

 unisinios.br/itt/performance	<p>Sistema de vedação vertical interna e externa (SVVIE) em <i>light wood frame</i>, estruturado em peças de madeira maciça serrada com fechamento em chapas, com função estrutural</p>	 
<p><u>Emissão</u> Junho de 2024</p>	<p>Considerando a avaliação técnica coordenada pela ITA Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS) e a decisão dos Técnicos Especialistas, indicados conforme a Portaria nº 3.259, de 29 de dezembro de 2020, do MDR, a Secretaria Nacional de Habitação do Ministério das Cidades resolveu conceder ao proponente Alea S.A., a Ficha de Avaliação de Desempenho Nº 069, em 27/06/2024. Esta decisão é restrita às condições de uso definidas para o produto.</p>	<p>FAD Nº 069</p>

Premissas de avaliação e de uso da FAD:

Esta Ficha de Avaliação de Desempenho (FAD) Nº 069 contempla os resultados das análises de sistemas de vedação vertical internas e externas (SVVIE) definidos como “Sistema construtivo estruturado em peças de madeira maciça serrada com fechamento em chapas (light wood frame)”.

O sistema de vedação vertical interna e externa (SVVIE), objeto desta FAD, possui função estrutural para suporte de ações acidentais e permanentes, sendo destinado para composição de unidades térreas unifamiliares isoladas e geminadas, amparado pelas especificações da ABNT NBR 16936.

Para a avaliação de desempenho do sistema de vedação vertical interna e externa foram considerados todos os requisitos da ABNT NBR 15575-4:2021.

1. DESCRIÇÃO DOS COMPONENTES E DO ELEMENTO CONSTRUTIVO

O sistema descrito nesta FAD, nomeado como “Sistema construtivo estruturado em peças de madeira maciça serrada com fechamento em chapas (*light wood frame*)”, é constituído por estrutura em peças de madeira maciça serrada e fechamento em chapas cimentícias, chapas de OSB e chapas de gesso para *drywall*.

As paredes são constituídas por quadros estruturais conformados por peças leves de madeira serrada de pinus autoclavado, com densidade característica mínima de 290 kg/m³, com núcleo sem preenchimento com espessura de 90 mm. As peças de madeira maciça serrada (seção de 45 mm x 90 mm; montantes verticais) do quadro são espaçadas a cada 600 mm. Ainda, a soleira e o respaldo dos quadros de madeira maciça possuem seção de 38 mm x 90 mm e 45 mm x 90 mm, respectivamente. Todas as peças estruturais de madeira serrada do sistema construtivo são submetidas a tratamento químico sob pressão (autoclave), com produtos preservativos e retenções mínimas conforme a ABNT NBR 16143.

Os quadros estruturais que conformam as paredes do sistema são produzidos por meio de ciclos padronizados nas respectivas linhas de produção da fábrica e são transportados para a obra, local no qual são posicionados com a utilização de equipamentos e ferramentas apropriadas. Todos os materiais e elementos (painéis de paredes) produzidos em fábrica são identificados para permitir a rastreabilidade e posicionamento de montagem na obra. Uma vez liberados, os painéis de parede são, sob demanda, transportados para o canteiro de obras, sendo o descarregamento desses elementos realizado conforme plano de montagem estabelecido para cada empreendimento.

Os sistemas de vedação externas são revestidos na face interna por chapas de gesso para *drywall* e na face externa por chapa cimentícia, membrana hidrófuga e chapa de OSB.

Os sistemas de vedação internas são revestidos na face interna por chapas de gesso para *drywall* e na face externa por chapa de OSB e chapas de gesso para *drywall*.

As características do sistema construtivo são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 – Descrição dos componentes

Material	Característica	Requisitos
Madeira serrada	Valor mínimo de densidade (ρ_{12}) da madeira	Propriedade mínima da Classe 3 para peças estruturais, conforme ABNT NBR 7190-2
	Valor mínimo de módulo de elasticidade médio (E_{med}) da madeira	Propriedade mínima da Classe 3 para peças estruturais, conforme ABNT NBR 7190-2
	Valor mínimo de resistência característica à flexão ($f_{m,k}$) da madeira	Propriedade mínima da Classe 3 para peças estruturais, conforme ABNT NBR 7190-2
	Valor mínimo de resistência característica à compressão paralela ($f_{c0,k}$) da madeira	Propriedade mínima da Classe 3 para peças estruturais, conforme ABNT NBR 7190-2
	Valor mínimo de resistência característica ao cisalhamento ($f_{v,k}$) da madeira	Propriedade mínima da Classe 3 para peças estruturais, conforme ABNT NBR 7190-2
	Classe mínima de classificação mecânica da madeira	Classificação mecânica mínima Classe 3 para peças estruturais, conforme ABNT NBR 7190-2
	Classe mínima de classificação visual da madeira	Classificação visual mínima Classe 3 para peças estruturais, conforme ABNT NBR 7190-2
	Seção transversal nominal mínima das peças de madeira estruturais – Montantes e travessas	Seção transversal nominal mínima de 38 mm x 89 mm (tolerância de 1,5 mm) conforme ABNT NBR 16936
	Resistência a organismos xilófagos/retenção e penetração mínima de produto preservativo	Madeira tratada com CCA com concentração mínima de ingrediente ativo de 4 kg/m ³ , conforme categorias de uso 2, 3 e 4 da ABNT NBR 16143

Material	Característica	Requisitos
	Peças com emendas denteadas (finger joint)	Emendas unidas com adesivo estrutural PUR; Controle tecnológico por ensaios de flexão conforme ABNT NBR 7190-6, e parâmetro mínimo de resistência à flexão de 14 MPa
OSB	OSB APA Plus – classe de uso tipo 2 ou 3, espessura 9,5 mm	Conforme ABNT NBR 16936
Barreira de vapor e umidade	Barreira de vapor e umidade do tipo sólida	Conforme ABNT NBR 16936
Chapa cimentícia	Chapa cimentícias categoria A - espessura de 8 mm	Conforme ABNT NBR 16936 e ABNT NBR 15498
Chapa de gesso para <i>drywall</i>	Chapa de gesso para <i>drywall</i> Standard (ST) ou Resistente à Umidade (RU) - espessura 12,5 mm	Conforme a ABNT NBR 14715-1 e ABNT NBR 14715-2
Elementos de fixação	Pregos de ossatura: prego anelado 2,8x80,0 mm em aço SAE 1004-1018 com proteção contra corrosão em banho organometálico	Conforme projeto estrutural e requisitos da ABNT NBR 16936
	Grampo em barrete 180/50, com arame 1,84x1,63 mm e perna de 49,5 mm, em aço SAE 1004-1018 com proteção contra corrosão em acabamento eletrogalvanizado e resinado (VZ; HZ)	Conforme projeto estrutural e requisitos da ABNT NBR 16936
	Grampo em barrete 155/45, com arame 1,57x1,44 mm e perna de 44,5 mm, em aço SAE 1004-1018 com proteção contra corrosão em acabamento eletrogalvanizado e resinado (VZ; HZ)	Conforme projeto estrutural e requisitos da ABNT NBR 16936
Elementos de fixação	Grampo em barrete 200/45, com arame 2,12x1,84 mm e perna de 44,5 mm, em aço SAE 1004-1018 com proteção contra corrosão em acabamento eletrogalvanizado e resinado (VZ; HZ)	Conforme projeto estrutural e requisitos da ABNT NBR 16936
	Chapas-prego: chapa de dentes estampados, de medida variável em função da ligação, em chapa de aço 18 com proteção contra corrosão em galvanização por deposição	Conforme projeto estrutural e requisitos da ABNT NBR 16936
	Ancoragem: cantoneira em L de medida variável em função da ligação em aço S250 GD ou DX51D com proteção contra corrosão em banho organometálico	Conforme projeto estrutural e requisitos da ABNT NBR 16936
	Chumbador 10 mm x 75 mm em aço carbono com proteção contra corrosão em tratamento <i>ecoseal</i> 10K	Conforme projeto estrutural e requisitos da ABNT NBR 16936
	Pregos de ancoragem: prego anelado 4,0 mm x 50,0 mm em aço carbono com proteção	Conforme projeto estrutural e requisitos da ABNT NBR 16936

Material	Característica	Requisitos
	contra corrosão em banho organometálico	
	Parafusos estruturais: parafuso cabeça chata ou escareada com diâmetro de 8,0 mm e comprimento variável (50 mm a 160 mm) em aço carbono com proteção contra corrosão em banho organometálico	Conforme projeto estrutural e requisitos da ABNT NBR 16936

O sistema de vedação vertical interna e externa (SVVIE) foi avaliado quanto ao atendimento à ABNT NBR 15575-4:2021, estando a relação das demais normas utilizadas nos métodos de ensaio listadas no final deste documento. Em relação ao processo construtivo e o sistema empregado, há conformidade com as premissas da ABNT NBR 16936. Em relação às características estruturais e dos materiais que compõem as vedações verticais há o atendimento dos critérios estabelecidos pela ABNT NBR 7190 e da ABNT NBR 16936.

As composições dos tipos de sistema de vedação que são objeto desta FAD são listadas a seguir:

- **Paredes externas:** as paredes externas são consideradas estruturais. A face externa do quadro é composta por uma camada de chapas OSB com 9,5 mm de espessura fixadas por meio de grampos. Uma barreira impermeável à água e permeável ao vapor é fixada nas chapas de OSB por meio de grampos. Sobre a barreira impermeável à água e permeável ao vapor é fixada uma camada de chapas cimentícias de 8,0 mm de espessura por meio de grampos, obedecendo à distância mínima das bordas da chapa de no mínimo de 3,0 mm entre chapas. As juntas entre chapas cimentícias são aparentes. A face interna do quadro é composta por uma camada de chapas de gesso para *drywall* de 12,5 mm espessura, fixadas aos montantes por meio de grampos. As juntas entre chapas de gesso para *drywall* são dissimuladas e recobertas com fita e massa de calafetação.

No caso da junta entre a ossatura de cada face, a vedação é garantida na porção inferior pelo radier de fundação, na parte superior por rufo, e na face externa pelo revestimento em chapa de OSB, manta hidrófuga e chapa cimentícia, e na face interna pelas chapas de gesso para *drywall*. A Figura 1 apresenta de forma esquemática a composição das paredes externas.

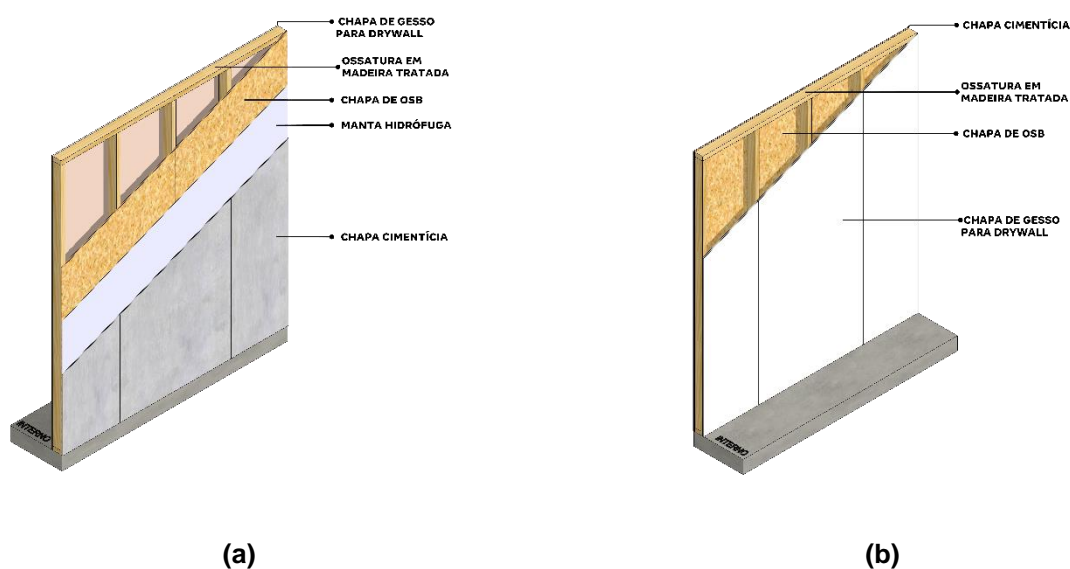


Figura 1 – Composição da parede externa, perspectiva do: (a) revestimento externo, e (b) revestimento interno

Paredes internas: as paredes internas são consideradas estruturais. Uma das faces internas (face 1) da ossatura é composta por uma camada de chapas OSB com 9,5 mm de espessura, fixadas à ossatura por meio de grampos, de forma a promover efeito de contraventamento. Sobre o OSB, é aplicada uma camada de chapas de gesso para *drywall* de 12,5 mm espessura, fixadas ao OSB por meio de grampos. A outra face interna (face 2) da ossatura é composta por fechamento em uma camada de chapas de gesso para *drywall* de 12,5 mm espessura, fixadas à ossatura por meio de grampos. As juntas entre chapas de gesso para *drywall* são dissimuladas e recobertas com fita e massa de calafetação. No caso da junta entre a ossatura de cada face, a vedação é garantida na porção inferior pelo radier de fundação, na parte superior por rufo e nas faces pelo revestimento em chapas de gesso para *drywall*.

