



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
Universidade Federal de Ouro Preto  
Escola de Minas – Departamento de Engenharia Civil  
Programa de Pós-Graduação em Engenharia das Construções  
Mestrado Profissional em Construção Metálica

---



**ACABAMENTOS DE APARÊNCIA MONOLÍTICA INCORPORADOS A SISTEMA  
CONTÍNUO EM *LIGHT STEEL FRAMING* DE VEDAÇÃO VERTICAL EXTERNA**

OURO PRETO  
2019



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
Universidade Federal de Ouro Preto  
Escola de Minas – Departamento de Engenharia Civil  
Programa de Pós-Graduação em Engenharia das Construções  
Mestrado Profissional em Construção Metálica

---



HUGO COELHO GODINHO

**ACABAMENTOS DE APARÊNCIA MONOLÍTICA INCORPORADOS A SISTEMA  
CONTÍNUO EM *LIGHT STEEL FRAMING* DE VEDAÇÃO VERTICAL EXTERNA**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia das Construções da Escola de Minas da Universidade Federal de Ouro Preto como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Construção Metálica.

Orientador: Prof. Tito Flávio Rodrigues de Aguiar, D.Sc.  
Coorientadora: Prof<sup>ª</sup>. Rovadávia Aline de Jesus Ribas, D.Sc.

OURO PRETO  
2019

## SISBIN - SISTEMA DE BIBLIOTECAS E INFORMAÇÃO

G585a Godinho, Hugo Coelho .  
Acabamentos de aparência monolítica incorporados a sistema contínuo em Light Steel Framing de vedação vertical externa. [manuscrito] / Hugo Coelho Godinho. - 2019.  
137 f.: il.: color., tab.. + Quadro.

Orientador: Prof. Dr. Tito Flávio Rodrigues de Aguiar.  
Coorientadora: Profa. Dra. Rovadavia Aline de Jesus Ribas.  
Dissertação (Mestrado Profissional). Universidade Federal de Ouro Preto.  
Departamento de Engenharia Civil. Programa de Engenharia das Construções.

1. Sistemas de vedações verticais internas e externas (SVVIE). 2. Sistema Light Steel Framing. 3. Exterior insulation and finish system (EIFS) . 4. Placas (Engenharia) - Placas cimentícias. 5. Projeto estrutural - Viabilidade técnica. I. Aguiar, Tito Flávio Rodrigues de. II. Ribas, Rovadavia Aline de Jesus. III. Universidade Federal de Ouro Preto. IV. Título.

CDU 624



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
Universidade Federal de Ouro Preto  
Escola de Minas

Programa de Pós-Graduação em Engenharia das Construções  
Mestrado Profissional em Construção Metálica



ESCOLA DE MINAS

**ACABAMENTOS DE APARÊNCIA MONOLÍTICA  
INCORPORADOS A SISTEMA CONTÍNUO EM *LIGHT STEEL*  
FRAMING DE VEDAÇÃO VERTICAL EXTERNA**

**AUTOR : HUGO COELHO GODINHO**

Esta dissertação foi apresentada em sessão pública e aprovada em 04 de dezembro de 2019, pela comissão examinadora composta pelos seguintes membros:



Prof. Tito Flávio Rodrigues de Aguiar, D. Sc. – UFOP (Presidente)

*Rovadavia Aline de Jesus Ribas*

Profa. Rovadavia Aline de Jesus Ribas, D. Sc. – UFOP



Prof. Flávio Teixeira de Souza, D. Sc. – IFMG

*Marco Antônio Ponido de Rezende*

Prof. Marco Antônio Ponido de Rezende, D. Sc. – IFMG

Em dedicação à Elisa, minha fonte de inspiração diária.

## RESUMO

No Brasil, a construção civil é marcada pela utilização de métodos construtivos manufatureiros de baixa produtividade, empregando mão de obra com baixa capacitação técnica. Para garantir mais qualidade às construções, aumento da produtividade e redução de custos, industrializar o processo construtivo é condição essencial para posicionar as empresas do setor à realidade competitiva do século XXI. Com o avanço dos sistemas estruturais independentes em concreto armado ou aço, os sistemas de vedações verticais internos e externos (SVVEI) deixaram de atuar na distribuição de cargas. Hoje, a utilização de sistemas de vedações verticais de peso elevado e execução manufaturada, como a alvenaria, mostra-se como uma alternativa menos viável perante o uso de sistemas de vedações leves, industrializados e sem função estrutural, como painéis em *Light Steel Framing* (LSF). Esta pesquisa buscou avaliar, a partir da norma brasileira de desempenho ABNT NBR 15575/2013 e da DIRETRIZ SiNAT N. 009/2016, a viabilidade técnica de se aplicar, nas edificações, sistemas de vedação verticais externos (SVVEs) estruturados em LSF, com camada interna em gesso acartonado e camadas externas em placas cimentícias ou em *Exterior Insulation and Finish System* (EIFS), revestidas com acabamentos de aparência monolítica. Foi realizada pesquisa exploratória e descritiva, de natureza aplicada, para subsidiar a comunidade profissional de arquitetura e engenharia. Para tanto, foram levantadas informações técnicas sobre os componentes dos SVVEs, normas nacionais e internacionais, e desenvolvido estudo de viabilidade técnica por meio da sistematização de dados sobre componentes ou sistemas globais similares que foram publicados em artigos científicos, relatórios técnicos. Confrontados os dados referentes aos sistemas construtivos estudados e os critérios da norma brasileira de desempenho de edificações habitacionais, o resultado indica que os SVVEs analisados são passíveis de atendimento aos critérios de desempenho estabelecidos na norma ABNT NBR 15575/2013. Portanto, os SVVEs pesquisados podem ser alternativas tecnicamente viáveis de ser implementados na construção civil brasileira.

**Palavras-chave:** Sistema de vedação vertical externo. *Light Steel Framing*. *Exterior Insulation and Finish System*. Placas cimentícias. Viabilidade técnica. Norma de desempenho de edificações habitacionais.

## ABSTRACT

Nowadays, Brazil faces notorious challenges in the construction field. Outdated production process and poor labor performance are highlighted as factors that impact directly the overall performance. In order to guarantee quality standards and keep companies competitive in this century, critical actions should be taken such as: improve employee performance, support cost-saving initiatives and industrialized the constructive process. With the advancement of independent structural systems in reinforced concrete or steel, the internal and external vertical sealing systems ceased to act in the distribution of loads. The production of high weight vertical sealing systems such as masonry is not being cost-effective when comparing the use of Light Steel Framing (LSF) for instance. This research aimed to evaluate, based on the ABNT NBR 15575/2013 and guideline SiNAT No. 009/2016, the technical feasibility of applying LSF-structured external vertical fence systems to buildings with inner layer in plasterboard, an intermediate insulation layer and the outer layer of cementitious boards or Exterior Insulation and Finish System (EIFS), coated with monolithic-looking finishes. To underpin the process described above, an exploratory and descriptive research was conducted to support both professionals' communities - architects and engineers. In order to do this, technical information was collected on the components used in the external vertical sealing system under study, national and international technical standards, and a technical feasibility study was developed, systematizing data published in scientific articles, norms or technical reports, about the same or similar systems to those researched. Comparing the data collected with the criteria of the Brazilian residential building performance standard, the result indicates that the researched external vertical sealing systems may fulfill the performance criteria established in ABNT NBR 15575/2013. Therefore, the systems may be technically viable alternatives to be implemented in Brazil.

**Keywords:** External vertical sealing system. Light Steel Framing. Exterior Insulation and Finish System. Cementitious boards. Technical Feasibility. Standard performance of residential buildings.

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - SVVE em multicamadas .....	17
FIGURA 2 – Fachada com demarcação de juntas entre placas.....	33
FIGURA 3 - Colégio Creación, Chile .....	34
FIGURA 4 - Universidad Técnica Nacional INACAP, Chile.....	34
FIGURA 5 - Painéis LSF embutidos .....	36
FIGURA 6 - Painéis LSF contínuos tipo cortina .....	36
FIGURA 7 - Modelos de perfis utilizados em sistemas estruturados LSF .....	37
FIGURA 8 - Desenho esquemático de painel LSF não estrutural .....	37
FIGURA 9 - Banda acústica .....	39
FIGURA 10 - Exemplo de ligação rígida entre os perfis LSF .....	40
FIGURA 11 - Exemplo de ligação não rígida entre os perfis LSF .....	41
FIGURA 12 - Instalação de painéis embutidos para acabamento externo contínuo .	41
FIGURA 13 - Detalhe da instalação de painéis embutidos para acabamento externo contínuo com recobrimento de estruturas de vigas e pilares .....	42
FIGURA 14 - Execução de painéis contínuos estruturados em LSF .....	42
FIGURA 15 - Ligação rígida entre montante LSF e estrutura principal de concreto da edificação .....	43
FIGURA 16 - Ligação não rígida entre montante LSF e estrutura principal de concreto da edificação .....	43
FIGURA 17 - Detalhe de ligação não rígida entre montantes e guias LSF .....	44
FIGURA 18 - Impermeabilização do SVVE em placas cimentícias .....	45
FIGURA 19 - Detalhe dos acabamentos de borda disponíveis para placas cimentícias .....	47
FIGURA 20 - Detalhes de amarração das placas cimentícias durante a instalação .	49
FIGURA 21 - Detalhe de amarração das placas cimentícias em vãos de portas e janelas.....	49
FIGURA 22 - Detalhe para instalação de duas camadas de placas cimentícias.....	50
FIGURA 23 - Detalhe de instalação de placas cimentícias próximas aos pisos externos .....	50
FIGURA 24 – Componentes Brasilt para tratamento de junta em placa cimentícia ..	50



FIGURA 25 - Detalhe de execução de tratamento de junta convencional em placa cimentícia .....	51
FIGURA 26 - Detalhe de execução de tratamento de junta seca em cantos internos de placa cimentícia.....	52
FIGURA 27 - Detalhe de execução de tratamento de junta seca em cantos externos de placa cimentícia.....	52
FIGURA 28 - Patologia de trincas e marcação de juntas tratadas em fachada revestida com placas cimentícias.....	53
FIGURA 29 - Detalhe do acabamento monolítico aplicado sobre placa cimentícia...54	
FIGURA 30 - Esquema para ilustrar a instalação de duas camadas de placas com juntas desencontradas .....	56
FIGURA 31 - Esquema para ilustrar a fixação das placas OSB em perfis LSF .....	57
FIGURA 32 - Composição multicamadas do sistema de revestimento EIFS .....	58
FIGURA 33 - Cortes esquemáticos de soluções de isolamento térmico através de paredes duplas com ponte térmica (a) e sem ponte térmica com aplicação EIFS (b) .....	59
FIGURA 34 - Camadas constituintes do sistema EIFS: impermeabilizante, adesivo drenante, isolamento, <i>basecoat</i> com revestimento .....	61
FIGURA 35 – Cantoneira perfurada para suporte do sistema EIFS na base do SVVE .....	62
FIGURA 36 - Impermeabilização do substrato por meio de impermeabilizante líquido (a) e membrana não tecido (b) .....	62
FIGURA 37 - Fixador mecânico da camada de isolamento: bucha plástica com prego de expansão.....	63
FIGURA 38 - Fixação da camada de isolamento por meio de argamassa cimentícia .....	63
FIGURA 39 - Perspectiva ilustrativa da instalação da camada adesiva drenante e da placa isolante .....	64
FIGURA 40 - Detalhe de placa de isolamento com ranhuras e recomendação mínima de espessura intacta .....	66
FIGURA 41 - Arranjos arquitetônicos executados na placa de isolamento: ranhuras abauladas executadas <i>in loco</i> (a), cornijas pré-fabricadas (b) .....	66
FIGURA 42 - Acabamento da camada base: com recobrimento da malha de reforço aceitável (a) e com o recobrimento inadequado (b) .....	68
FIGURA 43 - Detalhe de instalação de malha de reforço em aberturas .....	68

FIGURA 44 - Tipologias de acabamentos estéticos possíveis de ser executados no sistema EIFS .....	69
FIGURA 45 – Placas de lã de vidro (a) e placas de lã de rocha (b) .....	72
FIGURA 46 - Instalação de lã mineral em SVVEI estruturados em LSF .....	73
FIGURA 47 - Tipologias tradicionais de placas de gesso acartonado comercializadas no Brasil .....	76
FIGURA 48 - Detalhe de tratamentos de juntas em placas de gesso .....	79
FIGURA 49 - Composição estrutural do SVVE-01 .....	83
FIGURA 50 – Composição estrutural da camada externa do SVVE-02.....	84
FIGURA 51 – Zoneamento bioclimático brasileiro.....	106

## LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 – Normas técnicas referentes aos componentes da camada interna ....	25
QUADRO 2 - Normas técnicas referentes aos componentes da camada de estruturação .....	25
QUADRO 3 - Normas técnicas referentes aos componentes da camada de isolamento intermediária (continua) .....	25
QUADRO 4 - Normas técnicas referentes aos componentes da camada externa (continua) .....	26
QUADRO 5 - Normas técnicas referentes aos componentes do SVVE completo estruturado em LFS.....	27
QUADRO 6 - Dimensões nominais usuais dos perfis de aço para LSF .....	38
QUADRO 7 - Especificações do produto da Brasilit.....	46
QUADRO 8 - Dados técnicos de placas OSB, linha home plus - LP Brasil.....	55
QUADRO 9 - Características genéricas do EPS comercializado no Brasil .....	65
QUADRO 10 - Características genéricas do XPS comercializado no Brasil .....	65
QUADRO 11 - Classificação quanto à resistência da malha de reforço.....	67
QUADRO 12 - Características genéricas de lã de vidro.....	72
QUADRO 13 - Características genéricas de lã de rocha .....	73
QUADRO 14 - Especificações de placas de gesso acartonado .....	75
QUADRO 15 - Tipologias de fitas auxiliares para tratamento de juntas em placas de gesso acartonado.....	80
QUADRO 16 - Análise do critério: resistência estrutural e estabilidade global - estado limite último .....	88
QUADRO 17 - Deslocamentos máximos e ocorrência de falhas sob a ação de cargas de serviço.....	89
QUADRO 18 - Análise do critério: deformação ou estado de fissuração do sistema - estado limite de serviço (continua).....	89
QUADRO 19 - Cargas de ensaio e critérios para peças suspensas fixadas por mão- francesa padrão .....	90
QUADRO 20 - Análise do critério: cargas aplicadas na camada interna e na camada externa do sistema - peças suspensas .....	91
QUADRO 21 - Deslocamentos máximos e ocorrência de falhas sob ação de impactos de corpo mole .....	92

QUADRO 22 - Análise do critério: resistência a impacto de corpo mole .....	93
QUADRO 23 - Análise do critério: solicitações transmitidas por portas para as paredes .....	94
QUADRO 24 - Requisitos de impacto de corpo duro .....	94
QUADRO 25 - Análise do critério: resistência impacto de corpo duro .....	95
QUADRO 26 - Esforços estáticos horizontais e verticais previstos na norma NBR 14718 (ABNT, 2008b) .....	96
QUADRO 27 - Análise do critério: cargas de ocupação incidentes em parapeitos de janelas .....	96
QUADRO 28 - Análise do critério: resistência a cargas pontuais externas .....	97
QUADRO 29 - Análise do critério: resistência de aderência da argamassa ao substrato.....	98
QUADRO 30 - Classificação dos materiais com base na norma NBR 9442 (ABNT, 1986) .....	99
QUADRO 31 - Análise do critério: segurança contra incêndio - desempenho das camadas interna e isolamento (continua).....	99
QUADRO 32 - Análise do critério: segurança contra incêndio - desempenho da camada externa.....	100
QUADRO 33 - Análise do critério: segurança contra incêndio - estabilidade estrutural: compartimentação horizontal .....	101
QUADRO 34 - Análise do critério: segurança contra incêndio: estabilidade estrutural – compartimentação vertical.....	102
QUADRO 35 - Análise do critério: estanqueidade à água de chuva (continua) .....	102
QUADRO 36 - Análise do critério: permeabilidade à água da camada externa .....	103
QUADRO 37 - Análise do critério: umidade decorrente da ocupação do imóvel.....	104
QUADRO 38 - Análise do critério: permeabilidade ao ar .....	105
QUADRO 39 -Transmitância térmica de paredes externas.....	105
QUADRO 40 - Capacidade térmica de paredes externas .....	106
QUADRO 41 – Análise do critério: desempenho térmico (continua).....	107
QUADRO 42 - Índices de redução sonora ponderadas $R_w$ de componentes construtivos utilizados nas vedações entre ambientes.....	109
QUADRO 43 - Valores mínimos da diferença padronizada de nível ponderada, $D_{nT,w}$ , entre ambientes.....	109

QUADRO 44 - Valores mínimos da diferença padronizada de nível ponderada a 2 m de distância da fachada, $D_{2m,nT,w}$ , da vedação externa de dormitório .....	110
QUADRO 45 - Análise do critério: desempenho acústico (continua) .....	110
QUADRO 46 - Análise do critério: durabilidade - estanqueidade .....	112
QUADRO 47 - Análise do critério: durabilidade - envelhecimento natural (continua) .....	112
QUADRO 48 - Análise do critério: durabilidade - vida útil de projeto .....	113
QUADRO 49 - Análise do critério: manutenibilidade do sistema.....	114
QUADRO 50 - Resumo da análise de desempenho das tipologias SVVE-01 E 02 (continua) .....	116

## **LISTA DE TABELAS**

TABELA 1 - Análise dos resultados para o SVVE-01.....	119
TABELA 2 - Análise dos resultados para o SVVE-02.....	119

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	- Associação Brasileira de Normas Técnicas
ASTM	- <i>American Society for Testing and Materials</i>
CBCA	- Centro Brasileiro da Construção em Aço
ECC	- <i>EIFS Council of Canada</i>
EIFS	- <i>Exterior Insulation and Finish System</i>
EIMA	- <i>EIFS Industry Members Association</i>
EN	- <i>European Standards</i>
EPS	- Poliestireno Expandido
ETICS	- <i>External Thermal Insulation Composite Systems</i>
DATec	- Documento de Avaliação Técnica
ISO	- <i>International Organization for Standardization</i>
ITA	- Instituição Técnica Avaliadora
LSF	- <i>Light Steel Framing</i>
NBR	- Norma Brasileira
NFPA	- <i>National Fire Protection Association</i>
OSB	- <i>Oriented Strand Board</i>
PBQP-H	- Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do <i>Habitat</i>
PCM	- <i>Phase Change Material</i>
SINAPI	- Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil
SiNAT	- Sistema Nacional de Avaliação Técnica de Produtos Inovadores e Sistemas Convencionais
SVVI	- Sistema de Vedação Vertical Interno
SVVE	- Sistema de Vedação Vertical Externo
TRRF	- Tempo Requerido de Resistência ao Fogo
VUP	- Vida Útil de Projeto
XPS	- Poliestireno Extrudado

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>17</b>
1.1 Objetivos .....	18
1.2 Metodologia .....	19
1.3 Justificativa .....	20
1.4 Estruturação do trabalho .....	21
<b>2. INOVAÇÕES TÉCNOLÓGICAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL</b> .....	<b>23</b>
<b>3. SISTEMA DE VEDAÇÃO VERTICAL EXTERNO LEVE</b> .....	<b>30</b>
3.1 Camada de estruturação: perfis de aço galvanizado leve conformados a frio ....	35
3.1.1 Painéis embutidos .....	40
3.1.2 Painéis contínuos .....	42
3.2 Camada externa de acabamento: placas cimentícias .....	44
3.2.1 Placa cimentícia associada à placa Oriented Strand Board.....	54
3.3 Camada externa de acabamento: <i>External Insulation and Finishing System (EIFS)</i> 57	
3.4 Camadas de isolamento térmico e acústico .....	70
3.5 Camada interna de acabamento: placas de gesso acartonado.....	74
<b>4. ANÁLISE TÉCNICA DO SISTEMA DE VEDAÇÃO VERTICAL EXTERNO ESTRUTURADO EM LIGHT STEEL FRAMING</b> .....	<b>82</b>
4.1 Requisitos e critérios de desempenho e durabilidade .....	88
4.1.1 Resistência estrutural e estabilidade global - estado limite último .....	88
4.1.2 Deformações ou estados de fissuração do sistema - estado limite de serviço.....	89
4.1.3 Cargas aplicadas na camada interna e na camada externa do sistema - peças suspensas .....	90
4.1.4 Resistência a impacto de corpo mole.....	91
4.1.5 Solicitações transmitidas por portas para as paredes .....	93
4.1.6 Resistência a impacto de corpo duro .....	94
4.1.7 Cargas de ocupação incidentes em parapeitos de janelas .....	95
4.1.8 Resistência a cargas pontuais externas.....	97
4.1.9 Resistência de aderência da argamassa ao substrato.....	97
4.1.10 Segurança contra incêndio - desempenho das camadas interna e isolamento.....	98



4.1.11	<i>Segurança contra incêndio - desempenho da camada externa</i>	100
4.1.12	<i>Segurança contra incêndio - estabilidade estrutural: compartimentação horizontal</i>	101
4.1.13	<i>Segurança contra incêndio: estabilidade estrutural – compartimentação vertical</i>	101
4.1.14	<i>Estanqueidade à água de chuva</i>	102
4.1.15	<i>Permeabilidade à água da camada externa</i>	103
4.1.16	<i>Umidade decorrente da ocupação do imóvel</i>	104
4.1.17	<i>Permeabilidade ao ar</i>	104
4.1.18	<i>Desempenho térmico</i>	105
4.1.19	<i>Desempenho acústico</i>	108
4.1.20	<i>Durabilidade - estanqueidade</i>	111
4.1.21	<i>Durabilidade - envelhecimento natural</i>	112
4.1.22	<i>Durabilidade - vida útil de projeto</i>	113
4.1.23	<i>Manutenibilidade do sistema</i>	113
4.2	<i>Análise dos resultados</i>	114
<b>5.</b>	<b>CONSIDERAÇÕES E SUGESTÕES</b>	<b>120</b>
5.1	<i>Considerações finais</i>	120
5.2	<i>Sugestões para trabalhos futuros</i>	122
	<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>123</b>

## 1. INTRODUÇÃO

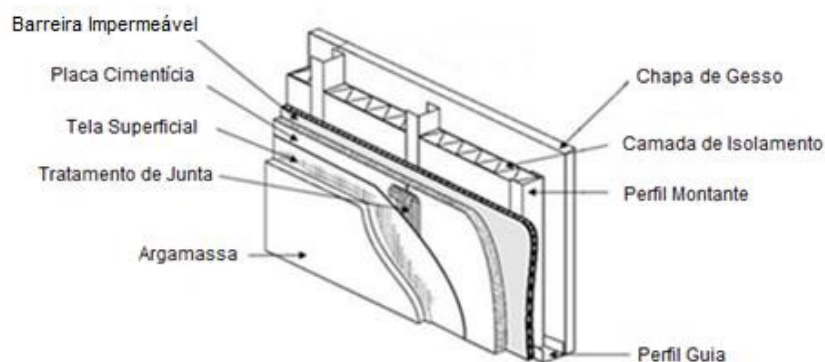
Os fechamentos com sistemas de vedação vertical<sup>1</sup> em alvenaria são amplamente utilizados em construções em todo o mundo e proporcionam, entre outros aspectos, proteção térmica e acústica, especialmente por sua alta inércia térmica e elevada massa do conjunto (CARDOSO, 2016).

No entanto, esse sistema construtivo tradicional de consistência porosa e dotado de grande número de juntas, quando utilizado como única barreira entre o interior e o exterior, pode acarretar o surgimento de patologias devido à maior susceptibilidade de penetração de água em estado líquido ou vapor (YU, 2014, apud CARDOSO, 2016).

Outros materiais aplicados na execução de vedações verticais externas, como os blocos de concreto simples ou os de concreto celular autoclavado, quando utilizados em panos de paredes simples, sem recorrer a técnicas de isolamento térmico, apresentam maior condutibilidade térmica e prejudicam o desempenho das edificações (CHAIBEN, 2014).

Como alternativa para melhorar o isolamento térmico do conjunto, destacam-se os sistemas de vedações verticais externas (SVVE) em multicamadas (Figura 1). Esses se caracterizam pela existência de uma camada de ar entre as duas camadas de fechamento, o que colabora na eficiência do isolamento térmico e também no controle da penetração de água, evitando a entrada de umidade no ambiente interno (YU, 2014, apud CARDOSO, 2016).

**FIGURA 1** - SVVE em multicamadas



Fonte: BRASIL, 2016b.

<sup>1</sup> A norma NBR 15575-4 (ABNT, 2013h) consagra o termo “vedações verticais internas e externas” para descrever os fechamentos verticais aplicados em fachadas ou no interior das edificações.

Durante o século XX, foram desenvolvidos SVVEs delgadas com alta eficiência acústica e térmica, dentre eles o sistema de vedação multicamadas que utiliza como estruturação o *Light Steel Framing* (LSF). Diferentemente das vedações externas em alvenaria, os SVVEs estruturados em LSF desempenham as funções térmicas e acústicas, por meio da aplicação de várias camadas de material sobrepostas. A resistência térmica total dessa tipologia de sistema é equivalente à soma das resistências de todos os materiais aplicados. Nesse caso, o tratamento acústico se dá por meio do fenômeno físico: massa-mola-massa<sup>2</sup> (RADAVELLI, 2014).

Segundo Santiago (2008), sistemas de vedações que empregam a utilização estruturante em LSF oferecem vantagens construtivas quando relacionadas a vedações em alvenaria tradicional, pois o sistema de execução pré-fabricado garante uma execução simples e de pouco carregamento estrutural devido ao seu baixo peso.

Essa tipologia de vedação externa, que utiliza como estruturação o sistema LSF associado a camadas de revestimentos internos e externos de aparência monolítica, pode ser uma alternativa viável a construções de pequeno e médio porte no país. Essa questão se dá por que, além de possuírem características técnicas em consonância à norma de desempenho, ainda garantem às construções maior agilidade de execução e a utilização de menor quantidade de mão de obra, devido ao processo industrial que acompanha a sua fabricação e instalação.

## 1.1 Objetivos

O objetivo geral desta pesquisa é estudar a viabilidade técnica de aplicação de SVVEs sem funções estruturais que sejam contínuos e leves<sup>3</sup>, constituídos em painéis *Light Steel Framing* e revestidos de acabamentos de aparência monolítica.

---

<sup>2</sup> Segundo Radavelli (2014), o fenômeno físico massa-mola-massa garante o tratamento acústico do sistema de vedação vertical utilizando a instalação de camadas de massas separadas por uma cavidade vazia preenchida com elemento isolante para a redução da transmissão do som entre as interfaces do sistema.

<sup>3</sup> A norma NBR 15575-4 (ABNT, 2013h) classifica as vedações segundo a sua densidade superficial. Considera um sistema de vedação vertical leve, sem função estrutural, as vedações cuja densidade seja menor ou igual a 60 kg/m<sup>2</sup>.

Como objetivos específicos, buscamos neste trabalho:

1. analisar e sistematizar o conhecimento relativo à tecnologia construtiva de SVVEs contínuos estruturados em *Light Steel Framing* (LSF);
2. pesquisar e apresentar informações técnicas a respeito de materiais de acabamentos monolíticos aplicados ao sistema como: gesso acartonado, placa cimentícia e *Exterior Insulation and Finish System* (EIFS);
3. pesquisar e apresentar as normas técnicas nacionais e internacionais que padronizam os materiais aplicados nos SVVEs analisados;
4. verificar a viabilidade técnica da aplicação dos SVVEs pesquisados à luz da norma de desempenho NBR 15575-4 (ABNT, 2013h) e DIRETRIZ SiNAT N. 009 (BRASIL, 2016b).

## 1.2 Metodologia

Para alcançar os objetivos propostos, foi realizada uma pesquisa de metodologia exploratória e descritiva, de natureza aplicada, pois esse método se caracteriza pelo seu interesse prático e os resultados analisados podem servir como subsídio para profissionais de arquitetura e de engenharia.

Seu desenvolvimento foi embasado inicialmente em revisão bibliográfica para identificar e organizar os conceitos encontrados em trabalhos relevantes sobre os seguintes temas: a implementação e a disseminação de novas tecnologias no mercado da construção civil; as normas técnicas relacionadas ao sistema pesquisado ou aos materiais aplicados; o sistema industrializado de vedação vertical externo leve estruturado em LSF e as camadas de acabamentos monolíticas (gesso acartonado, placa cimentícia e EIFS).

Essa revisão permitiu a contextualização e a construção de uma visão crítica sobre o tema, levando em consideração o cenário nacional e abordando informações técnicas e construtivas relacionadas aos SVVEs contínuos leves, constituídos em painéis em LSF com a adoção dos revestimentos monolíticos.

Como o objetivo é proporcionar maior familiaridade com os SVVEs pesquisados e verificar a viabilidade técnica de sua utilização no mercado nacional, tomou-se como base a síntese dos resultados publicados no Caderno 4 da norma

NBR 15575 (ABNT, 2013h), intitulada Edificações habitacionais — Desempenho - Parte 4: Requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas.

Para construir o estudo de viabilidade técnica, foram extraídos dados quantitativos de documentações publicadas em bancos de teses e dissertações, periódicos, livros, relatórios de ensaios técnicos, manuais de especificação dos sistemas comercializados e sites da internet. Os resultados publicados de testes de desempenho de SVVEs estruturados em LSF com a instalação de acabamentos monolíticos em tipologias idênticas ou similares as pesquisadas, foram confrontados aos resultados normatizados pela NBR 15575-4 (ABNT, 2013h) e pela DIRETRIZ SiNAT N.009 (BRASIL, 2016b).

Após a confrontação dos dados, foi possível traduzir informações e emitir opiniões, classificando-as para uma análise conclusiva de atendimento ou não dos objetos em estudo.

### **1.3 Justificativa**

A justificativa que nos levou a desenvolver esta pesquisa está relacionada à visão de autores como Gonçalves e Broering (2015), que consideram o incremento da produtividade na construção civil como um bem necessário à sustentação de ciclos expansivos de mercado e complementares a ciclos de retração ou recessão. Assim, os autores afirmam que empresas do setor devem passar por ajustes de produção em busca de maior eficiência, produtividade e diminuição dos custos, favorecendo a implementação de novas tecnologias construtivas.

Compartilhando essa visão, Souza (2003) afirma que, para enfrentar novos tempos e diferentes conjunturas, a agenda da construção deve se pautar por um movimento de inovação, com foco no reposicionamento estratégico das empresas e no aumento de produtividade. Aumentar a produtividade e melhorar a qualidade das construções, reduzindo os custos e impactos ambientais, são essenciais para a capacidade competitiva das empresas no setor da construção.

Dessa forma, Cunha e Costa (2014) acreditam que, para o desenvolvimento do setor da construção civil, é importante reduzir o uso intensivo de mão de obra e aumentar o grau de industrialização dos processos construtivos.

Por isso, esta pesquisa buscou avaliar, sob a luz da norma de desempenho NBR 15575-4 (ABNT, 2013h), a viabilidade técnica da aplicação de SVVEs estruturados em LSF com a aplicação de acabamentos de aparência monolítica em edificações nacionais de pequeno e médio porte.

A limitação de se analisar SVVEs estruturados em LSF com a aplicação de acabamentos de aparência monolítica foi devido à possibilidade, por fatores culturais, de melhor aceitação, por parte do mercado nacional, em incorporar uma nova tecnologia construtiva que assemelhe a estética final ao acabamento tradicional mais aplicado no Brasil, que são SVVEs em alvenaria com aplicação de reboco de cimento e areia com revestimento em pintura.

Sendo assim, espera-se que os resultados desta pesquisa forneçam subsídios para que projetistas e construtores possam tomar decisões acertadas quanto à escolha de materiais de vedação para as construções, a partir da análise de vários fatores que devem ser considerados na tomada de decisão.

#### **1.4 Estruturação do trabalho**

Para a apresentação da pesquisa, esta dissertação foi estruturada em cinco capítulos. No primeiro é descrita a parte introdutória, contemplando a apresentação do tema, o objetivo, a justificativa e a relevância do estudo, os métodos e as técnicas empregados para alcançar o objetivo.

No segundo capítulo, são apresentadas as condições que são impostas, pelo mercado nacional da construção, para a implantação de novas tecnologias construtivas. Neste capítulo, é exposto também o cenário atual da normatização dos elementos empregados nos sistemas de vedações estudados, seja pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), seja pelo Sistema Nacional de Avaliação Técnica de Produtos Inovadores e Sistemas Convencionais (SiNAT)<sup>4</sup>, ou por institutos internacionais.

---

<sup>4</sup> O SiNAT foi instituído em 03 de agosto de 2007, por meio da Portaria n. 345, do antigo Ministério das Cidades (BRASIL, 2016d). No entanto, em janeiro de 2019, foi criado o Ministério do Desenvolvimento Regional, que integrou, em uma única pasta, os antigos Ministérios das Cidades e o da Integração Nacional.

No terceiro capítulo, é apresentada a revisão bibliográfica realizada. Como os objetos da pesquisa tratam-se de sistemas de vedações baseados na aplicação de diferentes materiais sobrepostos, criando múltiplas camadas, foram descritas as informações técnicas e construtivas sobre cada camada que constitui os sistemas de forma separada: **i)** camada interna (placas de gesso acartonado com acabamento monolítico); **ii)** camada de estruturação (sistema estrutural em perfis de aço galvanizado formados a frio - LSF); **iii)** camada de isolamento (materiais utilizados para melhorar o desempenho térmico e acústico); **iv)** camada externa (placas cimentícias com acabamento monolítico e materiais constituintes do sistema EIFS).

No quarto capítulo, são apresentadas a compilação de dados levantados nas documentações pesquisadas e as discussões dos resultados quanto ao atendimento do desempenho desses SVVEs à luz da norma NBR 15575-4 (ABNT, 2013h).

No quinto capítulo, são discutidas as considerações finais da pesquisa e as sugestões para futuros trabalhos que venham a complementar o conhecimento e o desenvolvimento dessa tecnologia de sistema de vedação vertical.

---

Existe um imbróglio quanto a descrição e o significado da sigla SiNAT nos endereços eletrônicos do governo federal. As descrições tomadas como corretas por esta pesquisa foram retiradas do regimento geral do SiNAT (BRASIL, 2016d).

## 2. INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL

No passado, a utilização de novas tecnologias que não estavam plenamente desenvolvidas no setor da construção civil, não apresentaram casos de sucesso quando implementadas. Experiências negativas tornaram o setor menos receptivo a inovações tecnológicas, acarretando uma progressiva desatualização (GONÇALVES et al., 2003, KEMPTON; SYMS, 2009; BONIN, 2015).

Dentre algumas características que dificultam a evolução tecnológica citada por Rezende, Barros e Abiko (2002), destacam-se a diversidade de projeto das construções, o longo período para retorno do investimento inicial, o grande número de agentes envolvidos na cadeia produtiva e a baixa exigência dos clientes.

Campos (2012) e Cardoso (2016) afirmam que, para que ocorra a organização do setor da construção civil nacional e sejam difundidas novas tecnologias construtivas, é imprescindível a aplicação de investimentos em normatização de serviços e produtos. Essa tendência é uma realidade em países desenvolvidos.

Em concordância a essa teoria, para Soares (2010), a produção e a divulgação de documentação técnica de referência podem contribuir com o avanço para implementação de novas tecnologias construtivas no Brasil.

De acordo com Bonin (2015), produtos inovadores ou inovações tecnológicas costumam inicialmente não ter normatização técnica que especifique suas características ou que definam os procedimentos de projeto e execução.

Ainda para esse autor, a homologação de normas técnicas é indispensável para o sucesso de um produto inovador, uma vez que confere credibilidade ao produto e ao fabricante.

Segundo a ABNT:

Norma técnica é um documento estabelecido por consenso e aprovado por um organismo reconhecido que fornece regras, diretrizes ou características mínimas para atividades ou para seus resultados, visando a obtenção de um grau ótimo de ordenação em um dado contexto. (ABNT, 2014e)

Dentre as vantagens de se normatizar o setor da construção civil estão o desenvolvimento, a fabricação e o fornecimento de produtos e serviços mais



eficientes, mais seguros, mais limpos e também a proteção aos consumidores e usuários em geral.

No país, a ABNT é o foro de normatização nacional reconhecido pelo governo federal e tem como missão prover a sociedade brasileira de conhecimento sistematizado por meio de documentos normativos que permitam a produção, a comercialização e o uso de bens e serviços de forma competitiva e sustentável. Essas normas contribuem para o desenvolvimento científico e tecnológico, além de garantir a proteção do meio ambiente e a defesa do consumidor (ABNT, 2014f).

No entanto, para suprir provisoriamente lacunas da normatização técnica de produtos voltados para a construção civil que ainda não foram abrangidos por normas da ABNT, foi concebido o Sistema Nacional de Avaliação Técnica de Produtos Inovadores e Sistemas Convencionais (SiNAT), órgão ligado ao Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H<sup>5</sup>). O SiNAT é um órgão que sintetiza e harmoniza os procedimentos para a avaliação de novos produtos para a construção civil, assegurando que todos os aspectos relevantes ao comportamento e ao uso de um produto sejam considerados no processo de avaliação (BRASIL, 2019b).

Com a implantação do SiNAT e a publicação da norma NBR 15575 Edificações Habitacionais - Desempenho (ABNT, 2013f), que estabelece requisitos e critérios de desempenho a ser aplicados às edificações habitacionais, tem-se como resultado um novo cenário tecnológico para o setor de produção de edificações na construção civil brasileira. Atualmente, a existência desses dois dispositivos proporciona uma oportunidade para o desenvolvimento construtivo, uma vez que define objetivamente um referencial para a inovação e estimula a melhoria da qualidade do ambiente construído (BONIN, 2015).

Para compreender o atual cenário de normatização dos SVVEs pesquisados, foram levantadas as normas nacionais e internacionais que abordam o tema.

---

<sup>5</sup> O Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H) tem como meta organizar o setor da construção civil quanto à melhoria da qualidade do *habitat* e da modernização produtiva (BRASIL, 2019a).

Como ainda não existe normatização nacional que trate amplamente da abordagem dos SVVEs pesquisados, a NBR 15575-1 traz em seu item “*relação entre normas*” a seguinte correlação:

- 6.6.1 Quando uma Norma Brasileira prescritiva contiver exigências suplementares a esta Norma, elas devem ser integralmente cumpridas.  
 6.6.2 Na ausência de Normas Brasileiras prescritivas para sistemas, podem ser utilizadas Normas Internacionais prescritivas relativas ao tema. (ABNT, 2013f, p.14).

