de ar é contínuo, há a troca ao ambiente externo pelas juntas e pelas extremidades da fachada (SOUSA, 2010).

Historicamente, o desenvolvimento de maior expressividade da fachada ventilada foi atrelado à crise do petróleo nos anos 70, quando grande parte da fonte de energia elétrica do continente europeu era gerada por este insumo. Com o aumento do preço dos barris de petróleo, principalmente os países que possuem regiões de clima mais severo no inverno, estudos identificaram que o maior consumo de energia era para aquecimento interno nas construções (GUIGNARD, 2010).

Aliado a isso, justamente com a criação de Planos de Construção e um aumento no rigor das legislações vigentes da época, passou-se a exigir melhor desempenho das novas edificações e reformas. Foi o caso do Plano de Construção de 1971 na França, o qual incentivou o meio científico a procurar novas soluções construtivas, preferencialmente com o intuito de melhorar o desempenho no isolamento térmico dos empreendimentos (GUIGNARD, 2010).

A diretora da ADEME (Agência de Meio Ambiente e de Controle de Energia Francesa) cita que entre os objetos de estudo para melhorar o desempenho das edificações nestes últimos anos foi o desenvolvimento das fachadas nas edificações, com o propósito de melhorar além do isolamento térmico, também, a proteção da construção contra os agentes externos, aumentando assim sua durabilidade.

A fachada ventilada a qual já era utilizada desde a idade média, com o mesmo intuito de proteger as fachadas expostas às intempéries, ganhou notoriedade

(GUIGNARD, 2010). No final dos anos 80, na França, cerca de um quarto de todos os sistemas aplicados na construção civil era o de sistema de fachada ventilada para redução do consumo de energia das edificações.

No Brasil, por ser um país tropical, a utilização desta tecnologia pode ser interessante, pois, além do sistema ter um ponto de vista estético abrangente pela sua ampla gama de materiais, formas e espessuras, também, contribui na parte técnica com a proteção da estrutura contra os raios solares, resultando numa economia de energia gasta pela climatização de ambiente (TAMAKI, 2018).

Apesar da existência do sistema no exterior há décadas, o uso desta tecnologia só começou a ser comentada no início do século atual. Em entrevista para a revista *Téchne*, Jonas Medeiros, especialista em fachadas ventiladas da Inovatec, relata a sua dificuldade na disseminação do sistema: “Há mais de dez anos empresas tentaram introduzir o sistema no Brasil e finalmente estamos vendo isso acontecer” (ROCHA, 2011).

Além disso, mesmo sendo um sistema já totalmente desenvolvido perto do final do século passado (EQUITONE, 2014), considera-se ainda como algo inovador no território nacional. Sistema muitas vezes desconhecido por uma grande parte dos construtores a respeito principalmente de suas vantagens, materiais e técnicas disponíveis.

1.1 Justificativa

A fachada ventilada no cenário brasileiro ainda é tratada como novidade, contando ainda com a importação de partes do sistema, principalmente advindas de países europeus. A utilização desta tecnologia vai além das vantagens quanto à economia energética que ela proporciona, o qual foi o principal objetivo do seu desenvolvimento depois dos anos 70 na Europa (GUIGNARD, 2010).

Segundo Sanjuan et al. (2011), há outras razões pelas quais esse sistema de fechamento vertical vem sendo cada vez mais popular entre os arquitetos, destaca-se entre elas a possibilidade de trabalhar com vários tipos de formas, tamanhos e cores, não exclusivamente pela eficiência energética que o sistema possa proporcionar ao empreendimento.

Ainda quanto ao aspecto estético, podem-se trabalhar as questões de profundidade e formatos diferentes ao longo do empreendimento. Além de colaborar na supressão das juntas de dilatação aparentes. Graças às juntas abertas, tecnologia atual comercializada de fachada ventilada, estas por se encontrarem entre os revestimentos externos, extingue a existência de emendas ou qualquer tipo de rejunte. Existe apenas um espaço mínimo a ser respeitado informado pelo fabricante referente exatamente à dilatação dos revestimentos externos (SANJUAN et al., 2011).

Karina Campos, gerente de soluções da empresa nacional Eliane Revestimentos Cerâmicos, destaca: “O sistema construtivo promove vantagens como agilidade na execução, alta produtividade, redução das etapas de controle de recebimento de materiais e produção, entre outros”. No cenário brasileiro de acordo com a gerente, essa agilidade de execução no canteiro de obras se dá principalmente por conta da utilização de dispositivos de fixação pré-fabricados (BONAFÉ, 2014).

É comprovado que o sistema de fachada ventilada desenvolvido atualmente é mais eficaz em climas mais quentes, quando o pico de demanda de energia ocorre mais nos períodos de verão, do que em países frios, no qual foi inicialmente projetada. É apontado como um sistema de construção no qual ajuda a alcançar objetivos de padrões de eficiência energética com facilidade (SANJUAN et al., 2011).

Do ponto de vista internacional, o especialista britânico com grande experiência na indústria cerâmica Brian Newel (TAMAKI, 2015) confirma:

“Você pode manter o edifício fresco em altas temperaturas ou deixá-lo aquecido em temperaturas frias. Além disso, o isolamento térmico pelo exterior, como acontece com este sistema, permite aprimorar a eficiência energética em 20%. Sem falar do isolamento acústico, que também é obtido pela fachada ventilada.”

O especialista também comenta em suas entrevistas acreditar que a fachada ventilada é uma tendência de mercado de caráter mundial quanto às vantagens que este sistema oferece na estética do empreendimento, na economia energética e de manutenção, também na preservação do meio ambiente.

Comparado com o sistema convencional aderido, a fachada ventilada é vantajosa por ser mais ágil na instalação, durável, traz pouca manutenção, produz menos resíduo de construção na fase de canteiro de obras, e também melhora o conforto térmico e o acústico do empreendimento (FLUMROC, 2017).

Pode-se dizer que é um vasto campo para exploração de empresas nacionais e estrangeiras em território brasileiro. Sendo uma fachada versátil, permite a aplicação de diversificados materiais na sua composição. Desta forma, ainda por ser o começo da sua popularização, se ganha grandes oportunidades para investimentos pela alta variedade de produtos existentes no mercado.

No entanto, a quantidade de trabalhos publicados que abordem os tipos de materiais utilizados e técnicas ainda são escassos. Para que esse conhecimento seja acessível para o setor da construção, aumentando a concorrência e gerando oportunidades para novos negócios, são necessários mais trabalhos focados na popularização desse sistema.

Portanto, este trabalho pretende levantar informações a respeito dos materiais e das técnicas pertinentes no contexto atual deste sistema de fechamento vertical. Também uma análise das obras prontas que implementaram o sistema em território nacional e um estudo de caso internacional.

1.2 Objetivo geral

O objetivo deste trabalho é realizar um levantamento das técnicas e dos materiais empregados no sistema de fachada ventilada com particularidades no âmbito nacional e internacional, além de contribuir com a disseminação desta tecnologia no Brasil.

1.3 Objetivos específicos

- Pesquisar os tipos de materiais e técnicas empregados nos sistemas de fachada ventilada;
- Expor informações de como vem sendo adotada a tecnologia no mercado nacional e internacional;
- Levantar os materiais e técnicas empregadas obras prontas as quais implementaram o sistema em território nacional;
- Apontar as recomendações as quais devem ser respeitadas na instalação do sistema;
- Apresentar um estudo de caso de uma obra na França vivenciado pela autora.

1.4 Organização do Trabalho de Conclusão de Curso

No primeiro capítulo encontram-se a introdução, justificativa e os objetivos da pesquisa. Logo após na fundamentação teórica, são apresentados os conceitos do sistema, seu histórico, vantagens e desvantagens do seu uso, em geral no que ela impacta na etapa de construção e na entrega do empreendimento e, por fim, a parte de normatização existente.

O próximo capítulo descreve a metodologia aplicada. Esta pesquisa é de caráter descritivo e exploratório, e dentro dessa seção também são explicados alguns aspectos metodológicos que foram respeitados para cumprir os objetivos do trabalho. Traz-se o tipo de abordagem utilizada, sobre como foi o tratamento dos dados e então é fechado este ciclo com a apresentação de um fluxograma delimitando a pesquisa.

A seguir o capítulo de resultados e discussões começa detalhando a composição do sistema de fachada ventilada, os tipos de materiais e técnicas existentes, finalizando com uma síntese geral de tudo que foi apresentado.

Na sequência apresenta-se um exemplo de montagem de uma fachada ventilada com suportes em alumínio, lã de vidro como isolante e placas de fibrocimento como revestimento externo por um manual recente, além do acréscimo de dicas de boas práticas de interpretação qualitativa.

Depois, no mesmo capítulo de resultados e discussões, é apresentada uma análise do emprego do sistema por algumas empresas brasileiras através da coleta de dados, as quais as obras são apresentadas no apêndice desse trabalho de forma anônima para preservar a identidade das empresas.

Assim, para concluir com êxito os objetivos propostos do trabalho, é apresentado um estudo de caso recente e internacional vivenciado pela autora demonstrando como é na prática pontos específicos e pertinentes na instalação deste sistema e suas particularidades em um hospital na França.

Para finalizar, dentro do último capítulo das considerações finais, faz-se uma recapitulação daquilo que foi apresentado ao decorrer do trabalho e então são apresentadas sugestões para trabalhos futuros.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo descreve-se a pesquisa bibliográfica do trabalho trazendo detalhes sobre o conceito do sistema de fachada ventilada, seu histórico e suas vantagens e desvantagens. Ao final transcorre-se sobre como está a normatização nacional e internacional deste sistema.

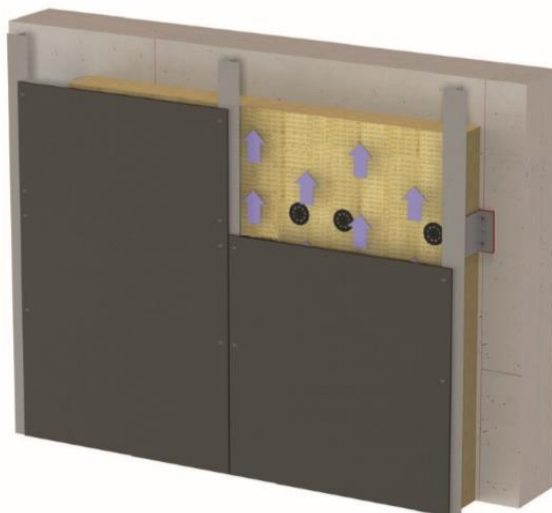
2.1 Conceito de fachada ventilada

O sistema de acabamento denominado fachada ventilada é um método construtivo de sistema de vedação vertical (SVV) formado por duas partes principais, uma parte é a estrutura interior portante revestida com a outra parte que é a camada exterior de proteção, entre elas é obrigatório a existência de uma câmara de ar circulante e é passível a presença do isolante térmico (GUIGNARD, 2010).

Na fachada-cortina a câmara de ar é fechada e completamente isolada do exterior, como acontece nas esquadrias de vidros duplos, já na fachada pressurizável a entrada de ar é feita essencialmente pelas juntas entre os revestimentos externos – com apenas a premissa de regular a pressão externa com a da câmara. No caso da fachada ventilada, inclui-se a troca de ar feita pelas juntas entre os revestimentos externos e também se respeita a troca de calor da parte inferior e no topo da fachada, garantindo assim o bom funcionamento do sistema (SOUSA, 2010).

Esta câmara de ar é conhecida como uma “chaminé aderida” a este fechamento vertical, podendo proporcionar dentro deste sistema uma ventilação natural induzida pela mudança térmica entre o exterior e interior da fachada, em conjunto com a diferença da pressão no ar, resultando em uma circulação de ar a qual chamamos comumente de “efeito chaminé” (Figura 1) (BARBOSA; IP, 2016).

Figura 1 – Fachada ventilada de fibrocimento com isolante em lã de vidro



Fonte: HILTI (2018)

López e Adana (2011) caracterizam a fachada ventilada em duas camadas, sendo a camada externa a que absorve energia solar – precisamente na região onde se encontra as placas de revestimento externo – servindo como uma primeira barreira contra a transferência de calor para o interior do empreendimento, passando em seguida pela câmara de ar e o isolante (se houver) até a camada interna. Os pesquisadores não entram em detalhes quanto ao substrato, podendo ser incorporada em qualquer tipo seguindo recomendações do projeto específico.

O sistema de fachada ventilada pode também receber o nome de Fachada Ventilada Opaca em algumas situações, naquelas em que os revestimentos externos não são em vidro ou qualquer outro material transparente. Para o caso das versões opacas, para López e Adana (2011), é um sistema alternativo interessante das versões do sistema mais automatizado ou na utilização de células fotovoltaicas.

A câmara de ar é um componente da fachada na qual deve ser respeitado sua espessura mínima de acordo com a altura do empreendimento. Este valor varia entre 20 a 40 mm de acordo com a Associação Profissional Suíça (2014). Dentre as funções da camada de ar, tem a regularização da umidade com a renovação do ar no interior da fachada expelindo os vapores d'água através deste ar em movimento e isolamento térmica. Caso haja alguma obstrução que impeça este funcionamento,

poderá ocasionar a condensação destes vapores na parte interior das paredes do empreendimento (FLUMROC, 2017).

De forma mais simplificada, pode ser constatada na Tabela 1 uma representação da composição deste sistema:

Tabela 1 – Composição geral de uma fachada ventilada

Revestimento Externo		Componentes de fixação	Isolação térmica e acústica	Estrutura portante
		Parafusos		
Placas externas de diferentes formatos	Espaço de ventilação	Suportes	Componente facultativo podendo ser rígido e não rígido	Parede/Substrato
		Perfis		
		Esquadros		

Fonte: Autora da pesquisa (2018)

Em resumo, segundo Guignard (2010), é fixada a estrutura portante, um esqueleto de peças de aço inoxidável, alumínio ou madeira, o qual sustenta o revestimento externo escolhido. Entre o substrato e o revestimento externo têm a câmara de ar e, normalmente de forma facultativa, a implementação do isolante térmico. Este último tem a finalidade de garantir ainda um melhor desempenho da edificação, tanto no conforto térmico quanto no acústico.

De acordo com o jornal francês *Le Paresien* (2009), as paredes externas constituem as regiões que ocorrem a maior troca de calor. Este afirma que no aquecimento do ambiente as perdas chegam até 25%, compensada muitas vezes com um aumento na utilização de aquecedores. A razão do fenômeno é diretamente ligada à ineficiente isolação da edificação pelos revestimentos externos.

Segundo Gracia et al. (2015), políticas vêm sendo implementadas ao redor do mundo com o objetivo de reduzir e controlar melhor o consumo de energia elétrica, como por exemplo para o continente europeu está em vigor uma diretiva Europeia 2010/31/EU com esta finalidade. Também relata que o setor de construção consome aproximadamente 32% de toda energia distribuída nos países da União Europeia, sendo então também o responsável por cerca de 15% do total de emissão de CO₂ relacionado diretamente à energia elétrica gasta pelos consumidores finais.

Portanto, este sistema vem sendo recomendado quando se há o interesse de regular a temperatura interna do empreendimento, mesmo sendo verão. Assim evita-se o risco de sobreaquecimento dos ambientes, ou ainda é possível utilizar parte desta energia solar para aquecimento interno por meio de sistemas de ventilação se for de interesse nas estações mais frias do ano (LÓPEZ; ADANA, 2011).

2.2 Histórico sobre a fachada ventilada

No seu surgimento, a fachada ventilada servia somente para proteção das paredes contra intempéries. As primeiras fachadas utilizavam revestimentos externos em forma de “escamas” podendo ser de madeira, ardósia ou zinco. Apenas na metade do século 20 foram retomados os estudos e outros materiais começaram a ser utilizados (GUIGNARD, 2010).

As primeiras fachadas ventiladas datam desde a idade média e foram desenvolvidas na Noruega de forma empírica. O objetivo maior era de manter os estábulos mais isolados do ambiente externo protegendo os animais do frio intenso (EQUITONE, 2014).

O sistema de fachada ventilada precursor ao que se tem hoje é um modelo mais desenvolvido do que fora empregado nos estábulos naquela época, mais precisamente o modelo de juntas abertas com a estrutura toda feita em madeira. Hoje, os modelos de juntas fechadas não são mais utilizados, justamente por que os modelos de juntas abertas são mais interessantes. Com as juntas abertas, é possível uma melhor drenagem da água e ainda permite a evaporação da água de chuva. Por conta da estrutura portante e o substrato serem normalmente de natureza porosa, as juntas fazem o papel de proteger essas partes, como é o caso dos substratos em concreto, alvenaria ou madeira (EQUITONE, 2014).

Os estudos mais aprofundados começaram na década de 1940, neste período a fachada ventilada foi rapidamente reconhecida com a apresentação de suas vantagens em comparação aos outros métodos tradicionais.

O primeiro grande empreendimento a adotar a tecnologia foi o edifício ALCOA em 1953, localizado na sexta avenida no centro de Pittsburgh nos Estados Unidos, com mais de 30 andares, cerca de 120 metros de altura, tendo a tecnologia da fachada ventilada empregada toda em painéis de alumínio (Figura 2).

Figura 2 – Edifício Corporativo ALCOA em Pittsburgh, Estados Unidos



Fonte: Equitone (2014).

Nos anos 50, centros de pesquisas britânicos e outras organizações começaram a trazer em evidência as vantagens da existência de uma camada de ar entre o revestimento externo de fachada e a estrutura. Porém, as estruturas sofriam pela pressão do vento que era exercida nos revestimentos externos da fachada, quando mal projetada poderia ocasionar patologias como desprendimento do revestimento (EQUITONE, 2014).

Portanto, para resolver esse problema após anos de pesquisa, na década de 60, o centro de pesquisa norueguês de construção civil publicou trabalhos científicos revelando métodos que solucionaria a diferença de pressão de ar no interior do sistema entre a parede e a fachada com a pressão do ar exterior.

Entre os anos 60 e 70, buscou-se aperfeiçoamentos no sistema, principalmente por institutos de pesquisa no Canadá e em paralelo continuou-se ainda na Europa. Em decorrência disso, foram desenvolvidos dois tipos de fachadas

ventiladas, todavia o modelo europeu se sobressaiu pela facilidade de instalação e é o que vem sendo adotado no mundo. Finalizada e resolvida assim boa parte dos estudos sobre o funcionamento do sistema nos anos 80 que é o modelo atualmente comercializado.