A Figura 2 apresenta de forma esquemática a composição das paredes internas.

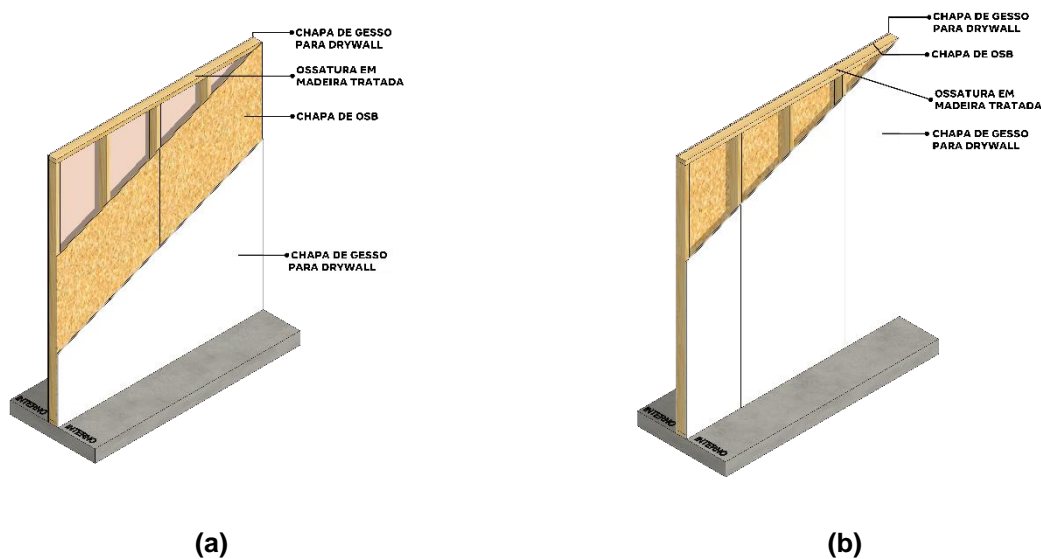


Figura 2 – Composição da parede interna de casas térreas, perspectiva do: (a) revestimento da face 1, e (b) revestimento da face 2

- **Paredes duplas de geminação:** as paredes de geminação são justapostas e formadas por quadros estruturais (ossatura) análogos aos das paredes simples, com contraventamento e fechamento em chapas. Uma camada de chapas OSB com 9,5 mm de espessura é fixada por meio de grampos em uma das faces da ossatura. As faces internas (voltadas ao interior dos ambientes) de cada quadro estrutural de geminação são compostas por fechamento em uma camada de chapas de gesso para *drywall* de 12,5 mm espessura, fixadas à ossatura por meio de grampos. As juntas entre chapas de gesso para *drywall* são dissimuladas e recobertas com fita e massa de calafetação. As duas paredes são separadas por vão entre suas faces. No caso da junta entre a ossatura de cada face, a vedação é garantida na porção inferior pelo radier de fundação, na parte superior por rufo e nas faces pelo revestimento em chapa de OSB e de chapas de gesso para *drywall*. A Figura 3 demonstra a parede de geminação entre unidades habitacionais.

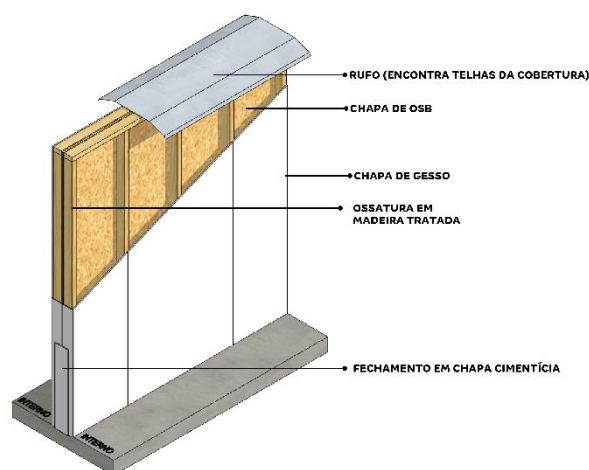


Figura 3 – Composição das paredes duplas de geminação de casas térreas

2. CONSIDERAÇÕES DE PROJETO E EXECUÇÃO

2.1 Recomendações gerais e limitações de uso

O uso desta FAD destina-se à aplicação de sistema construtivo leve do tipo *light wood frame*, com as seguintes condições:

- O SVVIE possui função estrutural, além de vedação;
- Aplicado estritamente em edificação habitacional unifamiliar isolada e geminada térrea com pé direito de 2,5 m e 2,7 m;
- A modificação do uso destinado e configuração do SVVIE implica na isenção de cobertura desta FAD;
- Os demais sistemas utilizados em conjunto com o sistema construtivo analisado devem considerar o atendimento as normas técnicas pertinentes e as interfaces com o sistema *light wood frame*;
- Para a presente análise foram considerados os critérios de avaliação da ABNT NBR 15575-4:2021;
- A massa por unidade de área do sistema de vedação vertical externa é de 38,0 kg/m²;
- A massa por unidade de área do sistema de vedação vertical interna é de 34,5 kg/m²;
- A massa por unidade de área do sistema de vedação vertical interna de geminação é de 26,5 kg/m²;
- O SVVIE devem ser instalados sobre laje de fundação (radier) com espessura definida em projeto de fundações específico para cada edificação em função da resistência de cada solo;
- A interface das paredes externas (SVVE) e internas (SVVI) e a fundação (radier) deve ser devidamente tratada para garantia da estanqueidade da parte inferior das paredes internas e externas (SVVIE) contra ação da umidade ascendente;
- Modificações nos sistemas construtivos, como abertura de vãos para posicionamento de novas esquadrias ou retirada de paredes, não são permitidas sem autorização formal do responsável técnico pelo projeto e construtor;
- Os cuidados na utilização constam no manual de uso, operação e manutenção (Manual do Proprietário), elaborado pelo projetista e construtor para cada empreendimento específico.

2.2 Premissas de projeto

Os elementos estruturais empregados devem atender às premissas especificadas em projeto e aos requisitos especificados nas ABNT NBR 7190, ABNT NBR 15575 e ABNT NBR 16936. É de suma importância que a capacidade portante, dimensão e posicionamento dos elementos do quadro, assim como a paginação e a qualidade das chapas de contraventamento e fechamento, e dos fixadores metálicos, sejam indicados em projeto e validados no desenvolvimento do sistema em termos de suas características e processos de controle tecnológico de aceitação. Para isso, deve-se conduzir a classificação visual e mecânica das peças de madeira e o controle tecnológico das peças unidas por emendas denteadas, especificados na ABNT NBR 7190.

A definição e delimitações de projeto devem seguir os limites e condições impostas pelas solicitações atuantes e resistentes, resistência mecânica e ao fogo, reação ao fogo, peso próprio, pé direito, classe de ruído e de vento, características térmicas, dentre demais propriedades verificadas e descritas nesta FAD.

2.3 Premissas de execução e instalação, interfaces e condições de contorno

A execução do sistema construtivo implica na necessidade de fundações e instalações de apoio em condições adequadas e devidamente dimensionadas e executadas, com especial cuidado às interfaces e condições de contorno dos sistemas presentes, conforme projeto estrutural e executivo.

Seguindo o projeto estrutural e executivo, tanto para execução em fábrica como montagem *in loco*, a estrutura dos quadros deve ser fixada entre si e as camadas de revestimento devem ser fixadas à estrutura dos quadros, em ambas as faces, seguindo as recomendações de projeto para as interfaces entre os quadros que compõem os sistemas de vedação vertical internas e externas (SVVIE). Devem ser instaladas pingadeiras nas esquadrias presentes em SVVE.

De forma análoga, a partir do projeto estrutural e executivo, tanto para execução em fábrica como montagem *in loco*, a interface entre o SVVIE e o radier de fundação, devidamente nivelado, deve ser tratada por meio de camada impermeabilizante, aplicada em fábrica na base dos módulos de parede, conforme ABNT NBR 16936, e os quadros devem ser fixados à fundação para garantia de sua estabilidade e funcionalidade.

No que tange ao isolamento aos sons aéreos do SVVE, em função de cada classe de ruído, é demandada análise específica para avaliação de desempenho acústico mínimo, seguindo o estabelecido na ABNT NBR 15575-4, e deve ser considerado o sistema de cobertura, configuração e dimensões da edificação, além do sistema de esquadrias externas.

De forma análoga, a avaliação do desempenho térmico mínimo dos SVVE, em função da zona bioclimática, demanda a consideração das especificações da ABNT NBR 15575-1 e ABNT NBR 15575-4 em conjunto com sistema de cobertura, configuração e dimensões da edificação, sistema de esquadrias externas e cor da pintura dos elementos externos.

2.4 Manual técnico de instalação do fabricante

Os manuais técnicos de procedimento e procedimentos de qualidade (instruções de trabalho, fichas de verificação e instruções de montagem) para execução das vedações verticais em fábrica, bem como para execução de montagem e acabamento da edificação em obra devem ser apresentadas pelo fabricante.

3. DESEMPENHO DO SISTEMA CONSTRUTIVO

Os ensaios de desempenho do sistema construtivo estruturado em peças de madeira maciça serrada com fechamento em chapas (*light wood frame*) foram realizados com paredes cegas (sem existência de aberturas), cujos componentes apresentavam as características descritas no item 1 desta FAD. A metodologia de ensaio e avaliação de desempenho foi desenvolvida com base no estabelecido na ABNT NBR 15575-4:2021.

3.1 Desempenho estrutural

3.1.1 Compressão excêntrica em sistema de vedação vertical com função estrutural

O Relatório de Ensaio N° 2023/010, emitido pelo Laboratório de Sistemas Estruturais da Universidade Federal de São Carlos, Departamento de Engenharia Civil, atesta que foram realizados ensaios para determinar a resistência mínima de projeto para SVVIE com função estrutural, através de ensaio de compressão excêntrica, conforme ABNT NBR 15575-2:2013. A amostra analisada consiste em oito exemplares dos elementos que compõem a fração estrutural do sistema de vedação vertical com função estrutural com dimensões de 120 cm x 256 cm, sem aberturas. O ensaio de compressão excêntrica foi realizado conforme no estabelecido no Anexo B da ABNT NBR 15575-2:2013.

Cada painel foi posicionado diretamente sobre uma viga de perfil metálico com dimensões de 1,5 m x 0,2 m (comprimento x largura), formando o prato inferior. O prato superior é formado por chapa metálica e rolete cilíndrico, possibilitando a aplicação de carregamento, efetuado por pórtico hidráulico para ensaio à compressão, distribuído ao longo da largura do painel com excentricidade igual a 10 mm na face superior. Quatro ensaios foram realizados com a excentricidade para o lado do painel sem a chapa de OSB (lado esquerdo) e quatro ensaios realizados com a excentricidade aplicada para o lado com chapa de OSB (lado direito).

Para a leitura da força aplicada, foi utilizado uma célula de carga com capacidade de 1 000 kN e as leituras foram feitas por aquisição de dados externa. A instrumentação foi feita com a utilização de dois transdutores de deslocamento (LVDT), com sensibilidade de 0,000 1 mm, para deslocamentos verticais, e um relógio comparador para medição dos deslocamentos horizontais.

Os carregamentos foram aplicados de forma gradual, com velocidade constante de 0,05 MPa/s, com ciclos iniciais de aplicação e alívio de força até o valor de 50% da força de ruptura prevista. Após esses ciclos, foi aplicado carregamento de forma crescente em incrementos de 10% do valor da força de ruptura prevista, com tempo de permanência de 3 minutos para cada ciclo, até 50% da força de ruptura prevista. Após foi aplicada força até a ruptura do corpo de prova.

A maior força - S_k – que consta no projeto exemplo analisado é de 5,38 kN/m. Desta forma, foram calculadas as solicitações de projeto para o ELU ($S_{d,u} = 9,79$ kN/m, com $\gamma_f = 1,4 \cdot 1,3$) e para o ELS ($S_{d,s} = 7,00$ kN/m, com $\gamma_f = 1,3$).

A resistência última de projeto (R_{ud}) e a resistência de serviço (R_{sd}) das paredes foram obtidas com os resultados dos ensaios de compressão excêntrica, aplicando-se as equações que constam na norma ABNT NBR 15575-2 com $\gamma_m = 2,0$ e $\xi = 1,5$.

Uma síntese dos resultados obtidos no ensaio de compressão excêntrica indica que a deformação vertical máxima foi de 0,430 mm (menor do que 1,00 mm) dentro da faixa de carregamento analisada (força máxima de 31,5 kN/m). A deformação horizontal máxima, para a $S_{d,s}$, foi obtida por uma das amostras ensaiadas com

a excentricidade de força posicionada no lado oposto à chapa de OSB, sendo de aproximadamente 1,89 mm no centro da amostra, menor do que o deslocamento limite de 5,120 mm ($h/500$ com $h=2560$ mm).

