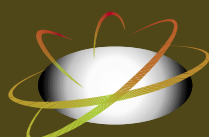




# TECNOLOGIAS EMERGENTES PARA O SETOR DE CONSTRUÇÃO CIVIL: SEGMENTO DE EDIFICAÇÕES

n.9

Brasília 2009



Modelo SENAI de Prospecção

Série Estudos Tecnológicos e Organizacionais



**TECNOLOGIAS EMERGENTES  
PARA O SETOR DE  
CONSTRUÇÃO CIVIL**

## **CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA - CNI**

*Presidente: Armando de Queiroz Monteiro Neto*

## **SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL - SENAI**

### **Conselho Nacional**

*Presidente: Armando de Queiroz Monteiro Neto*

### **SENAI - Departamento Nacional**

*Diretor-Geral: José Manuel de Aguiar Martins*

*Diretora de Operações: Regina Maria de Fátima Torres*

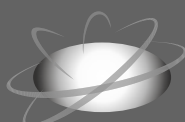


*Confederação Nacional da Indústria  
Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial  
Departamento Nacional*

# TECNOLOGIAS EMERGENTES PARA O SETOR DE CONSTRUÇÃO CIVIL: SEGMENTO DE EDIFICAÇÕES

n.º 9

Brasília 2009



Modelo SENAI de Prospecção

Série Estudos Tecnológicos e Organizacionais

© 2009. SENAI – Departamento Nacional

Qualquer parte desta obra poderá ser reproduzida, desde que citada a fonte.

SENAI/DN

**Unidade de Prospectiva do Trabalho - UNITRAB**

---

### Ficha catalográfica

---

B277t

Barros, Mercia Maria Semensato Bottura de.

Tecnologias emergentes para o setor de construção civil: segmento de edificações / Mercia Maria Semensato Bottura de Barros, Francisco Ferreira Cardoso, Fabia Cristina Segatto Marcondes. – Brasília: SENAI. DN, 2009.

143 p. : il. (Estudos Tecnológicos e Organizacionais, n. 9)

ISBN 978-85-7519-309-9

1. Construção civil 2. Edificações I. Título II. Cardoso, Francisco Ferreira III. Marcondes, Fabia Cristina Segatto

CDU: 69

---

#### **SENAI**

Serviço Nacional de  
Aprendizagem Industrial  
Departamento Nacional

#### **Sede**

Setor Bancário Norte  
Quadra 1 – Bloco C  
Edifício Roberto Simonsen  
70040-903 – Brasília – DF  
Tel.: (0xx61) 3317-9000  
Fax: (0xx61) 3317-9190

# Lista de Figuras

|  |    |
|--|----|
| Figura 1 – Ambiente institucional favorável à difusão tecnológica.....   | 18 |
| Figura 2 – Componentes da parede de <i>drywall</i> .....   | 23 |
| Figura 3 – Ilustração de alguns componentes da parede de <i>drywall</i> .....  | 23 |
| Figura 4 – Tipos de chapas de gesso acartonado para <i>drywall</i> .....   | 25 |
| Figura 5 – Tipos de bordas em chapas de gesso acartonado, de acordo com a ABNT NBR 14715 (2001a). .....  | 25 |
| Figura 6 – Dimensões da borda rebaixada, de acordo com a ABNT NBR 14715 (2001a).....   | 26 |
| Figura 7 – Parafuso e bucha plástica para fixação dos perfis de aço em outros elementos construtivos .....   | 30 |
| Figura 8 – Rebite metálico para fixação dos perfis de aço em outros elementos construtivos.....  | 31 |
| Figura 9 – Fixação acionada à pólvora com pistola finca-pino para fixação dos perfis de aço em outros elementos construtivos .....                         | 31 |
| Figura 10 – Fita de papel para o tratamento de juntas em paredes de <i>drywall</i> .....   | 35 |
| Figura 11 – Fita de isolamento acústico (banda acústica) .....   | 37 |
| Figura 12 – Lãs minerais utilizadas para isolamento termo-acústico das paredes de <i>drywall</i> : (a) lã de vidro em placas e rolo; (b) lã de rocha ..... | 38 |
| Figura 13 – Peças de reforço para fixação de cargas em paredes de <i>drywall</i> : (a) em madeira; (b) metálica .....                                      | 39 |
| Figura 14 – Utilização de reforço de madeira para fixação de batente de esquadria ..   | 39 |
| Figura 15 – Exemplo 1 de especificação de parede de <i>drywall</i> e sua respectiva descrição.....   | 72 |
| Figura 16 – Exemplo 2 de especificação de parede de <i>drywall</i> e sua respectiva descrição.....   | 72 |
| Figura 17 – Exemplo 3 de especificação de parede de <i>drywall</i> e sua respectiva descrição.....   | 73 |

|  |    |
|--|----|
| Figura 18 – Parede no alinhamento de pilares e vigas .....   | 74 |
| Figura 19 – Transmissão de som de um ambiente ao outro através do forro.....   | 75 |
| Figura 20 – Proteção da base da parede .....   | 77 |
| Figura 21 – Shaft com isolamento acústica nas paredes .....  | 79 |
| Figura 22 – Shaft com isolamento acústica nas tubulações .....   | 80 |
| Figura 23 – Forma de fixação de caixas de tomadas, interruptores ou comunicação ..   | 81 |
| Figura 24 – Vedação das frestas com selante e avanço da tubulação nos pontos de<br>utilização .....  | 82 |
| Figura 25 – Colocação de instalações sanitárias em parede com dupla estrutura .....  | 83 |
| Figura 26 – Soluções admitidas para reforço dos montantes de portas .....  | 84 |
| Figura 27 – Soluções admitidas para fixação dos marcos de portas .....   | 85 |
| Figura 28 – Ferramentas e equipamentos utilizados na locação e controle geométrico<br>da execução das paredes de <i>drywall</i> .....      | 89 |
| Figura 29 – Ferramentas e equipamentos utilizados para o corte dos componentes das<br>paredes de <i>drywall</i> .....                      | 89 |
| Figura 30 – Ferramentas e equipamentos utilizados na fixação dos componentes das<br>paredes de <i>drywall</i> .....                        | 90 |
| Figura 31 – Ferramentas e equipamentos utilizados no transporte e elevação das<br>chapas de gesso para paredes de <i>drywall</i> .....     | 90 |
| Figura 32 – Ferramentas e equipamentos utilizados no tratamento de juntas entre as<br>chapas de gesso para paredes de <i>drywall</i> ..... | 91 |
| Figura 33 – Etapas de execução das paredes de gesso acartonado .....   | 92 |
| Figura 34 – Guias e montantes da divisória de gesso acartonado .....   | 93 |
| Figura 35 – Locação da guia inferior .....   | 93 |
| Figura 36 – Colocação dos montantes(a) e dupla estrutura através de montantes<br>solidarizados(b) .....                                    | 96 |
| Figura 37 – Direção dos montantes e sentido de colocação das chapas de gesso.....  | 96 |
| Figura 38 – Desencontro das junções na sobreposição de duas chapas de gesso .....  | 98 |



|  |     |
|--|-----|
| Figura 39 – Procedimentos para o corte das chapas de gesso com estilete .....  | 98  |
| Figura 40 – Procedimentos para o corte das chapas de gesso com estilete .....  | 99  |
| Figura 41 – Posicionamento do parafuso na chapa de gesso .....   | 101 |
| Figura 42 – Protetores plásticos para passagem de eletrodutos flexíveis em montantes .....   | 102 |
| Figura 43 – Formas de fixação da caixa de luz ao montante .....  | 103 |
| Figura 44 – (a) Perfil metálico específico para fixação da caixa de luz. (b) Caixa de luz específica para fixação em chapas de gesso ..... | 104 |
| Figura 45 – Exemplo de caixa elétricas específicas para paredes de <i>drywall</i> .....  | 104 |
| Figura 46 – Fixação da tubulação rígida.....   | 105 |
| Figura 47 – Tubulação “PEX” e tubo guia.....   | 106 |
| Figura 48 – (a) Cotovelo removível. (b) Caixa de distribuição dos tubos “PEX” .....  | 106 |
| Figura 49 – (a) Parede preenchida com isolante termo-acústico. (b) Tubulação hidráulica envolvida com isolante termo-acústico.....         | 108 |
| Figura 50 – Preenchimento da parede de <i>drywall</i> com lã de vidro em rolo.....   | 108 |
| Figura 51 – Composição do tratamento de juntas para paredes de <i>drywall</i> .....  | 110 |
| Figura 52 – Sequência de atividades da etapa de tratamento de juntas .....   | 111 |
| Figura 53 – Interseção de juntas .....   | 112 |
| Figura 54 – Detalhes de acabamento nas frestas.....  | 113 |
| Figura 55 – Componentes da linha Dryfix de conexões para paredes de <i>drywall</i> .....   | 129 |
| Figura 56 – Esquema dos componentes da caixa acoplada de embutir em paredes de <i>drywall</i> – Modelo M9000DW .....                       | 130 |
| Figura 57 – Caixas de luz para paredes de <i>drywall</i> .....   | 131 |
| Figura 58 – Alguns tipos de buchas utilizados para fixação de cargas suspensas em paredes de <i>drywall</i> .....                          | 132 |
| Figura 59 – Esquema dos componentes da porta de embutir para paredes de <i>drywall</i> - Sistema Modular Plus.....                         | 132 |



# Lista de Tabelas

|  |    |
|--|----|
| Tabela 1 – Principais componentes utilizados numa parede de <i>drywall</i> .....   | 22 |
| Tabela 2 – Tipos de chapas de gesso acartonado segundo ABNT NBR 14715 (2001a)  | 24 |
| Tabela 3 – Limites para as características geométricas e mecânicas das chapas de gesso acartonado, de acordo com a ABNT NBR 14715 (2001a). ..... | 26 |
| Tabela 4 – Tipos de perfis de aço suas dimensões nominais .....  | 28 |
| Tabela 5 – Tipos de parafusos para ligação metal/metal e recomendação de sua utilização .....  | 32 |
| Tabela 6 – Tipos de parafusos e sua utilização .....   | 32 |
| Tabela 7 – Tipos de massas para juntas, suas respectivas utilizações e embalagens disponíveis no mercado (em Jan/2008) .....                     | 33 |
| Tabela 8 – Características e critérios para aceitação e rejeição de massas para tratamento de juntas (PN 02:103.45-001-1, 2008) .....            | 34 |
| Tabela 9 – Características e critérios das fitas para tratamento de juntas .....   | 36 |
| Tabela 10 – Dimensões comercializadas das lãs minerais utilizadas como isolantes termo-acústicos nas paredes de <i>drywall</i> .....             | 37 |
| Tabela 11 – Valores máximos e forma de fixação para cargas suspensas em paredes de <i>drywall</i> .....  | 40 |
| Tabela 12 – Critérios de desempenho sob ação de cargas de serviço .....  | 44 |
| Tabela 13 – Cargas de ensaio e critérios para peças suspensas fixadas por mão-francesa padrão .....  | 45 |
| Tabela 14 – Impactos de corpo-mole para vedações verticais internas .....  | 46 |
| Tabela 15 – Impactos de corpo-mole para vedações verticais internas .....  | 46 |
| Tabela 16 – Tempos requeridos de resistência ao fogo (TRRF), em minuto .....   | 49 |
| Tabela 17 – Desempenho e critérios de algumas tipologias .....   | 51 |
| Tabela 18 – Ensaio sugeridos para seleção de materiais de construção civil segundo a reação ao fogo .....  | 52 |

|  |     |
|--|-----|
| Tabela 19 – Altura limite de paredes de <i>drywall</i> segundo a configuração física .....   | 54  |
| Tabela 20 – Valores recomendados de diferença padronizada de nível ponderada entre ambientes, $D_{nT,w}$ para ensaio de campo..... | 58  |
| Tabela 21 – Índice de redução sonora ponderado dos componentes construtivos, $R_w$ , para ensaio de laboratório.....               | 58  |
| Tabela 22 – Índice de redução sonora ponderado, $R_w$ , de algumas tipologias de paredes de <i>drywall</i> .....                   | 59  |
| Tabela 23 – Sequência de informações que compõe a nomenclatura de especificação das paredes de <i>drywall</i> .....                | 71  |
| Tabela 24 – Características técnicas da argamassa colante Qualicola <i>Drywall</i> .....   | 133 |

# Sumário

## APRESENTAÇÃO

|  |    |
|--|----|
| 1 INTRODUÇÃO .....   | 17 |
| 2 SISTEMA DE PAREDES DE <i>DRYWALL</i> .....                                 | 21 |
| 2.1 Caracterização física da tecnologia .....                                | 22 |
| 2.1.1 Chapas de gesso acartonado .....                                       | 23 |
| 2.1.2 Perfis de aço .....  | 27 |
| 2.1.3 Fixações: parafusos e buchas .....                                     | 30 |
| 2.1.4 Massa para juntas e massa para colagem .....                           | 33 |
| 2.1.5 Fitas .....  | 35 |
| 2.1.6 Isolante termo-acústico .....  | 36 |
| 2.1.7 Acessórios: peças de reforço .....                                     | 38 |
| 3 CARACTERIZAÇÃO DE DESEMPENHO DA TECNOLOGIA EMERGENTE<br>ESPECÍFICA. ....   | 41 |
| 3.1 Segurança .....  | 43 |
| 3.1.1 Segurança estrutural .....   | 43 |
| 3.1.2 Estabilidade, resistência estrutural, deslocamentos e fissuração ..... | 44 |
| 3.1.3 Solicitações de cargas provenientes de peças suspensas .....           | 44 |
| 3.1.4 Impacto de corpo-mole .....  | 45 |
| 3.1.5 Impacto de corpo-duro .....  | 46 |
| 3.1.6 Ações transmitidas por impactos de portas .....                        | 47 |
| 3.1.7 Segurança contra incêndio .....  | 47 |
| 3.2 Habitabilidade .....   | 54 |

|  |    |
|--|----|
| 3.2.1 Estanqueidade . . . . .  | 54 |
| 3.2.2 Conforto térmico . . . . .   | 56 |
| 3.2.3 Conforto acústico . . . . .  | 56 |
| 3.3 Sustentabilidade . . . . .   | 61 |
| 3.3.1 Durabilidade e manutenibilidade . . . . .  | 61 |
| 3.3.2 Adequação ambiental . . . . .  | 61 |
| <br>   |    |
| 4 VANTAGENS POTENCIAIS DA IMPLANTAÇÃO DA TECNOLOGIA EMER-<br>GENTE EM RELAÇÃO À TECNOLOGIA TRADICIONAL . . . . . | 63 |
| <br>   |    |
| 5 DIRETRIZES PARA O USO DA TECNOLOGIA . . . . .  | 69 |
| 5.1 Diretrizes de projeto . . . . .  | 70 |
| 5.2 Desenvolvimento da atividade de projeto . . . . .  | 70 |
| 5.3 Especificação . . . . .  | 71 |
| 5.4 Interface das paredes de <i>drywall</i> com os demais subsistemas . . . . .                                  | 74 |
| 5.4.1 Interface com a estrutura . . . . .  | 74 |
| 5.4.2 Interface com forros . . . . .   | 75 |
| 5.4.3 Paredes para fixação de cargas suspensas . . . . .   | 75 |
| 5.4.4 Paredes em áreas sujeitas à ação da água . . . . .   | 76 |
| 5.4.5 Interface com as instalações prediais . . . . .  | 79 |
| 5.4.6 Interface com as instalações elétricas e de comunicação . . . . .  | 80 |
| 5.4.7 Interface com as instalações de água fria e quente . . . . .   | 81 |
| 5.4.8 Interface com as instalações sanitárias . . . . .  | 82 |
| 5.4.9 Interface com as instalações de gás . . . . .  | 84 |
| 5.4.10 Interface com esquadrias . . . . .  | 84 |
| 5.4.11 Interface com revestimentos e pintura . . . . .   | 85 |
| 5.5 Diretrizes de execução . . . . .   | 86 |

|   |     |
|---|-----|
| 5.5.1 Condições de início . . . . .   | 87  |
| 5.5.2 Ferramentas . . . . .   | 88  |
| 5.5.3 Etapas de execução das paredes de <i>drywall</i> . . . . .                  | 91  |
| 5.6 Diretrizes de controle . . . . .  | 113 |
| 5.6.1 Aspecto da superfície . . . . .   | 114 |
| 5.6.2 Planicidade da superfície e Prumo . . . . .                                 | 114 |
| 5.6.3 Alinhamento . . . . .   | 114 |
| <br>  |     |
| 6 PROCESSO DE TRANSFERÊNCIA DA TECNOLOGIA EMERGENTE ESPECÍ-<br>FICA . . . . .     | 115 |
| 6.1 Facilitadores do processo de transferência . . . . .                          | 115 |
| 6.2 Limitações do processo de difusão . . . . .                                   | 116 |
| <br>  |     |
| 7 ESTUDO DE CASO . . . . .  | 119 |
| 7.1 Caracterização da empresa . . . . .   | 119 |
| 7.2 A tecnologia do <i>drywall</i> na estratégia de produção da empresa . . . . . | 120 |
| 7.3 A inserção da tecnologia no processo de produção da empresa . . . . .         | 123 |
| 7.3.1 Desenvolvimento do projeto . . . . .  | 123 |
| 7.3.2 Contratação e suprimentos . . . . .   | 125 |
| 7.3.3 Planejamento da produção . . . . .  | 126 |
| 7.3.4 Execução . . . . .  | 126 |
| 7.3.5 Controle . . . . .  | 127 |
| 7.3.6 Uso e manutenção . . . . .  | 128 |
| <br>  |     |
| 8 DESDOBRAMENTO DA TECNOLOGIA NO MERCADO . . . . .                                | 129 |
| <br>  |     |
| 9 CONSIDERAÇÕES FINAIS . . . . .  | 135 |
| <br>  |     |
| REFERÊNCIAS . . . . .   | 137 |





# APRESENTAÇÃO

Com o intuito de contribuir para um ambiente institucional favorável à difusão de novas tecnologias, temos o prazer de disponibilizar o estudo técnico Tecnologias Emergentes para o setor de Construção Civil: segmento de edificações. Este estudo constitui uma atividade de interação para a difusão tecnológica, as quais permitem reduzir as incertezas dos principais agentes econômicos envolvidos nos processos de decisão associados a novas tecnologias. Essa ação dá continuidade à aplicação do Modelo SENAI de Prospecção no referido setor e segmento.

O estudo buscou gerar novas informações teóricas (funcionamento, vantagens produtivas etc.) e empíricas (estudos de caso) sobre as Tecnologias Emergentes Específicas (TEE) identificadas pela aplicação do Modelo SENAI de Prospecção. Para tal foram utilizadas fontes secundárias e primárias que apresentam dados reais sobre a importância das tecnologias para as empresas que a possuem.

Espera-se que este estudo possa ser mais um importante instrumento de informação sobre o mercado de trabalho, a educação profissional e os serviços tecnológicos, para empresas e profissionais do setor, entidades representativas de empregadores e de trabalhadores, bem como para a tomada de decisão quanto à formulação de políticas de formação profissional.

*José Manuel de Aguiar Martins*  
Diretor-Geral do SENAI/DN



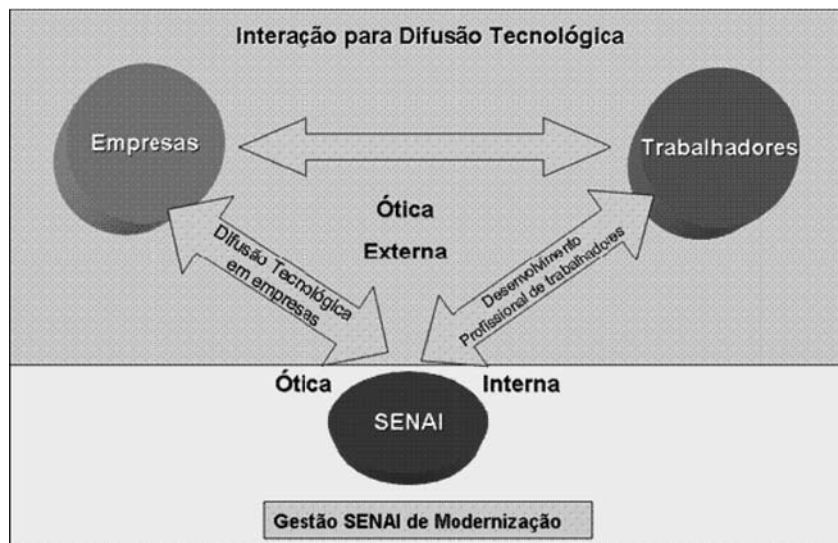
# 1 INTRODUÇÃO

Os principais resultados do Modelo SENAI de Prospecção geram ações, nas quais o SENAI busca desenvolver um Ambiente Institucional Favorável à Difusão Tecnológica. O funcionamento desse ambiente está baseado na disseminação de informações prospectivas para os principais agentes que formam os setores industriais brasileiros. As informações sobre as tendências tecnológicas, organizacionais, ocupacionais e educacionais são repassadas, na forma de produtos estruturados, para que os diversos tomadores de decisão tenham suas incertezas reduzidas. Os agentes envolvidos nesse processo são: empresas, trabalhadores e o próprio SENAI.

O Ambiente Institucional Favorável à Difusão Tecnológica é constituído de duas óticas. Uma interna, que contempla as unidades de ensino e de serviços técnicos e tecnológicos do próprio SENAI, e uma externa, que considera as empresas e trabalhadores em formação inicial ou continuada.

As ações para a dimensão externa são reunidas em um modelo denominado Interação para Difusão Tecnológica, que objetiva atuar junto às empresas e trabalhadores, através da disseminação da informação tecnológica. Essas ações estão baseadas na premissa de que a difusão de novas tecnologias é iniciada pela disseminação de informações técnicas e de mercado e que se deve ter uma mão de obra preparada para atuar junto a essas novas tecnologias.

Para a dimensão interna, o ambiente conta com a aplicação de um modelo gerencial denominado Gestão SENAI de Modernização. Esse modelo visa estabelecer um modelo gerencial de modernização das Unidades do SENAI, o que permite a otimização de alocação de recursos através da análise de informações dos sistemas produtivos locais, o que permite ao SENAI estabelecer estratégias tecnológicas e de recursos humanos com o menor risco possível. A Figura 1, a seguir, apresenta o esquema geral desse ambiente e o detalhamento dos modelos para as dimensões interna e externa.

**Figura 1 – Ambiente institucional favorável à difusão tecnológica**

Para o eixo Difusão Tecnológica em Empresas foi desenvolvido o Projeto SENAI de Difusão Tecnológica. Ele busca disseminar, para os principais tomadores de decisão das cadeias produtivas, informações sobre as tecnologias que terão maior probabilidade de difusão nos próximos 10 anos, e que foram identificadas pelo Modelo SENAI de Prospecção. Para a disseminação dessas informações foram estabelecidas quatro ações intercomplementares, que são: Workshop SENAI de Difusão Tecnológica, Visitas orientadas a feiras tecnológicas, Boletim de Difusão Tecnológica e "Em tempo" de Difusão Tecnológica e Estudos Tecnológicos.

Os estudos tecnológicos são desenvolvidos por especialistas oriundos das principais universidades brasileiras e visam gerar novas informações teóricas e empíricas sobre as Tecnologias Emergentes Específicas (TEE). Esses estudos devem buscar informações mais detalhadas sobre a aquisição e o uso das referidas tecnologias. Para tal são utilizadas fontes secundárias e estudos de caso que apresentam dados reais sobre a importância das tecnologias para as empresas que as possuem.

Para o setor de construção civil: segmento de edificações o Sistema de Vedação com Chapas de Gesso Acartonado para Paredes Internas foi considerado, pelo Modelo SENAI de Prospecção, como aquele que, uma vez difundido, trará um impacto considerável nos relacionamentos entre

agentes e na estrutura da cadeia produtiva do segmento de edificações, devido à sua lógica diferenciada de construção<sup>1</sup>.

O presente trabalho tem por objetivo reunir informações sobre as características e funções desta tecnologia para produção de vedação vertical, suas vantagens, limitações e exigências para implantação, com intuito de difundir o seu uso.

Trata-se de uma TEE classificada quanto à sua velocidade de difusão como 'tradicional', ou seja, são "as tecnologias que alcançarão 1/3 (um terço) de sua aplicação potencial de mercado até 2009 e 2/3 (dois terços) até 2015". Representam inovações incrementais, pois estão focadas na melhoria dos processos existentes, não indicando rupturas nos métodos técnicos e organizacionais já empregados em obras (SENAI, 2005).

Por meio deste trabalho o SENAI tem por objetivo estimular a difusão desta TEE, fazendo com que a qualificação dos recursos humanos seja agente propulsor de tal inovação nos agentes da cadeia, ao invés de inibidor da adoção das TEEs.