Nos dias atuais, a Direção da Construção Civil de Performance Energética (*Energy Performance of Building Directive*) estabeleceu aos países membros da União Europeia uma diretriz a respeito do controle do consumo elétrico pelos imóveis prontos, este documento obriga que todos os novos edifícios devem respeitar o programa de Energia Zero (*Nearly Zero-Energy Buildings*) até 31 de dezembro de 2019, e ainda um ano antes se estes se tratarem de obras públicas (MARTÍN-CHIVELET et al., 2016). Nestes casos, fica evidente a necessidade de adoção de um sistema de vedação vertical eficiente, como é o caso da fachada ventilada.

2.3 Vantagens do uso da fachada ventilada

2.3.1 Conforto térmico e acústico

Como comentado anteriormente, as construções consomem uma parte considerável do gasto total de energia elétrica nos países europeus, não importando se é para aquecimento do ambiente ou para ventilação e ar condicionado. Visto nas regiões mais ao sul do continente, consequentemente mais quentes e com maiores índices de radiação solar, verifica-se que as fachadas ventiladas são capazes de reduzir a energia de pico tanto quanto ao que se refere o resfriamento dos ambientes (GAGLIANO; NOCERA; ANELI, 2016).

Gagliano, Nocera e Aneli (2016) explicam como cada tipo existente de transferência de calor irradiação, convecção e condução, se comporta na ação dos raios solares em contato direto ao fechamento vertical. Todas essas formas são trabalhadas neste sistema, para o controle da irradiação há o impedimento da entrada dos raios solares; na convecção com o efeito chaminé que ocorre na câmara de ar e na condução com a distância do revestimento externo do substrato contando com a colaboração do isolante empregado.

A fachada ventilada pode eliminar os problemas gerados pelas pontes térmicas dependendo da sua área de aplicação – estas ocorrem geralmente na ligação do piso e das paredes externas. Levar em consideração o isolamento destas ligações é significativo quando se busca atingir um alto desempenho no conforto térmico, principalmente para as regiões de inverno rigoroso (EQUITONE, 2014).

Já para a estação do ano oposta, Gagliano, Nocera e Aneli (2016) analisaram especialmente a termodinâmica do sistema de fachada ventilada em diferentes condições de vento no verão e, puderam constatar que este sistema pode colaborar com a redução de gasto de energia entre 47% a 51% contando a incidência de ventos calmos ou de até 5,0 m/s em comparação com um fechamento vertical não ventilado, como o caso dos sistemas aderidos. Afirmaram ainda que a melhor desempenho encontrado nos testes foi nas mais severas condições de calor, nos dias quentes com pouca incidência de ventos, que são por ventura as situações as quais mais se gasta energia elétrica com climatização.

Quanto ao conforto acústico, principalmente quando há a aplicação do isolante, este consegue isolar além de melhorar o conforto térmico também isola o empreendimento dos ruídos externos de forma significativa pela absorção dos sons de sua estrutura multicamadas (FLUMROC, 2017).

2.3.2 Rapidez na instalação e menor geração de resíduos

Bonafé (2014) afirma que o sistema de fachada ventilada promove agilidade na execução e alta produtividade em comparação com os sistemas aderidos convencionais, pois o mesmo vem pronto e modulado de fábrica com projeto de paginação da edificação previamente estudado e elaborado antes de começar efetivamente a instalação. Como não é necessária a realização de reboco na parede, por Hilti (2018), evita tempos ociosos no momento da instalação deste tipo de fechamento vertical.

Ainda, por conta do sistema ser bem planejado, evita desperdícios e resíduos de construção civil (RCC's). Possibilita a construção de uma obra mais ecológica e por decorrência disso facilita a obtenção de selos de qualidade (EQUITONE, 2014).

É uma ótima opção para reforma de empreendimentos, obras “retrofit” comumente conhecidas. No mercado internacional já possui opções deste tipo de fechamento vertical de forma “pré-fabricada” inteira. Em 2015 foi feito um estudo de caso na França no emprego deste novo produto como retratado na Figura 3. Desta maneira, pode-se padronizar e industrializar ainda mais os processos, ganhando qualidade e diminuindo custos com mão de obra, também tendo vantagens atreladas como rapidez de instalação e menor perturbação dos ocupantes (COLINART; BENDOUMA; GLOUANNEC, 2019).

Figura 3 – Parede de Fachada Ventilada Pré-Fabricada



Fonte: Gagliano, Nocera e Aneli (2016)

2.3.3 Proteção contra incêndio

Quanto à proteção contra incêndio da estrutura, é em parte garantida pelos isolantes, quando estes são à base de lã de rocha ou lã de vidro. O funcionamento consiste na formação de uma camada incombustível no interior da estrutura. Com seu ponto de fusão alto, especificado pela densidade e espessura da lã, evita-se a propagação de incêndio (FLUMROC, 2017).

2.3.3 Proteção do impacto direto dos raios solares na estrutura

Há também o impacto direto dos raios solares que pode causar patologias à edificação. A fachada ventilada reduz esta incidência e por consequência diminui os

movimentos térmicos da estrutura e o calor retido pelo substrato. Com a dilatação térmica nos edifícios controlada, evita então a formação de fissuras na estrutura, aumentando a segurança e a longevidade da edificação (EQUITONE, 2014).

2.3.4 Manutenção

Uma outra vantagem é fácil limpeza e manutenção do revestimento. A fachada ventilada diminui os problemas causados pela umidade como a geração de mofo e aumenta resistência contra a formação de limo e fungos. De acordo com CSTB (2018), em tradução livre Comissão Encarregada de Fornecer Parecer Técnicos e Documentos Técnicos de Implementação da França, para as fachadas cerâmicas só é necessário uma limpeza com jato de água ou à vapor a cada 5 anos, nada complicado do que se tem conhecimento de produtos de limpeza. Enquanto ainda algumas cerâmicas e porcelanatos possuem tecnologia autolimpante incorporada na superfície com dióxido de titânio, reduzindo ainda mais esta manutenção prevista (BONAFÉ, 2018).

2.3.4 Síntese das vantagens do sistema

Além de contribuir para uma estética diferenciada no empreendimento, têm-se as vantagens gerais descritas na Figura 4, apresentadas de maneira resumida e ilustrada.

Figura 4 – Esquema de vantagens na utilização da fachada ventilada



Fonte: FLUMROC (2017)

2.4 Desvantagens do uso da fachada ventilada

As desvantagens inerentes à fachada ventilada normalmente é relacionada à qualidade do material e a instalação. Como citado por Caus (2014), os problemas de patologias desenvolvidas são diretamente relacionados à má execução da fachada ventilada. Isso se deva à falta de instrução da mão de obra e, também, de fiscalização.

Também o custo pode ser uma desvantagem em um primeiro momento, pois o sistema é comercializado como um pacote fechado: mão de obra e material. A adaptação com novas tecnologias, não importa o setor, é sempre um assunto delicado, pois as empresas já possuem maneiras de fazer ou rotinas bem consolidadas, dificultando a entrada de novidades.

Outro problema recorrente é a falta de normas brasileiras para este sistema, já dito por Jonas Medeiros, entrevistado no artigo redigido da revista *Téchne* por (MOURA, 2009), sendo que este pode ser resolvido com uma adaptação das normas em ensaios de esquadrias, justamente pelas exigências gerais serem parecidas.

2.5 Normatização do sistema de Fachada Ventilada

Segundo Medeiros e Sabbatini (1999), a formulação de uma legislação nacional competente é de suma importância para fiscalizar e orientar melhor a utilização e a instalação deste tipo de fachada, sua falta dificulta, também, sua popularização. Seu desenvolvimento também é notório para o controle de qualidade desses serviços, pois, muitas vezes por desconhecimento, o sistema pode vir a ser instalado sem critério e gerar patologias não inerentes ao sistema. É de grande importância a criação de normas cabíveis, justamente pelo fato do sistema já estar sendo utilizado em território nacional.

É imprescindível também para Medeiros citado por Moura (2009), de que no momento de formular uma norma deste sistema, devem-se especificar os ensaios que garantam a essas fachadas a estanqueidade à água; à pressão do vento positiva e negativa; ao impacto de corpo mole e duro; ao dimensionamento da estrutura e ao isolamento térmico e acústico, todos são fundamentais para validade e comercialização de qualquer sistema de fachada ventilada. Não importando o tipo de revestimento externo aplicado, Medeiros logo deixou como uma sugestão à adequação e à tradução de normas estrangeiras das quais já vêm sendo utilizadas em território nacional.

Em estudos mais recentes, Silva, Thomaz e Oliveira (2018) comentam que a ausência de normatização ainda limita o crescimento do uso desta tecnologia no País. Na questão de análise de desempenho de um imóvel conta-se somente a norma NBR 15575 (2013) de partes 1-6 que retrata não somente a fachada do edifício mas, também, diversos outros sistemas como estrutura, piso, cobertura e instalações. Esta normatização traz características gerais as quais devem ser respeitadas em apenas novas construções e, também, não se adentra em especificidades de cada sistema.

Em alguns países da Europa, a fachada ventilada possui norma própria ou costumam desenvolver cadernos ou manuais de recomendações onde reúnem diversas normas e diretrizes de caráter internacional ou nacional que competem ao sistema, como é o caso do ETAG (2012), Diretrizes Europeias para Aprovação Técnica, que compete a todos os países participantes da União Europeia.

No caso da França, por exemplo, há cadernos de recomendações profissionais para a concepção do sistema, estes são conhecidos como CPT (em

tradução livre: Caderno de Prescrições Técnicas). Dentro desses o CPT 3316 de 2001 para fachadas ventiladas com estrutura em madeira, já com nova versão em 2010, e o CPT 3194 de 2000 para as fachadas com estrutura metálica. Nestes cadernos encontram-se as exigências de desempenho e boas práticas para a instalação do sistema (SOUSA, 2009).

Os cadernos também estão dentro das DTU (em tradução livre: Documento Técnico Unificado), constata-se principalmente a NF (Norma Francesa) DTU 41.2 de 1996 que traz todas as informações do emprego de madeira natural em fachadas, inclusive na fachada ventilada. Para os outros materiais, existem outras DTU de série 40, estas reúnem as tecnologias mais comumente empregadas por eles em fachadas ventiladas para cada tipo de revestimento externo disponível.

Na Alemanha, eles possuem também um conjunto de normas próprias para regulamentação do sistema, como é o caso da norma alemã DIN 18516 (em tradução livre: Normatização Alemã para Revestimentos de parede externos, ventilados), dividida em três partes competentes, sendo DIN 18516-1 (2010), DIN 18516-3 (2013) e DIN 18516-5 (2013). Dentro destas encontra-se todos os detalhes de construção, testes, definições e características (CAUSS, 2014).

As normas internacionais existentes para este tipo de fachada não restringe ou recomenda o tipo de material e técnica a serem empregados, cabe ao projetista a escolha do material junto ao cliente. Estas normas acabam se apresentando de forma imparcial nessa escolha, por conta disso, podem ser encontradas no mercado várias formas de realização e tipos de fixação, de acordo com os diferentes revestimentos externos que possam ser escolhidos.

3 METODOLOGIA

3.1 Classificação da pesquisa

Este trabalho é caracterizado primeiramente como uma pesquisa exploratória, dada pelo levantamento bibliográfico sobre o sistema de fachada ventilada. Esta consiste em elencar informações pertinentes sobre o assunto por meio da organização de documentos já publicados e, também, na realização de entrevistas com pessoas envolvidas com o tema. De acordo com Gil (2010), o objetivo deste tipo de pesquisa é de proporcionar maior familiaridade com o assunto, deixá-lo mais explícito através de diversas fontes de informação.

Ainda segundo Gil (2010), este tipo de pesquisa se qualifica como essencialmente bibliográfica, na qual por meio de pesquisas de documentos como artigos, monografias e publicações em geral, venham a explorar e detalhar mais profundamente o assunto abordado.

Em todos os momentos, a pesquisa é essencialmente qualitativa. A finalidade desta abordagem é trazer descrições detalhadas das situações, sem regras precisas, nem com o uso expressivo de ferramentas estatísticas, o mais importante é o processo da obtenção das informações que a natureza dos dados obtidos (SILVA; MENEZES, 2001).

Também se mostrou presente a análise de estudos de casos já apresentados pela academia de nível regional quanto à apresentação de um vivenciado pela autora em contexto internacional.

Diante dessa análise, conclui-se ser uma pesquisa de cunho descritivo e exploratório, na parte da análise de amostras foi por conveniência de uma abordagem então qualitativa.

3.2 Desenvolvimento da pesquisa

Esta seção explica diretamente como foram levantados e analisados os dados que respondem cada objetivo deste trabalho na parte de resultados e discussões.

Para a realização da pesquisa de materiais e técnicas empregados nos sistemas de fachada ventilada, o trabalho teve como base catálogos, trabalhos, monografias, artigos, entre outros materiais nacionais e internacionais, com isso foi possível um grande detalhamento dos materiais utilizados, como: tipos de placas, de suporte, de isolamento e de fixação.

Também são apresentadas informações ao que se diz respeito às técnicas, por exemplo: a necessidade ou não de rebocar uma parede, a utilização ou não de isolantes e que tipos, a necessidade de impermeabilização, etc. Além disso, também é descrito um tópico sobre as boas práticas para uso desta tecnologia e um breve panorama de como vem sendo trabalhados nacionalmente.

Já para elencar as informações dos materiais e técnicas empregados no mercado nacional, foram levantadas 36 obras realizadas no Brasil selecionando 5 empresas especializadas no setor de fachada ventilada. Conteúdo resumido em tabelas apresentadas no apêndice do trabalho, e através destas foram formulados gráficos de acordo com o que foi observado nessas obras já entregues. Estes dados foram retirados de catálogos fornecidos publicamente pelas próprias empresas.

Para concluir respondendo o último objetivo, foi apresentado um estudo de caso vivenciado e realizado na França pela autora deste trabalho, buscando mostrar as técnicas utilizadas e um breve passo a passo na implementação do sistema na França, sendo estas as informações e fotos advindas de seu portfólio.

3.3 Ferramentas da pesquisa

De forma sintética e por tópicos, as ferramentas de pesquisa utilizadas neste trabalho foram:

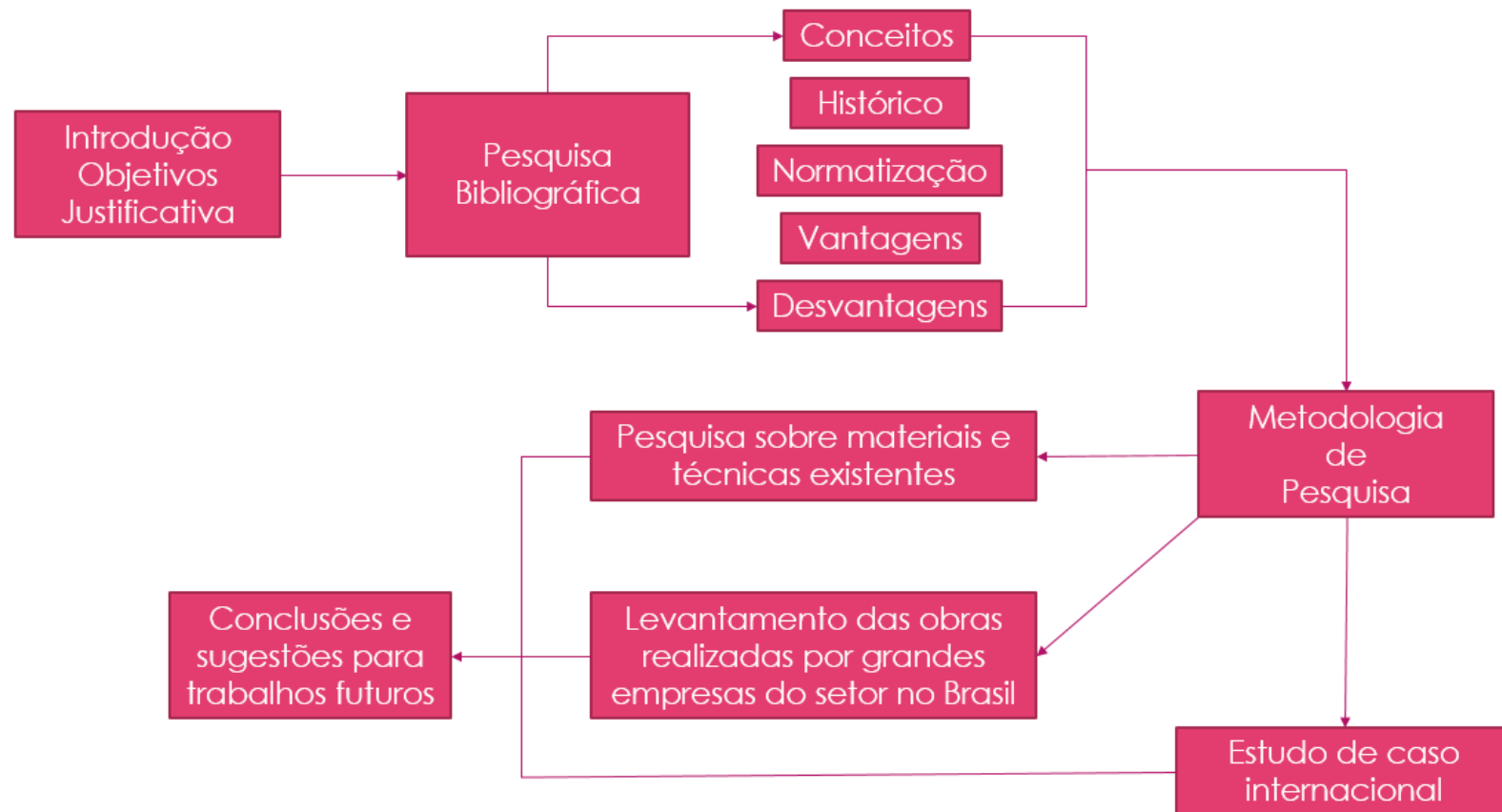
- a) Pesquisas por conteúdos nacionais e internacionais, priorizando os documentos publicados na última década, estes foram artigos de revistas, artigos científicos, monografias, normas, catálogos de produtos, entre outros;
- b) Publicações internacionais com os seguintes idiomas priorizados: o português, o francês e o inglês;

- c) Catálogos das empresas nacionais com as obras entregues e informações sobre sua forma de implementação e materiais utilizados em fachada ventilada;
- d) Uso de fotos e arquivos de plantas e dossiês advindos do acervo pessoal da autora, provenientes de experiências profissionais próprias.

