

**AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DE SISTEMA DE VEDAÇÃO
VERTICAL INTERNA – SVVI EM DRYWALL COM CHAPAS DE
GESSO EM RELAÇÃO À NBR15.575:2013 – EDIFICAÇÕES
HABITACIONAIS - DESEMPENHO**



Cliente:

**DRYWALL - ASSOCIAÇÃO
BRASILEIRA DO DRYWALL**

Referência:

Programa Setorial da Qualidade dos
Componentes para Sistemas Construtivos
em Chapas de Gesso para Drywall

TESIS TECNOLOGIA E QUALIDADE DE SISTEMAS EM ENGENHARIA

Documento:

1181/RT020A

JANEIRO/2015

ÍNDICE

1 OBJETIVO.....	2
2 REFERÊNCIAS NORMATIVAS ADOTADAS NA AVALIAÇÃO.....	3
3 RESUMO DOS REQUISITOS DE DESEMPENHO DOS SISTEMAS DE VEDAÇÕES VERTICAIS INTERNAS PRESCRITOS NA NBR 15575 – PARTE 4.....	4
4 SISTEMA CONSTRUTIVO EM CHAPAS DE GESSO PARA DRYWALL.....	6
4.1 DESCRIÇÃO DO SISTEMA.....	6
4.2 EXIGÊNCIAS NORMATIVAS RELATIVAS AOS COMPONENTES PARA O SISTEMA EM DRYWALL.....	8
4.3 DESIGNAÇÃO DO SVVI EM DRYWALL.....	10
5 LABORATÓRIOS DE ENSAIOS.....	12
6 ASPECTOS GERAIS DA AVALIAÇÃO.....	13
6.1 REFORÇOS PARA O SISTEMA EM DRYWALL.....	14
6.2 LÃ DE VIDRO PARA ISOLAMENTO.....	15
7 RESULTADOS DA AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DOS SISTEMAS DE VEDAÇÃO VERTICAL INTERNA – SVVI - EM DRYWALL COM CHAPAS DE GESSO.....	15
7.1 DESEMPENHO ESTRUTURAL.....	15
7.1.1 SOLICITAÇÕES DE CARGAS PROVENIENTES DE PEÇAS SUSPENSAS.....	15
7.1.2 RESISTÊNCIA AO IMPACTO DE CORPO MOLE.....	23
7.1.3 RESISTÊNCIA ÀS AÇÕES TRANSMITIDAS POR PORTAS.....	25
7.1.4 RESISTÊNCIA AO IMPACTO DE CORPO DURO.....	27
7.2 SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO.....	28
7.2.1 REAÇÃO AO FOGO.....	29
7.2.2 RESISTÊNCIA AO FOGO.....	31
7.3 PERMEABILIDADE À ÁGUA.....	34
7.4 ISOLAÇÃO SONORA.....	36
8 RESUMO DA AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DE SVVI EM DRYWALL COM CHAPAS DE GESSO EM RELAÇÃO À NBR 15575: PARTE 4.....	38
9 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	40

1 OBJETIVO

Esse Relatório tem por objetivo apresentar os resultados da AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DE VEDAÇÃO VERTICAL INTERNA EM DRYWALL COM CHAPAS DE GESSO EM RELAÇÃO À NBR 15575:2013 – EDIFICAÇÕES HABITACIONAIS - DESEMPENHO.

Os requisitos prescritos na parte 4 da NBR 15575 (Requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas) aplicáveis para avaliação em questão foram:

- ✚ Desempenho Estrutural (item 7 da respectiva norma):
 - Solicitações de cargas provenientes de peças suspensas (item 7.3 da respectiva norma);
 - Impacto de corpo mole (item 7.4 da respectiva norma);
 - Ações transmitidas por portas (item 7.5 da respectiva norma);
 - Impacto de corpo duro (item 7.6 da respectiva norma);
- ✚ Segurança contra incêndio (item 8 da respectiva norma):
 - Reação ao fogo;
 - Resistência ao fogo;
- ✚ Umidade na vedação vertical interna (item 10.2 da respectiva norma);
- ✚ Desempenho acústico (item 12 da respectiva norma).

A avaliação foi conduzida no âmbito do **Programa Setorial da Qualidade dos Componentes para Sistemas Construtivos em Chapas de Gesso para Drywall**. Este Programa Setorial da Qualidade segue o regimento do Sistema de Qualificação de Materiais, Componentes e Sistemas Construtivos – SiMaC do **Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H)** do Ministério das Cidades do Governo Federal (www.cidades.gov.br/pbqp-h), conforme Portaria nº 570 de 27/11/2012, que vem contemplando o desenvolvimento de programas de qualidade por empresas privadas que estejam em parceria e cooperação, compreendendo a cadeia produtiva desde a matéria-prima até o produto final.

A Associação Drywall é a Entidade Nacional implementadora e mantenedora deste Programa, e a TESIS – Tecnologia e Qualidade de Sistemas em Engenharia Ltda. (empresa reconhecida como Entidade Gestora Técnica pelo PBQP-H) é responsável pela gestão técnica do Programa Setorial da Qualidade.

O objetivo do Programa Setorial da Qualidade é avaliar a conformidade dos componentes envolvidos em sistemas construtivos em chapas de gesso para Drywall e assim garantir que estes componentes quando inseridos no sistema apresentarão desempenho satisfatório e contribuirão para a segurança estrutural do sistema ao longo da sua vida útil. Os componentes contemplados neste Programa são: chapa de gesso, montantes, guias, canaleta C, suportes niveladores, tirante, fita de papel, massa para tratamento de juntas e parafusos.

Trimestralmente, este Programa Setorial da Qualidade divulga na home page do PBQP-H (www.cidades.gov.br/pbqp-h) um Relatório Setorial contendo o panorama do setor em relação às normas brasileiras dos componentes para Drywall e a relação de empresas Qualificadas e Não conformes.

Os itens subsequentes mostram os resultados e análises obtidos em cada requisito avaliado em sistemas de vedação vertical interna em Drywall compostos por componentes de empresas participantes do Programa Setorial da Qualidade e relacionadas como “QUALIFICADAS” no Relatório Setorial vigente.

2 REFERÊNCIAS NORMATIVAS ADOTADAS NA AVALIAÇÃO

A avaliação descrita nesse documento teve como base a norma *ABNT NBR 15575:2013 – Edificações Habitacionais – Desempenho – Parte 4: Requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas – SVVIE*, publicada em julho de 2013.

Outras normas técnicas usadas na avaliação estão relacionadas a seguir.

• Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT)

NBR 10636:1989 – Paredes divisórias sem função estrutural – Determinação da resistência ao fogo;

NBR 11675:1990/Versão Corrigida em 2011 – Divisórias leves internas moduladas – Verificação da resistência a impactos;

NBR 14432: 2001 - Exigências de resistência ao fogo de elementos construtivos de edificações – Procedimento;

NBR 14715:2010 - Chapas de gesso para Drywall - Partes 1 e 2: Requisitos e Métodos de ensaio;

NBR 15217:2009 - Perfis de aço para sistemas construtivos em chapas de gesso para Drywall - Requisitos e métodos de ensaio;

NBR 15758-1:2009 – Sistemas construtivos em chapas de gesso para Drywall – Projeto e procedimentos executivos para montagem – Parte 1: Requisitos para sistemas usados como paredes;

NBR 15930-2:2011 – Porta de madeira para edificações – Parte 2: Requisitos;

• International Organization Standardization (ISO)

ISO 10140-2:2010 - Acoustics - Laboratory measurement of sound insulation of buildings elements - Part 2: Measurement of airborne sound insulation

• Norma europeia – EN

EN 13823:2010 – Reaction to fire tests for building products – Building products excluding floorings exposed to thermal attack by a single burning item.

Os relatórios técnicos de ensaios que complementam esse documento estão apresentados no documento 1181/RT019 - Coletânea dos Relatórios de Ensaio respectivos à avaliação do desempenho de vedação vertical interna em Drywall com chapas de gesso.

3 RESUMO DOS REQUISITOS DE DESEMPENHO DOS SISTEMAS DE VEDAÇÕES VERTICAIS INTERNAS PRESCRITOS NA NBR 15575 – PARTE 4

A tabela a seguir apresenta um resumo dos requisitos de desempenho exigidos pela ABNT NBR 15575:2013 – Edificações Habitacionais – Desempenho – Parte 4: Requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas – SVVI, e aplicáveis aos sistemas de vedação vertical interna em Drywall com chapas de gesso.

Tabela 1 – Requisitos para avaliação do desempenho de sistemas de vedação vertical interna conforme NBR 15575 – PARTE 4

Requisitos	Indicador de conformidade	Método de avaliação
Desempenho estrutural (item 7 da NBR 15575 – Parte 4)		
Solicitações de cargas provenientes de peças suspensas (item 7.3 da respectiva norma)	<p>O sistema de vedação vertical interna deve resistir às solicitações originadas pela fixação de peças suspensas (armários, prateleiras, lavatórios, hidrantes, quadros e outros).</p> <p>A carga de ensaio aplicada em cada ponto através de mão francesa (com excentricidade de 30cm) deve ser de 40kg e em 2 pontos deve ser de 80kg.</p> <p>Após 24 horas de ensaio, o sistema de vedação vertical interno não pode apresentar fissuras, deslocamentos horizontais instantâneos ou residuais, lascamentos ou rupturas, nem permitir o arrancamento dos dispositivos de fixação, nem seu esmagamento.</p>	Anexo A da NBR 15575-4:2013 – Edificações Habitacionais – Desempenho – Parte 4: Requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas – SVVIE
Impacto de corpo mole (item 7.4 da respectiva norma)	<p>O sistema de vedação vertical interna sem função estrutural com $G \leq 600\text{N/m}^2$ deve resistir aos impactos de corpo mole, conforme abaixo:</p> <p>1) impacto de 60J: não ocorrência de falhas (estado limite de serviço). A limitação da ocorrência de deslocamentos deve ser de: $D_h < 2 \times (H/125)$ H- pé direito $D_{hr} < H/625$</p> <p>2) impacto de 120J: não ocorrência de ruína (estado limite de último). São permitidas falhas localizadas.</p>	<p>NBR 11675:1990 – Divisórias leves internas moduladas – Verificação da resistência a impactos</p> <p>NBR 15575-4:2013 – Edificações Habitacionais – Desempenho – Parte 4: Requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas – SVVIE</p>
Ações transmitidas por portas (item 7.5 da respectiva norma)	<p>O sistema de vedação vertical interna deve resistir a ações transmitidas por portas.</p> <p>1) Não ocorrência de fissuras, rupturas, cisalhamentos ou destacamentos no sistema quando as portas forem submetidas a 10 operações de fechamento brusco;</p> <p>2) Não ocorrência de arrancamento do marco, nem ruptura ou perda de estabilidade da parede sob ação de um impacto de corpo mole com energia de 240J aplicado no centro geométrico da folha da porta.</p>	<p>NBR 15930-2:2011 – Porta de madeira para edificações – Parte 2: Requisitos</p> <p>NBR 15575-4:2013 – Edificações Habitacionais – Desempenho – Parte 4: Requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas – SVVIE</p>

continua

continuação

Tabela 1 – Requisitos para avaliação do desempenho de sistemas de vedação vertical interna conforme NBR 15575 – PARTE 4