---

<sup>1</sup> Relatório "Tendências Organizacionais e de Difusão Tecnológica para o Setor da Construção Civil – Segmento Edificações" (SENAI, 2005).



## 2 SISTEMA DE PAREDES DE *DRYWALL*

Segundo Barros (1998), a vedação vertical – tradicionalmente executada em alvenaria – representa de 3 a 6% do custo do edifício. Este intervalo, mesmo decorridos 10 anos, ainda hoje continua sendo válido ao serem tomadas como referência as diversas estimativas divulgadas por publicações especializadas.

Apesar de representar um percentual baixo de custo frente ao custo global do edifício, trata-se de um subsistema que influencia e sofre fortemente a influência dos demais subsistemas que compõem o edifício. Sendo assim, sua racionalização e industrialização promovem potenciais ganhos globais como aumento da produtividade, redução das espessuras dos revestimentos e problemas patológicos, racionalização dos sistemas prediais e das esquadrias, dentre outros.

Neste contexto, o emprego do **Sistema de Vedação com Chapas de Gesso Acartonado para Paredes Internas** pode proporcionar expressivos ganhos globais, desde que sua produção seja conduzida pelos princípios da racionalização e industrialização, os quais serão aqui apresentados e discutidos.

As vedações verticais com chapas de gesso acartonado constituem “um tipo de vedação vertical utilizada na compartimentação e separação de espaços internos em edificações, leve, estruturada, fixa ou desmontável, geralmente monolítica, de montagem por acoplamento mecânico; constituída por uma estrutura de perfis metálicos ou de madeira e fechamento em chapas de gesso acartonado” (SABBATINI, 1998a).

Estes vedos são frequentemente referenciados no mercado pelo termo “paredes de *drywall*!”. No entanto, o termo *drywall* refere-se usualmente aos componentes de fechamento utilizados na construção a seco, sendo as chapas de gesso acartonado somente um dos vários tipos de *drywall* (TANIGUTI, 1999). Essas chapas são usualmente aplicadas a uma estrutura suporte que pode ser de madeira (wood frame) ou metálica (steel frame). Esta última pode ser somente para vedação (não-estrutural) ou ser o elemento resistente do edifício (perfis de aço estrutural). Neste último caso a tecnologia é conhecida como “steel frame”, tendo um emprego singelo no Brasil.

No caso específico deste trabalho, a vedação vertical tipo parede de *drywall* considerada é aquela mais utilizada no Brasil, ou seja, composta por estruturação de perfis metálicos não-estruturais e fechamento em chapas de gesso acartonado, detalhados no item que segue e deste ponto em diante será denominado simplesmente como “parede de *drywall*”.

## 2.1 Caracterização física da tecnologia

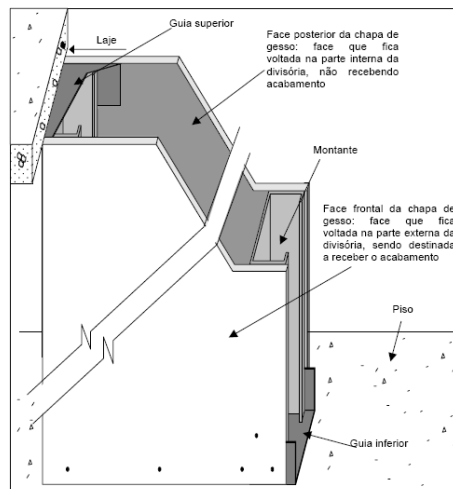
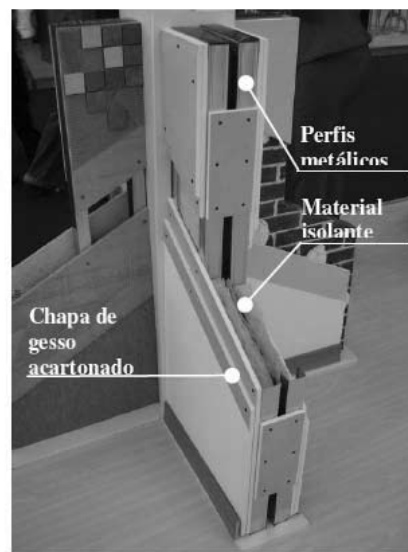
O sistema de vedação em paredes de *drywall* é constituído pelos componentes apresentados na Tabela 1, segundo suas principais funções e ilustrados nas figuras 2 e 3. Suas características físicas e mecânicas são discutidas na sequência.

**Tabela 1 – Principais componentes utilizados numa parede de *drywall***

| Função  | Componentes                             |             |
|---|---|-------------|
| Estruturação  | Perfis metálicos                        | Guias       |
|   |   | Montantes   |
|   |   | Travessas   |
|   | Reforços                                |             |
| Fechamento  | Chapas de gesso acartonado              |             |
| Fixação   | Parafusos/Buchas                        |             |
| Acabamento/ Tratamento de juntas                                | Massas                                  |             |
|   | Fitas                                   |             |
|   | Perfis metálicos                        | Cantoneiras |
| Isolamento termo-acústico                                       | Mantas ou placas de materiais isolantes |             |
|   | Banda acústica                          |             |
| Proteção contra ação da água e vapor d'água (para áreas úmidas) | Sistemas de impermeabilização           |             |

Fonte: Adaptado de TANIGUTI, 1999.



**Figura 2 – Componentes da parede de *drywall*****Figura 3 – Ilustração de alguns componentes da parede de *drywall***

### 2.1.1 Chapas de gesso acartonado

Segundo a ABNT NBR 14715 (2001a), as chapas de gesso acartonado são “chapas fabricadas industrialmente mediante um processo de laminação contínua de uma mistura de gesso, água e aditivos entre duas lâminas de cartão, onde uma é virada sobre as bordas longitudinais e colada sobre a outra”. Segundo esta mesma norma, existem três diferentes tipos de chapas de gesso acartonado em função de suas condições de utilização, os quais são apresentados na Tabela 2.

**Tabela 2 – Tipos de chapas de gesso acartonado segundo ABNT NBR 14715 (2001a)**

| Tipo de chapa        | Código | Aplicação  |
|----------------------|--------|--|
| Standard             | ST     | Paredes, revestimentos e forros em áreas secas   |
| Resistente à umidade | RU     | Paredes, revestimentos e forros em áreas sujeitas à umidade por tempo limitado (de forma intermitente) |
| Resistente ao fogo   | RF     | Paredes, revestimento e forros em áreas secas, com chapas especialmente resistentes ao fogo            |

Fonte: ABNT, 2001.

Para oferecer resistência à umidade, as chapas de gesso tipo RU possuem o miolo constituído por pasta de gesso com aditivos específicos e suas duas superfícies são cobertas por um cartão com hidrofugante (TANIGUTI, 1999). Esse tipo de chapa, apesar de recomendado para ambientes molháveis, não deve ser usado em áreas expostas constantemente a uma taxa de umidade relativa superior a 95% e a temperatura superior a 50°C, condições estas que podem comprometer o desempenho da divisória (KNAUF, 1997<sup>2</sup> apud TANIGUTI, 1999).

Além disso, em ambientes molháveis, sobretudo em banheiros (exceto em boxes), as chapas RU devem ser adequadamente aplicadas, de modo a se evitar a penetração de vapor d'água, situação que pode deteriorar esse componente (FERGUSON, 1996<sup>3</sup> apud TANIGUTI, 1999). Estes cuidados serão descritos no item 00, quando será apresentado o método de execução do sistema.

As chapas resistentes ao fogo (RF) oferecem resistência ao fogo, pois quando submetidas a altas temperaturas liberam a água de hidratação do gesso, retardando a transferência de calor através dela. Estas chapas são mais difíceis de cortar porque sua camada de gesso possui uma dureza maior e possuem no interior da camada de gesso fibras não combustíveis – sendo comum o uso de vermiculitas e fibras de vidro – que ajudam a manter a integridade da chapa quando exposta a altas temperaturas (FERGUSON, 1996; NG, 1996<sup>4</sup> apud TANIGUTI, 1999).

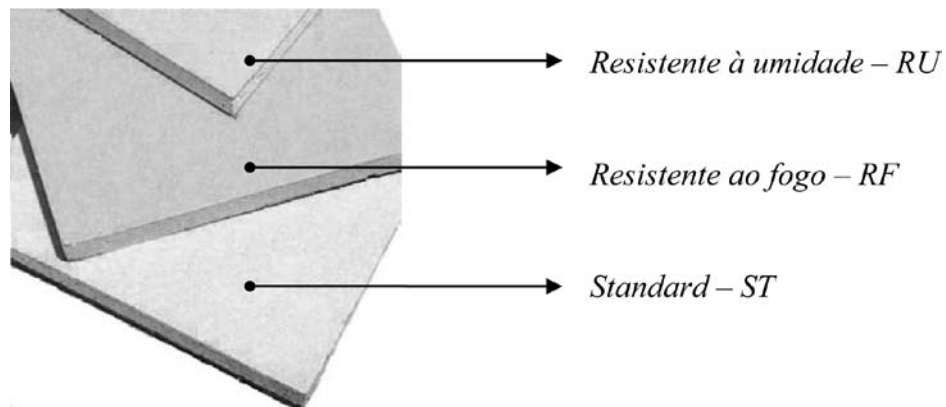
2 KNAUF. Sistemas de construção a seco. Plasterboards. Sittingbourne, 1997 (Publication B1).

3 FERGUSON, M.R. *Drywall: professional techniques for walls & ceilings*. s.L., Tauton Books & Videos, 1996.

4 NATIONAL GYPSUM - NG. Gypsum construction guide. 4.ed. Charlotte, 1996.

Para a identificação dos diferentes tipos de chapa, a última camada do papel cartão possui cores distintas (Fonte: ARQUITETURA & CONSTRUÇÃO, 2005). As chapas ST são de cor branca ou marfim na face frontal (a que receberá o acabamento) e marfim na face posterior; as RU são verdes e as RF são rosa.

**Figura 4 – Tipos de chapas de gesso acartonado para *drywall***



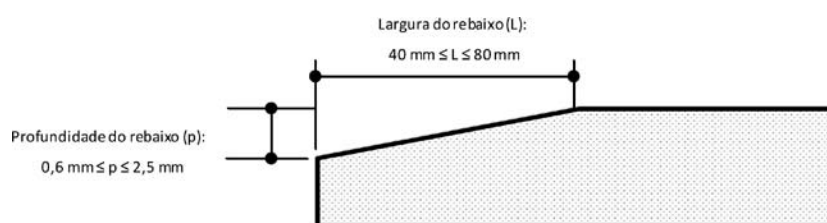
Fonte: ARQUITETURA & CONSTRUÇÃO, 2005.

As chapas de gesso acartonado podem ainda ser diferentes quanto ao tipo de borda. No Brasil são comercializados dois tipos (Figura 5). A chapa com borda rebaixada possui um desnível que permite a execução do tratamento das juntas, evitando a formação de saliências (Figura 6).

**Figura 5 – Tipos de bordas em chapas de gesso acartonado, de acordo com a ABNT NBR 14715 (2001a).**

| Tipo de borda   | Código | Desenho |
|-----------------|--------|---------|
| Borda rebaixada | BR     |         |
| Borda quadrada  | BQ     |         |

Fonte: ABNT, 2001.

**Figura 6 – Dimensões da borda rebaixada, de acordo com a ABNT NBR 14715 (2001a).**

Fonte: ABNT, 2001.

Em relação às características geométricas, as chapas de gesso acartonado possuem três espessuras – 9,5, 12,5 e 15mm, sendo as chapas de 12,5mm as comumente utilizadas. A largura e comprimento máximos são respectivamente 1,20m e 3,60m. O tamanho padrão das chapas é, geralmente, 1,20 x 2,70m. No entanto, atualmente, os fabricantes destas chapas têm fornecido as mesmas com comprimento (pé-direito) personalizado, contanto que sejam adquiridos lotes mínimos de cada comprimento (as quantidades de lote mínimo variam de acordo com o fabricante). A ABNT NBR 14715 (2001a) estabelece tolerâncias e limites para as características geométricas e mecânicas das chapas de gesso acartonado, identificados na Tabela 3.

**Tabela 3 – Limites para as características geométricas e mecânicas das chapas de gesso acartonado, de acordo com a ABNT NBR 14715 (2001a).**

| Determinação  |   | Limites               |      |      |
|---|---|-----------------------|------|------|
|   |   | Espessura da chapa mm |      |      |
|   |   | 9,5                   | 12,5 | 15,0 |
| Densidade superficial de massa (kg/m <sup>2</sup> )   | Mínimo  | 6,5                   | 8,0  | 10,0 |
|   | Máximo  | 8,5                   | 12,0 | 14,0 |
|   | Varição máxima em relação à média da amostra de um lote | ± 0,5                 |      |      |
| Resistência mínima à ruptura na flexão (N)  | Longitudinal <sup>(1)</sup>                             | 400                   | 550  | 650  |
|   | Transversal <sup>(2)</sup>                              | 160                   | 210  | 250  |
| Dureza superficial determinada pelo diâmetro máximo (mm)  |   | 20                    |      |      |
| Absorção máxima de água para chapa resistente à umidade (RU) (%)  |   | 5                     |      |      |
| Absorção superficial máxima de água para chapa resistente à umidade (RU) tanto para a face da frente quanto para a face do verso (característica facultativa) (g/m <sup>2</sup> ) |   | 160                   |      |      |
| (1) Amostra com a face da frente virada para baixo. Carga aplicada na face do verso.  |   |                       |      |      |
| (2) Amostra com a face da frente virada para cima. Carga aplicada na face da frente.  |   |                       |      |      |

Fonte: ABNT, 2001.

As chapas devem estar identificadas com as seguintes informações: marca e/ou fabricante; identificação do lote de produção; tipo de chapa; tipo de borda; dimensões da chapa (espessura e largura); e referências à norma ABNT NBR 14715/2001.







O controle de qualidade para a aceitação ou rejeição da entrega das chapas está previsto na ABNT NBR 14715 (2001a). As NBRs 14716 (ABNT, 2001b) e 14717 (ABNT, 2001c), por sua vez, determinam a forma com que as verificações e ensaios devem ser realizados.

### **2.1.2 Perfis de aço**

Conforme a ABNT NBR 15217 (2005), os perfis de aço para o sistema de gesso acartonado são “perfis fabricados industrialmente mediante um processo de conformação contínua a frio, por sequência de rolos a partir de chapas de aço revestidas com zinco pelo processo contínuo de zincagem por imersão a quente” e devem ser constituídos de chapas de aço-carbono zincadas pelo processo contínuo de imersão a quente e possuir revestimento mínimo Z 275, conforme a ABNT NBR 7008 (2003). A espessura mínima destas chapas revestidas deve ser de 0,50mm.

Segundo aquela mesma norma, o sistema de paredes de *drywall* pode empregar 4 (quatro) tipos de perfil de aço distintos, apresentados na Tabela 4. A denominação ou código do perfil é formado de acordo com o tipo e com a largura ou alma deste.

**Tabela 4 – Tipos de perfis de aço suas dimensões nominais**

| Tipo       | Formato                         | Denominação / Código             | Dimensões nominais (mm)          | Utilização  | Ilustração  |
|------------|---------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|---|---|
| Guia       | "U"                             | G 48<br>G 70<br>G 75<br>G 90     | 48/28<br>70/28<br>75/28<br>90/28 | Horizontalmente na estruturação das paredes, forros e revestimentos |    |
|            | "U"                             | U 20x30<br>U 25x25               | 20/30<br>25/25                   |   |   |
| Montante   | "C"                             | M 48<br>M 70<br>M 75<br>M 90     | 48/35<br>70/35<br>75/35<br>90/35 | Verticalmente na estruturação das paredes, forros e revestimentos   |    |
| Canaleta   | "C"                             | C                                | 47/18                            | Estruturação de forros e revestimentos                              |   |
|            | Ômega (Ω)                       | Ômega (Ω)                        | 70/20                            |   |  |
| Cantoneira | "L" de abas iguais (de reforço) | CR 23x23<br>CR 28x28<br>CR 32x32 | 23/23<br>28/28<br>32/32          | Reforço de paredes e revestimentos                                  |  |
|            | "L" de abas desiguais           | CL                               | 25/30                            | Proteção ou estruturação das paredes, forros e revestimentos        |  |

Fonte: ASSOCIAÇÃO Drywall, 2004; LAFARGE GYPSUM, 2005.

O comprimento padrão dos perfis de aço é de 3 metros. No entanto, atualmente, as empresas construtoras podem solicitar os perfis com comprimentos específicos, respeitando-se o lote mínimo de venda. As demais características geométricas, como diâmetro de furos e tolerâncias, podem ser obtidas em consulta à ABNT NBR 15217 (2005).

Os perfis de aço devem ser fornecidos com uma identificação com as seguintes informações (ABNT NBR 15217, 2005):

- Marca e/ou fabricante;
- Identificação do lote de produção;
- Denominação do perfil;
- Designação do revestimento de zinco;
- Dimensões do perfil: espessura da chapa de aço e comprimento do perfil;
- Número da norma ABNT NBR 15217 e ano de sua publicação - 2005.

Estas informações devem estar pintadas ou gravadas nos perfis, ou ainda anotadas em etiquetas fixadas ao lote dos perfis, de maneira que elas não sejam danificadas durante o manuseio e transporte (ABNT NBR 15217, 2005). A ABNT NBR 15217 (2005) estabelece ainda os lotes de inspeção e os critérios de aceitação dos perfis de aço.

A aquisição dos perfis de aço pode ser feita em conjunto com as chapas de gesso, pois todos os fabricantes do sistema de parede *drywall* são fornecedores de perfis metálicos, ou de empresas específicas que fornecem somente os perfis de aço.

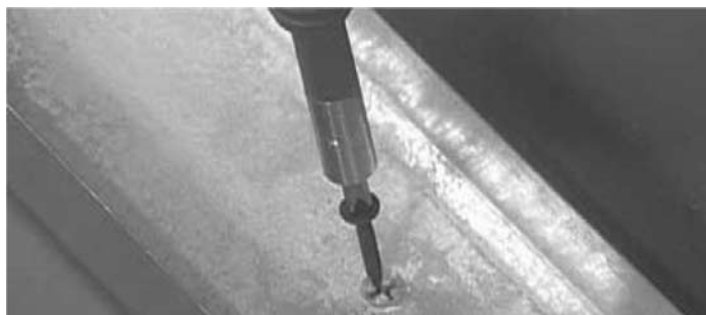
### 2.1.3 Fixações: parafusos e buchas

Os parafusos e buchas são peças utilizadas para fixar os componentes dos sistemas *drywall* entre si ou para fixar os perfis de aço nos elementos construtivos (lajes, vigas, pilares etc.) (ASSOCIAÇÃO *Drywall*, 2004).

A fixação do sistema de parede *drywall* com os outros elementos construtivos é realizada por meio da fixação dos próprios perfis de aço que poderá ser realizada com as seguintes peças:

- Buchas plásticas e parafusos com diâmetro mínimo de 6mm (Figura 7);
- Rebites metálicos com diâmetro mínimo de 4mm (Figura 8);
- Fixações a pólvora, com pistolas finca-pino específicas para esta finalidade (Figura 9).

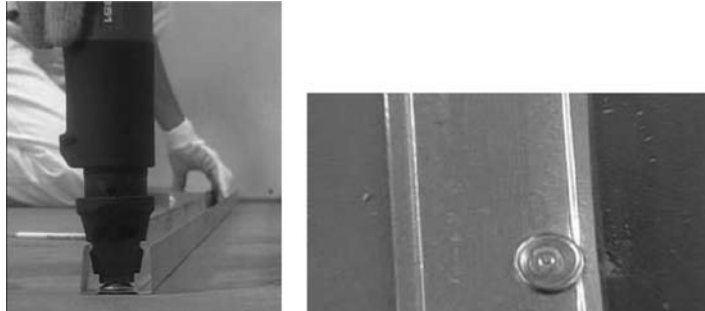
**Figura 7 – Parafuso e bucha plástica para fixação dos perfis de aço em outros elementos construtivos**



Fonte: LAFARGE GYPSUM, 2005.

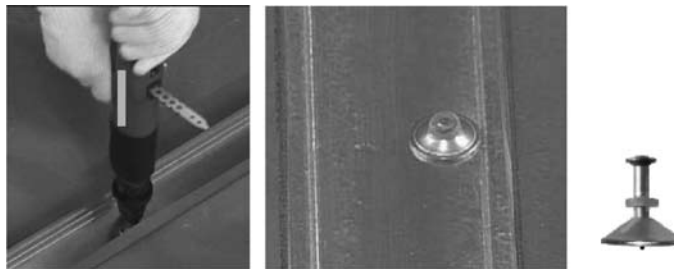


**Figura 8 – Rebite metálico para fixação dos perfis de aço em outros elementos construtivos**



Fonte: LAFARGE GYPSUM, 2005.

**Figura 9 – Fixação acionada à pólvora com pistola finca-pino para fixação dos perfis de aço em outros elementos construtivos**

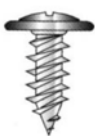



Fonte: LAFARGE GYPSUM, 2005; HILTI, 2007.

A fixação entre os componentes do sistema de parede *drywall* (por exemplo, entre montantes e guias) é executada com parafusos metálicos, os quais, segundo a ABNT NBR 8094 (1983c), devem possuir resistência à corrosão vermelha mínima de 48 horas na câmara salt-spray. As fixações destinadas a ligar os componentes do sistema de parede *drywall* se subdividem em dois grupos, de acordo com o seu emprego:


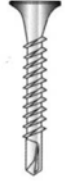
- Fixação metal/metal - fixação dos perfis de aço entre si (Tabela 5);
- Fixação chapa/metal - fixação das chapas de gesso sobre os perfis de aço (Tabela 6).

**Tabela 5 – Tipos de parafusos para ligação metal/metal e recomendação de sua utilização**

| Tipo                                       | Desenho   | Código   | Comprimento nominal (mm) | Utilização                    |
|--|---|----------|--------------------------|-------------------------------|
| Cabeça lenticilha ou panela e ponta agulha |  | LA ou PA | > 9mm                    | Espessura máxima de 0,7mm     |
| Cabeça lenticilha ou panela e ponta broca  |  | LB ou PB | > 9mm                    | Espessura de 0,7mm até 2,00mm |

Fonte: ASSOCIAÇÃO Drywall, 2004.

**Tabela 6 – Tipos de parafusos e sua utilização**

| Tipo                           | Desenho   | Código   | Comprimento nominal (mm) | Utilização                    |  |
|--------------------------------|---|--|--------------------------|-------------------------------|--|
|                                |   |  |                          | Perfil metálico               | Chapa de gesso   |
| Cabeça trombeta e ponta agulha |  | TA 25  | 25                       | Espessura máxima de 0,7mm     | 1 chapa com espessura de 12,5mm ou 15mm em perfis metálicos  |
|                                |   | TA 35  | 35                       |                               | 2 chapas com espessura de 12,5mm em perfis metálicos         |
|                                |   | TA 45<br>TA 50   | 45<br>50                 |                               | 2 chapas com espessura de 12,5mm ou 15mm em perfis metálicos |
|                                |   | TA 55<br>TA 65<br>TA 70                                      | 55<br>65<br>70           |                               | 3 chapas com espessura de 12,5mm ou 15mm em perfis metálicos |
|                                |   | TB 25  | 25                       |                               | Espessura de 0,7mm até 2,00mm                                |
| TB 35                          | 35  | 2 chapas com espessura de 12,5mm em perfis metálicos         |                          |                               |  |
| TB 45<br>TB 50                 | 45<br>50  | 2 chapas com espessura de 12,5mm ou 15mm em perfis metálicos |                          |                               |  |
| TB 55<br>TB 65<br>TB 70        | 55<br>65<br>70  | 3 chapas com espessura de 12,5mm ou 15mm em perfis metálicos |                          |                               |  |
| Cabeça trombeta e ponta broca  |  | TB 25  | 25                       | Espessura de 0,7mm até 2,00mm |  |
|                                |   | TB 35  | 35                       |                               | 2 chapas com espessura de 12,5mm em perfis metálicos         |
|                                |   | TB 45<br>TB 50   | 45<br>50                 |                               | 2 chapas com espessura de 12,5mm ou 15mm em perfis metálicos |
|                                |   | TB 55<br>TB 65<br>TB 70                                      | 55<br>65<br>70           |                               | 3 chapas com espessura de 12,5mm ou 15mm em perfis metálicos |
|                                |   | TB 25  | 25                       |                               | Espessura de 0,7mm até 2,00mm                                |
| TB 35                          | 35  | 2 chapas com espessura de 12,5mm em perfis metálicos         |                          |                               |  |
| TB 45<br>TB 50                 | 45<br>50  | 2 chapas com espessura de 12,5mm ou 15mm em perfis metálicos |                          |                               |  |
| TB 55<br>TB 65<br>TB 70        | 55<br>65<br>70  | 3 chapas com espessura de 12,5mm ou 15mm em perfis metálicos |                          |                               |  |

Fonte: ASSOCIAÇÃO Drywall, 2004.