Assim, foram listadas, nos Quadros 1 a 5, as normas publicadas no Brasil e no exterior que estabelecem requisitos e critérios de desempenho dos produtos e serviços inerentes à execução de SVVEs estruturados em LSF com a utilização de acabamentos monolíticos.

**QUADRO 1** – Normas técnicas referentes aos componentes da camada interna

CAMADA INTERNA (PLACA DE GESSO ACARTONADO)	
ABNT NBR 14715-1:2010	Chapas de gesso para <i>drywall</i> . Parte 1: Requisitos
ABNT NBR 15758-1:2009	Sistemas construtivos em chapas de gesso para <i>drywall</i> - Projeto e procedimentos executivos para montagem. Parte 1: Requisitos para sistemas usados como paredes

Fonte: O AUTOR, 2019.

**QUADRO 2** - Normas técnicas referentes aos componentes da camada de estruturação

CAMADA DE ESTRUTURAÇÃO (PERFIS DE AÇO FORMADO A FRIO - LSF)	
ABNT NBR 6355:2012	Perfis estruturais de aço formado a frio - Padronização
ABNT NBR 14762:2010	Dimensionamento de estruturas de aço constituídas por perfis formados a frio
ABNT NBR 15217:2018	Perfilados de aço para sistemas construtivos em chapas de gesso para <i>drywall</i> - Requisitos e métodos de ensaio
ABNT NBR 15253:2014	Perfis de aço formados a frio, com revestimento metálico, para painéis estruturais reticulados em edificações - Requisitos gerais

Fonte: O AUTOR, 2019.

**QUADRO 3** - Normas técnicas referentes aos componentes da camada de isolamento intermediária (continua)

CAMADA DE ISOLAMENTO INTERMEDIÁRIA (TÉRMICO E ACÚSTICO)	
ABNT NBR 10412:2013	Isolantes térmicos de lã de vidro feltros de lamelas - Especificação
ABNT NBR 11356:2016	Isolantes térmicos à base de fibras minerais - Painéis, mantas e feltros: Determinação das dimensões e da massa específica aparente
ABNT NBR 11361:2013	Mantas termoisolantes à base de lã de vidro

Fonte: O AUTOR, 2019.

**QUADRO 3** - Normas técnicas referentes aos componentes da camada de isolamento intermediária (conclusão)

CAMADA DE ISOLAMENTO INTERMEDIÁRIA (TÉRMICO E ACÚSTICO)	
ABNT NBR 11362:2013	Feltros termoisolantes à base de lã de vidro
ABNT NBR 11364:2014	Painéis termoisolantes à base de lã de rocha - Especificação
ABNT NBR 11722:2014	Feltros termoisolantes à base de lã de rocha
ABNT NBR 13047:2014	Mantas termoisolantes à base de lã de rocha

Fonte: O AUTOR, 2019.

**QUADRO 4** - Normas técnicas referentes aos componentes da camada externa (continua)

CAMADA EXTERNA (PLACAS CIMENTÍCIAS)	
ABNT NBR 13321:2008	Membrana acrílica para impermeabilização
ABNT NBR 14810-1:2013	Painéis de partículas de média densidade - Madeira Aglomerada Parte 1: Terminologia
ABNT NBR 14810-2:2013	Painéis de partículas de média densidade - Madeira Aglomerada Parte 2: Requisitos e métodos de ensaio
ABNT NBR 15498:2016	Placa de fibrocimento sem amianto - Requisitos e métodos de ensaio
CAMADA EXTERNA (EIFS)	
ASTM C 578 - 2018 <sup>6</sup>	Standard specification for rigid, cellular polystyrene thermal insulation
ASTM C 1397 - 2013	Standart practice of class PB exterior insulation and finish systems (EIFS) and EIFS with drainage
ASTM E 2098 - 2018	Alkali resistance of reinforcing mesh
ASTM E 2134 - 2018	Tensile adhesion of EIFS
ASTM E 2273 - 2018	Drainage efficiency of EIFS
ASTM E 2430 - 2018	EPS for use with EIFS
ASTM E 2486 - 2018	Impact resistance of EIFS
ABNT NBR 11752:2016	Materiais celulares de poliestireno para isolamento térmico na construção civil e na refrigeração industrial - Especificação
EIMA 99A - 2017 <sup>7</sup>	American national standard for exterior insulation and finish systems (EIFS)

Fonte: O AUTOR, 2019.

<sup>6</sup> *American Society for Testing and Materials* (ASTM), é um órgão estadunidense de normalização, fundado em 1898 (ASTM, 2019).

<sup>7</sup> *EIFS Industry Members Association* (EIMA), fundada em 1981, é uma associação comercial técnica, sem fins lucrativos, composta pelos principais fabricantes, distribuidores e projetistas envolvidos na disseminação do sistema de isolamento e sistemas de acabamento (EIFS) nos Estados Unidos (EIMA, 2019a).

**QUADRO 4** - Normas técnicas referentes aos componentes da camada externa (conclusão)

CAMADA EXTERNA (EIFS)	
EIMA 101.86 - 2017	Standard method test for impact resistance
ISO 17.738-1:2017 <sup>8</sup>	Thermal insulation products - Exterior insulation and finish systems - Part 1: Materials and systems

Fonte: O AUTOR, 2019.

**QUADRO 5** - Normas técnicas referentes aos componentes do SVVE completo estruturado em LFS

SVVE COMPLETO ESTRUTURADO EM LSF	
ABNT NBR 15575-1:2013	Edificações habitacionais — desempenho. Parte 1: requisitos gerais
ABNT NBR 15575-4:2013	Edificações habitacionais — desempenho. Parte 4: requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas — SVVIE
DIRETRIZ SiNAT N. 003: 2016	Sistemas construtivos estruturados em perfis leves de aço zincado, conformados a frio, com fechamentos em chapas delgadas (Sistemas leves tipo “ <i>Light Steel Framing</i> ”)
DIRETRIZ SiNAT N. 009: 2016	Sistema de vedação vertical externa, sem função estrutural, multicamadas, formado por perfis leves de aço zincado e fechamentos em chapas delgadas com revestimento de argamassa (Fachada leve em <i>steel frame</i> )
SiNAT DATec N. 014b: 2018	Sistema construtivo a seco Saint-Gobain – <i>Light Steel Frame</i>
SiNAT DATec N. 030: 2016	Sistema construtivo LP Brasil OSB em <i>Light Steel Frame</i> e fechamento em chapas de OSB revestidas com placa cimentícia

Fonte: O AUTOR, 2019.

Percebe-se, com a análise dos Quadros 1 a 5, que se encontram homologadas no país diversas normas técnicas da ABNT ou diretrizes do SiNAT que padronizam e certificam diversos componentes utilizados em SVVEs estruturados em LSF.

Existe documentação nacional que normatiza a placa de gesso acartonado (camada interna), os perfis de aço galvanizado formado a frio LSF (camada de estruturação), os componentes utilizados como isolantes térmicos e acústicos (camada de isolamento) e o revestimento externo em placa cimentícia (camada externa).

Quanto ao sistema de revestimento externo EIFS (camada externa), foram listadas somente normas internacionais que tratam de sua regulamentação.

<sup>8</sup> *International Organization for Standardization (ISO)*, é uma organização internacional não governamental independente, que conta com a adesão de 161 organismos nacionais de normalização. O representante ISO no Brasil é a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). (ISO, 2019).

Nesse cenário de normatizações existentes, este pesquisador destaca a publicação da norma NBR 15575 (ABNT, 2013f) e da DIRETRIZ SiNAT N. 009 (BRASIL, 2016b).

A norma NBR 15575 - Edificações Habitacionais: Desempenho (ABNT, 2013f) é um marco histórico quanto à regulamentação da construção civil ao propor critérios de desempenho para o ambiente construído. Pela primeira vez uma norma brasileira associa a qualidade de produtos aos resultados que eles conferem ao consumidor no âmbito da construção civil (CAU, 2013).

Até então, usuários eram surpreendidos em situações de mal desempenho de suas habitações, pois não havia padrões claros normatizados no país para qualificar o desempenho dos ambientes residenciais e nenhum amparo jurídico formalizado que se referisse a normas mínimas de desempenho.

Apesar de se tratar de uma norma que visa avaliar o desempenho somente de edificações habitacionais, esse é um primeiro passo dado para padronizar os critérios de desempenho de edificações construídas no Brasil.

O Caderno 4 dessa norma aborda especificamente as condições de desempenho ensaiadas para sistemas de vedações verticais internas e externas (SVVIEs) de edificações habitacionais. Os SVVIEs, além de proporcionar volumetria e compartimentação dos espaços da edificação, integram-se de forma estreita aos demais elementos da construção, recebendo influências e influenciando o desempenho geral do ambiente construído.

Quanto à documentação do SiNAT, é importante entender o organograma funcional das publicações realizadas por esse sistema. As diretrizes SiNAT são os documentos referenciais que contêm as metodologias de testes e os resultados esperados que um determinado produto inovador deve atingir como critério de desempenho (BRASIL, 2016d).

Com a publicação de uma diretriz SiNAT, os fabricantes podem submeter seus sistemas ou produtos inovadores a testes de avaliação técnica em Instituições Técnicas Avaliadoras (ITAs) credenciadas, para homologação de seu produto, por meio do Documento de Avaliação Técnica (DATec) (BONIN, 2015; CARDOSO, 2016).

O DATec é um documento técnico expedido por uma ITA que registra os resultados atingidos após a avaliação técnica de um produto inovador, publicando as condições de execução, de operação e uso e manutenção do sistema avaliado (BRASIL, 2016d).

Um DATec não tem o poder de uma norma técnica ABNT, mas é um instrumento que garante aos fabricantes dos sistemas, ou produtos testados, a possibilidade de comercialização para aplicação em programas habitacionais nacionais com financiamento de bancos públicos (BONIN, 2015).

Portanto, a publicação da DIRETRIZ SiNAT N. 009 (BRASIL, 2016b) é um instrumento importante para a promoção da tecnologia de vedação dos objetos desta pesquisa. Nesse documento são consolidados os testes e os resultados satisfatórios para a avaliação de desempenho e de durabilidade de SVVEs leves, sem função estrutural, compostos por multicamadas estruturadas em LSF, com fechamento em chapas delgadas revestidas por argamassa.

No próximo capítulo, serão apresentados os componentes utilizados para a instalação das multicamadas dos SVVEs pesquisados e seus métodos de instalação.

### 3. SISTEMA DE VEDAÇÃO VERTICAL EXTERNO LEVE

O SVVE é um dos mais importantes no processo construtivo como um todo, pois está diretamente ligado à imagem e ao conforto das edificações (SALES, 2001).

No Brasil, desde o início da colonização, os materiais adotados para a execução de vedações verticais externas foram as alvenarias, pedras e adobes. Todos esses materiais são tradicionais da cultura construtiva portuguesa. Essa herança conferiu às vedações um significativo atraso térmico<sup>9</sup> (RAHAL, 2006).

Para Rahal (2006), na adaptação dessa realidade no Brasil, o atraso térmico foi utilizado com mais eficiência contra as elevadas temperaturas, uma vez que o calor absorvido externamente demorava a penetrar no ambiente interno durante o dia, abrindo espaço a um resfriamento noturno.

O avanço das tecnologias construtivas garantiu às construções a possibilidade de ser executadas em sistemas estruturais portantes de concreto e aço. Esse processo dispensou das paredes a necessidade de contribuir com a distribuição de cargas, permitindo que os SVVEs pudessem se tornar mais leves.

Com essa evolução construtiva, as paredes passaram a ser empregadas apenas como vedações verticais das edificações, com o objetivo de assegurar a estanqueidade e o isolamento térmico e acústico.

Diante da implantação desse modelo construtivo, uma das alternativas que pôde ser empregada como vedação vertical externa foram os painéis em LSF. Cardoso (2016) afirma que a tecnologia das fachadas em chapas delgadas estruturadas em LSF teve seu desenvolvimento em grande parte alavancado pelo progresso das vedações verticais internas em placas de gesso acartonado. O LSF foi inicialmente disseminado em países habituados com a racionalização da construção, mas sua origem se deu nos Estados Unidos, por meio da adaptação de um sistema semelhante estruturado em perfis de madeira (*Wood Framing*).

---

<sup>9</sup> Atraso térmico das paredes consiste em manter o ambiente interno aquecido por meio da irradiação do calor armazenado durante o dia e pela capacidade de isolar ou evitar a perda do calor proporcionado pelo fogão a lenha das residências. Técnica interessante para ocorrência em épocas mais frias ou para garantir melhores condições de temperatura nos períodos noturnos. (RAHAL, 2006).

A partir da metade do século XX, as siderúrgicas americanas começaram a disponibilizar no mercado aços com menores espessuras e maior resistência à corrosão. Esse fato possibilitou o início da substituição das estruturas de madeira por perfis de aço (JARDIM; CAMPOS, 2019).

No Brasil, o emprego dos SVVEs em LSF para edifícios com estrutura principal portante ainda é raro e o sistema de vedação em alvenaria continua sendo o mais utilizado, possivelmente devido às limitações tecnológicas ou aos custos elevados que envolvem a utilização de um sistema construtivo industrializado (SANTIAGO, 2008).

O sistema convencional de vedação externa em alvenaria, no entanto, incorpora inúmeros riscos para o surgimento de problemas patológicos e econômicos. Esses problemas têm levado as fachadas a se transformar em um fator de desgaste da imagem institucional das empresas do setor, o que vem levando os construtores a buscar alternativas que minimizem a ocorrência dessas patologias (SIQUEIRA JUNIOR, 2003).

Por esses motivos, Silva e Silva (2004) consideram que o subsistema de vedação vertical passou a ser visto pelos construtores como um gargalo tecnológico da construção de edifícios, alertando para a importância da introdução de novos materiais e componentes. Mesmo assim, Anauate (2014, apud CARDOSO, 2016) informa que o emprego de sistemas construtivos considerados inovadores ainda se mostra pequeno no cenário nacional, com o SVVE em LSF sendo utilizado em apenas 0,15% das unidades habitacionais construídas<sup>10</sup>.

Santiago, Freitas e Crasto (2012) afirmam que, no Brasil, existe a disponibilidade de mercado para fornecimento de todos os insumos necessários para a execução de SVVEs estruturados em LSF. No entanto, Campos (2010) complementa a informação esclarecendo que, ao contrário dos materiais convencionais, os insumos para a execução do sistema ainda não estão disponíveis em todas as regiões ou cidades do país. Esse autor destaca também a dificuldade de se encontrar mão de obra especializada, sendo essas as principais barreiras para que o emprego do sistema seja amplamente difundido.

---

<sup>10</sup> Dados do arquiteto Milton Anauate, consultor da presidência da Caixa Econômica Federal, apresentados em reunião do grupo de trabalho Construção Industrializada no âmbito do Programa Compete Brasil da FIESP, em 19 de agosto de 2014.



Diferentemente do processo manufatureiro de execução da tradicional vedação externa em alvenaria, a produção industrializada dos SVVEs estruturados em LSF minimiza atividades com mão de obra, pois são baseados na montagem e no acoplamento a seco de componentes. Isso representa maior potencial de ganhos de produtividade e de redução do impacto ambiental na construção civil (SANTIAGO, 2008). Segundo esse mesmo autor, a disseminação da tecnologia construtiva em LSF pode ser um caminho para a mudança da realidade da construção brasileira.

Entretanto, Castro (2005) ressalta que a adoção de um sistema construtivo industrializado:

[...] não se trata pura e simplesmente de uma substituição de materiais e sim de processos construtivos completamente distintos, com impactos diretos nas interfaces com sistemas complementares, bem como de diferenças significativas no cronograma de desembolso financeiro (CASTRO, 2005, p. 3).

A implementação de inovações tecnológicas na construção civil exige que as empresas do ramo, desde as voltadas para o desenvolvimento de projetos até as ligadas ao planejamento e execução das obras, excluam a improvisação de suas culturas construtivas. Métodos improvisados não são compatíveis com a implementação de procedimentos de monitoramento e controle, já que o objetivo desses é estabelecer um maior nível de confiança no processo e no produto final entregue ao usuário (CARDOSO, 2016).

A utilização de tecnologias inovadoras importadas traz à tona a questão da tropicalização da tecnologia. Segundo Freitas e Crasto (2006), é necessário adaptar as técnicas construtivas importadas à situação local, como ao clima, aos costumes e à cultura construtiva. Essas adaptações são importantes para o estabelecimento de tecnologias inovadoras no Brasil.

No caso do LSF, inicialmente a importação da tecnologia acabou por implicar a introdução do padrão estético dos Estados Unidos. Castro (2005) acredita que, à medida que o sistema se torne uma alternativa viável e a indústria ofereça mais opções de acabamentos, essa tendência de americanização da arquitetura deixe de acontecer.

Apesar de os SVVEs leves ter evoluído ao longo das últimas décadas, inclusive com a incorporação de materiais de acabamento inovadores caracterizados por sua instalação em módulos de placas independentes, que assumem as juntas de dilatação como elementos aparentes nas fachadas das edificações (Figura 2), a arquitetura brasileira continua a priorizar a cultura construtiva de execução de vedação vertical em concreto ou alvenaria com acabamentos monolíticos.

**FIGURA 2** – Fachada com demarcação de juntas entre placas



Fonte: ARCOWEB, 2019.

A utilização da alvenaria, um sistema de vedação pesado, talvez se explique devido à facilidade de aquisição dos materiais empregados e pela pouca precisão e qualificação que se exige da mão de obra para a sua execução.

Aliado a esse pensamento, e considerando que a alvenaria é um SVVE que apresenta aparência monolítica, existe a possibilidade, por fatores culturais, que construções que empregarem SVVE leves com a instalação de acabamento monolítico, possam ser mais bem aceitas no mercado nacional devido à mesma aparência estética.

Nas Figuras 3 e 4 mostram-se a aparência monolítica do sistema de SVVE do edifício do Colégio Creación, em Araucana, Chile, no qual foi aplicado o sistema estruturado em LSF com a utilização de placas cimentícias e do edifício da Universidad Técnica Nacional INACAP, em Santiago, Chile, no qual foi utilizado o mesmo sistema LSF com acabamento externo em EIFS.

**FIGURA 3** - Colégio Creación, Chile

Fonte: BOTANA, 2018.

**FIGURA 4** - Universidad Técnica Nacional INACAP, Chile

Fonte: CYLEX, 2018.

Dados publicados pelo Guia da Construção (PINI, 2013a; 2013b) revelam que as vedações externas representam de 9 a 13% do custo total de uma edificação, variando entre 4 e 15% para os empreendimentos com vedações e revestimento não convencionais<sup>11</sup>. Campos (2010), em sua pesquisa, apresentou resultados positivos quanto à análise pós-ocupação de edificações estruturadas em aço, focando em edificações em LSF. Essas informações traduzem um cenário favorável à aceitação dessa tecnologia de fechamento no mercado nacional.

---

<sup>11</sup> Dados retirados da revista Guia da Construção da editora PINI, números 144 e 146, de julho e setembro de 2013.

Dessa forma, SVVEs estruturados em LSF com a utilização de placa de gesso acartonado como acabamento interno, associado à instalação de placa cimentícia revestida de argamassa ou do sistema multicamadas EIFS utilizados como acabamento externo, poderão ser alternativas para o mercado da construção civil nacional, desde que sejam apresentadas como opções viáveis tecnicamente.

Neste capítulo são retratados algumas definições e parâmetros que devem ser aplicados para as instalações dos objetos pesquisados. Esse procedimento se faz necessário uma vez que, no Brasil e no exterior, existem diversos fornecedores de componentes que integram a montagem dos SVVEs estruturados em LSF com a utilização de fechamentos com acabamentos monolíticos e cada fornecedor apresenta, em seu manual de instruções, modos particulares de instalação e manutenção dos seus produtos.

### **3.1 Camada de estruturação: perfis de aço galvanizado leve conformados a frio**

Segundo Medeiros (2014), existem três tipologias de soluções construtivas para a vedação e o revestimento de fachadas de edifícios: alvenaria de vedação e revestimento aderido com substrato de argamassa (sistema tradicional), alvenaria ou divisória leve de vedação com instalação de revestimento tipo cortina ou ventilado, e a fachada cortina executada por meio de estruturas em LSF com placas cimentícias, pele de vidro ou módulos de vidro unitizados.

A maioria das soluções de vedações externas de fachada pode ser utilizada em edifícios concebidos em estrutura principal portante. Nessa condição, deve ser considerada para o dimensionamento da vedação externa a capacidade da estrutura do sistema e de seus acabamentos em acomodar as deflexões, expansões, contrações térmicas, deslocamentos relativos entre os pavimentos e as oscilações dos edifícios causados pelo vento e cargas sísmicas (MEDEIROS *et al.*, 2014).

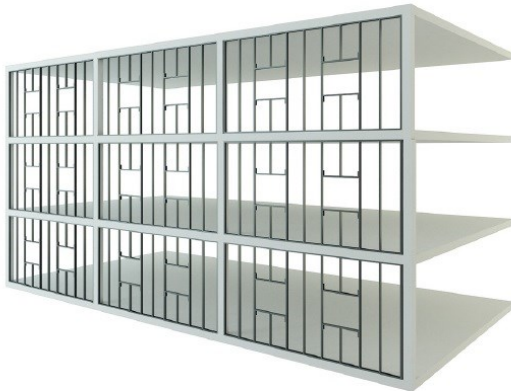
Encaixam-se como tipologias estudadas nesta pesquisa as soluções de execução de SVVEs leves<sup>12</sup> estruturados em LSF embutido entre os pórticos

---

<sup>12</sup> A norma NBR 15575-4 (ABNT, 2013h) classifica as vedações segundo a sua densidade superficial. Considera um sistema de vedação vertical leve, sem função estrutural, com vedações cujas densidades sejam menores ou iguais a 60 kg/m<sup>2</sup>.

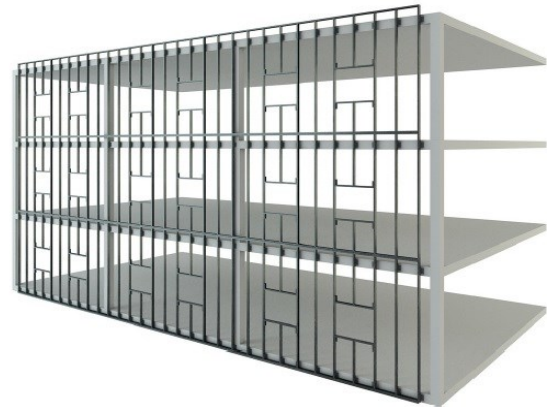
(Figura 5), e a tipologia de painéis cortina com a instalação de todo o sistema de vedação externamente ao plano da estrutura da edificação (Figura 6).

**FIGURA 5** - Painéis LSF embutidos



Fonte: SANTIAGO, 2008.

**FIGURA 6** - Painéis LSF contínuos tipo cortina



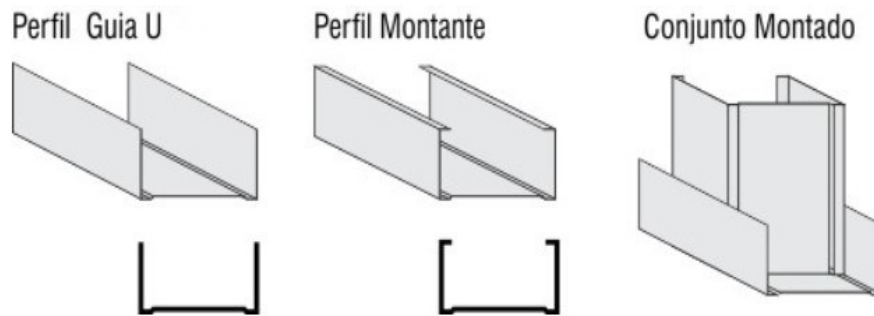
Fonte: SANTIAGO, 2008.

A estruturação do SVVE sem função estrutural é composta por um sistema de junção de perfis de aço galvanizado formado a frio instalados na horizontal (guias) e na vertical (montantes). Segundo Santiago (2008), devem ser consideradas como especificações mínimas a resistência ao escoamento de 230 MPa e a espessura igual ou superior a 0,80 mm para os perfis de aço utilizados em SVVE de LSF. Por esse motivo, não devem ser empregados nesses sistemas os mesmos perfis de espessura 0,50 mm convencionalmente instalados em divisórias internas *drywall*.

As guias são formadas em perfil “U” e devem ser dimensionadas para resistir aos esforços concentrados impostos pela ligação com os montantes, além dos esforços de cisalhamento e puncionamento que ocorrem quando elas estão ligadas à estrutura principal (SANTIAGO, 2008). Na tipologia de painéis LSF embutidos, são esses perfis que deverão ser interligados à estrutura principal da edificação.

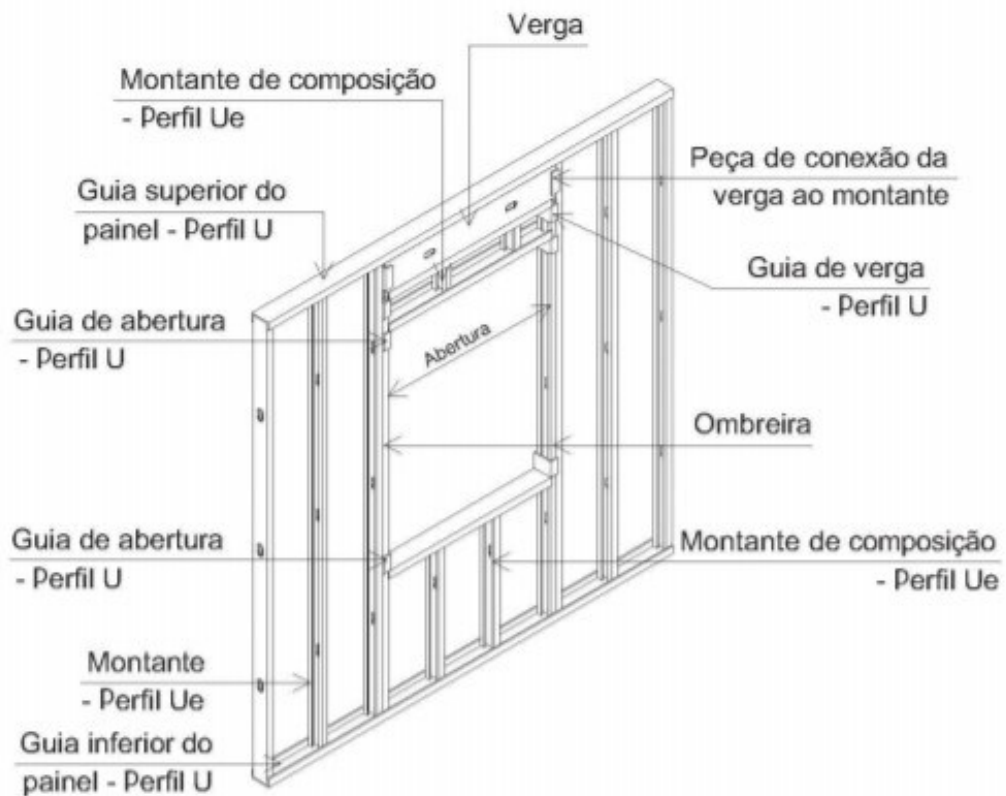
Os montantes são formados por perfis “U<sub>e</sub>” e devem ser dimensionados para resistir às cargas laterais e ao peso próprio do SVVE (SANTIAGO, 2008), conforme ilustrado nas Figuras 7 e 8. Na tipologia de painéis LSF contínuos, são esses perfis que deverão ser ligados à estrutura principal da edificação.

**FIGURA 7** - Modelos de perfis utilizados em sistemas estruturados LSF



Fonte: DECORLIT, 2018.

**FIGURA 8** - Desenho esquemático de painel LSF não estrutural



Fonte: SAINT-GOBAIN, 2016.

No Quadro 6, são descritas as dimensões nominais dos diferentes perfis comercializados no Brasil.

**QUADRO 6** - Dimensões nominais usuais dos perfis de aço para LSF

PERFIS LSF				
Dimensões (mm)	Designação	Largura da alma bw (mm)	Largura da mesa bf (mm)	Largura do enrijecedor de borda d (mm)
U <sub>e</sub> 90x40	Montante	90	40	12
U <sub>e</sub> 140x40	Montante	140	40	12
U <sub>e</sub> 200x40	Montante	200	40	12
U <sub>e</sub> 250x40	Montante	250	40	12
U <sub>e</sub> 300x40	Montante	300	40	12
U 90x40	Guia	92	38	-
U 140x40	Guia	142	38	-
U 200x40	Guia	202	38	-
U 250x40	Guia	252	38	-
U 300x40	Guia	302	38	-
L 150x40	Cantoneiras de abas desiguais	150	40	-
L 200x40	Cantoneiras de abas desiguais	200	40	-
L 250x40	Cantoneiras de abas desiguais	250	40	-
Cr 20x30	Cartola	30	20	12

Fonte: ABNT, 2014d.

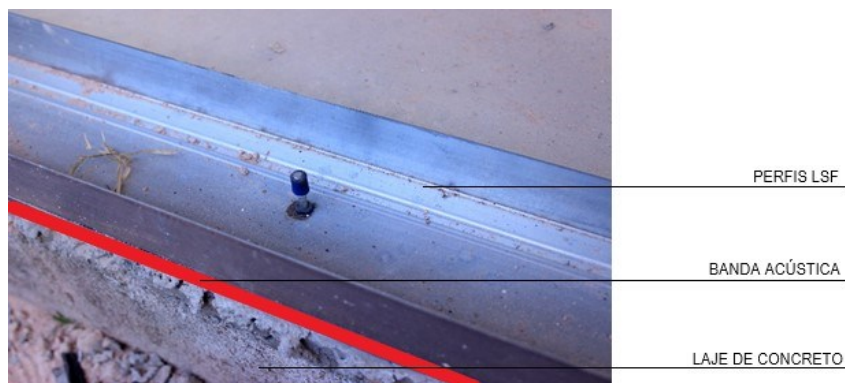
A montagem do SVVE em LSF pode ocorrer em fábrica por meio da pré-montagem dos painéis com o içamento e a fixação direta ou pelo método de montagem *Stick*, com a execução do processo de corte e ligação dos elementos, ambos no canteiro de obras. No entanto, baseado em experiências de fabricantes e montadores, pode-se considerar consenso de que é prudente que todo o projeto de montagem de painéis garanta uma movimentação vertical independente do seu plano em relação à estrutura principal do edifício (SCHAFER *et al*, 2003 *apud* SANTIAGO, 2008).

Os perfis de guias e montantes devem ser ligados entre si por meio de parafusos auto-atarraxantes dimensionados mediante projeto estrutural. A norma NBR 14762 (ABNT, 2010c) recomenda, para fixação dos perfis LSF em SVVE, a utilização de parafusos de aço de baixo teor de carbono, com qualificação estrutural comum, que atendam a especificação.

A norma NBR 15253 (ABNT, 2014d) e as normas norte-americanas não estabelecem espaçamentos padrões entre os perfis montantes, pois devem ser dimensionados de acordo com normas de cálculo estrutural, como a brasileira NBR 14762 (ABNT, 2010c). No entanto, Cardoso (2016) afirma que são empregados usualmente espaçamentos entre 200, 400 ou 600 mm, devido à modulação das placas de revestimento encontradas no mercado (1200 mm x 2400 mm).

Para que o SVVE atenda a critérios de desempenho acústico estabelecidos na norma NBR 15575-4 (ABNT, 2013h), recomenda-se a aplicação de fita de espuma de polietileno autoadesiva, também conhecida como banda acústica, entre as interfaces dos montantes e guias das bordas dos painéis LSF com a superfície dos pórticos estruturais (concreto ou aço), conforme a Figura 9. Essa fita ajusta o posicionamento dos perfis quando existir irregularidades entre as superfícies de contato e ainda absorvem ruídos e vibrações evitando a formação de pontes acústicas (MEDEIROS *et al*, 2014).

**FIGURA 9** - Banda acústica



Fonte: O AUTOR, 2019.

A forma de fixação mais comum dos painéis estruturados em perfis LSF nos pórticos da estrutura principal das edificações é por meio de pinos acionados a pólvora. Medeiros *et al* (2014) afirmam que esses pinos devem ser confeccionados em aço inoxidável por ser resistentes à corrosão.

De acordo com a pesquisa intitulada “*Cenário dos Fabricantes de Perfis Galvanizados para LSF e Drywall - 2019*”, de iniciativa do CBCA<sup>13</sup>, a maioria das

<sup>13</sup> Desde 2014, o Centro Brasileiro da Construção em Aço (CBCA) realiza pesquisas com fabricantes de perfis galvanizados para Light Steel Framing (LSF) e para *Drywall*, objetivando traçar um panorama do segmento e acompanhar a sua evolução. O período de coleta de dados da publicação de 2019 foi realizada entre 24 de abril e 30 de maio deste mesmo ano (CBCA, 2019).



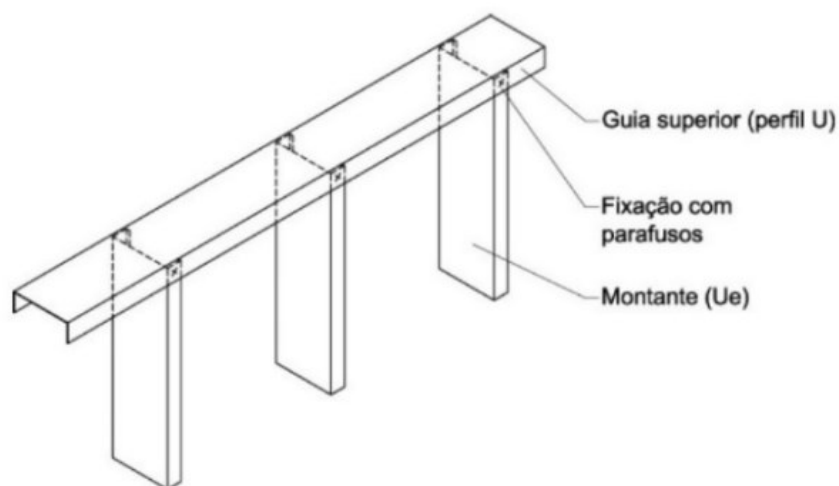
empresas fabricantes está concentrada no Sul e no Sudeste do país e se dedica somente à produção dos perfis galvanizados. Essas empresas produziram, em 2018, 60,2 mil toneladas de perfis galvanizados, sendo 76% destinados à produção de perfis para *drywall*. Entretanto, essa pesquisa mostrou que os fabricantes utilizaram cerca de 30% da sua capacidade de produção para atender a demanda desse ano devido ao pouco investimento na construção no país.

### 3.1.1 Painéis embutidos

Segundo Santiago (2008), quando a instalação de painéis embutidos ocorre na projeção dos pórticos estruturais das edificações, os esforços do SVVE são descarregados diretamente na estrutura imediatamente abaixo dos painéis, sobre vigas ou lajes.

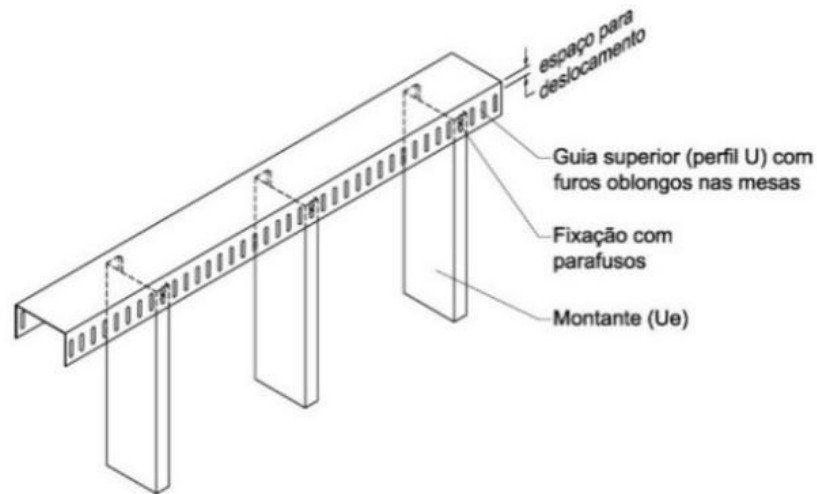
Quando executados dessa maneira, o SVVE não oferece limitação de sua instalação ao porte do edifício nem demanda utilização de sistemas auxiliares de sustentação para transmissão de sua carga à estrutura da edificação (SANTIAGO; FREITAS; CRASTO, 2012). Esses painéis podem ser concebidos com ligações rígidas (Figura 10) ou de forma que permita o livre deslocamento entre seus elementos estruturais e a estrutura principal da edificação (Figura 11).

**FIGURA 10** - Exemplo de ligação rígida entre os perfis LSF



Fonte: Adaptado de SCHAFER *et al*, 2003, por SANTIAGO, 2008.

**FIGURA 11** - Exemplo de ligação não rígida entre os perfis LSF



Fonte: Adaptado de SCHAFFER *et al*, 2003, por SANTIAGO, 2008.

No entanto, o objeto de estudo desta pesquisa são os painéis embutidos nos quais a camada externa de acabamento é instalada de forma contínua, ou seja, as placas que fazem o acabamento externo do sistema de vedação não são interrompidas por elementos horizontais ou verticais da estrutura principal da edificação.

Para isso, é importante que a estrutura dos painéis LSF seja instalada deslocada para fora do plano do edifício em  $1/3$  da largura das guias e montantes (Figura 12), permitindo, assim, a continuidade do acabamento externo (KINGSPAN, 2014; CARDOSO, 2016).

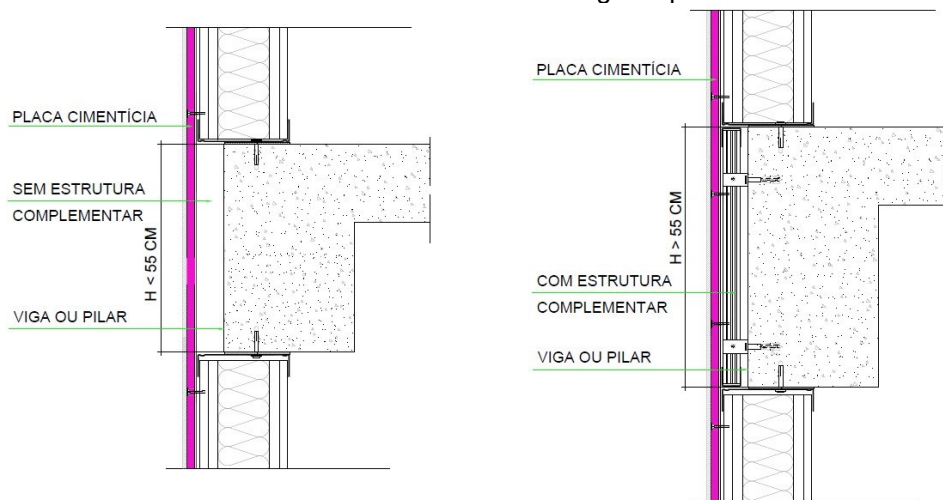
**FIGURA 12** - Instalação de painéis embutidos para acabamento externo contínuo



Fonte: KINGSPAN, 2014.