Requisitos	Indicador de conformidade	Método de avaliação
Impacto de corpo duro (item 7.6 da respectiva norma)	O sistema de vedação vertical interna deve resistir aos impactos de corpo duro. 1) Impacto de 2,5J – Não ocorrência de falhas que comprometam o estado limite de serviço. 2) Impacto de 10J – Não ocorrência de ruína caracterizada por ruptura ou transpassamento (estado limite último)	NBR 11675:1990 - Versão Corrigida:2011 – Divisórias leves internas moduladas – Verificação da resistência a impactos NBR 15575-4:2013 – Edificações Habitacionais – Desempenho – Parte 4: Requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas – SVVIE
Segurança contra incêndio (item 8 da NBR 15575 – Parte 4)		
Reação ao fogo pelo método SBI (item 8.2 da norma)	As superfícies internas das vedações internas e os materiais empregados no meio das paredes (miolo) devem dificultar a ocorrência da inflamação generalizada no ambiente de origem do incêndio e não gerar fumaça excessiva capaz de impedir a fuga dos ocupantes em situações de incêndio. A classificação dos elementos deve ser de I ou IIA quando estiverem associados a qualquer local interno (incluindo cozinhas) ou a locais de uso comum da edificação ou associados ao interior das escadas. Avaliação da reação ao fogo do sistema de vedação vertical interna e seu miolo através do índice da taxa de desenvolvimento de calor, propagação lateral de chama, liberação total de calor e taxa de desenvolvimento de fumaça.	EN 13823:2010 – Reaction to fire tests for building products – Building products excluding floorings exposed to thermal attack by a single burning item
Resistência ao fogo (item 8.4 da norma)	Os sistemas ou elementos de vedação vertical devem apresentar resistência ao fogo por período mínimo para assegurar condições de estabilidade, estanqueidade e isolamento térmica A resistência ao fogo deve atender à ABNT NBR 14432, sendo no mínimo 30 minutos para as edificações habitacionais de até cinco pavimentos.	NBR 10636:1989 – Paredes divisórias sem função estrutural – Determinação da resistência ao fogo
Umidade na vedação vertical interna (item 10.2 da NBR 15575 – Parte 4)		
Verificação da permeabilidade à água	Não permitir infiltração de água, através de suas faces, quando em ambientes de áreas molhadas. A quantidade de água que penetra não pode ser superior a 3 cm ³ , por um período de 24 horas, em uma área exposta com dimensões de 34cm x 16cm.	Anexo D da NBR 15575-4:2013 – Edificações Habitacionais – Desempenho – Parte 4: Requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas – SVVIE
Desempenho acústico (item 12 da NBR 15575 – Parte 4)		
Verificação da isolamento sonora (item 12.2.1.1 – método de precisão realizado em laboratório)	Determinar valores de referência Rw (índice de redução sonora ponderado) através de ensaios em laboratórios para orientação de fabricantes e projetistas.	ISO 10140-2:2010 - Acoustics - Laboratory measurement of sound insulation of buildings elements - Part 2: Measurement of airborne sound insulation

4 SISTEMA CONSTRUTIVO EM CHAPAS DE GESSO PARA DRYWALL

4.1 DESCRIÇÃO DO SISTEMA

O sistema Drywall consiste de chapas de gesso parafusadas em estruturas de perfis de aço galvanizado. As juntas entre chapas de gesso são tratadas com massa e fita de papel. Trata-se de uma tecnologia que substitui as vedações internas convencionais (paredes, forros e revestimentos) de edificações. As figuras abaixo ilustram os sistemas construtivos em Drywall e seus componentes.

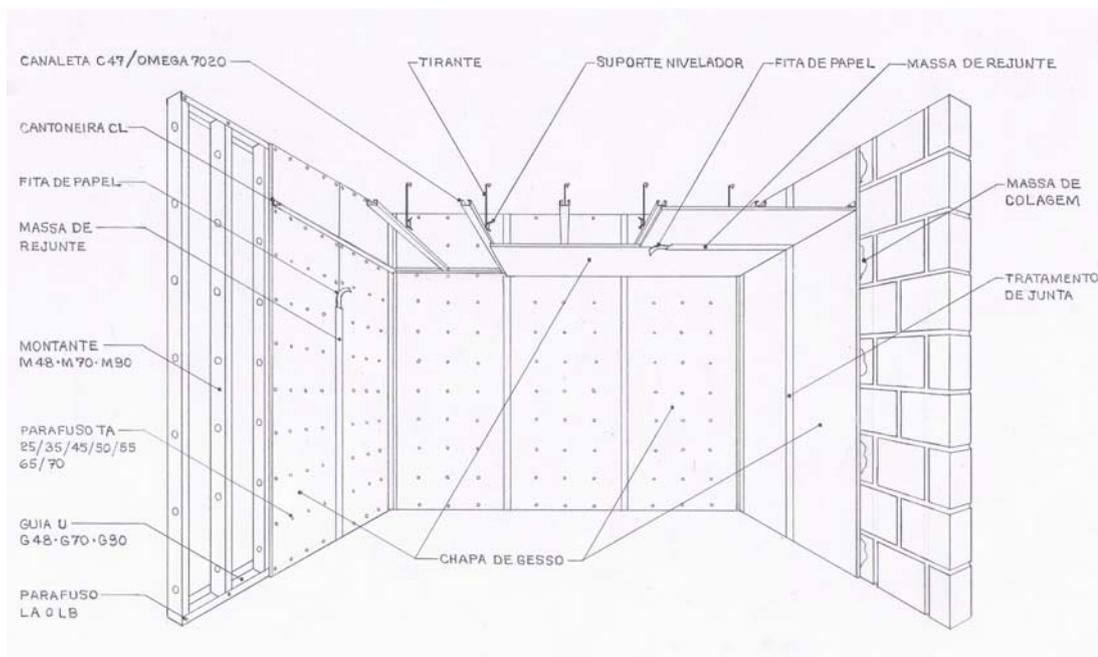


Figura 1 – Sistemas Construtivos em Drywall com Chapas de Gesso

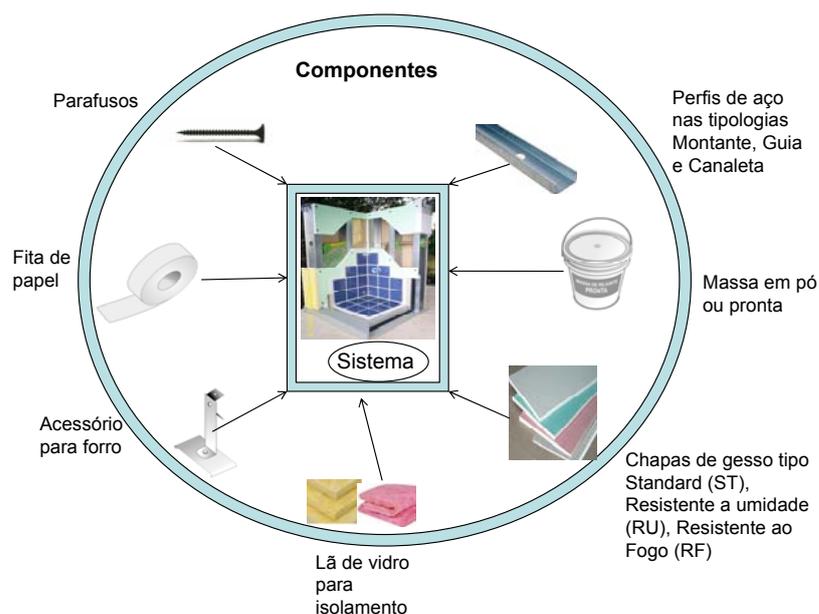
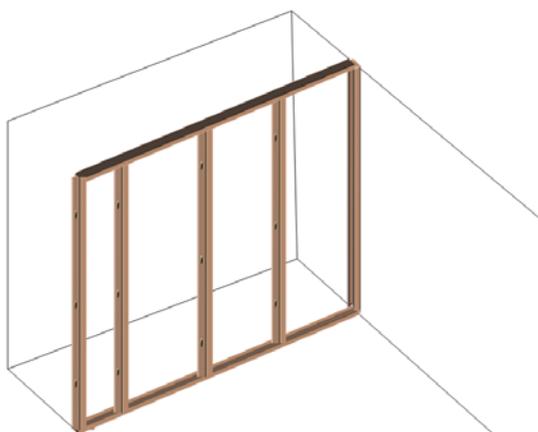
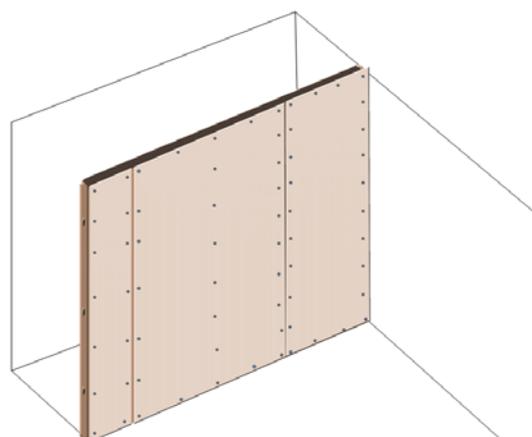


Figura 2 – Componentes dos Sistemas Construtivos em Drywall

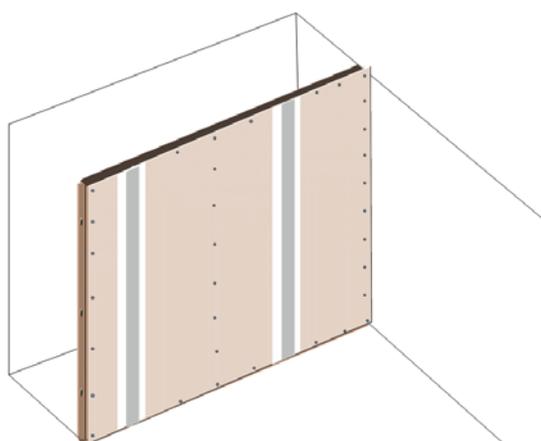
Tem-se a ilustração da sequência de montagem de vedação vertical interna em Drywall com chapa de gesso.



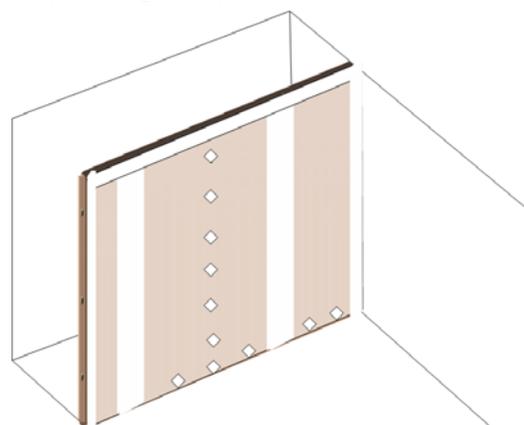
Montagem dos perfis de aço – Guias inferior e superior, e dos montantes (perfis com furos)



Montagem das chapas de gesso que são parafusadas nos perfis de aço – 1 camada de chapas de gesso por lado



Tratamento de juntas entre chapas com massa e fita de papel



Tratamento de junta com massa sobre a fita de papel, e aplicação de massa sobre a cabeça dos parafusos.



Foto ilustrativa de montagem de parede

Figura 3 – Sequência ilustrativa da montagem de vedação vertical interna em Drywall com chapas de gesso

4.2 EXIGÊNCIAS NORMATIVAS RELATIVAS AOS COMPONENTES PARA O SISTEMA EM DRYWALL

Os componentes utilizados na avaliação foram de empresas participantes e qualificadas no âmbito do Programa Setorial da Qualidade dos Componentes para Sistemas Construtivos em Chapas de Gesso para Drywall, em atendimento às exigências normativas da tabela abaixo.