O comprimento dos parafusos utilizados na ligação metal/metal deve ultrapassar o último elemento metálico, no mínimo em três passos de rosca. O comprimento dos parafusos na ligação chapa/metal é definido pela quantidade

e espessura de chapas de gesso a serem fixadas: o parafuso deve fixar todas as chapas e ultrapassar o perfil de aço em pelo menos 10mm (ASSOCIAÇÃO *Drywall*, 2004).

Os parafusos metálicos para fixação podem ainda ser avaliados em relação às suas características dimensionais, de acordo com a ABNT NBR 10041 (1987) e à torção e poder de perfuração por meio da EN ISO 10666 (ISO, 1999).

#### 2.1.4 Massa para juntas e massa para colagem

O sistema de parede de *drywall* prevê o tratamento das juntas entre as chapas de gesso empregando-se massas para tratamento das juntas e fitas de reforço (TANIGUTI, 1999).

As massas para tratamento de juntas são produtos específicos para o tratamento das juntas entre chapas de gesso acartonado, de encontros entre as chapas e o suporte (alvenarias ou estruturas de concreto) e das cabeças dos parafusos. Essas massas são compostas por gesso e aditivos que conferem maior trabalhabilidade e plasticidade à massa e, conforme o teor de aditivos, o endurecimento pode ocorrer rapidamente ou não (MITIDIERI FILHO, 1997).

Existe no mercado grande variedade de massas para tratamento das juntas entre as chapas. Por isso, é importante conhecer suas características para realizar a escolha do material mais adequado a cada situação (TANIGUTI, 1999). A Tabela 7 apresenta os dois principais tipos de massas, suas características e aplicações.

**Tabela 7 – Tipos de massas para juntas, suas respectivas utilizações e embalagens disponíveis no mercado (em Jan/2008)**

| Produto                                | Utilização  | Apresentação/ embalagem                     |
|--|---|---|
| Massa em pó para tratamento de juntas  | Tratamento de juntas entre chapas em paredes, forros e revestimentos. Deve ser misturada com água para sua aplicação. | Sacos de papel resistentes com 20 ou 25kg.  |
| Massa pronta para tratamento de juntas | Tratamento de juntas entre chapas em paredes, forros e revestimentos, pronta para o uso.                              | Baldes plásticos com 5, 15, 25, 28 ou 30kg. |

Fonte: ASSOCIAÇÃO *Drywall*, 2004.

Em nenhuma hipótese deve-se utilizar gesso em pó ou massa corrida de pintura para a execução das juntas. Estes materiais não possuem as propriedades físicas e as características necessárias para assegurar o desempenho das juntas. Tais características são apresentadas na Tabela 8, assim como os critérios que asseguram a qualidade das massas para tratamento de juntas.

As embalagens de massas – sacos ou baldes – devem apresentar pelo menos as seguintes informações, de acordo com o Projeto de Norma 02:103.45-001-1 (2008)<sup>5</sup>.

- a) tipo de massa, segundo a Tabela 7;
- b) nome do fabricante e;
- c) referência à norma em vigor.

**Tabela 8 – Características e critérios para aceitação e rejeição de massas para tratamento de juntas (PN 02:103.45-001-1, 2008)**

| Características   | Critérios      | Métodos de ensaio | Amostragem                             | Quantidade de corpos-de-prova | Nº. de c.p. defeituosos para aceitação |
|---|----------------|-------------------|--|-------------------------------|--|
| Retração  | ≤ 35 %         | ASTM C 474 e 475  | Massa em pó para tratamento de juntas  | 1                             | 0                                      |
| Craqueamento / Fissuração   | Não ocorrência |                   |  | 1                             | 0                                      |
| Putrefação (1)  | ≥ 96 horas     |                   | 1 saco                                 | 1                             | 0                                      |
| Aderência da fita à massa   | ≥ 90 %         |                   | Massa pronta para tratamento de juntas | 1                             | 0                                      |
| Fissuração da massa nas bordas da fita  | ≤ 10 %         |                   | 1 balde                                | 1                             | 0                                      |
| (1) Esta característica somente é aplicada para a massa pronta para tratamento de juntas. |                |                   |  |                               |  |

Fonte: ASSOCIAÇÃO *Drywall*, 2004.

<sup>5</sup>Quando da redação deste documento, a Comissão de Estudos de Sistemas Construtivos em Chapas de Gesso para *Drywall* – CE-02:103.45, da ABNT, estava desenvolvendo o Projeto de Norma 02:103.45 - Chapas de gesso para *drywall* - Projeto e procedimentos executivos para montagem, em suas 3 partes: Parte 1 - Requisitos para sistemas usados como paredes; Parte 2 - Requisitos para sistemas usados como forros; e Parte 3 - Requisitos para sistemas usados como revestimentos. As informações que constavam na versão de 14 de março de 2008 foram utilizadas neste documento a título de recomendação. Deste ponto em diante, o documento será referenciado por ABNT, PN 02:103.45 (2008).

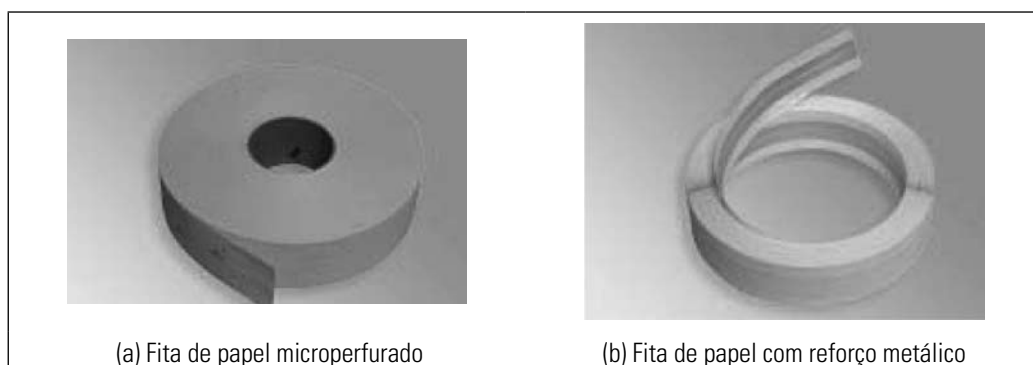
As embalagens de massas – sacos ou baldes – devem apresentar pelo menos as seguintes informações, de acordo com o Projeto de Norma 02:103.45-001-1 (2008)<sup>6</sup>:

- a) tipo de massa, segundo a Tabela 7;
- b) nome do fabricante e;
- c) referência à norma em vigor.

### 2.1.5 Fitas

As fitas são componentes utilizados para o tratamento de juntas em conjunto com as massas. Podem ser constituídas de papel microperfurado, utilizadas no tratamento de juntas entre chapas ou de papel com reforço metálico, empregadas nas quinas formadas no encontro de duas chapas, aumentando sua resistência mecânica. Para reforço de canto externo pode-se empregar também uma cantoneira de aço galvanizado, que possui orifícios para possibilitar melhor aderência entre a massa de rejunte e a cantoneira (códigos CR 23x23, CR 28x28, CR 32x32, conforme Tabela 4). A Figura 9 ilustra a aparência das fitas, as quais devem apresentar as características descritas na Tabela 9, segundo o PN-02:103.45 (2008).

**Figura 10 – Fita de papel para o tratamento de juntas em paredes de *drywall***



<sup>6</sup>Quando da redação deste documento, a Comissão de Estudos de Sistemas Construtivos em Chapas de Gesso para *Drywall* – CE-02:103.45, da ABNT, estava desenvolvendo o Projeto de Norma 02:103.45 - Chapas de gesso para *drywall* - Projeto e procedimentos executivos para montagem, em suas 3 partes: Parte 1 - Requisitos para sistemas usados como paredes; Parte 2 - Requisitos para sistemas usados como forros; e Parte 3 - Requisitos para sistemas usados como revestimentos. As informações que constavam na versão de 14 de março de 2008 foram utilizadas neste documento a título de recomendação. Deste ponto em diante, o documento será referenciado por ABNT, PN 02:103.45 (2008).

Fonte: KNAUF, 2007.

As fitas devem ser fornecidas em rolos, onde constam pelo menos as seguintes informações (PN 02:103.45, 2008):

- a) largura, espessura e comprimento;
- b) quantidade de furos por metro;
- c) nome do fabricante e;
- d) referência à norma em vigor.

**Tabela 9 – Características e critérios das fitas para tratamento de juntas**

| Características                     | Crítérios                  | Métodos de ensaio | Amostragem  | Quantidade de corpos-de-prova | Nº. de c.p. defeituosos para aceitação |
|-------------------------------------|----------------------------|-------------------|---|-------------------------------|--|
| Resistência à tração                | $\geq 524 \text{ N/mm}$    | ASTM C 475        | 1 rolo de 25m – para fita de papel microperfurado e;<br>1 rolo de 30m para fita de papel com reforço metálico | 1                             | 0                                      |
| Largura ( L ) em mm                 | $47,6 \leq L \leq 57,2$    |                   |   | 1                             | 0                                      |
| Espessura (e) em mm                 | $e \leq 0,30$              |                   |   | 1                             | 0                                      |
| Estabilidade dimensional            | Longitudinal $\leq 0,4 \%$ |                   |   | 1                             | 0                                      |
|                                     | Transversal $\leq 2,5 \%$  |                   |   |                               |  |
| Quantidade de furos por metro (n/m) | $200 \leq n/m \leq 500$    | contagem          |   | 1                             | 0                                      |

Fonte: PN 02:103.45, 2008.

### 2.1.6 Isolante termo-acústico

A utilização de isolante termo-acústico visa propiciar ambiente de conforto aos usuários por meio de componentes que confirmam a propriedade de reduzir a transmissão de calor e som entre os ambientes. Para os sistemas de parede de *drywall*, são constituídos essencialmente da **fita de isolamento**, também chamada de **banda acústica**, e de **lãs minerais**, apresentadas em forma de rolos ou painéis.

A fita de isolamento, ou banda acústica, tem por função isolar os perfis que estão em contato com a estrutura ou a vedação; portanto, são posicionados ao longo do perímetro das paredes. Tais fitas são à base de resina, autoadesivas e comumente apresentam-se em rolos de 30, 20 e 10m de comprimento e 48 ou 70mm de largura. As lãs minerais são materiais isolantes constituídos por fibras. As mais comumente empregadas são a lã de vidro e a lã de rocha, as quais diferem entre si quanto à matéria-prima básica e quanto ao processo de fabricação (Figura 11). Estas lãs, cujas características geométricas são apresentadas na Tabela 10, são instaladas entre as chapas de gesso, no interior das paredes de *drywall*. Ambas possuem desempenho adequado, desde que tenham densidade compatível com as exigências de utilização. Sua espessura deve ser compatível com a largura dos montantes.

**Figura 11 – Fita de isolamento acústico (banda acústica)**



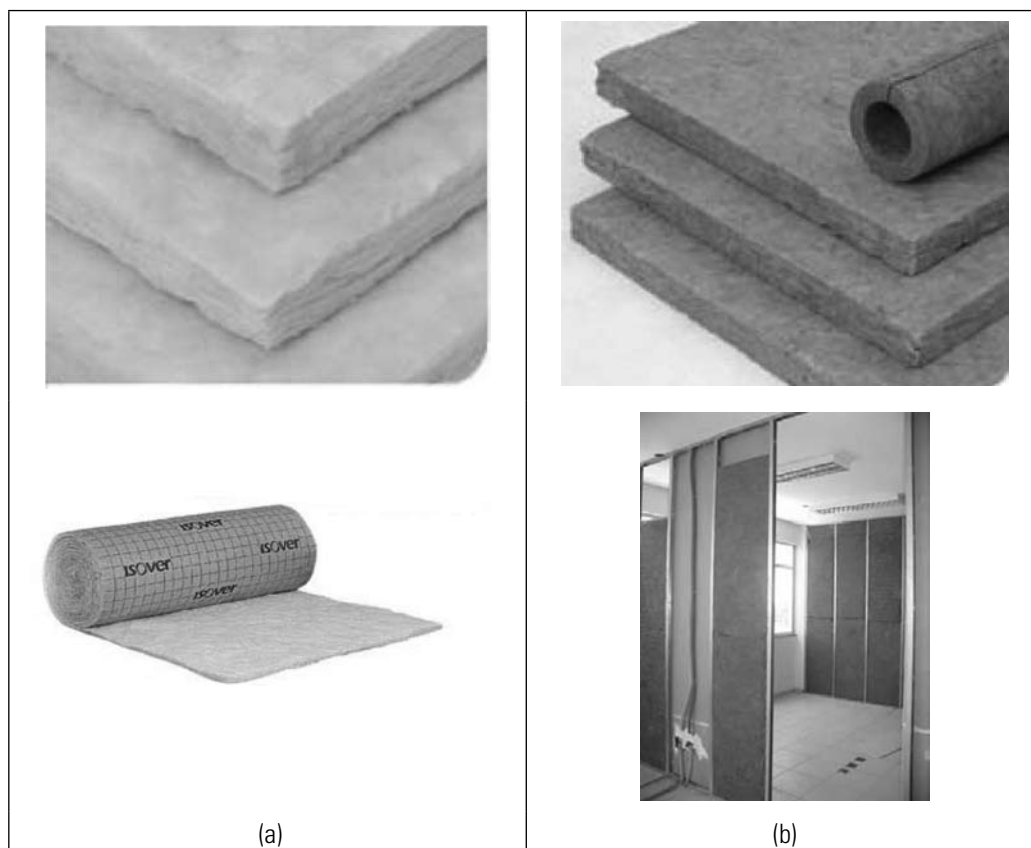
Fonte: KNAUF, 2007.

**Tabela 10 – Dimensões comercializadas das lãs minerais utilizadas como isolantes termo-acústicos nas paredes de *drywall***

| Rolo        |            |                |                         |
|-------------|------------|----------------|-------------------------|
| Lã de vidro | Largura mm | Comprimento m  | Espessura mm            |
|             | 1200       | 10 a 15        | 50 – 75 – 100           |
| Painéis     |            |                |                         |
| Lã de rocha | Largura mm | Comprimento mm | Espessura mm            |
|             | 600        | 1350           | 25 – 40 – 50 – 75 – 100 |
| Lã de vidro | 600        | 1200           | 50 – 75 – 100           |

Fonte: ASSOCIAÇÃO *Drywall*, 2004.

**Figura 12 – Lãs minerais utilizadas para isolamento termo-acústico das paredes de *drywall*: (a) lã de vidro em placas e rolo; (b) lã de rocha**



Fonte: ISAR, 2008; ISOVER, 2008; DPLAC, 2008.

### 2.1.7 Acessórios: peças de reforço

Os principais acessórios do sistema de paredes de *drywall* são as peças de reforço, usualmente instaladas no interior da parede para a fixação de instalações, suporte de cargas elevadas e fixação dos batentes de portas. Estes elementos podem ser metálicos ou de madeira (Figura 12 e Figura 13). As peças de madeira são impregnadas com inseticidas e fungicidas aplicados por processo de autoclavagem, com vistas a resistir à ação de agentes biológicos



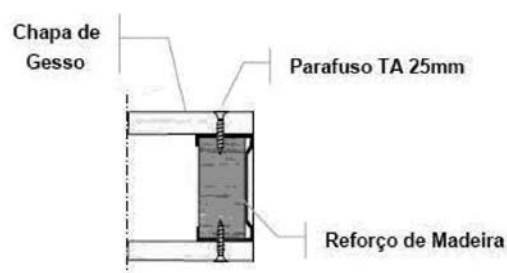
de deterioração. A Tabela 11 apresenta os valores máximos para as cargas a serem fixadas nas paredes de *drywall*, em função do elemento de fixação.

**Figura 13 – Peças de reforço para fixação de cargas em paredes de *drywall*: (a) em madeira; (b) metálica**




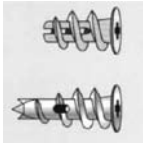

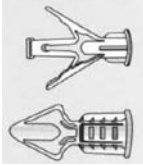

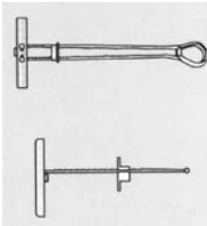
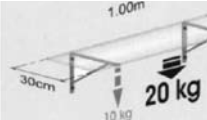

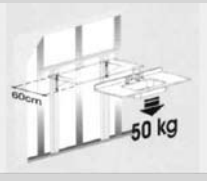
Fonte: ARQUITETURA & CONSTRUÇÃO, 2005.

**Figura 14 – Utilização de reforço de madeira para fixação de batente de esquadria**



Fonte: LAFARGE GYPSUM, 2005.

**Tabela 11 – Valores máximos e forma de fixação para cargas suspensas em paredes de *drywall***

| Fixação de carga   | Ação sobre a parede     | Distância do elemento à parede | Exemplos de elementos de fixação                                 | Carga máxima   | Tipo de fixador  |
|--|-------------------------|--------------------------------|--|--|--|
| Em 1 ou 2 chapas de gesso                                  | Esforço de cisalhamento | Rente à parede                 | Quadros e espelhos leves   |    | GK<br>                  |
|  |                         |                                | Quadros e espelhos pesados                                       |    | Buchas de expansão*<br> |
|  | Esforço de momento      | 7,5cm                          | Toalheiro, suporte para extintor de incêndio                     |   |                        |
|  |                         | 30cm                           | Prateleira, suporte de vaso para flores, armário pequeno         |  |  |
| Em reforço metálico  |                         | 30cm                           | Armário de cozinha e tanque com coluna                           |  | Buchas basculantes   |
| Em reforço de madeira tratada ou suporte metálico especial |                         | 60cm                           | Suporte de TV, armário grande, bancada de cozinha ou de banheiro |  |  |

Observações: \* Para 2 chapas de gesso utilizar buchas de expansão com tronco duplo ou maior. Espaçamento mínimo de 40cm entre pontos de fixação.

Fonte: ASSOCIAÇÃO *Drywall*, 2004.

### 3 CARACTERIZAÇÃO DE DESEMPENHO DA TECNOLOGIA EMERGENTE ESPECÍFICA

A caracterização do desempenho de uma determinada TEE consiste em se avaliar o seu comportamento quando em utilização e envolve o estabelecimento de requisitos e critérios de desempenho.

Os requisitos de desempenho são as condições qualitativas que expressam atributos que o edifício e seus subsistemas devem possuir quando em utilização, para atender às exigências dos usuários (ABNT NBR 15575, 2008). Os critérios de desempenho são condições quantitativas por meio das quais é possível mensurar o desempenho, avaliando se o produto ou uma de suas partes atendem aos requisitos de desempenho (SOUZA, 1983).

No caso da TEE de sistema de paredes de *drywall*, o desempenho que lhe é exigido é afeito às vedações internas de edifícios. Sendo assim, o presente capítulo foi redigido considerando-se: recomendações internacionais para a produção de vedações verticais no sistema *drywall*, a NBR 15575 - Edifícios habitacionais de até cinco pavimentos - Desempenho (ABNT, 2008a), as Referências Técnicas afeitas aos produtos nacionais para o sistema de paredes de *drywall* e os relatórios do PSQ-*Drywall* – ambos produzidos pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, o manual *Paredes Drywall: requisitos para financiamento pela Caixa* (CAIXA ECONÔMICA FEDERAL, 2005), bem como o texto do projeto de norma 02:103.45 - Chapas de gesso para *drywall* - Projeto e procedimentos executivos para montagem, em sua versão de 14/03/2008 (ABNT PN 02:103.45, 2008).

No caso da TEE de gesso acartonado, as características dos componentes e a composição da parede definem o seu nível de desempenho, o qual pode variar conforme o número de chapas, a dimensão e posicionamento da estrutura suporte e da incorporação de elementos isolantes térmicos ou acústicos entre as chapas e as próprias características de execução.

Desta forma, o projetista possui liberdade para atingir diferentes níveis de desempenho utilizando paredes de *drywall*, desde que atenda a um desempenho mínimo, que é estabelecido e ou recomendado na bibliografia consultada. Para edifícios habitacionais, as exigências dos usuários estão relacionadas aos seguintes fatores, classificados conforme abaixo (ABNT, 2008a):

- **Segurança**

segurança estrutural;

segurança contra o fogo;

segurança no uso e na operação.

- **Habitabilidade**

estanqueidade;

conforto térmico;

conforto acústico;

conforto lumínico;

saúde, higiene e qualidade do ar;

funcionalidade e acessibilidade;

conforto tátil e antropodinâmico.

- **Sustentabilidade**

durabilidade;

manutenibilidade;

impacto ambiental.

Dentre estes fatores, apresentam-se nos próximos itens os requisitos e critérios de desempenho aplicáveis especificamente às paredes de *drywall*, classificadas como vedações internas não-estruturais leves.

## 3.1 Segurança

### 3.1.1 Segurança estrutural

O desempenho estrutural da vedação vertical está relacionado à capacidade que tem de manter sua integridade física quando solicitada pelas diversas ações mecânicas previstas em projeto (SABBATINI et al., 1988). Os fatores que influenciam na resistência mecânica das paredes de *drywall* são, conforme Taniguti (1999):

- características dos materiais e componentes das paredes;
- características geométricas da parede;
- forma de fixação das guias superior e inferior;
- resistência de fixação das guias ao elemento construtivo sobre o qual estão firmadas;
- forma de fixação dos montantes às guias;
- espaçamento entre montantes; e
- espaçamento dos parafusos e forma de fixação das chapas de gesso à estrutura suporte.

A avaliação de desempenho quanto à segurança estrutural das paredes de *drywall* compreende os seguintes requisitos, os quais são propostos pela ABNT NBR 15575 (2008) para qualquer tipo de vedação interior:

### 3.1.2 Estabilidade, resistência estrutural, deslocamentos e fissuração

Qualquer vedação interna, dentre elas as paredes de *drywall*, devem apresentar nível de segurança considerando-se as combinações de ações passíveis de ocorrerem durante a vida útil do sistema (estabelecido como sendo a metade da vida útil da estrutura, sendo, no mínimo, 20 anos). Desta forma, as paredes de *drywall* devem atender aos limites de deformação estabelecidos na Tabela 12.

**Tabela 12 – Critérios de desempenho sob ação de cargas de serviço**

| Elemento   | Solicitação   | Critério de Desempenho  |
|--|---|---|
| Vedações verticais internas não estruturais  | Cargas permanentes e deformações impostas<br>$S_d = S_{gk} + S_k$ | Ocorrências de fissuras ou descolamentos toleráveis                           |
|  |   | Deslocamentos residuais que não impeçam o livre funcionamento dos componentes |
| Onde:<br>S <sub>gk</sub> é a solicitação devida ao peso próprio, g;<br>S <sub>k</sub> é o valor característico da solicitação devida à deformação $\square$ do material. |   |   |

Fonte: Adaptado da ABNT NBR 15575, 2008.

Quanto a este requisito, diversos autores recomendam que se avalie também o potencial de deformação da estrutura de concreto em idades avançadas e a forma de interação entre a estrutura e o vedo. Isto ocorre porque atualmente, em virtude das estruturas dos edifícios serem projetadas com elementos mais esbeltos e vencendo maiores vãos, os esforços originados pelas deformações estruturais, sobretudo as deformações lentas da estrutura, podem atingir valores consideráveis conforme o partido estrutural adotado (SABBATINI et al., 1988).

### 3.1.3 Solicitações de cargas provenientes de peças suspensas

Esse requisito de desempenho diz respeito à capacidade da vedação vertical em suportar a ação de cargas provenientes de peças suspensas, como pias, tanques, lavatórios, prateleiras, entre outros (TANIGUTI, 1999). A ABNT NBR 15575 (2008) estabelece os critérios para avaliação, como, por exemplo, os indicados na Tabela 13.

**Tabela 13 – Cargas de ensaio e critérios para peças suspensas fixadas por mão-francesa padrão**

| Carga de uso aplicada em cada ponto   | Carga de ensaio aplicada em cada peça | Critério de desempenho   |
|---|---------------------------------------|--|
| 0,2 kN  | 0,4 kN                                | Ocorrência de fissuras toleráveis;<br>Limitação dos deslocamentos horizontais:<br>dh < h/500    dhr < h/2500 |
| Onde: h é a altura do elemento parede;<br>dh é o deslocamento horizontal;<br>dhr é o deslocamento residual. |                                       |  |

Fonte: Adaptado da ABNT NBR 15575, 2008.