3.4 Delimitação da pesquisa

De uma forma mais sintética e de fácil visualização, o trabalho seguiu a ordem do fluxograma apresentado na Figura 5.

Figura 5 – Fluxo de trabalho da pesquisa



Fonte: Autoria própria (2018)

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Diante de toda a pesquisa realizada sobre o tema de fachada ventilada, sendo um sistema de vedação vertical não aderido, também fazendo parte do grupo de sistemas denominado pela sigla RNA (Revestimento Não Aderido), foi possível identificar diversas técnicas e materiais empregados neste sistema, assim como detalhes da montagem e cuidados a serem tomados durante a execução.

Inicialmente será apresentando o que é utilizado e feito nos sistemas de fachada ventilada, logo após o levantamento dos materiais e técnicas empregadas no Brasil e por fim um estudo de caso de uma obra na França.

4.1 Descrição dos materiais empregados na fachada ventilada

A fachada ventilada é dividida em diversos componentes, entre eles pode-se destacar os tipos: de suporte; de isolantes; de fixação; de revestimento externo; de juntas; de ancoragem.

4.1.1 Suportes

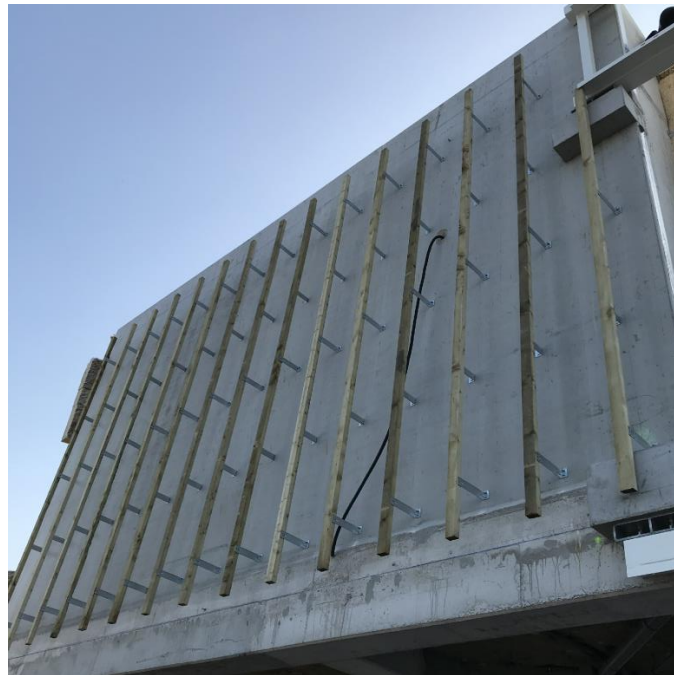
A estrutura de suporte da fachada ventilada pode ser feita em aço galvanizado, aço inoxidável, madeira ou alumínio, de acordo com as condições estáticas e o tipo de fixação do revestimento externo.

4.1.1.1 Suportes em madeira

Os suportes de madeira foram os primeiros a serem desenvolvidos e ainda vem sendo utilizados pela leveza, preço e às vezes pelo tipo de fixação exigida pelo revestimento externo. O sistema implementado na Figura 6 é o de perfis verticais em madeira, estes igualmente espaçados, com revestimento externo em fibrocimento e de fixação aparente feita diretamente no perfil (GUIGNARD, 2010).

De acordo com a norma francesa vigente, as madeiras tem que ter uma boa resistência mecânica e respeitar as dimensões mínimas de seção (EQUITONE, 2014). Além desses fatores, é necessário verificar se a madeira tem os tratamentos contra insetos adequados e, também, uma boa resistência contra umidade para evitar apodrecimento da peça.

Figura 6 – Montantes em madeira, fachada ventilada em fibrocimento



Fonte: Autora da pesquisa (2018)

Logo, por ser um sistema de fachada que é exigido um alto desempenho pelos construtores e clientes brasileiros, não se encontra a aplicação da madeira como montante nacionalmente, porém é possível encontrar em obras no exterior com a finalidade de para diminuir os custos.

4.1.1.2 Suportes em alumínio

Já os perfis em alumínio, além de apresentar uma estrutura estável, homogênea e sólida, resistente à água e à umidade, são os mais leves. Uma estrutura de alumínio é mais durável que as feitas em madeira, podendo este também ser substituído por aço galvanizado ou aço inoxidável de acordo com o projeto.

A Figura 7 ilustra um sistema de fachada ventilada de perfis em alumínio horizontais, igualmente espaçados, com revestimento externo em ACM (*Aluminum Composite Material*) e ancoragem não aparente. Os painéis em ACM se sobrepõem uns aos outros, permitindo esconder a fixação feita diretamente no perfil suporte, sendo o resultado podendo ser visto na parte de estudo de caso deste trabalho.

Figura 7 – Sistema de fachada ventilada com suportes em ACM



Fonte: Autora da pesquisa (2018)

4.1.1.3 Suportes em aço

Já no caso dos sistemas de fixação e ancoragem, é preferível utilizar o aço galvanizado para estes parafusos e rebites, por conta da sua maior resistência mecânica e às intempéries nesse sistema (LEONI, 2016).

4.1.2 Parafusos fixadores

Os componentes de ancoragem na subestrutura dos suportes são selecionados com base no tipo de substrato e as cargas que vão ser solicitadas (BAUTEILLE, 2018). Esta fixação pode ser feita de três formas:

- a) parafuso longo em aço galvanizado com bucha em plástico, este depois da aplicação é indicado a aplicação de um óleo betume na cabeça do parafuso, normalmente pulverizado com spray, para evitar possíveis corrosões. É a forma mais resistente da categoria;
- b) parafuso de aço inoxidável com porca de rosca na cabeça, indicado para estruturas de concreto armado ou de qualquer outro material de corpo totalmente maciço
- c) parafusos de injeção, tipo tirante de aço inoxidável. É indicado para estruturas mais leves e em que o projeto demande rapidez na instalação.

Devido à qualidade e à resistência do material, é percebida a utilização dos parafusos em aço galvanizado com bucha de fixação para a ancoragem da fachada ventilada ao substrato.

4.1.3 Isolantes

4.1.3.1 *Isolantes em lã de vidro e lã de rocha*

Os materiais para isolamento térmico de lã de vidro (Figura 8) ou lã de rocha são inorgânicos e se adaptam bem na parte interior da fachada ventilada. A lã é deformável, sendo possível moldá-la mais facilmente. Estas possuem também a característica de não serem combustíveis. (FLUMROC, 2017)

Figura 8 – Rolo de lã de vidro da marca Isover



Fonte: Autora da pesquisa (2018)

4.1.3.2 Isolantes em poliestireno expandido

Também há os materiais de isolamento térmico em poliestireno expandido como opção no mercado (Figura 9). Porém precisa ter cuidado redobrado na instalação deste isolante, pelo fato principal de não ser tão deformável quanto as lãs minerais (GOETGHELUCK, 2011).

Ainda segundo Goetgheluck (2011), quando a instalação não é precisa, pode provocar uma corrente de ar no interior da fachada ventilada. Este fenômeno ocorre ou entre as placas em si ou entre as placas e o substrato. Este fator pode causar uma diferença de pressão, afetando não somente o desempenho do isolante, mas também um possível desprendimento do poliestireno do substrato.

Figura 9 – Isolamento da fachada ventilada em painéis de poliestireno



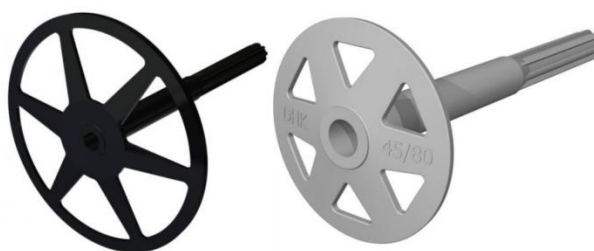
Fonte: Goetgheluck (2011)

De acordo com Hansueli (2014), a escolha do material de isolamento térmico vai depender também do tipo de revestimento externo que vai ser aplicado. Se for do modo em “escamas”, no caso de alguns projetos que aplicam a madeira, a ardósia ou a terracota como revestimento externo, é favorável a utilização das lãs. Justamente pela capacidade de deformação, as lãs passam com mais facilidade entre os suportes. Em outros casos, todos os materiais são aplicáveis.

4.1.4 Fixação de isolantes por rosetas

A fixação dos isolantes, que é feita também no substrato, independentemente se é lã de rocha/vidro ou poliestireno expandido, é feita por meio de “rosetas” de plástico como representada na Figura 10.

Figura 10 – Rosetas de fixação de Isolantes



Fonte: Fixfast (2019)

A diferença de cor pode vir de acordo com a resistência contra o incêndio do material, aquelas de cor branca possuem um melhor desempenho térmico que as pretas (HILTI, 2018). No entanto, pode-se encontrar ainda de outras cores, podendo não ter nenhum outro tipo de agregador a não ser a cor escolhida pelo fabricante, é necessário verificar a especificação no manual técnico se achar necessário tal precisão.

A maior resistência ao fogo vai depender exclusivamente da exigência do projetista quanto ao desempenho da fachada neste quesito, não necessariamente significativa. É preferível adotar o material isolante em si mais resistente ao fogo que se preocupar com as rosetas empregadas, todas vão garantir um mínimo de exigência na hora da sua fabricação.

Estas rosetas são alinhadas diretamente com a espessura do isolante aplicado— as de alta resistência ao fogo suportam somente até 150 mm de espessura do isolante, quanto às comuns podem chegar até 240 mm (HILTI, 2018).

É necessário prestar atenção na espessura dos isolantes, aqueles com espessuras maiores de 200 mm podem acarretar problemas, tais como: os fixadores não conseguem segurar a quantidade de material de uma só vez, como no caso das lãs de vidro, se o material for consideravelmente espesso pode causar deslizamento entre suas subcamadas; se o isolante for colado, a cola pode não ter resistência

suficiente e desprender o material; pela fixação somente na parte interior e não no todo, principalmente nos materiais de lã mineral, também pode ocorrer um escorregamento das fibras (HANSUELI, 2014).

4.1.5 Revestimentos externos

Atualmente há várias opções de materiais para revestimento externo. A escolha de qual revestimento utilizar dependerá da arquitetura a ser adotada ao empreendimento, da eficiência que se busca ser atingida pela composição de materiais, do tamanho, da leveza e da resistência às intempéries.

4.1.5.1 Revestimento Externo em ACM

Também como uma opção de um material de menor espessura, maior leveza e com grandes formatos, os painéis ACM (Figura 11) já ganham espaço (MIRANDA, 2018).

Figura 11 – Fachada ventilada com revestimento externo em ACM



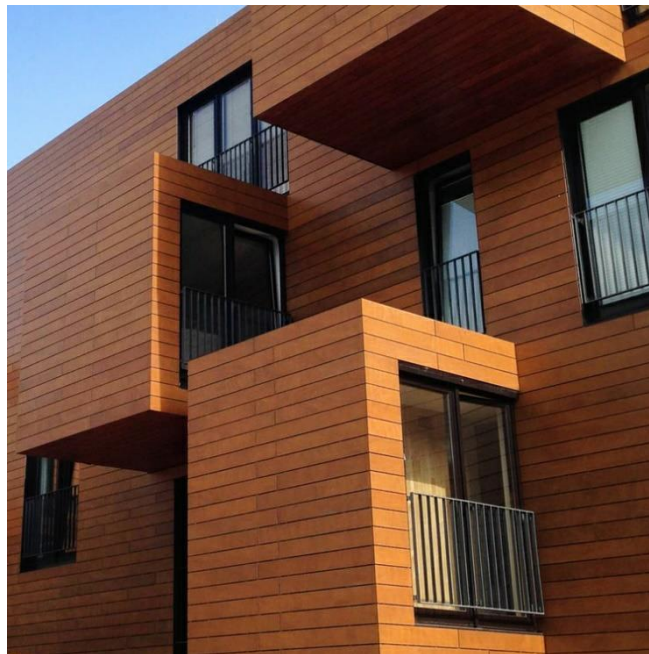
Fonte: Autora da pesquisa (2018)

4.1.5.2 Revestimento Externo em Madeira Natural

Na Figura 12 mostra que foi usado madeira natural como revestimento externo, além de conferir as vantagens comuns da fachada ventilada, ela confere um ambiente mais aconchegante.

São chapas de madeira natural, possui normalmente um tratamento superficial com resinas acrílicas a fim de proteger dos agentes químicos, atmosféricos e também contra pichação (HUNTERDOUGLAS, 2015).

Figura 12 – Fachada ventilada com revestimento externo em madeira



Fonte: Hunterdouglas (2015)

4.1.5.3 Revestimento Externo em Tecido

Já as fachadas têxteis microclimáticas (Figura 13), desenvolvidas na Alemanha, permitem maior flexibilidade na concepção e suporte a tensões de dilatação. Possuem propriedades de proteção solar, reflexão e absorção de energia. É uma fachada extremamente leve em comparação às demais e o fabricante também garante alta resistência do tecido a rasgos (TENSOFACE, 2013).

É um material interessante de ser utilizado o qual permite a impressão de imagens e a utilização de diferentes cores que outros revestimentos não conseguiriam replicar, também permite através dos seus poros uma maior ventilação e troca de ar com o ambiente externo.

Figura 13 – Fachada ventilada com revestimento externo têxtil



Fonte: TensoFace (2013)

4.1.5.4 Revestimento Externo em Cerâmica Extrudada

A seguir tem-se um exemplo de um empreendimento com o revestimento externo em cerâmica extrudada (Figura 10) que vem sendo utilizada no território brasileiro junto ao porcelanato, não só em fachada ventilada, mas em acabamentos de outros diversos sistemas de vedação e piso.

Segundo o especialista britânico Newell entrevistado por Tamaki (2015), o revestimento externo em cerâmica já garante um bom desempenho térmico sem a aplicação de isolantes no interior da fachada. Este material garante um desempenho térmico melhorado à edificação somente com a câmara de ar presente, principalmente para regiões mais quentes.

Seu grande diferencial está na popularidade do material e na sua eficiência térmica, este já aceito pelo mercado e também pode conter tecnologias autolimpantes, como dióxido de titânio, empregadas na superfície deste revestimento (ELIANETEC, 2015).

Conforme o avanço da tecnologia, o preço dessa fachada vêm diminuindo, este fator está diretamente atrelado à redução da quantidade dos componentes de fixação (TAMAKI, 2015). Quando se opta por esta tecnologia, esta pode possuir suportes também na horizontal para posicionar o revestimento externo, com estes grandes formatos alcançados consegue-se espaçar ainda mais estes suportes um dos outros, diminuindo, portanto sua quantidade por metro quadrado.

Figura 14 – Fachada ventilada com revestimento externo em cerâmica



Fonte: Elianetec (2015)

4.1.5.5 Revestimento Externo de Painéis Fotovoltaicos

Outro modelo de fachada ventilada é com o revestimento externo em painéis fotovoltaicos (Figura 15). É um sistema que ainda está em desenvolvimento, principalmente nos fatores de leveza, ainda é pesado e, também, do ponto de vista estético que acaba não sendo tão agradável.

Gracia et al (2015) relata que, além do aspecto econômico, a barreira principal na adoção deste tipo de revestimento acaba sendo a complexidade de integrar esse sistema com o design do empreendimento.

Seu diferencial em comparação aos outros sistemas existentes é a possibilidade de captar e converter a energia solar em energia elétrica, resultando em economia nas despesas do edifício. No entanto, o retorno desse investimento acaba

ainda sendo longo e a sua aquisição é relativamente mais cara comparado a outros modelos de fachada ventilada. (BENDER et al., 2018)

Figura 15 – Fachada ventilada com revestimento externo em painéis fotovoltaicos



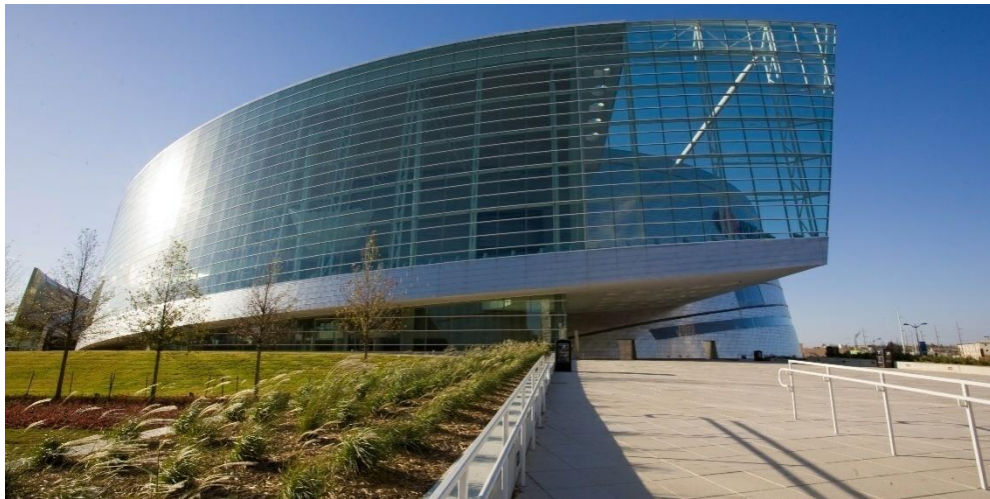
Fonte: Bender et al. (2018)

4.1.5.6 Revestimento Externo em Vidro

A fachada em vidro está cada vez mais versátil (Figura 16). Antes uma grande desvantagem da sua utilização era o aparecimento de suportes e fixações evidentes por trás dos revestimentos externos, como citado pelo britânico Newell em entrevista com Tamaki (2015). Todavia, com o avanço da tecnologia, a quantidade de suportes é cada vez mais reduzida, permitindo a sustentação de grandes peças de vidro.

Também pode ser utilizado não somente o vidro transparente, mas sim opacos ou com diferentes texturas como os jateados, coloridos e serigrafados. Nestes casos é resolvido este possível problema de implementação, os suportes acabam sendo mascarados e não se tornam visíveis, porém perde-se a visibilidade caso isso for um fator preponderante.