A Knauf (2018a) detalha a necessidade de se observar o vão a ser vencido por suas placas cimentícias em seus manuais de instalação de painéis embutidos estruturados em LSF para acabamento externo contínuo. Caso os pilares ou vigas a ser recobertos tenham respectivamente largura ou altura superior a 550 mm, é necessária a instalação de estruturas complementares para apoio do revestimento, conforme mostrado na Figura 13.

**FIGURA 13** - Detalhe da instalação de painéis embutidos para acabamento externo contínuo com recobrimento de estruturas de vigas e pilares



Fonte: Adaptado de KNAUF, 2018a.

### 3.1.2 Painéis contínuos

Os SVVEs estruturados em LSF executados como painéis contínuos externos (Figura 14) apresentam-se como a “pele de revestimento” para o edifício, pois sua instalação independe da demarcação dos quadros da estrutura portante da edificação (SANTIAGO; FREITAS; CRASTO, 2012).

**FIGURA 14** - Execução de painéis contínuos estruturados em LSF

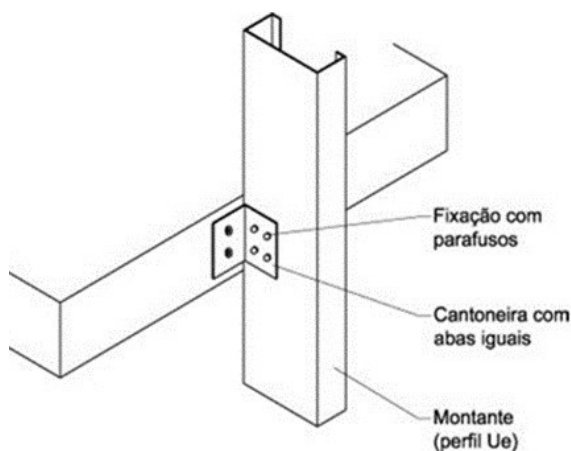


Fonte: WAY, 2014.

Segundo LGSEA (2004), essa tipologia de painel pode ser executada em edifícios de até três pavimentos ou com 12 m de altura, por meio da utilização de montantes contínuos. Para edificações de maior porte, ele sugere executar os painéis de vedação segmentados em partes a cada dois pavimentos, devido à maior facilidade de transporte e montagem.

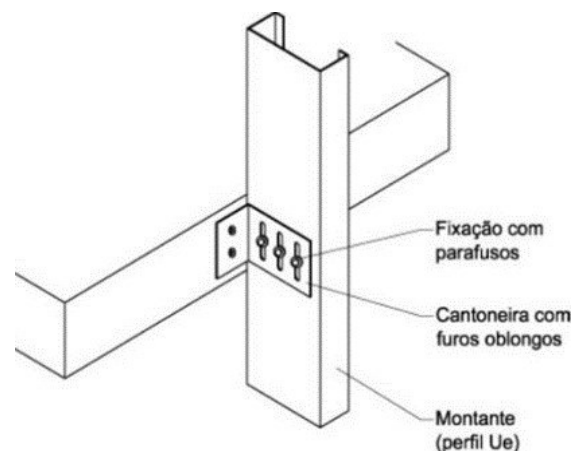
As ligações verticais entre os perfis dos painéis contínuos e a estrutura principal da edificação deve se dar por meio de ligações rígidas e não rígidas, mediante o uso de cantoneiras fixadas aos montantes dos painéis LSF à estrutura da edificação (Figuras 15 e 16). No caso de a fixação ocorrer diretamente na estrutura metálica da edificação, ela deverá ser feita por meio de fixação de cantoneira sobre a alma do perfil. No caso da conexão em estrutura de concreto, a ligação deve ser por meio de fixação de cantoneira na face lateral das lajes (SANTIAGO, 2008).

**FIGURA 15** - Ligação rígida entre montante LSF e estrutura principal de concreto da edificação



Fonte: Adaptado de DIETRICH, 2007, por SANTIAGO, 2008.

**FIGURA 16** - Ligação não rígida entre montante LSF e estrutura principal de concreto da edificação

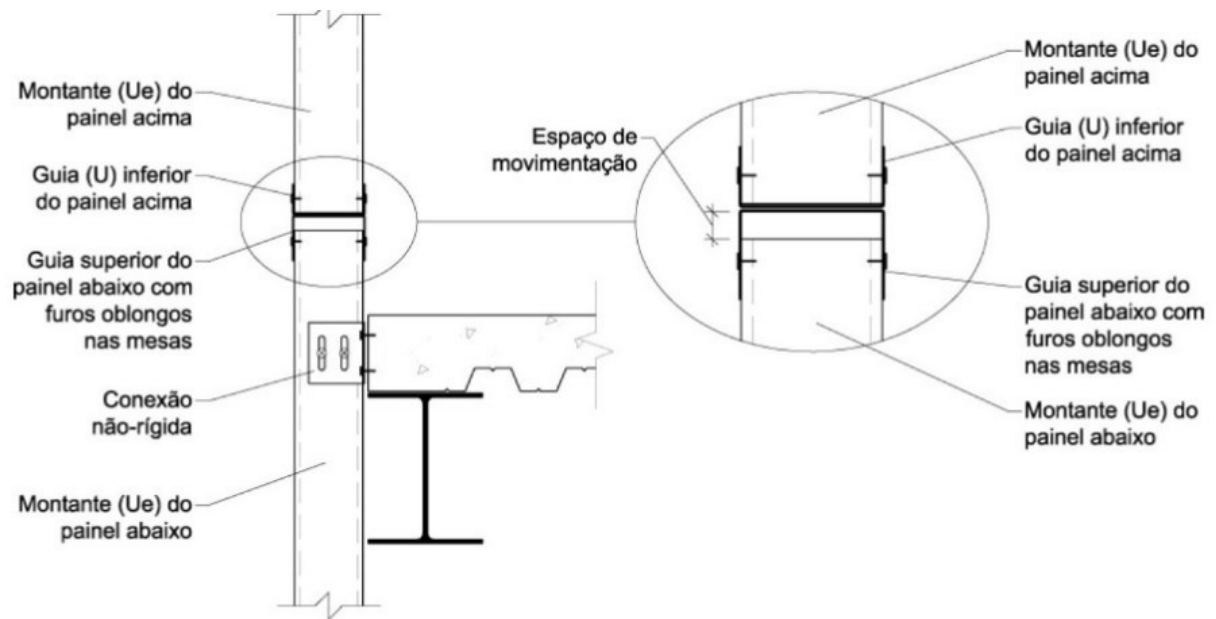


Fonte: Adaptado de LGSEA, 2004, por SANTIAGO, 2008.

No entanto, tanto Mitidieri Filho (1997) quanto Silva e Silva (2004) acreditam que, mesmo em edifícios com estruturas metálicas, os painéis devem preferencialmente ser fixados na laje de concreto. Para eles, quando fixados diretamente na estrutura metálica, corre-se o risco de que sejam impostas, às vedações, solicitações decorrentes das deformações da estrutura principal, podendo comprometer o desempenho global do subsistema.

As ligações horizontais entre as guias dos painéis que forem segmentados devem ser rígidas para não permitir o deslocamento horizontal ou vertical entre eles. No entanto, é importante garantir a liberdade do deslocamento vertical dos montantes interligados por essas guias. Portanto, a ligação entre os elementos nos módulos segmentados constituintes do painel deve ser não rígida, conforme mostrado na Figura 17 (SANTIAGO, 2008).

**FIGURA 17** - Detalhe de ligação não rígida entre montantes e guias LSF



Fonte: Adaptado de LGSEA, 2004, por SANTIAGO, 2008.

Segundo Cardoso (2016), o método de instalação de painéis contínuos ou cortina possibilita a execução do alinhamento vertical das fachadas independentemente da estrutura existente, pois ajustes na instalação dos painéis corrigem as possíveis diferenças de prumo da estrutura principal. Essa tipologia de painéis é também utilizada como sistema de revestimento *retrofit*<sup>14</sup> em fachadas já existentes.

### 3.2 Camada externa de acabamento: placas cimentícias

De acordo com a norma NBR 15498 (ABNT, 2016c), placa de fibrocimento é o produto resultante da mistura de cimento Portland, agregados, adições ou aditivos com reforço de fibras, fios, filamentos ou telas, com exceção de fibras de amianto.

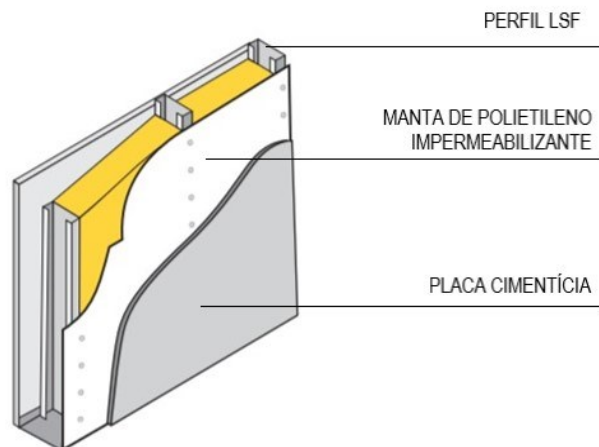
<sup>14</sup> A NBR 15575-1 considera *retrofit* a remodelação ou atualização de um edifício ou de sistemas isolados que o incorporam utilizando novas tecnologias e conceitos. (ABNT, 2013f).

Cardoso (2016) afirma que a maior parte das edificações construídas com SVVE estruturados em LSF no Brasil utiliza a placa cimentícia com tratamento de juntas como camada externa de acabamento. Bortolotto (2015) complementa afirmando que placas cimentícias possuem grande compatibilidade com o sistema LSF, pois são leves, pouco espessas, resistentes à umidade, a impactos e ao fogo, possuindo também baixa condutividade térmica e elevada durabilidade, o que permite a instalação de diversos acabamentos sobre elas.

As placas cimentícias possuem constituição permeável ao vapor e impermeável à água. De acordo com a DIRETRIZ SiNAT N. 009 (BRASIL, 2016b), são aceitas no mercado nacional placas que possuem absorção de água igual ou inferior a 25%. Medeiros *et al.* (2014) afirmam que a incorporação de produtos impermeabilizantes na matriz cimentícia atua para reduzir a absorção de água das placas, contribuindo para a redução da variação dimensional do elemento e, conseqüentemente, para a redução da possibilidade da incidência de trincas patológicas.

Segundo Medeiros *et al.* (2014), a formação de trincas superficiais é o maior e mais frequente problema observado nos sistemas LSF que adotam placas cimentícias como camada de revestimento externo. Mesmo com o tratamento impermeabilizante adicionado, recomenda-se a utilização de manta de polietileno instalada na interface entre os perfis metálicos LSF e as placas, conforme a Figura 18, para garantir a estanqueidade do sistema de vedação (SANTIAGO, 2008).

**FIGURA 18** - Impermeabilização do SVVE em placas cimentícias



Fonte: Adaptado de SAINT-GOBAIN, 2016.

No geral, os fornecedores disponibilizam suas placas com o acabamento de uma das faces lisa (destinado a receber o acabamento final) e o acabamento da outra face irregular decorrente do processo de produção. Porém, também são encontrados fornecedores que produzem essas placas com o revestimento aderido com texturas e coloração.

Para a sua produção, a maioria das indústrias utilizam o processo *Hatschek*<sup>15</sup> para fabricar placas com largura de 1200 mm e comprimentos variáveis de 2000, 2400 e 3000 mm, com espessuras que também variam de 6, 8, 10 e 12 mm, cada qual com sua designação de aplicação especificada pelo seu fornecedor, conforme se observa no Quadro 7.

**QUADRO 7** - Especificações do produto da Brasilit

PLACA CIMENTÍCIA				
Espessura	Comprimento	Largura	Peso por m <sup>2</sup>	Aplicação
6 mm	2000 mm	1200 mm	10,2 kg	Divisórias leves, forro e dutos de ar condicionado
	2400 mm	1200 mm	10,2 kg	
	3000 mm	1200 mm	10,2 kg	
8 mm	2000 mm	1200 mm	13,6 kg	Paredes internas em áreas secas e úmidas, revestimentos de paredes comuns ou em subsolos
	2400 mm	1200 mm	13,6 kg	
	3000 mm	1200 mm	13,6 kg	
10 mm	2000 mm	1200 mm	17,0 kg	Áreas secas e úmidas, internas e externas. Ideais no fechamento externo em Sistemas Steel ou Wood Frame e isolamentos termoacústicos
	2400 mm	1200 mm	17,0 kg	
	3000 mm	1200 mm	17,0 kg	
12 mm	2400 mm	1200 mm	20,4 kg	Uso interno na compatibilização com o Drywall ou em fechamentos internos ou externos que necessitam de maior espessura por questões estéticas ou físicas
	3000 mm	1200 mm	20,4 kg	

Fonte: Adaptado de SAINT-GOBAIN, 2016.

Hofmann (2015) indica que sejam disponibilizados módulos estruturais com espaçamento entre montantes de 40 a 60 cm para a instalação de placas

<sup>15</sup> Processo de fabricação desenvolvido por *Ludwig Hatschek* no final do século 19, baseado na indústria do papel, por meio do princípio básico de filtragem de uma suspensão diluída de cimento e fibras por uma peneira rotativa. Essas finas camadas obtidas são transferidas e acumuladas por uma prensa cilíndrica e produzidas na espessura desejada (IKAI *et al*, 2010).

cimentícias. No entanto, Nakamura (2012) argumenta que a modulação estrutural ideal para placas cimentícias deve ser somente com espaçamento de 40 cm, pois essa modulação evita a movimentação da placa e por isso contribui para a redução da probabilidade de surgimento de trincas.

A norma NBR 15498 (ABNT, 2016c) classifica as placas cimentícias em classe A ou B. O produto classe A é indicado para aplicações externas sujeitas à ação direta do sol, chuva, calor e umidade. A classe B é indicada para aplicações internas e externas não sujeitas às condições impostas para as de classe A. No geral, os fornecedores recomendam, para utilização de fechamentos externos, placas com no mínimo 10 mm de espessura.

No mercado nacional são fornecidas placas cimentícias com acabamento de bordas quadradas e rebaixasadas (Figura 19). Hofmann (2015) afirma que, para a execução de SVVEs com acabamentos monolíticos, as placas com bordas rebaixasadas proporcionam melhor nivelamento entre a superfície acabada das placas. Assim, a marcação visual da projeção das juntas, questão estética observada em inúmeras construções que utilizam o acabamento monolítico sobre placas, pode ser evitada.

**FIGURA 19** - Detalhe dos acabamentos de borda disponíveis para placas cimentícias



Fonte HOFMANN, 2015.

Como a placa cimentícia é um produto já normatizado no país e consolidado no mercado de construção a seco, existem diversos fornecedores nacionais e internacionais que comercializam seus produtos no Brasil. Grande parte dos fornecedores possui em seu portfólio os complementos de acabamentos para as placas cimentícias, desde o parafuso de fixação até a massa de acabamento das juntas que cada um considera adequado para instalar o seu produto. Como a normatização ABNT padroniza somente as características técnicas mínimas que cada produto deve possuir, buscou-se analisar um fornecedor que possuísse testes publicados de seu sistema completo instalado.



A fornecedora SAINT-GOBAIN possui vigente, até janeiro de 2020, o DATec N. 014b (BRASIL, 2018). Esse documento de avaliação técnica apresenta os resultados obtidos após ensaio, à luz da norma NBR 15575-4 (ABNT, 2013h), de um SVVE que utilizou elementos de fechamentos dessa fornecedora. Portanto, são descritas nesta pesquisa as condições técnicas de instalação da SAINT-GOBAIN (2016).

A vedação analisada pelo DATec trata de um SVVE estruturado em LSF com a aplicação de camada externa em placas cimentícias (classe A dotada de rebaxos laterais nas bordas).

Como a avaliação técnica considerou o emprego do sistema construtivo em casas térreas isoladas ou geminadas, com instalação de beiral de 60 cm, o fornecedor não instalou, na interface entre os perfis LSF e a placa cimentícia, a manta de polietileno impermeabilizante nesse teste. Entretanto, o próprio fornecedor informa, em seu catálogo técnico, a necessidade do uso dessa membrana como componente de impermeabilização para garantia da estanqueidade de seu sistema.

A membrana recomendada a ser instalada em SVVE estruturado em LFS para impermeabilização de camada externa em placas cimentícias é um material não tecido microporoso flexível, confeccionado com fibras de polietileno de alta resistência, que garante ao sistema de vedação a estanqueidade à água e a exaustão do vapor d'água.

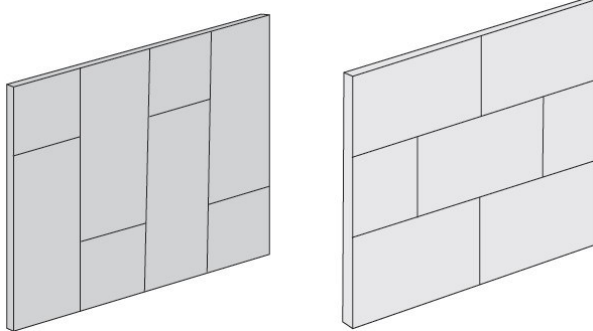
A camada impermeabilizante deve ser instalada sobre os perfis LSF por meio de parafusos ponta broca espaçados no máximo 600 mm. Para tanto, deve-se iniciar sua instalação a partir do piso, pois as sobreposições de no mínimo 150 mm garantem a estanqueidade do sistema. Para vedar as sobreposições e garantir a barreira contra entrada de ventos, utiliza-se a instalação de fita autoadesiva disponibilizada pelo próprio fornecedor.

Após a instalação da camada de impermeabilização, a fixação das placas aos perfis estruturais em LSF pode ocorrer tanto no sentido vertical quanto no horizontal (Figura 20). Para isso, devem ser utilizados, para a fixação das bordas laterais e a região central das placas, parafusos com tratamento zincado de cabeça chata dentada, ponta broca com asas (ST 4.2 mm x 32 mm), espaçados no máximo de 300 mm.

No entanto, deve ser garantida a utilização de juntas de dilatação entre 3 e 6 mm para o caso de acabamento monolítico. A área exposta das cabeças dos parafusos que for fixada fora da área rebaixada das placas deverá ser tratada com massa para junta em duas demãos.

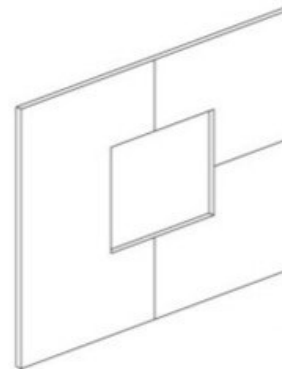
Como o acabamento prevê o uso de juntas invisíveis, as placas devem ser aplicadas por meio de amarração, garantindo o apoio de todas as bordas. Na região das aberturas de portas e janelas, onde as tensões submetidas são maiores, os recortes devem ser intercalados para evitar o aparecimento de trincas (Figura 21).

**FIGURA 20** - Detalhes de amarração das placas cimentícias durante a instalação



Fonte: SAINT-GOBAIN, 2016.

**FIGURA 21** - Detalhe de amarração das placas cimentícias em vãos de portas e janelas

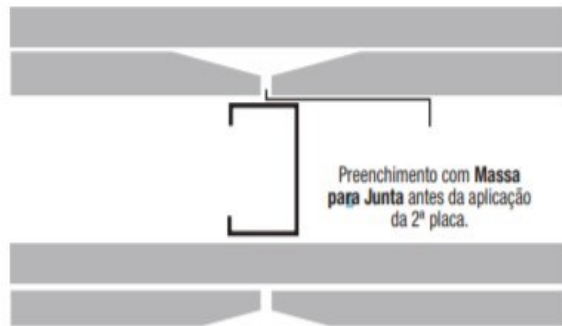


Fonte: Adaptado de HOFMANN, 2015.

Devido a características de desempenho especiais que alguns projetos podem almejar, pode ser uma solução para ganhos de desempenho térmico e acústico a instalação de duas camadas externas de placas cimentícias. Nesse caso, a recomendação especial do fornecedor é para que a segunda camada de placas seja instalada com juntas defasadas da primeira camada (Figura 22).

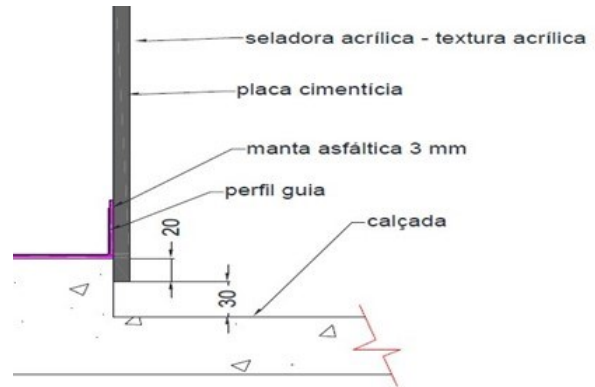
Também é recomendado pelo fornecedor que a base estrutural LSF seja instalada no mínimo 50 mm acima do nível do piso externo acabado da edificação. Esse procedimento faz-se necessário para ser possível evitar a absorção de água por capilaridade ao se realizar o recobrimento de no mínimo 20 mm dessa base e garantir o afastamento de 30 mm da superfície do piso externo (Figura 23).

**FIGURA 22** - Detalhe para instalação de duas camadas de placas cimentícias



Fonte: SAINT-GOBAIN, 2016.

**FIGURA 23** - Detalhe de instalação de placas cimentícias próximas aos pisos externos



Fonte: BRASIL, 2016c.

Devido à tipologia de amarração que as placas cimentícias devem tomar para a garantia do acabamento monolítico sem a ocorrência de fissuras que comprometem a estética e o desempenho do SVVE, as juntas entre essas placas são classificadas como juntas dissimuladas não aparentes. São comercializados pela BRASILIT – SAINT-GOBAIN todos os materiais necessários para o tratamento dessas juntas (Figura 24).

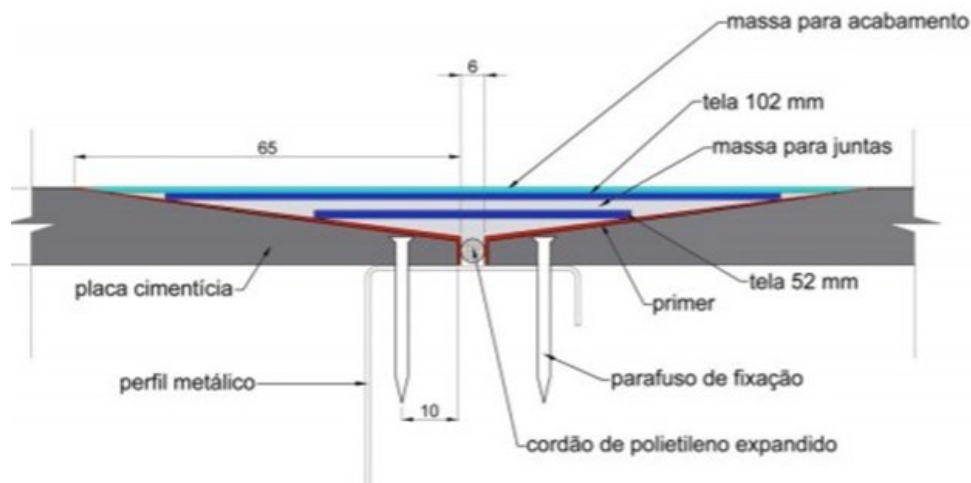
**FIGURA 24** – Componentes Brasilit para tratamento de junta em placa cimentícia

Produto	Embalagem	Imagem	Aplicação
Primer	4 kg		Preparação da região da junta para receber o tratamento.
Cordão Delimitador de Junta	Rolo 6 mm - 100 m		Delimitador de profundidade (fundo de junta).
Massa para Junta	Balde 5 kg ou 15 kg		Componente para junta invisível com FibroTape.
FibroTape - tela de fibra de vidro AR (álcali-resistente)	Rolos de 46 m 5 cm 10 cm		Componentes para junta invisível com Massa para Junta Brasilit.
Massa para Acabamento	Balde 5 kg		Acabamento para superfície da junta.

Fonte: SAINT-GOBAIN, 2016.

No entanto, esse fornecedor orienta que sejam executados os seguintes procedimentos para o tratamento das juntas invisíveis: **i)** aplicar o primer abrangendo 15 cm aproximadamente de cada lado das placas e todas as suas bordas de extremidade; **ii)** introduzir o cordão de polietileno expandido sobre o vão da junta; **iii)** aplicar a primeira camada de massa para juntar a base de resina acrílica com fibras de polipropileno; **iv)** inserir a primeira camada de tela de fibra de vidro álcali-resistentes com 50 mm de largura; **v)** aplicar a segunda camada de massa para junta; **vi)** inserir a segunda camada de tela de fibra de vidro com 100 mm de largura; **vii)** aplicar a terceira camada de massa para junta (Figura 25).

**FIGURA 25** - Detalhe de execução de tratamento de junta convencional em placa cimentícia

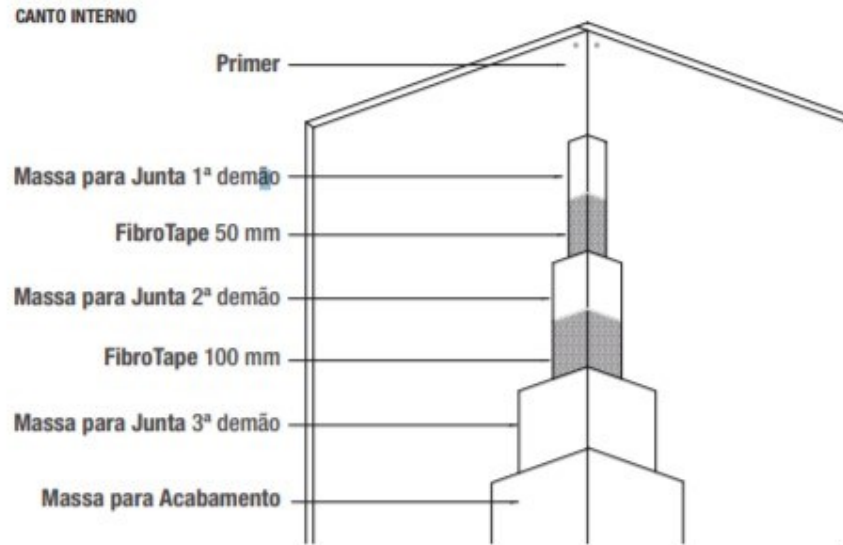


Fonte: Adaptado de SAINT-GOBAIN por HOFMANN, 2015.

O tratamento das juntas secas que ocorrem em ângulos internos deve se dar da mesma forma prevista para as juntas convencionais, porém sem a necessidade da instalação do cordão de polietileno expandido (Figura 26).

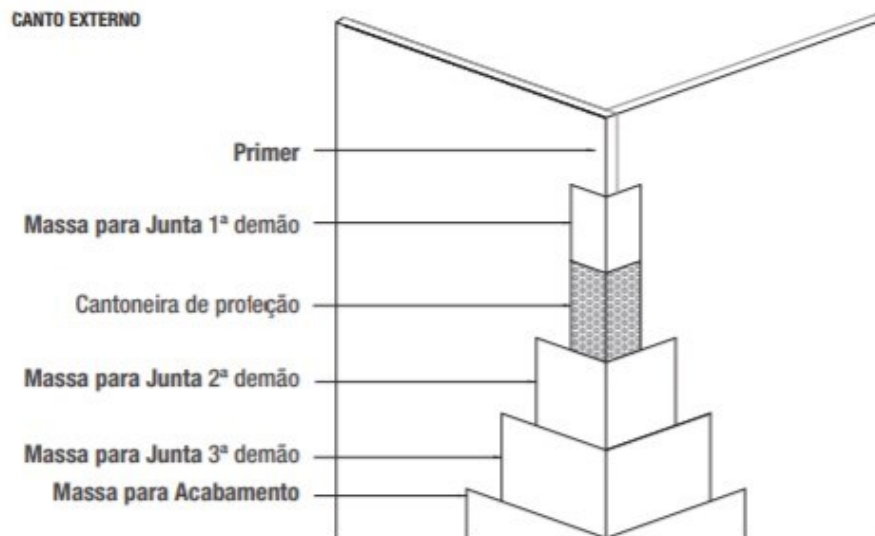
Para o tratamento das juntas secas que ocorrem em ângulos externos, deve-se: **i)** aplicar primer abrangendo também 15 cm de cada lado das placas e suas bordas de extremidade; **ii)** aplicar a primeira camada de massa para juntar a base de resina acrílica com fibras de polipropileno; **iii)** inserir a cantoneira metálica galvanizada ou de PVC perfurada fixada pressionada à primeira camada fresca de massa para junta; **iv)** aplicar a segunda camada de massa para junta; **v)** aplicar a terceira camada de massa para junta (Figura 27).

**FIGURA 26** - Detalhe de execução de tratamento de junta seca em cantos internos de placa cimentícia



Fonte: SAINT-GOBAIN, 2016.

**FIGURA 27** - Detalhe de execução de tratamento de junta seca em cantos externos de placa cimentícia



Fonte: SAINT-GOBAIN, 2016.

Esse fornecedor não informa procedimentos sobre a execução de juntas de controle ou dilatação. No entanto, a instalação desse tipo de juntas é uma maneira de aliviar as tensões geradas nas camadas superficiais das fachadas dos edifícios. O controle dessas tensões pode evitar o aparecimento de patologias das trincas (Figura 28).

**FIGURA 28** - Patologia de trincas e marcação de juntas tratadas em fachada revestida com placas cimentícias



Fonte: HOFMANN, 2015.

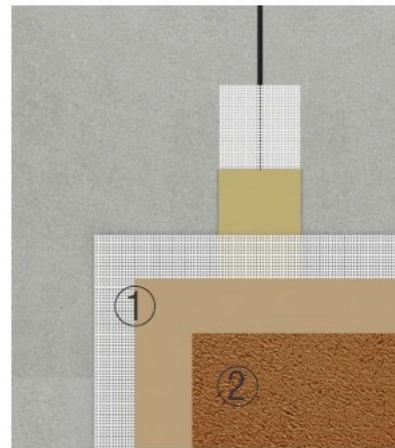
Existem fornecedores, como a Placlux, que solicitam a execução de juntas de controle de no mínimo 10 mm de largura para painéis de vedação que superem 60 m<sup>2</sup> de área ou 15 m lineares de placas aplicadas. Para tratamento dessa junta é utilizado o preenchimento do vão por meio de selantes à base de poliuretano que não deve ser revestido de nenhum material de acabamento posteriormente.

Para execução do acabamento final monolítico sobre as placas cimentícias, deve ser aplicada sobre toda a superfície das placas uma camada de argamassa cimentícia à base de agregados minerais, aditivos químicos e componentes impermeabilizantes, exceto sobre as juntas de controle, conhecida no mercado como *basecoat*<sup>16</sup>. Essa argamassa, quando reforçada com a inserção de tela em malha trançada de fibra de vidro álcali resistente à corrosão pelo cimento, confere ao sistema uma camada de acabamento capaz de absorver determinados graus de movimentação dos painéis, aumentando ainda mais a probabilidade de eliminação de trincas (Figura 29). Posteriormente a aplicação do *basecoat* deve ser utilizada como acabamento estético a aplicação de textura acrílica ou tinta com composição elastomérica desenvolvida à base de resina acrílica flexível.

---

<sup>16</sup> *Basecoat* é uma argamassa monocomponente à base de cimento modificada com polímeros e fibras, indicada como camada de cobertura na construção seca em paredes e fachadas. (STO, 2017b).

**FIGURA 29** - Detalhe do acabamento monolítico aplicado sobre placa cimentícia



1 - Tela de (gramatura específica) 1,0 m de largura + argamassa Técnica Base COAT  
2 - Pintura ou Textura Elastômerica sobre o Base COAT

Fonte: SAINT-GOBAIN, 2016.

### 3.2.1 Placa cimentícia associada à placa *Oriented Strand Board*

Segundo Bortolotto (2015), placa *Oriented Strand Board* (OSB) é uma chapa estrutural produzida a partir de filamentos de madeira orientada com três a cinco camadas perpendiculares prensadas e unidas com resina sob altas temperaturas, tornando maior sua resistência e rigidez.

No sistema estadunidense de construção em *Wood Frame* e *Steel Frame*, é comum a sua utilização como única camada rígida de fechamento interno e externo, agregado a camadas de impermeabilização e revestimentos para melhor desempenho dos sistemas de vedações (KUNDER; SHAH, 2010; *apud* HOFMANN, 2015).

Apesar de, no Brasil, os fornecedores de placas cimentícias não mencionarem, em seus manuais de instalação, a associação de seus produtos às placas OSB para composição da camada externa de acabamento do SVVE estruturado em LSF, os profissionais de engenharia costumam especificar com frequência essa associação. A placa OSB auxilia no contraventamento dos planos verticais, comportando-se como um diafragma estrutural.

Alves (2015) afirma que o uso do OSB para contraventamento das placas cimentícias garante ao conjunto menor suscetibilidade a movimentações, e conseqüentemente, menores chances de gerar fissuras no encontro entre as placas.

A associação das placas cimentícias às placas OSB também contribuem para melhor eficiência térmica e acústica do SVVE. A placa OSB instalada entre as interfaces dos montantes de aço galvanizado com a placa cimentícia diminui a possibilidade de ponte térmica<sup>17</sup>, que é caracterizada pelo fenômeno físico de transmitância do calor do ambiente externo para o interno por meio dos materiais empregados no SVVE. A ocorrência desse fenômeno físico pode acarretar o aparecimento de condensações internas e de trincas superficiais nos acabamentos monolíticos em SVVE estruturados em LSF.

Como o OSB é um material regulamentado pela norma NBR 14810-1 (ABNT, 2013d), já existem fornecedores nacionais e as chapas são comercializadas nas dimensões de 1200 mm x 2400 mm e 1200 mm x 3000 mm, com espessuras conforme o Quadro 8.

**QUADRO 8** - Dados técnicos de placas OSB, linha home plus - LP Brasil

PLACAS OSB			
Espessura (mm)	Dimensões (mm)	Peso por placa (kg)	Aplicação
9,5	1200 x 2400	17,5	Paredes e telhados com perfis espaçados no máximo de 40 cm
9,5	1200 x 3000	21,9	Paredes e telhados com perfis espaçados no máximo de 40 cm
11,1	1200 x 2400	20,4	Paredes e telhados com perfis espaçados no máximo de 60 cm
11,1	1200 x 3000	25,6	Paredes e telhados com perfis espaçados no máximo 60 cm
15,1	1200 x 2400	27,8	Paredes com perfis espaçados no máximo de 60 cm. Telhados espaçados no máximo 80 cm. Pisos e lajes secas espaçados no máximo 40 cm
18,3	1200x2400	33,7	Pisos e lajes secas espaçados no máximo de 60 cm

Fonte: LPBRASIL, 2019.

Dentre os fornecedores nacionais, a LP Brasil possuía em vigência, até maio de 2018, o DATec N. 030: *Sistema Construtivo LP Brasil OSB em Light Steel Frame*

<sup>17</sup> Magalhães (2013) afirma que a estrutura dos perfis em aço galvanizado possui elevada capacidade condutora de energia. Essa característica da estrutura proporciona a ocorrência de pontes térmicas, que, se não tratada corretamente, condiciona perda de desempenho térmico e acústico das edificações. O OSB possui índice de condutibilidade térmica de aproximadamente 0,13 W/m.k, bem menor do que o das placas cimentícias que possuem aproximadamente 0,48 W/m.k.

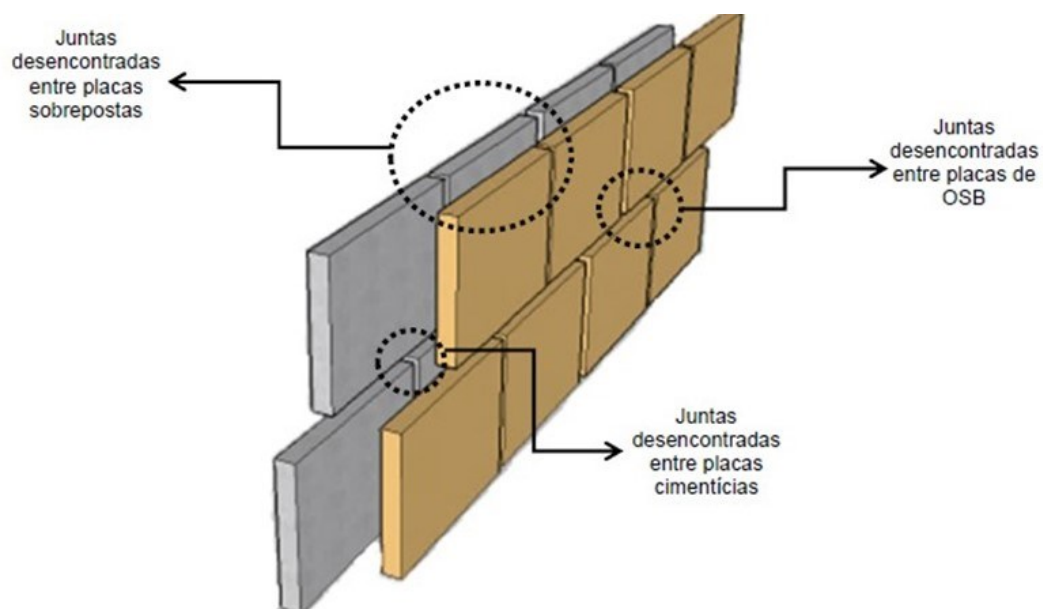


e fechamento em chapas de OSB revestidas com placa cimentícia<sup>18</sup> (BRASIL, 2016c). Nesse documento foi avaliado o desempenho de um modelo de instalação de placas OSB associadas a placas cimentícias. Como os resultados foram satisfatórios à luz da DIRETRIZ SiNAT N. 003 (BRASIL, 2016a), apesar de essa documentação ter expirado sua validade, foram levados em consideração nesta pesquisa os procedimentos de instalação desse fornecedor.