As exigências quanto à fixação de cargas suspensas estimulou, no Brasil, o desenvolvimento de buchas específicas para as paredes em *drywall*, como as apresentadas na Tabela 13, as quais, de acordo com a ABNT NBR 15575 (2008), devem atender aos critérios estabelecidos acima.

### 3.1.4 Impacto de corpo-mole

Este requisito se traduz pela resistência que a parede de *drywall* deve apresentar à energia de impacto dos choques acidentais gerados pela utilização do edifício ou por choques provocados por tentativas de intrusões. Nestas condições, a parede de *drywall*, submetida às correspondentes energias de impacto indicadas apresentadas na Tabela 14, não deve:

- A) sofrer ruptura ou instabilidade (impactos de segurança);
- B) apresentar fissuras, escamações, delaminações ou qualquer outro tipo de falha (impactos de utilização) que possa comprometer o estado de utilização, observando-se ainda os limites de deslocamentos instantâneos e residuais indicados na Tabela 13;
- C) provocar danos a componentes, instalações ou aos acabamentos acoplados à parede de *drywall*.

**Tabela 14 – Impactos de corpo-mole para vedações verticais internas**

| Energia de impacto de corpo mole (J)  | Critério de desempenho  |
|---|---|
| 240   | Não ocorrência de ruptura   |
| 180   | São permitidas falhas localizadas   |
| 120   | Não ocorrência de ruptura<br>São admitidas falhas localizadas   |
| 60  | Não ocorrência de falhas generalizadas<br>Limitação da ocorrência de deslocamento:<br>dh ≤ h/125      dhr ≤ h/625 |
| Onde: h é a altura do elemento parede;<br>dh é o deslocamento horizontal;<br>dhr é o deslocamento residual. |   |

Fonte: Adaptado da Tabela 5 da ABNT NBR 15575, 2008.

### 3.1.5 Impacto de corpo-duro

Quanto solicitada a choques provenientes de impacto de corpo-duro, como estabelecido pela Tabela 15, as paredes de *drywall* não devem:

- a) apresentar fissuras, escamações, delaminações ou qualquer outro tipo de dano (impactos de utilização);
- b) apresentar ruptura ou transpassamento sob ação dos impactos de corpo duro.

**Tabela 15 – Impactos de corpo-mole para vedações verticais internas**

| Sistema                                       | Energia de impacto de corpo-duro (J) | Critério de desempenho                      |
|---|--------------------------------------|---|
| Vedação vertical com ou sem função estrutural | 2,5                                  | Não ocorrência de falhas                    |
|   | 10                                   | Não ocorrência de ruptura e transpassamento |

Fonte: Adaptado da Tabela 5 da ABNT NBR 15575, 2008.



### 3.1.6 Ações transmitidas por impactos de portas

Para atender a este requisito, as paredes de *drywall* devem permitir o acoplamento de portas e apresentar desempenho que satisfaça as seguintes condições:

- quando as portas forem submetidas a dez operações de fechamento brusco, as paredes não devem apresentar falhas, tais como rupturas, fissurações, destacamentos no encontro com o marco, cisalhamento nas regiões de solidarização do marco, destacamentos em juntas entre componentes das paredes e outros;
- sob ação de um impacto de corpo-mole com energia de 240 J, aplicado no centro geométrico da folha de porta, não deve ocorrer deslocamento ou arrancamento do marco, nem ruptura ou perda de estabilidade da parede. Admite-se, no contorno do marco, a ocorrência de danos localizados, tais como fissurações e estilhaçamentos.

O fechamento brusco da porta deve ser realizado segundo a ABNT NBR 8054 (1983b), enquanto o impacto de corpo-mole deve ser aplicado conforme a ABNT NBR 8051 (1983a).

### 3.1.7 Segurança contra incêndio

As exigências da ABNT NBR 15575 (2008) em relação à segurança contra incêndio são pautadas em:

- A) baixa probabilidade de início de incêndio;
- B) alta probabilidade dos usuários sobreviverem sem sofrer qualquer injúria;
- C) reduzida extensão de danos à propriedade e à vizinhança imediata ao local de origem do incêndio.

Para que se possa dificultar a propagação de incêndio para unidades contíguas deve-se:

### 3.1.7.1 Assegurar estanqueidade e isolamento

As paredes de *drywall* devem atender à ABNT NBR 14432 (2001) para minimizar a propagação do incêndio, assegurando estanqueidade e isolamento. Neste caso, a estanqueidade é a capacidade da parede impedir a infiltração de chamas e gases quentes capazes de ignizar um chumaço de algodão, enquanto o isolamento é a capacidade de impedir a ocorrência, na face que não está exposta ao incêndio, de incrementos de temperatura maiores que 140°C na média dos pontos de medida ou maiores que 180°C em qualquer ponto de medida, conforme estabelecido nas ABNT NBR 5628 (2001) e ABNT NBR 10636 (1989).

### 3.1.7.2 Assegurar resistência ao fogo

A resistência ao fogo pode ser entendida como “o tempo durante o qual os elementos da construção, sujeitos a uma elevação padronizada de temperatura, mantém a sua estabilidade ou integridade, não permitindo, no caso de elementos separadores de ambientes, a elevação acentuada de temperatura no lado não exposto ao fogo, nem a passagem de gases quentes ou chamas” (BERTO, 19887 apud TANIGUTI, 1999).

O estabelecimento de critérios de desempenho referentes à resistência ao fogo no edifício tem como intuito limitar uma possível influência dos componentes da parede na alimentação e propagação de um foco de incêndio, por meio da garantia de que os elementos possuam uma resistência mínima ao fogo. Fatores como ventilação do ambiente e características térmicas dos materiais constituintes do recinto, dentre outros, podem ser considerados nas avaliações de resistência ao fogo (TANIGUTI, 1999).

O critério de desempenho é estabelecido na ABNT NBR 14432 (2001) e varia conforme as características de ocupação/uso, profundidade do subsolo e altura da edificação. O resultado do ensaio de resistência ao fogo é expresso pelo

7 BERTO, A. F. Resistência ao fogo. In: TECNOLOGIA DE EDIFICAÇÕES. São Paulo. Instituto de pesquisas tecnológicas – IPT. São Paulo, Pini, 1988. p. 361-64.

tempo durante o qual o corpo de prova satisfaz cada um dos itens avaliados. A Tabela 16 contém os critérios para os edifícios residenciais.

**Tabela 16 – Tempos requeridos de resistência ao fogo (TRRF), em minuto**

| Grupo A – Ocupação/Usos: Residencial   |                             |                      |                          |                         |                          |                          |                     |
|--|-----------------------------|----------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------|
| Divisão -<br>Descrição   | Profundidade do subsolo (m) |                      | Altura da edificação (m) |                         |                          |                          |                     |
|  | Classe S2<br>hs > 10        | Classe S1<br>hs ≤ 10 | Classe P1<br>h ≤ 6       | Classe P2<br>6 < h ≤ 12 | Classe P3<br>12 < h ≤ 23 | Classe P4<br>23 < h ≤ 30 | Classe P5<br>h > 30 |
| A-1 – Habitações unifamiliares   | 90                          | 60                   | 30                       | 30                      | 60                       | 90                       | 120                 |
| A-2 – Habitações multifamiliares   |                             |                      |                          |                         |                          |                          |                     |
| A-3 – Habitações coletivas   |                             |                      |                          |                         |                          |                          |                     |
| Onde:<br>TRRF – Tempo requerido de resistência ao fogo; hs é a profundidade do solo; h é a altura da edificação. |                             |                      |                          |                         |                          |                          |                     |

Fonte: ABNT NBR 14432, 2001.

No caso da edificação ter características de profundidade do subsolo e altura da edificação que exijam desempenho diferente (por exemplo, uma edificação com profundidade do subsolo maior que 10m e altura da edificação entre 6 e 12 metros), prevalece o critério mais rigoroso (no exemplo, um TRRF de 90 minutos). A determinação da resistência ao fogo é realizada por meio da ABNT NBR 10636 (1989). No caso em que as paredes de *drywall* compõem escadas enclausuradas ou saídas de emergência, estas paredes devem atender também os critérios na ABNT NBR 9077 (2001).

As chapas de gesso para *drywall* possuem um desempenho ao fogo adequado porque o gesso possui água quimicamente combinada numa quantidade aproximadamente igual a 20% de sua massa. Assim, quando expostas a altas temperaturas, expelem, sob a forma de vapor, a água contida no gesso. Essa expulsão do vapor d'água é um processo gradual que retarda a transmissão do calor (FPI, 19768 apud TANIGUTI, 1999).

Apesar de exercer influência, o desempenho ao fogo da parede de *drywall* não depende somente das características das chapas de gesso. Outros fatores também influenciam, dentre os quais Taniguti (1999), baseando-se em BERTO (1988), destaca:

8 FIRE PREVENTION INFORMATION AND PUBLICATIONS CENTRE (FPI). Information sheets on buildings products: gypsum plasterboard. s.L., 1976.

- componentes da estruturação da divisória;
- espessura da divisória;
- espaçamento entre os montantes;
- preenchimento ou não da divisória com material isolante;
- número de chapas de gesso acartonado fixadas em cada face da divisória;
- aspectos construtivos: forma de execução do tratamento das juntas entre chapas de gesso, forma de fixação dos montantes às guias, fixação das chapas de gesso acartonado à estrutura suporte, entre outros;
- características da camada de revestimento.

Uma vez que a divisória de gesso acartonado pode ser executada com várias configurações diferentes, é importante conhecer o desempenho de cada uma delas, para que seja empregada a mais adequada a cada situação.

A Tabela 17 apresenta algumas configurações possíveis para as paredes de *drywall* e seus respectivos desempenhos atingidos nos ensaios de resistência ao fogo realizado segundo a ABNT NBR 10636 (1989); a PN 02:103.45 (2008); IPT (2004a); IPT (2004b); e IPT (2001).

A partir da análise dos níveis de desempenho obtidos pelas composições de paredes de *drywall* apresentadas e das exigências estabelecidas, é possível, por exemplo, concluir que para atender aos critérios de desempenho estabelecidos pela ABNT NBR 14432 (2000) para um edifício projetado para uma altura maior que 23 metros, é necessário empregar duas camadas de chapas resistentes ao fogo em cada face da parede de *drywall* (TANIGUTI, 1999).

Destaca-se que além das exigências de desempenho presentes nas normas referenciadas, devem-se atender também às exigências constantes na legislação em vigor relativa às instruções do Corpo de Bombeiros do estado em que o edifício será construído.

**Tabela 17 – Desempenho e critérios de algumas tipologias**

| Tipologias                                 | Espessura final da parede (mm) | Largura do montante (mm) | Distância entre montantes (mm) | Altura limite (m) |        | Qtde. de chapas | Espessura chapas (mm) | Resistência ao fogo (minutos) |            |
|--|--------------------------------|--------------------------|--------------------------------|-------------------|--------|-----------------|-----------------------|-------------------------------|------------|
|  |                                |                          |                                | Montantes         |        |                 |                       | Chapas ST ou RU               | Chapas RF  |
|  |                                |                          |                                | Simples           | Duplos |                 |                       |                               |            |
| <b>Paredes</b>                             |                                |                          |                                |                   |        |                 |                       |                               |            |
| 73/48                                      | 73                             | 48                       | 600                            | 2,50              | 2,90   | 2               | 12,5                  | CF(3) 30                      | CF 30      |
|  |                                |                          | 400                            | 2,70              | 3,25   |                 |                       |                               |            |
| 98/48                                      | 98                             | 48                       | 600                            | 2,90              | 3,50   | 4               |                       | CF 60                         | CF 90      |
|  |                                |                          | 400                            | 3,20              | 3,80   |                 |                       |                               |            |
| 78/48                                      | 78                             | 48                       | 600                            | 2,60              | 3,00   | 2               | 15,0                  | CF 30                         | CF 60      |
|  |                                |                          | 400                            | 2,80              | 3,30   |                 |                       |                               |            |
| 108/48                                     | 108                            | 48                       | 600                            | 3,00              | 3,60   | 4               |                       | CF 90                         | CF 120     |
|  |                                |                          | 400                            | 3,30              | 3,50   |                 |                       |                               |            |
| 95/70                                      | 95                             | 70                       | 600                            | 3,00              | 3,60   | 2               | 12,5                  | CF 30                         | CF 30      |
|  |                                |                          | 400                            | 3,30              | 4,05   |                 |                       |                               |            |
| 120/70                                     | 120                            | 70                       | 600                            | 3,70              | 4,40   | 4               |                       | CF 60                         | CF 90      |
|  |                                |                          | 400                            | 4,10              | 4,80   |                 |                       |                               |            |
| 100/70                                     | 100                            | 70                       | 600                            | 3,10              | 3,70   | 2               | 15,0                  | CF 30                         | CF 60      |
|  |                                |                          | 400                            | 3,40              | 4,15   |                 |                       |                               |            |
| 130/70                                     | 130                            | 70                       | 600                            | 3,80              | 4,50   | 4               |                       | CF 90                         | CF 120     |
|  |                                |                          | 400                            | 4,20              | 4,90   |                 |                       |                               |            |
| 115/90                                     | 115                            | 90                       | 600                            | 3,50              | 4,15   | 2               | 12,5                  | CF 30                         | CF 30      |
|  |                                |                          | 400                            | 3,85              | 4,60   |                 |                       |                               |            |
| 140/90                                     | 140                            | 90                       | 600                            | 4,20              | 5,00   | 4               |                       | CF 60                         | CF 90      |
|  |                                |                          | 400                            | 4,60              | 5,50   |                 |                       |                               |            |
| 120/90                                     | 120                            | 90                       | 600                            | 3,60              | 4,25   | 2               | 15,0                  | CF 30                         | CF 60      |
|  |                                |                          | 400                            | 3,95              | 4,70   |                 |                       |                               |            |
| 150/90                                     | 150                            | 90                       | 600                            | 4,30              | 5,10   | 4               |                       | CF 90                         | CF 120     |
|  |                                |                          | 400                            | 4,70              | 5,60   |                 |                       |                               |            |
| <b>Paredes especiais</b>                   |                                |                          |                                |                   |        |                 |                       |                               |            |
| 260/48/<br>DEL(1)                          | 260                            | 48                       | 600                            | 7,00              | 8,20   | 2               | 12,5                  | CF 30                         | CF 30 a 45 |
|  |                                |                          | 400                            | 7,50              | 9,00   |                 |                       |                               |            |
| 160/48<br>DEL                              | 160                            | 48                       | 600                            | 4,90              | 5,80   | 4               |                       | CF 60                         | CF 120     |
|  |                                |                          | 400                            | 5,50              | 6,50   |                 |                       |                               |            |
| 300/90<br>/DEL                             | 300                            | 90                       | 600                            | 8,20              | 9,80   |                 | 4                     | CF 60                         | CF 120     |
|  |                                |                          | 400                            | 9,10              | 10,80  |                 |                       |                               |            |
| 160/70<br>DES(2)                           | 160                            | 70                       | 600                            | 2,00              | 3,40   | 4               | CF 60                 | CF 120                        |            |
|  |                                |                          | 400                            | 3,20              | 3,70   |                 |                       |                               |            |
| 200/70/<br>DES                             | 200                            | 70                       | 600                            | 3,50              | 3,80   | 4               | CF 60                 | CF 120                        |            |
|  |                                |                          | 400                            | 3,60              | 4,00   |                 |                       |                               |            |
| (1) DEL - Estrutura de montantes ligados   |                                |                          |                                |                   |        |                 |                       |                               |            |
| (2) DES - Estrutura de montantes separados |                                |                          |                                |                   |        |                 |                       |                               |            |
| (3) CF - Corta-fogo                        |                                |                          |                                |                   |        |                 |                       |                               |            |

Fonte: ABNT NBR 10636, 1989; PN 02:103.45, 2008; IPT, 2004a; IPT, 2004b; IPT, 2001.

### 3.1.7.3 Limitar a reação ao fogo

O requisito de limitar a reação ao fogo é avaliado indiretamente pelo desempenho dos elementos que compõem a parede de *drywall*. Desconhece-se até o momento formas de mensuração (ensaios ou outros instrumentos) que permitam avaliar a parede de *drywall* como um todo.

O controle das características de reação ao fogo dos materiais incorporados aos elementos construtivos do edifício está associado à limitação do crescimento do incêndio, à limitação da propagação do incêndio, à evacuação segura do edifício e à precaução contra a propagação do incêndio entre edifícios (MITIDIÉRI, IOSHIMOTO, 1999).

A reação ao fogo dos materiais contidos na edificação – seja como mobiliários (estofamentos, cortinas, objetos de decoração etc.) ou como agregados aos elementos construtivos (revestimentos de paredes, tetos, pisos e fachadas) – destaca-se como um dos principais fatores responsáveis pelo crescimento do fogo, pela propagação das chamas e pelo desenvolvimento de fumaça e gases tóxicos, contribuindo para que o incêndio atinja fases críticas e gere pânico e mortes (MITIDIÉRI, IOSHIMOTO, 1999). Portanto, este requisito de desempenho visa avaliar a capacidade do elemento em limitar a propagação superficial de chama e o desenvolvimento de gases tóxicos quando a parede for submetida à ação do fogo (TANIGUTI, 1999).

O trabalho de MITIDIÉRI, IOSHIMOTO (1999) sugere alguns métodos de avaliação, aplicáveis aos componentes das paredes de *drywall* (Tabela 18), sem, no entanto, determinar os critérios a serem atendidos.

**Tabela 18 – Ensaios sugeridos para seleção de materiais de construção civil segundo a reação ao fogo**

| Ensaios   |
|---|
| ISO 1182 – Reaction to fire tests for building products -- Non-combustibility test  |
| NBR 9442 – Materiais de construção – Determinação do índice de propagação superficial de chama pelo método do painel radiante |
| ISO 9705 – Fire testes – Full-scale room test for surface products  |
| ASTM E 662 – Standard Test Method for Specific Optical Density of Smoke Generated by Solid Materials                          |
| ISO 1716 – Reaction to fire tests for building products -- Determination of the heat of combustion.                           |

Fonte: Adaptado de MITIDIÉRI, IOSHIMOTO, 1999.

Apesar de não serem classificadas como Divisórias Leves Internas Moduladas, as paredes de *drywall* possuem características semelhantes. Para efeito de orientação, a ABNT NBR 11681 (1990), que trata destas divisórias, recomenda que as mesmas sejam ensaiadas conforme ABNT NBR 9442 (1986) e possuam, no mínimo, reação ao fogo de classe C, ou seja, Índice Médio de Propagação Superficial de Chama –  $I_p$  entre 75 e 150.

Não foram encontradas referências nacionais que registrem resultados de ensaios de reação ao fogo para os componentes das paredes em *drywall*.

Para as paredes de *drywall* que compõem as saídas de emergência de edifícios, deve-se observar também as exigências de reação ao fogo da ABNT NBR 9077 (2001) e da legislação do Corpo de Bombeiros do município em que o empreendimento se localiza.

#### **3.1.7.4 Segurança no uso e na operação**

Este requisito, definido pela ABNT NBR 15575 (2008), visa assegurar que tenham sido tomadas medidas que proporcionem segurança ao usuário durante o uso das paredes do edifício habitacional. O critério estabelecido por esta norma é que as paredes, independente do material, não devem apresentar:

- a) rupturas, instabilizações, tombamentos ou quedas, que possam colocar em risco a integridade física dos ocupantes ou de transeuntes nas imediações do imóvel;
- b) partes expostas cortantes ou perfurantes;
- c) deformações e defeitos acima dos limites especificados na ABNT NBR 15575 (2008).

A verificação do atendimento a estes critérios pode ser realizada por meio de análise de projeto ou de protótipo. Para esta avaliação, no caso específico da parede de *drywall*, deve-se considerar a composição da parede para se determinar a altura máxima recomendada. A largura do perfil, a quantidade de chapas e o espaçamento entre montantes são fatores que irão determinar a altura limite das paredes, conforme a Tabela 19.

**Tabela 19 – Altura limite de paredes de *drywall* segundo a configuração física**

| Tipologias | Espessura final da parede (mm) | Largura do montante (mm) | Distância entre montantes (mm) | Altura limite(m) |        | Qtde. de chapas | Espessura das chapas (mm) |      |
|------------|--------------------------------|--------------------------|--------------------------------|------------------|--------|-----------------|---------------------------|------|
|            |                                |                          |                                | Montantes        |        |                 |                           |      |
|            |                                |                          |                                | Simples          | Duplos |                 |                           |      |
| 73/48      | 73                             | 48                       | 600                            | 2,50             | 2,90   | 2               | 12,5                      |      |
|            |                                |                          | 400                            | 2,70             | 3,25   |                 |                           |      |
| 98/48      | 98                             | 48                       | 600                            | 2,90             | 3,50   | 4               |                           |      |
|            |                                |                          | 400                            | 3,20             | 3,80   |                 |                           |      |
| 78/48      | 78                             | 48                       | 600                            | 2,60             | 3,00   | 2               |                           | 15,0 |
|            |                                |                          | 400                            | 2,80             | 3,30   |                 |                           |      |
| 108/48     | 108                            | 48                       | 600                            | 3,00             | 3,60   | 4               |                           |      |
|            |                                |                          | 400                            | 3,30             | 3,50   |                 |                           |      |
| 95/70      | 95                             | 70                       | 600                            | 3,00             | 3,60   | 2               | 12,5                      |      |
|            |                                |                          | 400                            | 3,30             | 4,05   |                 |                           |      |
| 120/70     | 120                            | 70                       | 600                            | 3,70             | 4,40   | 4               |                           |      |
|            |                                |                          | 400                            | 4,10             | 4,80   |                 |                           |      |
| 100/70     | 100                            | 70                       | 600                            | 3,10             | 3,70   | 2               | 15,0                      |      |
|            |                                |                          | 400                            | 3,40             | 4,15   |                 |                           |      |
| 130/70     | 130                            | 70                       | 600                            | 3,80             | 4,50   | 4               |                           |      |
|            |                                |                          | 400                            | 4,20             | 4,90   |                 |                           |      |
| 115/90     | 115                            | 90                       | 600                            | 3,50             | 4,15   | 2               | 12,5                      |      |
|            |                                |                          | 400                            | 3,85             | 4,60   |                 |                           |      |
| 140/90     | 140                            | 90                       | 600                            | 4,20             | 5,00   | 4               |                           |      |
|            |                                |                          | 400                            | 4,60             | 5,50   |                 |                           |      |
| 120/90     | 120                            | 90                       | 600                            | 3,60             | 4,25   | 2               | 15,0                      |      |
|            |                                |                          | 400                            | 3,95             | 4,70   |                 |                           |      |
| 150/90     | 150                            | 90                       | 600                            | 4,30             | 5,10   | 4               |                           |      |

Fonte: KNAUF, 2008.

## 3.2 Habitabilidade

### 3.2.1 Estanqueidade

As paredes de *drywall* sofrem ação da água quando aplicadas em áreas molhadas, isto é, aquelas cujo uso implica na presença frequente de água (boxe de banheiro, sacadas e áreas de serviço abertas) e também quando são aplicadas em áreas molháveis, ou seja, aquelas regiões que eventualmente



recebem respingos de água decorrente do uso (banheiros, exceto o box; lavabos; cozinhas; áreas de serviço fechadas). Segundo a ABNT NBR 15575 (2008), a estanqueidade das paredes internas é avaliada por meio do requisito “umidade nas vedações verticais internas e externas decorrente da ocupação do imóvel”, o qual se aplica à parede de *drywall*.

### 3.2.1.1 Umidade nas paredes de *drywall* decorrente da ocupação do imóvel

Não permitir infiltração de água, através de suas faces, quando em contato com áreas molháveis e molhadas.

- Estanqueidade de vedações verticais internas e externas com incidência direta de água (Áreas molhadas): a quantidade de água que penetra numa área exposta com dimensões de 34cm x 16cm, por um período de 24 horas, não deve ser superior a 3cm<sup>3</sup>, conforme ensaio de estanqueidade estabelecido no Anexo D da ABNT NBR 15575 (2008).
- Estanqueidade de vedações verticais internas e externas em contato com áreas molháveis.

Não deve ocorrer presença de umidade perceptível nos ambientes contíguos, desde que respeitadas as condições de ocupação e manutenção previstas em projeto e descritas no manual de uso e operação. A ‘umidade perceptível’ é apurada a partir da inspeção visual da parede a 1m de distância. Além destes dois critérios apresentados pela ABNT NBR 15575 (2008), Taniguti (1999) propões outros dois critérios para avaliar o comportamento das paredes de *drywall* quanto à estanqueidade, a saber:

Estanqueidade à água quando da lavagem de piso: segundo proposta de Taniguti (1999), as paredes de *drywall* devem atender à norma brasileira ABNT NBR 11679 (1990). Para ser considerado satisfatório, os elementos observados não devem apresentar manchas de umidade e vazamentos.