Por fim, a Tabela 2 ilustra uma síntese dos resultados de resistências e solicitações no ELS e ELU.

Tabela 2 – Síntese da avaliação dos resultados

R_{ud} (kN/m)	$S_{d,u}$ (kN/m)	R_{sd} (kN/m)	$S_{d,s}$ (kN/m)	$D_{v,máx,Sd,s}$ (mm)	$D_{h,máx,Sds}$ (mm)
20,6	9,79	15,90	7,00	< 0,200	1,890

Legenda: R_{ud} – resistência última de projeto; $S_{d,u}$ – solicitação de projeto no ELU; R_{sd} – resistência de serviço; $S_{d,s}$ – solicitação de projeto no ELS; $D_{v,máx,Sd,s}$ – deformação vertical máxima na solicitação $S_{d,s}$; $D_{h,máx,Sds}$ – deformação horizontal máxima na solicitação $S_{d,s}$.

A partir desses resultados verificam-se comprovadas as condições de que $S_{d,u} \leq R_{ud}$ para o ELU, e $S_{d,s} \leq R_{sd}$ para o ELS.

Para cada empreendimento deve ser desenvolvido um projeto estrutural específico e sua respectiva memória de cálculo.

Os exemplares não apresentaram indícios de ruptura até que fosse atingidas as forças máximas do ensaio. Com base nos resultados apresentados, o sistema construtivo **atende aos requisitos mínimos de desempenho**.

3.1.2 Solicitações de cargas provenientes de peças suspensas atuantes no sistema de vedação vertical interna e externa

Foram realizados ensaios de resistência às solicitações de peças suspensas em sistemas de vedação vertical tanto externa (SVVE) quanto interna (SVVI). A Figura 4 apresenta a indicação de fixação da mão francesa padrão nas paredes ensaiadas.

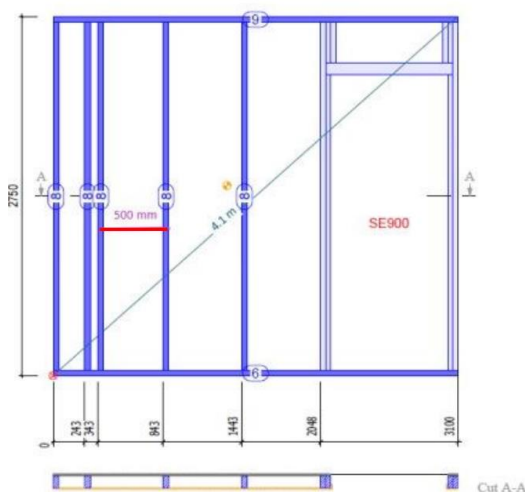


Figura 4 – Indicação de fixação da mão francesa padrão para ensaio

3.1.2.1 Sistema de vedação vertical interna

O Relatório técnico N° 5676/2023 emitido pelo laboratório Instituto Técnico em Desempenho e Construção Civil (itt Performance) - UNISINOS, apresenta a realização do ensaio solicitações de cargas provenientes de peças suspensas na face 2 (revestimento em chapas de gesso para *drywall* de 12,5 mm de espessura) do sistema de vedação vertical interna (SVVI), conforme a ABNT NBR 15575-4:2021. Para tal, foi utilizada uma amostra de 300 cm x 260 cm (comprimento x altura). Os dispositivos de fixação da mão francesa padrão

consistem em parafusos de aço com rosca soberba para madeira, do tipo *chipboard*, que foram fixados diretamente nos montantes de madeira.

A Tabela 3 apresenta os resultados obtidos no ensaio de carga suspensa com o uso da mão francesa padrão.

Tabela 3 – Resultados do ensaio de carga suspensa

Carga (kN)	d _h (mm)			d _{hr} (mm)			Ocorrência
	d _{h1}	d _{h2}	d _{h3}	d _{hr1}	d _{hr2}	d _{hr3}	
0,8	-1,3	-0,8	-0,3	-0,2	-0,1	0,0	Sem ocorrência de fissuras, falhas ou demais problemas
Legenda: d _h – deslocamento horizontal; d _{hr} – deslocamento horizontal residual,							

Verificou-se que o sistema não apresentou deslocamento horizontal superior a 5,5 mm (h/500) nem deslocamento residual maior que 1,1 mm (h/2500), além de não apresentar falhas. Com base nos resultados apresentados, o sistema construtivo **atende aos requisitos mínimos de desempenho.**

3.1.2.2 Sistema de vedação vertical externa

O Relatório técnico Nº 5633/2023, emitido pelo laboratório Instituto Técnico em Desempenho e Construção Civil (itt Performance) - UNISINOS, apresenta a realização do ensaio solicitações de cargas provenientes de peças suspensas na face interna de uma amostra de 300 cm x 260 cm (comprimento x altura) do sistema de vedação vertical externa (SVVE), conforme a ABNT NBR 15575-4:2021. Os dispositivos de fixação da mão francesa padrão consistem em parafusos de aço com rosca soberba para madeira, do tipo *chipboard*, que foram fixados diretamente nos montantes de madeira.

A Tabela 4 apresenta os resultados obtidos no ensaio de carga suspensa com o uso da mão francesa padrão.

Tabela 4 – Resultados do ensaio de carga suspensa

Carga (kN)	d _h (mm)			d _{hr} (mm)			Ocorrência
	d _{h1}	d _{h2}	d _{h3}	d _{hr1}	d _{hr2}	d _{hr3}	
0,8	-0,5	-0,1	0,2	-0,1	0,0	0,1	Sem ocorrência de fissuras, falhas ou demais problemas
Legenda: d _h – deslocamento horizontal; d _{hr} – deslocamento horizontal residual.							

Verificou-se que o sistema não apresentou deslocamento horizontal superior a 5,2 mm (h/500) nem deslocamento residual maior que 1,0 mm (h/2500), além de não apresentar falhas. Com base nos resultados apresentados, o sistema construtivo **atende aos requisitos mínimos de desempenho.**

3.1.3 Resistência aos impactos de corpo mole no sistema de vedação vertical externa e interna, com função estrutural

Os ensaios de corpo mole foram realizados em sistemas de vedação vertical tanto externa (SVVE) quanto interna (SVVI), em campo e em laboratório, conforme ABNT NBR 15575-4:2021. Os ensaios de impacto de corpo mole foram realizados em diferentes regiões das paredes internas e externas: sobre montantes, entre montantes e sobre montantes e juntas do sistema. A Tabela 5 indica uma síntese de ensaios realizados:

Tabela 5 – Síntese de ensaios de resistência ao impacto de corpo mole

SVV	Função	Impactos		
		Face	Região	
Interno	Estrutural e vedação	1*	-	Sobre montante
		2	-	Sobre montante
Externo		Interna	Entre montantes	Sobre montante
		Externa	Entre montantes	Sobre montante

Legenda: *face com aplicação de chapa OSB de 9,5 mm de espessura e chapas de gesso para *drywall* de 12,5 mm espessura.

3.1.3.1 Impacto de corpo mole em SVVI sobre montante na face 1 (camada de OSB e gesso para *drywall*)

O Relatório Técnico N° CT/ENE/002.823/C/1/24, emitido pelo Laboratório Falcão Bauer, descreve ensaio realizado em campo, com corpo de prova de dimensões de 378 cm x 276 cm, representando fielmente as condições de projeto, inclusive tipos de apoio e vinculações.

Os resultados do ensaio de impacto de corpo mole em SVVI sobre montante na face 1 (camada de OSB e gesso para *drywall*) são apresentados na Tabela 6. Os deslocamentos horizontais foram mensurados no centro geométrico da amostra.

Tabela 6 – Resultados do ensaio de impacto de corpo mole na face 1 sobre montante

Energia (J)	d_h (mm)	d_{hr} (mm)	Ocorrências
60	-	-	Sem ocorrências
120	13,44	1,42	
180	-	-	
240	-	-	
360	-	-	

Legenda: NI – não informado; d_h – deslocamento horizontal instantâneo; d_{hr} – deslocamento horizontal residual.

Nas energias de 60 J, 120 J e 180 J, aplicadas na face 1 sobre montante, a parede manteve sua integridade, não apresentando ocorrência de falhas. Observou-se que os deslocamentos não superaram os limites da ABNT NBR 15575-4:2021, sendo de 22,08 mm (h/125) para o d_h e de 2,21 mm (h/1250) para o d_{hr} , na energia de impacto de 120 J. Na energia de 240 J não houve ocorrências de falhas localizadas. E na energia de 360 J, a parede manteve sua integridade, não apresentando ocorrência de ruína. Com base nos resultados apresentados, o sistema construtivo **atende aos requisitos mínimos de desempenho.**

3.1.3.2 Impacto de corpo mole em SVVI sobre montante e sobre junta na face 2 (camada de gesso para *drywall*)

O Relatório N° CT/ENE/002.823/C/1/24, emitido pelo Laboratório Falcão Bauer, descreve ensaio realizado em campo, com corpo de prova de dimensões de 282 cm x 256 cm, representando fielmente as condições de projeto, inclusive tipos de apoio e vinculações.

Os resultados do ensaio de impacto de corpo mole em SVVI sobre montante e sobre junta na face 2 (camada de OSB e gesso para *drywall*) são apresentados na Tabela 7. Os deslocamentos horizontais foram mensurados no centro geométrico da amostra.

Tabela 7 – Resultados do ensaio de impacto de corpo mole na face 2 sobre montante e sobre junta

Energia (J)	d_h (mm)	d_{hr} (mm)	Ocorrências
60	-	-	Sem ocorrências
120	16,00	0,30	
180	-	-	
240	-	-	
360	-	-	
Legenda: NI – não informado; d_h – deslocamento horizontal instantâneo; d_{hr} – deslocamento horizontal residual.			

Nas energias de 60 J, 120 J e 180 J, aplicadas na face 2 sobre montante e sobre junta, a parede manteve sua integridade, não apresentando ocorrência de falhas. Observou-se que os deslocamentos não superaram os limites da ABNT NBR 15575-4:2021, sendo de 20,48 mm ($h/125$) para o d_h e de 2,05 mm ($h/1250$) para o d_{hr} , na energia de impacto de 120 J. Na energia de 240 J não houve ocorrências de falhas localizadas. E na energia de 360 J, a parede manteve sua integridade, não apresentando ocorrência de ruína. Com base nos resultados apresentados, o sistema construtivo **atende aos requisitos mínimos de desempenho.**

3.1.3.3 Impacto de corpo mole em SVVE entre montantes na face externa

O Relatório Técnico Nº 02314/24, emitido pelo Laboratório do Centro Cerâmico do Brasil, descreve ensaio realizado em laboratório, com corpo de prova de dimensões de 373 x 276 cm, representando fielmente as condições de projeto, inclusive tipos de apoio e vinculações.

Os resultados do ensaio de impacto de corpo mole em SVVE entre montantes na face externa são apresentados na Tabela 8. Os deslocamentos horizontais foram mensurados no centro geométrico da amostra.

Tabela 8 – Resultados do ensaio de impacto de corpo mole na face externa entre montantes

Energia (J)	d_h (mm)	d_{hr} (mm)	Ocorrências
120	-16,93	-0,16	Sem ocorrências
180	-18,44	-0,28	
240	-21,97	2,20	
360	/	/	A parede apresentou pequeno destacamento da placa cimentícia
480			A parede apresentou fissura na placa cimentícia
720			
Legenda: d_h – deslocamento horizontal instantâneo; d_{hr} – deslocamento horizontal residual.			

Nas energias de 120 J, 180 J e 240 J, aplicadas na face externa, a parede manteve sua integridade, não apresentando abaulamentos, fissuras ou demais problemas. Observou-se que os deslocamentos não superaram os limites da ABNT NBR 15575-4:2021, sendo de 22,08 mm ($h/125$) para o d_h e de 2,21 mm ($h/1250$) para o d_{hr} , na energia de impacto de 240 J. Nas energias de 360 J, 480 J e 720 J, a parede apresentou destacamento e fissura da placa cimentícia, sem comprometer o seu estado de limite último. Com base nos resultados apresentados, o sistema construtivo **atende aos requisitos mínimos de desempenho.**

3.1.3.4 Impacto de corpo mole em SVVE entre montantes na face interna

O Relatório Técnico Nº CT/ENE/002.823/2/B/24, emitido pelo Laboratório Falcão Bauer, descreve ensaio realizado em campo, com corpo de prova de dimensões de 563 cm x 276 cm, representando fielmente as condições de projeto, inclusive tipos de apoio e vinculações.

Os resultados do ensaio de impacto de corpo mole em SVVE entre montantes na face interna são apresentados na Tabela 9.

Tabela 9 – Resultados do ensaio de impacto de corpo mole na face interna entre montantes

Energia (J)	Ocorrências
60	Sem ocorrências
120	Fissura capilar

Na energia de 60 J, aplicada na face interna, a parede manteve sua integridade, não apresentando ocorrência de falhas. Na energia de 120 J, aplicada na face interna, a parede manteve sua integridade, não apresentando ocorrência de rupturas localizadas nem comprometimento da segurança e da estanqueidade à água da fachada. Com base nos resultados apresentados, o sistema construtivo **atende aos requisitos mínimos de desempenho.**

3.1.3.5 Impacto de corpo mole em SVVE sobre montante na face externa

O Relatório Técnico Nº 00254/24, emitido pelo Laboratório do Centro Cerâmico do Brasil, descreve ensaio realizado em laboratório, com corpo de prova de dimensões de 373 cm x 276 cm, representando fielmente as condições de projeto, inclusive tipos de apoio e vinculações.