Tabela 2 – Requisitos normativos exigidos dos componentes para Drywall

NBR14715:2010 - Chapas de gesso para Drywall - Partes 1 e 2: Requisitos e Métodos de ensaio			
CHAPAS DE GESSO ST, RU, RF 12,5mm e RF 15,0mm:			
Identificação		A chapa deve conter de forma indelével: marca, lote de produção, tipo de chapa e de borda, espessura, largura e NBR 14715	
Dimensional	Espessura	± 0,5 mm em relação ao nominal	
	Largura	+ 0 / - 4 mm em relação ao nominal	
	Comprimento	+ 0 / - 5 mm em relação ao nominal	
	Esquadro	Máximo 2,5 mm	
Rebaixo	Largura	Mínima 40 mm / Máxima 80 mm	
	Profundidade	Mínima 0,6 mm / Máxima 2,5 mm	
Densidade superficial de massa		Mínima 8,0kg/m ² / Máxima 12,0kg/m ² para espessura nominal 12,5mm Mínima 10,0kg/m ² / Máxima 14,0kg/m ² para espessura nominal 15,0mm	
Dureza superficial		Máximo 20 mm	
Resistência à ruptura na flexão	longitudinal	Mínima 550 N espessura nominal 12,5mm Mínima 650 N espessura nominal 15,0mm	
	transversal	Mínima 210 N espessura nominal 12,5mm Mínima 250 N espessura nominal 15,0mm	
Absorção de água (somente para RU)		Máxima 5%	
NBR15217:2009 - Perfis de aço para sistemas construtivos em chapas de gesso para Drywall - Requisitos e métodos de ensaio			
PERFIS DE AÇO:			
Identificação	Pintadas ou gravadas (indelével): Espessura; Marca; Indicação da rastreabilidade; Classe do revestimento. <u>Etiquetas fixadas ou amarradas ao lote:</u> Comprimento; Denominação do perfil e NBR15217		
Dimensional	Canaleta C	M48 / M70 / M90	
	G48 / G70 / G90		
	Largura	(46,0 ± 1,0) mm	(46,5 ± 0,5) mm (68,5 ± 0,5) mm (88,5 ± 0,5) mm
	Comprimento		3000 mm ± 0,2% = ± 6 mm
	Altura da aba	(18,0 ± 1,0) mm	(35,0 ± 1,0) mm para A (37,0 ± 1,0) mm para A'
	Largura da aba	(7,0 ± 2,0) mm	(7,0 ± 2,0) mm
	Distância entre furos		400 mm a 600 mm
	Distância dos furos das extremidades		190 mm a 310 mm
	Reentrância interna (F)		(7 ± 2) mm
	Altura do rebaixo		min. 2e / max. 3,0mm
Enrijecedores de aba e alma	Mín 1 p/ alma Mín 2 p/ aba		
Espessura do perfil (chapa de aço) - e		mínima 0,50 mm	
Massa do revestimento de zinco		mínima 94 g/m ² por face mínima 235 g/m ² total	
Limite de escoamento		Mínimo 230 MPa	
Resistência à corrosão em salt spray		Não apresentar corrosão vermelha após 360 h	

continua

continuação

Tabela 2 – Requisitos normativos exigidos dos componentes para Drywall

NBR15758:2009 - Sistemas construtivos em chapas de gesso para Drywall - Projeto e procedimentos executivos para montagem. Parte 2: Requisitos para sistemas usados como forros	
ACESSÓRIOS (Suporte nivelador e tirante):	
Identificação	<u>Cada suporte deve trazer indelével:</u> marca e lote de produção <u>Embalagem de comercialização do suporte deve indicar:</u> denominação do produto; designação do revestimento e NBR 15758
Resistência à tração no conjunto	mínima 0,75 kN
Resistência à tração no pendural	mínima 1,00 kN
Massa de zinco no suporte	mínima 235 g/m ² – total nas duas faces
Massa de zinco no tirante	mínima 110 g/m ²
Espessura do suporte	Espessura mínima: 0,95 mm ± 0,07 mm
Resistência à corrosão em <i>salt spray</i>	Não apresentar corrosão vermelha após 96 h
NBR15758:2009 - Sistemas construtivos em chapas de gesso para Drywall - Projeto e procedimentos executivos para montagem. Parte 1, 2 e 3: Requisitos para sistemas usados como paredes, como forros e como revestimentos	
MASSA EM PÓ E PRONTA PARA TRATAMENTO DE JUNTAS:	
Identificação	Embalagem deve conter: tipo de massa, nome do fabricante e NBR 15758
Craqueamento/fissuração	Metade menos espessa: não ocorrência de fissura Metade mais espessa: não ocorrência de fissura profunda
Fissuração da massa nas bordas da fita	Máxima: 10%
Retração	Máxima: 25%
Aderência da fita à massa – Força de arrancamento da fita aderida à massa	Mínima: 25N
NBR15758:2009 - Sistemas construtivos em chapas de gesso para Drywall - Projeto e procedimentos executivos para montagem. Partes 1, 2 e 3: Requisitos para sistemas usados como paredes, como forros e como revestimentos	
FITA DE PAPEL PARA TRATAMENTO DE JUNTAS:	
Identificação	Embalagens ou rolos com largura e comprimento; nome do fabricante e NBR15758
Dimensional	Largura: de 47,6 a 57,2 mm Espessura Máxima: 0,30 mm
Resistência à tração	Mínima: 5,25 N/mm
Estabilidade dimensional	Longitudinal máxima: 0,4% Transversal máxima: 2,5%
NBR15758:2009 - Sistemas construtivos em chapas de gesso para Drywall - Projeto e procedimentos executivos para montagem. Partes 1, 2 e 3: Requisitos para sistemas usados como paredes, como forros e como revestimentos	
PARAFUSOS	
Identificação	Caixas ou sacos com tipologia; comprimento nominal e diâmetro; nome do fabricante e NBR15758
Corrosão – salt spray	8 parafusos expostos por 48h sem apresentar corrosão vermelha
Resistência à torção	mínima de 2,8 N.m para Ø 3,5mm mínima de 4,5 N.m para Ø 4,2mm
Poder de perfuração	Máximo 4 segundos - parafuso metal metal Ø 3,5 mm Máximo 5 segundos - parafuso metal metal Ø 4,2 mm Máximo de 1,5 segundos - parafuso chapa de gesso e metal

4.3 DESIGNAÇÃO DO SISTEMA DE VEDAÇÃO VERTICAL INTERNA – SVVI EM DRYWALL

A designação do SVVI em Drywall é definida pela norma técnica “NBR 15758-1:2009 – Sistemas construtivos em chapas de gesso para Drywall – Projeto e procedimentos executivos para montagem – Parte 1”, sendo composta pelos seguintes elementos:

193 / 70 / 600 / MS / 2ST12,5 + 2ST12,5 / BR / LV70:

193: espessura total da parede (mm)

70: largura dos montantes (mm)

600: espaçamento entre os montantes (mm)

MS: montante simples

2ST12,5 mm: número, tipo e espessura nominal de chapa de gesso de um lado

2ST12,5 mm: número, tipo e espessura nominal de chapa de gesso do outro lado

BR: borda rebaixada da chapa de gesso

LV70 mm: lã de vidro e sua espessura nominal

Legendas

ST: Chapa de gesso Standard

RU: Chapa de gesso resistente à umidade

RF: Chapa de gesso resistente ao fogo

MS: Montante simples

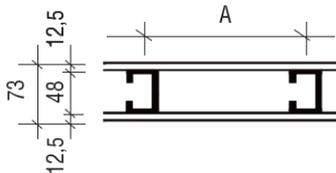
MD: Montante duplo

BR: Borda rebaixada

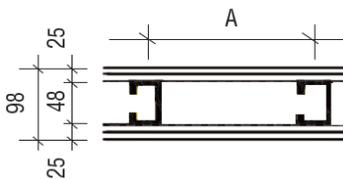
LV: Lã de vidro

- Exemplos de cortes e designação de SVVI comuns em Drywall:

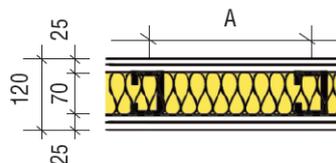
73 / 48 / A = 600 ou 400 / MS / 1ST12,5 + 1ST12,5 (ou RF ou RU)



98 / 48 / A = 600 ou 400 / MS / 2ST12,5 + 2ST12,5 (ou RF ou RU)

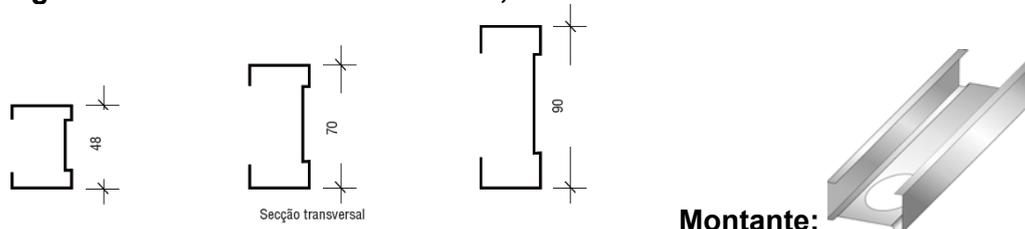


120 / 70 / A = 600 ou 400 / MS / 2ST12,5 + 2ST12,5 / LV70



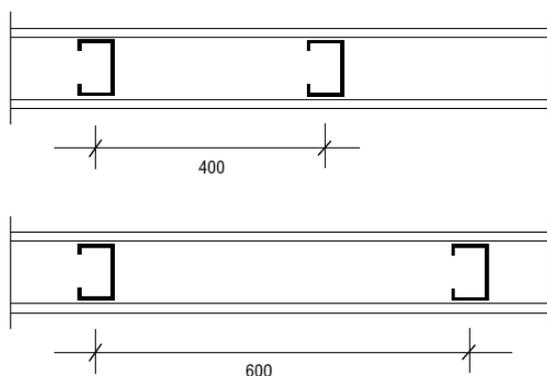
A seguir, tem-se algumas ilustrações destes elementos:

- **Largura nominal dos montantes – 48, 70 ou 90 mm:**

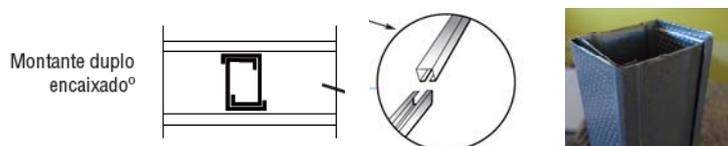


Montante:

- **Espaçamento entre montantes – 400 ou 600mm:** ilustração de modulação / corte transversal de montante simples.



- **Montante duplo – encostado ou encaixado:**

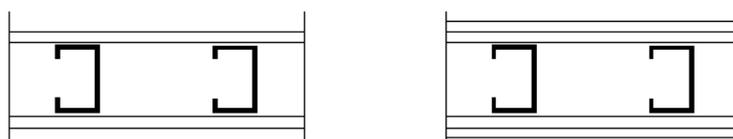


- **Número e a espessura das chapas de gesso aplicadas na estrutura metálica (perfis de aço galvanizado montante simples):**

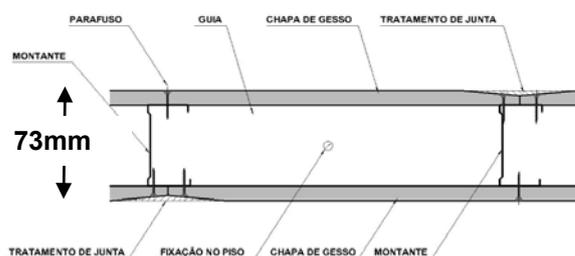
A indicação é de ST, mas poderia ser RU ou RF.

1ST 12,5 + 1ST 12,5

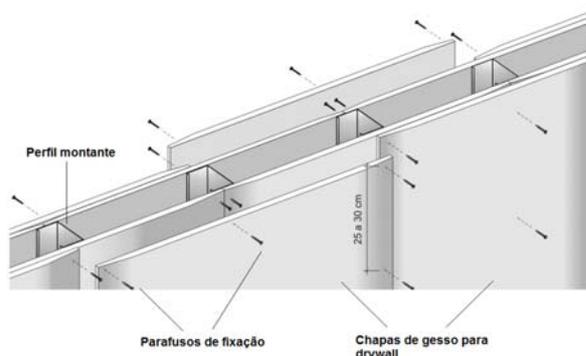
2ST 12,5 + 2ST 12,5



- **Espessura total da parede:** corresponde à largura do montante mais a espessura das chapas de gesso. Exemplo: 1ST12,5+48+1ST12,5=73mm.



- **Ilustração de SVVI com 2 chapas de gesso de cada lado:** as juntas verticais das chapas de um lado da estrutura devem estar defasadas das juntas do outro lado, resultando numa melhor amarração.



5 LABORATÓRIOS DE ENSAIOS

Os ensaios laboratoriais foram realizados nos seguintes laboratórios:

→ Laboratório TESIS: neste laboratório foram realizados os seguintes ensaios:

- Solicitações de cargas provenientes de peças suspensas (item 7.3 da respectiva norma);
- Impacto de corpo mole (item 7.4 da respectiva norma);
- Ações transmitidas por portas (item 7.5 da respectiva norma);
- Impacto de corpo duro (item 7.6 da respectiva norma);
- Permeabilidade à água (item 10.2 da respectiva norma);

O Laboratório TESIS é um Laboratório de Ensaio Acreditado pela CGCRE/INMETRO de acordo com a NBR ISO/IEC 17025 sob o número CLR 0162 para a realização dos ensaios relacionados acima, além daqueles ensaios nos componentes para Drywall.

→ Laboratório de Segurança ao Fogo e a Explosões (CETAC) do Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT: neste laboratório foi realizada a avaliação de Segurança contra incêndio (item 8 da respectiva norma) que contempla os ensaios:

- Resistência ao fogo;
- Reação ao fogo pelo método SBI - Single Burning Item.