Resistência à água dos componentes: Taniguti (1999) afirma que neste critério avalia-se indiretamente a resistência à água das paredes de *drywall* por meio da avaliação dos componentes de fechamento. No caso das paredes de

*drywall*, as chapas de gesso acartonado é que devem ser avaliadas por meio das ABNT NBR 11676 (1990) e NBR 11681 (1990); e segundo TANIGUTI (1999) não devem apresentar aumento de espessura superior a 10%, descolamentos e/ou delaminações de cada capa, cuja somatória das extensões seja superior a 10% da largura efetiva e fissuras verticais nas capas com extensão superior a 10mm, a partir da borda que foi imersa.

### 3.2.2 Conforto térmico

A avaliação do desempenho térmico do edifício consiste em verificar se os ambientes atendem aos requisitos determinados em função das exigências e necessidades dos usuários com relação ao conforto térmico (AKUTSU, 19889 apud TANIGUTI, 1999).

Porém, há uma ausência de estudos sobre o desempenho térmico das paredes de *drywall*, uma vez que o nível de conforto térmico do edifício é mais intensamente influenciado pelas vedações verticais externas (TANIGUTI, 1999).

A ABNT NBR 15575 (2008) aborda requisitos e critérios referentes apenas às vedações verticais externas (fachadas). O projeto de norma de *drywall* também não prevê nenhum requisito de desempenho térmico das vedações verticais internas. Portanto, não há, até o momento, critério de desempenho térmico estabelecido para paredes de *drywall*.

### 3.2.3 Conforto acústico

O estabelecimento de requisitos e critérios de desempenho acústico visa definir o isolamento sonoro de elementos que compartimentam os ambientes do edifício e também dos elementos que isolam o edifício do meio externo (SOUZA, 1983; MITIDIÉRI FILHO, 1998 apud TANIGUTI, 1999).

---

9 AKUTSU, M. Avaliação de desempenho térmico de edificações: a necessidade de revisão normativa. In: INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS, São Paulo. Tecnologia de edificações. São Paulo, Pini, 1988. p. 469-72.

O isolamento acústico é projetado a partir do desempenho acústico dos sistemas compostos de materiais, componentes e elementos, de modo a assegurar conforto acústico, em termos de níveis de ruído de fundo transmitido via aérea e estrutural, bem como privacidade acústica, em termos de não inteligibilidade à comunicação verbal.

### 3.2.3.1 Níveis de ruído admitidos na habitação

Segundo a ABNT NBR 15575 (2008), o estabelecimento de ruído máximo admitido em um determinado ambiente visa proporcionar isolamento acústico entre o meio externo e o interno, entre unidades condominiais distintas, bem como entre dependências de uma mesma unidade, quando destinadas ao repouso noturno, ao lazer doméstico e ao trabalho intelectual.

Para verificação do atendimento a este requisito, há necessidade de medições do isolamento acústico realizadas em campo ou em laboratório, podendo-se optar por um os três métodos citados na ABNT NBR 15575 (2008). Para a opção de medições por meio de ensaio de campo, o critério utilizado é a diferença padronizada de nível ponderada entre ambientes. Neste caso, as paredes internas devem apresentar desempenho que atenda aos valores da Tabela 20.

Para a opção de medições por meio de ensaio de laboratório, o critério utilizado é o índice de redução sonora ponderado,  $R_w$ . Deve-se ensaiar o sistema parede e cada componente em separado, calculando-se a isolação resultante de acordo com a ISO 717-1(1996). Neste caso, as paredes internas devem apresentar desempenho que atenda aos valores da Tabela 21.

Visto que as paredes de *drywall* podem ser executadas segundo diversas configurações, deve-se conhecer o desempenho acústico de cada tipologia, para que suas características sejam especificadas corretamente na etapa de projeto, a fim de obter o desempenho desejado. O PN 02:103.45 (2008) estabelece o desempenho acústico obtido por algumas composições/tipologias de paredes de *drywall*, conforme Tabela 22.

**Tabela 20 – Valores recomendados de diferença padronizada de nível ponderada entre ambientes,  $D_{nT,w}$  para ensaio de campo**

| Elemento da edificação  | $D_{nT,w}$ 1) |
|---|---------------|
| Parede de salas e cozinhas entre uma unidade habitacional e áreas comuns de trânsito eventual, como corredores, halls e escadaria nos pavimentos-tipo   | 30 a 34       |
| Parede de dormitórios entre uma unidade habitacional e corredores, halls e escadaria nos pavimentos-tipo  | 40 a 44       |
| Parede entre uma unidade habitacional e áreas comuns de permanência de pessoas, atividades de lazer e atividades esportivas, como home theater, salas de ginástica, salão de festas, salão de jogos, banheiros e vestiários coletivos, cozinhas e lavanderias coletivas | 45 a 49       |
| Parede entre unidades habitacionais autônomas (parede de geminação)   | 40 a 44       |
| 1) Admite-se uma incerteza total de $\pm 2$ dB na medição de $D_{nT,w}$ .   |               |
| Fonte: ABNT NBR 15575, 2008.  |               |

**Tabela 21 – Índice de redução sonora ponderado dos componentes construtivos,  $R_w$ , para ensaio de laboratório**

| Elemento da edificação   | Índice de Redução Sonora Ponderado $R_w$ [dB] |
|--|---|
| Parede de salas e cozinhas entre uma unidade habitacional e áreas de corredores, halls e escadaria nos pavimentos-tipo   | 35 a 39                                       |
| Parede de dormitórios entre uma unidade habitacional e áreas comuns de trânsito eventual, como corredores, halls e escadaria nos pavimentos-tipo   | 45 a 49                                       |
| Parede entre uma unidade habitacional e áreas comuns de permanência de pessoas, atividades de lazer e atividades esportivas, como home theater, salas de ginástica, salão de festas, salão de jogos, banheiros e vestiários coletivos, cozinhas e lavanderias coletivas                        | 50 a 54                                       |
| Parede entre unidades habitacionais autônomas (parede de geminação)  | 45 a 49                                       |
| NOTAS:<br>1) Admite-se uma incerteza total de $\pm 2$ dB no valor.<br>2) Valores referenciais para paredes cegas.<br>3) De forma a verificar o desempenho global, incluindo portas, e na ausência de valores de $R_w$ para paredes com portas, adotar os valores relativos a medidas de campo. |   |

Fonte: ABNT NBR 15575, 2008.

**Tabela 22 – Índice de redução sonora ponderado,  $R_w$ , de algumas tipologias de paredes de *drywall***

| Tipos   | Espes-sura da parede (mm) | Largura do montante (mm) | Distância entre montantes (mm) | Altura limite (m) |        | Qtde. de chapas | Espessura das chapas (mm) | Isolamento a sons aéreos $R_w$ (dB) |                |
|---------|---------------------------|--------------------------|--------------------------------|-------------------|--------|-----------------|---------------------------|-------------------------------------|----------------|
|         |                           |                          |                                | Montantes         |        |                 |                           | Sem lâ mineral                      | Com lâ mineral |
|         |                           |                          |                                | Simples           | Duplos |                 |                           |                                     |                |
| Paredes |                           |                          |                                |                   |        |                 |                           |                                     |                |
| 73/48   | 73                        | 48                       | 600                            | 2,50              | 2,90   | 2               | 12,5                      | 34 a 36                             | 42 a 44        |
|         |                           |                          | 400                            | 2,70              | 3,25   |                 |                           |                                     |                |
| 98/48   | 98                        | 48                       | 600                            | 2,90              | 3,50   | 4               | 12,5                      | 42 a 44                             | 49 a 50        |
|         |                           |                          | 400                            | 3,20              | 3,80   |                 |                           |                                     |                |
| 78/48   | 78                        | 48                       | 600                            | 2,60              | 3,00   | 2               | 15,0                      | 35 a 37                             | 43 a 45        |
|         |                           |                          | 400                            | 2,80              | 3,30   |                 |                           |                                     |                |
| 108/48  | 108                       | 48                       | 600                            | 3,00              | 3,60   | 4               | 15,0                      | 43 a 45                             | 50 a 51        |
|         |                           |                          | 400                            | 3,30              | 3,50   |                 |                           |                                     |                |
| 95/70   | 95                        | 70                       | 600                            | 3,00              | 3,60   | 2               | 12,5                      | 38 a 40                             | 44 a 46        |
|         |                           |                          | 400                            | 3,30              | 4,05   |                 |                           |                                     |                |
| 120/70  | 120                       | 70                       | 600                            | 3,70              | 4,40   | 4               | 12,5                      | 44 a 46                             | 50 a 52        |
|         |                           |                          | 400                            | 4,10              | 4,80   |                 |                           |                                     |                |
| 100/70  | 100                       | 70                       | 600                            | 3,10              | 3,70   | 2               | 15,0                      | 39 a 41                             | 45 a 47        |
|         |                           |                          | 400                            | 3,40              | 4,15   |                 |                           |                                     |                |
| 130/70  | 130                       | 70                       | 600                            | 3,80              | 4,50   | 4               | 15,0                      | 45 a 47                             | 51 a 53        |
|         |                           |                          | 400                            | 4,20              | 4,90   |                 |                           |                                     |                |
| 115/90  | 115                       | 90                       | 600                            | 3,50              | 4,15   | 2               | 12,5                      | 39 a 42                             | 45 a 47        |
|         |                           |                          | 400                            | 3,85              | 4,60   |                 |                           |                                     |                |
| 140/90  | 140                       | 90                       | 600                            | 4,20              | 5,00   | 4               | 12,5                      | 45 a 47                             | 53 a 55        |
|         |                           |                          | 400                            | 4,60              | 5,50   |                 |                           |                                     |                |
| 120/90  | 120                       | 90                       | 600                            | 3,60              | 4,25   | 2               | 15,0                      | 40 a 43                             | 46 a 48        |
|         |                           |                          | 400                            | 3,95              | 4,70   |                 |                           |                                     |                |
| 150/90  | 150                       | 90                       | 600                            | 4,30              | 5,10   | 4               | 15,0                      | 46 a 48                             | 54 a 56        |

Fonte: PN 02:103.45, 2008.

Comparando as Tabelas 20, 21 e 22, que determinam o critério a ser atendido e o desempenho de algumas tipologias, respectivamente, é possível concluir, por exemplo, que a parede de *drywall* localizada entre uma unidade habitacional e áreas comuns de permanência de pessoas deve ser projetada com as tipologias 108/48, 120/70, 130/70 ou 140/90, desde que todas elas tenham lâ mineral de 50mm. Percebe-se que são vários os fatores que influenciam no desempenho acústico da divisória, dentre os quais se destacam (TANIGUTI, 1999):

- espessura das chapas de gesso;
- número de chapas de gesso em cada face da divisória;
- emprego ou não de isolante acústico;
- características do isolante acústico;
- existência ou não de aberturas ou frestas na divisória.

A correta especificação da parede de *drywall* na etapa de projeto é extremamente importante, pois os usuários vêm se tornando mais exigentes e muitos edifícios não têm apresentado desempenho acústico satisfatório (TANIGUTI, 1999).

As grandes melhorias no desempenho acústico das paredes de *drywall* são obtidas pelo emprego de isolante acústico e também pelo acréscimo de mais uma camada de chapa de *drywall* (TANIGUTI, 1999). Os principais motivos que vêm comprometendo a privacidade entre os ambientes são (BARING, 1998):

- uso de dispositivos de ventilação;
- interrupção das vedações verticais sob forros leves;
- acabamento com frestas junto ao teto, junto ao piso e nas junções entre chapas;
- funcionamento das instalações hidráulicas e sanitárias.

Em virtude disto, serão abordados no item sobre diretrizes para o projeto, cuidados para evitar que o desempenho acústico seja deficiente.

## 3.3 Sustentabilidade

### 3.3.1 Durabilidade e manutenibilidade

A vida útil de projeto de sistemas de vedação vertical interna, como as paredes de *drywall*, em edifícios habitacionais deve ser igual à metade da vida útil estabelecida para a estrutura do edifício, sendo no mínimo de 20 anos, desde que sejam submetidos a manutenções preventivas e sistemáticas, e, sempre que necessário, a manutenções corretivas e de conservação previstas no manual de operação, uso e manutenção (ABNT NBR 15575, 2008).

O requisito manutenibilidade dos sistemas de vedações verticais internas visa assegurar que o sistema de vedação vertical interna irá manter a capacidade funcional durante a vida útil do projeto desde que submetido a intervenções periódicas de manutenção que devem ser especificadas em projeto.

Estas manutenções preventivas devem ser planejadas e realizadas, enquanto as corretivas devem ser realizadas assim que algum problema se manifestar, a fim de impedir que pequenas falhas possam progredir para extensas patologias. Os dois tipos de manutenção devem ser realizados em estrita obediência ao manual de operação, uso e manutenção fornecido pelo incorporador e/ou pela construtora.

### 3.3.2 Adequação ambiental

Técnicas de avaliação do impacto ambiental resultante das atividades da cadeia produtiva da construção ainda são objeto de pesquisa e no atual estado da arte não é possível estabelecer critérios e métodos de avaliação relacionados à expressão desse impacto. De forma geral, os empreendimentos e sua infraestrutura (arruamento, drenagem, rede de água, gás, esgoto, telefonia, energia etc.) devem ser projetados, construídos e mantidos de forma a minimizar as alterações no ambiente.

No que concerne às paredes de *dyrwall*, caberá aos construtores e fabricantes do sistema atender à legislação ambiental vigente na ocasião da realização do empreendimento, em especial a Resolução Conama nº 307 (CONAMA, 2002), que define que a responsabilidade de destinação dos resíduos de classe “C”, dentre os quais incluem os produtos à base de gesso (CAIXA, 2005).



## 4 VANTAGENS POTENCIAIS DA IMPLANTAÇÃO DA TECNOLOGIA EMERGENTE EM RELAÇÃO À TECNOLOGIA TRADICIONAL

As paredes de *drywall* constituem-se numa tecnologia emergente para a execução de vedações verticais internas que, no Brasil, ainda são intensamente executadas com alvenaria de blocos, sejam eles de concreto ou cerâmicos e sua implantação pode trazer grandes vantagens em relação às alvenarias, tais como as intensamente propaladas pelos diversos fabricantes, como: ganho de área; menor peso; facilidade de execução e de manutenção de instalações; adequado desempenho acústico; superfície lisa e precisa, propícia à aplicação da pintura; rapidez, aceleração do cronograma e redução do prazo; e, em decorrência, vantagens econômicas.

Buscando-se fazer uma análise comparativa entre as vantagens e desvantagens potenciais da tecnologia *drywall* em relação à alvenaria de blocos, as principais características das paredes de *drywall* destacadas por Sabbatini (1998a) são apresentadas e discutidas na sequência. Deve-se ressaltar que tais características podem proporcionar vantagens à adoção da tecnologia, desde que sejam consideradas sistemicamente na produção da vedação. Do contrário, podem se configurar em desvantagens ou limitações da tecnologia.

### **Ganho de área**

- **Vantagem:** É possível obter ganho de área útil dos ambientes uma vez que as paredes internas de *drywall* podem ser produzidas com menor espessura do que a de alvenaria correspondente.
- **Limitação:** Este argumento pode não ser percebido pelo cliente, uma vez que se vende a área útil da unidade habitacional, a qual inclui a espessura das paredes no cálculo.

### **Precisão dimensional dos painéis e modulação flexível**

- Vantagem: os componentes possuem maior precisão dimensional e conseqüentemente a parede de *drywall* também. A modulação flexível possibilita que a parede seja adaptada a um projeto não modular.
- Limitação: apesar de apresentar a modulação flexível, se empregada em edifícios que não apresentem coordenação modular, a produtividade na produção da vedação será reduzida, ficando sujeita a maiores perdas de material e improvisações em canteiro. Isto poderá prejudicar todas as demais vantagens potenciais do subsistema de paredes de *drywall*. Portanto, para que sua racionalização potencial seja um fato, exige compatibilização dimensional desde o projeto, o que deve ser obtido pela compatibilização modular entre os diferentes subsistemas como estrutura e esquadrias.

### **Componentes leves de grandes dimensões e montagem por acoplamento mecânico**

- Vantagem: as grandes dimensões do painel, sua leveza e sua técnica de aplicação por acoplamento mecânico possibilitam elevada produtividade na execução. Além disso, não há etapas de cura após acoplamento dos componentes, o que permite redução de prazo para início das atividades após a vedação.
- Limitação: exigência de ferramentas específicas e de compatibilização dimensional para que os componentes se acoplem perfeitamente. A mão-de-obra deve ser adequadamente treinada.

### **Componentes leves**

- Vantagem: por ser leve, permite considerar menores cargas de vedação no dimensionamento de estrutura e fundação. Possui menor peso que a alvenaria.
- Limitação: a consideração de menores cargas não deverá implicar em estruturas mais esbeltas e mais deformáveis, que resultem em menor estabilidade global, pois deformações de maior amplitude podem não

ser absorvidas pela parede de *drywall*, que possui menor resistência mecânica que as alvenarias, podendo resultar em patologias.

### **Baixo volume de material – quantidade, densidade, espessura e desempenho acústico**

- **Vantagem:** consome menor quantidade de material, utiliza chapas de pequena espessura e componentes leves que permitem economia em transporte e estocagem. Apesar de leves, quando utilizados isolantes, o desempenho acústico pode ser superior ao da alvenaria de mesma espessura.
- **Limitação:** por possuir menor densidade prejudica o isolamento acústico aos sons aéreos, o que exige o emprego de materiais isolantes específicos para melhorar as características de desempenho da parede. As chapas de pequena espessura possuem baixa resistência mecânica a impacto e baixa capacidade de suporte a cargas suspensas exigindo dispositivos auxiliares para sua aplicação.

### **Exigência de projeto de produção e procedimentos de gestão**

- **Vantagem:** a partir de um projeto de produção racionalizado, que atenda à modularidade do sistema, e de procedimentos de gestão compatíveis com a tecnologia, é possível obter serviços mais limpos, menores danos a atividades previamente executadas, menor percentual de perdas e de geração de resíduos.
- **Limitação:** quando não se desenvolve projeto de produção e procedimentos operacionais e de gestão, perdem-se as vantagens potenciais do sistema porque suas características de execução são muito distintas da alvenaria de vedação. O planejamento operacional e a gestão devem prever a alteração na ordem das etapas de execução, como, por exemplo, a necessidade de execução do fechamento prévio dos vãos das janelas com esquadrias e a execução prévia dos revestimentos internos de argamassa quando utilizados. Também os controles de execução devem ser realizados adotando-se tolerâncias específicas, usualmente menores do que as possíveis na alvenaria. Um adequado contrato com as empresas especializadas no serviço de montagem deverá ser realizado.

### **Não contraventa a estrutura**

- Vantagem: sendo produzida segundo adequadas diretrizes, não ficará submetida a tensões decorrentes das deformações estruturais e, portanto, não sofrerá danos que comprometam sua integridade física.
- Limitação: não contribui para a estabilidade global do edifício, o que geralmente ocorre com a parede de alvenaria. Assim, o dimensionamento estrutural deverá atender às exigências normativas de estabilidade global sem contar com o travamento das paredes; isto poderá resultar em estruturas mais robustas.

### **Superfície plana, com baixa rugosidade superficial e de aspecto monolítico**

- Vantagem: a superfície plana e a baixa rugosidade superficial permitem dispensar as camadas de regularização para aplicação de qualquer tipo de revestimento, possibilitando, ainda, a aplicação de acabamento de pequena espessura, como os papéis de parede e pintura. O aspecto monolítico é responsável pela aparência idêntica entre o *drywall* e as paredes de alvenaria revestidas.
- Limitação: os cuidados no acoplamento entre os painéis e o acabamento das juntas podem levar a variações superficiais que dificultam a aplicação de revestimentos de pequena espessura, exigindo camada de regularização como o gesso liso. Nesta situação, perde-se esta vantagem competitiva frente à alvenaria.

### **Sensibilidade à umidade**

- Vantagem: a existência das chapas resistentes à umidade (tipo RU) permite aplicações em situações limitadas.
- Limitação: não é possível sua utilização em vedações externas (fachadas) e exige cuidados específicos quando aplicadas em ambientes com alta umidade relativa do ar e em áreas molhadas e molháveis. Exige detalhes de projeto e cuidados específicos de execução para o subsistema impermeabilização. Exige também alteração no planejamento da execução:

os painéis de gesso somente deverão ser posicionados depois que o edifício estiver protegido da penetração de água de chuva. Cuidados especiais deverão ser observados com os sistemas prediais de água e esgoto.

### **Vedação oca e estruturada por perfis**

- **Vantagem:** permite o embutimento racionalizado das instalações, sem quebras e feito com maior produtividade. Instalações elétricas (eletrodutos, caixas de luz e demais caixas) e hidráulicas são realizadas com facilidade, sem danos, sem produção de resíduos. Facilita a produção de shafts hidráulicos. As manutenções também são facilitadas;
- **Limitação:** dificulta a detecção dos vazamentos, uma vez que dissimula o local dos mesmos, que tendem a se difundir por uma grande extensão até serem identificados. Por isto, não se recomenda o embutimento de tubulações rígidas no interior das divisórias. Não é possível a passagem de tubulações de gás, as quais exigem soluções específicas para o seu enclausuramento. Promove o som de oco quando a parede é percutida, o que deve ser trabalhado com os usuários brasileiros, devido à sua cultura de paredes maciças. Além disso, paredes que possuam instalações hidráulicas podem causar desconforto acústico ao usuário se não forem tomados os devidos cuidados.

### **Propriedades com grande amplitude de variação**

- **Vantagem:** É possível obter uma grande gama de desempenhos desejados devido à possibilidade de se projetar várias configurações de paredes de *drywall*, inclusive com o uso de componentes auxiliares como, por exemplo, os isolantes térmicos e acústicos.
- **Limitação:** quem projeta e executa deve ter domínio da tecnologia para especificar e produzir corretamente.

### **Rapidez, aceleração do cronograma, redução do prazo**

- **Vantagem:** Proporciona maior potencial de redução do tempo de construção em virtude da eliminação de etapas de revestimento interno e de etapas de cura e secagem das alvenarias e revestimentos.

- Limitação: Exige a adequação do planejamento operacional às características de montagem industrial inerentes às paredes de *drywall*.

### **Vantagens econômicas**

- Vantagem: Possibilita ganhos no fluxo de caixa, pois permite realizar o desembolso em um momento posterior do processo de construção em relação à alvenaria, desde que se tenha disponível o equipamento de transporte. Além deste fator, podem ser obtidas economias globais, levando-se em consideração não apenas o custo da vedação, mas os custos de gestão do processo (redução de despesas indiretas na empresa e no canteiro) e da racionalização dos demais subsistemas, como instalações e revestimentos.
- Limitação: Os ganhos econômicos podem não ser percebidos devido a dois fatores: existe no setor uma cultura de comparação entre tecnologias, que leva em consideração o custo por metro quadrado de alvenaria produzida (R\$/m<sup>2</sup>). Neste caso, a parede de *drywall* não é competitiva com a alvenaria, de desempenhos equivalentes. Em segundo lugar, percebe-se que as empresas não têm por hábito apropriar o custo global das construções, em virtude, inclusive, de uma ausência de metodologia tal.

Pelo apresentado fica claro que, comparativamente à vedação em alvenaria de blocos, a tecnologia de paredes de *drywall* possui vantagens potenciais maiores, as quais poderão ser aproveitadas em maior ou menor grau de acordo com seu processo de implantação e consolidação; por isto, no item a seguir, são apresentadas as diretrizes para a implantação e uso desta tecnologia porque, como bem destacou Taniguti (1999): “apesar das paredes de gesso parecerem ser de simples execução, observou-se nas obras muitas dificuldades e improvisações no momento da execução, decorrentes de um conjunto de fatores, destacando-se o desconhecimento do método construtivo, tanto por parte da gerência da obra, como por parte das pessoas que executam a parede”.

## 5 DIRETRIZES PARA O USO DA TECNOLOGIA

Apesar dos investimentos dos fabricantes de chapas para drywall, para que o emprego de seus componentes realmente se consolide no país, observa-se na prática uma dificuldade na implantação dessa tecnologia nas empresas construtoras como uma inovação tecnológica, ou seja, a implantação envolvendo um enfoque sistêmico da referida tecnologia mesmo quando inserida no processo de produção, para que resulte na melhoria de desempenho, qualidade ou custo do edifício ou de uma parte do mesmo. Neste trabalho, apresentam-se algumas diretrizes para a implantação da tecnologia de produção das divisórias de gesso acartonado, baseando-se na metodologia proposta por BARROS (1996) para a implantação de tecnologias construtivas racionalizadas (TANIGUTI; BARROS, 1999b).