Os resultados do ensaio de impacto de corpo mole em SVVE sobre montantes na face externa são apresentados na Tabela 10. Os deslocamentos horizontais foram mensurados no centro geométrico da amostra.

Tabela 10 – Resultados do ensaio de impacto de corpo mole na face externa sobre montante

Energia (J)	d_h (mm)	d_{hr} (mm)	Ocorrências
120	-17,05	-1,22	Sem ocorrências
180	-20,66	-0,60	
240	-21,88	2,04	
360	/		Pequeno destacamento da placa cimentícia
480			
720			
Legenda: d_h – deslocamento horizontal instantâneo; d_{hr} – deslocamento horizontal residual.			

Nas energias de 120 J, 180 J e 240 J, aplicadas sobre montante na face externa, a parede manteve sua integridade, não apresentando ocorrência de falhas. Observou-se que os deslocamentos não superaram os limites da ABNT NBR 15575-4:2021, sendo de 22,08 mm ($h/125$) para o d_h e de 2,21 mm ($h/1250$) para o d_{hr} , na energia de impacto de 240 J. Nas energias de 360 J, 480 J e 720 J, a parede apresentou destacamento da placa cimentícia, mas não apresentou ocorrência de ruína. Com base nos resultados apresentados, o sistema construtivo **atende aos requisitos mínimos de desempenho.**

3.1.3.6 Impacto de corpo mole em SVVE sobre montante e sobre junta na face interna

O Relatório Técnico Nº CT/ENE/002.823/2/C/24, emitido pelo Laboratório Falcão Bauer, descreve ensaio realizado em campo, com corpo de prova de dimensões de 563 cm x 276 cm, representando fielmente as condições de projeto, inclusive tipos de apoio e vinculações.

Os resultados do ensaio de impacto de corpo mole em SVVE sobre montante e sobre junta na face interna são apresentados na Tabela 11. Os deslocamentos horizontais foram mensurados no centro geométrico da amostra.

Tabela 11 – Resultados do ensaio de impacto de corpo mole na face interna sobre montante e sobre junta

Energia (J)	d_h (mm)	d_{hr} (mm)	Ocorrências
120	10,62	0,93	Nenhuma ocorrência
180	-		
240			
480			
Legenda: d_h – deslocamento horizontal instantâneo; d_{hr} – deslocamento horizontal residual.			

Nas energias de 120 J e 180 J, aplicadas sobre montante e sobre junta na face interna, a parede manteve sua integridade, não apresentando ocorrência de falhas. Observou-se que os deslocamentos não superaram os limites da ABNT NBR 15575-4:2021, sendo de 22,08 mm (h/125) para o d_h e de 2,21 mm (h/1250) para o d_{hr} , na energia de impacto de 120 J. Nas energias de 240 J e 480 J, a parede a parede manteve sua integridade, não apresentando ocorrência de ruína. Com base nos resultados apresentados, o sistema construtivo **atende aos requisitos mínimos de desempenho.**

3.1.4 Resistência às ações transmitidas por portas em sistema de vedação vertical interna e externa

Foram realizados ensaios de resistência às ações transmitidas por portas em sistemas de vedação vertical tanto externa (SVVE) quanto interna (SVVI).

3.1.4.1 Sistema de vedação vertical interna

O Relatório técnico N° 5676/2023, emitido pelo laboratório Instituto Técnico em Desempenho e Construção Civil (itt Performance) - UNISINOS, apresenta a realização do ensaio de resistência às ações transmitidas por portas em sistema de vedação vertical interna (SVVI).

Os ensaios foram realizados conforme prescreve a ABNT NBR 15930-2:2018. A classificação teve como base os requisitos da ABNT NBR 15575-4:2021, envolvendo o impacto de corpo mole e as ações de abertura e fechamento.

Após as portas terem sido submetidas a dez operações de fechamento brusco, o SVVI não apresentou falhas, tais como rupturas, fissuras, destacamentos no encontro com o marco, cisalhamento nas regiões de solidarização do marco, destacamentos em juntas entre componentes das paredes e outros. A energia do impacto do corpo mole, sob a ação de 240 J, foi aplicada somente no sentido de fechamento da porta. A energia aplicada não foi suficiente para promover o arrancamento do marco nem a ruptura ou perda de estabilidade da parede. Com base nos resultados apresentados, o sistema construtivo **atende aos requisitos mínimos de desempenho.**

3.1.4.2 Sistema de vedação vertical externa

O Relatório técnico N° 5633/2023, emitido pelo laboratório Instituto Técnico em Desempenho e Construção Civil (itt Performance) - UNISINOS, apresenta a realização do ensaio de resistência às ações transmitidas por portas em sistema de vedação vertical externa (SVVE).

Os ensaios foram realizados conforme prescreve a ABNT NBR 15930-2:2018. A classificação teve como base os requisitos da ABNT NBR 15575-4:2021, envolvendo o impacto de corpo mole e as ações de abertura e fechamento.

Após as portas terem sido submetidas a dez operações de fechamento brusco, o SVVE não apresentou falhas, tais como rupturas, fissuras, destacamentos no encontro com o marco, cisalhamento nas regiões de

solidarização do marco, destacamentos em juntas entre componentes das paredes e outros. A energia do impacto do corpo mole, sob a ação de 240 J, foi realizada nos dois sentidos (abertura e fechamento). A energia aplicada, não foi suficiente para promover o arrancamento do marco, nem a ruptura ou perda de estabilidade da parede. Com base nos resultados apresentados, o sistema construtivo **atende aos requisitos mínimos de desempenho.**

3.1.5 Resistência aos impactos de corpo duro em sistema de vedação vertical com função estrutural

Os ensaios de corpo duro foram realizados em sistemas de vedação vertical tanto externa (SVVE) quanto interna (SVVI).

3.1.5.1 Impacto de corpo duro em SVVI na face 1 (camada de OSB e gesso para drywall)

O Relatório Técnico N° 00559/24, emitido pelo Laboratório do Centro Cerâmico do Brasil, descreve ensaio realizado em campo, em uma parede de dimensões de 373 cm x 276 cm, na face 1 do sistema construtivo (revestimento em chapas OSB com 9,5 mm de espessura e chapas de gesso para *drywall* de 12,5 mm de espessura), representando fielmente as condições de projeto, inclusive tipos de apoio e vinculações.

O ensaio seguiu os procedimentos que constam na ABNT NBR 15575-4:2021, promovendo impactos na superfície da amostra por meio de esferas metálicas maciças com massa de 0,5 kg e 1,0 kg, para que energias distintas fossem obtidas. Para cada energia (2,5 J e 10 J) foram realizados 10 impactos consecutivos e em locais aleatórios da amostra. Após a aplicação das energias, analisou-se visualmente a face da amostra e fez-se a medição da profundidade das mossa.

A Tabela 12 apresenta os resultados do ensaio de corpo duro no SVVI com impactos na face 1.

Tabela 12 – Resultados do ensaio de corpo duro – impactos na face 1 do SVVI

Impacto	Energia (J)	Mossa (mm)	Ocorrências	Energia (J)	Mossa (mm)	Ocorrências
		Profundidade			Profundidade	
1	2,5	0,36	Sem ocorrências	10	1,07	Sem ocorrências
2		0,45			1,71	
3		0,53			0,88	
4		0,29			1,33	
5		0,57			0,88	
6		0,40			0,73	
7		0,61			0,90	
8		0,64			0,67	
9		0,61			0,79	
10		0,36			1,94	

Com a aplicação das energias que constam na ABNT NBR 15575-4:2021, não foram constatadas falhas na energia de 2,5 J, e na energia de 10,0 J não houve ruptura nem traspasse. Com base nos resultados apresentados, o sistema construtivo **atende aos requisitos mínimos de desempenho.**

3.1.5.2 Impacto de corpo duro em SVVE e SVVI na face 2 (camada de gesso para drywall)

O Relatório Técnico N° 12271/23, emitido pelo Laboratório do Centro Cerâmico do Brasil, descreve ensaio realizado em campo, em uma parede de dimensões de 350 cm x 276 cm, na face 2 do sistema construtivo (revestimento em chapas de gesso para *drywall* de 12,5 mm de espessura), representando fielmente as condições de projeto, inclusive tipos de apoio e vinculações.

O ensaio seguiu os procedimentos especificados pela ABNT NBR 15575-4:2021, promovendo impactos na superfície da amostra por meio de esferas metálicas maciças com massa de 0,5 kg e 1,0 kg, para que energias distintas fossem obtidas. Para cada energia (2,5 J e 10 J) foram realizados 10 impactos consecutivos e em locais aleatórios da amostra. Após a aplicação das energias, analisou-se visualmente a face da amostra e fez-se a medição da profundidade das mossa.

A Tabela 13 apresenta os resultados do ensaio de corpo duro com impactos na face interna do SVVE e face 2 do SVVI.

Tabela 13 – Resultados do ensaio de corpo duro – impactos na face interna do SVVE e face 2 do SVVI

Impacto	Energia (J)	Mossa (mm)	Ocorrências	Energia (J)	Mossa (mm)	Ocorrências
		Profundidade			Profundidade	
1	2,5	0,89	Sem ocorrências	10	2,17	Fissura na chapa
2		0,59			2,31	Fissura na chapa
3		0,39			1,40	Sem ocorrências
4		0,43			0,98	Sem ocorrências
5		0,45			4,37	Fissura na chapa
6		0,30			2,47	Fissura na chapa
7		0,33			3,36	Fissura na chapa
8		0,46			6,75	Fissura na chapa
9		0,80			0,70	Sem ocorrências
10		0,36			3,87	Fissura na chapa

Com a aplicação das energias especificadas pela ABNT NBR 15575-4:2021, não foram constatadas falhas na energia de 2,5 J, já na energia de 10,0 J foram observadas fissuras na chapa de gesso para *drywall* em todos os impactos aplicados, exceto nos impactos 3, 4 e 9. Com base nos resultados apresentados, o sistema construtivo **atende aos requisitos mínimos de desempenho.**

3.1.5.3 Impacto de corpo duro em SVVE na face externa

O Relatório Técnico Nº 11616/23, emitido pelo Laboratório do Centro Cerâmico do Brasil, descreve ensaio realizado em laboratório, em uma parede de dimensões de 160 cm x 256 cm, na face externa do sistema de vedação vertical externa, representando fielmente as condições de projeto, inclusive tipos de apoio e vinculações.

O ensaio seguiu os procedimentos especificados pela ABNT NBR 15575-4:2021, promovendo impactos na superfície da amostra por meio de esferas metálicas maciças com massa de 0,5 kg e 1,0 kg, para que energias distintas fossem obtidas. Para cada energia (3,75 J e 20 J) foram realizados 10 impactos consecutivos e em locais aleatórios da amostra. Após a aplicação das energias, analisou-se visualmente a face da amostra e fez-se a medição da profundidade das mossa.

A Tabela 14 apresenta os resultados do ensaio de corpo duro no SVVE com impactos na face externa.

Tabela 14 – Resultados do ensaio de corpo duro – impactos na face externa do SVVE

Impacto	Energia (J)	Mossa (mm)	Ocorrências	Energia (J)	Mossa (mm)	Ocorrências
		Profundidade			Profundidade	
1	3,75	0,29	Sem ocorrências	20	0,39	Sem ocorrências
2		0,25			0,65	
3		0,18			0,52	
4		0,16			0,51	
5		0,29			0,45	
6		0,21			0,44	
7		0,40			0,46	
8		0,44			0,49	
9		0,33			0,41	
10		0,32			0,54	

Com a aplicação das energias especificadas pela ABNT NBR 15575-4:2021, não foram constatadas falhas na energia de 3,75 J, tampouco ruptura ou traspasse na energia de 20,0 J. Com base nos resultados apresentados, o sistema construtivo **atende aos requisitos mínimos de desempenho**.

3.1.6 Ações no parapeito em sistema de vedação vertical com função estrutural

O Relatório Técnico N° 12632/23, emitido pelo Laboratório do Centro Cerâmico do Brasil, atesta que foram realizados os ensaios de ação horizontal e vertical no SVVE, de acordo com o estabelecido na ABNT NBR 15575-4:2021 e ABNT NBR 14718:2019. De um modo geral, este procedimento consiste em aplicar as ações do esforço estático horizontal e vertical no parapeito formado pelo SVVE e os deslocamentos são medidos. A Tabela 15 apresenta os valores de deformação horizontal da amostra quando submetida aos esforços na força de uso.