→ Laboratório de Conforto Ambiental e Sustentabilidade (CETAC) do Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT: neste laboratório foi realizada a avaliação de desempenho acústico (item 12 da respectiva norma) que contempla o ensaio:

- Isolação sonora.

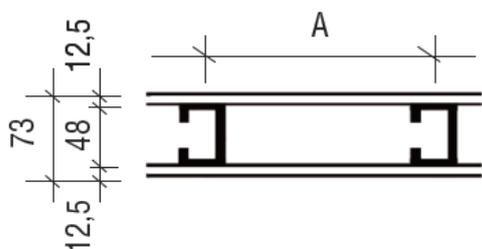
6 ASPECTOS GERAIS DA AVALIAÇÃO

Os sistemas de vedação vertical interna em Drywall submetidos aos ensaios laboratoriais previstos na NBR 15575-4 foram montados utilizando-se os procedimentos constantes da NBR15758-1:2009 – Sistemas construtivos em chapas de gesso para Drywall – Projeto e procedimentos executivos para montagem – Parte 1: Requisitos para sistemas usados como paredes.

Avaliou-se a configuração de SVVI com a menor espessura de parede e largura de montante em relação à totalidade dos requisitos mínimos normativos, sendo que outras configurações com espessuras maiores ou presença de reforços ou de lã de vidro também foram avaliadas em relação às demais exigências específicas da Norma Brasileira, por exemplo quanto à fixação de peças/objetos específicos; tempos de resistência ao fogo de 60 e 120min e isolamento sonora mais alta. Os resultados de impacto de corpo mole e duro e de ações transmitidas por portas obtidos na menor espessura poderão ser estendidos para as paredes com maior espessura e largura de montante.

Designação do SVVI → 73 / 48 / A = 600 ou 400 / MS / 1ST12,5 + 1ST12,5 (ou RF ou RU)

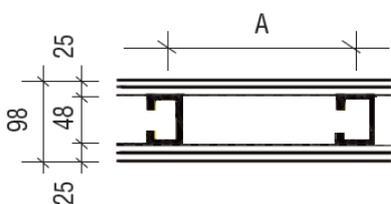
Ensaio → Desempenho Estrutural, Permeabilidade à água, Segurança contra incêndio e isolamento sonora.



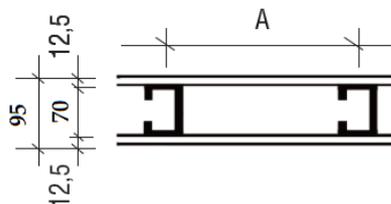
A seguir, tem-se as diferenças em relação à tipologia acima.

→ **Cargas suspensas**: além da designação acima, foram avaliadas configurações com as seguintes diferenças, conforme ilustrado abaixo: 2 chapas de gesso por lado; largura de montante 70 e 90; e adoção de reforços internos entre os perfis de aço (vide 6.1) para o caso de fixação de objetos específicos.

Corte com 2 chapas de gesso



Corte com montante 70



Reforço entre montantes para fixação de objetos específicos



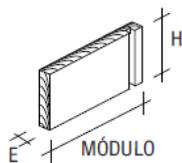
→ **Resistência ao fogo**: além da designação anterior, foram avaliadas configurações com 1 chapa de gesso de 15mm por lado, 2 chapas de gesso de 12,5mm e 15mm por lado e verificação da contribuição do reforço interno e da lã de vidro na reação ao fogo (vide 6.1 e 6.2).

→ **Isolação sonora**: além da designação anterior, foram avaliadas configurações com largura de montante 70, com 2 chapas de gesso por lado, com e sem lã de vidro (vide 6.2).

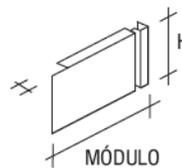
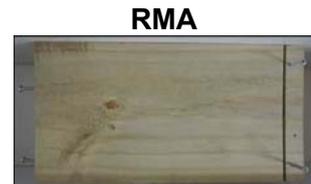
6.1 REFORÇOS PARA O SISTEMA EM DRYWALL

Há objetos que, por seu formato, seu peso ou a carga que devem suportar, requerem condições especiais de fixação no SVVI em Drywall. Pode ser o caso, por exemplo de armários de cozinha, bancadas de pias, suportes articulados para televisores e armadores de redes de dormir, entre outros. Assim sendo, para estes casos, o ensaio de cargas suspensas foi realizado com a adoção de reforços internos localizados no espaço entre os perfis e parafusados nos perfis de aço antes das chapas de gesso.

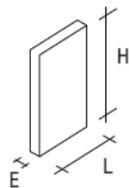
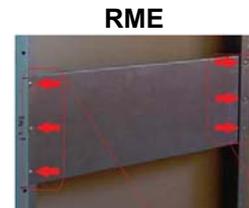
Na avaliação em questão, foram adotados os seguintes tipos de reforços comerciais.



RMA - reforço de madeira
 Tábua de madeira maciça tratada em autoclave
 Peças moduladas ou tábua corrida
 H = 200 mm
 E (espessura) = mínimo 22 mm



RME - reforço metálico
 Chapa de aço galvanizado com espessura nominal de 0,95 mm
 H = 250 mm p/ módulo 600
 H = 200 mm p módulo 400
 Comprimento = módulo



Reforço de compensado plastificado
 para ser fixado entre os montantes -
 peça única para módulos de 400 e 600.
 H = 600 ou 400 mm
 L = 400 ou 600 mm
 E (espessura) = 18 mm



As fotografias abaixo ilustram exemplos de aplicação dos reforços no SVVI (entre montantes).

Reforço de madeira (1 linha na parte superior e 2 linhas na parte inferior)



Exemplo de 1 linha

Exemplo de 2 linhas

Reforço metálico (1 linha na parte superior e 2 linhas na parte inferior)



Reforço de compensado plastificado de madeira (1 linha)



6.2 LÃ DE VIDRO PARA ISOLAMENTO

Adotou-se lã de vidro produzida pelas empresas participantes do módulo de lã de vidro do Programa Setorial da Qualidade. A lã foi instalada entre montantes, conforme ilustração a seguir.



Lã do Fabricante 1

Lã do fabricante 2

Figura 4 – Colocação da lã de vidro entre montantes

7 RESULTADOS DA AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DOS SISTEMAS DE VEDAÇÃO VERTICAL INTERNA – SVVI - EM DRYWALL COM CHAPAS DE GESSO

A seguir apresentamos os resultados obtidos nos ensaios laboratoriais em SVVI em Drywall com chapas de gesso em relação às exigências da NBR 15575 – Parte 4. O detalhamento dos procedimentos de ensaios e dos resultados consta dos Relatórios de Ensaios individuais reunidos no Relatório Técnico 1181/RT019.

7.1 DESEMPENHO ESTRUTURAL

7.1.1 Solicitações de cargas provenientes de peças suspensas

Conforme a NBR 15575 – parte 4, o sistema de vedação vertical interno SVVI da edificação habitacional, com ou sem função estrutural, sob ação de cargas devidas a peças suspensas não deve apresentar fissuras, deslocamentos horizontais instantâneos (d_h) ou deslocamentos horizontais residuais (d_{hr}), lascamentos ou rupturas, nem permitir o arrancamento dos dispositivos de fixação nem seu esmagamento. A Tabela a seguir indica os valores e os critérios de desempenho em função da carga de ensaio para o dispositivo de fixação padrão do tipo mão francesa (excentricidade – alavanca de 30cm).

Tabela 3 – Exigências da NBR 15575 – parte 4 quanto à carga de ensaio de longa duração para ação mecânica de momento (arrancamento)

Carga de ensaio aplicada em cada ponto	Carga de ensaio aplicada em cada peça, considerando dois pontos	Critérios de desempenho
0,4 kN (=40kg) (o que corresponde à carga máxima de uso ou serviço de 20kg)	0,8 kN (=80kg) (o que corresponde à carga máxima de uso ou serviço de 40kg)	Não ocorrência de falhas que comprometam o estado limite de serviço Limitação dos deslocamentos horizontais: $d_h < h/500$; $d_{hr} < h/2500$

Onde: h é altura do elemento SVVI; d_h é o deslocamento horizontal; d_{hr} é o deslocamento residual.

A NBR 15575-Parte 4 estabelece que além da mão-francesa padrão, prevista na Tabela anterior, poderão ser considerados outros tipos de peças suspensas. Devem ser utilizados os dispositivos de fixação recomendados pelo fabricante. O carregamento deve representar ao máximo a realidade. Para qualquer sistema de fixação recomendado deve ser estabelecida a máxima carga de uso, incluindo as cargas aplicadas muito próximas à face do SVVI.

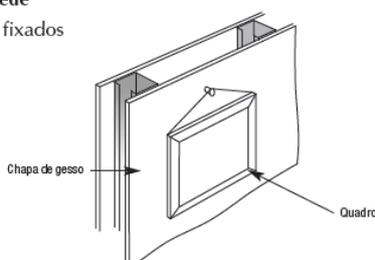
Para a determinação da carga de uso ou de serviço, pode-se considerar que a carga de ensaio de longa duração (24h no ensaio) contempla um coeficiente de segurança da ordem de 2 (dois), em relação a situações típicas de uso; a carga de serviço ou de uso, neste caso, é a metade da carga adotada no ensaio. Para cargas de curta duração, determinadas em ensaios com aplicação contínua da carga até a ruptura do elemento ou falência do sistema de fixação, deve-se considerar um coeficiente de segurança de 3 (três) para as cargas de uso ou de serviço das fixações, em relação à carga de ruptura, verificando-se a resistência dos sistemas de fixação possíveis de serem empregados no tipo de sistema considerado.

No caso de “redes de dormir”, deve ser considerada uma carga de uso de 2kN (200kg), aplicada em ângulo de 60° em relação à face da vedação. Não deve haver ocorrência de destacamento dos dispositivos de fixação ou falhas que prejudiquem o estado limite de utilização, para as cargas de serviço. Este critério é aplicável somente se prevista tal condição de uso para a edificação.

Frente às exigências normativas, fizeram-se os ensaios simulando a fixação de objeto rente ou distante à parede diretamente nos elementos básicos do Drywall (chapas de gesso e montantes – perfis de aço galvanizado), utilizando fixadores e buchas próprios para esse sistema. Os desenhos abaixo ilustram a fixação realizada no perfil ou no centro geométrico entre dois montantes adjacentes. Mais de um tipo de fixador foi avaliado numa mesma parede sempre com distância mínima entre fixadores de 400 mm.