Para que a implantação de uma nova tecnologia no processo de produção de uma empresa construtora proporcione a melhoria de desempenho, de qualidade e de custo do edifício, ou de uma parte do mesmo, esperada, ela deve ocorrer com enfoque sistêmico. Assim, são necessárias novas diretrizes para todos os processos da empresa. No caso da vedação interna em chapa de gesso acartonado, TANIGUTI e BARROS (1999b) desenvolveram, a partir da metodologia proposta por BARROS (1996), as diretrizes para esta implantação.

Segundo BARROS (1996), **implantar** significa **“consolidar a nova tecnologia no sistema produtivo da empresa e no processo de produção de edifícios, através de princípios que permitam a sua constante evolução”** (TANIGUTI, BARROS, 1999b).

Desta forma, a implantação de uma nova tecnologia/tecnologia emergente exige a existência prévia de determinadas condições favoráveis, isto é, premissas. A empresa construtora deve observar previamente uma série de premissas fundamentais, as quais BARROS (1996) destaca (TANIGUTI; BARROS, 1999b):

- estabelecimento de um sistema de decisões e de informação;
- identificação da situação tecnológica da empresa;
- disposição e motivação dos agentes envolvidos para o aprendizado;
- disponibilidade de recursos humanos, recursos financeiros e recursos de tempo;
- ambiente propício a mudanças, que pode ser obtido através do trabalho de um líder.

## 5.1 Diretrizes de projeto

As diretrizes de projeto constituem-se em instrumentos para a informação e fixação das novas tecnologias construtivas no sistema produtivo da empresa, proporcionando condições para o avanço tecnológico, na medida em que incorporam as definições para a completa realização da produção, inclusive as relativas ao planejamento do empreendimento (TANIGUTI; BARROS, 1999b).

## 5.2 Desenvolvimento da atividade de projeto

Para que o processo de projeto realmente contribua para o avanço tecnológico da produção das paredes de *drywall*, é necessário que incorpore, além dos aspectos do produto, as características do processo (TANIGUTI; BARROS, 1999b).

Nesse sentido, para que seja possível explorar o potencial de racionalização dessa tecnologia construtiva, a situação ideal é que o projeto das paredes de *drywall*, assim como o das estruturas e das instalações prediais, tenha início na etapa de anteprojeto do edifício, devendo o desenvolvimento dos vários projetos ocorrerem simultaneamente.



A elaboração de um projeto para produção é recomendada, pois através de sua realização é possível identificar as interferências que poderão ocorrer com os demais subsistemas, possibilitando minimizar ou até mesmo eliminá-las (TANIGUTI; BARROS, 1999c).

O próximo item irá abordar algumas recomendações em relação ao processo de projeto de produção das paredes de *drywall*, sem a pretensão de estabelecer exaustivamente o conteúdo do mesmo, mas com o objetivo de orientar em relação aos requisitos mínimos que ele deve apresentar e que são específicos desta tecnologia.

### 5.3 Especificação

De acordo com o Manual de Projeto da Associação *Drywall* (2006), a especificação da divisória e de seus componentes é feita por meio da nomenclatura das paredes. A nomenclatura é composta por uma sequência de até 9 itens (números e letras) que definem as seguintes características (Tabela 23)

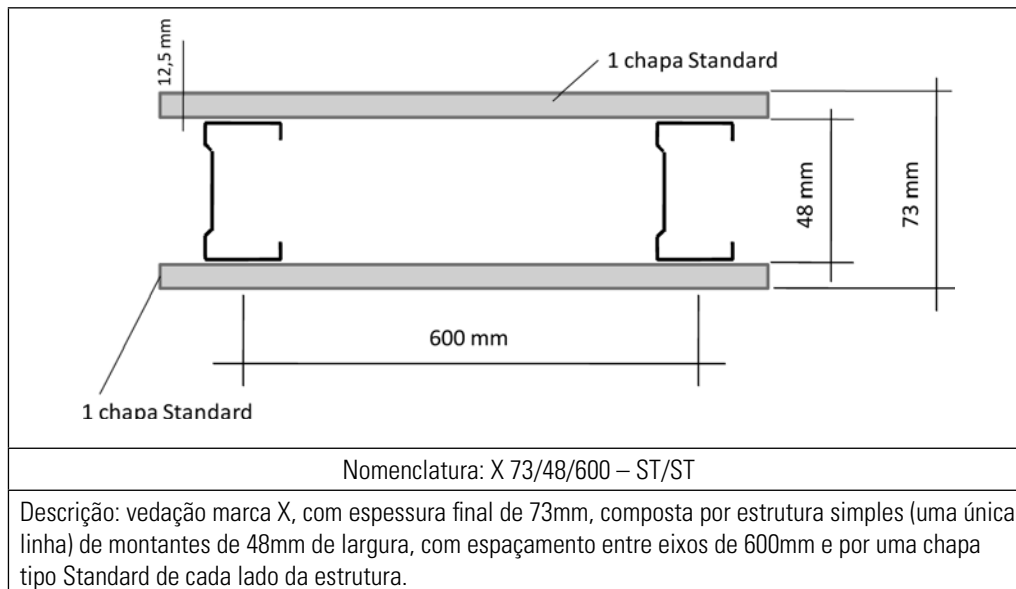
**Tabela 23 – Sequência de informações que compõe a nomenclatura de especificação das paredes de *drywall***

| 1ª. Letra (X)                                   | 1º. número                     | 2º. número                 | 3º. número                                 | MD             | DE (L ou S)                                   | Chapas 1ª. face                          | Chapas 2ª. face                            | LM  |
|---|--------------------------------|----------------------------|--|----------------|---|--|--|---|
| Identificação do tipo de parede pelo fabricante | Espessura total da parede (mm) | Largura dos montantes (mm) | Espaçamento eixo a eixo dos montantes (mm) | Montante duplo | Dupla estrutura<br>L = ligada<br>S = separada | Quantidade e tipo das chapas de uma face | Quantidade e tipo das chapas da outra face | Presença de lâ mineral<br>LV = lâ de vidro, ou;<br>LR = lâ de rocha, com a quantidade de camadas e respectivas espessuras |

Fonte: ASSOCIAÇÃO *Drywall*, 2006.

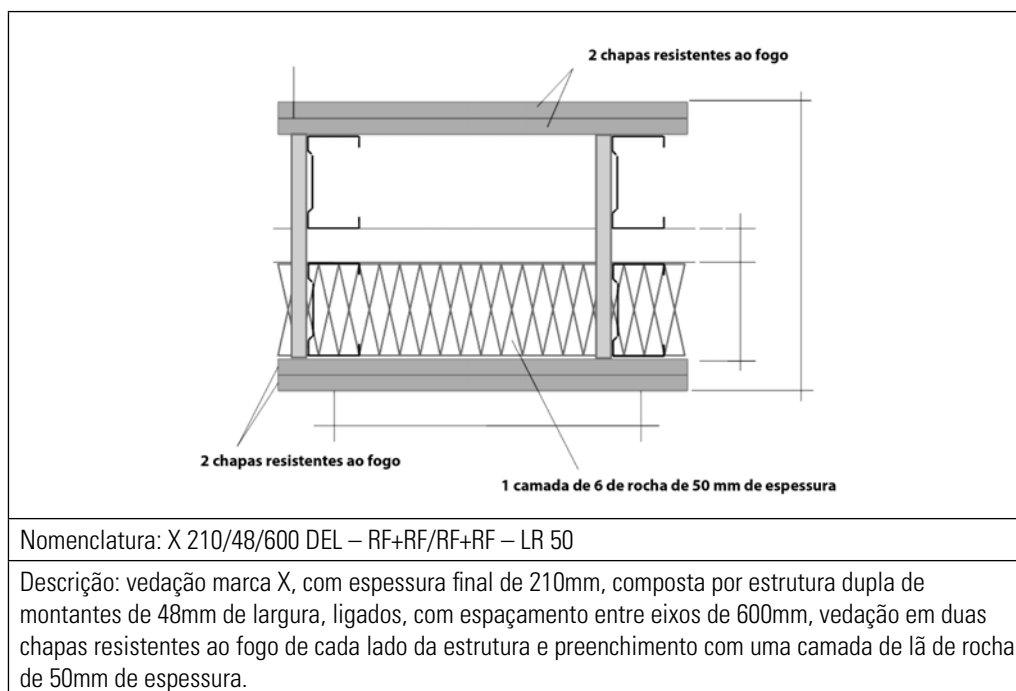
A seguir, nas Figuras 15 a 17 são apresentados exemplos de especificação das paredes de *drywall*.

**Figura 15 – Exemplo 1 de especificação de parede de *drywall* e sua respectiva descrição**



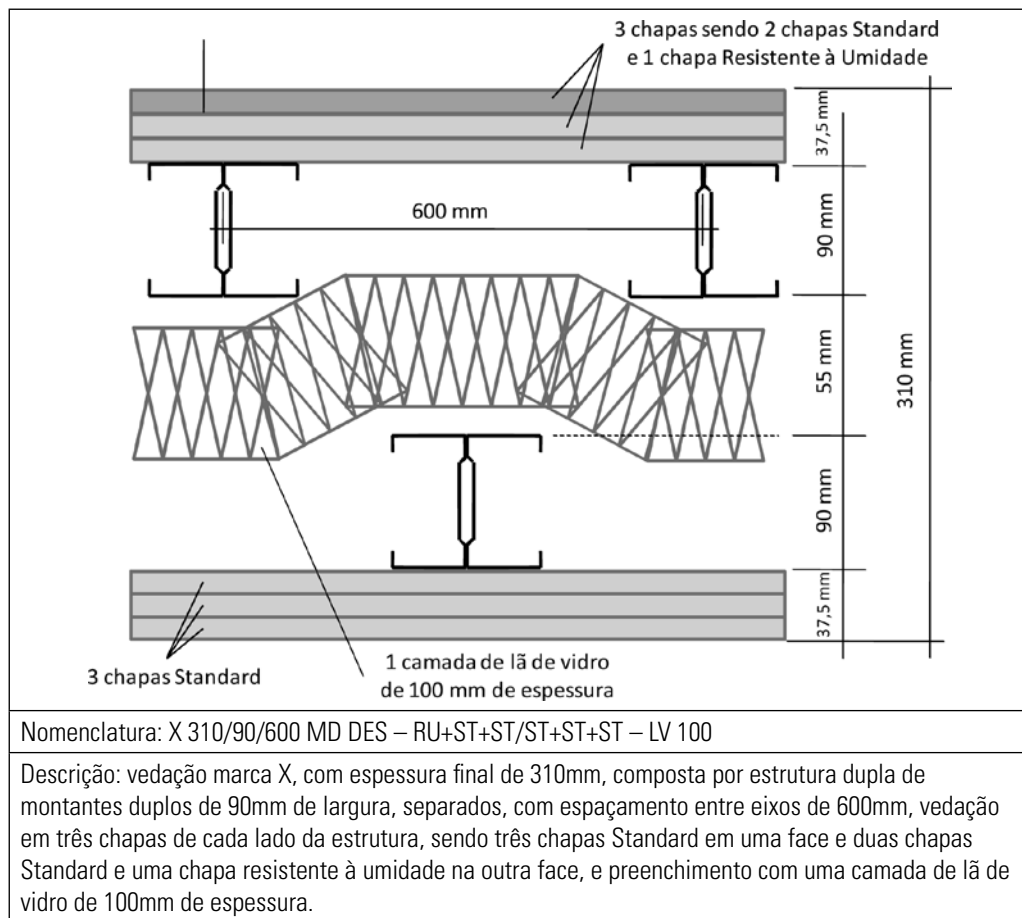
Fonte: ASSOCIAÇÃO *Drywall*, 2006.

**Figura 16 – Exemplo 2 de especificação de parede de *drywall* e sua respectiva descrição**



Fonte: ASSOCIAÇÃO *Drywall*, 2006.

**Figura 17 – Exemplo 3 de especificação de parede de *drywall* e sua respectiva descrição**



Fonte: ASSOCIAÇÃO *Drywall*, 2006.

Note-se que a nomenclatura não contempla a descrição da espessura da chapa para *drywall*. Portanto, recomenda-se a descrição da espessura da chapa quando da utilização de chapas de espessura diferente (9 ou 15mm) das de 12,5mm, que são as mais comumente utilizadas.

Além da espessura do material isolante, o projeto deve indicar seu desempenho esperado e, quando necessário, o sistema de fixação. A espessura mínima exigida é de 50mm (CAIXA ECONÔMICA FEDERAL, 2005). A correta especificação é imprescindível também para o responsável pelo orçamento realizar a quantificação dos insumos com maior precisão possível e fornecer este dado ao departamento de suprimentos, para que este realize a aquisição.

## 5.4 Interface das paredes de *drywall* com os demais subsistemas

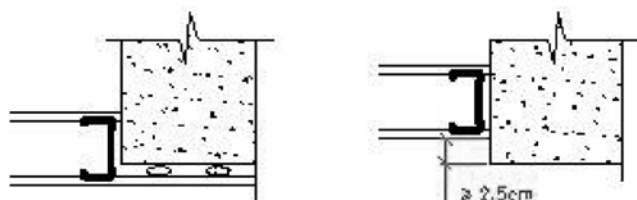
### 5.4.1 Interface com a estrutura

Uma vez que as paredes de *drywall* não contraventam a estrutura, o projeto da estrutura do edifício deve verificar a ação do vento para edifícios acima de 12m, os critérios de estabilidade global para edifícios com altura superior a 5 pavimentos, conforme a ABNT NBR 6118 (2007), e ainda atender aos limites estabelecidos pela ABNT NBR 15575 (2008) quanto às deformações instantâneas e lentas das lajes. Para comprovações, a memória de cálculo deve estar sempre disponível.

A interface entre as paredes de *drywall* e os elementos que compõem a estrutura (pilares, vigas e lajes), ou mesmo entre elas e a alvenaria externa, é um ponto que exige cuidados especiais, pois estes sistemas se comportam de formas diferentes e devem interagir perfeitamente. Nestas interfaces, os montantes precisam ser isolados com bandas acústicas para permitir um adequado isolamento acústico (SABBATINI, 1998).

Para paredes no alinhamento de pilares ou vigas, é obrigatória a colagem da camada externa da chapa de *drywall*, com cola específica fornecida pelo fabricante do sistema sobre o elemento estrutural. Caso se opte pela descontinuidade entre o elemento estrutural e a parede em chapa de gesso, deve-se prever um desnível de, no mínimo, 2,5cm, conforme a Figura 18.

Figura 18 – Parede no alinhamento de pilares e vigas



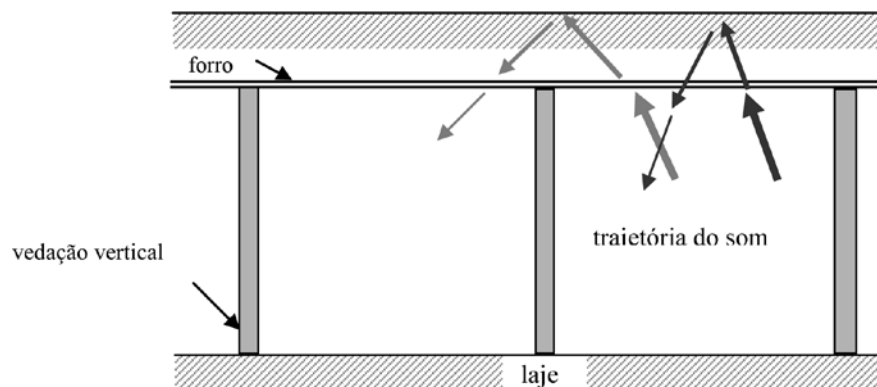
Fonte: Caixa Econômica Federal, 2005.

Os montantes, em estruturas muito deformáveis, precisam ser telescópicos, pois se forem comprimidos pela deformação lenta das lajes poderão flambar e provocar trincas no fechamento (SABBATINI, 1998).

#### 5.4.2 Interface com forros

Quando as paredes de *drywall* terminam na face inferior do forro, há uma quantidade de som que incide sobre a laje do pavimento superior e é refletida, incidindo sobre o próprio ambiente em que o som foi gerado ou sobre um outro ambiente, conforme ilustrado na Figura 19. Neste caso, mesmo com a utilização de isolantes acima do forro, o som ainda pode estar perfeitamente audível. Recomenda-se portanto a interrupção da comunicação entre ambientes no entreforro ou a utilização de outros mecanismos que garantam conforto acústico para os usuários (TANIGUTI, 1999).

Figura 19 – Transmissão de som de um ambiente ao outro através do forro



Fonte: TANIGUTI, 1999.

#### 5.4.3 Paredes para fixação de cargas suspensas

A parede, nos locais onde serão fixados lavatórios, bancadas, pias, tanques ou coifas, deverá ser executada com montantes com espaçamento não superior a 40cm, podendo ser duplos ou reforçados internamente.

Nos ambientes onde houver previsão de fixação de armários e outras cargas suspensas, deverão ser previstos reforços para sustentação destas cargas, considerando-se as prescrições da ABNT NBR 15575 (2008) e dos fabricantes destas fixações no que se refere ao dimensionamento de tais reforços.

Pode-se utilizar reforços de madeira ou metálicos. Caso se utilize reforços de madeira, estes deverão possuir durabilidade natural elevada e serem tratados em autoclave com preservantes hidrossolúveis à base de CCA (arseniato de cobre cromatado). Admite-se a utilização de reforço metálico quando indicado pelo fabricante (CAIXA ECONÔMICA FEDERAL, 2005).

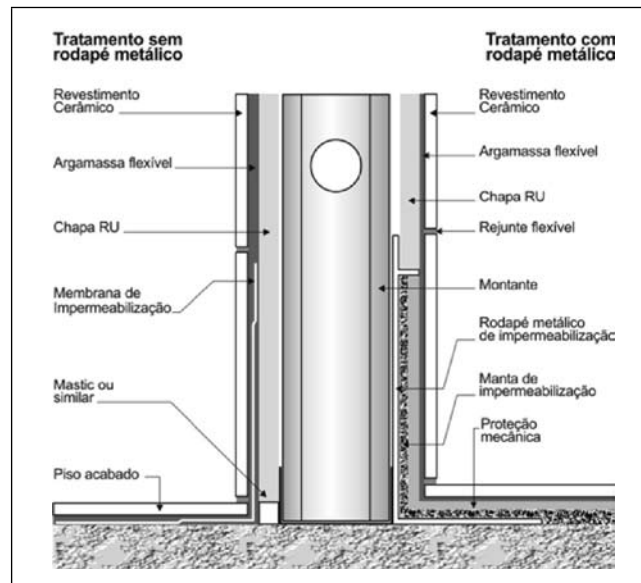
A carga de uso para cada tipo de fixação deverá constar no projeto e no manual do usuário. Este deverá também conter orientações quanto à execução de reforços mecânicos localizados, para suportar armários e afins, bem como informações sobre buchas, parafusos e demais pertences.

#### **5.4.4 Paredes em áreas sujeitas à ação da água**

É obrigatória a proteção da base das paredes em *drywall* em áreas molháveis, a qual deverá subir na parede a uma altura de pelo menos 20cm acima do piso, de acordo com a ABNT NBR 9575 (2003).

Os sistemas recomendados são mantas ou membranas elastoméricas ou asfálticas ou membranas acrílicas, ou mantas termoplásticas que atendam às normas brasileiras vigentes. No caso da utilização de mantas, deve-se utilizar rodapé metálico de impermeabilização para o seu suporte. Os selantes ou mástiques a serem empregados pelo sistema devem ser constituídos por materiais elastoméricos resistentes à água e fungicidas (CAIXA ECONÔMICA FEDERAL, 2005).

Nos casos em que as paredes de *drywall* estiverem sobre um pavimento apoiado diretamente sobre o solo, deverá ser providenciado um sistema de impermeabilização que evite o contato das guias metálicas com a umidade ascendente do solo. Além disso, deve-se observar que não haja contato entre o piso e a chapa de *drywall*. A Figura 20 exemplifica duas possíveis soluções.

**Figura 20 – Proteção da base da parede**

Fonte: Caixa Econômica Federal, 2005.

Na face interna das paredes que delimitam banheiro, cozinha, área de serviço ou qualquer outra área molhada ou molhável, deve ser utilizada a chapa tipo RU para assegurar que a parede se mantenha estanque e seus componentes não se danifiquem quando submetidos à ação da água (TANIGUTI, 1999).

Na face externa das paredes destes ambientes admite-se o uso de chapa standard, exceto se a parede contiver sistemas prediais embutidos que contenham conexões. Neste caso, a chapa da face externa deverá ser do tipo RU.

Na face interna das paredes dos banheiros na área do box – em toda a altura das faces que delimitam os boxes de banheiro, no rodapé até 20cm de altura e na área de lavatório com um altura de pelos menos 45cm, ultrapassando pelo menos 20cm de cada lado este equipamento, dever-se-á impermeabilizar a parede.

Para impermeabilização de paredes, nos ambientes onde se fizer necessário, sobre a chapa RU deve ser empregada película produzida à base de emulsão acrílica não estirenada ou borracha sintética, a qual deve atender à especificação da ABNT NBR 13321 (2008) ou à NBR 9396 (ABNT, 2007).

Sobre a película de impermeabilização deverá ser aplicado um revestimento que atenda às exigências de limpabilidade e sanidade, devendo ser também resistente à ação da água (por exemplo: placa cerâmica ou laminado melamínico).

As demais áreas de parede de banheiro, quando não revestidas com cerâmica, devem receber aplicação da película também. Na cozinha e na área de serviço, quando do emprego da chapa RU, a película poderá ser utilizada somente na região das pias ou tanques. Além disso, deverá ser aplicada uma faixa de revestimento que atenda às exigências de limpabilidade e sanidade e seja também resistente à ação da água (por exemplo: placa cerâmica, ou laminado melamínico) com altura de pelo menos 45cm acima dos mesmos. No sentido horizontal, este revestimento deve ultrapassar pelo menos 20cm de cada lado do equipamento.

Quando a área de serviço estiver sujeita à ação da água de chuva (caracterizada pela ausência de esquadria), todas as paredes deverão ser protegidas com a película de impermeabilização previamente à aplicação de qualquer revestimento decorativo ou pintura.

Admite-se revestir a face interna de paredes de fachadas com chapas de *drywall* somente se a face da chapa de gesso voltada para a fachada receber película de impermeabilização. Em ambiente onde a umidade relativa do ar é permanentemente elevada, próxima da saturação, as chapas tendem a desenvolver fungos. Para evitar-se a formação de fungos, deve-se proteger a superfície com uma pintura de baixa permeabilidade ao vapor e ou com fungicida (SABBATINI, 1998).

É permitida a utilização de piso pré-fabricado elevado no box, desde que haja comprovação técnica do desempenho e da durabilidade desta solução (por exemplo, por meio de Referência Técnica emitida pelo IPT). Neste caso, também deverá ser prevista impermeabilização sob o piso elevado e, na parede, pelo menos 30cm acima do piso elevado mesmo quando for utilizado rodapé metálico.



### 5.4.5 Interface com as instalações prediais

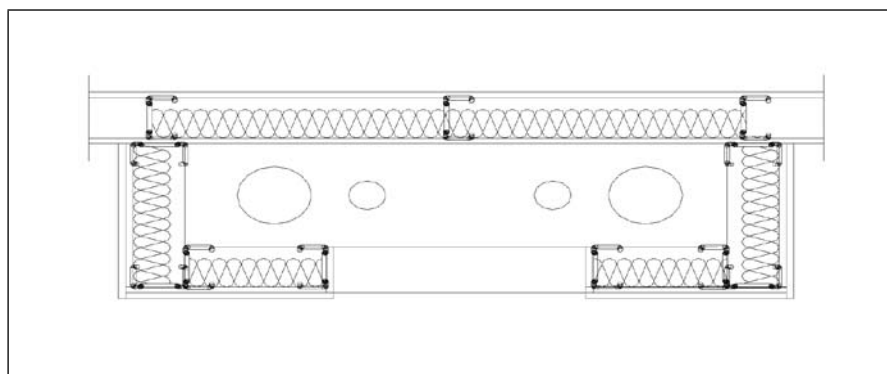
Em relação aos perfis, as guias não devem ser atravessadas por canalizações e conduítes, porque isto, além de provocar interferências na produção, que causam perda de produtividade, exigem uma maior precisão dimensional no posicionamento daquelas tubulações (SABBATINI, 1998).

Não é permitido rasgo contínuo em uma das abas e na alma da guia com mais de 10cm de comprimento e todas as frestas ao redor dos tubos de instalações hidro-sanitárias que atravessem a parede deverão ser devidamente vedadas com mástique elastomérico.