Tabela 15 – Resultado das deformações da carga horizontal – fora para dentro

Deformação	l_1 (mm)	Limite l_1 (mm)	l_2 (mm)	Limite l_2 (mm)	l_3 (mm)	Limite l_3 (mm)
D1	0,4	≤ 7,0	1,2	≤ 25,0	0,2	≤ 3,0
D2	0,5		1,3		0,1	
D3	0,4		1,0		0,1	

Legenda: l_1 – deformação sob a força de acomodação; l_2 – deformação sob a força de ensaio; l_3 – deformação residual após a força de ensaio.

O peitoril não apresentou ruptura de qualquer de seus componentes durante e após a força de uso. Os resultados do esforço horizontal aplicados no sentido de dentro para fora são expostos na Tabela 16.

Tabela 16 – Resultado das deformações da carga horizontal – dentro para fora

Deformação	l_1 (mm)	Limite l_1 (mm)	l_2 (mm)	Limite l_2 (mm)	l_3 (mm)	Limite l_3 (mm)	l_4 (mm)	Limite l_4 (mm)
D1	0,7	≤ 7,0	1,4	≤ 25,0	0,4	≤ 3,0	3,1	≤ 150,0
D2	0,8		1,7		0,5		2,3	
D3	0,6		1,2		0,4		-	

Legenda: l_1 – deformação sob a força de acomodação; l_2 – deformação sob a força de ensaio; l_3 – deformação residual após a carga de ensaio; l_4 – deformação sob a força de segurança.

O peitoril não apresentou ruptura de qualquer de seus componentes durante e após a força de uso nem na força de segurança.

A Tabela 17 apresenta os resultados de deformação vertical do peitoril quando submetido ao esforço estático vertical de segurança.

Tabela 17 – Deformações verticais da amostra no ensaio de esforço estático vertical de segurança

Ponto de medição	Leituras das deformações (mm)			
	Carga de Segurança	Limite	Residual	Limite
R1	2,0	≤ 20,0	0,3	≤ 8,0

Ainda, o Relatório Técnico N° CT/ENE/003.505/A/24, emitido pelo laboratório Falcão Bauer, atesta que foi realizado ensaio de impacto de corpo mole na face interna do peitoril com altura de 0,951 m, de acordo com a ABNT NBR 15575-4:2021 e ABNT NBR 14718:2019. Os resultados do ensaio de impacto de corpo mole na face interna do peitoril são apresentados na Tabela 18.

Tabela 18 – Resultados do ensaio de impacto de corpo mole na face interna do peitoril

Energia (J)	d_h (mm)	d_{hr} (mm)	Ocorrências
120	5,59	0,56	Sem ocorrências
180			
240			
480			Abaulamento da área impactada

Legenda: d_h – deslocamento horizontal instantâneo; d_{hr} – deslocamento horizontal residual.

Nas energias de 120 J e 180 J, aplicadas na face interna do peitoril, a parede manteve sua integridade, não apresentando falhas. Observou-se que os deslocamentos não superaram os limites da ABNT NBR 15575-4:2021, sendo de 7,61 mm ($h/125$) para o d_h e de 0,76 mm ($h/1250$) para o d_{hr} , na energia de impacto de 120 J. Na energia de 240 J, a parede manteve sua integridade, não apresentando ruína de seus componentes. Sob a energia de 480 J houve abaulamento da área impactada, não apresentando ruína de seus componentes.

Com base nos resultados apresentados, o sistema construtivo **atende aos requisitos mínimos de desempenho.**

3.2 Segurança contra incêndio

A segurança contra o incêndio foi avaliada tanto para o sistema de vedação interna como externa, eles são apresentados na sequência.

3.2.1 Reação ao fogo

Os Relatórios Técnicos N° 5582/2023, 5769/2023 e 5770/2024, emitidos pelo laboratório Instituto Técnico em Desempenho e Construção Civil (itt Performance), atestam que foram realizados ensaios para classificação do sistema construtivo quanto à reação ao fogo frente a ABNT NBR 16626:2017 e pela Instrução Técnica N° 10/2019 do Corpo de Bombeiros do Estado de São Paulo.

Foram realizados ensaios de *Single Burning Item* (EN 13823:2020) em três amostras compostas por quadro estrutural de madeira serrada com 45 mm x 90 mm, tendo face interna (exposta ao fogo) em chapa de gesso

para *drywall* com espessura de 12,5 mm, com juntas tratadas com fita de papel e massa de calafetação, e face externa em OSB com espessura de 9,5 mm, possuindo espessura total de 90 mm.

Tal ensaio possui a finalidade de determinação da taxa de desenvolvimento de calor (FIGRA), propagação lateral da chama (L_{FS}), liberação total de calor do corpo de prova nos primeiros 600 segundos de exposição às chamas (THR_{600s}), taxa de desenvolvimento de fumaça, correspondendo ao máximo do quociente de produção de fumaça do corpo de prova e o tempo de sua ocorrência (SMOGRA), e a produção total de fumaça do corpo de prova nos primeiros 600 segundos de exposição às chamas (TSP_{600s}).

A Figura 5 e Figura 6 apresentam, respectivamente, os corpos de prova antes e após o ensaio de *Single Burning Item*.



Figura 5 – Corpos de prova do sistema antes do ensaio de SBI



Figura 6 – Corpos de prova do sistema após do ensaio de SBI

Ainda, foi determinada a propagação da chama (F_s), de acordo com o método da ignitabilidade (ISO 11925-2:2020). Neste ensaio foram utilizadas seis amostras para verificação dos parâmetros de conformidade da ISO 11925-2:2020 na situação crítica de aplicação de chama.

A Figura 7 e Figura 8 apresentam, respectivamente, os corpos de prova antes e após o ensaio de ignitabilidade.

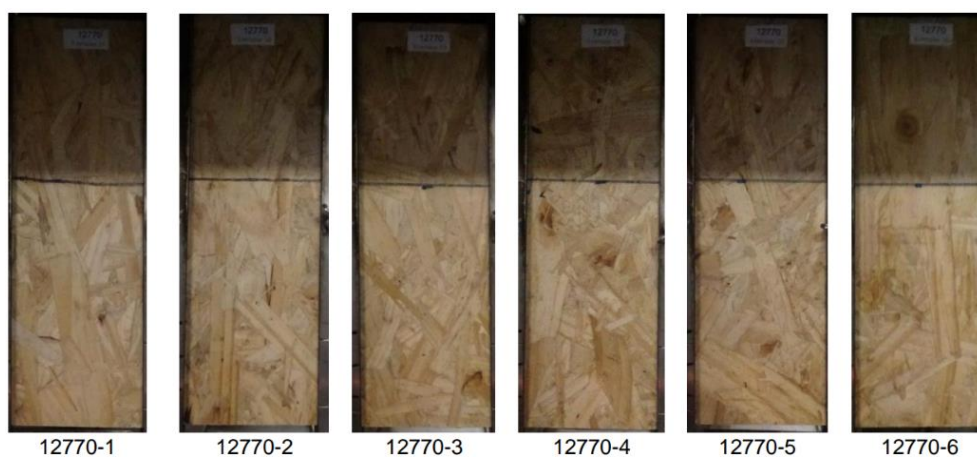


Figura 7 – Corpos de prova do sistema antes do ensaio de ignitabilidade no ponto de pior situação

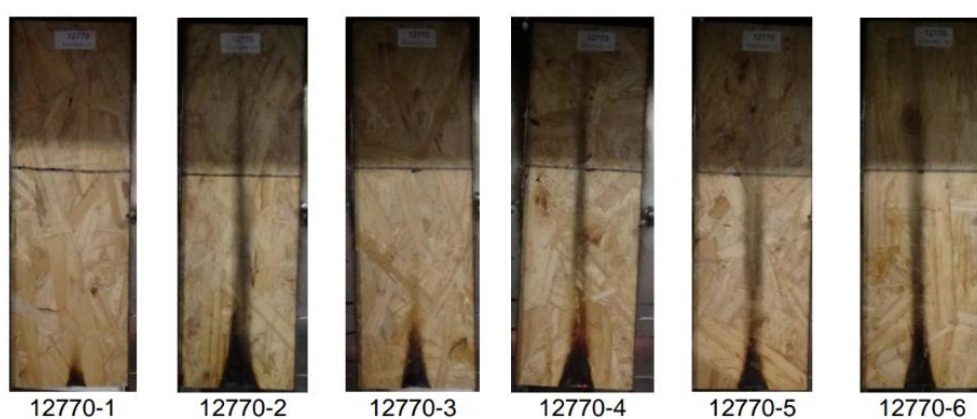


Figura 8 – Corpos de prova do sistema após do ensaio de ignitabilidade no ponto de pior situação

Os resultados obtidos no ensaio de SBI estão presentes na Tabela 19.

Tabela 19 – Resultados de parâmetros contínuos EN 13823:2020

Índice	Média
FIGRA _{0,2 MJ} (W/s)	28,21
FIGRA _{0,4 MJ} (W/s)	16,66
THR _{600s} (MJ)	1,54
SMOGRA (m ² /s ²)	2,37
TSP _{600s} (m ²)	22,29

Os resultados obtidos no ensaio de ignitabilidade estão presentes na Tabela 20 e Tabela 21.

Tabela 20 – Resultados de parâmetros conformidade ISO 11925-2:2020

Exemplar	Ponto de aplicação	Ignição	Altura da chama		Ignição do papel filtro
			≥ 150 mm	Tempo (s)	
1 a 6	Borda	Sim	Não	-	Não

Tabela 21 – Resultados de parâmetros conformidade EN 13823:2020

Exemplar	Propagação lateral de chamas (L_{SF})	Partículas em chamas
1 a 3	Não	Não

A partir dos resultados obtidos na análise, o produto é classificado como CLASSE II-A d0, segundo ABNT NBR 16626:2017, e CLASSE II-A, segundo IT N° 10/2019, conforme identifica a Tabela 22.

Tabela 22 – Classificação de acordo com ABNT NBR 16626:2017 e IT n° 10:2019

Classe	Método de ensaio		
	ISO 1182:2020	EN 13823:2020	ISO 11925-2:2020
II-A	Combustível	$FIGRA_{0,2MJ} \leq 120 \text{ W/s}$ $LSF < \text{canto do corpo de prova}$ $THR_{600s} \leq 7,5 \text{ MJ}$ $TSP_{600s} \leq 200 \text{ m}^2$ $SMOGRA \leq 180 \text{ m}^2/\text{s}^2$	$FS \leq 150 \text{ mm}$ em 60 segundos (exposição = 30 segundos)

Com base nos resultados apresentados, o sistema construtivo **atende aos requisitos mínimos de desempenho.**

3.2.2 Resistência ao fogo

3.2.2.1 Sistema de vedação externa (SVVE)

O Relatório Técnico N° 5476/2023, emitido pelo laboratório Instituto Técnico em Desempenho e Construção Civil (itt Performance) - UNISINOS, atesta que foram realizados ensaios para determinação do tempo de resistência ao fogo, com finalidade estrutural, através do procedimento descrito na ABNT NBR 5628:2022 em conjunto com a ABNT NBR 16965:2022.

O sistema construtivo foi avaliado com exposição de sua face interna ao programa de aquecimento do ensaio. O ensaio consistiu na determinação do tempo de resistência ao fogo da amostra quando exposta ao programa de aquecimento da curva padrão descrito pela referida norma. Verifica-se, durante o ensaio, a capacidade portante, a integridade e a isolamento térmica do sistema.

O ensaio é realizado em um forno vertical normatizado, com abertura de 250 cm x 250 cm de altura e largura, com quatro queimadores, alimentados por gás liquefeito de petróleo (GLP), termopares, manômetro e sistema de pressão programados para realizar o aquecimento e a pressão de acordo com o estabelecido na ABNT NBR 5628:2022. Na superfície não exposta ao fogo, foram utilizados termopares do tipo K, com fios de 0,64 mm de espessura, soldados em um disco de cobre com 0,20 mm de espessura e 12,00 mm de diâmetro. Os termopares 6 a 10 (externos) foram utilizados para a medição de elevação de temperatura média e suas posições coincidem com as posições dos termopares 1 a 5 (internos). Já os termopares 11 a 26, foram utilizados para a medição de elevação de temperatura máxima. O posicionamento dos termopares seguiu o estabelecido na ABNT NBR 5628:2022 e são indicados na Figura 9.