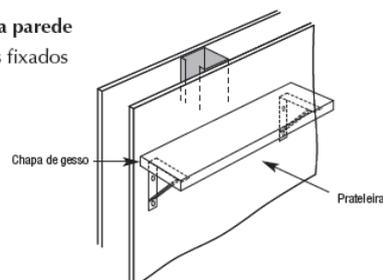
Objeto rente à parede

Parafusos e buchas fixados diretamente na chapa de gesso



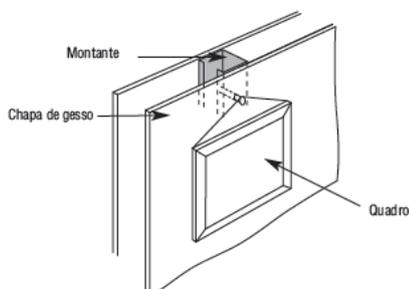
Objeto afastado da parede

Parafusos e buchas fixados diretamente na chapa de gesso



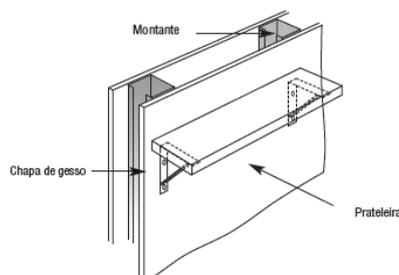
Objeto rente à parede

Parafusos e buchas fixados no perfil



Objeto afastado da parede

Parafusos e buchas fixados no montante

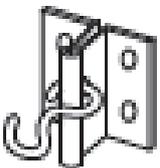
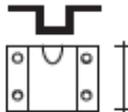


Foram adotados diferentes dispositivos de fixação comerciais, quais sejam: bucha tipo parafuso, bucha de expansão e bucha basculante com braço metálico. E diferentes peças suspensas comerciais, tais como: mão francesa com excentricidade de 30 e 50cm e objetos (pia, armário, suporte de TV, extintor de incêndio e rede de dormir). As figuras a seguir ilustram os dispositivos e peças adotados nos ensaios. Tratam-se de dispositivos e peças adquiridas em revendas brasileiras:

Tabela 4 - Tipologias do dispositivo de fixação e fotos ilustrativas

<p><i>Bucha tipo parafuso</i></p> 	<p><i>Bucha de expansão</i></p> 	<p><i>Bucha basculante</i></p> 
---	---	--

Tabela 5 - Peças suspensas adotadas e fotos ilustrativas

<p>Mão francesa</p> 	<p>Armário de duas portas de dimensões 67 x 80 x 29 cm com massa total de 13 kg e fixação no SVVI por 3 pontos (setas em vermelho)</p> 
<p>Pia de granito de dimensões 56 x 120 cm e massa 40 kg, fixada com duas mãos francesas</p> 	<p>Rede de dormir - e suporte de fixação</p>  
<p>Suporte de TV articulado</p>  <p>Suporte de TV rente à parede</p> 	<p>Suporte para extintor de incêndio</p> 

Os resultados obtidos estão apresentados nas tabelas relacionadas a seguir, a partir das seguintes considerações e observações:

1ª consideração) A resistência às cargas suspensas foi verificada sob carregamento faceando à parede e distante da parede, na condição de carregamento pontual (em um único fixador) e composto (no mínimo dois fixadores):

Um ponto de fixação

Ação mecânica de cisalhamento

Ponto de aplicação da carga faceando a parede



Ação mecânica de momento

Ponto de aplicação da carga



Dois ou mais pontos de fixação

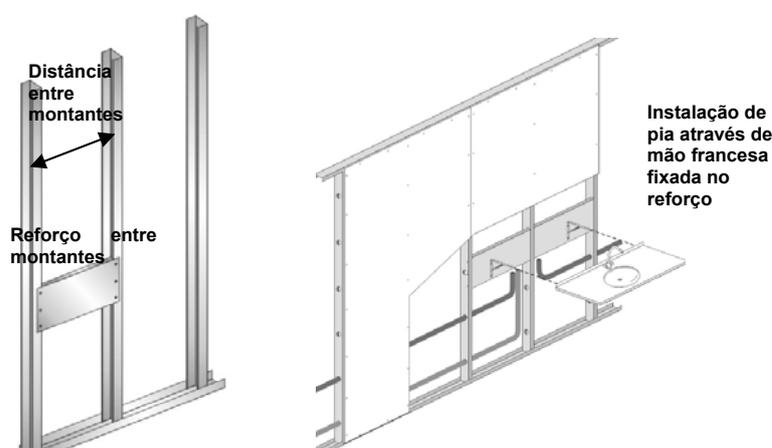
Ação mecânica de momento



2ª consideração) Fez-se a avaliação dos diferentes dispositivos e configurações de paredes e verificou-se que a configuração do sistema de vedação vertical interna em Drywall é a variável mais importante interveniente na definição da carga máxima de serviço suportada por ele, seguida da tipologia do dispositivo de fixação. O tipo de chapa de gesso (ST, RU ou RF) e a distância entre os montantes (400 ou 600mm) não interferiu significativamente nos resultados.

Ou seja: para a adequada resistência mecânica do sistema de vedação vertical interna sob carregamento de peças suspensas, é necessário selecionar a configuração do SVVI e a tipologia do fixador correspondente ao carregamento que se deseja, considerando as seguintes variáveis intervenientes:

- o número de chapas de gesso por face do sistema;
- a fixação do dispositivo na chapa de gesso sobre o perfil de aço, ou entre os perfis de aço.
- a presença ou não de reforço, e suas características. A ilustração abaixo mostra a presença de reforço entre montantes, para instalação por ex. de pias:



3ª consideração) Os resultados são expressos em **carga máxima de uso ou de serviço**, ou seja, esta carga equivale a metade da carga de ensaio de longa duração. Neste ensaio, após 24 h sob carregamento, considera-se aprovado o sistema que não apresentou ocorrência de falhas que comprometam o estado limite de serviço, com a limitação dos deslocamentos horizontais instantâneos e residuais em $d_h < h/500$; $d_h < h/2500$ (h = altura da parede, que no caso da avaliação foi de 2750 mm).

As peças utilizadas na avaliação foram adquiridas no mercado brasileiro e foram apresentadas anteriormente.

As configurações de SVVI avaliadas apresentavam montantes de 48, 70 e 90 e 1 ou 2 chapas de gesso de espessura nominal 12,5mm, conforme ilustrado abaixo (com e sem reforços internos).

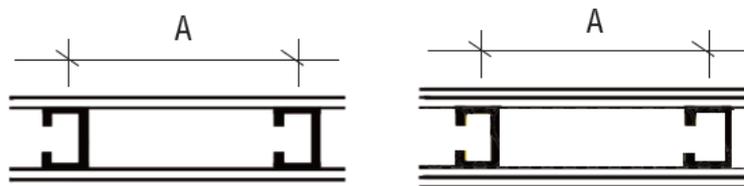


Tabela 6 - Cargas máximas de uso aplicadas em um ponto a 300 mm do SVVI adotando-se mão francesa

Substrato	Presença de reforço	Carga máxima de uso (kg)*	Tipo de dispositivo de fixação	Tipo de SVVI em Drywall		
				Número de chapas de gesso 12,5 ou 15mm	Largura do montante (mm)	A = Distância entre montantes (mm)
Fixação direta na chapa de gesso com azulejo	Não	20	Bucha basculante com braço metálico	1	70/90	400 ou 600
Fixação direta na chapa de gesso	Não	30	Bucha basculante com braço metálico	2	70/90	400 ou 600
Fixação no centro da aba de montante simples	Não	40	Bucha basculante com braço metálico	1	70/90	400 ou 600
Fixação em montante duplo encaixado	Não	70	Bucha basculante com braço metálico	1	70/90	400 ou 600
Fixação na chapa de gesso com reforços entre montantes**	RME	20	Bucha basculante com braço metálico	1	70/90	400 ou 600
	RME com azulejo	30	Bucha basculante com braço metálico	1	70/90	400 ou 600
	RMA	20	Bucha basculante com braço metálico	1	90	400 ou 600
	RCP	20	Bucha basculante com braço metálico	1	70/90	400 ou 600

* carga máxima de uso corresponde a 1/2 da carga de ensaio de longa duração.

** reforços conforme item 6.1 (RME – reforço metálico; RMA – reforço de madeira e RCP – reforço de compensado plastificado).

Tabela 7 - Cargas máximas de uso aplicadas em um ou mais pontos simulando objetos específicos

Substrato	Presença de reforço	Objeto simulado	Carga máxima de uso (kg)*	Tipo de dispositivo de fixação	Tipo de SVVI em Drywall		
					Número de chapas de gesso 12,5 ou 15mm	Largura do montante (mm)	Distância entre montantes (mm)
Fixação direta na chapa de gesso	Não	Extintor de incêndio portátil**	20	Bucha basculante com braço metálico	2	70/90	400 ou 600
Fixação na chapa de gesso com reforços entres montantes****	RCP em 1 linha	Suporte de TV	60	Bucha basculante com braço metálico	1	70/90	400 ou 600
	RMA em 2 linhas***		60	Bucha basculante com braço metálico	1	90	400 ou 600
Fixação em montante simples ou montante duplo encaixado	Não	Pia de granito de 40 kg fixada com 2 mãos francesa com braço 500mm (4 pontos de fixação)	80	Bucha basculante com braço metálico	1	70/90	400
Fixação na chapa de gesso com reforços entres montantes****	RMA em 2 linhas		80	Bucha basculante com braço metálico	1	90	400
	RME em 2 linhas		80	Bucha basculante com braço metálico	1	70/90	400
Fixação direta na chapa de gesso	Não	Armário de 13 kg fixado em 3 pontos, 2 superiores e 1 inferior	60	Bucha de expansão	1	48/70/90	400
	Não		60	Bucha basculante com braço metálico	1	70/90	400
Fixação na chapa de gesso com reforços entres montantes****	RMA		60	Bucha basculante com braço metálico	1	90	400 ou 600
	RME ou RCP	60	Bucha basculante com braço metálico	1	70/90	400 ou 600	
	RCP	200	Bucha basculante com braço metálico	1	70/90	400	
Fixação direta na chapa de gesso	Suporte tubular metálico	Rede de dormir	200	Bucha basculante com braço metálico	1	70/90	400 ou 600
Fixação na chapa de gesso com reforços entres montantes****	RMA em 2 linhas	Pia + Armário	140	Bucha basculante com braço metálico	1	90	400
	RME em 2 linhas		140	Bucha basculante com braço metálico	1	70/90	400

* carga máxima de uso corresponde a 1/2 da carga de ensaio de longa duração. No valor da carga de uso está incluído o peso do objeto.

** No caso de extintor de incêndio, adotou-se a definição de extintor portátil prescrita na NBR12693/2010 - Sistemas de proteção por extintor de incêndio, que define "Extintor portátil como extintor de incêndio que pode ser transportado manualmente, sendo que sua massa total não pode ultrapassar 20kg".

*** O reforço de madeira foi colocado após o SVVI estar fechado simulando uma reforma no SVVI.

**** reforços conforme item 6.1 (RME – reforço metálico; RMA – reforço de madeira e RCP – reforço de compensado plastificado).

As fotografias a seguir ilustram os ensaios simulando mão francesa e objetos específicos:

- mão francesa:



- Pia e armário:



- Suporte de TV:



- Rede de dormir:



A seguir são apresentadas as cargas máximas de uso no caso de carregamento faceando o SVVI em um único ponto.

Tabela 8: Cargas máximas de uso em sistemas de vedação vertical interna SVVI sob carregamento faceando a parede em um único ponto

Substrato	Presença de reforço	Carga máxima de uso (kg)*	Tipo de dispositivo de fixação	Tipo de SVVI em Drywall		
				Número de chapas de gesso 12,5 ou 15mm	Largura do montante (mm)	Distância entre montantes (mm)
Fixação direta na chapa de gesso	Não	10 kg	Bucha plástica tipo Parafuso	1	48/70/90	400 ou 600
	Não	15 kg	Bucha de expansão curta/média	1	48/70/90	400 ou 600
	Não	20 kg	Bucha de expansão longa	2	48/70/90	400 ou 600
	Não	20 kg	Bucha Basculante com braço metálico	1	70/90	400 ou 600
	Não	30 kg	Bucha Basculante com braço metálico	2	70/90	400 ou 600
Fixação no centro da aba de montante simples	Não	40 kg	Bucha Basculante com braço metálico	1	70/90	400 ou 600

* Carga máxima de uso corresponde a ½ da carga de ensaio de longa duração.

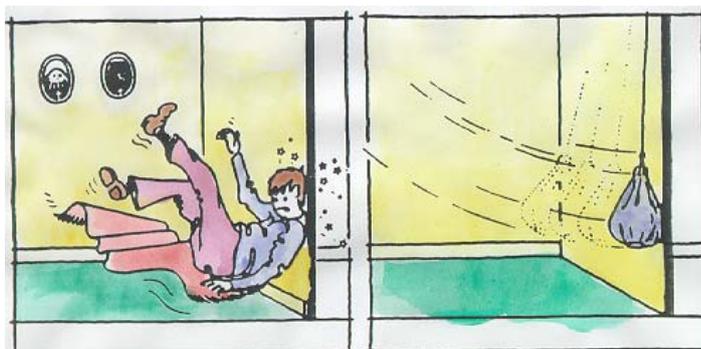
7.1.2 Resistência ao impacto de corpo mole

O ensaio de resistência ao impacto de corpo mole foi realizado conforme a NBR15575 – Parte 4, cujas exigências estão apresentadas na tabela a seguir - para paredes leves ($G \leq 600 \text{ N/m}^2$) sem função estrutural.