Devido às condições ambientais brasileiras, recomenda-se a utilização de placas OSB estruturais classe 2 ou 3, com espessura de 11,1 mm, adequadas para situação de umidade relativa do ambiente entre 65% e 85%, conforme a norma NBR 14810-2 (ABNT, 2013e).

Para a sua instalação devem ser consideradas as mesmas juntas dissimuladas previstas anteriormente no caso das placas cimentícias. Posteriormente, recomenda-se que a instalação das placas cimentícias seja realizada de forma a posicionar suas juntas desencontradas às das já aplicadas para as placas de OSB (Figura 30). Uma solução para essa paginação desencontrada pode ser a instalação de uma placa na posição horizontal e a outra na vertical.

**FIGURA 30** - Esquema para ilustrar a instalação de duas camadas de placas com juntas desencontradas

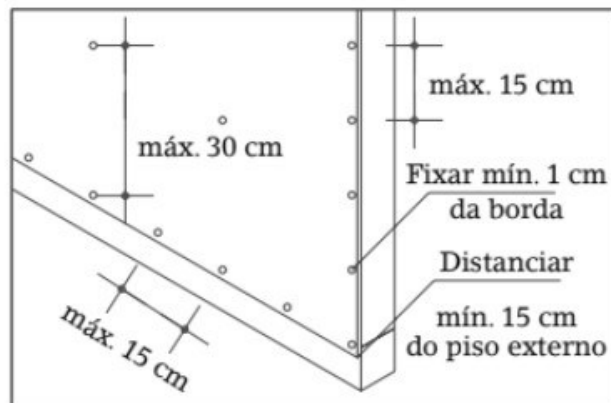


Fonte: BRASIL, 2016c.

<sup>18</sup> Os DATec's publicados pelo SiNAT são documentos que possuem prazos de vigência curtos, sendo que, na maioria das vezes, são restritos a dois anos de validade. No caso do DATec N. 030 (BRASIL, 2016c), sua emissão se deu em maio de 2016 e sua validade foi até maio de 2018.

As placas devem ser fixadas aos montantes e às guias LSF por meio de parafusos de cabeça trombeta, ponta broca (ST 4,2 mm x 32 mm), com espaçamento máximo de 150 mm, quando fixados nas proximidades das bordas laterais das placas, e no máximo de 300 mm quando fixados na região central das placas (Figura 31), respeitando o afastamento de 3 mm como junta de dilatação.

**FIGURA 31** - Esquema para ilustrar a fixação das placas OSB em perfis LSF



Fonte: BRASIL, 2016c.

Como as placas de OSB são revestidas posteriormente com placas cimentícias, não é necessário o tratamento das juntas de dilatação. No entanto, a instalação da camada de impermeabilização, por meio de membrana não tecido micro porosa flexível deve ocorrer neste caso sobre as placas de OSB. Na instalação de placas cimentícias sem a associação com placas OSB, essa camada de impermeabilização é instalada sob as placas cimentícias.

A membrana impermeabilizante deve ser fixada com grampos galvanizados espaçados a cada 400 mm e, nas junções verticais e horizontais da barreira, recomenda-se também uma sobreposição mínima de 150 mm entre as folhas.

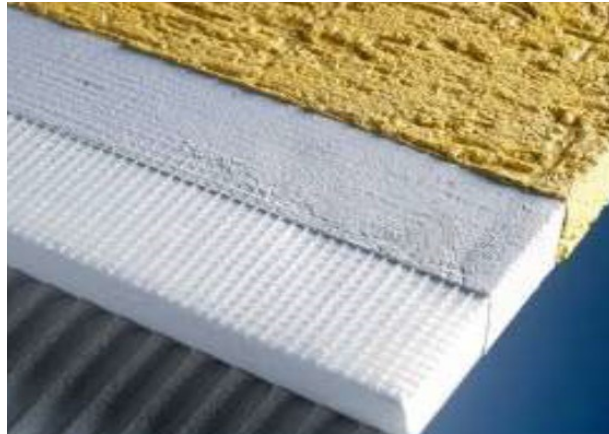
Após esses procedimentos, são instaladas as placas cimentícias e o revestimento externo, conforme descritos no item 3.2.

### 3.3 Camada externa de acabamento: *External Insulation and Finishing System (EIFS)*

De acordo com a ASTM *International*, *External Insulation and Finishing System (EIFS)* é um sistema de multicamadas de revestimento para parede externa

que consiste em um substrato base impermeabilizado, revestido de placas isolantes com fixação adesiva ou aparafusadas, com posterior aplicação de uma camada base constituída de argamassa (*basecoat*) adicionada a malha de reforço recoberta por uma camada de acabamento estético, que podem ser texturas monolíticas ou revestimentos cerâmicos e naturais (Figura 32).

**FIGURA 32** - Composição multicamadas do sistema de revestimento EIFS



Fonte: WACKER, 2011.

Esse sistema de revestimento, conhecido na Europa pela sigla *External Thermal Insulation Composite Systems* (ETICS), surgiu nesse continente ao fim da Segunda Guerra Mundial como uma solução para melhorar o isolamento térmico das edificações e evitar o consumo excessivo de combustíveis, pois esse insumo se encontrava escasso na época (PEREIRA, 2009). Na Europa, é comum encontrar o ETICS aplicado como camada externa de isolamento térmico em vedações verticais executadas em alvenaria.

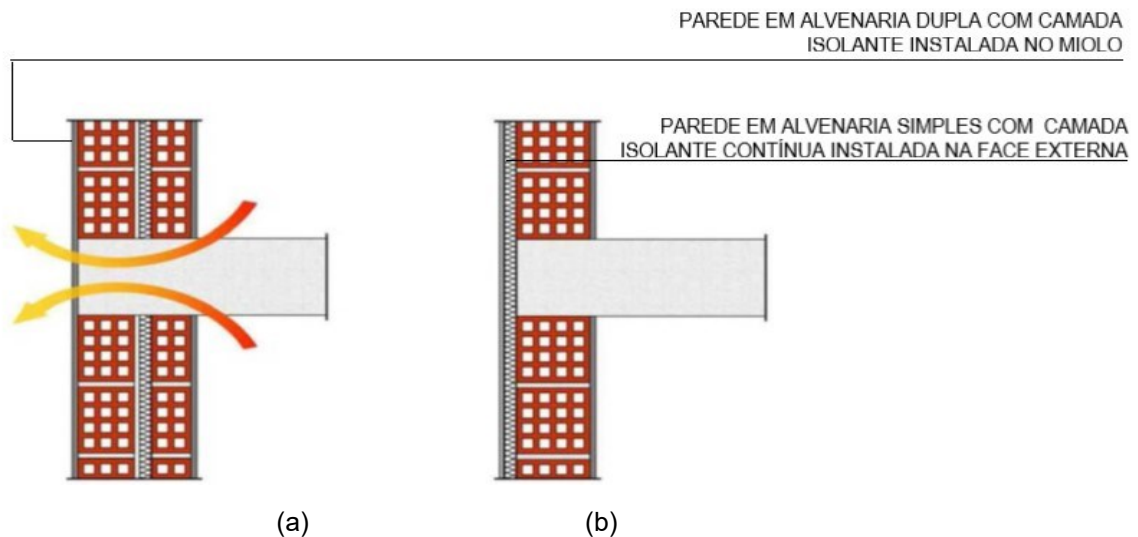
No entanto, nos EUA e no Canadá, esse sistema de revestimento foi adaptado para ser utilizado em construções feitas em *steel frame* e *wood frame*, sendo aplicado sobre substratos base de placas OSB ou placas cimentícias. Esteticamente, o EIFS se assemelha a um tipo de estuque<sup>19</sup>, devido ao seu acabamento de aparência monolítica (ECC, 2013).

As vantagens de se aplicar o EIFS como revestimento externo se dá pela alta capacidade de isolamento térmico que esse sistema multicamadas confere aos

<sup>19</sup> Estuque é um sistema construtivo empregado desde a Antiguidade pelas civilizações egípcias e por outras culturas da Ásia, Europa e América, incluindo o Brasil. Essa técnica, presente em diversos estilos arquitetônicos, é constituída de uma estrutura em madeira preenchida e revestida com argamassa de areia, cal e gesso (GONÇALVES *et al*, 2016).

SVVEs, pela melhoria da impermeabilização da vedação e pela redução da possibilidade de ocorrência do fenômeno físico de pontes térmicas (Figura 33), pois a camada isolante é instalada sobre a camada externa (FUTURENG, 2018).

**FIGURA 33** - Cortes esquemáticos de soluções de isolamento térmico através de paredes duplas com ponte térmica (a) e sem ponte térmica com aplicação EIFS (b)



Fonte: Adaptado de PRIMO, 2008.

Além da capacidade de reduzir as pontes térmicas do SVVE, a instalação da camada de isolamento em EPS ou XPS garante ao revestimento um comportamento dúctil, ou seja, quando submetidos a esforços, ele se torna capaz de se deformar antes de romper, diferentemente do que ocorre com o reboco tradicional instalado sobre alvenaria (THOMAS, 2001, *apud* SANTIAGO, 2008). Isso se dá pela capacidade do isolante em acomodar as movimentações da estrutura ou do substrato em que está instalado, minimizando o risco de surgimento de fissuras no revestimento.

Porém, existem alguns preconceitos em relação à aplicação do EIFS. O principal deles se deve à percepção de que se trata de um revestimento frágil, devido à utilização de uma camada de isolamento em EPS ou XPS revestida por uma fina camada de base de acabamento instalada externamente nas edificações. No entanto, a camada base aplicada sobre as placas de isolamento é composta por malhas de reforço padrão ou reforçadas em fibra de vidro, que, associadas à argamassa, garantem resistência ao impacto entre 3,0 e 17,0 J (STO, 2018).

Outro fator de preconceito relacionado à utilização dessa tecnologia de revestimento se deu pela ocorrência do alto índice de infiltração e umidade que o sistema EIFS manifestou em um conjunto de condomínio de edificações residenciais no Canadá, na década de 1980. Contudo, a ocorrência desses acontecimentos acarretou o desenvolvimento da tecnologia ao longo dos anos e, para solucionar as infiltrações, atualmente as normas ULC<sup>20</sup> recomendam somente sua instalação com previsão de camada drenante (ECC, 2013).

Quanto à segurança contra incêndio, mesmo no Canadá onde essa tecnologia já é consolidada, ainda há dúvidas sobre a possibilidade de uso desse revestimento em qualquer tipologia de edificação (ECC, 2013). No entanto, como o revestimento é instalado externamente, ele é considerado com um menor grau de risco de combustibilidade. Testes executados nos EUA pela *National Fire Protection Association* (NFPA)<sup>21</sup> avaliaram a resistência à inflamabilidade do sistema como satisfatória. No Brasil, a norma NBR 14432 (ABNT, 2001b) considera o EPS e o XPS com tratamento retardante à chama materiais possíveis de ser aplicados como camadas de isolamento nas edificações.

Contudo, no país ainda são raras as instalações que apresentam EIFS como revestimentos externos nas edificações. Uma das causas da pouca aplicabilidade ou mesmo do desconhecimento dos profissionais da área sobre a existência desse revestimento, pode ser oriunda da falta de normatização nacional a respeito da tecnologia.

Existem normas estadunidenses, canadenses e europeias que avaliam o desempenho do sistema como as listadas no Quadro 5. No entanto, ainda está em fase de negociação por parte de uma fornecedora multinacional a redação de uma diretriz SiNAT para testes e avaliação nacional do sistema EIFS.

Como se trata de um sistema composto por vários componentes que atuam mutuamente para funcionar como um sistema heterogêneo, o ECC (2013) recomenda que todos os seus componentes sejam adquiridos de um único

---

<sup>20</sup> A *Underwriters Laboratories of Canada* (ULC) é uma organização independente de teste, certificação e inspeção de segurança de produtos que atuam há noventa anos com o credenciamento do Conselho de Normas do Canadá (ULC, 2019).

<sup>21</sup> *NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION* (NFPA), fundada em 1986, é uma associação estadunidense sem fins lucrativos que se dedica à elaboração de códigos e normas para a proteção de propriedades e pessoas contra incêndio, riscos elétricos e afins (NFPA, 2019).

fornecedor para garantia do desempenho. Assim, são reportados nesta pesquisa os componentes e métodos de instalação fornecidos pela empresa Sto Corp.

O sistema de revestimento EIFS é definido em duas classes: *PB* baseada em polímero com a aplicação de EPS como camada isolante, e *PM* baseada em polímero modificado XPS como camada isolante com a aplicação de malha de reforço mais resistente. No entanto, todas devem possuir um plano interno de drenagem conforme a Figura 34 (EIMA, 2019b).

**FIGURA 34** - Camadas constituintes do sistema EIFS: impermeabilizante, adesivo drenante, isolamento, *basecoat* com revestimento



Fonte: STO, 2017c.

Segundo a Sto (2011), podem ser utilizados como substratos base de instalação do sistema EIFS em SVVEs estruturados em LSF as placas de gesso acartonado tipo GA-253<sup>22</sup>, placas cimentícias e placas de OSB. As características técnicas dos dois últimos substratos já foram abordadas neste capítulo. No entanto, cabe ressaltar que, nesta pesquisa, analisa-se a utilização de substrato em OSB de classe 2 ou 3, com espessura de 11,1 mm, instalado com aplicação de juntas dissimuladas de espaçamento máximo de 2,0 mm.

É recomendado pela Sto (2011) que o substrato seja instalado suspenso ao piso externo acabado da edificação, apoiado sobre um suporte em perfil perfurado

<sup>22</sup> GA-235 é uma norma da *GYP SUM ASSOCIATION* que regulamenta a instalação de placas de gesso para fechamentos externos. Essas placas são produzidas com núcleo incombustível especialmente tratado para ser resistente à absorção de água. Ambas as faces são protegidas por um revestimento em fibra de vidro (GYP SUM, 2019a). Atualmente, nenhum fornecedor no Brasil produz essa tipologia de placas de gesso acartonado.

metálico ou em PVC para evitar a absorção de água por capilaridade do piso e favorecer o escoamento drenado, conforme Figura 35.

**FIGURA 35** – Cantoneira perfurada para suporte do sistema EIFS na base do SVVE



Fonte: GYPSUM, 2019b.

Apesar de o sistema EIFS possuir na constituição de suas camadas de acabamento a instalação de *basecoat* e revestimento texturizado com propriedades impermeabilizantes, recomenda-se a execução de uma camada impermeabilizante adicional sobre o substrato base. Essa impermeabilização pode ser executada com: **i)** a utilização de um sistema de impermeabilização líquida aplicada por meio de pulverização ou rolo, recomendada quando se pretende fixar a placa de isolamento ao substrato por meio de adesivo; **ii)** com a utilização de um sistema de membrana constituída por uma estrutura flexível e micro porosa, que permite a troca de vapor d'água e que seja impermeável à água, recomendado quando se pretende fazer a fixação por meio de pinos mecânicos (Figura 36).

**FIGURA 36** - Impermeabilização do substrato por meio de impermeabilizante líquido (a) e membrana não tecido (b)



(a)

Fonte: STO, 2017d.



(b)

Fonte: BRASIL, 2016c.

A Sto (2011) recomenda a utilização do sistema de impermeabilização líquida para o seu sistema EIFS StoTherm NExT® drenante. O processo de impermeabilização consiste primeiramente no tratamento das juntas dos substratos que forem maiores do que 1,6 mm por meio da aplicação de argamassa flexível com inserção de malha de fibra de vidro, com posterior aplicação do recobrimento em membrana líquida impermeabilizante sobre toda a superfície do substrato para garantir a sua estanqueidade.

A impermeabilização do substrato é uma condição adquirida com a evolução do sistema, pois a sua integridade é importante para a garantia do desempenho do revestimento EIFS.

O sistema de fixação da camada de isolamento ao substrato pode ser executado: **i)** por meio da utilização de parafusos ou pregos encapsulados a uma bucha plástica de expansão para aderência ao EPS ou XPS (Figura 37); **ii)** por meio da utilização de argamassa adesiva (Figura 38).

**FIGURA 37** - Fixador mecânico da camada de isolamento: bucha plástica com prego de expansão



Fonte: WEBER, 2019.

**FIGURA 38** - Fixação da camada de isolamento por meio de argamassa cimentícia



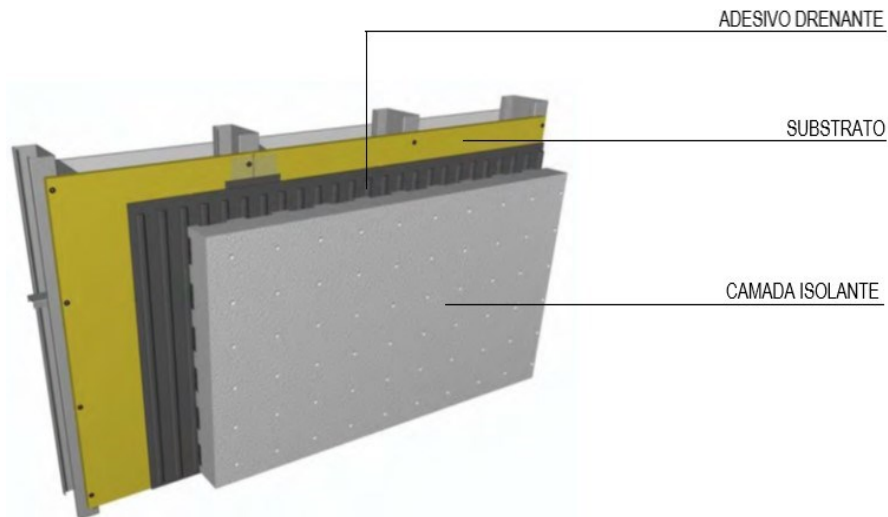
Fonte: STO, 2017e.

A fixação da camada de isolamento por meio de fixadores mecânicos atualmente está fora do âmbito das normas EIFS (ECC, 2013). O elemento de fixação mecânico metálico, favorece a ocorrência de pontes térmicas anulando a finalidade do isolamento exterior e acarreta no surgimento de marcações visuais na superfície externa do acabamento, prejudicando a aparência estética do revestimento. A fixação mecânica também é considerada mais frágil quanto à resistência ao vento e à força de arrancamento, pois a área de contato do fixador com a placa de isolamento se restringe a áreas concentradas, o oposto da fixação adesiva, que garante área contínua de contato ao fixador.



A fixação adesiva é a forma de fixação normatizada pelo ECC (2013) e recomendada pela Sto (2011), pois garante maior aderência das placas de isolamento ao substrato, além de proporcionar a formação de cavidade drenante formada pelos cordões de sua aplicação por meio de espátulas dentadas (Figura 39).

**FIGURA 39** - Perspectiva ilustrativa da instalação da camada adesiva drenante e da placa isolante



Fonte: Adaptado de ECC, 2013.

A instalação da fixação adesiva deve ocorrer com a aplicação de cordões com espessura mínima de 1,6 mm e posicionados na vertical para favorecer a troca de ar entre as camadas e funcionar como caminhos drenantes. O adesivo pode ser constituído de material cimentício ou não, e deve ser compatível tanto com o isolamento quanto com o substrato para atingir o nível satisfatório de desempenho.

O sistema de revestimento EIFS conta com a instalação de uma camada de isolamento térmico que pode ser placas de cortiça expandida, EPS, XPS ou lã de rocha.

Esses elementos são produzidos no Brasil e a norma NBR 11752 (ABNT, 2016b) padroniza materiais celulares de poliestireno utilizados para isolamento na construção civil (Quadros 9 e 10). Apesar de o XPS ser um material que possui maior resistência ao impacto e desempenhar melhor isolamento térmico e acústico, utiliza-se preferencialmente o EPS por ser um material mais viável financeiramente (CHAIBEN, 2014).

**QUADRO 9** - Características genéricas do EPS comercializado no Brasil

PROPRIEDADE	UNIDADE	RESULTADO CONSOANTE TIPO DE EPS						
		TIPO I	TIPO II	TIPO III	TIPO IV	TIPO V	TIPO VI	TIPO VII
Densidade mínima	kg/m <sup>3</sup>	9	11	13	16	20	25	30
Resistência à compressão com deformação de 10%	kgf/m <sup>2</sup>	33	42	65	80	110	145	465
Condutividade térmica (a 23°C)	W/(mk)	-	-	0,042	0,039	0,037	0,035	0,035
Resistência e permeabilidade de vapor de água	1	20	20	25 a 40	30 a 50	40 a 70	50 a 70	60 a 120
Absorção de água em submersão	% (vol.)	1 a 3						
Combustibilidade	-	Retardante a chamas						

Fonte: Adaptado de NEOTÉRMICA, 2014.

**QUADRO 10** - Características genéricas do XPS comercializado no Brasil

PROPRIEDADE	UNIDADE	RESULTADO
Densidade mínima	kg/m <sup>3</sup>	38
Resistência à compressão com deformação de 10%	kgf/m <sup>2</sup>	300 a 350
Condutividade térmica (a 23°C)	W/(mk)	0,027
Resistência e permeabilidade de vapor de água	1	0,6
Absorção de água em submersão	% (vol.)	1
Combustibilidade	-	Retardante à chama

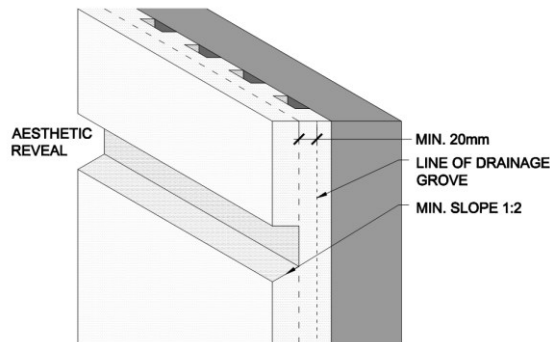
Fonte: Adaptado de NEOTÉRMICA, 2014.

Segundo a Sto (2018), as placas de EPS empregadas no sistema EIFS devem possuir tamanho máximo de 610 mm x 1219 mm, densidade mínima de 16 kg/m<sup>3</sup> com espessura mínima de 25 mm e máxima de 305 mm. A NFPA, por questões de segurança contra incêndio, aprova a instalação de EIFS com placas de isolamento de espessura máxima de 102 mm.

No Brasil, a norma NBR 11752 (ABNT, 2016b) aprova, para instalação na construção civil, somente EPS que possua retardante à chama classe F agregado à sua composição. O ECC (2013) recomenda que a espessura mínima da placa, sem

a interferência de possíveis ranhuras a ser recortadas, seja de no mínimo 20 mm (Figura 40). A empresa Sto comercializa, no exterior, dois tipos de placas EPS, as tradicionais placas planas e as dotadas de ranhuras para auxiliar no tratamento da drenagem.

**FIGURA 40** - Detalhe de placa de isolamento com ranhuras e recomendação mínima de espessura intacta



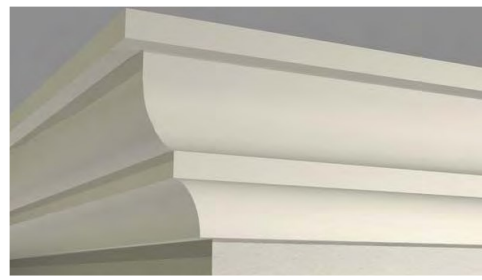
Fonte: ECC, 2013.

É por meio da manipulação da camada de isolamento que o EIFS proporciona diversas possibilidades de arranjo arquitetônico. O EPS pode ser recortado *in loco* caso a proposta solicite a inserção de desenhos retilíneos ou adquiridos já com uma forma pré-fabricada para casos de desenhos mais complexos (Figura 41).

**FIGURA 41** - Arranjos arquitetônicos executados na placa de isolamento: ranhuras abauladas executadas *in loco* (a), cornijas pré-fabricadas (b)



(a)



(b)

Fonte: ECC, 2013.

A instalação das placas de isolamento deve se dar por meio de amarração que garanta as juntas dissimuladas entre elas, com ajustamento máximo para produzir juntas secas. Juntas com mais de 1,6 mm de espaçamento devem ser preenchidas com material isolante como espuma de poliuretano. Após a instalação, toda a superfície do painel de isolamento deve ser raspada, garantindo o nivelamento adequado para a instalação da camada de base.

A camada de base trata-se de uma argamassa constituída de material cimentício ou não, que deve ser aplicada de forma a encapsular uma malha de reforço composta por fibra de vidro. Essa camada é a responsável por garantir a resistência contra impacto ao revestimento EIFS.

A malha de reforço, incorporada à camada base, apresenta um funcionamento similar aos desempenhados pelas fibras especiais encontradas em coletes à prova de bala. A rede de fibras, quando impactada em um ponto específico, redistribui a energia de maneira uniforme, evitando que o revestimento sofra danos pontuais (EIMA, 2017c).

Existem, no mercado, malhas de resistência padrão até de ultra resistência mecânica, conforme apresentado no Quadro 11. O ECC (2013) recomenda a instalação dessa última até a 180 cm de altura do piso acabado em situações especiais, quando a probabilidade de impacto é mais iminente, como em locais de passagem de pedestres, garagens e outros. Malhas de maior resistência contribuem também para o melhor desempenho contra o fogo, segundo a NFPA 285 (NFPA, 2012).

**QUADRO 11** - Classificação quanto à resistência da malha de reforço

	RESISTÊNCIA PADRÃO	RESISTÊNCIA MÉDIA	RESISTÊNCIA ALTA	RESISTÊNCIA ULTRA
	<i>malha padrão (153 g/m<sup>2</sup>)</i>	<i>malha padrão (153 g/m<sup>2</sup>) (2 camadas)</i>	<i>malha intermediária (380 g/m<sup>2</sup>)</i>	<i>malha reforçada (509 g/m<sup>2</sup>) + malha padrão (153 g/m<sup>2</sup>)</i>
Resistência ao impacto	2,83 a 5,54J	5,65 a 10.01J	10.2 a 17,00 J	> 17,00J

Fonte: Adaptado de STO, 2018.

A argamassa da camada base deve ser aplicada por meio de desempenadeira lisa em duas demãos, com espessura final entre 1,6 mm e 2,5 mm sobre a camada isolante previamente regularizada. A espessura mínima executada varia de acordo com o número de camadas de malha de reforço que serão instaladas. Com a argamassa ainda sem curar, deve-se inserir a malha de reforço de forma a encapsulá-la completamente sobre a argamassa (Figura 42).

**FIGURA 42** - Acabamento da camada base: com recobrimento da malha de reforço aceitável (a) e com o recobrimento inadequado (b)

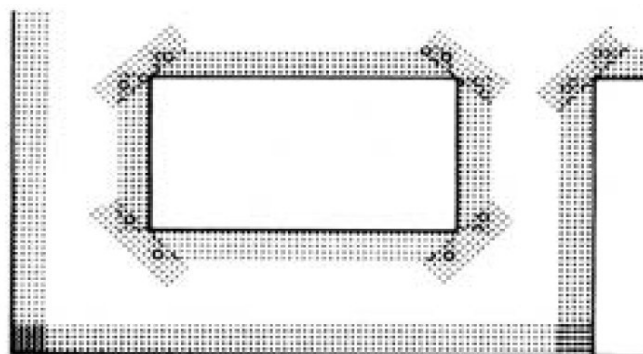


Fonte: ECC, 2013.

Quando é prevista a instalação de malha de reforço de ultra resistência, deve-se aplicar inicialmente esse material e, posteriormente, aplicar sobreposto à ele a segunda camada de reforço com a malha padrão. Recomenda-se que, nas emendas de malhas, haja sobreposição mínima de 64 mm, exceto quando for prevista a instalação de malha de ultra resistência, devido à sua considerável espessura.

Semelhante à instalação da camada de *basecoat* em placas cimentícias, os cantos das paredes, aberturas de janelas e portas devem receber tratamento diferenciado com a instalação de tiras diagonais de malha de reforço antes da instalação da malha geral, devido à ocorrência de maior concentração de tensões nessas regiões. Entretanto, no EIFS, deve ser reforçado também todo o perímetro de borda exposta das placas de isolamento com o *basecoat* (Figura 43).

**FIGURA 43** - Detalhe de instalação de malha de reforço em aberturas



Fonte: Adaptado de STO, 2011.

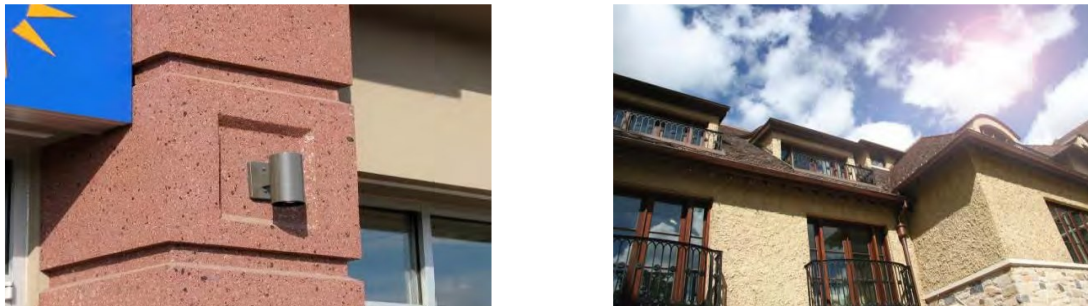
No sistema EIFS, a instalação de juntas de dilatação também deve ser prevista para a acomodação da expansão e da contração dos materiais devido a alterações térmicas, umidade, vento, gravidade e vibrações. No entanto, a necessidade de instalação das juntas se dá quando houver: i) projeção das juntas

de dilatação previstas na estrutura ou substrato; **ii**) mudança de material ou estrutura do substrato; **iii**) significativo movimento estrutural da edificação; **iv**) previsão de mudança de condições de apoio da estrutura do SVVE (ECC, 2013).

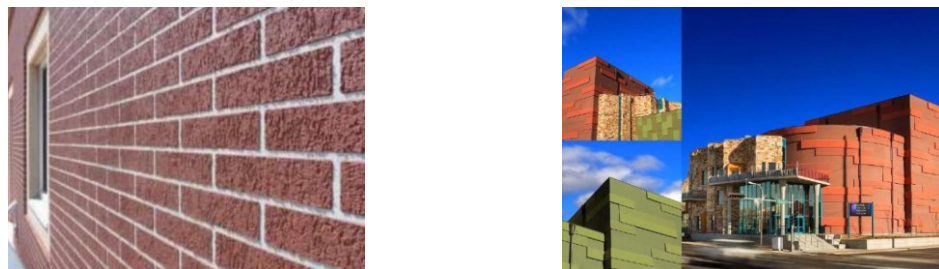
As juntas de dilatação utilizadas para os casos gerais devem ser de no mínimo 19 mm e tratadas com o preenchimento em selante acrílico flexível. Com exceção dos casos aplicados sobre as áreas adjacentes, como as aberturas de portas e janelas, onde devem ser instaladas juntas de dilatação de 13 mm com o mesmo tipo de tratamento indicado para juntas estruturais.

A camada de acabamento estético do sistema EIFS é aplicada sobre a camada de base curada. São inúmeras as possibilidades de acabamento que podem ser aplicados, desde texturas acrílicas até mesmo instalação de revestimentos cerâmicos, conforme ilustrado na Figura 44.

**FIGURA 44** - Tipologias de acabamentos estéticos possíveis de ser executados no sistema EIFS



Fonte: ECC, 2013.



Fonte: EIMA, 2015.

No entanto, caso opte pela aplicação de acabamento monolítico, a Sto (2011) recomenda a instalação de camada adicional de primer acrílico na cor do acabamento para melhor apresentação estética. Essa camada deve ser instalada de forma contínua e ininterrupta sobre toda a seção, para que não haja marcação de emendas. A fornecedora recomenda também que não sejam utilizadas cores

escuras, que possuam índice de absorvência<sup>23</sup> elevado para execução da pintura externa, pois a camada de isolamento possui limites de temperatura de serviço.

### **3.4 Camadas de isolamento térmico e acústico**

Segundo Alves (2015), um bom isolamento térmico é fundamental para manter o nível de conforto aceitável das edificações. Essa autora relata que, com o crescimento das cidades, o nível de ruídos tem aumentado e afetado a qualidade de vida das pessoas e, por isso, o isolamento acústico vem sendo destacado pelos usuários na busca por privacidade e conforto nas edificações.

O desempenho térmico de uma vedação se dá em função da transferência de calor entre os ambientes interno e externo das edificações. O estabelecimento de requisitos e critérios de desempenho térmico para uma vedação possibilita adequá-la às condições climáticas locais, proporcionando conforto aos usuários e diminuição dos gastos energéticos para o condicionamento forçado de ambientes.

Por outro lado, o desempenho acústico dos edifícios compreende o quanto uma vedação pode proporcionar de isolamento acústico entre ambientes, evitando a penetração ou a saída de sons aéreos e de impacto (BARTH; VEFAGO, 2008).

Nos SVVEs estruturados em LSF com fechamento em chapas delgadas, o sistema de multicamadas sobrepostas condiciona o desempenho acústico e térmico baseando no fenômeno físico massa-mola-massa. Diferentemente do conceito tradicional de isolamento aplicado à vedação em alvenaria, que se baseia no fator massa do sistema para determinar o seu desempenho.

No conceito de isolamento aplicado ao SVVE's pesquisados, é considerada para a resistência total do sistema a soma das resistências de todos os materiais aplicados. Assim, os materiais aplicados na camada interna como a placa de gesso acartonado, e na camada externa como a placa cimentícia associada com a placa OSB, ou o sistema EIFS, são elementos que contribuem para o desempenho térmico e acústico da vedação.

---

<sup>23</sup> O índice de absorvência é definido pela norma NBR 15220-2 (ABNT, 2005a) como sendo o quociente da taxa de radiação solar absorvida por uma superfície dividida pela taxa de radiação solar incidente sobre ela. O índice está relacionado com as tonalidades das cores. Quanto mais escura, maior será o índice.

No entanto, a introdução de uma camada isolante intermediária (*cold frame*<sup>24</sup>) é necessária independentemente dos materiais a ser utilizados como fechamento da camada externa. Quando na utilização de placa cimentícia, essa camada de isolamento contribui com a melhoria do desempenho térmico e acústico. Já quando utilizado o sistema EIFS, é garantido o isolamento acústico.

A resistência térmica (R) do SVVE varia segundo a tipologia e a espessura dos componentes aplicados, pois são considerados para tal, a soma equivalente dos valores de condutividade térmica ( $\lambda$ ) e o índice de transmitância térmica (U) dos materiais que constituem cada camada.

Para a garantia de um bom desempenho acústico do SVVE estruturado em LSF, é importante incorporar, na vedação, elementos de isolamento acústico que reduzem a transmissão sonora entre as camadas de fechamento interna e a externa. Para isso, a cavidade vazia formada entre os perfis LSF deve ser tratada para que haja o isolamento sonoro.

Os materiais mais utilizados no mercado para compor a camada de isolamento do SVVE estruturado em LSF são as lãs minerais de rocha e de vidro. Esses materiais garantem desempenhos térmicos e acústicos semelhantes. Outros materiais isolantes disponíveis são a vermiculita, as espumas elastoméricas, as fibras de coco, e as de lã de PET (produzida em fibras muito leves de poliéster oriundas da reciclagem de garrafas).

Devido à constituição das lãs minerais formadas por pelos de fibras e sua porosidade, esses materiais garantem alto coeficiente de absorção sonora e contribuem para a atenuação e a transmitância de ruídos quando instalados entre as camadas de fechamento interna e externa do SVVE estruturado em LSF. Por possuírem baixa capacidade de condução térmica, também contribuem para a melhoria do desempenho térmico desse sistema de vedação.

---

<sup>24</sup> Santos, da Silva, e Ungureanu (2012) definem dois modos de se produzir isolamento em sistema de vedação vertical estruturados em LSF: *WARM FRAME* quando o isolamento está instalado de maneira contínua no lado externo da vedação vertical, e *COLD FRAME* quando o isolamento é instalado na cavidade formada entre as espessuras dos perfis metálicos do sistema.

No caso do EIFS, apesar do revestimento externo comportar como um sistema de isolamento *WARM FRAME*, os fornecedores sugerem a instalação de camada de isolamento adicional do tipo *COLD FRAME*.



A lã de vidro é um componente formado a partir de sílica e de sódio aglomerados por resina sintética de alto forno (Figura 45 a). É um material leve com densidade entre 10 e 100 kg/m<sup>3</sup> e índice de condutividade térmica de 0,045 W/(m.k). Pode ser encontrado no mercado em rolos ou placas rígidas e semi rígidas, incombustíveis ou não (METÁLICA, 2019).

A lã de rocha é um componente formado a partir de rocha basáltica vulcânica e outros minerais retirados da natureza (Figura 45 b).

**FIGURA 45** – Placas de lã de vidro (a) e placas de lã de rocha (b)



(a)

Fonte: MULTIFRIO, 2019.



(b)

Fonte: GDSUL, 2019.

No país as normas NBR 11361 (ABNT, 2013b) e NBR 10412 (ABNT, 2013a) padronizam a fabricação desse material conforme o Quadro 12.

**QUADRO 12** - Características genéricas de lã de vidro

LÃ DE VIDRO			
Material	Espessura (mm)	Comprimento (mm)	Largura (mm)
Rolo	40	6000	1200
	50	5000	1200
	60	4000	1200
	70	3000	1200
	80	3000	1200
	90	3000	1200
	100	3000	1200
Placa	25	1200	600
	50	1200	600
	75	1200	600
	100	1200	600

Fonte: Adaptado de ISAR, 2019.

Depois de passar por um processo de fusão a 1500°C, a lã de rocha é transformada em fibras por centrifugação e passa a ser adicionada a aditivos para

ser aglomerada. Também é um material leve com densidade entre 60 e 160 kg/m<sup>3</sup> e índice de condutividade térmica de 0,045 W/(m.k). É incombustível e pode ser encontrada no mercado em rolos ou placas rígidas e semi rígidas (BIOLÃ, 2019). As normas brasileiras que padronizam a fabricação desse material são: NBR 11361 (ABNT, 2013b) e NBR 11364 (ABNT, 2014a) e suas dimensões estão descritas no Quadro 13.