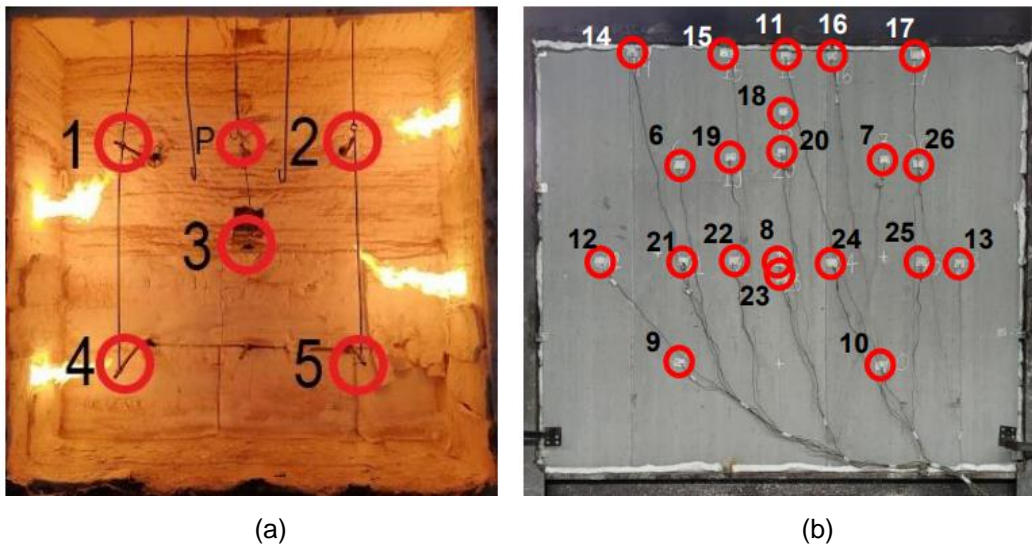


Figura 9 – Identificação dos termopares: (a) no interior do forno, e (b) na superfície não exposta da amostra

Foram utilizados também, termo-higrômetro, estação total para determinação do deslocamento transversal, transdutor de deslocamento variável linear (LVDT) para a medição da deformação axial, medidores de fenda, câmera termográfica e cronômetro para controle do tempo de ensaio e tempo de ocorrências durante o ensaio. Para a verificação da integridade, foi utilizado chumaço de algodão com dimensões de 100 mm x 100 mm x 20 mm e a armação de suporte metálica.

Para análise do desempenho estrutural e especificação de forças aplicadas no ensaio de resistência ao fogo, foram considerados os esforços permanentes e acidentais aos quais as paredes são submetidas. O corpo de prova foi submetido a um carregamento de 0,79 tf/m. As instalações elétricas foram envolvidas com lã de rocha de 50 mm de espessura e densidade de 32 kg/m³.

A resistência ao fogo da amostra de sistema de vedação vertical externa (SVVE), considerando os três critérios de avaliação (capacidade portante, integridade, isolamento térmica), foi de 30 minutos. Com base nos resultados apresentados, o sistema construtivo **atende aos requisitos mínimos de desempenho.**

3.2.2.2 Sistema de vedação interna (SVVI)

O Relatório Técnico Nº 5669/2023, emitido pelo laboratório Instituto Técnico em Desempenho e Construção Civil (itt Performance) - UNISINOS, atesta que foram realizados ensaios para determinação do tempo de resistência ao fogo, com finalidade estrutural, através do procedimento descrito na ABNT NBR 5628:2022 em conjunto com a ABNT NBR 16965:2022.

O sistema construtivo foi avaliado com exposição de sua face 2 (camada de gesso para *drywall*) ao programa de aquecimento do ensaio. O ensaio consistiu na determinação do tempo de resistência ao fogo da amostra quando exposta ao programa de aquecimento da curva padrão descrito pela referida norma. Verifica-se, durante o ensaio, a capacidade portante, a integridade e a isolamento térmica do sistema.

O ensaio é realizado em um forno vertical normatizado, com abertura de 250 cm x 250 cm de altura e largura, com 4 queimadores, alimentados por gás liquefeito de petróleo (GLP), termopares, manômetro e sistema de pressão programados para realizar o aquecimento e a pressão de acordo com o que consta na ABNT NBR 5628:2022. Na superfície não exposta ao fogo, foram utilizados termopares do tipo K, com fios de 0,64 mm de espessura, soldados em um disco de cobre com 0,20 mm de espessura e 12,00 mm de diâmetro. Os

termopares 6 a 10 (externos) foram utilizados para a medição de elevação de temperatura média e suas posições coincidem com as posições dos termopares 1 a 5 (internos). Já os termopares 11 a 30, foram utilizados para a medição de elevação de temperatura máxima. O posicionamento dos termopares seguiu o estabelecido na ABNT NBR 5628:2022 e são indicados na Figura 10.

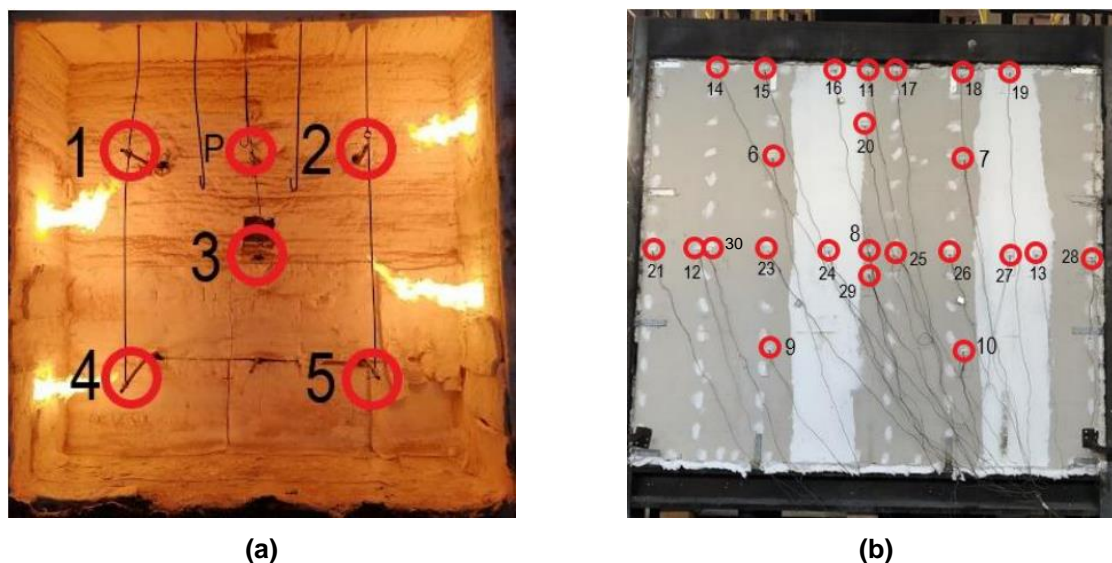


Figura 10 – Identificação dos termopares: (a) no interior do forno e (b) na superfície não exposta da amostra

Foram utilizados também, termo-higrômetro, estação total para determinação do deslocamento transversal, transdutor de deslocamento variável linear (LVDT) para a medição da deformação axial, medidores de fenda, câmera termográfica e cronômetro para controle do tempo de ensaio e tempo de ocorrências durante o ensaio. Para a verificação da integridade, foi utilizado chumaço de algodão com dimensões de 100 mm x 100 mm x 20 mm e a armação de suporte metálica.

Para análise do desempenho estrutural e especificação de forças aplicadas no ensaio de resistência ao fogo, foram considerados os esforços aos quais as paredes são submetidas, incluso os sistemas de cobertura apoiado sobre elas (cobertura metálica ou fibrocimento). O corpo de prova foi submetido a um carregamento de 0,79 tf/m. As instalações elétricas foram envolvidas com lã de rocha de 50 mm de espessura e densidade de 32 kg/m³.

A resistência ao fogo da amostra de sistema de vedação vertical interna (SVVI), considerando os três critérios (capacidade portante, integridade, isolamento térmica) de avaliação, foi de 30 minutos, tendo assim, um TRF de 30 minutos. Com base nos resultados apresentados, o sistema construtivo **atende aos requisitos mínimos de desempenho.**

3.4 Estanqueidade à água do SVVE

3.4.1 Ensaio em parede sem aberturas

O Relatório Técnico Nº 11614/23, emitido pelo Laboratório do Centro Cerâmico do Brasil, atesta que foram realizados ensaios para determinação da estanqueidade à água do SVVE, conforme ABNT NBR 15575-4:2021.

Para tal, foram utilizadas duas amostras de 160 cm x 256 cm (largura x altura) e a face externa do SVVE foi exposta ao programa de ensaio. Ainda, a verificação da estanqueidade do SVVE foi realizada antes e depois do ensaio de exposição à ação de calor e choque térmico.

Durante a ocorrência dos ensaios, não foram observadas manchas de umidade na face interna e/ou penetração de água para o interior da parede em nenhum dos exemplares. Como não houve mancha de umidade, o percentual da área de manchamento foi nulo para os ensaios executados. Com base nos resultados apresentados, o sistema construtivo **atende aos requisitos mínimos de desempenho.**

3.4.2 Estanqueidade na interface entre parede e esquadria

O Parecer Técnico emitido pela Persola Engenharia e Consultoria, atesta que foi realizada uma análise de projeto da interface entre o SVVE e esquadria, visando atendimento da ABNT NBR 15575-4:2021. Para a análise, foi considerada uma janela de duas folhas de correr de alumínio (com atendimento às cinco regiões de vento do país em condição de edificações térreas, conforme ABNT NBR 10821). Foram identificadas duas interfaces, compostas pela esquadria-contramarco e contramarco-wood frame, sendo as seguintes soluções contribuintes para obtenção da estanqueidade à água na interface:

- Contramarco tipo 01;
 - Composição: parede, contramarco e esquadria, ilustrada pela Figura 11;

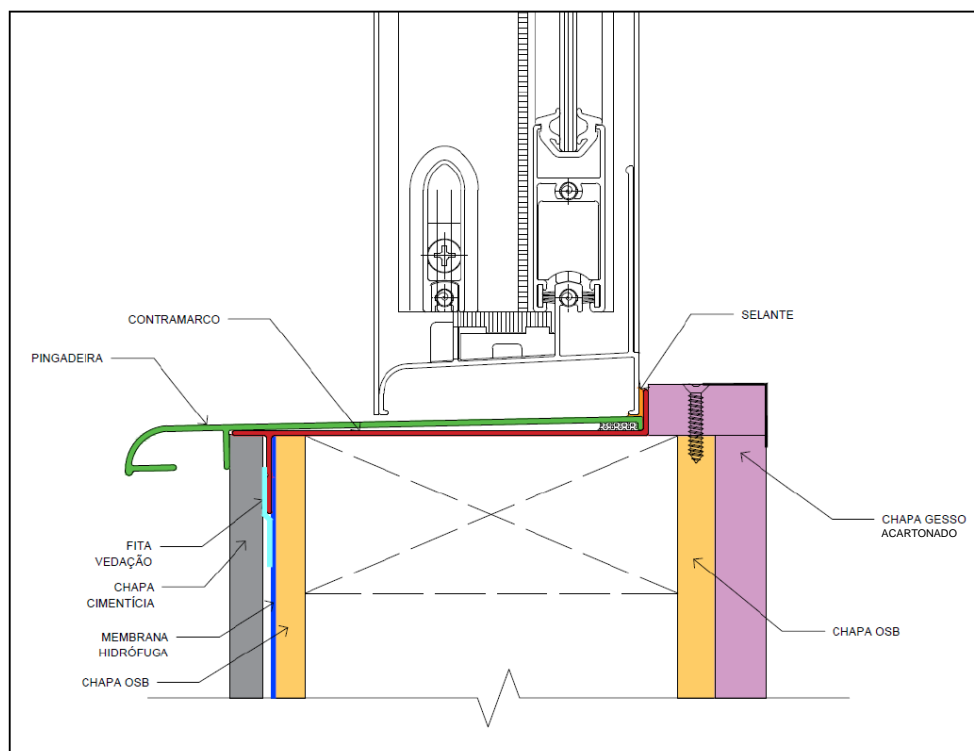


Figura 11 – Detalhe da interface do SVVE e esquadria com uso de contramarco do tipo 01

- Utilização de membrana hidrófuga entre a chapa cimentícia e a chapa de OSB em toda superfície externa da parede (cor azul na Figura 11). A membrana hidrófuga tem a função de impedir a entrada de água externa às camadas internas do SVVE e permitir a saída de vapor de dentro do SVVE para o exterior, reduzindo a possibilidade de ocorrência de condensação de água no interior do SVVE;
- O contramarco da esquadria (cor vermelha na Figura 11) é o elemento intermediário entre a membrana hidrófuga e a esquadria. A vedação entre a membrana hidrófuga e a esquadria

deve ser realizada por meio da aplicação de uma fita de vedação (cor ciano na Figura 11) em todo o perímetro do contramarco;

- A interface contramarco-esquadria deve ser vedada por meio da aplicação de material vedante viscoso (cor laranja na Figura 11) em todo o perímetro do contramarco;
 - Tendo em vista que grande parte da água incidente no sistema é imediatamente concentrada na parte inferior externa da posição da abertura, é necessária a utilização de pingadeira em alumínio (cor verde na Figura 11), direcionando a água para fora da interface inferior do SVVE.
- Contramarco tipo 02;
 - Composição: parede, contramarco e esquadria, ilustrada pela Figura 12;