Tabela 9: Exigências da NBR 15575-Parte 4 relativas à resistência ao impacto de corpo mole para paredes leves ($G \leq 600 \text{ N/m}^2$) sem função estrutural

Elemento	Energia de impacto de corpo mole (J)	Critérios de desempenho
Vedação sem função estrutural	120	Não ocorrência de ruína (estado-limite último) São permitidas falhas localizadas
	60	Não ocorrência de falhas (estado-limite de serviço) Limitação da ocorrência de deslocamento: <i>Deslocamento horizontal instantâneo</i> $\leq 2 \times h / 125$ (no ensaio específico $h=2480\text{mm}$) <i>Deslocamento horizontal residual</i> $\leq h / 625$ (no ensaio específico $h=2480\text{mm}$)

O objetivo da avaliação é verificar a resistência mecânica da parede, incluindo juntas, quando submetida a impactos simulando a queda do usuário sobre a parede e verificar a ocorrência de fissuras ou ruptura e/ou deslocamentos horizontais da parede, incluindo juntas.



A avaliação da resistência ao impacto de corpo mole sobre a parede se dá através da aplicação de impactos em movimento pendular nas energias 60 J e 120 J, através de saco cilíndrico de couro com diâmetro de 350mm, altura de 900mm, massa total de 40kg, contendo em seu interior areia seca e serragem.

Os impactos nas energias 60J e 120J são aplicados em regiões predefinidas da parede em Drywall, conforme figura abaixo. Durante o ensaio, deve-se verificar possíveis ocorrências na região de impacto (por exemplo, ruptura, fissuras, destacamentos, etc.) e deslocamento horizontal da parede no lado oposto do impacto.

Figura 5: Desenho esquemático da parede e dos pontos de aplicação de impacto de corpo mole

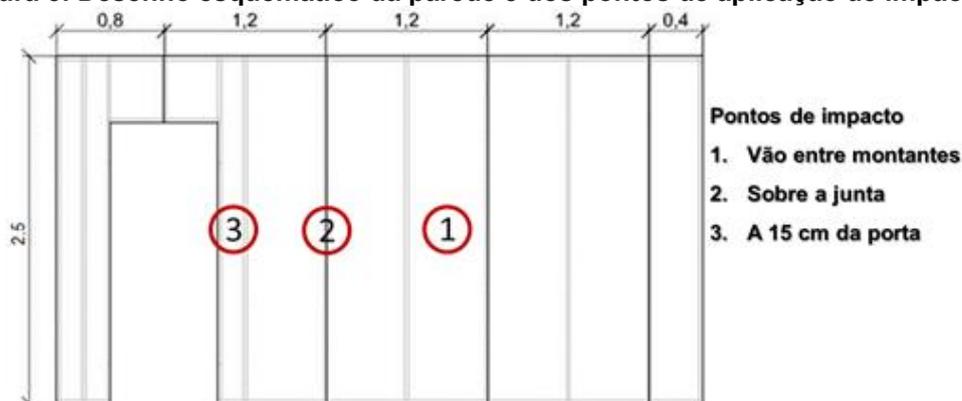


Figura 6 – Fotografias ilustrativas do ensaio, com o saco de areia posicionado em repouso faceando a parede, sobre o ponto médio entre dois montantes consecutivos (foto à esquerda) e sobre a junta entre as chapas de gesso (foto à direita)



Após a aplicação do impacto de 60 J, o SVVI foi avaliado quanto ao possível surgimento de falhas que possam comprometer o estado limite de serviço e foram verificadas as deformações máximas sofridas pela estrutura, que não devem ultrapassar os limites estabelecidos pela referência normativa NBR 15575-4:2013.

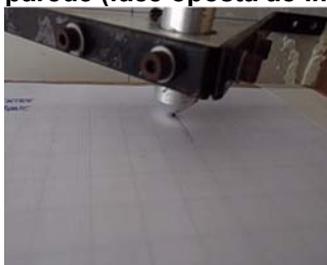
Após o impacto de 120 J, o SVVI foi avaliado quanto ao possível surgimento de falhas que pudessem ocasionar a ruína do sistema (estado limite último). Nesta situação, são permitidas falhas localizadas.

As figuras a seguir mostram as fotografias ilustrativas do ensaio.

Figura 7 – Fotografias ilustrativas do ensaio de impacto de corpo mole - saco de areia em movimento pendular em direção à parede



Figura 8 – Fotografia ilustrativa do dispositivo para verificação dos deslocamentos horizontais da parede (face oposta ao impacto)



Os resultados obtidos são apresentados na Tabela a seguir, considerando o SVVI em Drywall na configuração (73/48/600/MS/1ST12,5+1ST12,5):

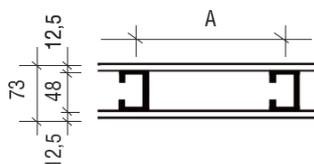


Tabela 10: Resultados de impacto de corpo mole em SVVI em Drywall

Energia de impacto (J)	Critérios de desempenho da NBR15.575:Parte 4 – Impacto de corpo mole	Avaliação do SVVI em Drywall com altura de h=2480mm	
		Resultados obtidos nos ensaios	Avaliação final do SVVI
120	Não ocorrência de ruína (estado-limite último) São permitidas falhas localizadas	Nenhuma ocorrência	APROVADO
60	Não ocorrência de falhas (estado-limite de serviço) Limitação da ocorrência de deslocamento: <i>Deslocamento horizontal instantâneo</i> $d_{h\ inst} \leq 2xh/125 = 39,7\text{mm}$ <i>Deslocamento horizontal residual</i> $d_{h\ res} \leq h/625 = 3,97\text{mm}$	Nenhuma ocorrência $d_{h\ inst} \leq 30\text{mm}$ $d_{h\ res} \leq 1\text{mm}$ nos pontos de impacto indicados na figura anterior	

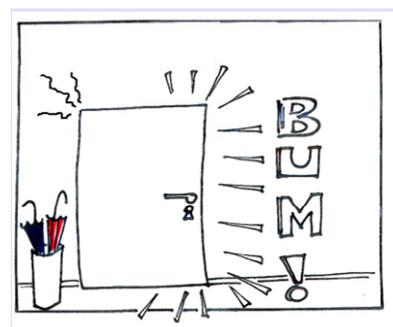
Os resultados obtidos na menor espessura de SVVI poderão ser estendidos para as paredes com maior espessura e largura de montante.

7.1.3 Resistência às ações transmitidas por portas

O ensaio de resistência às ações transmitidas por portas foi realizado conforme a NBR15575 – Parte 4, cujas exigências estão apresentadas a seguir.

- a) Quando as portas forem submetidas a dez operações de fechamento brusco, as paredes não podem apresentar falhas, como rupturas, fissuras, destacamentos no encontro com o marco, cisalhamento nas regiões de solidarização do marco, destacamento em juntas entre componentes das paredes e outros;
- b) Sob ação de um impacto de corpo mole com energia de 240 J, aplicado no centro geométrico da folha de porta, não pode ocorrer arrancamento do marco, nem ruptura ou perda de estabilidade da parede. É permitida, no contorno do marco, a ocorrência de danos localizados, como fissuras e estilhaçamentos.

O objetivo da avaliação é verificar a resistência mecânica da interface parede x porta, incluindo juntas, quando da abertura de fechamento bruscos da porta, bem como quando a porta é submetida a impactos simulando a queda do usuário.



No ensaio de resistência às ações transmitidas por portas, a porta instalada no sistema deve ser submetida a 10 operações de fechamento brusco em um ângulo de 60°, sob ação de massa de 15 kg, fazendo com que a folha colida contra o batente. Além destas operações, a porta deve ser submetida a um impacto em movimento pendular na energia de 240 J a ser realizado no centro geométrico da folha da porta na sua face no sentido de fechamento.

As figuras a seguir mostram fotografias ilustrativas do ensaio.

Figura 9 – Fotografias ilustrativas do dispositivo e do ensaio de operações de fechamento brusco da porta

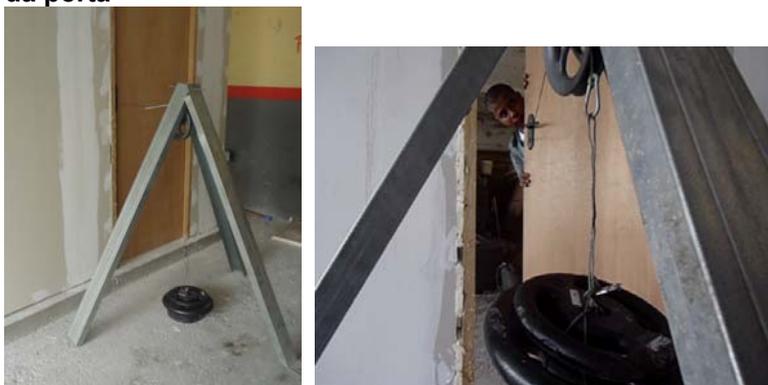


Figura 10 – Fotografias ilustrativas do ensaio de impacto de corpo mole sobre a porta



Os resultados obtidos são apresentados na Tabela a seguir, considerando o SVVI em Drywall na configuração (73/48/600/MS/1ST12,5+1ST12,5):

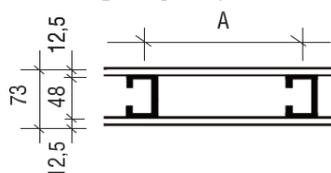


Tabela 11: Resultados de ações transmitidas por portas em SVVI em Drywall

Critérios de desempenho da NBR15.575:Parte 4 – Ações transmitidas por portas	Avaliação do SVVI em Drywall com altura de h=2480mm	
	Resultados obtidos	Avaliação final
Não ocorrência de fissuras, rupturas, cisalhamentos ou destacamentos no sistema após 10 operações de fechamento brusco da porta.	Nenhuma ocorrência	APROVADO
Não ocorrência de arrancamento do marco, nem ruptura ou perda de estabilidade da parede sob ação de um impacto de corpo mole com energia de 240J no centro geométrico da folha da porta.	Nenhuma ocorrência	

Os resultados obtidos na menor espessura de SVVI poderão ser estendidos para as paredes com maior espessura e largura de montante.

7.1.4 Resistência ao impacto de corpo duro

O ensaio de resistência ao impacto de corpo duro foi realizado conforme a NBR15575 – Parte 4, cujas exigências estão apresentadas na tabela a seguir.

Tabela 12: Exigências da NBR 15575-Parte 4 relativas à resistência ao impacto de corpo duro

Elemento	Energia de impacto	Critério de desempenho
Vedação sem função estrutural – face interna	2,5 J	Não ocorrência de falhas que comprometam o estado limite de serviço. São admitidas mossas localizadas
	10 J	Não ocorrência de ruína, caracterizada por ruptura ou traspassamento (estado limite último)

O objetivo da avaliação é verificar a resistência mecânica da parede, incluindo juntas, quando submetida a impactos simulando a batida de objetos/ peças na parede



O ensaio consiste em submeter diferentes regiões da face interna do SVVI a 20 impactos, sendo 10 impactos aplicados por esfera de aço de 0,5kg (energia de impacto de 2,5 J), e outros 10 impactos aplicados por esfera de aço de 1,0 kg (energia de impacto de 10 J). Os impactos são aplicados em pontos distintos do SVVI e cada ponto deve ser submetido à aplicação de um único impacto.

As figuras a seguir mostram as esferas de aço adotadas nos ensaios de impacto de corpo duro, bem como o movimento pendular do impacto da esfera sobre a face interna do SVVI.

Figura 11 – Esferas metálicas de 0,5 Kg (esquerda) e 1 Kg (direita)



Figura 12 – Fotografia ilustrativa do ensaio de impacto de corpo duro - Movimento pendular da esfera sobre a face interna do SVVI



Esfera de aço em movimento pendular de impacto sobre a parede

Os resultados obtidos são apresentados na Tabela a seguir, considerando o SVVI em Drywall na configuração (73/48/600/MS/1ST12,5+1ST12,5):

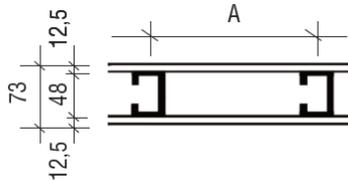
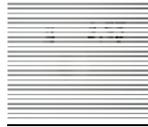


Tabela 13: Resultados de resistência ao impacto de corpo duro em SVVI em Drywall

Energia de impacto (J)	Critérios de desempenho da NBR15.575:Parte 4 – Impacto de corpo duro	Avaliação do SVVI em Drywall com altura de h=2480mm	
		Resultados obtidos nos ensaios	Avaliação final do SVVI
2,5	Não ocorrência de falhas que comprometam o estado limite de serviço. São admitidas mossas localizadas	<p>Não ocorreram falhas que comprometessem o estado limite de serviço. Foram observadas pequenas mossas localizadas.</p> 	APROVADO
10	Não ocorrência de ruína, caracterizada por ruptura ou traspassamento (estado limite último)	<p>Não houve ruptura e não houve traspassamento. Foram observadas somente mossas localizadas</p> 	

Os resultados obtidos na menor espessura de SVVI poderão ser estendidos para as paredes com maior espessura e largura de montante.