Quando o projeto de instalações fizer uso de shafts, os mesmos deverão ser, obrigatoriamente, vedados horizontalmente em todos os andares, devendo-se empregar materiais resistentes ao fogo, cujo desempenho seja devidamente comprovado por meio de resultados de ensaios de resistência ao fogo.

As paredes em torno dos shafts devem ser executadas com dupla chapa. Somente as faces de parede do shaft voltadas para o banheiro podem ser feitas em chapa simples. As paredes dos shafts por onde passam as prumadas de água e/ou esgoto, adjacentes a outros ambientes, devem ser preenchidas com material isolante acústico (lã mineral), conforme ilustrado na Figura 21.

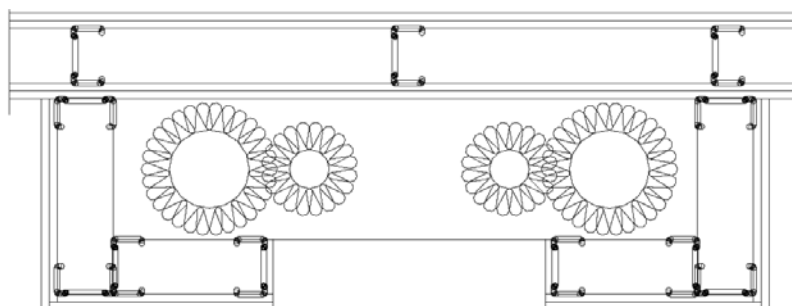
**Figura 21 – Shaft com isolamento acústico nas paredes**



Fonte: Caixa Econômica Federal, 2005.

Alternativamente a esta solução, admite-se que a parede adjacente ao shaft tenha apenas uma face da vedação, desde que executada com duas camadas de chapas de gesso e com o completo envolvimento das tubulações de esgoto com material isolante acústico, conforme a Figura 22.

**Figura 22 – Shaft com isolamento acústico nas tubulações**

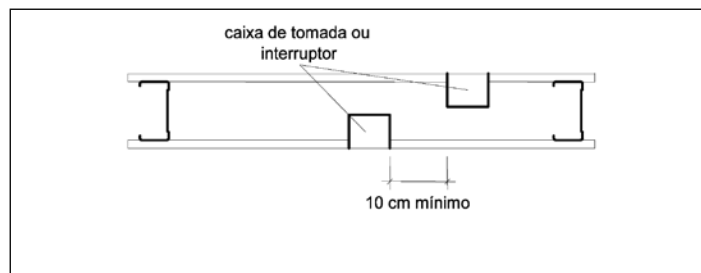


Fonte: Caixa Econômica Federal, 2005.

#### 5.4.6 Interface com as instalações elétricas e de comunicação

Pode-se fixar as caixas de interruptor e de tomada ao próprio montante ou em uma travessa entre dois montantes posicionada especificamente para este fim. É possível fazer uso de caixas para pontos de interruptores, comunicação e TV desenvolvidos especificamente para *drywall*, desde que atendam os critérios de desempenho compatível para este uso. É vetado o uso deste tipo de caixa nos casos de tomadas.

As caixas de tomadas, de interruptores ou de comunicação de dois ambientes adjacentes **NÃO** devem ser locadas em posições coincidentes, isto é, as faces posteriores das caixas não podem estar em contato, devendo as mesmas ser posicionadas com pelo menos 10cm de afastamento entre si (medido de face a face), como ilustra a Figura 23.

**Figura 23 – Forma de fixação de caixas de tomadas, interruptores ou comunicação**

Fonte: Caixa Econômica Federal, 2005.

#### 5.4.7 Interface com as instalações de água fria e quente

É permitida a utilização tanto de instalações com tubos rígidos como as instalações com tubos flexíveis no interior das paredes. Para proteção e para evitar vibração da tubulação, é exigido o uso de protetor de tubulação no montante, tanto para os tubos de PVC como para os de cobre, conforme indicação do fabricante da chapa de gesso.

Os pontos de utilização que exigem manuseio (torneiras ou registros, por exemplo) devem ser fixados em travessas metálicas ou travessas de madeira tratada fixadas entre dois montantes. Para os pontos de utilização destinados a engate flexível (alimentação de bacias ou de misturadores, por exemplo), é permitida sua fixação diretamente nas chapas de gesso, desde que sejam empregados flanges e dispositivos de fixação especialmente desenvolvidos para este fim, com comprovado desempenho e validados pelo fabricante de *drywall*.

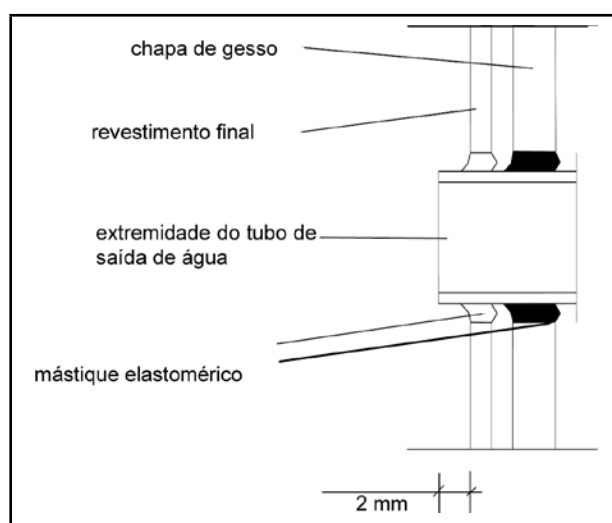
A tubulação de cobre não pode ter contato com os perfis galvanizados e deve estar devidamente fixada, sendo que os sistemas de fixação e de isolamento dos tubos deverão ser projetados e executados conforme indicação do fabricante do sistema de paredes em *drywall*. Todas as tubulações devem ser testadas antes do fechamento das paredes (teste de pressão da coluna d'água).

As frestas entre as chapas de gesso e os pontos de utilização e peças de utilização (registros) devem ser vedadas, como ilustra a Figura 11, com selante (mástique elastomérico). Deve-se prever que as extremidades da tubulação nos pontos de utilização estejam ressaltadas em torno de 2mm em relação ao revestimento final e devidamente vedadas, conforme item anterior, como ilustra a Figura 23.

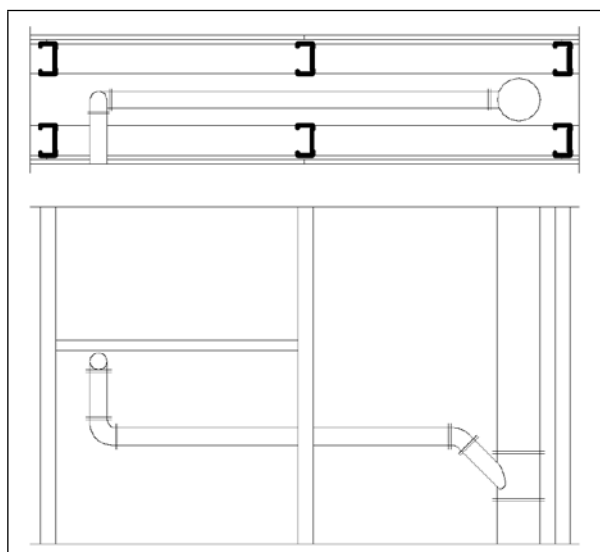
#### 5.4.8 Interface com as instalações sanitárias

Quando as instalações de esgoto forem posicionadas externamente à parede, deverão ser adaptadas soluções para que as tubulações não fiquem visíveis. A colocação das instalações sanitárias internamente à parede será permitida nos casos em que forem adotadas paredes com dupla estrutura (Figura 24 e 25).

**Figura 24 – Vedação das frestas com selante e avanço da tubulação nos pontos de utilização**



Fonte: Caixa Econômica Federal, 2005.

**Figura 25 – Colocação de instalações sanitárias em parede com dupla estrutura**

Fonte: Caixa Econômica Federal, 2005.

Excepcionalmente, será admitida a passagem da tubulação de esgoto internamente à parede com estrutura simples, somente no sentido vertical, desde que a espessura da tubulação seja coerente com a espessura dessa estrutura, podendo haver rasgo em uma das abas e na alma da guia, de no máximo 10cm de comprimento, garantindo-se a fixação das extremidades do rasgo.

Os pontos de coleta de esgoto devem ser preferencialmente fixados em montantes ou em travessas metálicas ou de madeira tratada fixadas entre dois montantes. Caso se opte pela fixação dos pontos de utilização diretamente nas chapas de gesso, deve-se utilizar flanges e fixações especialmente desenvolvidas para esse fim, validadas pelo fabricante de chapa de *drywall*.

Para evitar o desconforto acústico causado por ruídos provenientes do funcionamento das instalações hidráulicas, recomenda-se que todas as tubulações hidro-sanitárias estejam envolvidas com isolante acústico, pelo menos na região que fica em contato com os montantes da divisória, sendo o ideal que isto aconteça em qualquer contato direto da tubulação com elemento estrutural ou parede de *drywall*. O isolante deve ter pelo menos 6mm de espessura (TANIGUTI, 1999).

Quando estiverem previstos em projeto o emprego de venezianas e grelhas junto ao teto, nas paredes ou nas portas, por exemplo, em sistemas de aquecedores, sistema de ventilação de banheiros e exaustores de cozinhas, deve-se prever mecanismos que impeçam ou minimizem a passagem de som de um ambiente para o outro (TANIGUTI, 1999).

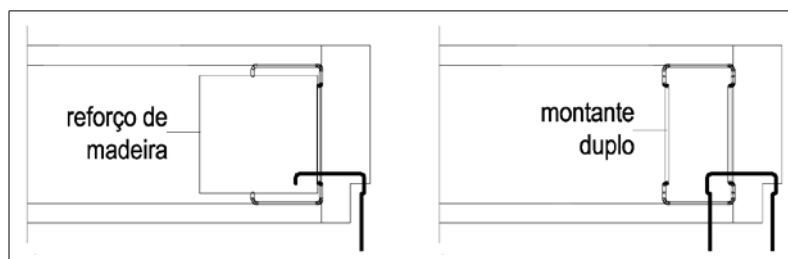
#### 5.4.9 Interface com as instalações de gás

As prumadas de gás deverão, preferencialmente, ficar externas ao edifício sendo terminantemente proibido passar a tubulação de gás por shaft que tenha qualquer tipo de continuidade com o ambiente interno, ou continuidade ao longo de sua altura. Em nenhuma situação é permitido o embutimento de tubulações de gás na parede de *drywall*.

#### 5.4.10 Interface com esquadrias

O projeto das esquadrias deve prever colocação obrigatória de reforços nos montantes aos quais será fixado o marco de porta, admitindo-se duas soluções: colocação de reforço (taco) de madeira tratada ou execução de duplo montante metálico, conforme Figura 26 abaixo.

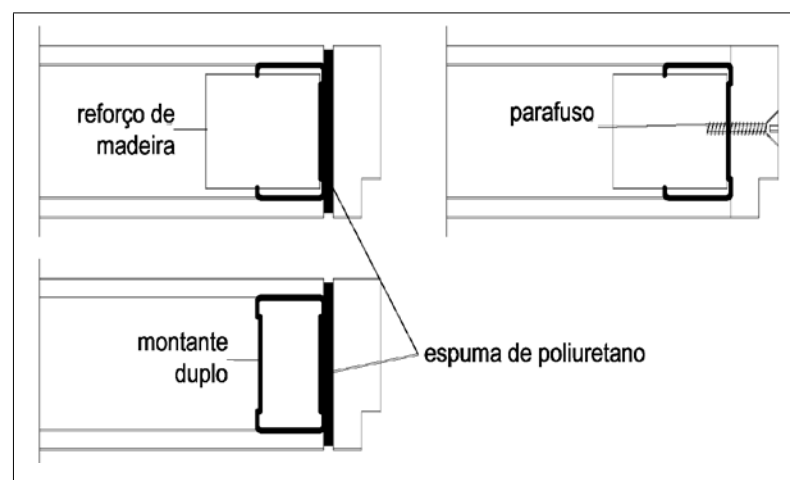
Figura 26 – Soluções admitidas para reforço dos montantes de portas



Fonte: Caixa Econômica Federal, 2005.

Quando se utilizar reforço de madeira, a fixação dos marcos aos montantes poderá ser feita com parafusos ou espuma de poliuretano, sendo que, neste último caso, a junta entre o marco da porta e o montante deverá estar totalmente preenchida pela espuma de poliuretano, como ilustra a Figura 27. Quando se utilizar reforço com montantes metálicos duplos, a fixação dos marcos aos montantes deve ser feita com espuma de poliuretano e a junta entre o marco da porta e o montante deverá estar totalmente preenchida pela espuma de poliuretano.

**Figura 27 – Soluções admitidas para fixação dos marcos de portas**



Fonte: Caixa Econômica Federal, 2005.

Nos casos em que se empregam montantes duplos, somente admite-se a utilização de fixação através de parafuso quando se utilizar montante reforçado, com chapa de pelo menos 0,95mm de espessura (chapa 20) e as janelas internas devem ser fixadas em montantes e travessas ao longo de todo o seu perímetro.

#### **5.4.11 Interface com revestimentos e pintura**

As paredes de *drywall* podem receber acabamento em revestimentos e pinturas. São admitidos revestimentos com placas cerâmicas, papel de parede, tecido ou material sintético, revestimento melamínico e tintas e texturas de uso imobiliário, com exceção de tintas minerais.

O espaçamento entre os montantes deve ser de no máximo 40cm para todas as paredes que receberem revestimento cerâmico, azulejo ou melamínico quando compostas por uma única camada de chapa na face revestida. O espaçamento entre montantes poderá ser de 60cm quando a parede for composta por duas camadas de chapas de gesso na face revestida.

O papel de parede, tecido ou material sintético podem ser aplicados sobre as paredes em *drywall* desde que sejam atendidas as exigências dos fabricantes dos mesmos quanto às colas a serem utilizadas.

Admite-se revestimento melamínico, desde que a imprimação da chapa seja feita com cola de contato à base de policloropreno. O revestimento com placas cerâmicas deverá ser assentado com argamassa colante flexível (adequada à aplicação de revestimento rígido – placa cerâmica – a substratos deformáveis – chapa de *drywall*) ou com pasta de resina.

Nos cantos internos das paredes e nos encontros do revestimento de parede com o piso, deve-se aplicar mástique à base de silicone com fungicida e o rejuntamento deverá ser feito com a aplicação de rejunte flexível (adequado ao rejuntamento de revestimento rígido – placa cerâmica – a substratos deformáveis – chapa de *drywall*). Outros tipos de revestimentos deverão ser objeto de análise específica que comprove, por meio de ensaios, seu adequado desempenho.

## 5.5 Diretrizes de execução

A descrição do método construtivo das paredes em *drywall* é apresentada estabelecendo-se inicialmente quais as condições necessárias para o início do serviço, seguida pelas etapas de execução e suas atividades, baseado no trabalho do TANIGUTI; BARROS, 2000 e TANIGUTI, 1999.



### 5.5.1 Condições de início

Inicialmente, é importante que no pavimento onde será montada a parede de *drywall*, todos os serviços em que se utiliza água estejam finalizados e os períodos de cura vencidos, como, por exemplo, a execução das estruturas de concreto, alvenaria, contrapisos, revestimentos de argamassa em área interna e revestimentos de gesso.

O ambiente deve estar seco e protegido contra a entrada da água de chuva (inclusive aberturas de esquadrias das fachadas) e o piso deve estar devidamente nivelado. Além disso, as saídas das tubulações elétricas pelas lajes devem estar devidamente posicionadas, recomendando-se que as prumadas das instalações hidráulicas e sanitárias também tenham sido realizadas, para evitar que a execução desses serviços prejudique a montagem da divisória.

Os controles desses serviços (estrutura, alvenaria, revestimentos, contrapiso e saída de instalações) devem ter sido realizados e liberados para a execução das próximas atividades, devendo-se definir as ações necessárias para efetuar as compensações caso haja alguma não conformidade de acordo com o controle pré-estabelecido.

As áreas para o armazenamento dos materiais e componentes necessários para a montagem da divisória devem estar definidas, sendo preferível que esses sejam estocados nos pavimentos, para evitar o duplo transporte. Nesse caso, é importante conhecer previamente a quantidade necessária dos materiais e componentes que serão utilizados em cada pavimento.

Ressalta-se a necessidade de conceber a estrutura do edifício considerando-se as características das paredes de *drywall*, uma vez que há uma interferência muito grande entre esses dois subsistemas.

A construtora deverá elaborar um planejamento da produção tal que as paredes em *drywall* não venham a sofrer danos causados pela água, seja de chuva, acidental, de infiltração por shafts ou de outra origem (CAIXA, 2005). As chapas devem ser sólidas, apresentar faces planas, sem ondulação aparente, nem manchas. O cartão deve estar solidário ao gesso, ou seja, sem apresentar



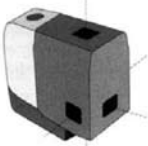


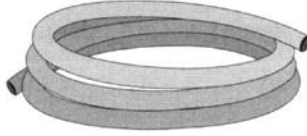


descolamento. Após a verificação dessas condições, pode-se iniciar a execução da divisória.

## 5.5.2 Ferramentas

O sistema de parede de *drywall* possui natureza diferente dos sistemas de vedação em alvenaria, exigindo ferramentas e equipamentos específicos, os quais, segundo Taniguti (1999), podem ser agrupados de acordo com sua função em:



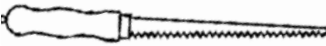
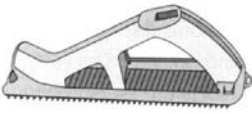

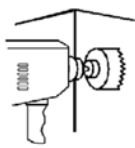

- locação e controle geométrico: grupo de ferramentas utilizado para medição, marcação e alinhamento do suporte (conjunto de perfis metálicos) e das chapas (Figura 28);
- corte dos componentes: ferramentas utilizadas para corte de chapas, em diversas formas e dos perfis metálicos (Figura 29);
- fixação dos componentes: equipamentos e ferramentas utilizados para a fixação dos perfis na estrutura, dos perfis entre si e das chapas nos perfis (Figura 30);
- transporte e elevação das chapas: equipamentos e ferramentas que devem ser utilizados para movimentar as chapas com segurança e qualidade (Figura 31); e
- tratamento das juntas entre as chapas: equipamentos e ferramentas utilizados para a execução do tratamento das juntas e que contribuem para a qualidade do acabamento da vedação; compreendem um conjunto variado de espátulas e os equipamentos de mistura e homogeneização das massas (Figura 32).

**Figura 28 – Ferramentas e equipamentos utilizados na locação e controle geométrico da execução das paredes de *drywall***

| Locação e Controle Geométrico   |  |   |  |
|---|--|---|--|
|  |   |  |   |
| Trena   | Cordão para marcação ou fio traçante   | Nível laser   | Linha de nailon  |
|  |  |   |  |
| Prumo   | Mangueira de nível   |   |  |
|  |  |   |  |
| Nível de bolha  | Metro  |   | Esquadro   |





Fonte: ASSOCIAÇÃO *Drywall*, 2004; TANIGUTI, 1999.

**Figura 29 – Ferramentas e equipamentos utilizados para o corte dos componentes das paredes de *drywall***

| Corte dos Componentes   |   |  |   |
|---|---|--|---|
| Corte das chapas  |   |  |   |
|  |  |  |   |
| Faca retrátil ou estilete   | Serrote comum   | Serrote de ponta   |   |
| Desbaste das bordas das chapas  | Aberturas circulares nas chapas   |  | Corte dos perfis metálicos  |
|  |  |  |  |
| Plaina  | Serra-copo  |  | Tesoura   |

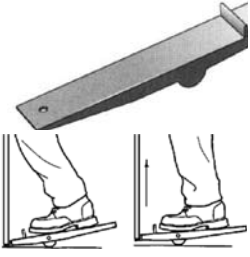

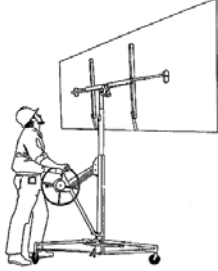
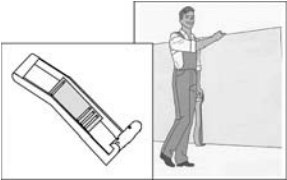
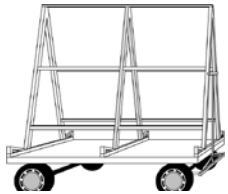
Fonte: ASSOCIAÇÃO *Drywall*, 2004; TANIGUTI, 1999.

**Figura 30 – Ferramentas e equipamentos utilizados na fixação dos componentes das paredes de *drywall***

| Fixação dos Componentes   |   |  |   |
|---|---|--|---|
| Parafusamento das chapas nos perfis e dos perfis entre si                         | Fixação de perfis na estrutura  |  | Fixação dos perfis entre si   |
|  |  |  |  |
| Parafusadeira com regulagem de profundidade                                       | Furadeira   | Pistola de tiro à pólvora (finca-pino)   | Alicate puncionador   |



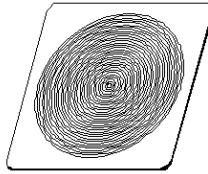
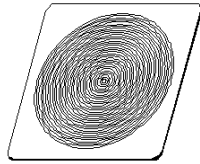


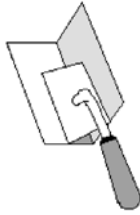
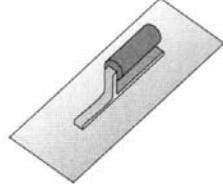
Fonte: ASSOCIAÇÃO *Drywall*, 2004; TANIGUTI, 1999.

**Figura 31 – Ferramentas e equipamentos utilizados no transporte e elevação das chapas de gesso para paredes de *drywall***

| Transporte e Elevação das Chapas  |   |   |
|---|---|---|
|  |  |  |
| Levantador de chapa de pé   | Levantador de chapa manual  | Elevador de chapa   |
|  |   |  |
| Alça para transporte  |   | Carrinho para transporte  |

Fonte: ASSOCIAÇÃO *Drywall*, 2004; TANIGUTI, 1999.

**Figura 32 – Ferramentas e equipamentos utilizados no tratamento de juntas entre as chapas de gesso para paredes de *drywall***

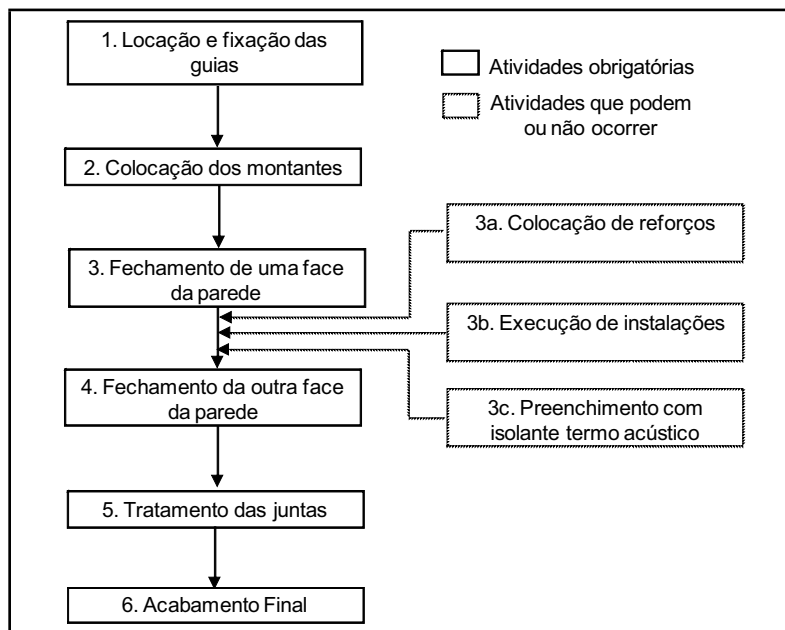
| Tratamento das Juntas entre Chapas  |   |   |  |
|---|---|---|--|
| Preparo de massa  |   | Suporte para massa  | Suporte da fita  |
|  |  |   |   |
| Misturador mecânico (acoplamento à furadeira)                                     | Misturador manual   | Hawk  | Carretel   |
| Execução das juntas   |   |   |  |
|  |  |  |  |
| Espátula metálica   | Espátula metálica larga   | Espátula metálica de ângulo   | Desempenadeira metálica  |

Fonte: ASSOCIAÇÃO *Drywall*, 2004; TANIGUTI, 1999.

### 5.5.3 Etapas de execução das paredes de *drywall*

A execução dessas paredes envolve atividades de montagem, sendo possível variar a espessura da parede, o número de camadas de chapas de gesso, o tipo de chapa de gesso, o espaçamento entre os componentes que estruturam a parede e, ainda, preencher o miolo da parede com isolante termo-acústico, sendo que todas essas variáveis influenciam no desempenho da parede.