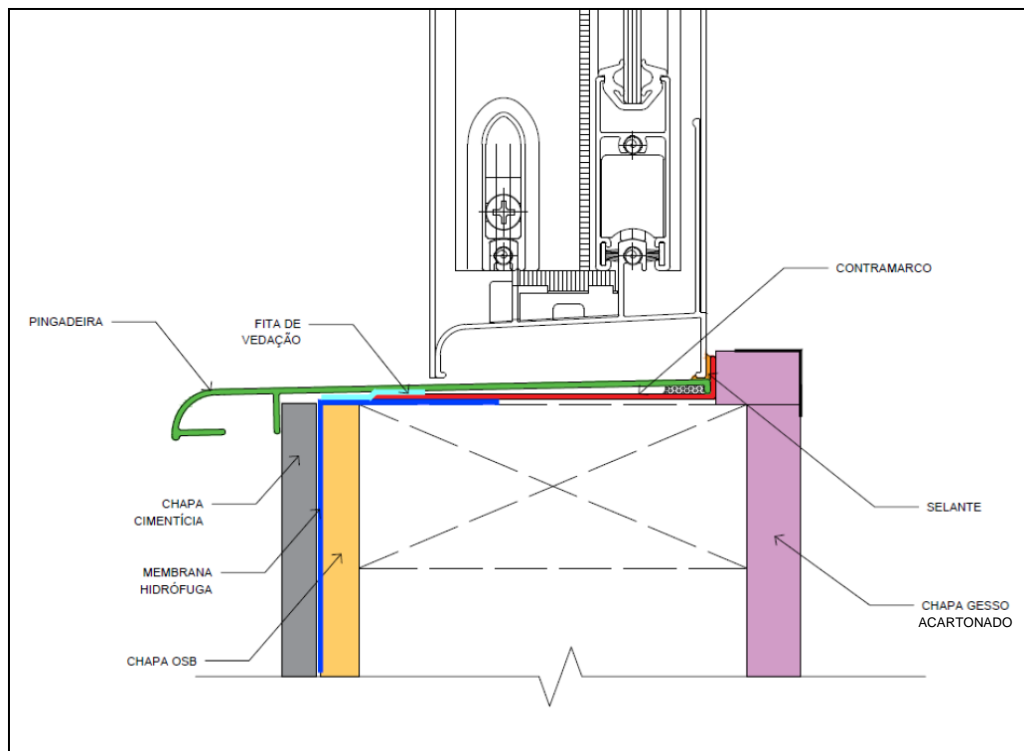


Figura 12 – Detalhe da interface do SVVE e esquadria com uso de contramarco do tipo 02

- Utilização de das mesmas soluções empregadas quando do uso de contramarco do tipo 01, porém, nesta configuração o formato do contramarco não possui aba posicionada entre a chapa de OSB e a chapa cimentícia;
- Membrana hidrófuga (cor azul da Figura 12) deve ser aplicada também no vão da janela e permanece necessária a aplicação de fita de vedação (cor ciano da Figura 12), entre a manta hidrófuga e o contramarco (cor vermelha da Figura 12), em todo o perímetro do contramarco;
- A interface contramarco-esquadria deve ser vedada por meio da aplicação de material vedante viscoso (cor laranja na Figura 12) em todo o perímetro do contramarco;
- Também é necessária a utilização de pingadeira em alumínio (cor verde na Figura 12), direcionando a água para fora da interface inferior do SVVE.

Com base nos resultados apresentados, o sistema construtivo **atende aos requisitos mínimos de desempenho.**

3.5 Desempenho térmico - Cálculo de transmitância térmica e da capacidade térmica em SVVE

O Relatório Técnico Projeto N° 2365.23209-R02, emitido pela empresa Mitsidi, atesta que foi realizado o cálculo para determinação da transmitância térmica (U_{par}) e capacidade térmica (CT_{par}) do SVVE, seguindo os procedimentos descritos na ABNT NBR 15220-2:2022. A partir da análise desenvolvida para a composição de SVVE descrita nesta FAD, os resultados obtidos foram: $U_{par}=2,240$ W/(m².K) e capacidade térmica $CT_{par}=40,19$ kJ/(m².K).

Como o SVVE obteve uma capacidade térmica inferior ao requisito da ABNT NBR 15575-4 ($CT_{par} \geq 130$), foi realizada simulação computacional, seguindo o que consta na ABNT NBR 15575-1.

A verificação do desempenho térmico por meio de simulação computacional foi realizada para as oito zonas bioclimáticas brasileiras, sendo analisadas três tipologias de edificação: Tipologia A e B (isoladas com platibanda) e Tipologia C (geminada com platibanda). As edificações avaliadas são térreas, com pé direito (P.D.) de 2,50 m e 2,70 m, e cada unidade habitacional possui dois dormitórios, banheiro, sala de estar/jantar, cozinha/serviço e varanda.

O sistema de cobertura da Tipologia A foi simulado com duas configurações, conforme segue: cobertura em telha metálica com camada de 30 mm em EPS e camada de ar de 200 mm, e acabamento interno em chapa de gesso para *drywall* de 12,5 mm de espessura; e cobertura em telha de 6 mm em fibrocimento com camada de lã de rocha de 100 mm e camada de ar de 500 mm, e acabamento interno em chapa de gesso para *drywall* de 12,5 mm de espessura. E o sistema de cobertura simulado para a Tipologia B e C foi composto por telha de 6 mm em fibrocimento com camada de lã de rocha de 100 mm e camada de ar de 500 mm, e acabamento interno em chapa de gesso para *drywall* de 12,5 mm de espessura.

O resumo dos resultados de simulação térmica dos dormitórios e sala das edificações, em função da cor externa dos sistemas construtivos e condição de cobertura, está presente na Tabela 23.

Tabela 23 – Resultados da simulação computacional de desempenho térmico com diferentes tipologias e cenários

ZB	Cenário	Tip. A (isolada) cobertura metálica		Tip. A (isolada) cobertura fibrocimento		Tipologia B (isolada)		Tipologia C (geminada)	
		P.D. 2,50 m	P.D. 2,70 m	P.D. 2,50 m	P.D. 2,70 m	P.D. 2,50 m	P.D. 2,70 m	P.D. 2,50 m	P.D. 2,70 m
1	Cor clara ($\alpha=0,28$)	-	-	-	A	-	-	-	A
	Cor clara-média ($\alpha=0,50$)	A	A	-	-	-	-	-	-
	Cor média ($\alpha=0,73$)	NAC	NAC	-	-	-	-	-	-
	Cor escura ($\alpha=0,96$)	NAC	NAC	A	NAC	A	A	A	NAC

ZB	Cenário	Tip. A (isolada) cobertura metálica		Tip. A (isolada) cobertura fibrocimento		Tipologia B (isolada)		Tipologia C (geminada)	
		P.D. 2,50 m	P.D. 2,70 m	P.D. 2,50 m	P.D. 2,70 m	P.D. 2,50 m	P.D. 2,70 m	P.D. 2,50 m	P.D. 2,70 m
2	Cor clara ($\alpha=0,28$)	-	NAF	-	-	-	-	-	-
	Cor clara-média ($\alpha=0,50$)	-	A	-	-	-	-	-	-
	Cor média ($\alpha=0,73$)	A	NAC	A	A	A	A	A	A
3	Cor clara ($\alpha=0,28$)	A	A	A	A	-	-	A	A
	Cor escura ($\alpha=0,96$)	NAC	NAC	NAC	NAC	A	A	NAC	NAC
4	Cor clara ($\alpha=0,28$)	NAF	NAF	-	-	-	-	-	-
	Cor clara-média ($\alpha=0,50$)	A	NAF	-	-	-	-	-	-
	Cor média ($\alpha=0,73$)	NAC	NAC	A	A	A	A	A	A
	Cor clara ($\alpha=0,28$) + 50 mm de lã de rocha nas paredes externas dos dormitórios	-	A	-	-	-	-	-	-
5	Cor clara ($\alpha=0,28$)	A	A	-	-	-	-	-	A
	Cor média ($\alpha=0,73$)	NAC	NAC	A	A	A	A	A	NAC
6	Cor clara ($\alpha=0,28$)	A	A	A	A	A	A	A	A
7	Cor clara ($\alpha=0,28$)	A	A	A	A	A	A	A	A
8	Cor clara ($\alpha=0,28$)	A	A	A	A	A	A	A	A

Legenda: A – atende; NAF – não atende por excesso de frio; NAC – não atende por excesso de calor.

A partir dos resultados obtidos na simulação computacional de desempenho térmico, para as tipologias propostas, a Tipologia A com cores claras e clara-médias obteve atendimento do requisito mínimo em todas as zonas bioclimáticas, exceto na zona bioclimática 4, na qual foi necessária a adição de camada de lã de rocha nas paredes externas dos dormitórios. A Tipologia B isolada atendeu o requisito mínimo para todos os cenários de cor externa, e a Tipologia C geminada atendeu o requisito mínimo com utilização de cores claras. Em relação aos elementos e materiais que não compõem originalmente o SVVIE em análise, o potencial de atendimento aos requisitos de desempenho térmico pode ser obtido com o uso de materiais com propriedades térmicas equivalentes ou superiores, sem prejuízo de desempenho. Tal condição se aplica também para o sistema de cobertura, sendo possível a utilização de outras composições desde que o desempenho térmico seja comprovadamente, por meio de simulação computacional, equivalente ou superior ao descrito. Com base nos resultados apresentados, o sistema construtivo, com as alterações promovidas, **atende aos requisitos mínimos de desempenho**, para todas as zonas bioclimáticas brasileiras, dadas as considerações de cor e de cobertura expostos na Tabela 23.

3.6 Desempenho acústico

Os requisitos de desempenho acústico referentes aos sons aéreos, para o sistema de vedação vertical interna e externa, estabelecidos pela ABNT NBR 15575-4:2021, são definidos em situação real de utilização do sistema construtivo como componente de uma edificação. Desta forma, os elementos de cobertura e forro, bem como esquadrias internas e externas, devem ser considerados.

Como esta FAD possui o objetivo de avaliação de desempenho do SVVIE, de forma isolada, a avaliação deste requisito se torna viável somente a partir de ensaios em laboratório, descrevendo a capacidade de isolamento aos sons aéreos do sistema de vedação vertical interna e externa, sem aberturas. Tal verificação, a partir dos ensaios de laboratório, servem de base para realização de projetos e especificação dos sistemas construtivos que devem integrar a edificação para atendimento aos requisitos de desempenho *in situ*.

3.6.1 Isolamento aos sons aéreos do SVVI

O Relatório técnico N° CT/ENE/001.872/1/C/24, emitido pelo laboratório Falcão Bauer, apresenta o ensaio realizado em campo para determinação da diferença padronizada de nível ponderada ($D_{nT,w}$) do sistema de vedação vertical interna de geminação. Para tal, foi analisada uma parede representativa do SVVI, responsável por dividir um conjunto de sala e cozinha de uma unidade habitacional de outra idêntica, conforme os procedimentos especificados pela ISO 16283-1:2014. A edificação que compôs as duas unidades habitacionais foi um protótipo que possuía SVVE e SVVI de acordo com a configuração descrita nesta FAD, além de piso em concreto acabado (radier) e revestimento cerâmico, e cobertura em telhas de fibrocimento, com espessura de 6 mm, apoiadas em estrutura de madeira e forro composto por uma camada de chapa de gesso para *drywall* com espessura de 12,5 mm.

Neste caso, o sistema de vedação vertical interna, sem aberturas, na configuração de edificação descrita, obteve uma diferença padronizada de nível ponderada ($D_{nT,w}$) de 42 dB, servindo de base para análise de desempenho por meio de simulação computacional, para indicação de solução de sistema de forro, pelo projetista e construtor de cada empreendimento.

Com base nos resultados apresentados, o sistema construtivo **atende aos requisitos mínimos de desempenho.**

3.6.2 Isolamento aos sons aéreos do SVVE

O Relatório técnico N° 5612/2023, emitido pelo laboratório Instituto Técnico em Desempenho e Construção Civil (itt Performance) - UNISINOS, apresenta o ensaio realizado em laboratório para determinação do índice de redução sonora ponderado (R_w) do sistema de vedação vertical externa. Para tal, foi utilizada uma amostra com área de 10,4 m² do SVVE e os procedimentos que contam na ISO 10140-2:2021 e ISO 717-1:2020. A câmara acústica cumpre com as premissas a ISO 10140-5:2021.

Neste caso, o sistema de vedação vertical externa, sem aberturas, obteve um índice de redução sonora ponderado (R_w) de 41 dB, servindo de base para análise de desempenho por meio de simulação computacional, para indicação de solução a ser adotada ao sistema de esquadria externa, conforme a classe de ruído do local, pelo projetista e construtor de cada empreendimento.

Com base nos resultados apresentados, o sistema construtivo possui potencial para **atendimento aos requisitos mínimos de desempenho.**

3.7 Durabilidade e manutenibilidade - Resistência ao choque térmico do SVVE

O Relatório Técnico N° 11614/23, emitido pelo Laboratório do Centro Cerâmico do Brasil, atesta a realização do ensaio de choque térmico, realizados de acordo com a ABNT NBR 15575-4:2021.

Para tal, foram utilizadas duas amostras com 160 cm x 256 cm (comprimento x altura), representativas do SVVE. O método de ensaio consiste em submeter a superfície externa do SVVE a 10 ciclos sucessivos de aquecimento, até $(80 \pm 3) ^\circ\text{C}$ (mantidos por 1h), e resfriamento, até $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$. Em cada ciclo, foram medidos o deslocamento horizontal após 45 minutos da estabilização da temperatura da superfície externa do SVVE em $(80 \pm 3) ^\circ\text{C}$ e o deslocamento horizontal imediatamente após o resfriamento. Os deslocamentos horizontais identificados nos dois exemplares, durante os ciclos de ensaio, são expostos na Tabela 24.