Figura 16 – Fachada ventilada com revestimento externo em vidro



Fonte: Sentryglass (2014).

4.1.5.7 Revestimento Externo em Ardósia ou Terracota

As fachadas com o revestimento externo em ardósia ou em terracota foram utilizadas nas fachadas ventiladas pioneiras, como é visto nas Figuras 17 e 18.

A ardósia ainda é empregada em telhados, não tanto na fachada vertical, muitas vezes são versões adaptadas de fachada ventilada para esta situação. Pela sua forma de colocação, se consegue impedir totalmente a entrada de água.

Já no caso da terracota, a sua utilização acaba sendo menor e concentra-se em empreendimentos mais antigos. Por ser um material poroso, é preferível utilizar outras tecnologias com base de argila, como cerâmica extrudada e porcelanatos, estes vão ser mais resistentes a intempéries.

Figura 17 – Fachada ventilada com revestimento externo em ardósia



Fonte: BATI-JOURNAL (2016).

Figura 18 – Fachada ventilada com revestimento externo em terracota



Fonte: Terreal (2013)

4.1.5.8 Revestimento Externo em Fibrocimento

Das tecnologias recentes, destacam-se os painéis de fibrocimento. São desenvolvidos dentro de fábricas com grande precisão na dosagem dos componentes da sua composição (Figura 19).

Sua composição principal é: água, cimento, celulose, fibra têxtil, sílica e carbonato de cálcio, resultando assim em um material incombustível e ainda impermeável à água. No entanto, este ainda permite a saída do vapor d'água de

dentro da fachada pelo próprio revestimento, não somente pelas juntas abertas, que é um fator importante para um melhor funcionamento da estrutura (EQUITONE, 2014).

Figura 19 – Fachada ventilada com revestimento externo em fibrocimento



Fonte: Autora da pesquisa (2018)

4.1.5.9 Revestimento Externo em Concreto Polímero

As placas de concreto polímero (Figura 20) de baixa espessura e absorção de água quase nula podem ser facilmente confundidas com o fibrocimento por ambos utilizarem cimento na sua composição. A principal diferença está no uso de resinas de poliéster e outros tipos de pigmentos (SAHADE, 2017).

Figura 20 – Fachada ventilada com revestimento externo em concreto polímero



Fonte: Sahade (2017)

4.1.5.10 Revestimento Externo em Pedra Natural ou Plástico

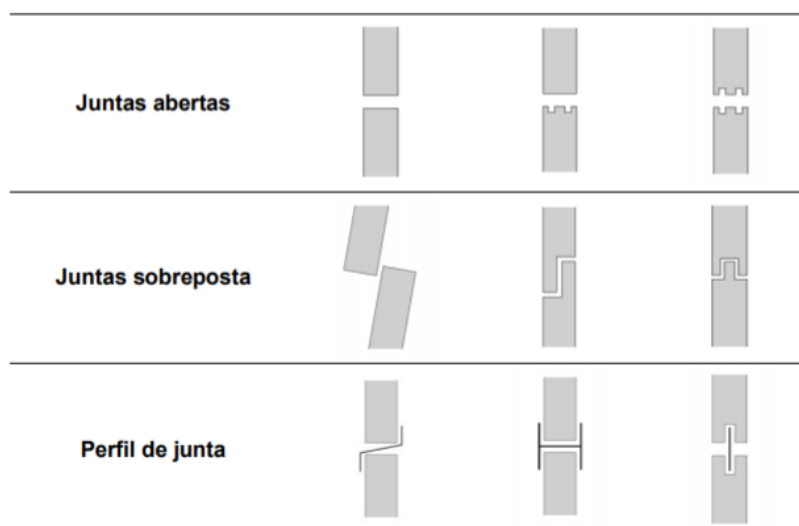
Ainda é possível a utilização como revestimento externo a pedra natural e o plástico (PVC). Vai depender de cada projeto e da criatividade na concepção (CAUSS, 2014).

4.1.6 Juntas do Revestimento Externo

As juntas do sistema de fachada ventilada são componentes que têm grande importância no bom funcionamento da estrutura. As juntas de dilatação, que são empregadas nos empreendimentos de grande extensão horizontal, podem ser escondidas arquitetonicamente pela fachada ventilada. Isso é possível, pois as juntas entre os painéis permitem o movimento da estrutura livremente, devido à maneira de fixação que é empregada e a distância estipulada de acordo com a composição do material.

As juntas entre os revestimentos externos não possuem a presença de material colante de característica elastomérica (mastiques), de rejunte ou quaisquer outro componente de estanqueidade. De acordo com Sousa (2009), podem-se apresentar três tipos de juntas: juntas abertas, juntas sobrepostas ou a utilização de perfil de junta, como mostra a Figura 21.

Figura 21 – Tipos de juntas presentes na fachada ventilada



Fonte: Sousa (2009).

Deve-se respeitar o tamanho das juntas indicado em projeto no momento da concepção para assegurar um bom funcionamento da circulação de ar na câmara interna e evitar a entrada excessiva de água.

As *juntas abertas*, representadas na figura 21, são as tipologias mais simples apresentadas, principalmente em componentes em que a espessura do revestimento externo é pequena. Entretanto, Sousa (2009) relata este método ter um fraco desempenho com relação à estanqueidade. Como sugestão, é preferível a execução de uma espécie de labirinto ou aplicação de uma textura na superfície do revestimento externo, dificultando a percolação da água no interior da estrutura que é o caso das *juntas sobrepostas*.

Por outro lado, há quem afirme o contrário. Em caso de chuvas e vento fortes, pode transparecer que entrará muita água no interior da estrutura, podendo trazer futuras patologias.

De acordo com testes feitos pela academia alemã especializada em fachada ventilada (BAUTEILE, 2018), esta relata que a água que acaba penetrando no sistema por conta de chuvas é relativamente baixa, sendo facilmente refrigerada e evaporada pela camada de ar interna. Logo, pela entrada de água ser ínfima, pode-se mesmo descartar a possibilidade de eventuais problemas por conta da estanqueidade, até porque tem garantido pela a proteção do isolante, ou no caso da sua ausência, a camada impermeabilizante.

As *juntas sobrepostas* fazem o encontro do revestimento externo um com o outro descontinuamente. Podendo ser estilo macho-fêmea, evitam a percolação da água no interior do sistema. Dentro deste tipo de juntas, está incluído a utilização na forma de “escamas”, criam degraus que dificultam o percurso da água, melhorando por consequência a estanqueidade.

Por último, têm-se os *perfis de junta*, normalmente aplicados quando o revestimento externo não é fixado diretamente no perfil suporte. Segundo Sousa (2009), os perfis de junta são utilizados em alguns casos particulares entre as aberturas entre os revestimentos definidos pelo projetista. A largura mínima é controlada conforme o espaço necessário que os componentes precisam para se dilatar sem complicações e a largura máxima é calculada consoante a percolação de água permitida.

4.1.6.1 Ancoragem do Revestimento Externo

A ancoragem do revestimento externo é a conexão deste componente com o suporte de fixação. Dentre as opções existentes, podem ter uma parte visível ou não para quem visualiza externamente.

Para a ancoragem do revestimento externo com o suporte pode-se apresentar de forma colada (Figura 22), com a utilização de uma cola específica de alta resistência e durabilidade, sem a necessidade de outros componentes seguindo as instruções apresentadas em manual, principalmente quando o revestimento é leve e fino, até 3,5 mm (SOUZA, 2019).

Figura 22 – Ancoragem de revestimento cerâmico de 3,5mm por cola



Fonte: SOUZA (2019)

Os revestimentos externos podem ser parafusados ou fixados com rebites nos perfis suportes, assim acabam sendo visíveis na parte exterior. Podem, também, ser encaixados nos componentes de ancoragem fixados nos suportes, a placa ter um formato específico na parte traseira que permite um encaixe no suporte. Por fim, nota-se a presença na utilização de grampos, estes podem ser aparentes ou escondidos por meio de friso feito na peça (CAUSS, 2014).

4.1.7 Síntese dos materiais e técnicas utilizados em fachadas ventiladas

A Tabela 2 faz uma síntese de todos os materiais e técnicas encontrados nos sistemas de fachadas ventiladas pesquisados. Como se pode observar, há uma variabilidade de materiais em todos os componentes do sistema.

Diante disso, deve-se levar em conta que não são todas as combinações possíveis de serem realizadas. De acordo com as Diretrizes Europeias para Aprovação Técnica (ETAG, 2012), cada tipo de revestimento externo tem um peso e uma característica própria, desta maneira é determinado os tipos diferentes de fixação correspondente aos tipos de revestimento externo (Figura 23). Todos os exemplos estão sem a aplicação do isolante térmico e fora de escala.

Tabela 2 – Composição geral de uma fachada ventilada

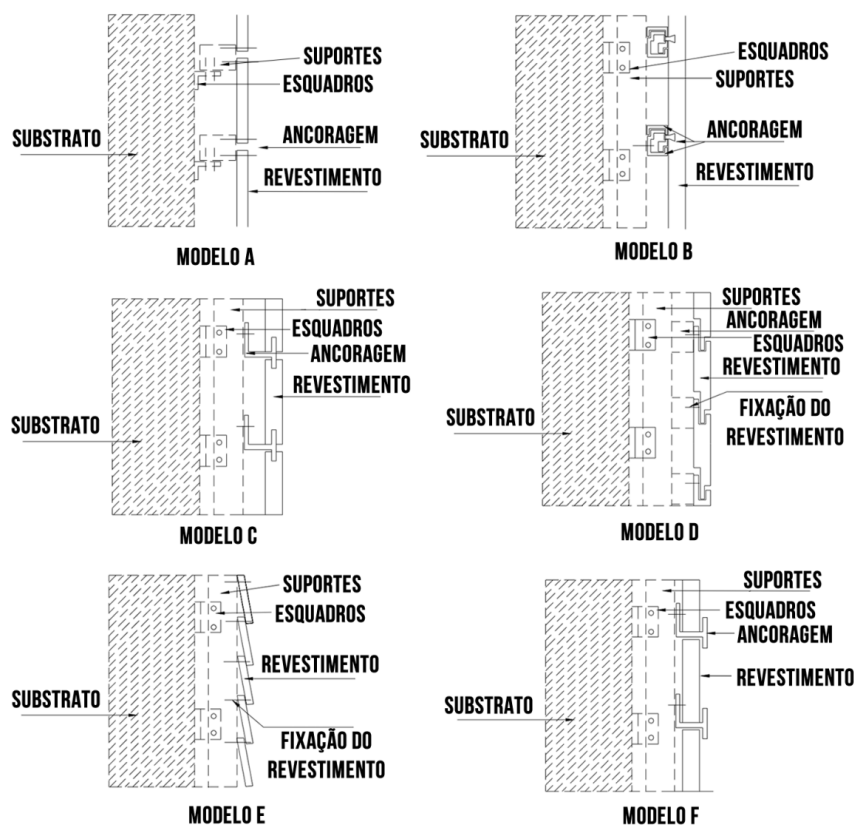
Substrato	Esquadros	Fixadores Esquadros e suportes	Suporte	Isolantes	Revestimentos Externos
Alvenaria					ACM
Armação de metal	Aço Galvanizado	Parafuso longo em aço galvanizado com bucha em plástico	Aço Galvanizado	Lã de Rocha	Ardósia
Bloco de Concreto					Cerâmica Extrudada
Concreto Armado		Parafuso de aço inoxidável com porca de rosca na cabeça	Aço Inoxidável	Lã de Vidro	Concreto Polímero
Painéis Pré-fabricados					Fibrocimento
Pedra natural	Aço Inoxidável	Parafusos de injeção, tipo tirante de aço inoxidável	Alumínio	Sem Isolante	Madeira
Madeira					Painéis Laminados
					Pedra Natural
					Placas Fotovoltaicas
					Plástico
					Porcelanato
					Terracota
					Têxtil
					Vidro

Fonte: Autoria própria (2018) e ETAG (2012)

Também, a instalação vai depender do formato da peça de revestimento externo. Este vai exigir um projeto específico para cada caso. Devido a estas características, dureza e resistência dos materiais, a ETAG (2012) associou em seu

documento as letras de modelos de cada desenho da Figura 23 com os exemplos de combinação na Tabela 3.

Figura 23 – Modelos de Implementação de fachada ventilada



Fonte: ETAG (2012) adaptado.

Tabela 3 – Revestimento externo com sua ancoragem correspondente

Modelo	Revestimentos Externos	Ancoragem
A	ACM, Fibrocimento, Laminados, Madeira, Pedra Natural	Aço protegido contra corrosão, aço inoxidável ou alumínio na forma de pregos, parafusos ou rebites
B	Cerâmica Extrudada, Concreto Polímero, Laminados, Pedra natural	Aço inoxidável
C	Cerâmicas, Concreto Polímero, Fibrocimento, Laminados, Pedra natural	Suportes em liga de alumínio ou pinos de aço inoxidável
D	Fibrocimento, Plástico	Aço protegido contra corrosão, aço inoxidável ou alumínio na forma de parafusos
E	Ardósia, Concreto Polímero, Fibrocimento, Madeira, Plástico	Aço protegido contra corrosão, aço inoxidável ou alumínio na forma de parafusos ou pregos
F	Concreto Polímero, Fibrocimento, Terracota	Aço inoxidável

Fonte: ETAG (2012) adaptado.

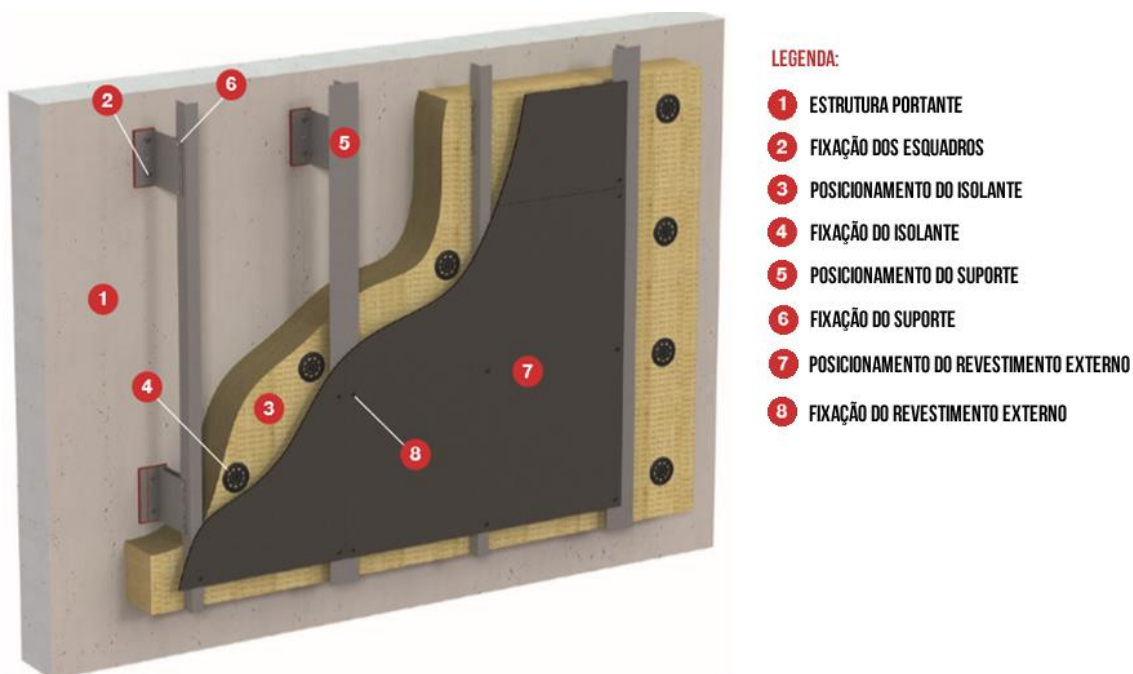
Com isso, como exemplo didático de boas práticas e instalação da fachada ventilada, na próxima seção trará um passo a passo de uma montagem similar a aquela representado pelo modelo “B” da figura anterior.

4.2 Montagem dos componentes e boas práticas

Em algumas pesquisas e trabalhos já publicados sobre a fachada ventilada, foram observados alguns aspectos que são pertinentes às boas práticas no momento da sua implementação, tendo como base estudos de casos feitos sobre o tema, como no caso os estudos de caso do trabalho do Causse (2014) e a pesquisa bibliográfica apresentada.

De início, para seguir com o processo de montagem é necessário conhecer cada detalhe que compõe a fachada ventilada, como na Figura 24, de forma simplificada, é apresentada em ordem de implementação:

Figura 24 – Detalhamento de uma fachada ventilada



Fonte: HILTI (2018)

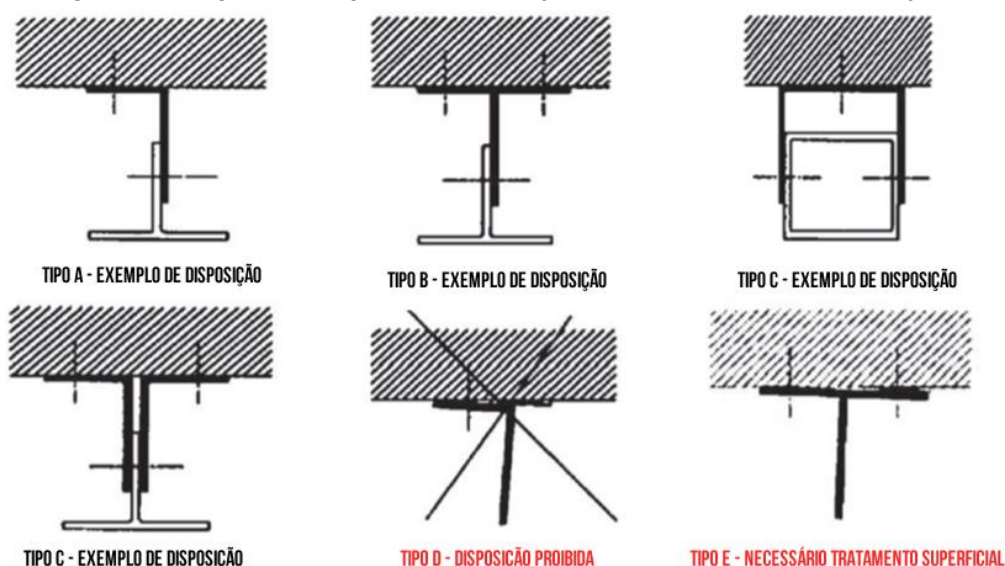
Em etapas, segue-se o que diz em resumo o manual Hilti (2018), primeiro por meio de equipamentos como níveis a laser, verifica-se onde serão posicionados os esquadros na estrutura portante. Logo após, de acordo com o projeto, sinaliza-se com lápis de pedreiro ou giz onde os esquadros serão fixados. Estes são objetos de aço inoxidável ou galvanizados fixados nas estruturas de concreto ou alvenaria por meio de parafusos de mesmo material, como visto na Tabela 2.