**QUADRO 13** - Características genéricas de lã de rocha

LÃ DE ROCHA			
Material	Espessura (mm)	Comprimento (mm)	Largura (mm)
Rolo	25	3600	600
	40	3600	600
	51	3600	600
Placa	25	1200	600
	40	1200	600
	51	1200	600

Fonte: Adaptado de BIOLÃ, 2019.

Para a instalação de lã mineral, deve-se somente posicionar o material sobre as cavidades formadas pelos espaçamentos dos montantes do LSF. Para isso, recomenda-se o uso da lã mineral recortada em rolo ou em placas da mesma largura desses espaçamentos e que a espessura utilizada seja equivalente à espessura dos perfis montantes para garantir o melhor encaixe, conforme exemplificado na Figura 46. Comprimir o material dentro da cavidade prejudica o desempenho da camada isolante, uma vez que a formação da conexão mecânica entre o material e as camadas de fechamento interna e externa aumenta a transmissão de energia sonora pela vedação vertical.

**FIGURA 46** - Instalação de lã mineral em SVVEI estruturados em LSF



Fonte: SAINT-GOBAIN, 2019.

No entanto, o tratamento acústico a ser adotado na instalação de SVVE estruturado em LSF não deve se resumir somente à aplicação da camada de isolamento intermediária ou na instalação de camadas externas e internas de fechamento.

Objetivando atingir melhor isolamento sonoro, deve-se também: **i)** aplicar banda acústica entre as juntas da estruturação de LSF e entre a estrutura da edificação; **ii)** aumentar a massa superficial das placas utilizadas como vedação; **iii)** garantir maior profundidade da cavidade formada no interior da vedação para a instalação de materiais de isolamento com maior espessura e densidade.

Para compensar a menor capacidade de isolamento térmico do SVVE leve estruturado em LSF, é importante: **i)** garantir a redução da incidência de radiação solar direta nos planos de vedação; **ii)** aplicar acabamentos externos em cores claras que possuam índice de absorvência baixos; **iii)** utilizar a associação de placas cimentícias com placas OSB para a composição da camada externa do sistema de vedação.

### **3.5 Camada interna de acabamento: placas de gesso acartonado**

Segundo a norma NBR 14715-1, gesso acartonado é:

[...] uma chapa fabricada industrialmente, mediante o processo de laminação contínua de uma mistura de gesso, água e aditivos entre duas lâminas de cartão, sendo uma virada sobre as bordas longitudinais e colada sobre a outra (ABNT, 2010b, p.1)

O gesso (gipsita) é um material moldável e resistente à compressão, enquanto o cartão de papel reciclado garante à placa a resistência à tração. As placas de gesso acartonado foram inventadas por Augustine Sackett, em 1898, nos Estados Unidos (SABBATINI, 1998).

Krüger (2000) informa que os sistemas de vedação que utilizam fechamento em placas de gesso acartonado começaram a ser empregados na construção civil europeia, após o fim da Segunda Guerra Mundial, para atender a alta demanda habitacional das cidades afetadas pelo conflito.

Atualmente, nos Estados Unidos, aproximadamente 95% das residências utilizam as placas de gesso acartonado como fechamentos dos SVVs (TAGLIABOA,

2010). No entanto, essa autora ressalta que esse material de fechamento começou a ser difundido no Brasil somente na década de 1990, com a abertura do mercado nacional às importações, por decisão do governo federal. Assim, fornecedores multinacionais se instalaram no país e começaram a comercializar sistemas de vedações verticais industrializadas, como o *Drywall*.

Nesse contexto, é importante ressaltar que, devido ao desenvolvimento dos SVVIs com fechamentos em chapas de gesso acartonado, foi possível alavancar também o desenvolvimento de tecnologias para SVVEs estruturados em LSF (CARDOSO, 2016).

A fabricação de chapas de gesso acartonado é normatizada no Brasil pela NBR 14715-1 (ABNT, 2010b) e suas especificações estão descritas no Quadro 14. São comercializadas placas com acabamento de bordas rebaixadas, recomendada para instalação de revestimento texturizado monolítico e placas de borda quadrada, recomendada para posterior instalação de revestimentos cerâmicos sobre ela.

**QUADRO 14** - Especificações de placas de gesso acartonado

PLACA DE GESSO ACARTONADO				
Tipologia	Espessura (mm)	Comprimento (mm)	Largura (mm)	Peso (kg/m <sup>2</sup> )
ST	12,50	2000	600	10,00
	12,50	1800	1200	18,00
	12,50	2400	1200	24,00
	15,00	1800	1200	24,50
	15,00	2400	1200	32,50
RU	12,50	1800	1200	20,00
	12,50	2400	1200	27,00
	15,00	1800	1200	26,00
	15,00	2400	1200	35,00
RF	12,50	1800	1200	20,00
	12,50	2400	1200	28,00
	15,00	1800	1200	25,00
	15,00	2400	1200	35,00

Fonte: Adaptado de KNAUF, 2018b.

As placas também são classificadas em categorias, conforme a finalidade a que se destinam. São consideradas tipologias tradicionais as chapas (Figura 47):

- Standard ST: são as chapas padrões revestidas em cartão na cor marfim, destinadas a ser aplicadas em áreas secas;

- Resistente à umidade RU: são chapas que possuem, em sua composição, elementos hidrofugantes, revestidas em cartão na cor verde, destinadas a ser aplicadas em áreas úmidas, como banheiro, cozinha e área de serviço.

- Resistente ao fogo RF: são chapas revestidas em cartão na cor rosa, destinadas a ser aplicadas em áreas relacionadas a saídas de emergência das edificações. Luca (2000) informa que essas chapas recebem, na mistura do gesso, alguns aditivos e fibra de vidro, que, além de lhes conferirem maior resistência ao fogo, melhoram também a sua resistência à tração e reduzem sua absorção de água. No mercado, encontram-se disponibilizadas chapas RF que garantem tempo requerido de resistência ao fogo (TRRF) de 60 e 45 minutos.

**FIGURA 47** - Tipologias tradicionais de placas de gesso acartonado comercializadas no Brasil



Fonte: KNAUF, 2018b.

Existem também tipologias especiais de chapas de gesso acartonado comercializadas no mercado nacional, como:

- Placas flexíveis, que são mais delgadas e foram desenvolvidas para permitir a execução de vedações curvas em paredes e tetos, com raios a partir de 30 cm;

- Placas de maior desempenho acústico e mecânico, que possuem em sua composição aditivos especiais e fibra de vidro que garantem ao material maior índice de isolamento acústico e resistência mecânica em comparação às demais;

- Placas com blindagem à radiação, que possuem em sua composição adição de chumbo que blindam o revestimento a passagem de radiação por raios X.

Ressalta-se que todas as tipologias de placas de gesso acartonado comercializadas no Brasil são recomendadas para ser instaladas apenas em ambientes internos. A constituição das placas em gesso e do cartão, apesar de

receber aditivos hidrofugantes, como é o caso das placas *RU*, não garantem ao material resistência a altas taxas de umidade, como é o caso do ambiente externo das edificações (SILVA; SILVA, 2004).

Quanto à contribuição para o desempenho acústico dos sistemas de vedações, pode-se considerar a capacidade de isolamento das placas de gesso acartonado como sendo limitada, uma vez que se trata de um material de pouca densidade e por isso não é capaz de resistir a vibrações resultantes da incidência de ondas sonoras.

No entanto, alguns fornecedores disponibilizam, em seus catálogos de sistema de vedação, a possibilidade de associar placas de gesso acartonado duplas nas camadas de fechamento para melhoria do desempenho acústico. Mesmo assim, ainda é recomendado que se compense a limitação de desempenho com a adição de material absorvente acústico entre as camadas de fechamento interna e externa dos SVVE's estruturados em LSF (SILVA; SILVA, 2004).

Silva e Silva (2004) destacam que, em sistemas que utilizam o fechamento em placas de gesso acartonado, é inevitável ser contornada a acentuada transmissão de som por impacto (percussão). Entretanto, uma alternativa para amenizar o fenômeno de som oco é associar a instalação de placas de gesso acartonado com placas de OSB. Essa associação garante ao sistema maior densidade global e maior resistência mecânica à fixação de objetos de baixo peso sobre os planos de vedação, sem que haja necessidade de se prever reforços estruturais no sistema LSF.

Quanto ao isolamento térmico, novos materiais estão sendo desenvolvidos para aumentar o conforto térmico de elementos esbeltos aplicados em sistemas de vedação leves utilizados na construção civil. Um desses materiais é o *Phase Change Material*<sup>25</sup> (PCM), que se trata de um material de mudança de fase. Segundo Cardoso (2016), ao mudar de fase de sólidas para líquidas, as esferas microscópicas de cera adicionadas à composição dos materiais requerem calor e, no

---

<sup>25</sup> *Phase Change Material* pode ser definido de uma forma simplificada como material com a capacidade de alterar o seu estado físico em um determinado intervalo de temperatura, absorvendo ou libertando energia do meio envolvente. Durante esse processo de mudança de fase, a temperatura do PCM mantém-se praticamente constante. Quando a mudança de fase está completa, o aquecimento/arrefecimento contínuo resulta no aumento/diminuição da temperatura, de forma gradual e definida por uma propriedade denominada de calor sensível (DA SILVA, 2009).

processo inverso, o calor latente acaba por ser devolvido ao ambiente. Por isso, placas que possuam o PCM integrado à sua formulação terão maior capacidade de estocar calor e, assim, aumentarão a sua inércia térmica sem que haja necessidade de aumentar a sua massa.

Existem tipologias de chapas de gesso acartonado comercializadas no exterior que já possuem a adição desse material em sua composição. Um desses fornecedores é a Knauf, que, em parceria com a BASF, comercializa a linha Micronal® PCM SmartBoard. Cardoso (2016) cita em sua pesquisa que placas de gesso acartonado com espessura de 15 mm, constituídas de microcápsulas de PCM em suas formulações, possuem a mesma capacidade de estocagem de calor do que uma vedação vertical de 120 mm de espessura em tijolos cerâmicos e 90 mm de espessura em concreto.

Para garantia de melhor estética dos acabamentos monolíticos a ser aplicados sobre placas de gesso acartonado, é recomendada por fabricantes a utilização de placas dotadas de bordas rebaixadas, pois elas garantem ao tratamento das juntas acabamentos superiores aos executados sobre placas de bordas quadradas.

Para instalação das placas de gesso acartonado ao SVVE, é recomendada a sua fixação na posição vertical com a aplicação de juntas mínimas entre placas, garantindo também folga mínima de 10 mm sobre o piso para proteção contra a umidade ascendente.

As juntas verticais devem sempre ser posicionadas sobre a projeção dos montantes do LSF, enquanto as juntas horizontais devem ser dissimuladas. Sobre a abertura de portas e janelas, as placas devem ultrapassar as suas projeções e depois ser recortadas, formando, assim, um desalinhamento da junta em relação ao vão de abertura, conforme mesma orientação prevista para a instalação das placas cimentícias.

Sua fixação ao sistema LSF é por meio de parafusos cabeça trombeta e ponta broca TB25 a TB70 e Ø (3,5 mm x 45 mm ou 3,5 mm x 50 mm), dependendo da espessura ou do número de placas associadas que irão compor a camada do fechamento. Os parafusos devem ser fixados com uma distância de 250 mm entre si e espaçados 10 mm das bordas das placas.

Para o tratamento das juntas é importante seguir as recomendações técnicas de cada fabricante de placas de gesso acartonado. Nunca deverá ser utilizada massa de gesso ou massa corrida para a execução desse tratamento (KNAUF, 2018b). Os fornecedores comercializam massas prontas ou em pó para ser misturadas na obra que estão em conformidade com os requisitos da norma NBR 15758-1 (ABNT, 2009).

A Knauf (2018b) recomenda para o tratamento de juntas de seu produto: **i)** aplicar com uma desempenadeira a primeira camada de massa de tratamento ao longo de toda a junta para preencher as cavidades; **ii)** aplicar, ainda antes da cura da primeira massa, sobre o eixo da junta, uma fita de papel microperfurado de 50 mm de largura com o auxílio de uma espátula para pressioná-la até se encapsular dentro da superfície da massa (Figura 48); **iii)** aplicar, após a cura da primeira demão de massa, as demais demãos; **iv)** executar o lixamento para deixar o acabamento uniforme e no mesmo nível da placa; **v)** aplicar, para recobrimento das cabeças dos parafusos, a mesma massa de tratamento de juntas.

**FIGURA 48** - Detalhe de tratamentos de juntas em placas de gesso acartonado






Fonte: KNAUF, 2018b.

A Knauf (2018b) também recomenda utilizar, como reforço, fitas especiais em papel microperfurado de 50 mm de largura para acabamento de cantos. Para execução de reparos pontuais, deve-se usar fita telada em fibra de vidro de 50 mm de largura, conforme Quadro 15.



**QUADRO 15** - Tipologias de fitas auxiliares para tratamento de juntas em placas de gesso acartonado

IMAGEM	DESCRIÇÃO	LARGURA	COMPRIMENTO	UTILIZAÇÃO
	Fita de papel microperfurado	50 mm	150 m	Tratamento de juntas em paredes, tetos e revestimentos
	Fita de papel microperfurado com reforço nos cantos	50 mm	30 m	Proteção e reforço nos cantos vivos de paredes e colunas contra impactos leves
	Fita telada de fibra de vidro	50 mm	90 m	Tratamento de trincas e pequenos reparos

Fonte: Adaptado de KNAUF, 2018b.

Devido à cultura dos instaladores de placas de gesso acartonado em utilizar fita telada no tratamento das juntas, a Knauf (2018b) desenvolveu testes em sistemas com a utilização desse material e foram observados resultados não satisfatórios quando comparados ao uso de fitas de papel microperfurado. Por esse motivo, o fornecedor desaconselha a sua utilização.

Como a maioria dos materiais aplicados na construção civil, as placas de gesso acartonado também passam pelo fenômeno de dilatação. Portanto, é necessário prever juntas de movimentação para evitar a fissuração em SVVE's que utilizam camada de placas simples com áreas superiores a 50 m<sup>2</sup>, quando utilizados camadas duplas com áreas superiores a 70 m<sup>2</sup>. Em todos os casos, a distância entre as juntas deve ser superior a 15 m (SILVA; SILVA, 2004).

Quanto à aplicação da camada de revestimento estético sobre as placas de gesso acartonado, é possível instalar desde pinturas simples até revestimentos cerâmicos.

O acabamento monolítico analisado nesta pesquisa trata-se do revestimento em pintura para ser aplicado sobre as placas de gesso acartonado instaladas na camada interna do SVVE.

Para Silva e Silva (2004), a aplicação das camadas de pintura pode ocorrer diretamente sobre o cartão das placas, após o lixamento das juntas tratadas. No entanto, a SAINT-GOBAIN (2011) constata que esse procedimento não assegura o melhor acabamento estético, pois costumam ficar visíveis as marcações dos tratamentos de juntas executadas. Portanto, para obter o maior grau de acabamento no revestimento de placas de gesso acartonado com pintura, recomenda-se que toda a superfície das placas seja primeiramente emassada com massa corrida regularizadora, lixada e posteriormente pintada.

#### **4. ANÁLISE TÉCNICA DO SISTEMA DE VEDAÇÃO VERTICAL EXTERNO ESTRUTURADO EM *LIGHT STEEL FRAMING***

No contexto nacional ainda existe resistência cultural quanto à credibilidade do desempenho de SVVEs estruturados em LSF, principalmente no que diz respeito ao seu desempenho, pois se trata de uma estrutura que não possui massa similar à de um sistema de vedação em alvenaria.

Devido a esse preconceito, fornecedores dos componentes da tecnologia de vedação leve vêm buscando normatizar seus sistemas, a fim de afastar o receio dos usuários.

No país, existe normatização que padroniza a fabricação de vários componentes constituintes dos SVVEs pesquisados, conforme listado nos Quadros de 1 a 5. Porém, esta pesquisa não localizou nenhuma publicação de norma brasileira que padronize o sistema EIFS.

No entanto, para analisar a viabilidade técnica da aplicação da tecnologia de SVVEs estruturados em LSF, é importante que sejam avaliados os resultados atingidos de desempenho global de todo o sistema de vedação empregado, desde a estruturação dos painéis até as camadas de revestimento instaladas.

Para tanto, a metodologia de análise do desempenho contemplou como método de avaliação os dados publicados por fornecedores e institutos nacionais e internacionais, quando os SVVEs pesquisados ou similares foram submetidos às condições de ensaio e à padronização dos resultados de desempenho.

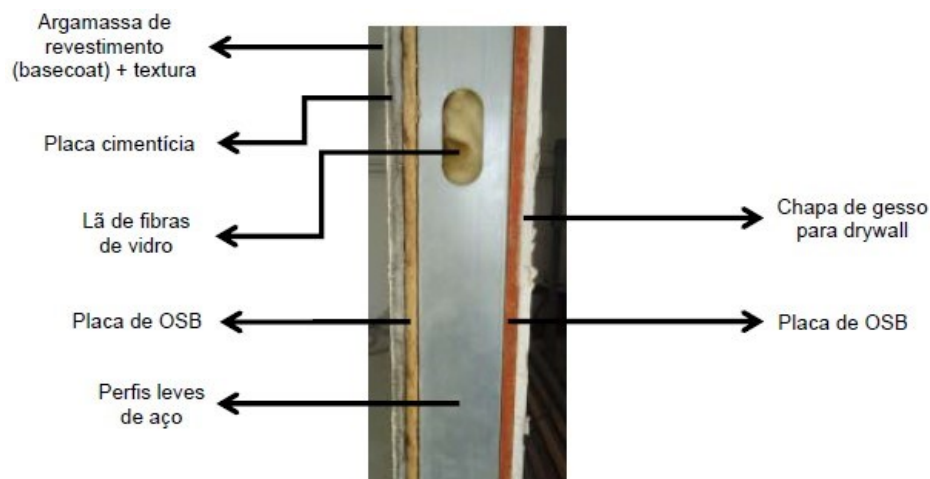
Após essa etapa, para avaliar a viabilidade técnica dos SVVEs, a pesquisa copilou os dados levantados e os confrontou aos resultados satisfatórios da norma de desempenho NBR 15575-4 (ABNT, 2013h) e DIRETRIZ SiNAT N. 009 (BRASIL, 2016b).

Como a composição dos SVVEs estruturados em LSF pode ser executada de inúmeras maneiras, devido à possibilidade de incorporação de multicamadas de revestimentos internos e externos, esta pesquisa delimitou o objeto de estudo em duas tipologias distintas de SVVEs.

No entanto, a composição estrutural definida para as duas tipologias é diferenciada somente pela alternância da aplicação de materiais específicos a ser aplicados como fechamento da camada externa, como pode-se observar a seguir:

- SVVE – 01 sistema constituído de: **i)** camada interna em placas de OSB de espessura de 11,1 mm associadas a placas de gesso acartonado de espessura de 12,5 mm, emassadas com massa corrida e pintadas; **ii)** estrutura em perfis LSF com espessura mínima de 0,8 mm; **iii)** camada de isolamento intermediária em lã de vidro de espessura de 50 mm e densidade de 100 kg/m<sup>3</sup>; **iv)** camada externa em placas de OSB de espessura de 11,1 mm, revestida em camada impermeabilizante permeável ao vapor d'água e impermeável à água, com posterior associação em placas cimentícias de espessura de 10,0 mm, revestidas em *basecoat* texturizado como acabamento estético (Figura 49).

**FIGURA 49** - Composição estrutural do SVVE-01

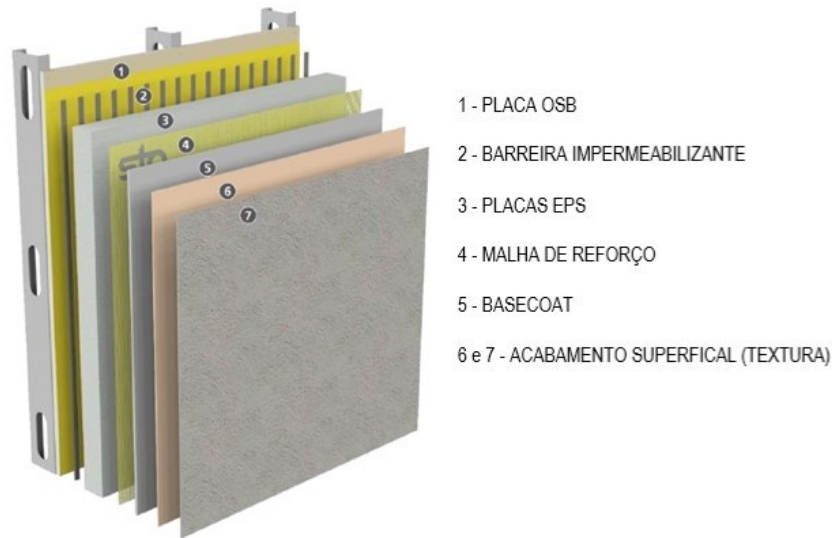


Fonte: BRASIL, 2016c.

- SVVE – 02 sistema constituído de: **i)** camada interna em placas de OSB de espessura de 11,1 mm associadas a placas de gesso acartonado de espessura de 12,5 mm emassadas com massa corrida e pintadas; **ii)** estrutura em perfis de LSF com espessura mínima de 0,8 mm; **iii)** camada de isolamento intermediária em lã de vidro de espessura de 50 mm e densidade de 100 kg/m<sup>3</sup>; **iv)** camada externa em placas de OSB de espessura de 11,1 mm, revestida com o sistema EIFS, que conta com a aplicação de barreira química impermeabilizante, adesivo à base de polímero modificado de cimento Portland, instalação de placas de EPS de densidade 16 kg/m<sup>3</sup> e espessura de 102 mm, revestida em *basecoat*, com

acrécimo de malha padrão de reforço em fibra de vidro de densidade 153 g/m<sup>2</sup> com posterior aplicação de acabamento texturizado a base de resina acrílica (Figura 50).

**FIGURA 50** – Composição estrutural da camada externa do SVVE-02



Fonte: Adaptado de STO, 2017a.

A publicação da DIRETRIZ SiNAT N. 009 (BRASIL, 2016b) consolida como devem ser realizados todos os testes e quais são os resultados satisfatórios que a norma NBR 15575-4 (ABNT, 2013h) estabelece para avaliação de desempenho e durabilidade de SVVEs leves, sem função estrutural, composto por multicamadas estruturadas em LSF com fechamento em chapas delgadas revestidas em argamassa. Além dos critérios abordados pela norma brasileira de desempenho, essa publicação também aborda outros critérios adicionais como: *Resistência a cargas pontuais externas; Resistência de aderência da argamassa ao substrato; Permeabilidade ao ar; Durabilidade: Envelhecimento natural.*

O objeto de análise dessa diretriz leva em consideração somente a avaliação de sistemas similares ao SVVE-01, que utiliza como camada externa a placa cimentícia. A tipologia SVVE-02, que utiliza como camada externa o EIFS, mesmo sendo um sistema que possui como característica padrão o revestimento de placas isolantes em argamassa reforçadas tipo *basecoat*, método similar ao utilizado para revestimento de placa cimentícia, não foi considerada como um material abordado a ser avaliado por essa diretriz.

No entanto, devido ao caráter avaliativo mais completo da diretriz, em comparação à norma NBR 15575-4 (ABNT, 2013h), são considerados para efeito de análise desta pesquisa os critérios de desempenho por ela abordados.

Como ainda não foram publicados DATec's relacionados a testes realizados em SVVEs baseados na DIRETRIZ SiNAT N. 009 (BRASIL, 2016b), foram levantados com os fornecedores, ou por meio de dados publicados, resultados de desempenho dos SVVEs iguais ou similares aos objetos pesquisados para ser confrontados com os resultados satisfatórios descritos nessa diretriz quanto ao desempenho global do sistema de vedação.

Os documentos que serviram de base de análise para discussão dos resultados foram:

- *DATec N. 030/2016 (Vencido) – Sistema Construtivo LP Brasil OSB em Light Steel Frame e fechamento em chapas de OSB revestidas com placa cimentícia* (BRASIL, 2016c): testes contratados pela empresa LB Brasil Ltda. para avaliação do desempenho do sistema construtivo em LSF, com o fechamento em placas de OSB associadas com placas cimentícias sob a luz da DIRETRIZ SiNAT N. 003/2016 (BRASIL, 2016a). O produto ensaiado por esse DATec se trata de SVVIE com função estrutural e sistemas de piso destinados à construção de casas térreas ou assobradadas com a seguinte composição:

- Camada externa: instalada em chapas OSB de espessura de 11,1 mm, revestidas com barreira permeável ao vapor d'água e impermeável à água, com posterior associação a placas cimentícias de espessura de 10 mm, revestidas em *basecoat* de textura acrílica;

- Estrutura do sistema: instalado em perfis leves de aço zincado, conformados a frio, com guias do tipo "U" de dimensões nominais de 90 mm (alma) x 40 mm (mesa) x 0,80 mm (espessura mínima) e montantes do tipo "Ue" de dimensões nominais de 90 mm (alma) x 40 mm (mesa) x 12 mm (enrijecedor) x 0,80 mm (espessura mínima) com espaçamento máximo entre montantes de 600 mm;

- Camada isolante: instalada em lã de fibra de vidro de espessura de 50 mm e densidade de 100 kg/m<sup>3</sup>;

- Camada interna: instalada em chapas OSB de espessura de 11,1 mm associadas a placas de gesso acartonado de espessura de 12,50 mm revestidas com pintura.

Apesar de se tratar de um SVVE estrutural, diferentemente da proposição desta pesquisa, foram correlacionados os dados referentes ao seu desempenho global, porque a similaridade com o SVVE-01 em análise só é afetada quanto a questões relacionadas a desempenho estrutural.

- *ESR-1748 - Thermal and moisture protection. Exterior Insulation and Finish Systems. Water drainage exterior Insulation and Finish System. Report Holder: STO Corp (ICC, 2018a)*<sup>26</sup>: testes contratados pela empresa Sto Corp para avaliação do desempenho do sistema construtivo em LSF com a utilização do sistema de revestimento em EIFS StoTherm ® ci sob a luz do *International Building Code* (2018, 2015 e 2012) e do *International Residential Code*<sup>27</sup> (2018, 2015 e 2012).

Esse fornecedor testou algumas tipologias de SVVE que podem utilizar o sistema EIFS StoTherm ® ci comercializado. No entanto, para análise desta pesquisa, foram destacados os resultados de desempenho da utilização do EIFS quando instalado no sistema *Classic* com malha de reforço padrão inserida no *basecoat*. Esse sistema possui similaridade à composição de camadas pesquisadas do SVVE-02:

- Camada externa: instalada em placas de gesso apropriadas para áreas externas com espessura de 15 mm, revestida com o sistema EIFS constituído de: **i)** aplicação de barreira química impermeabilizante; **ii)** adesivo à base de polímero modificado de cimento Portland; **iii)** placas de EPS tipo I com espessura máxima de 102 mm em conformidade com a norma ASTM C 578 (ASTM, 2018a); **iv)** revestimento em *basecoat* à base de polímero modificado de cimento Portland com

---

<sup>26</sup> O *International Code Council* (ICC) é uma associação estadunidense que se dedica ao desenvolvimento de códigos e padrões de modelos usados no processo de projeto e construção de estruturas seguras, sustentáveis e acessíveis (ICC, 2019a).

<sup>27</sup> O *International Building Code* (IBC) e o *International Residential Code* (IRC) são publicações comercializadas pelo ICC que apresentam os códigos internacionais referentes ao ambiente construído, abordando desde o projeto à instalação dos materiais e os seus desempenhos (ICC, 2018b).

acréscimo de malha padrão de reforço em fibra de vidro de densidade 153 g/m<sup>2</sup> com posterior aplicação de acabamento texturizado à base de resina acrílica;

- Estrutura do sistema em perfis de aço galvanizado conformado a frio espaçados de no máximo 400 mm entre montantes;

- Camada interna em placas de gesso acartonado de espessura 12,5 mm.

Como não são descritos na publicação mais detalhes dos materiais aplicados em todas as camadas constituintes do SVVE e no Brasil não é comercializada a tipologia de placa de gesso acartonado apropriada para a utilização externa, os resultados dessa documentação são analisados apenas como referenciais para avaliação da tipologia proposta para o sistema SVVE-02.

- *Guide Specification A100G - StoTherm® ci Classic* (STO, 2018): trata-se de um guia de especificação e instalação completo apresentado pela empresa Sto Corp para divulgação das características técnicas do sistema EIFS StoTherm® ci Classic. Nessa publicação, ainda são apresentados resultados de testes de desempenho executados à luz das normas ASTM e NFPA.

A documentação não descreve por completo o SVVE ensaiado e trata de forma isolada os resultados de desempenho somente da camada externa executada com o sistema EIFS StoTherm® ci Classic. Portanto, os dados extraídos dessa publicação são analisados de forma complementar para auxiliar na avaliação da tipologia proposta para o sistema SVVE-02.

- *Sistema Construtivo em Light Steel Frame com Revestimento Externo em EIFS – Aspectos e Gargalos do Processo Executivo* (WOLFART, 2016): trata-se de uma monografia de graduação que expõe o estudo da aplicação do sistema construtivo em LSF, com a utilização do revestimento da camada externa em EIFS. O objeto desse estudo foi avaliar os resultados de desempenho térmico e acústico aferidos em um conjunto habitacional de edificações assobradadas e geminadas, construído em Canoas-RS. Para isso, foram apresentados ensaios laboratoriais e de campo que foram desenvolvidos à luz da norma NBR 15575-4 (ABNT, 2013h).

A composição das camadas do SVVE analisada nessa monografia é idêntica à proposta apresentada nesta pesquisa para a avaliação da tipologia SVVE-02.



Nos próximos tópicos deste capítulo, serão apresentados quais são os critérios de desempenho que deverão ser atingidos pelas tipologias de SVVEs pesquisadas e a análise conclusiva de atendimento ou não desses critérios.

#### 4.1 Requisitos e critérios de desempenho e durabilidade

Os requisitos e critérios de desempenho e durabilidade aos quais as tipologias de SVVEs pesquisadas devem corresponder, conforme a norma NBR 15575-4 (ABNT, 2013h) e a DIRETRIZ SiNAT N. 009 (BRASIL, 2016b) são:

##### 4.1.1 Resistência estrutural e estabilidade global - estado limite último

Os SVVEs devem apresentar níveis específicos de segurança contra ruína. Para tanto, devem ser consideradas nos projetos as cargas permanentes como o peso próprio do sistema e as cargas acidentais (sobrecargas de utilização) advindas do vento e de deformações impostas, conforme as normas NBR 8681 (ABNT, 2003), NBR 6120 (ABNT, 1980) e NBR 6123 (ABNT, 1988). As condições recomendadas e a análise de atendimento dos SVVEs-01 e 02 ao critério de desempenho são apresentadas no Quadro 16.

**QUADRO 16** - Análise do critério: resistência estrutural e estabilidade global - estado limite último

ANÁLISE	
SVVE-01	Para analisar a resistência e a estabilidade global dos SVVEs-01 e 02, não foram encontrados resultados publicados que abordem testes sobre o critério em sistemas iguais ou similares.
SVVE-02	No entanto, como os sistemas pesquisados são constituídos por camada estruturante em montantes e guias de perfis de aço zincado conformados a frio e existe no Brasil normatização como a NBR 14762 (ABNT, 2010c) que trata do assunto de dimensionamento de estruturas de aço constituídas por esta tipologia de perfil, pode-se considerar a estruturação dos sistemas pesquisados como sendo uma tecnologia construtiva já consolidada, cabendo somente aos projetistas analisar na norma os requisitos mínimos a ser apresentados para situações de execução de SVVE estrutural ou não estrutural.
CONCLUSÃO	Os SVVE-01 e SVVE-02 são passíveis de atendimento ao critério normativo.

Fonte: O AUTOR, 2019.

#### 4.1.2 Deformações ou estados de fissuração do sistema - estado limite de serviço

Os SVVEs não devem apresentar deslocamentos maiores do que os descritos no Quadro 17, quando submetidos à ação de cargas laterais uniformemente distribuídas, como as ações do vento e de outras deformações impostas por variação de temperatura e umidade.

**QUADRO 17** - Deslocamentos máximos e ocorrência de falhas sob a ação de cargas de serviço

SOLICITAÇÃO	DESEMPENHO
Cargas permanentes e deformações impostas $S_d = S_{gk} + S_{ek}$	Não ocorrência de falhas, tanto nas paredes como nas interfaces da parede com outros componentes.
Cargas horizontais: $S_d^{(a)} = 0,9 S_{gk} + 0,8 S_{wk}$	Não ocorrência de falhas; Limitação dos deslocamentos horizontais: $d_{hr} \leq h/175$ , limitado a 3cm; $d_{hr} \leq h/1750$ .
<p>(<sup>a</sup>) No caso de ensaios de tipo considerar <math>S_d = S_{gk} + 0,8 S_{wk}</math> onde: <math>S_d</math> é a solicitação de cálculo; <math>h</math> é altura do elemento parede; <math>d_h</math> é o deslocamento horizontal instantâneo; <math>d_{hr}</math> é o deslocamento horizontal residual; <math>S_{gk}</math> é o valor característico da solicitação devida a cargas permanentes; <math>S_{wk}</math> é o valor característico da solicitação devida ao vento; <math>S_{ek}</math> é o valor característico da solicitação devido à movimentação específica do material.</p>	

Fonte: BRASIL, 2016b.

Em face das condições recomendadas, a análise de atendimento dos SVVEs-01 e 02 ao critério de desempenho é apresentada no Quadro 18.

**QUADRO 18** - Análise do critério: deformação ou estado de fissuração do sistema - estado limite de serviço (continua)

ANÁLISE	
SVVE-01	Para um plano de vedação similar ao SVVE-01, foram publicados, no DATec N. 030 (BRASIL, 2016c), resultados de teste que averiguaram o impacto da ação de cargas laterais uniformemente distribuídas com pressão de até 1,7 kPa, conforme as diretrizes das normas NBR 14762 (ABNT, 2010c) e NBR 15575-2 (ABNT, 2013g). Para até o valor de pressão adotada, a documentação garantiu a resistência do sistema analisado.

Fonte: O AUTOR, 2019.

**QUADRO 18** - Análise do critério: deformação ou estado de fissuração do sistema - estado limite de serviço (conclusão)

ANÁLISE	
SVVE-02	Para um plano de vedação similar ao SVVE-02, foram publicados, no relatório ESR-1748 (ICC, 2018a), resultados de testes que averiguaram a resistência da submissão de cargas de vento, sem a menção de qual diretriz normativa adotada. Os dados de resistência apresentados foram de 0,96 kPa para pressão negativa, e de 1,68 kPa para pressão positiva.
CONCLUSÃO	Como não foram encontrados dados que informem a limitação dos deslocamentos horizontais para nenhum dos sistemas pesquisados, conforme as proporções descritas no quadro 17, a análise de atendimento dos SVVE-01 e SVVE-02, de acordo com o critério normativo, é inconclusiva.

Fonte: O AUTOR, 2019.

#### 4.1.3 Cargas aplicadas na camada interna e na camada externa do sistema - peças suspensas

Os SVVEs não devem apresentar fissuras, deslocamentos horizontais instantâneos, deslocamentos horizontais residuais, lascamentos, rupturas, arrancamento dos dispositivos de fixação ou o seu esmagamento sob ação de cargas devidas às peças suspensas aplicadas na camada interna e externa do sistema, conforme o Quadro 19.

**QUADRO 19** - Cargas de ensaio e critérios para peças suspensas fixadas por mão-francesa padrão

CARGA DE ENSAIO APLICADA EM CADA PONTO	CARGA DE ENSAIO APLICADA EM CADA PEÇA, CONSIDERANDO DOIS PONTOS	DESEMPENHO
0,4 kN	0,8 kN	Não ocorrência de falhas que comprometam o estado limite de serviço Limitação dos deslocamentos horizontais: $d_h < h/500$ $d_{hr} < h/2\ 500$
<p>Onde:</p> <p><math>h</math> é altura do elemento parede;</p> <p><math>d_h</math> é o deslocamento horizontal instantâneo;</p> <p><math>d_{hr}</math> é o deslocamento horizontal residual.</p>		

Fonte: BRASIL, 2016b.

De acordo com as condições recomendadas, a análise de atendimento dos SVVEs-01 e 02 ao critério de desempenho é apresentada no Quadro 20.

**QUADRO 20** - Análise do critério: cargas aplicadas na camada interna e na camada externa do sistema - peças suspensas

ANÁLISE	
SVVE-01 E SVVE-02	<p>Para avaliar a resistência de cargas suspensas aplicadas nas camadas internas dos SVVEs-01 e 02, devido à constituição similar dos materiais aplicados nas duas tipologias pesquisadas, foi analisada o DATec N. 030 (BRASIL, 2016c) que publica resultados de resistência após a realização de testes conforme as diretrizes da norma NBR 15575-4 (ABNT, 2013h) para um sistema similar ao SVVE-01. Os dados apresentados podem ser considerados satisfatórios, pois a camada interna testada resistiu a 0,39 kN, quando submetida a cargas suspensas por meio de mão-francesa padrão fixada com parafusos para madeira (3,5 mm x 35 mm), e a 0,64 kN, quando submetida a cargas suspensas por meio de fixação do sistema <i>toglerbolt</i><sup>28</sup> ¼ - 20".</p> <p>Para análise da resistência de cargas suspensas aplicadas na camada externa dos SVVEs-01 e 02, não foram encontrados resultados publicados que abordem testes sobre o critério em sistemas iguais ou similares.</p> <p>No entanto, como a camada externa do SVVE-01 é composta pela mesma chapa de OSB aplicada na camada interna do sistema avaliado pelo DATec N. 030 (BRASIL, 2016c), porém com a associação à placa cimentícia, que se trata de um material que apresenta maior resistência mecânica em relação à placa de gesso acartonado, pode se concluir que possivelmente os resultados obtidos nesses testes tendem a ser iguais ou superiores aos apresentados para a camada interna.</p> <p>Para a avaliação da camada externa do SVVE-02, apesar de essa utilizar, como substrato base a mesma chapa de OSB, é inconclusivo qualquer tipo de análise sem que haja a publicação ou a realização de testes laboratoriais para averiguação da resistência do sistema EIFS.</p> <p>Dados que informem a limitação dos deslocamentos horizontais, conforme as proporções descritas no Quadro 19, não foram encontradas para nenhum dos sistemas pesquisados.</p>
CONCLUSÃO	<p>Para os SVVE-01 e SVVE-02, os dados apresentados classificam as camadas internas como passíveis de atendimento ao critério normativo. Já sobre as camadas externas, somente o SVVE-01 pode ser classificado como passível de atendimento, pois, para o SVVE-02, não foram encontrados dados para a análise.</p>

Fonte: O AUTOR, 2019.