7.2 Segurança contra incêndio

As exigências de segurança contra incêndio são pautadas principalmente em proteger a vida dos ocupantes de qualquer edificação e dar condições de acesso para as operações do Corpo de Bombeiros.

Os subitens a seguir apresentam os resultados do sistema em Drywall quanto às exigências de reação ao fogo e resistência ao fogo.

7.2.1 Reação ao fogo

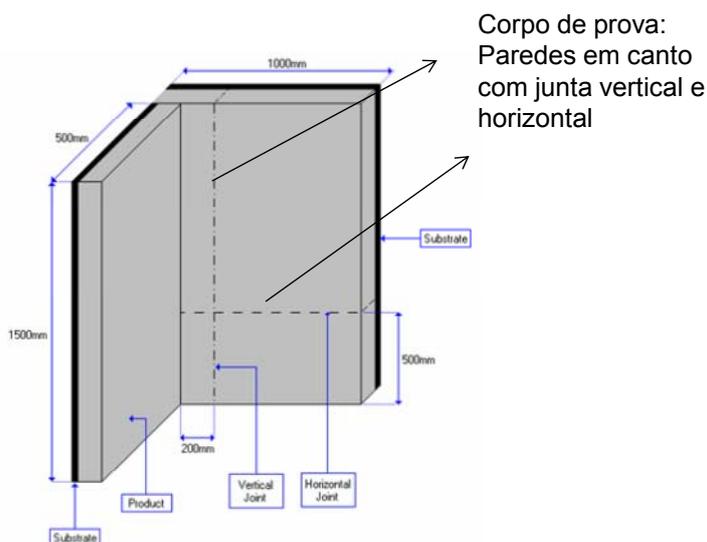
Segundo a NBR 15575: Parte 4:, as superfícies internas das vedações internas e os materiais empregados no meio das paredes (miolo) devem dificultar a ocorrência da inflamação generalizada no ambiente de origem do incêndio e não gerar fumaça excessiva capaz de impedir a fuga dos ocupantes em situações de incêndio.

A classificação dos elementos deve ser de **I ou IIA** quando estiverem associados a qualquer local interno (incluindo cozinhas), ou a locais de uso comum da edificação, ou mesmo associados ao interior das escadas.

A avaliação do sistema deve ser feita em relação à metodologia de ensaio prescrita na EN13823:2010 – Reaction to fire tests for building products – Building products excluding floorings exposed to thermal attack by a single burning item.

Nesta metodologia, o corpo de prova é constituído de duas asas (asa maior e asa menor) montadas adotando-se os componentes e procedimentos de montagem de uma aplicação real de parede. Devem ser previstas duas juntas – uma vertical a 200mm do canto e outra horizontal a 500mm do piso. O desenho a seguir mostra o esquema do corpo de prova a ser avaliado.

Figura 13 – Esquema ilustrativo do ensaio de reação ao fogo pelo método EN13823:2010



O ensaio é conduzido por 20 minutos, e após o ensaio, deve-se fazer a avaliação da reação ao fogo do SVVI (face interna e seu miolo) através das seguintes determinações:

- FIGRA** – Índice da taxa de desenvolvimento de calor;
- LFS** – Propagação lateral da chama;
- THR600s** – Liberação total de calor do corpo de prova nos primeiros 600 s de exposição às chamas;
- TSP600s** – Produção total de fumaça do corpo de prova nos primeiros 600 s de exposição às chamas;
- SMOGRA** – Taxa de desenvolvimento de fumaça, correspondendo ao máximo do quociente de produção de fumaça do corpo de prova e o tempo de sua ocorrência;
- FS** – Tempo em que a frente da chama leva para atingir a marca de 150 mm indicada na face do material ensaiado;

A figura a seguir apresenta as fotografias dos corpos de prova avaliados, nas seguintes configurações:

- 73 / 48 / 1ST12,5 + 1ST12,5 + reforço de compensado plastificado (RCP 18mm)
- 73 / 48 / 1ST12,5 + 1ST12,5 + lã de vidro (LV 50mm)

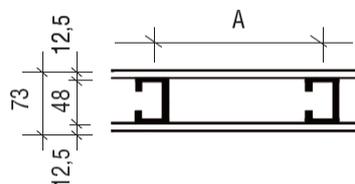


Figura 14 – Fotografias ilustrativas dos corpos de prova



Figura 15– Fotografia do ensaio de SBI em um corpo de prova



Os resultados obtidos estão na tabela abaixo:

Tabela 14: Resultados de reação ao fogo em SVVI em Drywall

	Exigências da NBR 15575:parte 4	Miolo de lã de vidro	Miolo de reforço de compensado plastificado
FIGRA	≤ 120W/s	39W/s	25W/s
LFS	< canto do corpo de prova	Não atingiu	Não atingiu
THR600s	≤ 7,5MJ	1 MJ	1 MJ
TSP600s	200m ²	20m ²	19m ²
SMOGRA	≤ 180m ² /s ²	Limiar não alcançado	Limiar não alcançado
FS	≤ 150mm em 60s	Não atingiu 150 mm	Não atingiu 150mm
Gotejamento	não	não	não
Classificação	I ou IIA	II A	II A
Resultado final		APROVADO	APROVADO

Os resultados obtidos na menor espessura de SVVI poderão ser estendidos para as paredes com maior espessura e largura de montante.

7.2.2 Resistência ao fogo

Os objetivos principais de garantir a resistência ao fogo dos elementos estruturais e de compartimentação de uma edificação são:

- Possibilitar a saída dos ocupantes da edificação em condições de segurança;
- Garantir condições razoáveis para o emprego de socorro público, onde se permita o acesso operacional de viaturas, equipamentos e seus recursos humanos, com tempo hábil para exercer as atividades de salvamento (pessoas retidas) e combate a incêndio (extinção);
- Evitar ou minimizar danos à própria edificação, às outras adjacentes, à infraestrutura pública e ao meio ambiente.

Para ilustrar, a figura abaixo ilustra uma condição em que se inicia um incêndio num dado ambiente, e para que as pessoas consigam fugir dos ambientes adjacentes, é necessário que, por exemplo, a parede que divide os ambientes apresente resistência ao fogo mínima, possibilitando assim a fuga dos ocupantes dos ambientes adjacentes.

Figura 16 – Ilustração de parede separando dois ambientes: um como foco de incêndio e o outro com a ocupação de pessoas



A exigência da NBR 15.575 - Parte 4 é que os sistemas ou elementos de vedação vertical devem apresentar resistência ao fogo por período mínimo para assegurar condições de estabilidade, estanqueidade e isolamento térmica.

A ABNT NBR 15575-4: 2013 referencia a NBR 14432:2001, e determina que nos casos de elementos de compartimentação de casas térreas geminadas, de sobrados geminados e edifícios multifamiliares, o tempo mínimo requerido de resistência ao fogo deve ser de 30 minutos. Para outros casos, deve-se adotar os tempos mínimos de resistência ao fogo estabelecidos na NBR 14432:2001

(Nota: segundo a NBR 15575-4, entende-se por elementos de compartimentação: paredes de geminação (paredes entre unidades); paredes que fazem divisa com áreas comuns; cozinhas e ambiente fechado que abrigue equipamento de gás).

A resistência ao fogo de paredes em Drywall com chapas de gesso pode ser determinada através de ensaio laboratorial em atendimento à Norma Brasileira ABNT NBR 10636:1989 - Paredes divisórias sem função estrutural - Determinação da resistência ao fogo - Método de ensaio.

O ensaio consiste em fixar o elemento/sistema construtivo no forno de ensaio, que contém sistema de queimadores a gás natural, que por sua vez simulam uma condição de incêndio em uma das faces do sistema construtivo. No lado oposto à simulação do incêndio, as temperaturas do sistema são medidas por dispositivos (termopares), e se faz a verificação das ocorrências da parede em relação a sua estabilidade, estanqueidade e isolamento térmica. Utiliza-se um computador acoplado ao forno com software para registro das temperaturas do forno e da face da parede oposta ao incêndio, bem como para registro da duração do ensaio.

Após o ensaio, que corresponde ao tempo requerido de resistência ao fogo, são feitas as seguintes verificações:

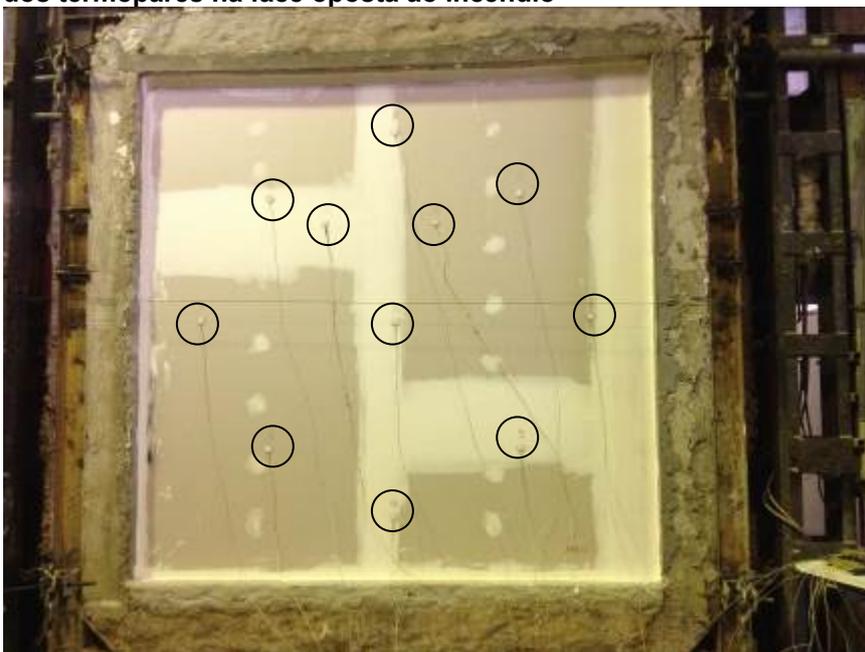
- se a parede está estável;
- se a parede está estanque; para tanto executa-se o teste do chumaço de algodão na região de juntas da parede para verificação de ocorrência de ignição;
- se a parede apresentou isolamento térmica, ou seja: as temperaturas registradas pelos termopares não foram superiores aos limites normativos ($140^{\circ}\text{C} + \text{temperatura ambiente na média}$ e $225^{\circ}\text{C} + \text{temperatura ambiente em qualquer ponto de medida}$).

As figuras a seguir ilustram os equipamentos do laboratório de Segurança ao Fogo e Explosões do IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo.

Figura 17 – Ilustrações do forno de ensaio do laboratório do IPT composto de cinco queimadores a gás natural (esquerda: visão interna do forno e direita: visão externa do forno com a parede em drywall montada)



Figura 18 – Exemplo de parede em drywall fixada no forno do laboratório do IPT, com a colocação dos termopares na face oposta ao incêndio



Termopares sobre a face da parede para registro das temperaturas na face da parede oposta ao incêndio – objetivo de verificar o isolamento térmico da parede em diferentes pontos, incluindo pontos críticos.

A seguir são apresentados os resultados dos ensaios em diferentes configurações de SVVI bem como fotos ilustrativas do ensaio.

Figura 19– Detalhe do pórtico do ensaio montado (esquerda) e aplicação de impacto (20J) durante a execução do ensaio (direita)



Tabela 15: Resultados de resistência ao fogo em SVVI em Drywall

Espessura da parede e largura do montante (mm)	A = Distância entre montantes (mm)	Quantidade, tipo e espessura nominal da chapa de gesso	Tempo de resistência ao fogo
<p>73/48</p>	600	1 ST 12.5 mm	30min – Parede corta fogo CF 30
<p>98/48</p>	600	2 ST 12.5 mm	60min – Parede corta fogo CF 60
<p>78/48</p>	600	1 RF 15.0 mm	60min – Parede corta fogo CF 60
<p>108/48</p>	600	2 RF 15.0 mm	120min – Parede corta fogo CF 120

7.3 Permeabilidade à água

A exigência da NBR 15575: Parte 4 é que o SVVI não permita a infiltração de água, através de suas faces, quando em ambientes de áreas molhadas.