Em um segundo momento, vem a fixação desses esquadros por meio de parafusos. A parte que contém o elastômero sintético no esquadro, quando existente – componente térmico o qual será visto sua posição na Figura 30 – fica em contato com a estrutura portante. Este material é empregado para que a fachada ventilada consiga acompanhar a dilatação do substrato.

Além do material, existem vários modelos de fixadores (parafusos). Dependerá do tipo de substrato e a característica do local, como exemplo extremo é importante considerar e na região há abalos sísmicos ou não.

Os parafusos de fixação podem ou não serem acompanhados de buchas, portanto é importante assegurar, no caso da sua utilização, de que estão corretamente posicionados para não ocorrer patologias como quedas da estrutura. Quanto a isso é importante verificar o posicionamento correto desses esquadros de fixação no substrato, como verificamos na Figura 25 elaborada pela Comissão Encarregada de Fornecer Parecer Técnicos e Documentos Técnicos de Implementação (CSTB).

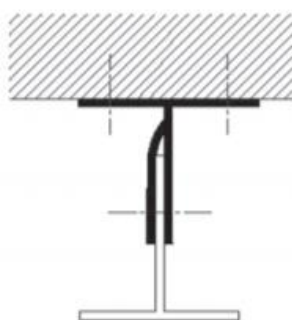
Figura 25 – Tipos de esquadros de fixação existentes e suas colocações



Fonte: CSTB (2018) adaptado.

Esta mesma fonte deixa claro que a posição descrita como “Tipo D” é proibida, ou seja, não se deve aplicar qualquer tipo de “calço” na instalação do esquadro em posição L, no caso daquele de posição T como na imagem representa o “Tipo E” precisa ser feito uma regularização da superfície ou então uma nova adaptação de fixação como mostra a Figura 26 (CSTB, 2018). Neste último caso com a adaptação de fixação, a regulagem é feita através da fixação entre as duas peças por meio de parafuso.

Figura 26 – Adaptação do fixador em forma de T



Fonte: CSTB (2018)

Como citado por CSTB (2018), os componentes de ancoragem devem estar alinhados com a superfície, por meio de réguas bolha ou equipamentos a laser, não é permitida a utilização de cunhas para a regularização.

Diante do que foi visto nos estudos de casos, houve a presença de tal componente para regular a superfície como na Figura 27, o que pode ocasionar patologias, como desprendimento do suporte devido à má instalação. Neste caso, é preferível regular a superfície com lixa ou então uma fina camada local de argamassa para que não comprometa a ancoragem do parafuso no substrato.

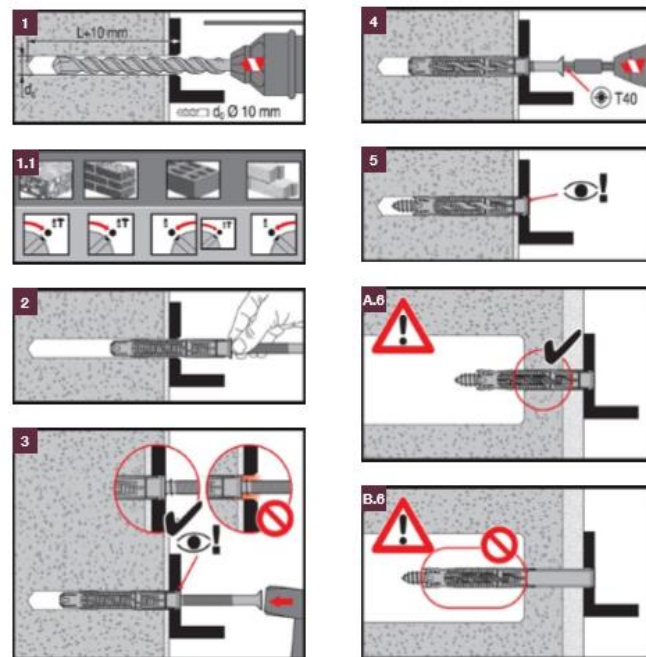
Figura 27 – Utilização de “calços” na afinação do prumo dos perfis



Fonte: Causse (2014)

Assegurar alguns detalhes na instalação desses esquadros também é importante. Na Figura 28 mostra um passo a passo do que deve ser feito quanto à fixação de um esquadro no substrato para assegurar a segurança quando utilizado parafusos com buchas de fixação.

Figura 28 – Fixação do componente âncora entre os esquadros e o substrato



Fonte: HILTI (2018)

Sendo os passos:

- a) primeiro: selecionar a bucha de fixação apropriada em função da espessura da peça a fixar e então perfurar o orifício; Regular o tipo de perfuração de acordo com o substrato;
- b) segundo: inserir a bucha de fixação com o parafuso posicionado ainda não totalmente inserido;
- c) terceiro: controle visual da posição correta da bucha de fixação no orifício, então posicioná-la corretamente com as mãos. Dependendo da resistência da bucha de fixação, podendo esta ser verificada na sua referência, é permitido efetuar leves batidas com o martelo permitindo com que a bucha de fixação entre perfeitamente no orifício;
- d) quarto: parafusar o parafuso dentro da bucha de fixação;
- e) quinto: controle visual da finalização, parafuso deve estar rente a bucha de fixação e ao esquadro ao mesmo tempo;
- f) sexto: a escolha do comprimento da bucha de fixação vai depender da espessura do substrato a ser fixado; é importante seguir as recomendações e as referências no momento da compra dos materiais.

Para a instalação da fachada ventilada não é necessário realizar reboco na parede externa. Como visto em Hilti (2018), uma grossa espessura de reboco pode

acarretar em desprendimento do parafuso da ancora no substrato, em seguida dos esquadros do substrato, até mesmo pode ocasionar um colapso daquela parte da estrutura. Portanto, de encontro à segurança e, também, da economia, é na verdade preferível não realizar esse procedimento.

Respeitando o passo a passo da Figura 28 c, segue com a ordem e maneira de fixação dos esquadros para o exemplo que se está sendo usado. No caso da instalação do revestimento de painéis de fibrocimento com suportes verticais simples, o primeiro esquadro mais acima é fixado em pontos fixos, travando a estrutura, enquanto os seguintes esquadros especificados no projeto são fixados em pontos móveis até o final do comprimento vertical do perfil portante, como na Figura 30 mais.

Com a ajuda de equipamentos a laser e nível de bolha, mantêm-se um posicionamento correto dos perfis suportes a serem fixados nesses esquadros já fixados, os suportes podem ser em aço, alumínio ou de madeira. A fixação pode ser feita antes ou depois do isolante, se este for previsto em projeto, vai depender da indicação da frente de trabalho.

No Brasil, percebe-se a utilização dos perfis somente em aço, em nenhum catálogo ou estudo de caso pesquisado foi possível encontrar a implementação da madeira como perfis suporte.

Depois da instalação dos suportes, se for especificado no projeto, é feita a colocação do isolante térmico, podendo ser de lã de vidro, rocha ou de poliestireno expandido. Este componente não é obrigatório na fachada ventilada, vai de projeto para projeto, mas é o recomendável para garantir um melhor desempenho em conforto térmico e acústico. O seu posicionamento e a fixação são por meio das “rosetas” de plástico.

Caso utilize o isolante, Bauteile (2018) cita que a norma alemã DIN 18516-1 recomenda o uso de apenas materiais incombustíveis para a isolação interna da fachada, que é o caso das lãs minerais (rocha e vidro) que tem um efeito mais positivo na redução de ruído e melhora na proteção contra incêndio.

O Poliestireno Expandido (EPS) acaba sendo mais usado na Europa para a reabilitação de casas de baixo padrão (Figura 29) com a finalidade de melhorar o consumo de energia elétrica no país e respeitar diretrizes estabelecidas dito por Gracia et al. (2015).

No caso da aplicação deste material como na Figura 29, este acaba sendo enclausurado por argamassa, ou seja, é instalado em contato com a parede e depois realizado o reboco, portanto não se caracteriza mais uma fachada ventilada e sim uma outra tecnologia de fachadas, por dois motivos principais: não ter um revestimento externo a não ser pintura e a ausência da camada de ar para o efeito chaminé estar presente.

A não utilização deste tipo de isolante evita a possibilidade de incêndios provocados por objetos inflamáveis que podem entrar em contato dentro das fachadas ventiladas. Quando as fachadas possuem suas juntas do tipo abertas – dentro do que foi dito sobre juntas Sousa (2009) –, ou então na ausência do revestimento externo por algum motivo, seja por estar ainda em construção ou por algum tipo de substituição de revestimento, o EPS fica em contato com o exterior de certa maneira suscetível ao fogo.

Figura 29 – Reabilitação de casas em Villeneuve d’Ascq na França



Fonte: Autoria própria (2018)

Caso opte por não utilizar nenhum tipo de isolamento, de acordo com Rocha (2011), é necessário a realização da impermeabilização da superfície da parede com argamassa polimérica. Se utilizar o isolamento térmico, esta aplicação não é

necessária, pois o isolante já tem a função de não permitir a passagem de umidade para dentro do empreendimento pela sua característica hidrófoba.

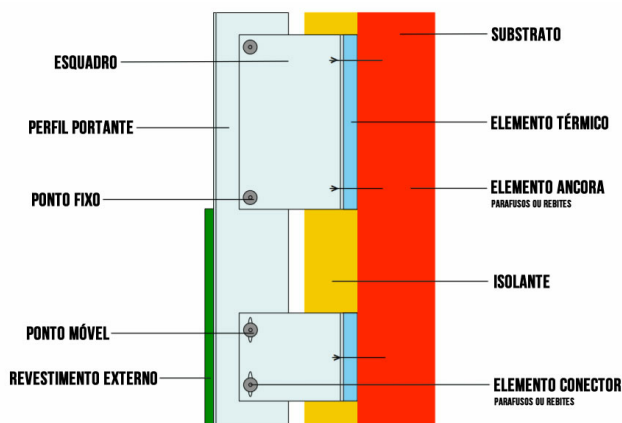
Além disso, a espessura mínima de 20 à 40 mm para o bom funcionamento do efeito chaminé definida pela Associação Profissional Suíça (2014) deve ser respeitada quando o isolante térmico é instalado. Na ausência do isolante, por Rocha (2011), esta distância mínima, que agora compreende o espaço entre o revestimento externo e o substrato, passa a ser de 80 mm.

Por fim, deve-se posicionar o revestimento externo que vai variar quanto ao formato, encaixe e material escolhido. Alguns podem ser apoiados nos perfis suportes, seguradas por eles por meio de parafusos ou até somente coladas.

Na opção dos painéis que são fixados diretamente nos perfis por meio de parafusos ou rebites, estes devem respeitar um espaçamento mínimo entre si e a borda definido em projeto. Caso sejam empregados na extremidade do revestimento, estes podem ocasionar patologias como a fratura local. Existem painéis que dotam de pequenas tampas por cima desses parafusos ou rebites, preferencialmente da mesma cor do revestimento, para uniformizar a cor e torná-los menos visíveis.

O sistema de instalação apresentado é o de uma fachada ventilada composta de perfis verticais simples, como a Figura 30 do Bauteile (2018). Vale ressaltar que existem vários outros modelos de fachadas ventiladas no mercado, e este é o detalhamento de somente um deles.

Figura 30 – Esquema de uma fachada ventilada de perfis verticais simples



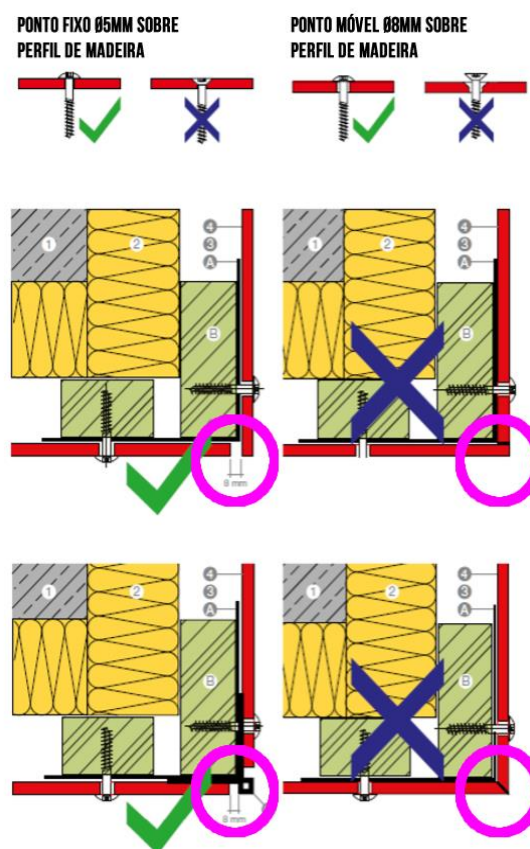
Fonte: Bauteile (2018)

Dependendo da finalização estética desejada, do formato das peças, do tipo de fixação, podem-se apresentar estruturas de apoio na horizontal – perfis suportes horizontais apoiados ou fixados nos verticais – ou outros tipos de ferramentas para sustentação dos revestimentos externos, podendo modificar todo o formato do conjunto de peças de ancoragem.

Hilti (2018) salienta que é importante não se esquecer de aplicar nos parafusos de fixação dos esquadros uma solução anticorrosiva, prevenindo assim quaisquer problemas futuros de degradação do material.

Para não ter eventuais problemas de dilatação (Figura 31), é importante respeitar as condições de projeto nas esquinas, não sobrepor um revestimento externo no outro, e também manter uma distância mínima entre estes (GIRAUDET, 2015).

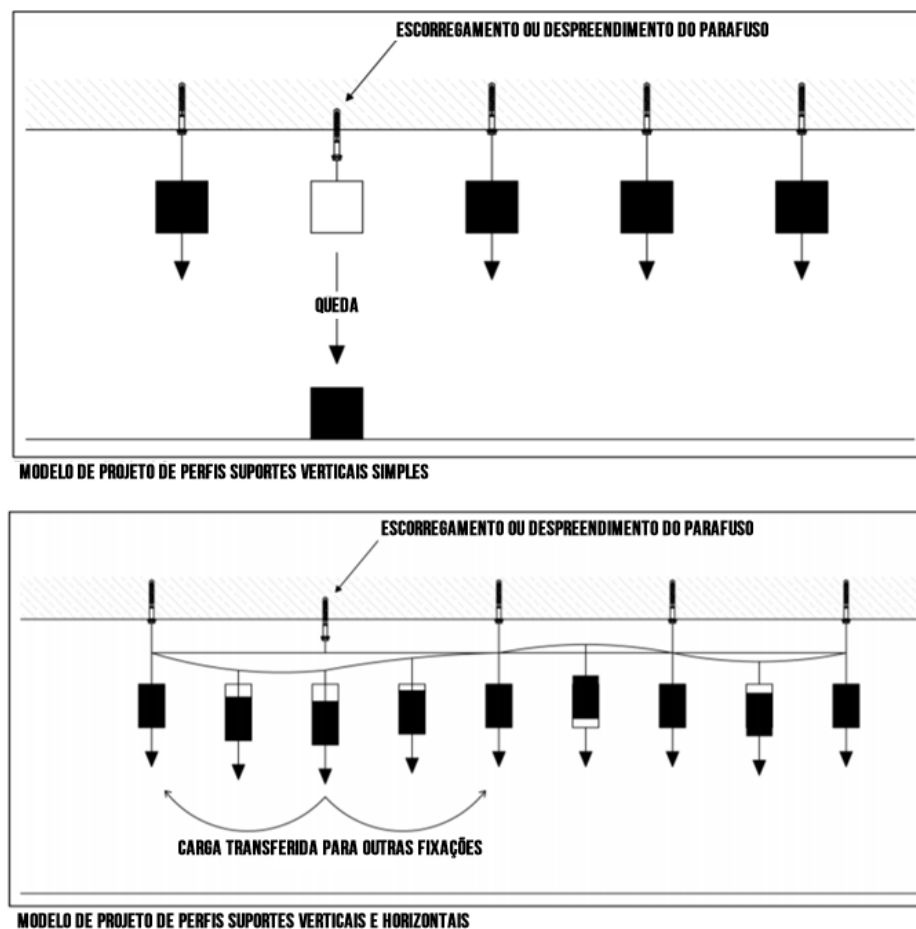
Figura 31 – Detalhes na implantação do sistema que devem ser cuidados



Fonte: Giraudet (2015)

De acordo com Bauteile (2018), a atenção deve ser redobrada na colocação dos parafusos, principalmente no caso de suportes que funcionam individualmente. Neste formato simples, quando estes não estão interligados uns aos outros sem ser pelo revestimento externo e o substrato, acaba tendo riscos de colapso da estrutura como se pode observar na Figura 32, isto pode acontecer somente se a instalação não for bem executada.

Figura 32 – Esquema de colapso dada por má instalação dos suportes



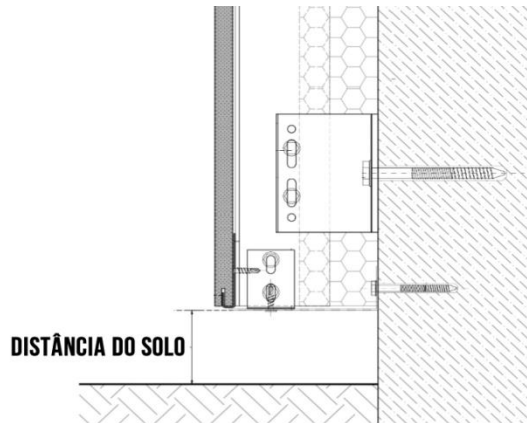
Fonte: Bauteile (2018)

4.2.1 Finalização da fachada ventilada

Além desses componentes que completam o sistema de fachada ventilada, outros de finalização também devem ser respeitados. Na extensão final da fachada ventilada, no caso de haver partes de encontro com o solo, deve-se respeitar uma distância mínima, conforme mostra Figura 33. Quando o empreendimento possui um

pilotis, a fachada ventilada costuma ser contínua durante toda a extensão. No entanto, quando há contato com o terreno, é necessário verificar com o fabricante a distância mínima permitida.