#### 4.1.4 Resistência a impacto de corpo mole

Os SVVEs não devem apresentar rupturas ou instabilidade que caracterizem o estado limite último quando submetidos à ação progressiva de impactos de corpo mole, conforme as energias indicadas no Quadro 21.

<sup>28</sup> Bucha *toglerbolt* é um fixador utilizado para ancorar elementos em paredes ocas como *drywall*. Para garantir o aperto dos parafusos, essa bucha expande suas asas aumentando sua superfície de contato por trás da parede oca, distribuindo melhor o peso de sobrecarga comparado às buchas e parafusos comuns.

**QUADRO 21** - Deslocamentos máximos e ocorrência de falhas sob ação de impactos de corpo mole

ELEMENTO	ENERGIA DE IMPACTO DE CORPO MOLE (J)	DESEMPENHO
Impacto na camada externa (impactos nos montantes e entre montantes)	720	Não ocorrência de ruína (estado limite último)
	360	Não ocorrência de falhas (estado limite de serviço)
	240	Não ocorrência de falhas (estado limite de serviço) $d_h \leq h/62,5$ $d_{hr} \leq h/625$
Impacto na camada interna (impacto nos montantes e entre montantes). Somente para aqueles casos em que a chapa integra estruturalmente o sistema de vedação, não tendo somente a função de revestimento interno da vedação	360	Não ocorrência de ruptura nem o traspasse da parede pelo corpo percussor de impacto (estado limite último)
	180	
	120	Não ocorrência de falhas Limitação da ocorrência de deslocamento: $d_h \leq h/125$ ; $d_{hr} \leq h/625$
Revestimento interno das vedações verticais externas* (impactos entre montantes)	120	Não ocorrência de ruína (estado limite último). São admitidas falhas localizadas
	60	Não ocorrência de falhas (estado limite de serviço). Limitação da ocorrência de deslocamento: $d_h \leq h/125$ ; $d_{hr} \leq h/625$
<p>Onde:</p> <p><math>h</math> é altura do elemento parede;</p> <p><math>d_h</math> é o deslocamento horizontal instantâneo;</p> <p><math>d_{hr}</math> é o deslocamento horizontal residual.</p>		
<p>Nota:</p> <p>Está sendo considerado neste caso que o revestimento interno da parede de fachada multicamada não é integrante da estrutura da parede, nem componente de contraventamento, e que os materiais de revestimento empregados sejam de fácil reposição pelo usuário.</p>		

Fonte: BRASIL, 2016b.

Em face das condições recomendadas, a análise de atendimento dos SVVEs-01 e 02 ao critério de desempenho é apresentada no Quadro 22.

**QUADRO 22** - Análise do critério: resistência a impacto de corpo mole

ANÁLISE	
SVVE-01	<p>Para um plano de vedação similar ao SVVE-01, foram publicados, no DATec N. 030 (BRASIL, 2016c), resultados de resistência a impacto de corpo mole, conforme as diretrizes da norma NBR 15575-4 (ABNT, 2013h).</p> <p>A camada externa desse SVVE, quando submetida a energias de impacto entre 120 J e 480 J, não apresentou a ocorrência de falha no estado limite de serviço. A mesma camada, quando submetida a energias de impacto entre 720 J e 960 J, também não apresentou sinais de ruína.</p> <p>A camada interna, quando submetida a energias de impacto entre 60J e 120J, não apresentou ocorrência de falhas. Quando essa camada foi submetida a energia de impacto de 120 J, também não apresentou sinais de ruínas. Portanto, os dados apresentados para o sistema similar ao SVVE-01 demonstram ser satisfatórios.</p>
SVVE-02	<p>Para análise do SVVE-02, não foram encontrados resultados publicados que abordem testes sobre o critério em sistemas iguais ou similares.</p> <p>No entanto, como a camada interna possui a mesma constituição de materiais empregados no SVVE-01, possivelmente os resultados obtidos após os ensaios deverão ser semelhantes aos apresentados para esse sistema pesquisado.</p> <p>Contudo, é inconclusiva qualquer tipo de análise a respeito do desempenho da camada externa sem que haja a publicação de resultados ou execução de testes laboratoriais.</p>
CONCLUSÃO	<p>Para o SVVE-01, os dados apresentados classificam as camadas internas e externas como atendidas ao critério normativo.</p> <p>Para o SVVE-02, os dados apresentados classificam somente a camada interna como passível de atendimento, pois para a camada externa não foram encontrados dados para a análise.</p>

Fonte: O AUTOR, 2019.

#### 4.1.5 Solicitações transmitidas por portas para as paredes

Os SVVEs devem permitir o acoplamento de portas e resistir à ação de fechamentos bruscos com impactos nas folhas, não apresentando rupturas, fissurações, destacamentos e cisalhamentos no encontro do marco com o sistema ou destacamento em juntas entre os componentes. Sob a ação de impacto de corpo mole com energia de 240 J, aplicado no centro geométrico da folha da porta, esse elemento não deve apresentar arrancamento do marco ou ruptura com perda de estabilidade do sistema.

Em face das condições recomendadas, a análise de atendimento dos SVVEs-01 e 02 ao critério de desempenho é apresentada no Quadro 23.

**QUADRO 23** - Análise do critério: solicitações transmitidas por portas para as paredes

ANÁLISE	
SVVE-01	Para um plano de vedação similar ao SVVE-01, foram publicados, no DATec N. 030 (BRASIL, 2016c), os resultados de resistência a solicitações transmitidas por portas para as vedações conforme as diretrizes da norma NBR 15575-4 (ABNT, 2013h).  Os dados apresentados foram considerados satisfatórios, pois não foram apresentadas falhas como arrancamento do marco ou outras que comprometessem a estabilidade do sistema quando submetidas a impacto de corpo mole no centro geométrico da folha da porta de 240 J.
SVVE-02	Para análise do SVVE-02, não foram encontrados resultados publicados que abordem testes sobre o critério em sistemas iguais ou similares.
CONCLUSÃO	Para o SVVE-01, os dados apresentados classificam o sistema como atendidos ao critério normativo. Para o SVVE-02, como não foram encontrados dados, a análise de atendimento foi inconclusiva.

Fonte: O AUTOR, 2019.

#### 4.1.6 Resistência a impacto de corpo duro

Os SVVEs não devem apresentar fissuras, escamações, delaminações, ruptura ou traspassamento, admitindo somente mossas localizadas quando submetidos a impactos de corpo duro, conforme indicados no Quadro 24.

**QUADRO 24** - Requisitos de impacto de corpo duro

ELEMENTO	ENERGIA DE IMPACTO DE CORPO DURO (J)	DESEMPENHO
Impacto na camada externa do sistema	3,75	Não ocorrência de falhas, inclusive no revestimento (estado limite de serviço)
	20	Não ocorrência de ruína, caracterizada por ruptura ou traspassamentos (estado limite último)
Impacto na camada interna do sistema	2,5	Não ocorrência de falhas (estado limite de serviço)
	10	Não ocorrência de ruína, caracterizada por ruptura ou traspassamento (estado limite último)

Fonte: BRASIL, 2016b.

Em face das condições recomendadas, a análise de atendimento dos SVVEs-01 e 02 ao critério de desempenho é apresentada no Quadro 25.

**QUADRO 25** - Análise do critério: resistência impacto de corpo duro

ANÁLISE	
SVVE-01	<p>Para um plano de vedação similar ao SVVE-01, foram publicados, no DATec N. 030 (BRASIL, 2016c), resultados de resistência a impacto de corpo duro após a realização de ensaios, conforme as diretrizes da norma NBR 15575-4 (ABNT, 2013h).</p> <p>A camada externa do SVVE, quando submetida à energia de impacto de 3,75J, não apresentou a ocorrência de falha no estado limite de serviço. A mesma camada, quando submetida à energia de impacto de 20 J, também não apresentou rupturas ou traspassamentos que ocasionassem a sua ruína.</p> <p>A camada interna, quando submetida a energias de impacto de 2,5 J e 10 J, não apresentou ocorrência de falhas que comprometessem a estabilidade do sistema. Portanto, os dados revelados para o sistema similar ao SVVE-01 demonstram ser satisfatórios.</p>
SVVE-02	<p>Para análise do SVVE-02, não foram encontrados resultados publicados que abordem testes sobre o critério em sistemas iguais ou similares.</p> <p>No entanto, como a camada interna possui a mesma constituição de materiais empregados no SVVE-01, possivelmente os resultados obtidos após os ensaios deverão ser semelhantes aos apresentados para esse sistema pesquisado.</p> <p>Para a camada externa, o <i>Guide Specification A100G - StoTherm® ci Classic</i> (STO, 2018) informa que o sistema EIFS é capaz de suportar níveis de carga de impacto de corpo duro de 2,83 J, a até energias maiores de 17 J. Essa variação se deve às diferentes tipologias de malhas de reforços que podem ser aplicadas na camada <i>basecoat</i>.</p> <p>Como o SVVE-02 pesquisado prevê a instalação de malha padrão, a capacidade de resistência a impactos do sistema é limitada a 5,54 J.</p>
CONCLUSÃO	<p>Para o SVVE-01, os dados apresentados classificam as camadas interna e externa como atendidas ao critério normativo.</p> <p>Para o SVVE-02, os dados apresentados classificam as camadas interna e externa como passíveis de atendimento.</p>

Fonte: O AUTOR, 2019.

#### 4.1.7 Cargas de ocupação incidentes em parapeitos de janelas

Nos SVVEs, os parapeitos de janelas devem resistir aos impactos de corpo mole e corpo duro e aos esforços estáticos horizontais e verticais previstos na norma NBR 14718 (ABNT, 2008b), conforme o Quadro 26.



**QUADRO 26** - Esforços estáticos horizontais e verticais previstos na norma NBR 14718 (ABNT, 2008b)

ENSAIOS	DESEMPENHO
Determinação do esforço estático horizontal	O sistema não deve apresentar ruptura de qualquer de seus componentes e não deve ocorrer afrouxamento ou destacamento de componentes e dos elementos de fixação, com:  - Aplicação de carga de uso de 400 N/m.  - Aplicação de carga de segurança: equivalente a 1,7 vezes a carga de uso (680 N/m)
Determinação do esforço estático vertical	O sistema não deve apresentar ruptura e não deve ocorrer afrouxamento ou destacamento de componentes e dos elementos de fixação com a aplicação de carga de segurança (680 N/m)

Fonte: BRASIL, 2016b.

Em face das condições recomendadas, a análise de atendimento dos SVVEs-01 e 02 ao critério de desempenho é apresentada no Quadro 27.

**QUADRO 27** - Análise do critério: cargas de ocupação incidentes em parapeitos de janelas

ANÁLISE	
SVVE-01	<p>Para um plano de vedação similar ao SVVE-01, foram publicados, no DATec N. 030 (BRASIL, 2016c), resultados de resistência a cargas de ocupação incidentes em parapeitos de janelas após a realização de ensaios conforme as diretrizes da norma NBR 14718 (ABNT, 2008b).</p> <p>A documentação se limita a garantir ao sistema, sem mencionar dados quantitativos, sua resistência ao esforço estático horizontal, tanto do sentido da camada interna para a externa, quando para o sentido oposto; e do esforço estático vertical, considerando a análise como satisfatória para garantia de atendimento a norma.</p>
SVVE-02	<p>Para análise do SVVE-02, não foram encontrados resultados publicados que abordem testes sobre o critério em sistemas iguais ou similares.</p> <p>No entanto, como a camada interna possui a mesma constituição de materiais empregados no SVVE-01, possivelmente os resultados obtidos após os ensaios deverão ser semelhantes aos apresentados para esse sistema pesquisado.</p> <p>Contudo, é inconclusivo qualquer tipo de análise a respeito do desempenho da camada externa sem que haja a publicação de resultados ou execução de testes laboratoriais.</p>
CONCLUSÃO	<p>Para o SVVE-01, os dados apresentados classificam as camadas interna e externa como atendidas ao critério normativo.</p> <p>Para o SVVE-02, os dados apresentados classificam somente a camada interna como passível de atendimento, pois não foram encontrados dados para avaliação da camada externa.</p>

Fonte: O AUTOR, 2019.

#### 4.1.8 Resistência a cargas pontuais externas

Os SVVEs não podem apresentar falhas como fissuras, lascamentos ou rupturas, deslocamentos horizontais instantâneos superiores a  $h/500$  ou deslocamentos horizontais residuais acima de  $h/2500$  (onde o  $h$  é a altura do plano de vedação). Além desses, os sistemas também não devem comprometer o estado limite de serviço sob ação de cargas horizontais decorrentes de operações de manutenção, por exemplo, o arrancamento ou esmagamento superficial das camadas internas ou externas devido ao apoio de extremidades de escadas.

Em face das condições recomendadas, a análise de atendimento dos SVVEs-01 e 02 ao critério de desempenho é apresentada no Quadro 28.

**QUADRO 28** - Análise do critério: resistência a cargas pontuais externas

ANÁLISE	
SVVE-01 E SVVE-02	Para análise dos SVVEs-01 e 02, não foram encontrados resultados publicados que abordem testes sobre o critério em sistemas iguais ou similares.  Portanto, é inconclusivo qualquer tipo de análise a respeito do desempenho dos sistemas sem que haja a publicação de resultados ou execução de testes laboratoriais.
CONCLUSÃO	Para os SVVE-01 e SVVE-02, como não foram encontrados dados, as análises de atendimento foram inconclusivas.

Fonte: O AUTOR, 2019.

#### 4.1.9 Resistência de aderência da argamassa ao substrato

Nos SVVEs, o sistema de revestimento composto pela argamassa e pela tela de reforço (*basecoat*) aplicado na camada externa deve apresentar resistência média de aderência à tração de no mínimo 0,3 MPa quando submetidos aos ensaios da norma NBR 13528 (ABNT, 2010a).

Em face das condições recomendadas, a análise de atendimento dos SVVEs-01 e 02 ao critério de desempenho é apresentada no Quadro 29.

**QUADRO 29** - Análise do critério: resistência de aderência da argamassa ao substrato

ANÁLISE	
SVVE-01	Para análise do SVVE-01, não foram encontrados resultados publicados que abordem testes sobre o critério em sistemas iguais ou similares.  Portanto, é inconclusivo qualquer tipo de análise a respeito do desempenho dos sistemas, sem que haja a publicação de resultados ou execução de testes laboratoriais.
SVVE-02	Para um plano de vedação similar ao SVVE-02, foi publicada, pelo <i>Guide Specification A100G - StoTherm® ci Classic</i> (STO, 2018), uma análise de resultados quanto à resistência da tração de aderência do sistema EIFS ao substrato, após a realização de ensaios conforme as diretrizes da norma ASTM C297 (ASTM, 2016a). A documentação se limita a garantir ao sistema resistência de adesão superior a 0,103 MPa.  Portanto, com essa informação não é possível concluir sobre o desempenho do sistema de revestimento utilizado na camada.
CONCLUSÃO	Como para o SVVE-01 não foram encontrados dados e para o SVVE-02 foram levantadas informações superficiais, as análises de atendimento foram inconclusivas.

Fonte: O AUTOR, 2019.

#### 4.1.10 Segurança contra incêndio - desempenho das camadas interna e isolamento

Nos SVVEs, a camada interna de acabamento e os isolantes instalados no miolo do sistema devem dificultar a ocorrência de inflamação generalizada em incêndios. De acordo com os dados da norma NBR 9442 (ABNT, 1986), representados no Quadro 30, os materiais que compõem as camadas internas dos SVVEs devem ser classificados como:

- I, II A ou III A, quando estiverem associados a espaços de cozinha;
- I, II A, III A ou IV A, quando estiverem associados a outros locais internos da habitação, exceto cozinhas;
- I ou II A, quando estiverem associados a locais de uso comum da edificação;
- I ou II A, quando estiverem associados ao interior de escadas, porém com Dm inferior a 100;
- Os materiais empregados como isolantes térmicos devem ser classificados como I, II A ou III A.

**QUADRO 30** - Classificação dos materiais com base na norma NBR 9442 (ABNT, 1986)

CLASSE – MÉTODO DE ENSAIO		ISO 1182	NBR 9442	ASTM E 662
I		Incombustível $\Delta t \leq 30^{\circ}\text{C}$ ; $\Delta m \leq 50\%$ $t_f \leq 10\text{s}$	-	-
II	A	Combustível	$l_p \leq 25$	$D_m \leq 450$
	B	Combustível	$l_p \leq 25$	$D_m > 450$
III	A	Combustível	$25 < l_p \leq 75$	$D_m \leq 450$
	B	Combustível	$25 < l_p \leq 75$	$D_m > 450$
IV	A	Combustível	$75 < l_p \leq 150$	$D_m \leq 450$
	B	Combustível	$75 < l_p \leq 150$	$D_m > 450$
V	A	Combustível	$150 < l_p \leq 400$	$D_m \leq 450$
	B	Combustível	$150 < l_p \leq 400$	$D_m > 450$
VI		Combustível	$l_p > 400$	-

**Notas:**  $\Delta m$  – Variação da massa do corpo de prova;  $t_f$  – Tempo de flamejamento do corpo de prova;  $l_p$  – Índice de propagação superficial de chama;  $D_m$  – Densidade específica óptica máxima de fumaça;  $\Delta t$  – Variação da temperatura no interior do forno; ISO 1182 – “Buildings materials – non – combustibility test”; ABNT NBR 9442 - Materiais de Construção - Determinação do índice de propagação superficial de chama pelo método do painel radiante - Método de Ensaio; ASTM E 662 – “Standard test method for specific optical density of smoke generated by solid materials”.

Fonte: ABNT, 2013h.

Em face das condições recomendadas, a análise de atendimento dos SVVEs-01 e 02 ao critério de desempenho é apresentada no Quadro 31.

**QUADRO 31** - Análise do critério: segurança contra incêndio - desempenho das camadas interna e isolamento (continua)

ANÁLISE	
SVVE-01	<p>Para um plano de vedação similar ao SVVE-01, foi publicado, no DATec N.030 (BRASIL, 2016c), a classificação dos materiais aplicados em sistemas de fechamento das camadas interna e de isolamento, conforme as diretrizes da norma NBR 9442 (ABNT, 1986).</p> <p>No sistema avaliado pela documentação, foram aplicadas placas de gesso acartonado na camada interna do SVVE e lâ de vidro na camada de isolamento, ambas com classificação II-A.</p> <p>Portanto, os materiais aplicados nessas camadas são passíveis de ser instalados em quaisquer dos ambientes listados no Quadro 30.</p>

Fonte: O AUTOR, 2019.

**QUADRO 31** - Análise do critério: segurança contra incêndio - desempenho das camadas interna e isolamento (conclusão)

ANÁLISE	
SVVE-02	Para análise do SVVE-02, não foram encontrados resultados publicados que abordem testes sobre o critério em sistemas iguais ou similares.  No entanto, como as camadas internas e de isolamento possuem a mesma constituição de materiais empregados no SVVE-01, pode-se concluir que, nesse critério, o SVVE-02 também será classificado como categoria II-A, apresentando desempenho satisfatório pela normatização.
CONCLUSÃO	Para os SVVE-01 e SVVE-02, os dados apresentados classificam as camadas internas e de isolamento como atendidas ao critério normativo.

Fonte: O AUTOR, 2019.

#### 4.1.11 Segurança contra incêndio - desempenho da camada externa

Nos SVVEs, a camada externa da vedação é a responsável por dificultar a propagação do incêndio para o exterior da edificação. Esse conjunto de componentes deve possuir classificação entre I a II B, conforme o Quadro 30.

Em face das condições recomendadas, a análise de atendimento dos SVVEs-01 e 02 ao critério de desempenho é apresentada no Quadro 32.

**QUADRO 32** - Análise do critério: segurança contra incêndio - desempenho da camada externa

ANÁLISE	
SVVE-01	Para um plano de vedação similar ao SVVE-01, foi publicado, no DATec N. 030 (BRASIL, 2016c), a classificação dos materiais aplicados em sistemas de fechamento da camada externa, conforme as diretrizes da norma NBR 9442 (ABNT, 1986).  No sistema avaliado pela documentação, foram aplicadas placas cimentícias com classificação II-A. Portanto, o material aplicado na camada atende aos quesitos normativos.
SVVE-02	Para análise do SVVE-02, o <i>Guide Specification A100G - StoTherm® ci Classic</i> (STO, 2018) publica dados de $l_p \leq 25$ e $D_m \leq 450$ para o conjunto de materiais aplicados no sistema EIFS, que utiliza placa isolante em EPS de espessura máxima de 102 mm e revestimento em <i>basecoat</i> armado.  Esses dados classificam o sistema EIFS como categoria II-A à luz da norma NBR 9442 (ABNT, 1986). Portanto, o sistema de revestimento para a camada externa atende aos requisitos normativos.
CONCLUSÃO	Para os SVVE-01 e SVVE-02, os dados apresentados classificam as camadas externas como atendidas ao critério normativo.

Fonte: O AUTOR, 2019.

#### 4.1.12 Segurança contra incêndio - estabilidade estrutural: compartimentação horizontal

Os SVVEs têm a função de exercer a compartimentação horizontal nas edificações para evitar a propagação de incêndio por meio das fachadas. Como a norma NBR 15575-4 (ABNT, 2013h) se limita a retratar apenas edificações multifamiliares de até cinco pavimentos, para essa tipologia de construção é requerido que os SVVEs possuam tempo requerido de resistência ao fogo (TRRF) de no mínimo 30 minutos.

Em face das condições recomendadas, a análise de atendimento dos SVVEs-01 e 02 ao critério de desempenho é apresentada no Quadro 33.

**QUADRO 33** - Análise do critério: segurança contra incêndio - estabilidade estrutural: compartimentação horizontal

ANÁLISE	
SVVE-01	Para um plano de vedação similar ao SVVE-01, foram publicados, no DATec N. 030 (BRASIL, 2016c), resultados de tempo de resistência ao fogo após a realização de ensaios conforme as diretrizes da norma NBR 5628 (ABNT, 2001a).  Os dados apresentados foram considerados satisfatórios, pois, quando o sistema foi submetido a uma carga de incêndio de 0,7 tf, ele respondeu com TRRF de 45 minutos.
SVVE-02	Para um plano de vedação similar ao SVVE-02, o relatório ESR-1748 (ICC, 2018a) limitou-se a garantir, sem descrever menção a qual diretriz de ensaio fora adotada, que o sistema de vedação que utiliza o EIFS como camada externa respondeu com TRRF de 60 minutos. Como a constituição das camadas interna e de isolamento do SVVE-02 são iguais à do SVVE-01 e os dados apresentados de TRRE da camada externa em EIFS são satisfatórios, o SVVE-02 também se mostra passível de atendimento ao critério normativo.
CONCLUSÃO	Para os SVVE-01 e SVVE-02, os dados apresentados classificam os sistemas como atendidos ao critério normativo.

Fonte: O AUTOR, 2019.

#### 4.1.13 Segurança contra incêndio: estabilidade estrutural – compartimentação vertical

Os SVVEs devem garantir, de forma geral, por meio da compartimentação vertical proporcionada pelas vedações, resposta de TRRF de mínimo de 30 minutos, conforme requisitos das normas NBR 15575-4 (ABNT, 2013h) e NBR 14432 (ABNT, 2001b). Como o critério aborda a compartimentação vertical, todos os elementos

utilizados nos SVVEs devem atender ao critério normativo, inclusive os selos corta fogo, convencionalmente instalados como dispositivos de segurança contra incêndios em fachadas e cortinas.

Em face das condições recomendadas, a análise de atendimento dos SVVEs-01 e 02 ao critério de desempenho é apresentada no Quadro 34.

**QUADRO 34** - Análise do critério: segurança contra incêndio: estabilidade estrutural – compartimentação vertical

ANÁLISE	
SVVE-01 E SVVE-02	Para análise dos SVVEs-01 e 02, não foram encontrados resultados publicados que abordem testes sobre o critério em sistemas iguais ou similares.  Portanto, é inconclusiva qualquer tipo de análise a respeito do desempenho dos sistemas sem que haja a publicação de resultados ou execução de testes laboratoriais.
CONCLUSÃO	Para os SVVE-01 e SVVE-02, como não foram encontrados dados, as análises de atendimento foram inconclusivas.

Fonte: O AUTOR, 2019.

#### 4.1.14 Estanqueidade à água de chuva

Os SVVEs devem garantir a estanqueidade à água de chuva, considerando a ação do vento, tomando-se como referência as condições de exposição de cada região do país, conforme as normas NBR 10821-2 (ABNT, 2017) e NBR 15575-4 (ABNT, 2013h).

Em face das condições recomendadas, a análise de atendimento dos SVVEs-01 e 02 ao critério de desempenho é apresentada no Quadro 35.

**QUADRO 35** - Análise do critério: estanqueidade à água de chuva (continua)

ANÁLISE	
SVVE-01	Para um plano de vedação similar ao SVVE-01, foram publicados, no DATec N. 030 (BRASIL, 2016c), resultados de estanqueidade à água de chuva após a realização de ensaios laboratoriais, conforme as diretrizes da norma NBR 15575-4 (ABNT, 2013h).  Os dados apresentados consideraram o sistema estanque quando submetidos a condições de pressão de 50 Pa e 3,0 L/min/m <sup>2</sup> , após a realização de ensaios de choque térmico.  Nessas condições, o sistema de vedação não apresentou infiltrações, formação de gotas de água aderentes na camada interna, manchas de umidade ou vazamentos.

Fonte: O AUTOR, 2019.

**QUADRO 35** - Análise do critério: estanqueidade à água de chuva (conclusão)

ANÁLISE	
SVVE-02	Para um plano de vedação similar ao SVVE-02, foram publicados, pelo <i>Guide Specification A100G - StoTherm® ci Classic</i> (STO, 2018), resultados de estanqueidade após a realização de ensaios de 10 ciclos de submissão a cargas transversais e pulverização de água durante 15 minutos a uma pressão diferencial de 137 Pa, conforme as diretrizes das ASTM E 1233 (ASTM, 2014), ASTM E 72 (ASTM, 2015) e ASTM E 331 (ASTM, 2016b).  Nessas condições, o sistema de vedação não apresentou penetração de água.
CONCLUSÃO	Como a norma NBR 15575-4 (ABNT, 2013h) correlaciona os resultados de desempenho desse critério à localização geográfica no território nacional, os resultados relatados nesta pesquisa classificam os SVVE-01 e SVVE-02 como passíveis de atendimento ao critério normativo.

Fonte: O AUTOR, 2019.

#### 4.1.15 Permeabilidade à água da camada externa

Nos SVVEs, a camada externa de acabamento dos sistemas não deve permitir, em uma área de exposição de dimensões 34 cm x 16 cm, a penetração de água superior a 30 cm<sup>3</sup> por um período de 24 horas. Os critérios de ensaio são descritos no anexo D da norma NBR 15575-4 (ABNT, 2013h)

Em face das condições recomendadas, a análise de atendimento dos SVVEs-01 e 02 ao critério de desempenho é apresentada no Quadro 36.

**QUADRO 36** - Análise do critério: permeabilidade à água da camada externa

ANÁLISE	
SVVE-01 E SVVE-02	Para análise dos SVVEs-01 e 02, não foram encontrados resultados publicados que abordem testes sobre o critério em sistemas iguais ou similares.  Portanto, é inconclusiva qualquer tipo de análise a respeito do desempenho dos sistemas sem que haja a publicação de resultados ou execução de testes laboratoriais.
CONCLUSÃO	Para os SVVE-01 e SVVE-02, como não foram encontrados dados, as análises de atendimento foram inconclusivas.

Fonte: O AUTOR, 2019.



#### 4.1.16 Umidade decorrente da ocupação do imóvel

Os SVVEs não devem permitir a infiltração de água na área de contato com piso de áreas molháveis e molhadas.

Considerando as condições recomendadas, a análise de atendimento dos SVVEs-01 e 02 ao critério de desempenho é apresentada no Quadro 37.

**QUADRO 37** - Análise do critério: umidade decorrente da ocupação do imóvel

ANÁLISE	
SVVE-01	<p>Para um plano de vedação similar ao SVVE-01, foram publicados, no DATec N. 030 (BRASIL, 2016c), resultados de estanqueidade e percolação de umidade na área de pisos molháveis e molhados em um sistema instalado em Colatina-ES.</p> <p>Neste teste, não foi observada a ocorrência de infiltrações, portanto, foi considerado atendido o critério de desempenho.</p>
SVVE-02	<p>Para análise do SVVE-02, não foram encontrados resultados publicados que abordem testes sobre o critério em sistemas iguais ou similares</p> <p>No entanto, como os fornecedores dos sistemas consideram, em seus manuais de instalação, a previsão de instalação dos planos de vedação somente após a execução de impermeabilização da camada base de fixação da estrutura metálica e a posterior instalação dos elementos que compõem as camadas interna e externa suspensas da superfície do piso acabado, os cumprimentos dessas recomendações possivelmente eliminam a possibilidade de existência de umidade por percolação de pisos em edificações que empreguem os dois sistemas analisados.</p>
CONCLUSÃO	<p>Para o SVVE-01, os dados apresentados classificam os sistemas como atendidos ao critério normativo.</p> <p>Para o SVVE-02, a correlação de informações classifica o sistema como passível de atendimento ao critério normativo.</p>

Fonte: O AUTOR, 2019.

#### 4.1.17 Permeabilidade ao ar

Os SVVEs, quando submetidos a ensaios de pressão a 150 Pa, conforme EN 12.152 (EN, 2012), devem garantir que a permeabilidade do ar não seja maior do que 1,50 m<sup>3</sup>/h.m<sup>2</sup> (baseada na área total do SVVE) ou 0,5 m<sup>3</sup>/h.m (baseada no comprimento total de juntas fixas).

Considerando as condições recomendadas, a análise de atendimento dos SVVEs-01 e 02 ao critério de desempenho é apresentada no Quadro 38.

**QUADRO 38** - Análise do critério: permeabilidade ao ar

ANÁLISE	
SVVE-01	Para análise do SVVE-01, não foram encontrados resultados publicados que abordem testes sobre o critério em sistemas iguais ou similares.  Portanto, é inconclusiva qualquer tipo de análise a respeito do desempenho dos sistemas sem que haja a publicação de resultados ou execução de testes laboratoriais.
SVVE-02	Para um plano de vedação similar ao SVVE-02, foram publicados, pelo <i>Guide Specification A100G - StoTherm® ci Classic</i> (STO, 2018), resultados de resistência à permeabilidade do ar após a realização de ensaios, submetendo-se o sistema à pressão de 75 Pa conforme as diretrizes da ASTM E 2178 (ASTM, 2013b). Os dados apresentados garantem a resistência à permeabilidade do ar equivalente a 0,072 m <sup>3</sup> /h.m <sup>2</sup> .  Como os testes prescritos pela EN 12.152 (EN, 2012) consideram o dobro de pressão a ser submetido o SVVE, os dados publicados não garantem condições de se executar uma análise de atendimento ao critério.
CONCLUSÃO	Para o SVVE-01, como não foram encontrados dados, a análise de atendimento foi inconclusiva.  Para o SVVE-02, a análise de atendimento foi inconclusiva.

Fonte: O AUTOR, 2019.

#### 4.1.18 Desempenho térmico

Como os SVVEs pesquisados possuem inúmeras composições de materiais e camadas que podem ser instaladas, fixam-se na norma NBR 15575-4 (ABNT, 2013h) valores base de transmitância térmica e capacidade térmica que o sistema completo deve desempenhar, levando em consideração o zoneamento bioclimático nacional (Figura 51) estabelecido pela norma NBR 15220-3 (ABNT, 2005b), conforme os Quadros 39 e 40.

**QUADRO 39** -Transmitância térmica de paredes externas

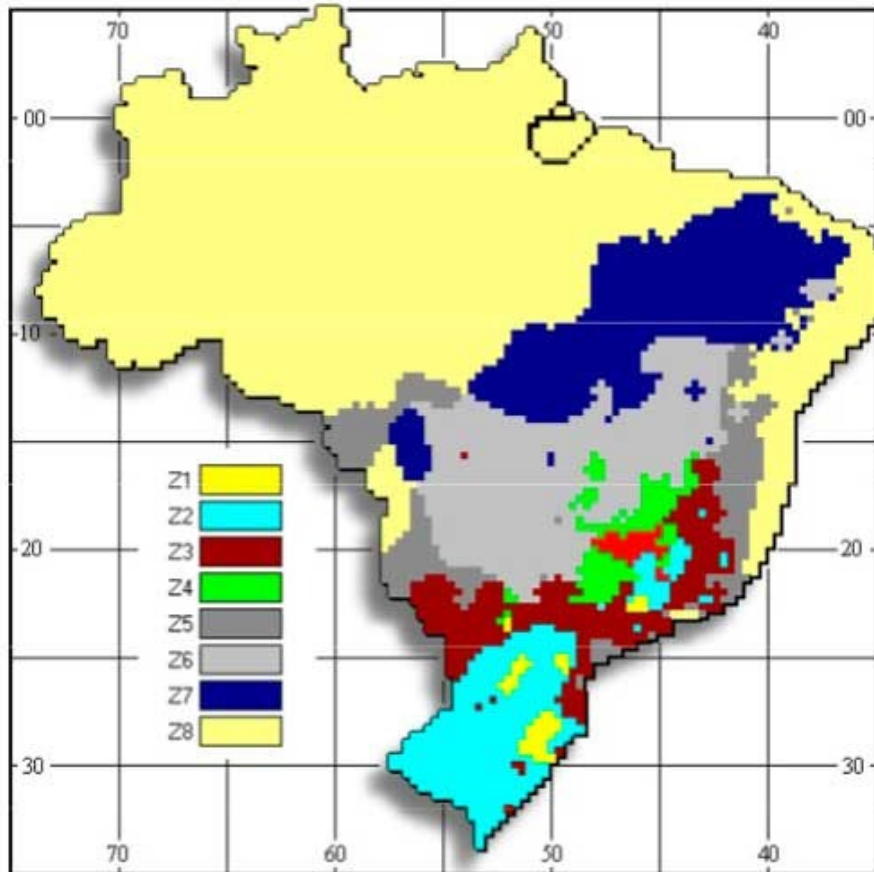
TRANSMITÂNCIA TÉRMICA U - W/m <sup>2</sup> K		
Zonas 1 e 2	Zonas 3, 4, 5, 6, 7 e 8	
U ≤ 2,5	α ≤ 0,6	α > 0,6
	U ≤ 3,7	U ≤ 2,5
<i>α é absorvância à radiação solar da superfície externa da parede.</i>		

Fonte: ABNT, 2013h.

**QUADRO 40** - Capacidade térmica de paredes externas

CAPACIDADE TÉRMICA (CT) - kJ / m <sup>2</sup> .K	
Zona 8	Zonas 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
Sem exigência	≥ 130

Fonte: ABNT, 2013h.

**FIGURA 51** – Zoneamento bioclimático brasileiro

Fonte: BIOCLIMATISMO, 2019.

A norma NBR 15575-4 (ABNT, 2013h) considera simplificados, para efeito de análise, os cálculos e procedimentos apresentados na NBR 15220-2 (ABNT, 2005b). No caso de vedação vertical que tenha na sua composição materiais isolantes de condutividade térmica menor ou igual a 0,065 W/m.K e resistência térmica maior do que 0,5 m<sup>2</sup>.K/W, o cálculo da capacidade térmica deve ser desenvolvido desprezando-se todos os materiais voltados para o ambiente externo, posicionados a partir da camada de isolamento ou da camada de ar.

Considerando as condições recomendadas, a análise de atendimento dos SVVEs-01 e 02 ao critério de desempenho é apresentada no Quadro 41.

QUADRO 41 – Análise do critério: desempenho térmico (continua)

ANÁLISE					
SVVE-01	<p>Para um plano de vedação similar ao SVVE-01, foram publicados, no DATec N. 030 (BRASIL, 2016c), resultados de simulação computacional para avaliar o desempenho térmico de habitações assobradadas, considerando as oito zonas bioclimáticas brasileiras (Z1 a Z8), conforme as diretrizes da norma NBR 15220-2 (ABNT, 2005a).</p> <p>O teste considerou para o modelo simulado: <b>i)</b> índice de absorvância à radiação solar da superfície da camada externa de 0,3 (cores claras); <b>ii)</b> instalação de camada isolante de condutividade térmica <math>\lambda = 0,045 \text{ W/m.k}</math>; <b>iii)</b> projeção horizontal do beiral de 600 mm com sombreando todo o perímetro da edificação; <b>iv)</b> e condições de ventilação natural para os ambientes internos.</p> <p>Os dados apresentados configuram o sistema similar ao SVVE-01 a condições passíveis de atendimento, conforme discriminados abaixo:</p>				
	Zonas Bioclimáticas	Condição padrão <sup>(1)</sup>	Com sombreamento <sup>(2)</sup>	Com ventilação <sup>(3)</sup>	Com sombreamento e ventilação <sup>(4)</sup>
	1	NÃO ATENDE	NÃO ATENDE	NÃO ATENDE	ATENDE
	2	ATENDE	ATENDE	ATENDE	ATENDE
	3	NÃO ATENDE	NÃO AVALIADO	ATENDE	ATENDE
	4	ATENDE	ATENDE	ATENDE	ATENDE
	5	ATENDE	ATENDE	ATENDE	ATENDE
	6	ATENDE	ATENDE	ATENDE	ATENDE
	7	ATENDE	ATENDE	ATENDE	ATENDE
	8	NÃO ATENDE	NÃO AVALIADO	ATENDE	ATENDE
<p><b>Notas:</b></p> <p>(1) Ambiente com ventilação somente por infiltração através de frestas em janelas e portas, a uma taxa de 1,0 Ren/h (uma renovação do volume de ar do ambiente por hora), e janelas sem sombreamento.</p> <p>(2) Janelas com proteção solar externa e interna, como brises, cortinas, ou outros elementos que impeçam a entrada de radiação solar direta ou reduzam em 50% a incidência da radiação global no ambiente.</p> <p>(3) Ambiente ventilado a uma taxa de 5,0 Ren/h;</p> <p>(4) Com as opções 2 e 3 associadas.</p>					
Fonte: BRASIL, 2016c					

Fonte: O AUTOR, 2019.