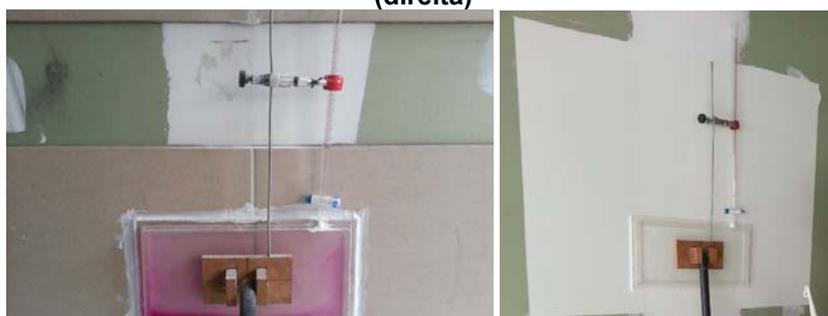
O ensaio consiste em submeter uma região do SVVI à presença de água, com pressão constante, por meio de uma câmara acoplada à parede. A câmara utilizada no ensaio possui formato de caixa e dimensões internas de 16 cm x 34 cm. A mesma é acoplada à parede através de uma moldura, conforme mostrado nas figuras a seguir.

Os ensaios de permeabilidade à água foram conduzidos em SVVI com três tipos de revestimento (tinta epóxi base solvente e base água, e revestimento cerâmico tipo porcelanato assentado com argamassa colante ACII e rejunte Tipo II).

Figura 20– Foto ilustrativa do ensaio de permeabilidade à água realizado em SVVI com chapa de gesso resistente à água - RU com revestimento em tinta epóxi base solvente



Figura 21– Foto ilustrativa do ensaio de permeabilidade à água realizado em SVVI com chapa de gesso resistente à água - RU com revestimento cerâmico (esquerda) e tinta epóxi base água (direita)



Os resultados obtidos são apresentados na Tabela a seguir, considerando o SVVI em Drywall na configuração (73/48/600 ou 400/MS/1RU12,5+1RU12,5 + revestimento):

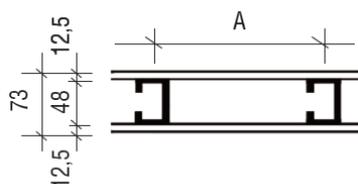


Tabela 16: Resultados de permeabilidade à água em SVVI em Drywall

Tipo de revestimento aplicado no SVVI em Drywall	Ocorrências observadas	Resultado final
Tinta epóxi base solvente ou água	Infiltração de água inferior a 3 cm ³	Aprovado
Revestimento cerâmico tipo porcelanato com argamassa ACII e rejunte Tipo II	Infiltração de água inferior a 3 cm ³	Aprovado

Os resultados obtidos na menor espessura de SVVI poderão ser estendidos para as paredes com maior espessura e largura de montante.

7.4 Isolação Sonora

O ensaio de isolação sonora consiste em determinar valores de referência R_w (índice de redução sonora ponderado) através de ensaios em laboratórios para orientação de fabricantes e projetistas

A NBR 15575-4 estabelece três patamares de isolação, que variam em função dos ambientes divididos pelo sistema a ser avaliado, conforme tabela a seguir.

Tabela 17 – Exigências de redução sonora segundo a norma NBR 15575-4

Elemento	Índice de redução sonora R_w (dB)
Parede cega de salas e cozinhas entre uma unidade habitacional e áreas comuns de trânsito eventual como corredores e escadaria dos pavimentos	≥ 35
Parede entre unidades habitacionais autônomas (parede de geminação), nas situações onde <u>não</u> haja ambiente dormitório	≥ 45
Parede cega de dormitórios entre uma unidade habitacional e áreas comuns de trânsito eventual, como corredores e escadaria nos pavimentos	
Conjunto de paredes e portas de unidades distintas separadas pelo hall	≥ 50
Parede entre unidades habitacionais autônomas (parede de geminação), no caso de pelo menos <u>um dos ambientes ser dormitório</u>	
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	≥ 50

O ensaio de isolação sonora consiste em avaliar o sistema de vedação vertical interna com condições reais de uso e dimensões mínimas de 4.000mm de largura, 3.000mm de altura e espessura de utilização.

Figura 22 – Vista da câmara de ensaio do laboratório do IPT sem (esquerda) e com (direita) um dos pórticos de ensaio posicionados



Figura 23 – Foto ilustrativa do sistema avaliado montado no pórtico de ensaio



A tabela a seguir mostra os valores de R_w obtidos nos ensaios em função das configurações de SVVI avaliadas.

Tabela 18 – Resultados R_w de SVVI em Drywall*

Espessura da parede e largura do montante (mm)	A = Distância entre montantes (mm)	Quantidade, tipo e espessura nominal da chapa de gesso	Presença de lâmina de vidro	Índice de redução sonora obtido (R_w)
<p>73/48</p>	400	1 ST 12.5 mm	Não	35 dB
<p>120/70</p>	600	2 ST 12.5 mm	Não	48 dB
<p>120/70</p>	600	2 ST 12.5 mm	lâmina de vidro de espessura nominal de 70mm	52 dB

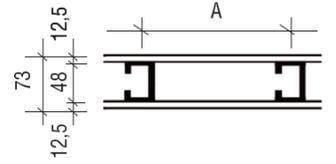
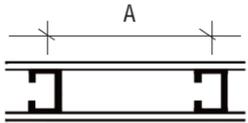
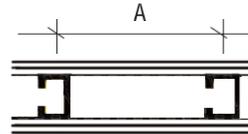
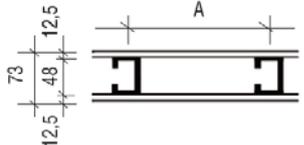
* Foram apresentados os resultados mínimos obtidos nos ensaios, para cada configuração de SVVI.

8 RESUMO DA AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DE SVVI EM DRYWALL COM CHAPAS DE GESSO EM RELAÇÃO À NBR 15575: Parte 4

A tabela a seguir apresenta o resumo da avaliação do desempenho de SVVI em Drywall com chapas de gesso em relação à ABNT NBR 15575:2013 – Edificações Habitacionais – Desempenho – Parte 4: Requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas.

Conforme informado anteriormente, avaliou-se a configuração de SVVI com a menor espessura de parede e largura de montante em relação à totalidade dos requisitos mínimos normativos, sendo que outras configurações com espessuras maiores ou presença de reforços ou de lã de vidro também foram avaliadas em relação às demais exigências normativas, por exemplo quanto à fixação de peças/objetos específicos; tempos de resistência ao fogo de 60 e 120min e isolamento sonora mais alta. Os resultados de impacto de corpo mole e duro e de ações transmitidas por portas obtidos na menor espessura poderão ser estendidos para as paredes com maior espessura e largura de montante.

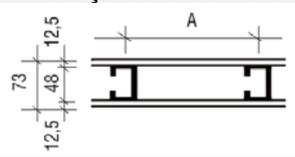
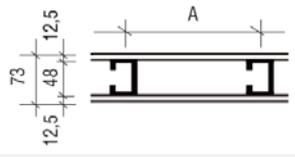
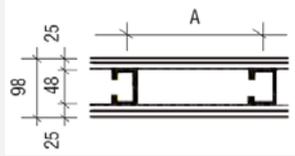
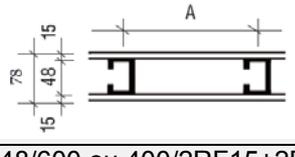
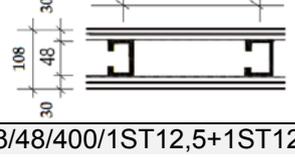
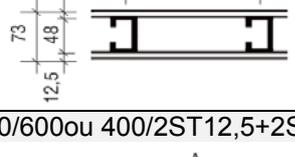
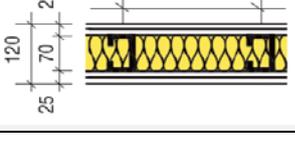
Tabela 19 – Resumo da avaliação do desempenho do SVVI em Drywall pela NBR 15575 – PARTE 4

Exigências da NBR 15575:Parte 4		Configuração do SVVI / Designação Drywall / Corte do SVVI	Resultado final da avaliação
Desempenho estrutural	Corpo mole Corpo duro Ações transmitidas por portas	73/48/600 ou 400/1ST12,5+1ST12,5 	APROVADO Corpo mole: 60 e 120J Corpo duro: 2,5 e 10J Porta: 240J e 10 operações de fechamento
	Cargas suspensas	73/48/600 ou 400/1ST12,5+1ST12,5 95/70/600 ou 400/1ST12,5+1ST12,5 115/90/600 ou 400/1ST12,5+1ST12,5  98/48/600 ou 400/2ST12,5+2ST12,5 120/70/600 ou 400/2ST12,5+2ST12,5 140/90/600 ou 400/2ST12,5+2ST12,5  + com reforço de madeira ou metálico ou de compensado plastificado e alterando o tipo de chapa RU e RF	APROVADO Carga de uso $\geq 20\text{Kg}$ por ponto e 40kg em 2 pontos
Permeabilidade à água		73/48/600 ou 400/1RU12,5+1RU12,5 +revestimento (cerâmica tipo porcelanato com argamassa colante ACII e rejunte tipo II ou tinta epóxi) 	APROVADO Infiltração $\leq 3\text{cm}^3$

continua

continuação

Tabela 19 – Resumo da avaliação do desempenho do SVVI em Drywall pela NBR 15575 – PARTE 4

Exigências da NBR 15575:Parte 4		Configuração do SVVI / Designação Drywall / Corte do SVVI	Resultado final da avaliação
Segurança contra incêndio	Reação ao fogo	73/48/600ou 400/1ST12,5+1ST12,5 +reforço ou lâ de vidro 	APROVADO Classe IIA
	Resistência ao fogo	73/48/600 ou 400/1ST12,5+1ST12,5 	APROVADO CF 30
		98/48/600 ou 400/2ST12,5+2ST12,5 	APROVADO CF 60
		78/48/600 ou 400/1RF15+1RF15 	APROVADO CF 60
		108/48/600 ou 400/2RF15+2RF15 	APROVADO CF 120
		73/48/400/1ST12,5+1ST12,5 	APROVADO Rw = 35 dB
Isolação sonora		120/70/600ou 400/2ST12,5+2ST12,5 	APROVADO Rw = 48 dB
		120/70/600ou 400/2ST12,5+2ST12,5 + lâ de vidro 70 	APROVADO Rw = 52 dB

9 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nas informações expostas nesse relatório, decorrentes das análises de:

- ✚ Utilização de componentes para sistemas em Drywall (chapas de gesso, perfis de aço galvanizado, massa e fita para tratamento de juntas) produzidos ou comercializados por empresas participantes e qualificadas no âmbito do Programa Setorial da Qualidade dos Componentes para Sistemas Construtivos em Chapas de Gesso para Drywall do PBQP-H (www.cidades.gov.br/pbqp-h);
- ✚ Montagem dos SVVI's em Drywall conforme os procedimentos da NBR15758-1:2009 – Sistemas construtivos em chapas de gesso para Drywall – Projeto e procedimentos executivos para montagem – Parte 1: Requisitos para sistemas usados como paredes;
- ✚ Resultados dos ensaios laboratoriais realizados segundo às exigências da ABNT NBR 15575:2013 – Edificações Habitacionais – Desempenho – Parte 4: Requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas – SVVIE, nas configurações de SVVI avaliadas e apresentadas neste relatório, que por sua vez se referem as mais comuns do sistema;

Considera-se que o **sistema construtivo em Drywall com chapas de gesso** para vedações verticais internas **atende às exigências da NBR 15575:Parte 4** relativas a:

- Desempenho estrutural (impacto de corpo mole e duro, ações transmitidas por portas e cargas suspensas);
- Permeabilidade à água;
- Segurança contra incêndio (reação ao fogo e resistência ao fogo);
- Isolação sonora.

São Paulo, 22 de janeiro de 2015



Eng. Maísa Vasques Ribeiro
Coordenadora



Eng. Vera Fernandes Hachich
Gerente