Figura 33 – Representação em projeto da distância mínima da fachada e o solo



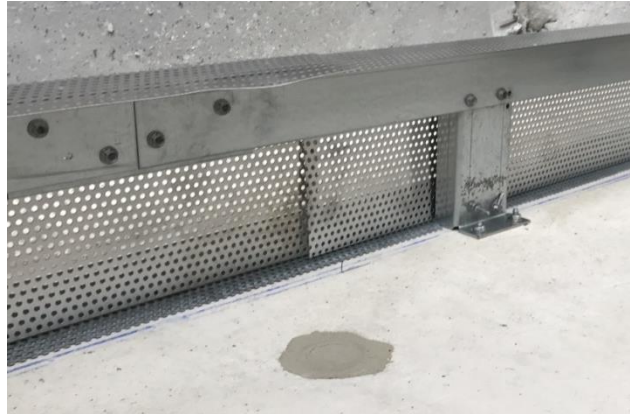
Fonte: CSTB (2018)

A distância recomendada do chão não é obrigatória. Pela Comissão Encarregada de Fornecer Parecer Técnicos e Documentos Técnicos de Implementação CSTB (2018) na França é de 300 a 400 mm, enquanto as Diretrizes Europeias para Aprovação Técnica ETAG (2012), organismo que padroniza normas e técnicas da União Europeia, recomenda de pelo menos 200 mm.

Além de garantir a entrada de ar, essa distância também evita a umidade ascendente do solo. O valor mínimo encontrado dessa distância do solo é consideravelmente pequeno, variando de 50 mm se o solo for firme ou de 150 mm se o solo for mole (CSTB, 2018).

Na normatização alemã, por exemplo, Bauteile (2018) ressalta que em situações normais, caso essa distância do solo ultrapasse 200 mm, é necessário um fechamento, normalmente por uma placa metálica perfurada de pelo menos 50cm²/m, com a finalidade de evitar a entrada de roedores e outros seres vivos, além de manter livre a passagem de ar como na Figura 34.

Figura 34 – Placa metálica perfurada para finalização da fachada



Fonte: Autoria própria (2018)

Esses valores podem variar para cada país, este espaço entre a fachada ventilada e o solo serve principalmente para evitar respingo de água na fachada e também a ascensão de umidade. Porém acaba não sendo obrigatório, podem-se encontrar fachadas que seguem a linha do chão com uma distância ínfima equivalente àquela das juntas entre os revestimentos externos ou até as que entram no próprio solo (Figura 35).

Figura 35 – Fachada do Shopping Gesundbrunnen-Center em Berlin, Alemanha



Fonte: Autoria própria (2018)

Portanto, o fornecedor pode elaborar um projeto de fachada, como o que foi apresentado na Figura 35, em que o efeito chaminé pode ser garantido pelas juntas mais inferiores da fachada ventilada, pois elas acabam participando do efeito. Só é preferível a realização de uma boa drenagem das regiões ao redor do empreendimento, impedindo a percolação da água em contato com a fachada em dias chuvosos.

Na Figura 36 observa-se uma utilização prática do poliestireno expandido. Este é recomendado na base da fachada ventilada garantindo a continuação do isolante até o solo e ainda impedindo a formação de pontes térmicas, prevenindo assim a ascensão de umidade pelo baldrame ao evitar o contato da fachada com o solo.

Figura 36 – Pannel de espuma de poliestireno azul com 10mm de argamassa



Fonte: Isover (2018)

Dessa maneira, quando se deseja isolar bem a fachada do terreno, é aconselhada esta aplicação do painel de espuma de poliestireno ou poliestireno expandido (HANSUELI, 2014). Podendo este constar uma pequena camada de 10 mm de argamassa para um melhor acabamento externo (ISOVER, 2018).

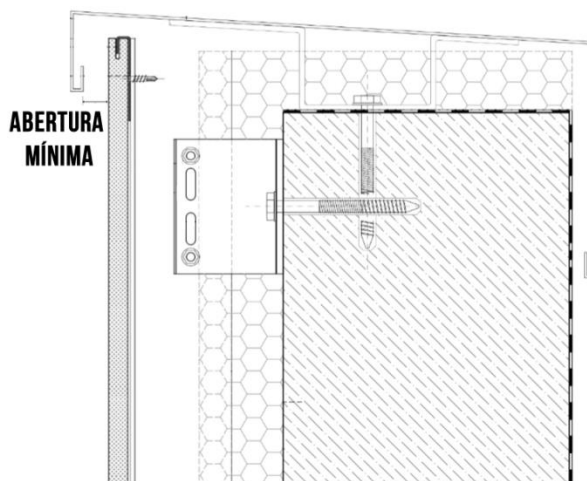
Este procedimento serve tanto para climas frios quanto para climas quentes, a premissa é isolar o ambiente interno das mudanças climáticas externas em conjunto com toda a aplicação feita do isolante da fachada ventilada.

Já na parte superior, a fachada é fechada com uma placa metálica, impedindo a entrada de água dentro do sistema. Porém não é totalmente oclusa, é necessário respeitar uma abertura mínima de projeto, em torno de 17 mm para CSTB (2018). Essa distância obrigatória é para permitir a saída do ar da câmara, garantindo o bom funcionamento do “efeito chaminé”.

Já para Bauteile (2018), que corresponde à normativa alemã, a placa metálica instalada no topo da fachada ventilada (Figura 37) deve ser capaz de drenar a água com uma inclinação de $\geq 5^\circ$ em relação ao telhado plano. A folga entre a borda de gotejamento e a face do revestimento externo, no caso a abertura mínima da Figura 36, deve ser de pelo menos 20 mm, um pouco maior que o CSTB (2018). Se estiver usando cobre como material metálico na fabricação desta placa, a projeção mínima é de 50 mm. O gotejamento frontal deve cobrir a borda superior da fachada, no caso o final do revestimento, de acordo com a altura do prédio:

- a) até 8 metros de altura, respeitar o mínimo entre 20-50 mm;
- b) entre 8 metros e 20 metros de altura, respeitar o mínimo de 80 mm;
- c) maior de 20 metros, respeitar o mínimo de 100 mm.

Figura 37 – Representação em projeto da distância mínima na abertura superior

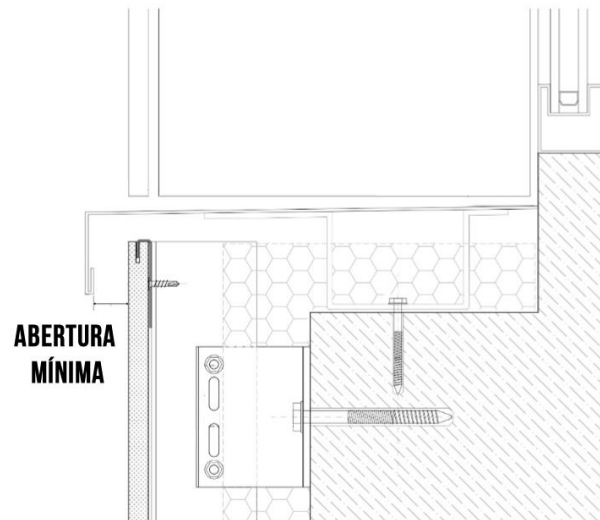


Fonte: CSTB (2018)

Sempre que houver uma descontinuidade da fachada, também precisa existir esta distância mínima quanto ao revestimento, como é o caso do peitoril das janelas que pode ser visto na Figura 38. (CSTB, 2018)

Para Bauteile (2018), o parapeito da janela tem que ser capaz de drenar toda a água superficial ali passante. Para isso, é recomendado que esta abertura mínima esteja entre 30 e 50 mm. Enquanto a inclinação, também respeitar o mínimo de pelo menos o valor de 5°.

Figura 38 – Representação em projeto da distância mínima do peitoril



Fonte: CSTB (2018)

Na cobertura do empreendimento, visualiza-se na Figura 39 uma situação prática da etapa de instalação do componente de topo da fachada ventilada.

Figura 39 – Instalação do acabamento no nível do terraço da fachada ventilada



Fonte: Autoria própria (2018)

4.3 Soluções para as desvantagens e o que vem sendo feito

A fachada ventilada ainda é um sistema com um conceito relativamente novo no mercado nacional, com pouca informação desenvolvida pela academia brasileira. Por consequência, a grande maioria dos produtos e projetos é feito e elaborado no exterior, mais precisamente por países europeus e poucas peças fabricadas nacionalmente.

Algumas indústrias consolidadas no território nacional foram percebendo a tendência de mercado e, assim, incorporando o sistema de fachada ventilada como um dos produtos na sua gama de serviços, principalmente no setor de cerâmicas. Ou então alguns empreendedores trabalham como importadores do sistema completo, contando com a elaboração dos projetos e mão de obra capacitada para a instalação deste tipo de fachada, geralmente estes são treinados pela própria empresa.

Como muitas vezes o sistema de fachada ventilada não é o “carro chefe” da empresa, e sim apenas mais uma opção de produto para a comercialização, reduz o seu desenvolvimento. Mesmas empresas consolidadas no mercado muitas vezes arcam com a importação de soluções, seja por falta de experiência, seja por falta de normatização.

No caso da normatização, como sugerido por Medeiros e Sabbatini (1999) na década passada, já vem sendo usadas algumas normas já existentes como apoio e de controle de qualidade da fachada ventilada. As normas mais utilizadas são: a NBR 6123 (2013) de forças devidas ao vento em edificações, para melhor controle da pressão de ar interna e externa da fachada e ensaios na NBR 15575 (2013) – também conhecida como “a norma de desempenho” das edificações – que contém os ensaios de resistência de corpo mole e corpo duro para os revestimentos externos em cerâmica.

Conta-se também com a presença de normas relacionadas à fabricação dos fixadores (esquadros e parafusos) e dos suportes, garantindo um controle de qualidade na fabricação desses elementos.

No entanto, a fachada ventilada não é um sistema que funciona separadamente, e sim um conjunto de componentes que interagem entre si. Através

dos cadernos de boas práticas advindas do continente Europeu, que possui experiência no sistema há décadas, todo esse conteúdo pode conduzir a realização pela academia de testes de qualidade, adequação ao nosso tipo de clima e formulação de uma norma própria.

Os países lusófonos não possuem normas próprias ou regulamentos, então acabam utilizando como referência as documentações de países vizinhos. Pelo fato das condições naturais e econômicas serem diferentes de um país para o outro, a formulação destas diretrizes mais específicas são importantes. No caso específico de Portugal, este tem apoio das decisões tomadas pela União Europeia.

4.4 Uso da fachada ventilada no Brasil: materiais e técnicas

No Brasil observa-se que a concorrência não é relativamente grande, podendo agregar um valor extra a este tipo de sistema que é tratado como novidade, seja pelo desconhecimento, pela falta de normatização ou falta de mão de obra especializada. A comercialização da fachada ventilada começa a se popularizar pelo fato de nos dias atuais constituírem a venda do sistema completo (ROCHA, 2011).

O que se tem observado é que a contratação do sistema ocorre da seguinte forma: A construtora na realização de um grande empreendimento contrata um escritório de arquitetura. Este, por dentro das novas tecnologias do mercado, tanto nacional e internacional, propõe a implementação da fachada ventilada. Um acordo entre o cliente, o escritório de arquitetura e o fornecedor do sistema especifica o que é conveniente para ambas as partes desde o ponto de vista estético, do conforto do usuário, da durabilidade, da manutenção até o econômico.

Desta maneira, a empresa que fornece o sistema de fachada ventilada normalmente é a encarregada de adaptar o projeto da fachada; desenvolver um orçamento e programa de execução, garantindo a instalação, os produtos e a mão de obra. Assim o sistema acaba sendo mais fácil de ser implementado, pois o cliente acaba por contratar um serviço terceirizado, sem ter que se preocupar com os imprevistos em relação à falta de conhecimento sobre o sistema.

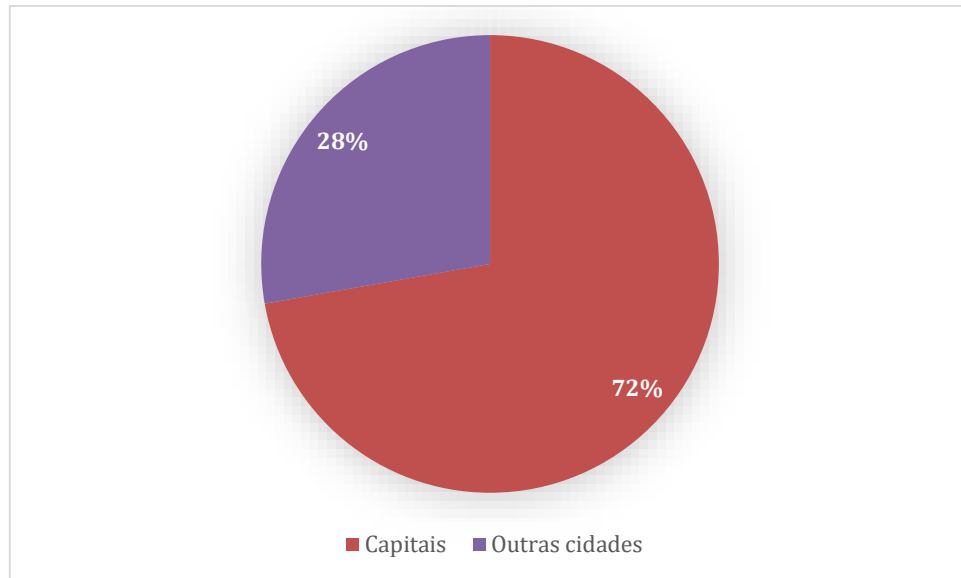
Essas empresas podem ser uma indústria que fabrica revestimentos, as quais adicionaram a fachada ventilada em sua lista de serviços, podendo contar com parte da importação do sistema, como a elaboração de projetos e/ou instalação, ou então, escritórios de projetos especializados, os quais possuem sua mão de obra própria, conhecem o processo de elaboração dos projetos e orçamentos, porém contam com a importação das partes do sistema, principalmente do próprio revestimento externo.

O número de obras levantados nesse trabalho foram de 36 empreendimentos já concluídos no território nacional encontrados nos catálogos das 5 maiores empresas especializadas no setor. As tabelas podem ser consultadas no apêndice desse trabalho, vale ressaltar que foi ocultado os nomes das empresas e obras respeitado o sigilo do conteúdo. Algumas, por serem multinacionais, apresentavam cases realizados no exterior, porém para esta parte de análise somente foram considerados os empregados no Brasil.

Por ser um sistema relativamente caro, justamente por ser vendido como um sistema completo (projeto, componentes da fachada, mão de obra) é necessário sempre um convencimento por parte das empresas que comercializam o sistema para mostrar que este sistema é competitivo face aos métodos tradicionais. Por conta disso, verifica-se a implementação deste fechamento vertical em grande maioria realizado nas capitais (Figura 40), pela presença das maiores construtoras e escritórios de arquitetura.

Dentre os tipos possíveis existentes de empreendimentos, seja residencial, comercial ou institucional, percebe-se na Figura 41 que a grande maioria dos imóveis que adota a implementação da fachada ventilada é de cunho institucional: shoppings, hotéis, faculdades, escolas, hospitais e museus. Isso pode ser justificado pelo interesse não somente de apelo estético, com o intuito de chamar a atenção de clientes para a venda ou rapidez na execução, mas pelo uso posterior do edifício, onde o sistema trará economia com manutenção e conforto térmico em longo prazo.

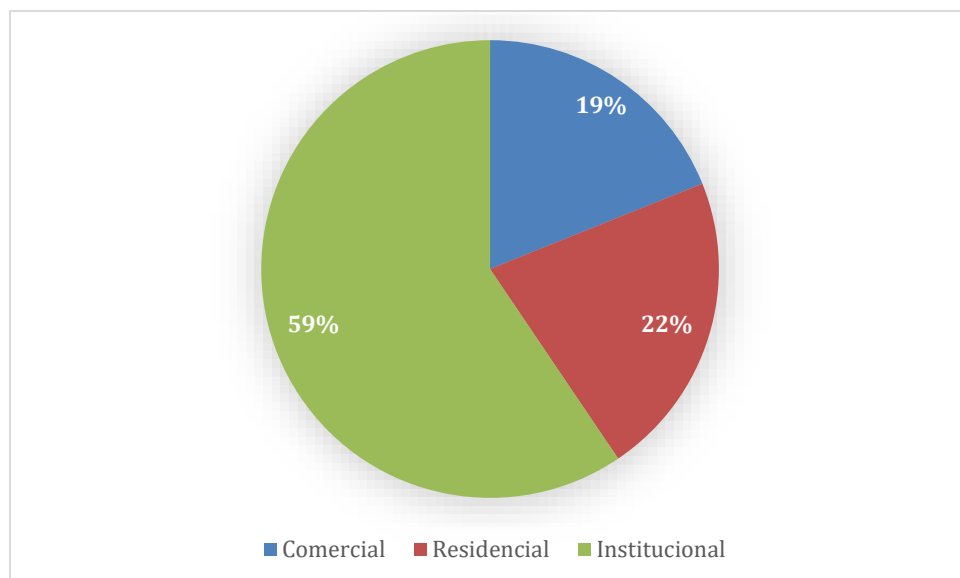
Figura 40 – Gráfico referente às cidades de implementação dos cases



Fonte: Autoria própria (2018)

No caso dos outros tipos, residencial e comercial, por conta da localidade e valorização do terreno, percebe-se que todos se tratam de empreendimentos de alto padrão, isto se dá pela prerrogativa da construtora buscar novidades se destacando da concorrência e atraindo clientes de alto poder aquisitivo.