Tabela 24 – Deslocamentos obtidos nos exemplares

Ciclo	d _h (mm)					
	Corpo de prova 1			Corpo de prova 2		
	Aos 45 min.	Após resfriamento	Ocorrências	Aos 45 min.	Após resfriamento	Ocorrências
1	0,80	0,26	Sem ocorrências	1,18	0,03	Sem ocorrências
2	1,22	0,17		1,48	0,45	
3	1,06	0,11		2,01	0,77	
4	1,15	0,13		2,19	1,18	
5	0,96	0,47		2,41	1,31	
6	1,24	0,39		2,73	1,73	
7	1,74	0,51		2,12	0,95	
8	2,11	0,47		2,26	1,14	
9	0,91	0,35		2,48	1,58	
10	1,03	0,28		2,03	1,17	

Observa-se que o deslocamento horizontal no exemplar não excedeu 8,46 mm (h/300) nos ciclos. Com base nos resultados apresentados, o sistema construtivo **atende aos requisitos mínimos de desempenho.**

4. USO E MANUTENÇÃO

Os empreendimentos construídos com o sistema devem contar com manual de uso, operação e manutenção, conforme o estabelecido na ABNT NBR 14037, distribuídos para todas as Unidades Habitacionais, contendo instruções sobre os procedimentos de manutenção, assim como a sua periodicidade. Conforme citado previamente, são especificados nos documentos de qualidade o processo de aceitação de cada etapa construtiva. Assim, é endereçada a garantia durante o processo construtivo e após, através das instruções aos usuários.

5. RESUMO DAS AVALIAÇÕES DE DESEMPENHO

As avaliações de desempenho conduzidas, para o sistema construtivo em paredes em *light wood frame* com função estrutural, foram realizadas objetivando a verificação do atendimento aos requisitos mínimos de desempenho constantes na ABNT NBR 15575-4:2021. O resumo dos resultados dos ensaios efetuados está presente na Tabela 25.

Tabela 25 – Síntese dos resultados obtidos

Propriedade	Relatório	Síntese dos resultados	Nível de desempenho
Resistência a compressão excêntrica	Nº 2023/010	Houve atendimento às premissas de desempenho	Mínimo
Solicitações de cargas provenientes de peças suspensas atuantes no SVVE	Nº 5633/2023	Houve atendimento às premissas de desempenho	Mínimo
Solicitações de cargas provenientes de peças suspensas atuantes no SVVI	Nº 5676/2023	Houve atendimento às premissas de desempenho	Mínimo
Resistência ao impacto de corpo mole em SVVI sobre montante na face 1	Nº CT/ENE/002.82 3/C/1/24	Houve atendimento às premissas de desempenho	Mínimo
Resistência ao impacto de corpo mole em SVVI sobre montante e sobre junta na face 2	Nº CT/ENE/002.82 3/C/1/24	Houve atendimento às premissas de desempenho	Mínimo
Resistência ao impacto de corpo mole em SVVE entre montantes na face externa	Nº 02314/24	Houve atendimento às premissas de desempenho	Mínimo
Resistência ao impacto de corpo mole em SVVE entre montantes na face interna	Nº CT/ENE/002.82 3/2/C/24	Houve atendimento às premissas de desempenho	Mínimo
Resistência ao impacto de corpo mole em SVVE sobre montante na face externa	Nº 00254/24	Houve atendimento às premissas de desempenho	Mínimo
Resistência ao impacto de corpo mole em SVVE sobre montante na face interna	Nº CT/ENE/002.82 3/2/B/24	Houve atendimento às premissas de desempenho	Mínimo
Ações transmitidas por porta em SVVI	Nº 5676/2023	Houve atendimento às premissas de desempenho	Mínimo
Ações transmitidas por porta em SVVE	Nº 5633/2023	Houve atendimento às premissas de desempenho	Mínimo
Resistência ao impacto de corpo duro em SVVI na face 1	Nº 00559/24	Houve atendimento às premissas de desempenho	Mínimo
Resistência ao impacto de corpo duro em SVVI na face 2	Nº 12271/23	Houve atendimento às premissas de desempenho	Mínimo
Resistência ao impacto de corpo duro em SVVE na face externa	Nº 11616/23	Houve atendimento às premissas de desempenho	Mínimo

Propriedade	Relatório	Síntese dos resultados	Nível de desempenho
Ações no parapeito em SVVE	Nº CT/ENE/003.50 5/A/24	Houve atendimento às premissas de desempenho	Mínimo
Classificação à reação ao fogo	Nº 5769/2023	Houve atendimento às premissas de desempenho	Mínimo
Resistência ao fogo em SVVE	Nº 5476/2023	Houve atendimento às premissas de desempenho	Mínimo
Resistência ao fogo em SVVI	Nº 5669/2023	Houve atendimento às premissas de desempenho	Mínimo
Estanqueidade em SVVE	Nº 11614/23	Houve atendimento às premissas de desempenho	Mínimo
Verificação da estanqueidade na interface parede e esquadria	Parecer Técnico Persola Engenharia e Consultoria	Houve atendimento às premissas de desempenho	Mínimo
Transmitância e capacidade térmica de SVVE	Nº 2365.23209-R02	Houve atendimento às premissas de desempenho	Mínimo
Índice de redução sonora de SVVI (geminção)	Nº CT/ENE/001.87 2/1/C/24	Houve atendimento às premissas de desempenho	Mínimo
Índice de redução sonora de SVVE	Nº 5612/2023 Nº G-076-24-REL-R02	Houve atendimento às premissas de desempenho	Mínimo
Comportamento em relação ao choque térmico	Nº 11614/23	Houve atendimento às premissas de desempenho	Mínimo

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A instalação, especificação e uso deste SVVIE devem ser utilizados de acordo com as instruções dos respectivos projetistas e executores, considerando as suas restrições de uso, e conforme as condições de avaliação técnica constantes desta Ficha de Avaliação de Desempenho (FAD).

A ITA não assume qualquer responsabilidade sobre perda ou dano advindos do resultado direto ou indireto de aplicação ou uso do objeto da FAD.

As Tipologias A, B e C referenciadas nesta FAD constituem exemplos específicos e atuais em termos de aplicação dentro do espectro do sistema de vedação vertical interna e externa (SVVIE) em *light wood frame*, avaliados frente às normas técnicas nacionais. Destaca-se que tais tipologias servem como referência inicial para comprovação do atendimento de desempenho do sistema construtivo, não limitando a potencial abrangência de aplicação do SVVIE a elas, desde que a composição do SVVIE avaliada nesta FAD não seja alterada. Não excluindo a possibilidade de, quando aplicável, conduzir ensaios e simulações de novas

configurações, de modo assegurar a conformidade com os requisitos normativos vigentes, mantendo o compromisso com a qualidade, segurança e atendimento de desempenho.

7. FONTES E DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

7.1 Normas Técnicas

ABNT NBR 5628:2022 – Componentes construtivos estruturais – Ensaio de resistência ao fogo.

ABNT NBR 7190-6:2022 – Projeto de estruturas de madeira – Parte 6: Métodos de ensaio para caracterização de madeira lamelada colada estrutural

ABNT NBR 14718:2019 – Esquadrias — Guarda-corpos para edificação — Requisitos, procedimentos e métodos de ensaio.

ABNT NBR 15220-2:2022 - 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.

ABNT NBR 15575-2:2013 - Edificações habitacionais — Desempenho – Parte 2: Requisitos para os sistemas estruturais.

ABNT NBR 15575-4:2021 - Edificações habitacionais — Desempenho – Parte 4: Requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas — SVVIE.

ABNT NBR 16626:2017 - Classificação da reação ao fogo de produtos de construção.

ABNT NBR 16936:2023 – Edificações em *light wood frame* – *Light wood frame construction*.

ABNT NBR 16965:2021 – Ensaio de resistência ao fogo de elementos construtivos – Diretrizes gerais.

EN 13823:2020 - Reaction to fire tests for building products - Building products excluding floorings exposed to the thermal attack by a single burning item.

Instrução Técnica N° 10/2019 do Corpo de Bombeiros do Estado de São Paulo.

ISO 717-1:2020 - Acoustics — Rating of sound insulation in buildings and of building elements — Part 1: Airborne sound insulation.

ISO 1182:2020 - Reaction to fire tests for products - Non-combustibility test.

ISO 10140-2:2021 - Acoustics - Laboratory measurement of sound insulation of building elements - Part 2: Measurement of airborne sound insulation.

ISO 10140-5:2021 - Acoustics - Laboratory measurement of sound insulation of building elements - Part 5: Requirements for test facilities and equipment.

ISO 11925-2:2020 - Reaction to fire tests - Ignitability of products subjected to direct impingement of flame - part 2: Single-flame source test.

ISO 16283-1:2014 – Acoustics - Field measurement of sound insulation in buildings and of building elements - Part 1: Airborne sound insulation.

7.2 Documentos Técnicos (relatórios de ensaios, laudos e outras fontes de informação)

Tabela 26 – Síntese dos documentos utilizados

Documento	Conteúdo	Norma técnica
Nº P.QUA-013-06	Resistência à flexão de peças unidas com emendas denteadas	ABNT NBR 7190-6:2022
Nº 2023/010	Resistência à compressão excêntrica	ABNT NBR 15575-2:2013

Documento	Conteúdo	Norma técnica
Nº 5633/2023	Solicitações de cargas provenientes de peças suspensas atuantes no SVVE	ABNT NBR 15575-4:2021
Nº 5676/2023	Solicitações de cargas provenientes de peças suspensas atuantes no SVVI	ABNT NBR 15575-4:2021
Nº CT/ENE/002.8 23/C/1/24	Resistência ao impacto de corpo mole em SVVI sobre montante na face 1	ABNT NBR 15575-4:2021
Nº CT/ENE/002.8 23/C/1/24	Resistência ao impacto de corpo mole em SVVI sobre montante e sobre junta na face 2	ABNT NBR 15575-4:2021
Nº 02314/24	Resistência ao impacto de corpo mole em SVVE entre montantes na face externa	ABNT NBR 15575-4:2021
Nº CT/ENE/002.8 23/2/C/24	Resistência ao impacto de corpo mole em SVVE entre montantes na face interna	ABNT NBR 15575-4:2021
Nº 00254/24	Resistência ao impacto de corpo mole em SVVE sobre montante na face externa	ABNT NBR 15575-4:2021
Nº CT/ENE/002.8 23/2/B/24	Resistência ao impacto de corpo mole em SVVE sobre montante na face interna	ABNT NBR 15575-4:2021
Nº 5676/2023	Ações transmitidas por porta em SVVI	ABNT NBR 15930-2:2018
Nº 5633/2023	Ações transmitidas por porta em SVVE	ABNT NBR 15930-2:2018
Nº 00559/24	Resistência ao impacto de corpo duro em SVVI na face 1	ABNT NBR 15575-4:2021
Nº 12271/23	Resistência ao impacto de corpo duro em SVVI na face 2	ABNT NBR 15575-4:2021
Nº 11616/23	Resistência ao impacto de corpo duro em SVVE na face externa	ABNT NBR 15575-4:2021
Nº 12632/23 e Nº CT/ENE/003.5 05/24	Ações no parapeito em SVVE	ABNT NBR 14718:2019 ABNT NBR 15575-4:2021
Nº 5769/2023	Classificação à reação ao fogo	ABNT NBR 16626:2017 Instrução Técnica Nº 10/2019 – CB/CP EN 13823:2020 ISO 11925-2:2020
Nº 5476/2023	Resistência ao fogo em SVVE	ABNT NBR 5628:2022 ABNT NBR 16965:2021

Documento	Conteúdo	Norma técnica
Nº 5669/2023	Resistência ao fogo em SVVI	ABNT NBR 5628:2022 ABNT NBR 16965:2021
Nº 11614/23	Estanqueidade em SVVE	ABNT NBR 15575-4:2021
Parecer Técnico Persola Engenharia e Consultoria	Verificação da estanqueidade na interface parede e esquadria	ABNT NBR 15575-4:2021
Nº 2365.23209- R02	Transmitância e capacidade térmica de SVVE	ABNT NBR 15220-2:2022 ABNT NBR 15575-4:2021
Nº CT/ENE/001.8 72/1/C/24	Índice de redução sonora de SVVI (geminção)	ISO 717-1:2020 ISO 10140-2:2021 ISO 10140-5:2021
Nº 5612/2023 Nº G-076-24- REL-R02	Índice de redução sonora de SVVE	ISO 717-1:2020 ISO 10140-2:2021 ISO 10140-5:2021
Nº 11614/23	Comportamento em relação ao choque térmico	ABNT NBR 15575-4:2021
STAMADE 11/01/2024	Classificação visual e mecânica de madeira estrutural	ABNT NBR 7190
STAMADE 10/01/2024	Memorial de consideração de cargas	ABNT NBR 6120 ABNT NBR 6123 ABNT NBR 8681