**QUADRO 41** – Análise do critério: desempenho térmico (conclusão)

ANÁLISE																			
SVVE-02	<p>Para análise de um plano de vedação idêntico ao SVVE-02, foram publicados, na pesquisa de Wolfart (2016), resultados de simulação computacional para avaliar o desempenho térmico de habitações assobradadas, considerando as oito zonas bioclimáticas brasileiras (Z1 a Z8), conforme as diretrizes da norma NBR 15220-3 (ABNT, 2005b).</p> <p>O teste considerou todas as premissas abordadas para a configuração ensaiada pelo DATec N. 030 (BRASIL, 2016c), que avaliou o SVVE-01. No entanto, o projeto ensaiado por Wolfart (2016) levou em consideração somente a condição padrão da norma para exposição dos SVVEs.</p> <p>Os dados apresentados configuram ao sistema idêntico ao SVVE-02, quando expostos à condição mais crítica de avaliação de desempenho térmico imposto pela norma brasileira, a condição de atendimento a todas as zonas bioclimáticas do país, conforme discriminados abaixo:</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">Zonas Bioclimáticas</th> <th style="text-align: center;">Condição padrão <sup>(1)</sup></th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td style="text-align: center;">1</td><td style="text-align: center;">ATENDE</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">2</td><td style="text-align: center;">ATENDE</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">3</td><td style="text-align: center;">ATENDE</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">4</td><td style="text-align: center;">ATENDE</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">5</td><td style="text-align: center;">ATENDE</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">6</td><td style="text-align: center;">ATENDE</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">7</td><td style="text-align: center;">ATENDE</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">8</td><td style="text-align: center;">ATENDE</td></tr> </tbody> </table> <p><i>Notas:</i></p> <p style="padding-left: 40px;">(1) Ambiente com ventilação somente por infiltração através de frestas em janelas e portas, a uma taxa de 1,0 Ren/h (uma renovação do volume de ar do ambiente por hora), e janelas sem sombreamento.</p> <p>Fonte: WOLFART, 2016</p>	Zonas Bioclimáticas	Condição padrão <sup>(1)</sup>	1	ATENDE	2	ATENDE	3	ATENDE	4	ATENDE	5	ATENDE	6	ATENDE	7	ATENDE	8	ATENDE
Zonas Bioclimáticas	Condição padrão <sup>(1)</sup>																		
1	ATENDE																		
2	ATENDE																		
3	ATENDE																		
4	ATENDE																		
5	ATENDE																		
6	ATENDE																		
7	ATENDE																		
8	ATENDE																		
CONCLUSÃO	<p>Para o SVVE-01, os dados apresentados classificam o sistema como passível de atendimento ao critério normativo.</p> <p>Para o SVVE-02, os dados apresentados classificam o sistema como adequado ao critério normativo.</p>																		

Fonte: O AUTOR, 2019.

#### 4.1.19 Desempenho acústico

Os SVVEs devem garantir o isolamento acústico entre o meio externo e o meio interno da edificação. São descritos na norma NBR 15575-4 (ABNT, 2013h) valores mínimos que os sistemas de vedação externos devem garantir de

isolamento acústico para: índice de redução sonora ponderado, diferença padronizada de nível ponderada e para a diferença padronizada de nível ponderada a 2 m da fachada, conforme Quadros 42, 43 e 44.

**QUADRO 42** - Índices de redução sonora ponderadas  $R_w$  de componentes construtivos utilizados nas vedações entre ambientes

QUESITO	ELEMENTO	$R_w$ [dB]
1	Parede entre unidades habitacionais autônomas (parede de geminação), nas situações onde não haja ambiente dormitório.	$\geq 45$
2	Parede entre unidades habitacionais autônomas (parede de geminação), caso pelo menos um dos ambientes seja dormitório.	$\geq 50$
3	Parede cega de dormitórios entre uma unidade habitacional e áreas comuns de trânsito eventual, como corredores e escadaria nos pavimentos.	$\geq 45$
4	Parede cega de salas e cozinhas entre uma unidade habitacional e áreas comuns de trânsito eventual, como corredores e escadaria dos pavimentos.	$\geq 35$
5	Parede cega entre uma unidade habitacional e áreas comuns de permanência de pessoas, atividades de lazer e atividades esportivas, como <i>home theater</i> , salas de ginástica, salão de festas, salão de jogos, banheiros e vestiários coletivos, cozinhas e lavanderias coletivas.	$\geq 50$
6	Conjunto de paredes e portas de unidades distintas separadas pelo <i>hall</i> .	$\geq 45$

Fonte: Adaptado de ABNT, 2013h.

**QUADRO 43** - Valores mínimos da diferença padronizada de nível ponderada,  $D_{nT,w}$ , entre ambientes

QUESITO	ELEMENTO	$D_{nT,w}$ [dB]
1	Parede entre unidades habitacionais autônomas (parede de geminação), nas situações onde não haja ambiente dormitório.	$\geq 40$
2	Parede entre unidades habitacionais autônomas (parede de geminação), onde pelo menos um dos ambientes seja dormitório.	$\geq 45$
3	Parede cega de dormitórios entre uma unidade habitacional e áreas comuns de trânsito eventual, como corredores e escadaria nos pavimentos.	$\geq 40$
4	Parede cega de salas e cozinhas entre uma unidade habitacional e áreas comuns de trânsito eventual, como corredores e escadaria dos pavimentos.	$\geq 30$
5	Parede cega entre uma unidade habitacional e áreas comuns de permanência de pessoas, atividades de lazer e atividades esportivas, como <i>home theater</i> , salas de ginástica, salão de festas, salão de jogos, banheiros e vestiários coletivos, cozinhas e lavanderias coletivas.	$\geq 45$
6	Conjunto de paredes e portas de unidades distintas separadas pelo <i>hall</i> .	$\geq 40$

Fonte: Adaptado de ABNT, 2013h.

**QUADRO 44** - Valores mínimos da diferença padronizada de nível ponderada a 2 m de distância da fachada,  $D_{2m,nT,w}$ , da vedação externa de dormitório

CLASSE DE RUÍDO	LOCALIZAÇÃO DA HABITAÇÃO	$D_{2m,nT,w}$ [dB]
I	Habitação localizada distante de fontes de ruído intenso de quaisquer naturezas.	$\geq 20$
II	Habitação localizada em áreas sujeitas a situações de ruído não enquadráveis nas classes I e III.	$\geq 25$
III	Habitação sujeita a ruído intenso de meios de transporte e de outras naturezas, desde que conforme a legislação.	$\geq 30$
<p><i>Nota 1: Para vedação externa de salas, cozinhas, lavanderias e banheiros, não há exigências específicas.</i></p> <p><i>Nota 2: Em regiões de aeroportos, estádios, locais de eventos esportivos, rodovias e ferrovias há necessidade de estudos específicos.</i></p>		

Fonte: ABNT, 2013h.

Em face das condições recomendadas, a análise de atendimento dos SVVEs-01 e 02 ao critério de desempenho é apresentada no Quadro 45.

**QUADRO 45** - Análise do critério: desempenho acústico (continua)

ANÁLISE	
SVVE-01	<p>Para um plano de vedação similar ao SVVE-01, aplicado em unidades habitacionais assobradadas, foram publicados no DATec N. 030 (BRASIL, 2016c) resultados do desempenho acústico alcançado conforme as diretrizes da norma NBR 15575-4 (ABNT, 2013h).</p> <p>Nos testes, uma amostra ensaiada em laboratório apresentou resultado de índices de redução sonora ponderados (<math>R_w = 39</math> dB), resultado esse que não atende nenhum dos valores mínimos descritos no Quadro 42. No entanto, a amostra ensaiada possuía, como constituição da camada interna, somente placas de gesso acartonado e, na camada externa, somente placas OSB. Todas essas camadas devidamente emmassadas.</p> <p>Como o sistema proposto para a tipologia SVVE-01 considera a associação de placas OSB às placas de gesso acartonado na camada interna e placas cimentícias às placas OSB na camada externa, possivelmente os resultados ensaiados podem apresentar melhor desempenho quando adicionado esses novos componentes.</p> <p>Para avaliar as diferenças padronizadas de nível ponderado entre ambientes (<math>D_{nT,w}</math>), e a 2m das fachadas (<math>D_{2m,nT,w}</math>), foram ensaiadas em campo duas amostras distintas de edificações. Nessas amostras, já foram adicionadas à camada externa do SVVE placas cimentícias associadas às placas OSB. Os resultados mais satisfatórios aferidos foram (<math>D_{nT,w} = 46</math> dB) e (<math>D_{2m,nT,w} = 36</math> dB).</p> <p>Portanto, o resultado dos ensaios habilita os índices para atender aos valores mínimos descritos nos Quadros 43 e 44.</p>

Fonte: O AUTOR, 2019.

**QUADRO 45** - Análise do critério: desempenho acústico (conclusão)

ANÁLISE	
SVVE-02	<p>Para a análise de um plano de vedação idêntico ao SVVE-02, foram publicados, na pesquisa de Wolfart (2016), resultados de simulação laboratorial e testes em campo para avaliar o desempenho térmico de habitações assobradadas que utilizam o sistema EIFS como revestimento da camada externa das edificações.</p> <p>O teste em laboratório aferiu índice de redução sonora ponderado (<math>R_w = 48</math> dB), índice esse que somente não atende os quesitos 2 e 5 do Quadro 42.</p> <p>No teste em campo, foi aferida somente a diferença padronizada de nível ponderada (<math>D_{nT,w}</math>), que obteve resultados de 49 dB. Esse resultado credencia o sistema EIFS ao atendimento de todos os quesitos da norma NBR 15575-4 (ABNT, 2013h), conforme descritos no Quadro 43.</p>
CONCLUSÃO	<p>Para os SVVE-01 e SVVE-02, os dados apresentados classificam os sistemas como passíveis de atendimento ao critério normativo.</p> <p>No entanto, vale ressaltar que não é facultado somente aos SVVEs a condição de isolamento acústico global de uma edificação. Cada caso de projeto deve ser reavaliado para verificação dos critérios de desempenho.</p>

Fonte: O AUTOR, 2019.

#### 4.1.20 Durabilidade - estanqueidade

Os SVVEs, após ser submetidos a 10 ciclos sucessivos de exposição ao calor e resfriamento, devem se manter estanques, não apresentando deslocamento horizontal superior a  $h/300$  (onde  $h$  é a altura do corpo de prova), nem ocorrência de falhas como fissuras, destacamentos e empolamentos. Após a finalização dos ciclos térmicos, os SVVEs devem também atender critérios de resistência de aderência do revestimento aplicado sobre a camada externa de no mínimo 70% do valor atingido antes do início dos testes. Entretanto, é limitado como valor de 0,25 MPa o mínimo de resistência de aderência a ser registrada após os ciclos térmicos para garantir aos SVVEs o atendimento do critério normativo.

Em face das condições recomendadas, a análise de atendimento dos SVVEs-01 e 02 ao critério de desempenho é apresentada no Quadro 46.



**QUADRO 46** - Análise do critério: durabilidade - estanqueidade

ANÁLISE	
SVVE-01	<p>Para um plano de vedação similar ao SVVE-01, foi publicado, no DATec N. 030 (BRASIL, 2016c), resultados de durabilidade após a realização de ensaios de choques térmicos, conforme as diretrizes da norma NBR 15575-4 (ABNT, 2013h).</p> <p>Os dados apresentados demonstraram que o sistema de vedação não apresentou falhas como fissuras, destacamentos, empolamentos e deslocamentos horizontais superiores a <math>h/300</math>.</p> <p>No entanto, a publicação não informa os resultados referentes a testes de aderência da argamassa após os ciclos térmicos. Portanto, sem essa informação, não é possível concluir sobre o desempenho do SVVE-01.</p>
SVVE-02	<p>Para um plano de vedação similar ao SVVE-02, foram publicados, pelo <i>Guide Specification A100G - StoTherm® ci Classic</i> (STO, 2018), resultados de durabilidade após a realização de ensaios de Congelamento e Descongelamento durante 10 ciclos, conforme as diretrizes da ASTM E 2485 (ASTM, 2018f).</p> <p>Os dados apresentados se limitam a garantir que o sistema ensaiado não apresentou falhas mecânicas após os testes, não discriminando quaisquer resultados a respeito de resistência à aderência do revestimento ao substrato após os ciclos térmicos.</p>
CONCLUSÃO	Para os SVVE-01 e SVVE-02, os dados apresentados classificam os sistemas como passíveis de atendimento ao critério normativo.

Fonte: O AUTOR, 2019.

#### 4.1.21 Durabilidade - envelhecimento natural

Os SVVEs não devem apresentar deslocamento horizontal superior a  $h/350$  (onde  $h$  é a altura do corpo de prova) nem ocorrências de falhas como fissuras, destacamentos, empolamentos, descoloramento e outros danos que possam comprometer a utilização do sistema em função de sua exposição natural durante os primeiros doze meses.

Considerando as condições recomendadas, a análise de atendimento dos SVVEs-01 e 02 ao critério de desempenho é apresentada no Quadro 47.

**QUADRO 47** - Análise do critério: durabilidade - envelhecimento natural (continua)

ANÁLISE	
SVVE-01	Para análise de um plano de vedação similar ao SVVE-01, foram publicados, no DATec N. 030 (BRASIL, 2016c), resultados de durabilidade após ensaios de envelhecimento acelerado conforme descritos na norma NBR 15498 (ABNT, 2016c). Os dados apresentados se limitam a garantir que o sistema ensaiado atende as exigências da normatização.

Fonte: O AUTOR, 2019.

**QUADRO 47** - Análise do critério: durabilidade - envelhecimento natural (conclusão)

ANÁLISE	
SVVE-02	Para um plano de vedação similar ao SVVE-02, foram publicados, pelo <i>Guide Specification A100G - StoTherm® ci Classic</i> (STO, 2018), resultados de ensaios de exposição à luz de arco carbono fechado de materiais não metálicos, conforme a ASTM G 155 (ASTM, 2013c).  Os dados apresentados foram considerados satisfatórios, pois não foram observadas no sistema quaisquer falhas mecânicas após exposição por 2000 horas.
CONCLUSÃO	Para os SVVE-01, os dados apresentados classificam o sistema como atendido ao critério normativo.  Para o SVVE-02, os dados demonstrados classificam o sistema como passível de atendimento ao critério normativo.

Fonte: O AUTOR, 2019.

#### 4.1.22 Durabilidade - vida útil de projeto

Os SVVEs devem possuir vida útil de projeto (VUP) igual ou superior a quarenta anos. Esse é o período estimado de tempo para o qual os sistemas são projetados para atender aos requisitos de desempenho da norma NBR 15575-4 (ABNT, 2013h), supondo o cumprimento da periodicidade correta de execução dos processos de manutenção.

Em face das condições recomendadas, a análise de atendimento dos SVVEs-01 e 02 ao critério de desempenho é apresentada no Quadro 48.

**QUADRO 48** - Análise do critério: durabilidade - vida útil de projeto

ANÁLISE	
SVVE-01 E SVVE-02	Para análise dos SVVEs-01 e 02, não foram encontrados resultados publicados que abordem o critério em sistemas iguais ou similares.  Portanto, é inconclusivo qualquer tipo de análise a respeito da durabilidade dos sistemas, sem que haja a publicação de resultados.
CONCLUSÃO	Para os SVVE-01 e SVVE-02, as análises de atendimento foram inconclusivas.

Fonte: O AUTOR, 2019.

#### 4.1.23 Manutenibilidade do sistema

Os projetos dos SVVEs devem apresentar, como anexo aos documentos técnicos, as especificações das condições de uso, operação e manutenção dos sistemas de vedação.

Considerando as condições recomendadas, a análise de atendimento dos SVVEs-01 e 02 ao critério de desempenho é apresentada no Quadro 49.

**QUADRO 49** - Análise do critério: manutenibilidade do sistema

ANÁLISE	
SVVE-01	Para análise de um plano de vedação similar ao SVVE-01, foram publicados no DATec N. 030 (BRASIL, 2016c), informações que garantem que o fornecedor disponibilizou documentações técnicas suficientes para atendimento do critério normativo.
SVVE-02	Para um plano de vedação similar ao SVVE-02, foram publicadas, pelo <i>Guide Specification A100G - StoTherm® ci Classic</i> (STO, 2018) informações sobre modos de instalação, operação e manutenção do sistema com a aplicação do EIFS como camada externa que são condizentes aos preconizados no critério de manutenibilidade da norma.
CONCLUSÃO	Para os SVVE-01 e SVVE-02, os dados apresentados classificam os sistemas como atendidos ao critério normativo.

Fonte: O AUTOR, 2019.

## 4.2 Análise dos resultados

Primeiramente, é importante observar alguns critérios que foram tomados para a delimitação das tipologias de SVVEs abordadas pela pesquisa.

Para o SVVE-01, como se trata de um sistema já empregado com mais frequência nas construções brasileiras, este pesquisador observou, em visitas a empreendimentos que utilizaram sistemas construtivos leves em sua constituição, a prevalência do emprego de um SVVE similar.

A diferença entre o sistema mais empregado e o pesquisado é a associação, na camada interna, de placas OSB às placas de gesso acartonado. Esta pesquisa considerou a tipologia de SVVE-01, utilizando essa associação após verificar, em literaturas científicas e em resultados de testes publicados, que a incorporação de placas OSB à camada interna agrega aos SVVEs estruturados em LSF melhores condições de desempenho.

Para a delimitação do SVVE-02, optou-se por considerar a constituição das camadas interna, de isolamento e de estruturação idênticas às aplicadas ao SVVE-01, devido às condicionantes técnicas já mencionadas na abordagem anterior. Como o elemento de camada externa é um sistema de revestimento ainda pouco empregado no Brasil, para determinar qual a tipologia de EIFS deveria ser

analisada, foi importante pesquisar os fornecedores do sistema e entender como é a sua aplicação em outros países que já o consolidaram.

Entretanto, esta pesquisa não delimitou como objeto de análise a inserção das duas tipologias SVVE-01 e 02 em um projeto arquitetônico com ocupação definida, para que pudessem ser avaliadas sobre os critérios normativos de desempenho globais de uma determinada edificação. O objetivo da pesquisa é avaliar a viabilidade técnica de usar os SVVEs leves com a utilização de acabamentos interno e externo monolíticos em quaisquer tipologias de edificações.

A norma NBR 15575-4 (ABNT, 2013h) padroniza critérios de desempenho de SVVIE, limitando-se à caracterização de edificações residenciais de no máximo cinco pavimentos. Como a documentação é a primeira norma a ser publicada no Brasil, e ainda não foram publicadas outras que abranjam o desempenho de diferentes tipologias construtivas, foram observados seus resultados para desenvolver uma análise de desempenho dos sistemas pesquisados.

Como a metodologia de análise não previu o desenvolvimento de testes laboratoriais, foram compilados resultados publicados de testes já realizados em sistemas iguais ou similares ao pesquisado.

Foram encontradas publicações que apresentaram resultados de desempenho de SVVEs similares aos delimitados nesta pesquisa, e outras que apresentaram resultados específicos sobre o desempenho exclusivo das camadas constituintes. Houve também resultados que puderam ser correlacionados, devido a mesma constituição que as duas tipologias pesquisadas apresentam para configuração das camadas interna, estruturação e isolamento. Além de critérios que não puderam ser respondidos devido a informações não encontradas.

Por essas questões, a análise de viabilidade técnica dos SVVEs, que fora condicionada na pesquisa ao atendimento da norma de desempenho nacional, pode ser concluída de forma preliminar, conforme as informações inseridas no Quadro 50.

**QUADRO 50** - Resumo da análise de desempenho das tipologias SVVE-01 E 02 (continua)

CRITÉRIO	SVVE-01	SVVE-02
Resistência estrutural e estabilidade global (estado limite último)	Sem quantitativos apresentados <b>PASSÍVEL DE ATENDIMENTO</b>	Sem quantitativos apresentados <b>PASSÍVEL DE ATENDIMENTO</b>
Deformações ou estados de fissuração do sistema (estado limite de serviço)	Quantitativos parciais apresentados <b>INCONCLUSIVO O ATENDIMENTO</b>	Quantitativos parciais apresentados <b>INCONCLUSIVO O ATENDIMENTO</b>
Cargas aplicadas na camada interna e na camada externa do sistema (peças suspensas)	Camada Interna: Quantitativos parciais apresentados <b>PASSÍVEL DE ATENDIMENTO</b>	Camada Interna: Quantitativos parciais apresentados <b>PASSÍVEL DE ATENDIMENTO</b>
	Camada Externa: Sem quantitativos apresentados <b>PASSÍVEL DE ATENDIMENTO</b>	Camada Externa: Sem quantitativos apresentados <b>INCONCLUSIVO O ATENDIMENTO</b>
Resistência a impacto de corpo mole	Camada Interna: Quantitativos apresentados <b>ATENDIMENTO</b>	Camada Interna: Sem quantitativos apresentados <b>PASSÍVEL DE ATENDIMENTO</b>
	Camada Externa: Quantitativos apresentados <b>ATENDIMENTO</b>	Camada Externa: Sem quantitativos apresentados <b>INCONCLUSIVO O ATENDIMENTO</b>
Solicitações transmitidas por portas para as paredes	Quantitativos apresentados <b>ATENDIMENTO</b>	Sem quantitativos apresentados <b>INCONCLUSIVO O ATENDIMENTO</b>
Resistência a impacto de corpo duro	Camada Interna: Quantitativos apresentados <b>ATENDIMENTO</b>	Camada Interna: Sem quantitativos apresentados <b>PASSÍVEL DE ATENDIMENTO</b>
	Camada Externa: Quantitativos apresentados <b>ATENDIMENTO</b>	Camada Externa: Quantitativos apresentados <b>PASSÍVEL DE ATENDIMENTO</b>

Fonte: O AUTOR, 2019.

**QUADRO 50** - Resumo da análise de desempenho das tipologias SVVE-01 E 02 (continua)

CRITÉRIO	SVVE-01	SVVE-02
Cargas de ocupação incidentes em parapeitos de janelas	Camada Externa: Sem quantitativos apresentados <b>ATENDIMENTO**</b>	Camada Interna: Sem quantitativos apresentados <b>PASSÍVEL DE ATENDIMENTO</b>
	Camada Externa: Sem quantitativos apresentados <b>ATENDIMENTO**</b>	Camada Externa: Sem quantitativos apresentados <b>INCONCLUSIVO O ATENDIMENTO</b>
Resistência a cargas pontuais externas*	Sem quantitativos apresentados <b>INCONCLUSIVO O ATENDIMENTO</b>	Sem quantitativos apresentados <b>INCONCLUSIVO O ATENDIMENTO</b>
Resistência de aderência da argamassa ao substrato*	Sem quantitativos apresentados <b>INCONCLUSIVO O ATENDIMENTO</b>	Quantitativos apresentados <b>INCONCLUSIVO ATENDIMENTO</b>
Segurança contra incêndio: desempenho das camadas interna e isolamento	Classificação satisfatória <b>ATENDIMENTO</b>	Classificação satisfatória <b>ATENDIMENTO</b>
Segurança contra incêndio: desempenho da camada externa	Classificação satisfatória <b>ATENDIMENTO</b>	Classificação satisfatória <b>ATENDIMENTO</b>
Segurança contra incêndio: estabilidade estrutural – compartimentação horizontal	Quantitativos apresentados <b>PASSÍVEL DE ATENDIMENTO</b>	Quantitativos apresentados <b>PASSÍVEL DE ATENDIMENTO</b>
Segurança contra incêndio: estabilidade estrutural – compartimentação vertical	Sem quantitativos apresentados <b>INCONCLUSIVO O ATENDIMENTO</b>	Sem quantitativos apresentados <b>INCONCLUSIVO O ATENDIMENTO</b>
Estanqueidade à água de chuva	Quantitativos apresentados <b>PASSÍVEL DE ATENDIMENTO</b>	Quantitativos apresentados <b>PASSÍVEL DE ATENDIMENTO</b>
Permeabilidade à água da camada externa	Sem quantitativos apresentados <b>INCONCLUSIVO O ATENDIMENTO</b>	Quantitativos apresentados <b>INCONCLUSIVO O ATENDIMENTO</b>
<p>* Todos os critérios de desempenho da NBR 15575-4 (ABNT, 2013h) foram avaliados. Os critérios destacados são menções descritas somente na DIRETRIZ SiNAT N. 009 (BRASIL, 2016b).</p> <p>** Apesar de não haver a publicação de quantitativos a ser confrontados com os valores normatizados, a documentação analisada afirmou o atendimento do critério de desempenho.</p>		

Fonte: O AUTOR, 2019.

**QUADRO 50** - Resumo da análise de desempenho das tipologias SVVE-01 E 02 (conclusão)

CRITÉRIO	SVVE-01	SVVE-02
Umidade decorrente da ocupação do imóvel	Sem quantitativos apresentados <b>ATENDIMENTO**</b>	Sem quantitativos apresentados <b>PASSÍVEL DE ATENDIMENTO</b>
Permeabilidade ao ar*	Sem quantitativos apresentados <b>INCONCLUSIVO O ATENDIMENTO</b>	Quantitativos apresentados <b>INCONCLUSIVO O ATENDIMENTO</b>
Desempenho térmico	Quantitativos apresentados <b>PASSÍVEL DE ATENDIMENTO</b>	Quantitativos apresentados <b>ATENDIMENTO</b>
Desempenho acústico	Quantitativos apresentados <b>PASSÍVEL DE ATENDIMENTO</b>	Quantitativos apresentados <b>PASSÍVEL DE ATENDIMENTO</b>
Durabilidade: estanqueidade	Quantitativos apresentados <b>PASSÍVEL DE ATENDIMENTO</b>	Sem quantitativos apresentados <b>PASSÍVEL DE ATENDIMENTO</b>
Durabilidade: envelhecimento natural*	Sem quantitativos apresentados <b>ATENDIMENTO**</b>	Quantitativos apresentados <b>PASSÍVEL DE ATENDIMENTO</b>
Durabilidade: vida útil de projeto	Sem quantitativos apresentados <b>INCONCLUSIVO O ATENDIMENTO</b>	Sem quantitativos apresentados <b>INCONCLUSIVO O ATENDIMENTO</b>
Manutenibilidade do sistema	Sem documentação apresentada <b>ATENDIMENTO***</b>	Documentação apresentada <b>ATENDIMENTO</b>
<p>* Todos os critérios de desempenho da NBR 15575-4 (ABNT, 2013h) foram avaliados. Os critérios destacados são menções descritas somente na DIRETRIZ SiNAT N. 009 (BRASIL, 2016b).</p> <p>** Apesar de não haver a publicação de quantitativos a ser confrontados com os valores normatizados, a documentação analisada afirmou o atendimento do critério de desempenho.</p> <p>*** Apesar de não ser apresentadas documentações complementares em anexo, a publicação analisada afirmou o atendimento do critério de desempenho.</p>		

Fonte: O AUTOR, 2019.

Os dados apresentados no Quadro 50 demonstram os resultados que as tipologias pesquisadas SVVE-01 e 02 obtiveram ao ser confrontadas aos 23 critérios de desempenho indicados na DIRETRIZ SiNAT N. 009 (BRASIL, 2016b). Para eles, as Tabelas 1 e 2 sintetizaram as seguintes conclusões:

**TABELA 1** - Análise dos resultados para o SVVE-01

SVVE-01	ANTENDIMENTOS	PASSÍVEIS DE ATENDIMENTO	INCONCLUSIVOS OS ATENDIMENTOS
	9	7	7

Fonte: O AUTOR, 2019.

**TABELA 2** - Análise dos resultados para o SVVE-02

SVVE-02	ANTENDIMENTOS	PASSÍVEIS DE ATENDIMENTO	INCONCLUSIVOS OS ATENDIMENTOS
	4	11	8

Fonte: O AUTOR, 2019.

Portanto, percebe-se que o SVVE-01 apresentou 16 critérios atendidos ou passíveis de atendimento às normativas, e sete critérios que não puderam ser concluídos. Já o SVVE-02 apresentou 15 critérios atendidos ou passíveis de atendimento, e oito critérios que não puderam ser concluídos.

Diante desse resultado, pode-se considerar que as duas tipologias de SVVEs pesquisadas são passíveis de ser aprovadas aos critérios de desempenho das normativas brasileiras que tratam do tema.

Entretanto, para a avaliação de viabilidade técnica definitiva da adoção das tipologias de vedação pesquisadas, é importante que sejam publicados resultados, ou que sejam desenvolvidos ensaios em sistemas que possuam a configuração multicamadas idênticas as levantadas por esta pesquisa, sob à luz dos 23 critérios de desempenho previstos nas normativas nacionais para SVVEs estruturados em LSF que não possuam função estrutural.



## 5. CONSIDERAÇÕES E SUGESTÕES

### 5.1 Considerações finais

A pesquisa apresentada propôs investigar a atual situação do cenário da construção civil brasileira em relação à introdução de novas tecnologias construtivas e avaliar a viabilidade técnica de se aplicar no país tipologias de SVVEs estruturados em LSF, que utilizem, como acabamentos das camadas interna e externa, sistemas de aparência monolítica em obras de pequeno e médio portes.

Por meio da revisão bibliográfica, concluiu-se que, apesar de se tratar de um sistema construtivo industrializado, o transporte dos componentes e a montagem dos SVVEs para canteiros de obras de pequeno e de médio porte são viáveis tecnicamente, pois a tecnologia garante a possibilidade de execução dos painéis em etapas segmentadas. Sendo assim, não há necessidade de empreendimentos dessas dimensões disporem de locação de equipamentos como guindastes ou de canteiros de obras muito generosos.

Também por meio da revisão bibliográfica, foram elucidadas situações importantes que devem ser levadas em consideração quando se pretende implementar novas tecnologias no setor da construção civil. Como no Brasil, os canteiros de obras ainda se prendem a condições de trabalho baseadas na manufatura construtiva, fica evidente que um dos desafios para implementar novos conceitos construtivos nesse setor passa pela capacitação dos meios de execução empregados.

Adicionada a esse quesito, a hipótese de normatização nacional das inovações tecnológicas importadas de outros países pode favorecer o sucesso de aceitação de novos produtos ou sistemas no setor da construção do Brasil.

Para a delimitação das tipologias de SVVEs pesquisadas, tanto para o SVVE-01 com a utilização de camada externa em placas cimentícias, quanto para o SVVE-02 com a utilização de camada externa em EIFS, foi desenvolvido uma análise exploratória, que destrinchou, por meio de revisão de literatura científica, troca de informações técnicas com outros profissionais do ramo, observância de obras e pesquisas sobre o cenário atual da construção no Sul e Sudeste do país, que são

essas as tipologias ideais para serem aplicadas como forma de introdução da tecnologia de SVVE's estruturados em LSF no Brasil.

A delimitação pelo estudo da utilização de fechamento da camada externa em placas cimentícias ocorreu devido ao fato do material estar consolidado no mercado nacional. Outro quesito preponderante para o desenvolvimento de pesquisas sobre sistemas de vedação que utilizam as placas cimentícias foi creditar, como possível hipótese de sucesso desse material, à existência de normatização nacional para esse componente.

O sistema EIFS fora delimitado como uma tipologia possível de ser aplicado como fechamento da camada externa, devido a já comercialização do produto no país e de literaturas científicas garantirem ao sistema melhor condição de desempenho e menor incidência de patologia de trincas superficiais, quando comparado a utilização de placas cimentícias com acabamento monolítico.

Considerando o trabalho de investigação, partiu-se para a análise de viabilidade técnica de utilização dos SVVEs. Para tanto, esta pesquisa condicionou como referência a proposição de viabilidade técnica ao atendimento das tipologias estudadas à norma NBR 15575-4 (ABNT, 2013h) e a DIRETRIZ SiNAT N. 009 (BRASIL, 2016b).

A análise de atendimento ou não dos critérios de desempenho da norma e da diretriz foi desenvolvida por meio do levantamento de dados publicados sobre desempenho de tipologias iguais ou similares aos SVVE-01 e SVVE-02.

Como observado no capítulo 4, subitem 4.2, *Crítica dos resultados*, foi possível concluir que as tipologias delimitadas são sistemas de vedação verticais externas passíveis de ser aprovadas aos critérios de desempenho das normativas brasileiras. No entanto, para que se tenha uma conclusão definitiva a respeito do atendimento, é importante que sejam desenvolvidos testes laboratoriais que submetam os modelos físicos ou virtuais dessas tipologias a todos os testes preconizados nas normativas.

Devido aos resultados encontrados, a contribuição desta pesquisa se resume à apresentação, principalmente à comunidade profissional de arquitetura e engenharia civil, das possibilidades de utilização das tipologias de sistema de

vedação vertical externas leves que utilizam fechamento das camadas superficiais em acabamento monolítico. Dessa forma, foi demonstrado aos leitores que pretendem utilizar os sistemas em seus projetos uma análise preliminar de atendimento aos critérios de desempenho nacional e os caminhos que devem ser tomados para que as novas tecnologias construtivas possam ser qualificadas pelas normativas brasileiras que tratam do tema desempenho

## **5.2 Sugestões para trabalhos futuros**

A partir das considerações desta pesquisa, pode-se recomendar alguns temas para estudos complementares que auxiliarão na conclusão da viabilidade global de se empregar no setor da construção civil brasileira os SVVEs estruturados em LSF que utilizam como acabamentos superficiais aparência monolítica:

- Pesquisar qual é a avaliação crítica de usuários sobre a pós ocupação de edificações que utilizam o sistema EIFS associado a SVVEs estruturados em LSF;
- Desenvolver os testes laboratoriais e os de avaliação pós ocupação descritos nos critérios de desempenho da norma NBR 15575-4 (ABNT, 2013h) em modelos físicos ou virtuais, para concluir a viabilidade técnica de atendimento total a norma;
- Elaborar uma pesquisa com o foco orçamentário, buscando correlacionar desde os itens como: projetos, execução e prazos, para avaliar a viabilidade orçamentária de se aplicar essas tipologias de SVVEs na construção brasileira.

## REFERÊNCIAS

ALVES, L. P. Comparativo do custo benefício entre o sistema construtivo em alvenaria e os sistemas steel frame e wood frame. **Especialize**, Uberlândia. 2015. Disponível em: <https://www.ipog.edu.br/download-arquivo-site.sp?arquivo=leticia-pereira-alves-140161113.pdf>. Acesso em: 25 nov. 2018.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS (ASTM). **ASTM C 1397**: Standard Practice of Class PB Exterior Insulation and Finish Systems (EIFS) and EIFS with drainage. West Conshohocken: ASTM, 2013a.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS (ASTM). **ASTM E 2178**: Standard Test Method for Air Permeance of Building Materials. West Conshohocken: ASTM, 2013b.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS (ASTM). **ASTM G 155**: Standard Practice for Operating Xenon Arc Light Apparatus for Exposure of Non-Metallic Materials. West Conshohocken: ASTM, 2013c.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS (ASTM). **ASTM E 1233**: Standard Test Method for Structural Performance of Exterior Windows, Doors, Skylights, and Curtain Walls by Cyclic Air Pressure Differential. West Conshohocken: ASTM, 2014.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS (ASTM). **ASTM E 72**: Standard Test Methods of Conducting Strength Tests of Panels for Building Construction. West Conshohocken: ASTM, 2015.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS (ASTM). **ASTM C 297**: Standard Test Method for Flatwise Tensile Strength of Sandwich Constructions. West Conshohocken: ASTM, 2016a.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS (ASTM). **ASTM E 331**: Standard Test Method for Water Penetration of Exterior Windows, Skylights, Doors, and Curtain Walls by Uniform Static Air Pressure Difference. West Conshohocken: ASTM, 2016b.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS (ASTM). **ASTM C 578**: Standard Specification for Rigid, Cellular Polystyrene Thermal Insulation. West Conshohocken: ASTM, 2018a.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS (ASTM). **ASTM E 2098**: Alkali Resistance of Reinforcing Mesh. West Conshohocken: ASTM, 2018b.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS (ASTM). **ASTM E 2134**: Tensile Adhesion of EIFS. West Conshohocken: ASTM, 2018c.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS (ASTM). **ASTM E 2273**: Drainage Efficiency of EIFS. West Conshohocken: ASTM, 2018d.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS (ASTM). **ASTM E 2430**: EPS for use with EIFS. West Conshohocken: ASTM, 2018e.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS (ASTM). **ASTM E 2485**: Standard Test Method for Freeze/Thaw Resistance of Exterior Insulation and Finish Systems (EIFS) and Water Resistive Barrier Coatings. West Conshohocken: ASTM, 2018f.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS (ASTM). **ASTM E 2486**: Impact resistance of EIFS. West Conshohocken: ASTM, 2018g.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS (ASTM). **About The history ASTM International**. 2019. Disponível em: [https://www.astm.org/ABOUT/history\\_book.html](https://www.astm.org/ABOUT/history_book.html). Acesso em: 10 fev. 2019.

ANAUATE, M. Fiesp. Índices de pesquisa e publicações. Construção industrializada compete Brasil. **Visão e atuação da Caixa Econômica Federal sobre sistemas construtivos industrializados**. 2014. Disponível em: <http://www.fiesp.com.br/indices-pesquisas-e-publicacoes/gt-construcao-industrializada-do-programa-competite-brasil-apresentacoes/>. Acesso em: 02 fev. 2018.