Figura 41 – Gráfico sobre as Tipologias de Empreendimentos



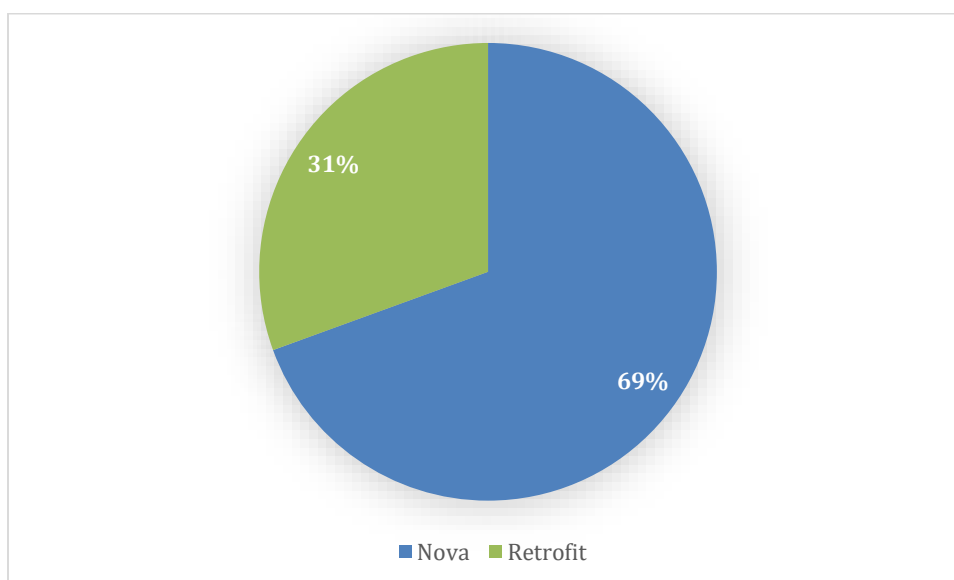
Fonte: Autoria própria (2018)

Já no gráfico referente a Figura 42, verificamos a relação das obras em que aplicaram a fachada ventilada se foram em edifícios novos ou reformados. Percebe-se que existem mais empreendimentos novos do que reformados com a tecnologia instalada, e ainda, como curiosidade, verificou-se que algumas empresas possuem somente obras novas ou somente reformas em seus portfólios.

Quanto às obras que adotaram a fachada ventilada em “retrofit”, desses 31% de obras reformadas apresentadas na Figura 42 levantadas, 90% delas são edifícios institucionais sendo destes 30% hospitais. Os outros 10% são de edifícios comerciais “retrofit”, não havendo residenciais reformados com a tecnologia/

Percebe-se com isso que as vantagens de isolamento térmico, durabilidade e manutenção são mais levadas em consideração pelos clientes que pretendem utilizar o edifício para uso próprio e não somente para a venda e locação depois de concluído.

Figura 42 – Gráfico sobre as sobre o tipo de obra: nova ou retrofit



Fonte: Autoria própria (2018)

No caso da rapidez de execução, uma empresa do setor afirma que demorou cerca 10 dias para a execução de 100m² do sistema com revestimento externo de tamanho 1,80 m x 0,90 m, para fazer comparação com o sistema aderido se deve levar em conta todas as etapas do processo da sua implementação, ou seja,

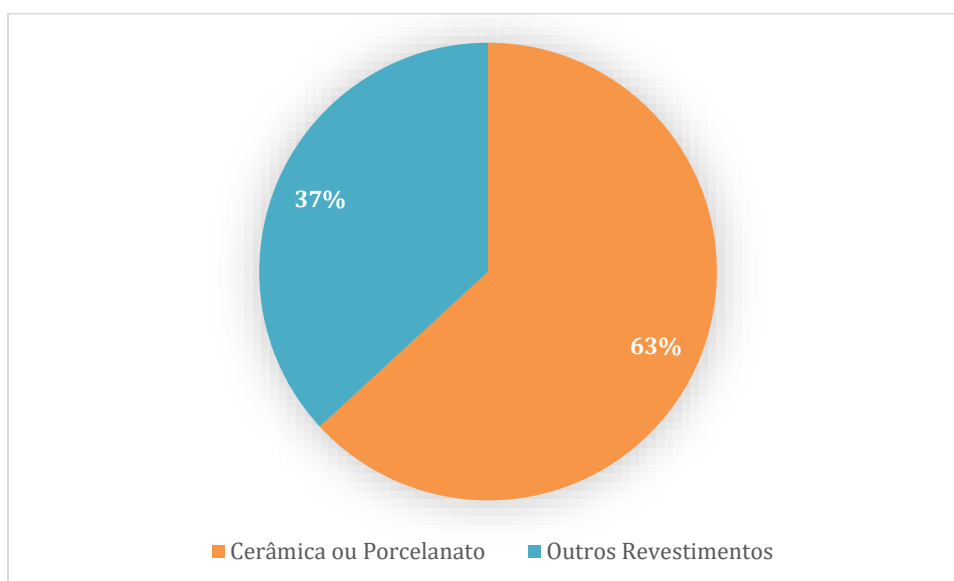
contando o processo de aplicação do chapisco, do emboço, da argamassa colante e por fim o assentamento do piso.

Dependendo do projeto de fachada a ser implementada, o tempo ainda pode ser mais reduzido. A engenheira Carolina Chaves Barbosa da Inovatec afirma que o projeto de 8.000 m² de fachada ventilada demora cerca de 9 meses para ser concluído, porém sua instalação acaba sendo em somente 6 meses. Garantindo uma produtividade de entorno de 1,17 h/m² com a instalação podendo iniciar imediatamente após término do fechamento da alvenaria. Ou seja, leva menos de 3 dias para a instalação de 100 m² neste caso (ROCHA, 2011).

Com a análise de todos os cases percebeu-se também que a grande maioria utiliza como revestimento externo a cerâmica, podendo ser cerâmica extrudada ou porcelanato conforme mostra a Figura 43. Os outros 37% utilizam como revestimento: placas fenólicas, concreto polímero e fibrocimento.

Este resultado demonstra o monopólio quanto ao tipo de revestimento externo, possivelmente pelo conhecimento que o mercado já possui com o comportamento deste tipo de material em sua forma aderida e sua disponibilidade no mercado nacional.

Figura 43 – Gráfico sobre os Revestimentos Externos



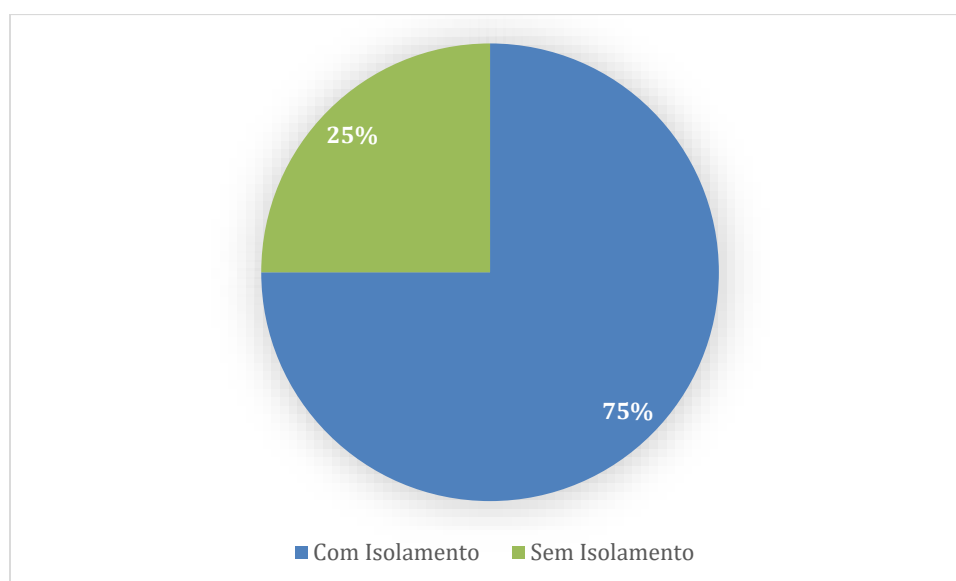
Fonte: Autoria própria (2018)

Outro dado importante é que a empresa “D” usa 100% do revestimento externo em porcelanato e as empresas “C” e “E” utilizam cerâmica extrudada, justamente por serem empresas especializadas com esse material no setor, possuindo mesmo fábricas próprias do revestimento. A empresa “B” utiliza o concreto polímero em todas as suas obras e a empresa “A” revestimentos diversificados como: porcelanato, cerâmica extrudada, fibrocimento e placa fenólica. A placa fenólica foi utilizada em obras residenciais e a de fibrocimento em “retrofit”.

Com relação ao uso do isolante termo-acústico, percebe-se que a maioria das empresas utiliza o emprego isolante na grande maioria das suas obras, como mostra a Figura 44, sendo que 100% usa lã de rocha. Este material hidrófobo colabora com a estanqueidade e controla a umidade da parede, é escolhida, também, pela sua característica maleável de fácil aplicação e maior resistência ao incêndio em relação ao poliestireno expandido (EPS) (GOETGHELUCK, 2011).

Encontra-se, também, empreendimentos com a ausência da instalação do isolante, por conta disso, é necessário nestes casos a aplicação de impermeabilizantes na parede (ROCHA, 2011), mas essa informação não foi confirmada.

Figura 44 – Gráfico sobre a Presença de Isolante Térmico



Fonte: Autoria própria (2018)

Dentro das obras reformados observou-se que a aplicação do isolamento térmico é bastante dividida, um pouco mais da metade das obras que reformaram suas fachadas com a fachada ventilada utilizaram o isolante térmico em lã de rocha.

Todas as obras utilizaram suportes, esquadros e parafusos de material metálico, não teve a presença da utilização da madeira em nenhuma das obras levantadas.

Dos empreendimentos institucionais, espera-se a preocupação na hora da construção ou reforma quanto à eficiência energética do edifício. Observou-se que 77% dos edifícios optaram pela aplicação da lã de rocha, sendo estes 64% novos.

Todos os edifícios residenciais apresentados optaram pela instalação da lã de rocha e foi nesse tipo de empreendimento onde ocorreu maior diversificação de material, sendo a cerâmica extrudada aplicada em apenas 12,5% das edificações residenciais levantadas e 50% das obras o porcelanato.

Percebe-se uma maior preocupação a nível estético nos empreendimentos comerciais em detrimento ao conforto térmico. Quase 60% dos edifícios comerciais optaram pela não utilização do isolante, sendo 70% obras novas.

4.4 Estudo de caso internacional

Este tópico trata-se exclusivamente do acompanhamento do início ao fim da instalação da fachada ventilada na construção do anexo do Centro Hospitalar Dunquerque de 6190 m², localizado na cidade de Dunquerque, ao norte da França realizado pela autora no começo de 2018 (Figura 45).

Figura 45 – Fachada da Maternidade do Centro Hospitalar de Dunquerque



Fonte: Autoria própria (2018)

Sendo uma grande parte do empreendimento com fachada ventilada em ACM (*Aluminium Composite Material*), enquanto a fachada principal foi instalada fachada ventilada em fibrocimento e brises em terracota.

Dentro das áreas em que foi implementada a fachada ventilada desse material tem-se: o perímetro externo, o perímetro interno (pátios e fossos de luz), e a fachada existente do hospital ao lado. O material exposto ao perímetro externo possui um tratamento superficial justamente pela presença do mar a apenas alguns quilômetros do local. Já nos outros dois perímetros, os revestimentos externos não possuem este tratamento. A diferença entre os dois últimos é que a parte nova foi instalada isolante térmico em lã de vidro, enquanto na parte existente resolveu manter-se inalterada, esta originalmente não possui qualquer isolamento interno da fachada.

A instalação da fachada ventilada foi constituída sobre o substrato em concreto armado e escolhido esquadros de alumínio e parafusos de aço galvanizado com bucha de fixação. Já os suportes, a parte que competia aos revestimentos externos em fibrocimento foi em madeira (Figura 2) e em alumínio para os revestimentos externos em ACM (Figura 46).

Figura 46 – Suportes em alumínio para a fachada em ACM



Fonte: Autoria própria (2018)

Antes da instalação do isolante, verificou-se a existência de aberturas na parede de concreto no que podia comprometer de estanqueidade da superfície. Em certas partes da fachada então foi aplicado um adesivo de tecnologia suíça resistente à água da chuva e à umidade (Figura 47).

Figura 47 – Adesivo impermeabilizante



Fonte: Autoria própria (2018)

Nesses lugares onde foi constatada a necessidade de tratamento, este adesivo foi aplicado. Foram apenas em duas situações: ao redor das janelas projetadas da estrutura de concreto armado (Figura 48), pelo fato de não possuir grande recuo, sem proteção do isolante térmico, e manter-se paralelamente a fachada ventilada, foi utilizado para evitar possíveis problemas com infiltrações futuras.

Figura 48 – Antes e depois da instalação da fachada em uma janela projetada



Fonte: Autoria própria (2018)

A outra aplicação foi nas aberturas feitas para passagem de de cabos elétricos por trás do isolante térmico (Figura 49). Por tratar-se de um orifício feito fora a fora no substrato, foi necessário este tratamento também com o objetivo de evitar problemas de infiltração.

Depois de resolvido a estanqueidade, a lã de vidro começou a ser instalada por toda a fachada ventilada. Esta lã foi estipulada em projeto de 180 mm de espessura, considerada de média qualidade térmica, vendida em rolos de 3,50 m por 0,60 m. O isolante térmico foi instalado com rosetas de plásticas pretas conforme Figura 50.

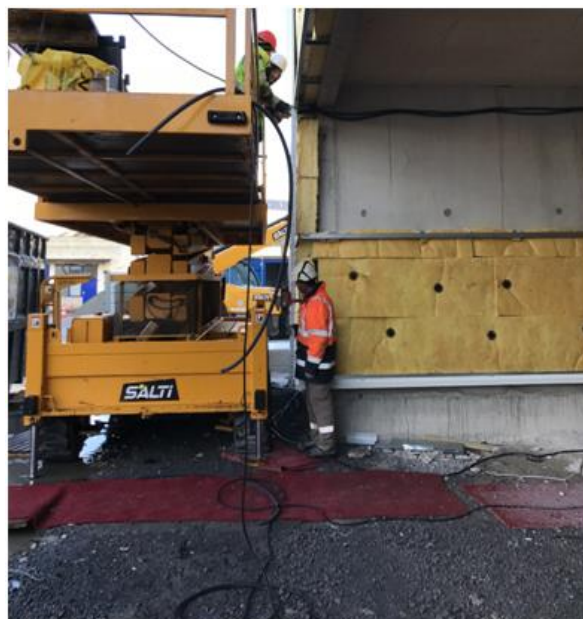
Figura 49 – Tratamento impermeabilizante com adesivos nas cordoalhas



Fonte: Autoria própria (2018)

A diferença que se pode observar entre o que foi aplicado nesta obra com o que foi visto no Brasil, é que nesta foi utilizado o método da “parafusadeira” para a aplicação. Enquanto no Brasil, consiste em fazer um furo do diâmetro da roseta e depois pressionar a sua haste perpendicularmente com um martelo contra a parede.

Figura 50 – Instalação do isolante térmico em lã de vidro



Fonte: Autoria própria (2018)

Conforme o isolante térmico foi sendo instalado, em paralelo foram feitos tanto os tratamentos finais de estanqueidade dos cabos elétricos quanto à colocação dos revestimentos externos (Figura 51).

Figura 51 – Transições de frentes de serviço da implementação



Fonte: Autoria própria (2018)

Logo foi feito os últimos detalhes da fachada ventilada que consiste na finalização das aberturas (Figura 51), os tubos de queda da água chuva e também a base e o topo da fachada ventilada. Em toda a extensão do térreo do hospital a fachada foi finalizada com uma distância de 400 mm do solo.

Figura 52 – Pátio Interior da Maternidade com a fachada ventilada finalizada



Fonte: Autoria própria (2018)

A fachada ventilada neste empreendimento foi finalizada em 6 meses, no entanto durante o processo de implementação do sistema aconteceu alguns imprevistos e medidas foram tomadas. Foram necessárias algumas correções como erros de paginação, os revestimentos externos se encontraram deslocados e não era possível a finalização das aberturas, neste caso realizaram-se novos cortes do revestimento e recolocação de novas placas próximo de algumas janelas e portas.

A fiscalização por parte da empreiteira responsável pela obra era intensiva na colocação dos adesivos de impermeabilização. A empresa terceirizada responsável pela instalação elétrica precisava agilizar seus serviços no emprego dos adesivos antes que a outra empresa começasse a posicionar os revestimentos externos. Era importante o acompanhamento constante para que os serviços seguissem uma ordem pré-determinada, a fachada não poderia ser finalizada antes da aplicação deste adesivo por todo o empreendimento.

Em alguns locais foram produzidas pequenas peças para serem instaladas, mesmo depois da entrega, foi possível localizar o esquecimento na instalação, como visto logo abaixo do brise da Figura 53.

Figura 53 – Peça faltante de fachada logo abaixo do brise



Fonte: Autoria própria (2018)

Por fim, outro cuidado a ser tomado foi na fiscalização da instalação dos revestimentos externos com os fixadores aparentes, no caso das placas de fibrocimento, se não forem respeitados os mínimos estabelecidos em norma e projeto, o mesmo pode rachar ou então não trará um caráter simétrico ao longo da fachada.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante de tudo o que foi apresentado, consegue-se perceber que o sistema de vedação vertical em fachada ventilada ainda tem espaço para expandir. A tecnologia ainda é considerada inovadora por mais que já esteja presente no Brasil desde o começo do século, aos poucos já se percebe o aumento da demanda e interesse em saber mais sobre este sistema.

Durante a realização deste trabalho, percebeu-se que o interesse da academia na disseminação da tecnologia é significativo justamente pela presença de artigos publicados durante a produção desta pesquisa. Como foi o caso do artigo de Silva, Thomaz e Oliveira (2018) e do Souza (2019) que trazem soluções a algumas dúvidas pertinentes sobre o sistema de fachada ventilada.

Integrar o histórico da fachada ventilada e o conceito de seu funcionamento permitiu esclarecer suas diversas funções, junto com vantagens e desvantagens, deram uma base importante ao trabalho. Diante disso, este trabalho conseguiu cumprir o objetivo de trazer de forma ampla os materiais e as técnicas que vem sendo utilizados atualmente, com o apoio de fontes bibliográficas nacionais e internacionais. Detalhou desde os componentes que integram o sistema quanto a sua instalação e métodos.