ARCOWEB. **Especial Fachadas**. Fachadas ventiladas no mercado brasileiro. 2019. Disponível em: <https://www.arcoweb.com.br/finestra/tecnologia/tecnologia---especial-fachadas-fachadas-ventiladas>. Acesso em: 10 dez. 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 6120**: Cargas para o cálculo de estruturas de edificações. Rio de Janeiro: ABNT, 1980.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 9442**: Materiais de construção: Determinação do índice de propagação superficial de chama pelo método do painel radiante: Método de ensaio. Rio de Janeiro: ABNT, 1986.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 6123**: Forças devidas ao vento em edificações. Rio de Janeiro: ABNT, 1988.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 5628**: Componentes construtivos estruturais: Determinação da resistência ao fogo. Rio de Janeiro: ABNT, 2001a.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 14432**: Exigências de resistência ao fogo de elementos construtivos de edificações: Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 2001b.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 8681**: Ações e segurança nas estruturas: Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15220-2**: Desempenho térmico de edificações: Parte 2: Método de cálculo da transmitância térmica, da capacidade térmica, do atraso térmico e do fator solar de elementos e componentes de edificações. Rio de Janeiro: ABNT, 2005a.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15220-3**: Desempenho térmico de edificações: Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social. Rio de Janeiro: ABNT, 2005b.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 13321**: Membrana acrílica para impermeabilização. Rio de Janeiro: ABNT, 2008a.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 14718**: Guarda-corpos para edificação. Rio de Janeiro: ABNT, 2008b.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15758-1**: Sistemas construtivos em chapas de gesso para drywall: Projeto e procedimentos executivos para montagem: Parte 1: Requisitos para sistemas usados como paredes. Rio de Janeiro: ABNT, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 13528**: Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas: Determinação da resistência de aderência à tração. Rio de Janeiro: ABNT, 2010a.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 14715-1**: Chapas de gesso acartonado para drywall: Parte 1: Requisitos gerais. Rio de Janeiro: ABNT, 2010b.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 14762**: Dimensionamento de estruturas de aço constituídas de perfis conformados a frio. Rio de Janeiro: ABNT, 2010c.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 6355**: Perfis estruturais de aço formado a frio: Padronização. Rio de Janeiro: ABNT, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 10412**: Isolantes térmicos de lã de vidro feltros de lamelas: Especificação. Rio de Janeiro: ABNT, 2013a.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 11361**: Mantas termoisolantes à base de lã de vidro. Rio de Janeiro: ABNT, 2013b.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 11362**: Feltros termoisolantes à base de lã de vidro. Rio de Janeiro: ABNT, 2013c.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 14810-1**: Painéis de partículas de média densidade: Madeira Aglomerada: Parte 1: Terminologia. Rio de Janeiro: ABNT, 2013d.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 14810-2**: Painéis de partículas de média densidade: Madeira Aglomerada: Parte 2: Requisitos e métodos de ensaio. Rio de Janeiro: ABNT, 2013e.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15575-1**: Edificações habitacionais: Desempenho: Parte 1: Requisitos Gerais. Rio de Janeiro: ABNT, 2013f.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15575-2**: Edificações habitacionais: Desempenho: Parte 2: Requisitos para os sistemas estruturais. Rio de Janeiro: ABNT, 2013g.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15575-4**: Edificações habitacionais: Desempenho: Parte 4: Requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas - SVVIE. Rio de Janeiro: ABNT, 2013h.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 11364**: Painéis termoisolantes à base de lã de rocha: Especificação. Rio de Janeiro: ABNT, 2014a.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 11722**: Feltros termoisolantes à base de lã de rocha. Rio de Janeiro: ABNT, 2014b.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 13047**: Mantas termoisolantes à base de lã de rocha. Rio de Janeiro: ABNT, 2014c.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15253**: Perfis de aço formados a frio, com revestimento metálico, para painéis estruturais reticulados em edificações: Requisitos gerais. Rio de Janeiro: ABNT, 2014d.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **Normatização**. Definição. 2014e. Disponível em: <http://www.abnt.org.br/normalizacao/o-que-e/o-que-e>. Acesso em: 10 fev. 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **Conheça a ABNT**. 2014f. Disponível em: <http://www.abnt.org.br/abnt/conheca-a-abnt>. Acesso em: 10 fev. 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 11356**: Isolantes térmicos à base de fibras minerais: Painéis, mantas e feltros: Determinação das dimensões e da massa específica aparente. Rio de Janeiro: ABNT, 2016a.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 11752**: Materiais celulares de poliestireno para isolamento térmico na construção civil e refrigeração industrial: Especificação. Rio de Janeiro: ABNT, 2016b.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15498**: Placa de fibrocimento sem amianto: Requisitos e métodos de ensaio. Rio de Janeiro: ABNT, 2016c.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 10821-2**: Esquadrias para edificações: Parte 2: Esquadrias externas: Requisitos e classificação. Rio de Janeiro: ABNT, 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15217**: Perfisados de aço para sistemas construtivos em chapas de gesso para drywall: Requisitos e métodos de ensaio. Rio de Janeiro: ABNT, 2018.

BARTH, F.; VEFAGO, L.H. Fachadas pré-fabricadas de GCR. **Arquitextos**, São Paulo, ano 08, n. 092.07, Vitruvius, jan. 2008. Disponível em: <http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/08.092/178>. Acesso em: 12 maio 2018.

BIOCLIMATISMO. **Blog de arquitetura bioclimática**. Zoneamento bioclimático brasileiro. 2019. Disponível em: <http://bioclimatismo.com.br/bioclimatismo/zoneamento-bioclimatico-brasileiro/>. Acesso em: 10 dez. 2019.

BIOLÃ. Painéis. **Painel de lã de rocha semi-rígido**. 2019. Disponível em: <http://www.biola.com.br/painel-de-la-de-rocha/painel-semi-rigido-la-de-rocha/>. Acesso em: 15 jan. 2019.

BONIN, L. C. Prefácio. *In*: FABRICIO, M. M.; ONO, R. (org). **Avaliação de desempenho de tecnologias construtivas inovadoras**: manutenção e percepção dos usuários. Porto Alegre, 2015.

BORTOLOTTI, A. L. K. **Análise de viabilidade econômica do método light steel framing para construção de habitações no município de Santa Maria - RS**. 2015. Monografia de Graduação. (Bacharelado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2015. Disponível em: [http://www.ct.ufsm.br/engcivil/images/PDF/2\\_2014/TCC\\_ANA%20LARISSA%20KOREN%20BORTOLOTTI.pdf](http://www.ct.ufsm.br/engcivil/images/PDF/2_2014/TCC_ANA%20LARISSA%20KOREN%20BORTOLOTTI.pdf). Acesso em: 09 abr. 2018.

BOTANA, M. L. C. **Uso de placas cimentícias na construção pode ser marcado pela criatividade**. Instituto Brasileiro de Desenvolvimento da Arquitetura-Fórum da Construção, 2018. Disponível em: <http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=8&Cod=341>. Acesso em: 08 jul. 2018.

BRASIL. Ministério das Cidades. **DIRETRIZ SINAT N. 003** - Sistemas construtivos estruturados em perfis leves de aço zincado conformados a frio, com fechamentos em chapas delgadas (Sistemas leves tipo "Light Steel Framing"). rev. 2, Brasília-DF: Ministério das Cidades, 2016a. Disponível em: <http://pbqp-h.cidades.gov.br/download.php?doc=8622c6d0-7d24-4995-83abd1d35b15ea22&ext=.pdf&cd=1405>. Acesso em: 10 abr. 2018.



BRASIL. Ministério das Cidades. **DIRETRIZ SiNAT N. 009** - Sistema de vedação vertical externa, sem função estrutural, multicamadas, formado por perfis leves de aço zincado e fechamentos em chapas delgadas com revestimento de argamassa (Fachada leve em steel frame). Brasília-DF: Ministério das Cidades, 2016b. Disponível em: <http://pbqp-h.cidades.gov.br/download.php?doc=545d6898-178c-4955-812f-da246a63c37f&ext=.pdf&cd=2450>. Acesso em: 10 abr. 2018.

BRASIL. Ministério das Cidades. **SiNAT DATec N. 030** – Sistema construtivo LP Brasil OSB em light steel frame e fechamento em chapas de OSB revestidas com placa cimentícia. Brasília-DF: Ministério das Cidades, 2016c (Vencido). Disponível em: [https://www.construccionenacero.com/sites/construccionenacero.com/files/u11/61\\_norma\\_datec\\_brasil.pdf](https://www.construccionenacero.com/sites/construccionenacero.com/files/u11/61_norma_datec_brasil.pdf). Acesso em: 09 out. 2019.

BRASIL. Ministério das Cidades. Programa Brasileiro da Qualidade e da Produtividade do Habitat (PBQP-H). **Sistema Nacional de Avaliação Técnica de Produtos Inovadores**. Brasília-DF: Ministério das Cidades, 2016d. Disponível em: <http://pbqp-h.cidades.gov.br/download.php?doc=36872cf3-05ef-4304-b54f-9c29780c6080&ext=.pdf&cd=605>. Acesso em: 5 maio 2019.

BRASIL. Ministério das Cidades. **SiNAT DATec N. 014b** - Sistema construtivo a seco Saint-Gobain – Light Steel Frame. Brasília-DF: Ministério das Cidades, 2018. Disponível em: <http://pbqp-h.cidades.gov.br/download.php?doc=4cc2bba0-8abe-409b-b5df-b7aefd3340be&ext=.pdf&cd=4732>. Acesso em: 10 abr. 2018.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. Programa Brasileiro da Qualidade e da Produtividade do Habitat (PBQP-H). **Apresentação**. Brasília-DF: Ministério do Desenvolvimento Regional, 2019a. Disponível em: [http://pbqp-h.cidades.gov.br/pbqp\\_apresentacao.php](http://pbqp-h.cidades.gov.br/pbqp_apresentacao.php). Acesso em: 5 maio 2019.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. Programa Brasileiro da Qualidade e da Produtividade do Habitat (PBQP-H). **Projetos**: Sistema de Avaliação Técnica de Produtos Inovadores e Sistemas Convencionais. Brasília-DF: Ministério do Desenvolvimento Regional, 2019b. Disponível em: [http://pbqp-h.cidades.gov.br/projetos\\_SiNAT.php](http://pbqp-h.cidades.gov.br/projetos_SiNAT.php). Acesso em: 5 maio 2019.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. Programa Brasileiro da Qualidade e da Produtividade do Habitat (PBQP-H). **Estrutura**. Brasília-DF: Ministério do Desenvolvimento Regional, 2019c. Disponível em: <http://pbqp-h.cidades.gov.br/estrutura.php>. Acesso em: 5 maio 2019.

CAMPOS, H. C. **Avaliação pós-ocupação de edificações construídas no sistema Light Steel Framing**. 2010. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2010. Disponível em: [https://www.repositorio.ufop.br/bitstream/123456789/2312/1/DISSERTA%c3%87%c3%82O\\_Avalia%c3%a7%c3%a3oP%c3%b3s-ocupa%c3%a7%c3%a3oEdifica%c3%a7%c3%b5es.pdf](https://www.repositorio.ufop.br/bitstream/123456789/2312/1/DISSERTA%c3%87%c3%82O_Avalia%c3%a7%c3%a3oP%c3%b3s-ocupa%c3%a7%c3%a3oEdifica%c3%a7%c3%b5es.pdf). Acesso em: 2 abr. 2018.

CAMPOS, P. E. F. ABNT/CB-02 e os novos desafios do setor da construção civil. In: Encontro Nacional da Indústria da Construção. 84° ENIC, Belo Horizonte, 2012. **Resumo dos trabalhos.** Belo Horizonte: CBIC, 2012.

CARDOSO, S. S. **Tecnologia construtiva de chapas delgadas estruturadas em light steel framing.** 2016. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016. Disponível em: [http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3153/tde-30052016-110013/publico/Silvia\\_Scalzo\\_Cardoso\\_PPGICC\\_corrigeida\\_2016.pdf](http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3153/tde-30052016-110013/publico/Silvia_Scalzo_Cardoso_PPGICC_corrigeida_2016.pdf). Acesso em: 20 maio 2018.

CASTRO, B. G. dos S. **Utilização de estruturas metálicas em edificações residências unifamiliares.** 2005. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2005. Disponível em: [https://www.repositorio.ufop.br/bitstream/123456789/6708/3/DISSERTA%C3%87%C3%83O\\_Utiliza%C3%A7%C3%A3oEstruturasMet%C3%A1licas.pdf](https://www.repositorio.ufop.br/bitstream/123456789/6708/3/DISSERTA%C3%87%C3%83O_Utiliza%C3%A7%C3%A3oEstruturasMet%C3%A1licas.pdf). Acesso em: 20 maio 2018.

CONSELHO DE ARQUITETURA E URBANISMO (CAU). **Norma de desempenho da ABNT:** garantia de qualidade em obras de casas e apartamentos. 29 de abril de 2013. Brasília-DF: CAU, 2013. Disponível em: <https://www.caubr.gov.br/mudancasnormadesempenho/>. Acesso em: 23 abr. 2019.

CENTRO BRASILEIRO DA CONSTRUÇÃO EM AÇO (CBCA). Publicações. **Cenário dos fabricantes de perfis galvanizados para LSF e drywall.** 2019. Disponível em: <https://www.cbca-acobrasil.org.br/lib/php/download-restrito.php?cfg=1&arq=publicacoes/Cenario-dos-Fabricantes-de-LSF-e-Drywall-2019.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2019.

CHAIBEN, C. A. P. B. **Sistema de isolamento térmico de fachada pelo exterior (ETICS):** Avaliação preliminar de viabilidade para sua aplicação no Brasil. 2014. Monografia (Especialização em Construções Sustentáveis) - Departamento Acadêmico de Construção Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2014. Disponível em: [http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/3419/1/CT\\_CECONS\\_III\\_2014\\_02.pdf](http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/3419/1/CT_CECONS_III_2014_02.pdf). Acesso em: 20 abr. 2018.

CUNHA, R.; COSTA, S. G. A importância de ações coordenadas na edificação. **Revista Conjuntura da Construção**, São Paulo, FGV/IBRE e Sinduscon-SP, ano XII, n.3, p. 8-10, out. 2014.

CYLEX. Universidad Técnica Nacional INACAP, Chile, Santiago. 2018. Disponível em: <https://www.cylex.cl/santiago/quickwall-11294342.html>. Acesso em: 20 jun. 2018.

DA SILVA, N. T. D. F. **Incorporação de materiais de mudança de fase em materiais de construção**. 2009. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Escola de Engenharia. Universidade do Minho, Braga, 2009. Disponível em: [http://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/9779/1/Tese\\_Nelson%20Silva\\_2009.pdf](http://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/9779/1/Tese_Nelson%20Silva_2009.pdf). Acesso em: 15 set. 2018.

DECORLIT. **Placa cimentícia e perfis metálicos**. 2018. Disponível em: <http://www.decorlit.com.br/placa-cimenticia-perfis-metalicos.html>. Acesso em: 22 jun. 2018.

DIETRICH. Dietrich metal framing. Steel framing system. **Catálogo técnico**. 2007. Disponível em: <https://dietrichmetalframing.com>. Acesso em: 20 abr. 2019.

EIFS COUNCIL OF CANADA (ECC). **EIFS Practice Manual Version 1.0**. Richmond Hill, Ontario, Canada: ECC, 2013. Disponível em: <http://www.exteriors.ca/holt001.pdf>. Acesso em: 25 ago. 2018.

EIFS INDUSTRY MEMBERS ASSOCIATION (EIMA). **Appearance of EIFS: Your Eyes Might Deceive You**. Falls Church, Virginia, Estados Unidos: EIMA, 2015. Disponível em: <http://blog.eima.com/appearance-of-eifs-your-eyes-might-deceive-you/>. Acesso em: 10 nov. 2018.

EIFS INDUSTRY MEMBERS ASSOCIATION (EIMA). **EIMA 99-A**: Standard for Exterior Insulation and Finish Systems (EIFS) and EIFS with Drainage. Falls Church, Virginia, Estados Unidos: EIMA, 2017a.

EIFS INDUSTRY MEMBERS ASSOCIATION (EIMA). **EIMA 101.86**: Standard Method Test for Impact Resistance. Falls Church, Church, Virginia, Estados Unidos: EIMA, 2017b.

EIFS INDUSTRY MEMBERS ASSOCIATION (EIMA). Blog EIMA. **Mesh**: A True Team Player for EIFS. 2017c. Disponível em: <http://blog.eima.com/mesh-a-true-team-player-for-eifs/>. Acesso em: 12 dez. 2018.

EIFS INDUSTRY MEMBERS ASSOCIATION (EIMA). **About EIMA**. 2019a. Disponível em: <https://www.eima.com/about>. Acesso em: 10 fev. 2019.

EIFS INDUSTRY MEMBERS ASSOCIATION (EIMA). EIFS. **About EIFS**. 2019b. Disponível em: <https://www.eima.com/eifs>. Acesso em: 10 fev. 2019.

EUROPEAN STANDARDS (EN). **EN 12.152**: Curtain walling - Air permeability - Performance requirements and classification. Bruxelas, 2012.

FREITAS, A. M. S.; CRASTO, R. C. M. CBCA. **Steel framing**: Arquitetura. Rio de Janeiro, 2006. Disponível em: <https://www.docsity.com/pt/steel-framing-arquitetura/4732420/>. Acesso em: 09 abr. 2018.

FUTURENG. Light Steel Framing. **ETICS**. 2018. Disponível em: <http://www.futureng.pt/etics>. Acesso em: 10 nov. 2018.

GDSUL. Produto. **Lã de rocha Rock Fibras**. 2019. Disponível em: <http://gdsul.com/curitiba/produto/la-de-rocha-rock-fibras/>. Acesso em: 15 jan. 2019.

GONÇALVES, O. M.; JOHN, V. M.; PICCHI, F. A; SATO, N. M. N. Normas técnicas para avaliação de sistemas construtivos inovadores para habitações. In: BONIN, H.; BONIN L. C. (Eds.). **Normalização e certificação na construção habitacional**. Porto Alegre: ANTAC, 2003. p. 42-53. (Coleção Habitare, 3). Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/261379993/Normas-tecnicas-para-avaliacao-de-sistemas-construtivos-inovadores-para-habitacoes>. Acesso em: 10 jul. 2018.

GONÇALVES, R.; BROERING, L. O desafio global da produtividade. **Revista Conjuntura da Construção**, São Paulo, FGV/IBRE e Sinduscon-SP. Ano XIII, n.1, março 2015. Disponível em: <http://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/cc/article/viewFile/77300/74073>. Acesso em: 10 jul. 2018.

GONÇALVES, M. R. F.; GATO, D. A.; POLLNOW, E. N.; PIRES, A. A. Metodologia para a caracterização de estuque de parede existente em edificações do patrimônio da cidade de Pelotas – RS. **Caderno de Memórias e Patrimônio**. Pelotas, Ano 1, n.1, 2016. Disponível em: <https://periodicos.ufpel.edu.br/ojs2/index.php/CAMP/article/view/8875/5882>. Acesso em: 30 maio 2019.

GYPSUM. **Gypsum Association**. 2019a. Disponível em: <https://www.gypsum.org/>. Acesso em: 10 jan. 2019.

GYPSUM. **Gypsum Association**. Cantoneiras. 2019b. Disponível em: <https://www.gypsum.com.br/pt-pt/produto-e-sistema-drywall/produtos/perfis-metalicos/cantoneiras>. Acesso em: 10 jan. 2019.

HOFMANN, G. A. A. **Tratamento de juntas invisíveis em placas cimentícias no fechamento de sistemas light steel framing**. 2015. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2015. Disponível em: <https://www.propec.ufop.br/download-tese/231/tratamentos-de-juntas-invisiveis-em-placas-cimenticias-no-fechamento-de-sistemas-light-steel-framing>. Acesso em: 14 abr. 2018.

INTERNATIONAL CODE COUNCIL (ICC). ICC. **ESR-1748**. Thermal and moisture protection. Exterior insulation and finish systems. Water drainage exterior insulation and finish system. Report Holder: STO Corp. 2018a. Disponível em: [http://www.stocorp.com/wp-content/content/Systems\\_TechService/Continuous%20Insulation%20Wall%20Systems%20\(EIFS\)/Code%20Reports/CR\\_ICC-ESR\\_1748\\_StoTherm\\_ci\\_EN.pdf](http://www.stocorp.com/wp-content/content/Systems_TechService/Continuous%20Insulation%20Wall%20Systems%20(EIFS)/Code%20Reports/CR_ICC-ESR_1748_StoTherm_ci_EN.pdf). Acesso em: 20 jul. 2018.

INTERNATIONAL CODE COUNCIL (ICC). Products and services. Key Change to the 2018 International Codes. 2018b. Disponível em: <https://www.iccsafe.org/products-and-services/i-codes/the-i-codes/>. Acesso em: 23 fev. 2019.

INTERNATIONAL CODE COUNCIL (ICC). About. **About the International Code Council**. 2019a. Disponível em: <https://www.iccsafe.org/about/who-we-are/>. Acesso em: 23 fev. 2019.

IKAI, S.; REICHERT, J. R.; RODRIGUES, A.V.; ZAMPIERI, V.A. Asbestos-free technology with new high toughness polypropylene (PP) fibers in air cured Hatschek process. **Construction and Building Materials**. vol. 24, p.171-180, 2010. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/303910502\\_Asbestos-free\\_technology\\_with\\_new\\_high\\_tenacity\\_PP\\_-\\_Polypropylene\\_fibers\\_in\\_air-cured\\_Hatschek\\_process](https://www.researchgate.net/publication/303910502_Asbestos-free_technology_with_new_high_tenacity_PP_-_Polypropylene_fibers_in_air-cured_Hatschek_process). Acesso em: 20 nov. 2018.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO). **ISO 17.738-1**: Thermal insulation products - Exterior insulation and finish systems - Part 1: Materials and systems. Genebra, 2017.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO). About. **All about ISO**. 2019. Disponível em: <https://www.iso.org/about-us.html>. Acesso em: 10 fev. 2019.

ISAR. Isolamento térmico. **Lã de vidro**. 2019. Disponível em: <https://www.isar.com.br/isolamento-termico/la-de-vidro-para-isolamento-termico>. Acesso em: 12 jan. 2019.

JARDIM, G. T. C.; CAMPOS, A. S. CBCA. **Light Steel Framing**: Uma aposta do setor siderúrgico no desenvolvimento tecnológico da construção civil. 2018. Disponível em: <http://www.cbca-abr.org.br/upfiles/downloads/apresent/SteelFramingCBCA.pdf>. Acesso em: 2 jun. 2018.

KEMPTON, J.; SYMS, P. Modern methods of construction. implications for housing asset management in the RSL sector. **Structural Survey**, v. 27, n. 1, p. 36-45, 2009. Disponível em: <https://www.seek.salford.ac.uk/user/profile/publications/view.do?publicationNum=37595>. Acesso em: 20 nov. 2018.

KINGSPAN INSULATED PANELS. Kingframe. Steel Frame Systems. **Technical Manual**. Version 5.2. 2014. Disponível em: [https://az750602.vo.msecnd.net/netxstoreviews/assetOriginal/9398\\_UK\\_SBS\\_SFS\\_Technical\\_Manual\\_v-5-2.pdf](https://az750602.vo.msecnd.net/netxstoreviews/assetOriginal/9398_UK_SBS_SFS_Technical_Manual_v-5-2.pdf). Acesso em: 18 jun. 2018.

KNAUF. **Catálogo técnico**: Sistema de fachada Knauf Aquapanel. 2018a. Disponível em: <https://knauf-assets-qa.s3.amazonaws.com/uploads/2018/11/Catalogo-Aquapanel-Knauf-2018-2.pdf>. Acesso em: 20 nov. 2018.

KNAUF. **Catálogo técnico**: Manual de instalação de sistemas Knauf Drywall. 2018b. Disponível em: [http://nortesulnet.com.br/imagens/catalogo/manual\\_instalacao.pdf](http://nortesulnet.com.br/imagens/catalogo/manual_instalacao.pdf). Acesso em: 20 nov. 2018.

KRÜGER, P. G. V. **Análise de painéis de vedação nas edificações em estrutura metálica**. 2000. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2000. Disponível em: [https://repositorio.ufop.br/bitstream/123456789/6248/1/DISSERTA%C3%87%C3%83O\\_An%C3%A1lisePain%C3%A9isVeda%C3%A7%C3%A3o.pdf](https://repositorio.ufop.br/bitstream/123456789/6248/1/DISSERTA%C3%87%C3%83O_An%C3%A1lisePain%C3%A9isVeda%C3%A7%C3%A3o.pdf). Acesso em: 15 mar. 2018.

KUNDER, K. G.; SHAH, S. P. Processing of high-performace fiber reinforced cement-base composites. **Construction and Building Materials**, n 24, p. 181-186, 2010. Disponível em: <http://www.usp.br/constrambi/supplementary%20reading/Processing%20of%20high-performance%20fiber-reinforced%20cement-based%20composites.pdf>. Acesso em 05 dez. 2018.

LGSEA. Light Gauge Steel Engineers Association. **Technical note 544 (TN-544)** – Design of by-pass Slip Connectors in Cold-Formed Steel Construction. LGSEA, Washington-DC, 2004. Disponível em: <http://texas.transconsteel.com/products/cfs/docs/TN-544.pdf>. Acesso em: 05 dez. 2018.

LPBRASIL. Produtos. **OSB home plus**. 2019. Disponível em: <https://www.lpbrasil.com.br/produtos/lp-osb-home-plus/>. Acesso em: 20 abr. 2019.

LUCA, C. R. Panorama sobre a produção de gesso acartonado no Brasil e no mundo. *In*: Seminário de Soluções Tecnológicas Integradas – paredes de gesso acartonado e sistemas complementares, VI, São Paulo, 12 e 13 abr., 2000. **Anais**. São Paulo: PINI, 2000.

MAGALHÃES, R. F. **Edificações em light steel frame isoladas externamente com EIFS: avaliação de desempenho térmico pela NBR 15575 – 2013**. 2013. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/78293/000897013.pdf?sequence=1>. Acesso em: 15 jul. 2018.

MEDEIROS, J.S. CBCA. **Tecnologia de vedações e revestimento para fachadas em estruturas de aço**. ABECE Informa, Julho/Agosto 2014. Disponível em: <http://www.cbca-acobrasil.org.br/noticias-detelhes.php?cod=6161>. Acesso em: 10 jun. 2018.

MEDEIROS, J. S.; MELLO, B. M.; ROGGERO, M. V. V.; SEGUNDO, M. J. P.; PIETRANTONIO, V.B. CBCA. **Tecnologia de vedação e revestimento para fachadas**. Rio de Janeiro, 2014. Disponível em: [https://www.cbca-acobrasil.org.br/lib/php/download-restrito.php?cfg=1&mde=ProdItem&cod=101246&arq=produtos/101246\\_manual\\_vedacoes.zip](https://www.cbca-acobrasil.org.br/lib/php/download-restrito.php?cfg=1&mde=ProdItem&cod=101246&arq=produtos/101246_manual_vedacoes.zip). Acesso em: 10 jun. 2018.

METÁLICA. Portal Metálica. **Lã de vidro: Isolamento Térmico e Acústico**. 2019. Disponível em: <http://www.metlica.com.br/la-de-vidro-isolamento-termico-e-acustico>. Acesso em: 20 abr. 2019.

MITIDIERI FILHO, C. V. Paredes em chapas de gesso acartonadas. Como construir. **Revista Técnica**, São Paulo, n. 30, 1997.

MULTIFRIO. **Lã de vidro**. 2019. Disponível em: <http://www.multifrio.com.br/conteudo/la-de-vidro.html>. Acesso em 15 jan. 2019.

NAKAMURA, J. Chapas versáteis. Aplicação de chapas cimentícias em fachadas ganha força no Brasil com melhoria na qualidade dos produtos e disseminação de sistemas construtivos industrializados. **Revista Técnica**, São Paulo, n.º 186, 2012.

NEOTÉRMICA. Catálogo de produtos. **Isolantes térmicos e revestimentos metálicos**. 2014.

NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION (NFPA). **NFPA 285** – Standart fire test method for evaluation of fire propagation characteristics of exterior non-load-bearing wall assemblies containing combustible. Quincy, 2012.

NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION (NFPA). About NFPA. **NFPA overview**. 2019. Disponível em: <https://www.nfpa.org/overview>. Acesso em: 28 maio 2019.

PEREIRA, F. P. F. **Avaliação laboratorial do desempenho do ETICS**. 2009. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, Porto, 2009. Disponível em: <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/60469/1/000135685.pdf>. Acesso em: 20 set. 2018.

PINI. Guia da Construção. **Revista mensal de construção civil**. São Paulo: Editora Pini, n.144, jul. 2013a.

PINI. Guia da Construção. **Revista mensal de construção civil**. São Paulo: Editora Pini, n.146, set. 2013b.

PRIMO, A. D. O. **Estudo da durabilidade de materiais e sistemas construtivos: Sistema ETICS**. 2008. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, Porto, 2008. Disponível em: <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/59584/2/Texto%20integral.pdf>. Acesso em: 20 set. 2018.

RADAVELLI, G. F. **Avaliação experimental da perda de transmissão sonora em paredes externas de light steel frame**. 2014. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2014. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/7873/RADAVELLI%2c%20GRAZIELLA%20FERRER.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 20 set. 2018.

RAHAL, M. S. **O conforto térmico nas residências de Rino Levi**. 2006. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Escola de Engenharia, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2006. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18141/tde-15062006-173810/publico/dissertacao.pdf>. Acesso em 15 mar. 2018.

REZENDE, M. A. P.; BARROS, M. M. S. B.; ABIKO, A. K. Barreiras e facilitadores da inovação tecnológica na produção de habitações populares. In: Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído – ENTAC, 9, 2002, Foz do Iguaçu. **Anais**. Porto Alegre: ANTAC, 2002.

SABBATINI, F. H. **Desenvolvimento de métodos, processos e sistemas construtivos – formulação e aplicação de uma metodologia**. 1989. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1989. Disponível em: [http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde-30082017-091328/publico/FernandoHenriqueSabbatini\\_T.pdf](http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde-30082017-091328/publico/FernandoHenriqueSabbatini_T.pdf). Acesso em 15 mar. 2018.

SABBATINI, F. H. O processo de produção das vedações leves de gesso acartonado. In: Seminário Tecnologia e Gestão na Produção de Edifícios: Vedações Verticais, 1, 1998, São Paulo. **Anais**. São Paulo: EPUSP/PCC, 1998.

SAINT-GOBAIN. **Placo: Níveis de acabamento**. 2011. 1 vídeo (10min54s). Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=hBpVpznj95Q&feature=youtu.be>. Acesso em: 02 abr. 2019.

SAINT-GOBAIN. Brasilit. **Guia de sistemas. Produtos planos. Placas cimentícias, painéis e acessórios para construção industrializada**. 1 ed. 2016. Disponível em: [https://www.brasilit.com.br/sites/brasilit.com.br/files/downloads/1/Guia%20de%20Sistemas%20Produtos%20Planos\\_2.pdf](https://www.brasilit.com.br/sites/brasilit.com.br/files/downloads/1/Guia%20de%20Sistemas%20Produtos%20Planos_2.pdf). Acesso em: 03 nov. 2018.

SAINT-GOBAIN. Isover. **Lã de vidro para drywall: Feltro wallfelt**. 2019. Disponível em: <https://www.isover.com.br/construcao-civil/la-de-vidro-para-drywall/feltro-wallfelt>. Acesso em: 15 jan. 2019.

SALES, U. C. **Mapeamento de problemas gerados na associação entre sistemas de vedação e estrutura metálica e caracterização acústica e vibratória de painéis de vedação**. 2001. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2001. Disponível em: [http://www.repositorio.ufop.br/bitstream/123456789/6313/1/DISSERTA%C3%87%C3%83O\\_MapeamentoProblemasGerados.pdf](http://www.repositorio.ufop.br/bitstream/123456789/6313/1/DISSERTA%C3%87%C3%83O_MapeamentoProblemasGerados.pdf). Acesso em: 23 mar. 2018.

SANTIAGO, A. K. **O uso do sistema Light Steel Framing associado a outros sistemas construtivos como fechamento vertical externo não estrutural**. 2018. Dissertação (Mestrado em Ciências da Engenharia Civil) - Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2008. Disponível em: [https://www.repositorio.ufop.br/bitstream/123456789/2248/1/DISSERTA%c3%87%c3%83O\\_UsoSistemaLightSteel.pdf](https://www.repositorio.ufop.br/bitstream/123456789/2248/1/DISSERTA%c3%87%c3%83O_UsoSistemaLightSteel.pdf). Acesso em: 23 mar. 2018.

SANTIAGO, A. K.; FREITAS, A. M. S.; CRASTO, R. C. M. CBCA. **Steel framing: arquitetura**. 2 ed. Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: <https://www.cbca-acobrasil.org.br/site/publicacoes-manuais.php>. Acesso em: 04 out. 2018.



SANTOS, P.; DA SILVA, L. S.; UNGUREANU, V. **Energy efficiency of light weight steel-framed buildings**. Technical Committee 14. Sustainability & Eco-Efficiency of Steel Construction. European Convention for Constructional Steelwork. n°129, 2012. Disponível em:

[https://www.researchgate.net/profile/Paulo\\_Santos30/publication/239918313\\_Energy\\_Efficiency\\_of\\_Lightweight\\_Steel-framed\\_Buildings/links/551d31cb0cf2000f8f9387e3/Energy-Efficiency-of-Lightweight-Steel-framed-Buildings.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Paulo_Santos30/publication/239918313_Energy_Efficiency_of_Lightweight_Steel-framed_Buildings/links/551d31cb0cf2000f8f9387e3/Energy-Efficiency-of-Lightweight-Steel-framed-Buildings.pdf). Acesso em: 02 dez. 2018.

SCHAFER, B. W., et al. Accommodating Building Deflections: What every EOR should know about accommodating deflections in secondary cold-formed steel systems. NCSEA/CASE/ASCE-SEI, **Structure Magazine**. Abr. 2003. Disponível em: <https://www.structuremag.org/?p=7483>. Acesso em: 05 ago. 2018.

SILVA, M. G.; SILVA, V.G. CBCA. **Painéis de vedação**. IAB/CBCA. Rio de Janeiro, 2004. Disponível em: <https://www.cbca-acobrasil.org.br/site/publicacoes-manuais.php>. Acesso em: 10 jun. 2018.

SIQUEIRA JUNIOR, A. A. **Tecnologia de fachada com placas de grés porcelanato**. 2003. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde-24042003-170338/publico/Revisada.PDF>. Acesso em 05 ago. 2018.

SOARES, R. C. **Estratégia para a elaboração e disseminação de códigos de práticas voltados ao processo de produção de edifícios de múltiplos pavimentos com estruturas de aço**. 2010. Dissertação (Mestrado em Habitação) - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, São Paulo, 2010. Disponível em: [http://cassiopea.ipt.br/teses/2010\\_HAB\\_Ronaldo\\_Carmo.pdf](http://cassiopea.ipt.br/teses/2010_HAB_Ronaldo_Carmo.pdf). Acesso em: 05 ago. 2018.

SOUZA, J. C. S. **Metodologia de análise e seleção de inovações tecnológicas na construção de edifícios: aplicação para a vedação vertical de gesso acartonado**. 2003. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

STO. **Guia de instalação: StoTherm EIFS**. 2011. Disponível em: [http://stobrasil.com.br/wp-content/uploads/2018/06/Manual\\_Aplica%C3%A7%C3%A3o\\_StoTherm.pdf](http://stobrasil.com.br/wp-content/uploads/2018/06/Manual_Aplica%C3%A7%C3%A3o_StoTherm.pdf). Acesso em: 20 jul. 2018.

STO. **System Bulletin**. StoTherm ci Classic. Rev n. 02. STO Corp. 2017a. Disponível em: [https://www.stocorp.com/wp-content/content/Systems\\_TechService/Continuous%20Insulation%20Wall%20Systems%20\(EIFS\)/System%20Bulletins/SB\\_A100G\\_StoTherm\\_ci\\_Classic\\_EN.pdf](https://www.stocorp.com/wp-content/content/Systems_TechService/Continuous%20Insulation%20Wall%20Systems%20(EIFS)/System%20Bulletins/SB_A100G_StoTherm_ci_Classic_EN.pdf). Acesso em: 18 ago. 2018.

STO. Produtos. **Argamassas e adesivos**. Basecoat. 2017b. Disponível em: <http://stobrasil.com.br/produtos/argamassas-e-adesivos/basecoat-81433/>. Acesso em: 20 abr. 2019

STO. Produtos. **Sistemas de isolamento térmico Stotherm**. 2017c. Disponível em: <http://stobrasil.com.br/produtos/sistemas-de-isolamento-termico-stotherm/>. Acesso em: 10 jan. 2019.

STO. Produtos. **Barreira de ar e umidade**. 2017d. Disponível em: <http://stobrasil.com.br/produtos/barreira-de-ar-e-umidade/>. Acesso em: 10 jan. 2019.

STO. Produtos. **Argamassas e adesivos**. 2017e. Disponível em: <http://stobrasil.com.br/produtos/argamassas-e-adesivos/sto-primeradhesive-b-80101/>. Acesso em: 10 jan. 2019.

STO. **Guide Specification A100G StoTherm ci Classic**. Rev n.15. STO Corp. 2018. Disponível em: [http://www.stocorp.com/wp-content/content/Systems\\_TechService/Continuous%20Insulation%20Wall%20Systems%20\(EIFS\)/Specifications/SPEC\\_A100G\\_StoTherm\\_ci\\_Classic\\_EN.pdf](http://www.stocorp.com/wp-content/content/Systems_TechService/Continuous%20Insulation%20Wall%20Systems%20(EIFS)/Specifications/SPEC_A100G_StoTherm_ci_Classic_EN.pdf). Acesso em: 03 jul. 2018.

TAGLIABOIA, L. C. **Contribuição ao estudo de sistemas de vedação auto portante: A alvenaria estrutural com blocos de encaixe**. Trabalho de conclusão de pós-graduação (Projeto e tecnologia do ambiente construído) - Instituto de Federal de São Paulo, São Paulo, 2010. Disponível em: [https://www.sicablocos.com.br/tese\\_defendida.pdf](https://www.sicablocos.com.br/tese_defendida.pdf). Acesso em: 03 nov. 2018.

THOMAS, R. **EIFS and Earthquakes**. Walls and Ceilings Magazine. May, 2001.

UNDERWRITERS LABORATORIES OF CANADA (ULC). **About us**. 2019. Disponível em: <https://canada.ul.com/>. Acesso em: 20 abr. 2019.

WACKER. **Sustainability** – News. Archive. Munich, 4 abr. 2011. Disponível em: [https://www.wacker.com/cms/en/wacker\\_group/sustainability/sustainability-news/sust\\_newsarchive.jsp](https://www.wacker.com/cms/en/wacker_group/sustainability/sustainability-news/sust_newsarchive.jsp). Acesso em: 11 nov. 2018.

WAY, A. G. L. **Durability of Light Steel Construction**. Technical information sheet. SCI Document ED022. Ascot: Steel Construction Institute (SCI). 4p. 2014. Disponível em: <https://steel-sci.com/assets/downloads/LSF/ED022%20Download.pdf>. Acesso em: 11 nov. 2018.

WEBER. **Guia Weber**. Aplicações. 2019. Disponível em: <http://www.weber.com.pt/aplicacoes/guia-weber.html>. Acesso em: 05 mar. 2019.

WOLFART, G. L. **Sistema construtivo em light steel frame com revestimento externo em EIFS: aspectos e gargalos do processo construtivo**. 2016. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) - Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/148785/001002269.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 05 ago. 2018.

YU, M. **Skins, envelopes, and enclosures: concepts for designing building exteriors**. 1ª published. Taylor & Francis. 266p. New York: Routledge, 2014.