Com o intuito de verificar a adoção da tecnologia no mercado brasileiro, o levantamento realizado obteve por fim análises a respeito dos interesses e das tendências do mercado. Estas decisões podem ser de várias maneiras, seja pela decisão de um tipo de revestimento ou isolamento, seja apenas pelo apelo estético que esta possa conferir a uma edificação, seja pelo conforto térmico e durabilidade que o sistema oferece, entre outros. Foi possível notar as preferências do cliente no que se diz respeito aos tipos de empreendimentos em que a tecnologia foi aplicada, as localidades adotadas, os componentes escolhidos, entre outros fatores.

Por conta da popularidade do sistema em nível internacional e pela experiência da autora foi considerado viável trazer para este trabalho a experiência vivenciada, assim foi possível apresentar os aspectos observados neste estudo de caso e de como foi o processo de implementação da fachada. Por ter sido um trabalho

essencialmente teórico, a metodologia utilizada atendeu o bom desenvolvimento do trabalho, quanto às bibliografias utilizadas acabou enriquecendo ainda mais o trabalho com artigos e documentos de outros cantos do mundo.

5.1 Sugestões para trabalhos futuros

Para futuros trabalhos sugerem-se os seguintes temas:

A realização de testes de qualidade do sistema como um todo em laboratórios, associando as normas já existentes com as regras de instalação do sistema empregado ao redor do mundo. Podem-se facilitar ainda a regularização desta atividade e a comprovação clara das vantagens na realidade brasileira, principalmente climática no que tange o conforto térmico.

Também é interessante fazer um levantamento e análise de preços, verificar todos os passos que estão envolvidos na implementação do sistema de fachada ventilada, contabilizando: o preço da hora homem da mão de obra e velocidade de instalação, o preço de todos materiais envolvidos e o aluguel de equipamentos em comparação com outros sistemas aderidos convencionais ou até não aderidos.

As construtoras podem levar em conta somente o preço dos revestimentos externos em si, comparando estes com o todo do sistema de fachada ventilada. Quando se opta por não ter em vista todo o processo da implementação do sistema convencional o qual está acostumada, podendo assim realizar nesta comparação uma análise nada fiel com a realidade, no fim acabando em ser prejudicada por desconhecimento.

É interessante para aqueles que tiverem o contato na parte da elaboração de projetos de fachada ventilada em escritórios, montar um passo a passo de como é realizada a concepção deste tipo de fechamento vertical até a sua finalização para apresentação ao cliente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARBOSA, Sabrina; IP, Kenneth. Predicted thermal acceptance in naturally ventilated office buildings with double skin façades under Brazilian climates. **Journal Of Building Engineering**, Inglaterra, v. 7, p.92-102, set. 2016. Mensal.

BATI-JOURNAL. Bardageardoise. **Bati-journal**, França, 04 out. 2016. Disponível em: <<https://batijournal.com/bardage-ardoise/93818>>. Acesso em: 06 nov. 2018.

BAUTEILE, Fachverband Baustoffe Und. **Planning and Constructing Rear Ventilated Rainscreen Façades**. Alemanha: Fvvhf, 2018. 42 p. Disponível em: <https://www.fvvhf.de/Fassade-bilder/docs/FVHF-Guideline_Planning-and-Constructing-Rear-Ventilated-Rainscreen-Fac-ades_180306_EN.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2018.

BENDER, Livia Vasques et al. **Fachadas fotovoltaicas: Sonho ou realidade?**. Arqtextos, São Paulo, abr. 2018. Disponível em: <<http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arqtextos/18.215/6961>>. Acesso em: 10 nov. 2018.

BONAFÉ, Gabriel. **Fachadas ventiladas melhoram isolamento térmico das edificações**. Aecweb, São Paulo, maio 2014. Disponível em: <https://www.aecweb.com.br/cont/m/rev/fachadas-ventiladas-melhoram-isolamento-termico-das-edificacoes_14303_10_0>. Acesso em: 09 nov. 2018.

CAUSS, Leonel Werlich. **Sistema de Fachada Ventilada em Edificações: Características, Métodos Executivos e Aplicações**. 2014. 107 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2014.

COLINART, Thibaut; BENDOUMA, M.; GLOUANNEC, Patrick. Building renovation with prefabricated ventilated façade element: A case study. **Energy And Buildings**, França, v. 229, n. 221, p.221-229, 01 mar. 2019.

CSTB. COMMISSION CHARGÉE DE FORMULER DES AVIS TECHNIQUES ET DOCUMENTS TECHNIQUES D'APPLICATION. **AVIS TECHNIQUE 2.2/17-1782_V1: Bardage rapporté en céramique**. França: Grespania, 2018. 36 p.

CSTB. COMMISSION CHARGÉE DE FORMULER DES AVIS TECHNIQUES ET DOCUMENTS TECHNIQUES D'APPLICATION. **CSTB3194: Règles générales de conception et de mise en oeuvre de l'ossature métallique et de l'éventuelle isolation thermique des bardages rapportés**. França: Cstb, 2018. 68 p.

ELIANETEC. **Revestindo o Seu Mundo com Inovação**. São Paulo: Eliane Tec, 2015.

EQUITONE. **PLANNING & APPLICATION GUIDE: Fibre Cement Façade Materials**. Reino Unido: Marley Eternit, 2014. 71 p. Disponível em: <<http://www.marleyeternit.co.uk/PDF-books/Equitone-PlanningAndApplication2014/files/assets/common/downloads/publication.pdf>>. Acesso em: 10 nov. 2018.

EUROPEAN TECHNICAL APPROVAL GUIDELINES. **ETAG 034**: ventilated cladding kits comprising cladding components and associated fixings. Brussels, 2012a.

FIGUEIREDO JÚNIOR, Geraldo Josafá de. **PATOLOGIAS EM REVESTIMENTOS DE FACHADAS – DIAGNÓSTICO, PREVENÇÃO E CAUSAS**. 2017. 92 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2017.

FIXFAST. **Fastener Systems**: Fischer DHK plastic insulation anchors. 2019. Disponível em: <<https://www.fixfast.com/fastener-systems/anchor-systems-for-facade-and-rainscreen/insulation-anchors-for-fixing-to-the-primary-substrate/dhk-plastic-insulation-anchors#>>. Acesso em: 16 jun. 2019.

FLUMROC. **Façades Ventilées**: Belles et fiables. Zurich:Flumroc, 2017. 27 p. Disponível em:<<https://www.flumroc.ch/adl/fr/downloads/publications/d-downloads/hinterlueftete-fassade/d-c/Download/d-a/download/>>. Acesso em: 10 nov. 2018.

GAGLIANO, Antonio; NOCERA, Francesco; ANELI, Stefano. Thermodynamic analysis of ventilated façades under different wind conditions in summer period. **Energy And Buildings**, Itália, v. 122, p.131-139, 15 jun. 2016.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

GIRAUDET, Emilie. **Les règles essentielles de la pose des panneaux non traditionnels en bardage rapporte ventile**. França: Syndicat National Des Bardages Et Vêtures Isolés, 2015. 4 p. Disponível em: <<https://jameshardie.fr/import/Documents/SNBVI%20FicheTechnique%20n4%20Regles%20Essentielles%20du%20Bardage%20Ventil%C3%A9%20102015.pdf>>. Acesso em: 10 nov. 2018.

GOETGHELUCK, Laurent. Isolation thermique par l'extérieur en rénovation. **Batirama**, França, 06 abr. 2011. Disponível em: <<https://www.batirama.com/article/2108-isolation-thermique-par-l-exterieur-en-renovation.html>>. Acesso em: 06 nov. 2018.

GRACIA, Alvaro de et al. A simple model to predict the thermal performance of a ventilated facade with phase change materials. **Energy And Buildings**, Espanha, v. 93, p.137-142, 15 abr. 2015.

GUIGNARD, Stéphanie. **Histoire de la recherche sur l'enveloppe du bâtiment**: De l'habitat bioclimatique au bâtiment à énergie positive. França: ADEME, 2010. 56 p. Disponível em: <https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/77907_enveloppe_du_batiment.pdf>. Acesso em: 08 out. 2018.

HANSUELI, Sahli. **Fiche Technique Commission technique façades**: Pose d'Isolations Thermiques pour Façades Ventilées. Suíça: Enveloppe Des Édifices Suisse, 2014. Disponível em:<https://www.swisspor.ch/images/content/pdf/anwendungen/documentation_fr/fichestech_ghch/gs_gmb_pose_disolations_14_cf_fr.pdf>. Acesso em: 06 nov. 2018.

HILTI. **Catalogue Façade Ventilée**. França: Hilti, 2018. 118 p. Disponível em: <<https://www.hilti.fr/content/dam/documents/pdf/e2/fr/Catalogue%20facade%202018.pdf>>. Acesso em: 10 nov. 2018.

HUNTERDOUGLAS. **Fachadas ventiladas Prodema ProdEX**. Bogotá: Hunterdouglas, 2015. 4 p. Disponível em: <https://neufert-cdn.archdaily.net/uploads/product_file/file/20793/prodex.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2018.

ISOVER. **Panneau de polystyrène extrudé avec finition mortier pour l'isolation des sousbassements**. França: Isover, 2018. Disponível em: <<https://www.isover.fr/produits/catalogue/roofmate-lg-x>>. Acesso em: 10 nov. 2018.

LEONI, Fabrizio. **Material Exterior Grade: BuildingFaçades**. França: AbetLaminati, 2016. 48 p. Disponível em: <<http://fr.abetlaminati.com/app/uploads/2016/06/Meg-Building-Fa%C2%BAades-Manuel-technique.pdf>>. Acesso em: 06 nov. 2018.

LE PARISIEN. **Cinq principales sources de déperdition**. Disponível em: <<http://www.leparisien.fr/une/cinq-principales-sources-de-deperdition-26-02-2009-423652.php>>. Acesso em: 08 out. 2018.

MAROTTI, Juliana et al. Amostragem em Pesquisa Clínica: Tamanho da Amostra. **Revista de Odontologia da Universidade Cidade de São Paulo**, São Paulo, p.186-194, maio 2008.

MARTÍN-CHIVELET, Nuria et al. Building Retrofit with Photovoltaics: Construction and Performance of a BIPV Ventilated Façade. **Energy**, Espanha, v. 94, p.233-242, jan. 2016.

MEDEIROS, J. S.; SABBATINI, F. H. **Tecnologia e projeto de revestimentos cerâmicos de fachada de edifícios**: 1999. 457p. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 1999.

MIRANDA, Pedro. **Painéis de ACM podem ser utilizados na fachada de diversos tipos de edifício**. Aecweb, São Paulo, out. 2018. Disponível em: <https://www.aecweb.com.br/cont/m/rev/paineis-de-acm-podem-ser-utilizados-na-fachada-de-diversos-tipos-de-edificio_17968_10_0?utm_source=sales_force&utm_medium=email&utm_term=&utm_content=&utm_campaign=boletim_aec_revista_digital>. Acesso em: 10 nov. 2018.

MOURA, Eride. Fachadas respirantes. **Téchne**, São Paulo, mar. 2009. Disponível em: <<http://techne17.pini.com.br/engenharia-civil/144/artigo287636-2.aspx>>. Acesso em: 10 nov. 2018.

ROCHA, Ana Paula. Fachada ventilada: Industrial e sem desperdício de resíduos, sistema de fachada com cerâmica extrudada começa a se disseminar em edifícios comerciais. **Téchne**, São Paulo, v. 176, p.1-3, nov. 2011. Mensal. Disponível em: <<http://techne17.pini.com.br/engenharia-civil/176/artigo287888-1.aspx>>. Acesso em: 23 nov. 2018.

SAHADE, Renato. **A Fachada Ventilada: conceito, vantagens e desvantagens**. São Paulo: Concrete Show South America Brazil, 2017. Color.

SANJUAN, Cristina et al. Energy performance of an open-joint ventilated façade compared with a conventional sealed cavity façade. **Solar Energy**, Espanha, v. 85, n. 9, p.1851-1863, set. 2011. Mensal.

SENTRYGLAS. **Laminated Glass Interlayers for Stronger, Safer Glass**. Du Pont, Estados Unidos, 01 jun. 2014.

SILVA, Edna Lúcia da; MENEZES, Eстера Muszkat. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 3. ed. Florianópolis: Laboratório de Ensino a Distância da UFSC, 2001. 121 p.

SILVA, Luiz Fernando Batista da; THOMAZ, Ercio; OLIVEIRA, Luciana Alves de. Ventilated cladding systems: structural and drainability performance criteria. **Ambiente Construído**, [s.l.], v. 18, n. 3, p.341-358, set. 2018. Fap UNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1678-86212018000300285>.

SOUSA, Fernando Manuel Fernandes de. **Fachadas Ventiladas em Edifícios**: Tipificação de soluções e interpretação do funcionamento conjunto suporte/acabamento. 2009. 114 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Engenharia Civil, Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2010.

SOUZA, Eduardo. Conselhos úteis para projetar fachadas ventiladas com porcelanato de 3,5 mm. **Archdaily**, São Paulo, p.0-0, 8 maio 2019. Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/br/916539/conselhos-uteis-para-projetar-fachadas-ventiladas-com-porcelanato-de-35-mm>>. Acesso em: 14 maio 2019

TAMAKI, Luciana. **Especialista britânico comenta as novidades da tecnologia de fachadas ventiladas**. São Paulo, v. 2017, abr. 2015. Disponível em: <<http://techne17.pini.com.br/engenharia-civil/217/especialista-britanico-comenta-as-novidades-da-tecnologia-de-fachadas-ventiladas-343727-1.aspx>>. Acesso em: 09 nov. 2018.

TENSOFACE. **Inovador sistema de tensionamento para fachadas têxteis**. São Paulo: Aecweb, 2013. Disponível em: <https://www.aecweb.com.br/emp/cont/m/inovador-sistema-de-tensionamento-para-fachadas-texteis_32953_11223>. Acesso em: 10 nov. 2018.

TERREAL. **Solutions Bardage Tuiles**. France: Terreal, 2013. Disponível em: <http://www.terreal.be/wp-content/uploads/2014/09/Guide_Bardage_Tuiles.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2018.

APENDICE A – OBRAS REALIZADAS POR EMPRESAS BRASILEIRAS QUE COMERCIALIZAM A FACHADA VENTILADA

EMPRESA A

Obras	Local	Nova	Retrofit	Suportes	Tipo	Isolamento	Revestimento Externo
A	Porto Alegre/RS		x	Aço	I	Lã de Rocha	Cerâmica Extrudada e Fibrocimento
B	Florianópolis/SC	x		Aço	I	Lã de Rocha	Porcelanato
C	Florianópolis/SC		x	Aço	I	Lã de Rocha	Cerâmica Extrudada
D	Curitiba/PR	x		Aço	I	Lã de Rocha	Porcelanato
E	Leblon/RJ	x		Aço	R	Lã de Rocha	Cerâmica Extrudada
F	Florianópolis/SC	x		Aço	I	Lã de Rocha	Cerâmica Extrudada e Placa Fenólica
G	São Caetano do Sul/SP		x	Aço	I	Lã de Rocha	Cerâmica Extrudada
H	São José/SC	x		Aço	C	Lã de Rocha	Cerâmica Extrudada
I	Porto Alegre/RS	x		Aço	R	Lã de Rocha	Placa Fenólica
J	Florianópolis/SC	x		Aço	R	Lã de Rocha	Placa Fenólica
K	Porto Alegre/RS		x	Aço	I	Lã de Rocha	Cerâmica Extrudada

EMPRESA B

Obras	Local	Nova	Retrofit	Suportes	Tipo	Isolamento	Revestimento Externo
A	São Luís/MA		x	Aço	I	Lã de Rocha	Concreto Polímero
B	São Paulo/SP	x		Aço	I	Lã de Rocha	Concreto Polímero
C	São Paulo/SP		x	Aço	I	Lã de Rocha	Concreto Polímero
D	São Paulo/SP	x		Aço	R	Lã de Rocha	Concreto Polímero
E	São Paulo/SP	x		Aço	C	Lã de Rocha	Concreto Polímero
F	Sete Lagoas/MG	x		Aço	I	Lã de Rocha	Concreto Polímero
G	Rio de Janeiro/RJ	x		Aço	I	Sem Isolamento	Concreto Polímero
H	Ribeirão Preto/SP	x		Aço	I	Sem Isolamento	Concreto Polímero
I	São Paulo/SP		x	Aço	C	Sem Isolamento	Concreto Polímero

EMPRESA C

Obras	Local	Nova	Retrofit	Suportes	Tipo	Isolamento	Revestimento Externo
A	Recife/PB		x	Aço	I	Sem Isolamento	Cerâmica Extrudada
B	Rio de Janeiro/RJ	x		Aço	C	Sem Isolamento	Cerâmica Extrudada
C	São Paulo/SP	x		Aço	C	Sem Isolamento	Cerâmica Extrudada

EMPRESA D

Obras	Local	Nova	Retrofit	Suportes	Tipo	Isolamento	Revestimento Externo
A	São Paulo/SP	x		Aço	C	Lã de Rocha	Porcelanato
B	São Paulo/SP	x		Aço	I	Lã de Rocha	Porcelanato
C	Balneário Camboriú/SC	x		Aço	R	Lã de Rocha	Porcelanato
D	São Paulo/SP	x		Aço	I	Lã de Rocha	Porcelanato
E	São Paulo/SP	x		Aço	I	Lã de Rocha	Porcelanato
F	Rio de Janeiro/RJ	x		Aço	I	Lã de Rocha	Porcelanato
G	Rio Claro/SC	x		Aço	I	Lã de Rocha	Porcelanato
H	Santos/SP	x		Aço	R/I	Lã de Rocha	Porcelanato
I	São Paulo/SP	x		Aço	R	Lã de Rocha	Porcelanato
J	Balneário Camboriú/SC	x		Aço	R	Lã de Rocha	Porcelanato

EMPRESA E

Obras	Local	Nova	Retrofit	Suportes	Tipo	Isolamento	Revestimento Externo
A	Cuiabá/MT		x	Aço	I	Sem Isolamento	Cerâmica extrudada
B	São Paulo/SP		x	Aço	C	Sem Isolamento	Cerâmica extrudada
C	Torres/RS		x	Aço	I	Sem Isolamento	Cerâmica extrudada

Legenda:

C – Comercial

I – Institucional

R – Residencial