De um modo geral, pode-se dividir a montagem da parede em cinco etapas básicas: locação e fixação das guias; colocação dos montantes; fechamento de uma face da parede; fechamento da outra face da parede; e tratamento das juntas. A Figura 32 ilustra esquematicamente as principais etapas e a sequência de execução.

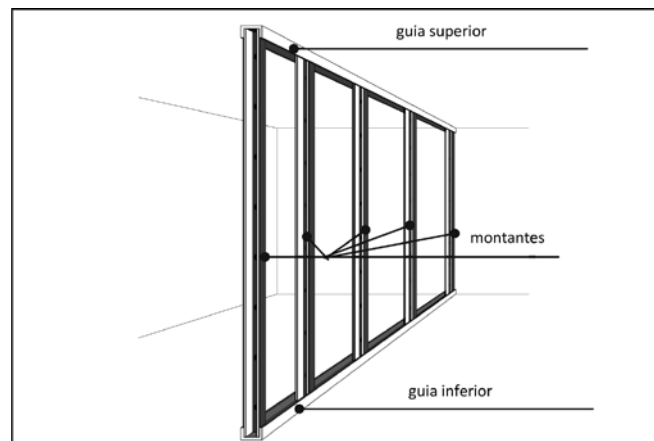
**Figura 33 – Etapas de execução das paredes de gesso acartonado**

Fonte: TANIGUTI, 1999.

A colocação de reforços, a execução das instalações e o preenchimento com isolante termo-acústico são atividades que podem ocorrer ou não, dependendo das características da divisória e dos projetos de instalações.

### 5.5.3.1 Locação e fixação das guias

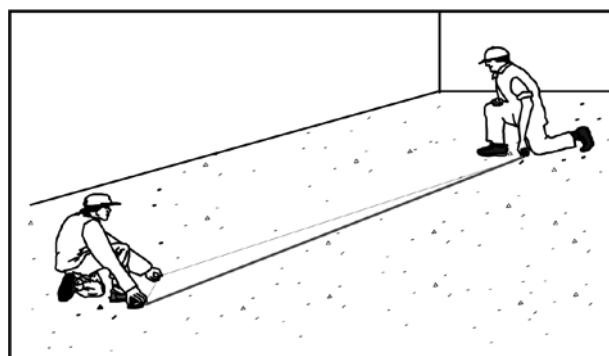
A atividade de locação das guias é de extrema importância e exige precisão durante sua realização, pois determinará o posicionamento da parede, a qual não permite que os erros de locação sejam compensados com camadas de regularização. Os perfis de aço denominados guias têm a finalidade de direcionar a parede. As guias são fixadas no piso e no teto, sendo denominada de guia superior e guia inferior respectivamente (Figura 34).

**Figura 34 – Guias e montantes da divisória de gesso acartonado**

Fonte: TANIGUTI, 1999.

Para a locação das guias, é necessário que se tenha um projeto específico, ilustrando as guias e as distâncias dessas com alguma referência de locação, que preferencialmente deve ser um eixo adotado na obra, ou ainda, na ausência desse, as paredes da fachada, a caixa de escada ou os elementos estruturais do edifício.

Realiza-se inicialmente a locação da guia inferior, demarcando no piso o posicionamento de uma das faces da guia, sendo comum a utilização do cordão para marcação. Para utilizar essa ferramenta, inicialmente marcam-se dois pontos da reta a ser traçada e estende-se o cordão, colocando-o sobre os dois pontos marcados. O cordão deve estar tracionado e, com uma mão, levanta-se o cordão soltando-o em seguida. O giz colorido impregnado na linha deixará a marca (Figura 35). Os vãos de portas e esquadrias também devem ser marcados nessa etapa.

**Figura 35 – Locação da guia inferior**

Fonte: TANIGUTI, BARROS, 1999.

Para a locação das guias, além do cordão pode-se utilizar a trena e o metro. Encontrado o local onde a parede será elevada, a partir de algum ponto de referência (eixo da obra, por exemplo), utiliza-se o lápis para marcar a posição das guias.

Uma vez realizada essa atividade, o mesmo deve ser feito no teto. Para isso, pode-se utilizar o nível a laser ou o fio de prumo. A transferência da marcação do piso para a laje superior pode ser realizada em dois momentos diferentes: antes da fixação da guia inferior e após a sua fixação. No primeiro caso obtém-se maior precisão, sendo empregado o nível a laser ou o prumo de eixo. Na segunda situação, após a fixação da guia inferior, marca-se o posicionamento da guia superior, utilizando o prumo de face.

Após a marcação e antes de se realizar a fixação da guia, deve-se aderir a fita para isolamento acústico (banda acústica) na face da guia que ficará em contato com o piso e com o teto. Essa fita reduz a passagem do som através das frestas entre a parede/piso e a parede/teto.

As bases para a fixação das guias superior e inferior devem ter regularidade superficial suficiente para permitir que a guia fique totalmente em contato com a banda acústica e esta, por sua vez, em contato com a base, sem que existam frestas entre as interfaces (CAIXA, 2005).

Para a fixação das guias, pode-se utilizar parafuso e bucha, ou pistola de tiro à pólvora e pino de aço, que devem ser fixados a cada 60cm e no mínimo em três pontos (TANIGUTI, 1999). Caso seja necessário executar furos nas guias para a passagem de eletrodutos, o espaçamento entre furos deve ser de, no mínimo, duas vezes o diâmetro do furo e é obrigatória a colocação de dois pontos de fixação ao lado dos furos (CAIXA, 2005).

### **5.5.3.2 Colocação dos montantes**

Após a fixação das guias, realiza-se a estruturação da parede, através da colocação dos montantes. Os montantes são perfis de aço instalados na posição vertical, que estruturam a paredes e servem como suporte para a fixação das chapas de gesso. As chapas de gesso acartonado devem



ser fixadas sobre uma base plana e estável, pois não possuem, por si só, resistência estrutural adequada.

Os montantes possuem aberturas circulares que facilitam a passagem de tubulações hidráulicas e elétricas. A largura e a espessura dos montantes devem ser as mesmas que as das guias. Primeiramente realiza-se a marcação na guia inferior da distância entre os montantes, conforme especificação de projeto utilizando-se a trena e o lápis. As distâncias mais comumente executadas são de 40 e/ou 60cm.

Em seguida, verifica-se o comprimento do montante, que deve ser aproximadamente 10mm menor que o pé direito, sendo a folga situada na guia superior. Para realizar o corte nos montantes e nas guias, utiliza-se a tesoura específica para corte de perfis, ilustrada na Figura 27. Utiliza-se então a trena e o lápis para marcar a distância entre os montantes, conforme especificação no projeto.

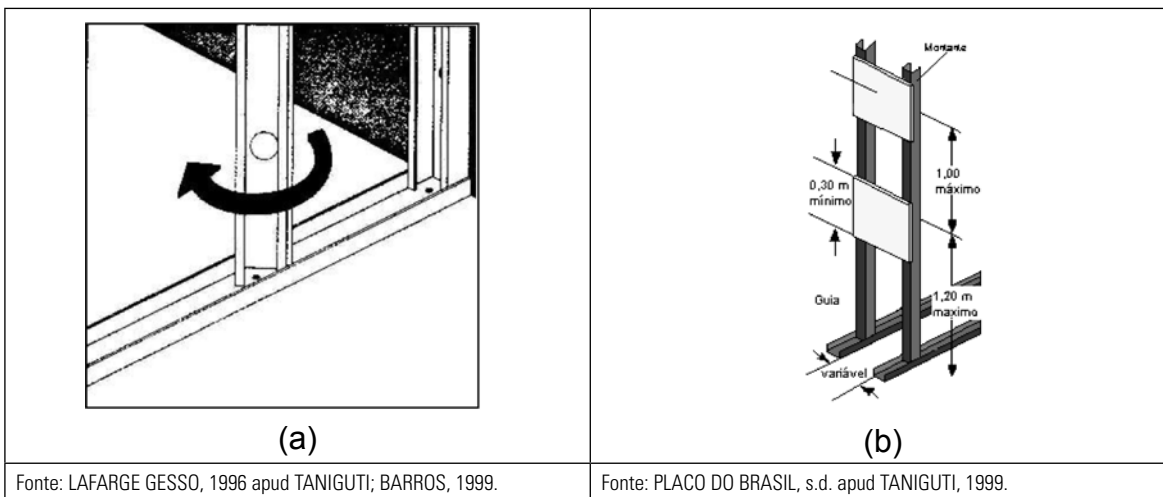
A estruturação inicia-se com a colocação dos montantes perimetrais. Da mesma forma que as guias, os montantes perimetrais devem estar com a fita para isolamento acústico aderida. Esses montantes devem ser parafusados sobre a superfície na qual ficarão encostados, que pode ser um pilar, ou mesmo uma alvenaria de fachada, por exemplo, da mesma forma que as guias.

Os montantes perimetrais devem ser fixados às guias superior e inferior por meio de parafusos – tipo LA/PA ou LB/PB, dependendo da espessura final da ligação – para ligação metal/metal (Tabela 5). Em seguida, encaixam-se os demais montantes verticalmente no interior das guias, obedecendo aos espaçamentos já marcados, conforme ilustrado na Figura 36.

Os montantes devem ser fixados na guia superior com ponteamto (processo em que duas lâminas do perfil recebem um pressionamento em forma de vinco que as fixam) e na guia inferior com parafuso. Não é permitida a fixação com parafusos nas duas extremidades. Não é recomendada a realização de emendas nos montantes. Porém, caso haja a necessidade de realizá-la, os montantes devem estar sobrepostos pelo menos 200mm e aparafusados nessa região.

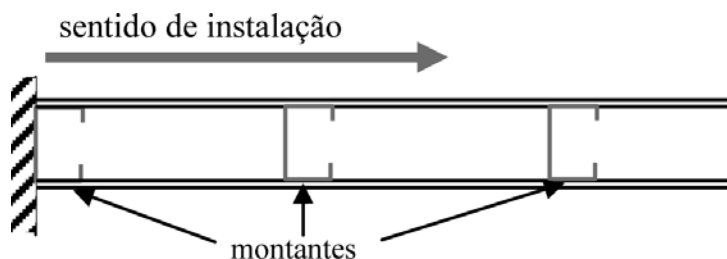
No caso da espessura da parede ser maior que a largura das guias e dos montantes disponíveis, pode-se executar uma dupla estrutura, de modo que a parede pode assumir larguras variadas. Nesse caso, os montantes devem ser solidarizados a cada 0,40m, conforme se observa na Figura 35 (PLACO DO BRASIL, s.d.<sup>10</sup> apud TANIGUTI, 1999).

**Figura 36 – Colocação dos montantes(a) e dupla estrutura através de montantes solidarizados(b)**



Os montantes devem ser posicionados todos em um mesmo sentido, ou seja, com a face “aberta” na mesma direção, conforme ilustrado na Figura 37. A direção dos montantes determina o sentido de instalação das chapas de gesso.

**Figura 37 – Direção dos montantes e sentido de colocação das chapas de gesso**



Fonte: (CSTB, 1981<sup>11</sup> apud TANIGUTI, 1999).

10 PLACO DO BRASIL. Manual de Sistemas Placostil. [s.d.].

11 CENTRE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DU BATIMENT (CSTB). Ouvrages en plaques de parement en plâtre - plaques a faces cartonnées: DTU

É permitido fazer furos adicionais nos montantes, desde que (CAIXA ECONÔMICA FEDERAL, 2005):

- os furos sejam centrados na alma do montante;
- o diâmetro seja, no máximo, igual ao dos furos de usinagem do perfil;
- o número de furos adicionais seja no máximo dois furos entre os furos de usinagem, limitando-se a, no máximo, quatro furos adicionais por montante.

### 5.5.3.3 Fechamento de uma face da parede

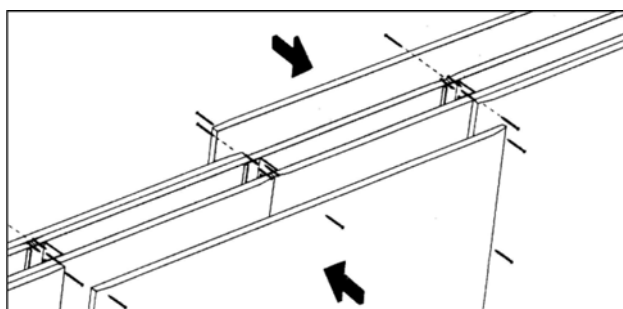
Uma vez montada a estruturação da parede, a próxima etapa consiste em realizar o fechamento de uma de suas faces. Recomenda-se a utilização da chapa de gesso para *drywall* com borda rebaixada para que, após a realização do tratamento das juntas entre as chapas, a parede fique nivelada, sem saliências decorrentes do tratamento de juntas, conferindo uma aparência monolítica.

As chapas de gesso podem ser fixadas com o seu comprimento na posição horizontal ou vertical, sendo mais comum o emprego na posição vertical. A elaboração de um projeto de modulação das chapas pode prever, dentre outros aspectos, o melhor posicionamento das chapas.

No caso de se utilizar mais de uma camada de chapa de gesso numa mesma face da parede, as junções das chapas entre uma camada e outra devem ser desencontradas, como ilustra a Figura 38 (LAFARGE GESSO, 1996 apud TANIGUTI, 1999).

---

25.41. Cahiers du CSTB, Cahier des clauses spéciales, sept. 1981.

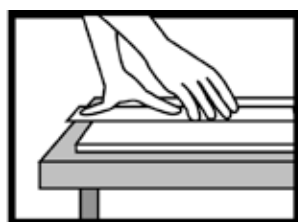
**Figura 38 – Desencontro das junções na sobreposição de duas chapas de gesso**

Fonte: LAFARGE GESSO, 1996<sup>12</sup> apud TANIGUTI; BARROS, 1999.

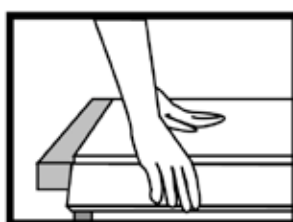
Primeiramente, deve-se obter a chapa na dimensão desejada. As chapas devem ser aproximadamente 10mm menores que o pé direito, para permitir o espaçamento no piso. Se as chapas forem ser instaladas no tamanho padrão em que chegaram ao canteiro de obras, passa-se para as etapas de posicionamento e fixação. No caso contrário, se for necessária a realização de cortes, deve-se executá-lo antes da fixação.

Para o corte das chapas de gesso acartonado, a ferramenta mais comum é o estilete. Para realizar o corte, inicialmente corta-se o cartão de uma das faces da chapa de gesso utilizando-se o estilete. Para garantir a linearidade, uma régua deve ser utilizada como guia.

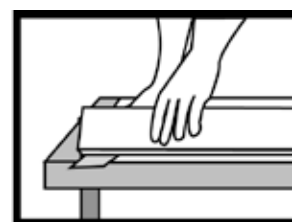
Em seguida, deve-se aplicar um golpe seco sobre o gesso acartonado. Finalmente, deve-se virar a chapa de gesso e cortar com o estilete o outro lado do cartão. O procedimento do corte das chapas com o emprego do estilete pode ser visualizado nas Figuras 39 e 40.

**Figura 39 – Procedimentos para o corte das chapas de gesso com estilete**

**Corte o cartão estilete e ajuda da régua**



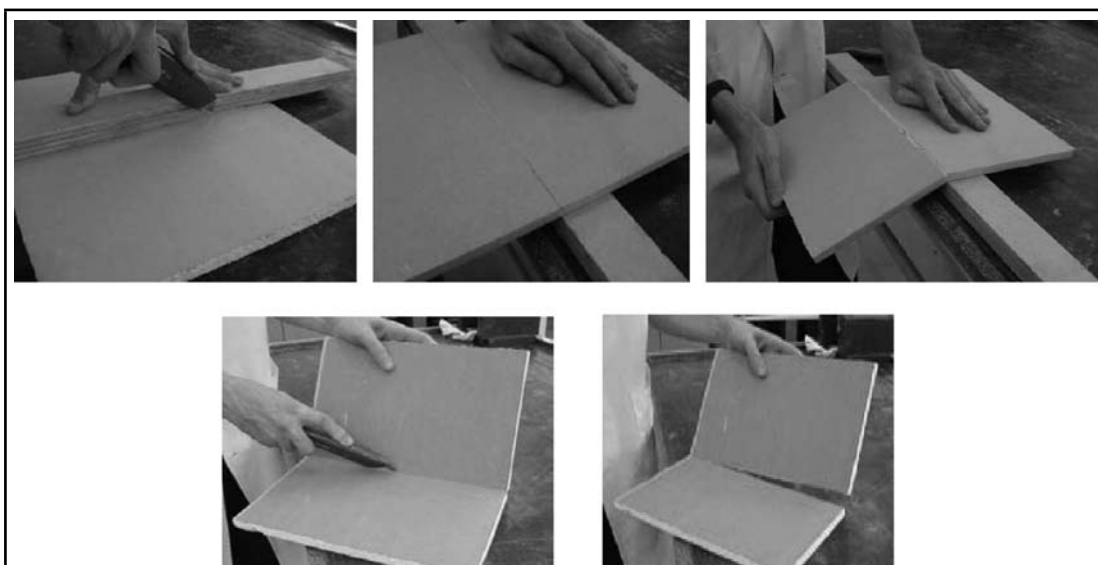
**Dê um golpe seco sobre a chapa**



**Vire a chapa e corte o outro lado**

Fonte: TANIGUTI; BARROS, 1999.

<sup>12</sup>LAFARGE GESSO. Sistema Lafarge: painéis de gesso. s. L., 1996 (Manual técnico de paredes e forros).

**Figura 40 – Procedimentos para o corte das chapas de gesso com estilete**

Fonte: SABBATINI, 2004.

Quando há a necessidade de se cortar as chapas de gesso nas duas direções (em formato “L” por exemplo), o serviço pode se tornar mais rápido com a utilização do serrote. Após o corte das chapas, a plaina é utilizada para o desbaste das suas bordas cortadas. Não deve se utilizar serrotes para madeira, pois são menos rígidos que o serrote para chapa de gesso.

A serra copo é utilizada para fazer aberturas circulares nas chapas de gesso, sendo adaptável a uma furadeira elétrica. É utilizada geralmente quando há a necessidade de se realizar aberturas para a passagem de tubulações hidráulicas. A vantagem em se utilizar a serra copo é a rapidez na execução da abertura, além da uniformidade no serviço, pois as aberturas ficam com o diâmetro e formato desejados.

No caso da utilização do serrote de ponta, é possível obter aberturas circulares, porém sempre há imperfeições que podem ocorrer em maior ou menor intensidade, dependendo da habilidade de quem executa. Essas ferramentas encontram-se ilustradas na Figura 29.

Após a obtenção da chapa na dimensão desejada é necessário posicioná-la corretamente para a fixação à estrutura suporte. As chapas de gesso não podem ficar em contato direto com o piso. Dessa forma, para que sejam fixadas

sem ficar em contato com o piso e ao mesmo tempo fiquem niveladas, pode-se utilizar alguns equipamentos e ferramentas comercializados pelos fabricantes de chapas de gesso, como o pedal e o levantador de chapa. As chapas de gesso devem ser fixadas a aproximadamente 10mm de distância do piso.

Se a opção for a utilização do pedal, a chapa de gesso deve estar inicialmente sobre uma das extremidades do pedal e, pisando-se na sua extremidade oposta, ajusta-se a altura em que a chapa de gesso será fixada. A alternativa ao uso do pedal é o emprego do levantador de chapa. A chapa de gesso deve ser apoiada sobre a base do levantador. Movimentando-se o componente que desliza sobre o cabo, realiza-se o ajuste da altura da chapa de gesso.

O fechamento da chapa de gesso torna-se mais simples com o emprego do levantador de chapa, pois não há a necessidade do operário realizar força para manter a chapa levantada ao mesmo tempo em que essa é fixada nos montantes, situação que ocorre quando se utiliza o pedal ou o pé de cabra.

Assim como o pedal, o levantador de chapa pode ser carregado manualmente, devido à leveza e dimensões reduzidas. Para garantir o nivelamento da chapa de gesso, é recomendável que as chapas sejam apoiadas pelo menos em dois pontos, necessitando de dois operários para a realização desse serviço. O emprego de pé de cabra como um substituto do pedal não é recomendado, pois dependendo da forma como se manuseia a chapa de gesso, a região que fica apoiada sobre o pé de cabra pode se danificar.

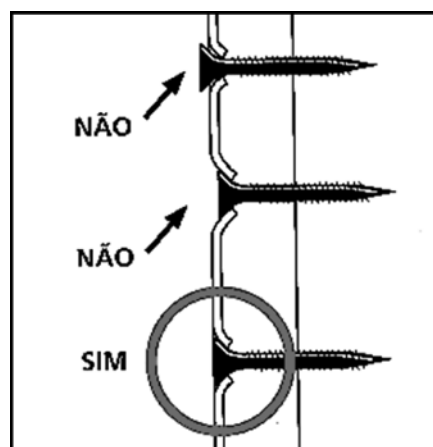
Após o posicionamento, realiza-se a fixação das chapas de gesso nos montantes. As chapas sempre devem ser fixadas sobre o montante, com espaçamento entre os parafusos de 25cm a 30cm, e no mínimo a 10mm da borda da chapa, utilizando-se parafusos específicos tipo TA ou TB. Estes parafusos devem ter comprimento suficiente para penetrar todas as camadas de chapa e ultrapassar o perfil metálico em pelo menos 10mm (ASSOCIAÇÃO *Drywall*, 2004). Os comprimentos variam de 25 a 70mm.

O equipamento mais indicado para a fixação das chapas de gesso aos montantes é a parafusadeira com regulador de profundidade, pois proporciona maior produtividade no serviço. Comumente utiliza-se uma parafusadeira com

potência de 550 W, rotação máxima é de 4300 RPM e massa de 1,4kg, com empunhadura anatômica (TANIGUTI, 1999).

Durante a fixação, deve-se atentar para que a cabeça do parafuso fique nivelada com a face do cartão, conforme ilustrado na Figura 41. A cabeça do parafuso não pode ficar saliente, para não comprometer o acabamento, e também não pode ficar reentrante, pois a cabeça do parafuso deve estar fixada no cartão, que vai resistir aos esforços requeridos.

**Figura 41 – Posicionamento do parafuso na chapa de gesso**



Fonte: (PLACO DO BRASIL, s.d. apud TANIGUTI, 1999).

Após a fixação da primeira face seguem-se as etapas de colocação de reforços internos e passagem de instalações.

### **A) Colocação de Reforços Internos**

Caso haja previsão de se fixar objetos com carga superior a 30kg, deve-se colocar um reforço dentro da parede, sendo a execução desse serviço realizada antes do fechamento da segunda face da parede. Os reforços internos da parede têm sido executados com estruturas de madeira, embora os fabricantes de chapas de gesso comercializem reforços metálicos para alguns casos específicos, como para a fixação de bacia sanitária de saída horizontal.

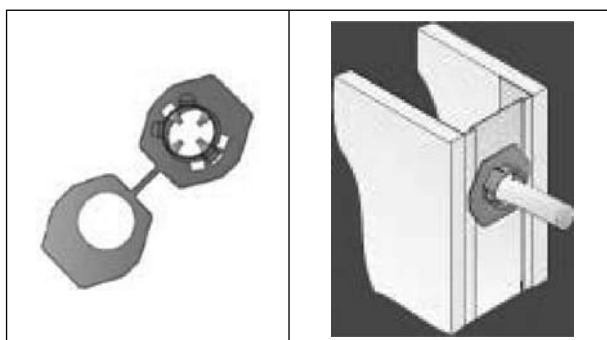
## B) Execução de Instalações

Caso haja passagens de instalações hidráulicas e elétricas dentro da parede, essas devem ser realizadas antes do fechamento da segunda face da mesma. Uma vez que a parte interna da parede é oca, há uma maior facilidade para a execução desses serviços, se comparada à alvenaria. Ainda assim, alguns cuidados devem ser observados, para que seja possível otimizar a execução, bem como não comprometer o desempenho da parede.

### 5.5.3.4 Instalações elétricas

No caso das instalações elétricas, os eletrodutos flexíveis são instalados atravessando os orifícios dos montantes. É obrigatória a colocação de protetores plásticos de tubos nos furos dos montantes, conforme ilustra a Figura 42.

Figura 42 – Protetores plásticos para passagem de eletrodutos flexíveis em montantes



Fonte: ASTRA, 2008; MODULOR, 2008.

Os cuidados a serem observados previamente referem-se à localização das saídas desses eletrodutos pelas lajes, que devem coincidir com a posição da parede. Deve-se ainda evitar a concentração dos eletrodutos, que dificultam a fixação das guias.

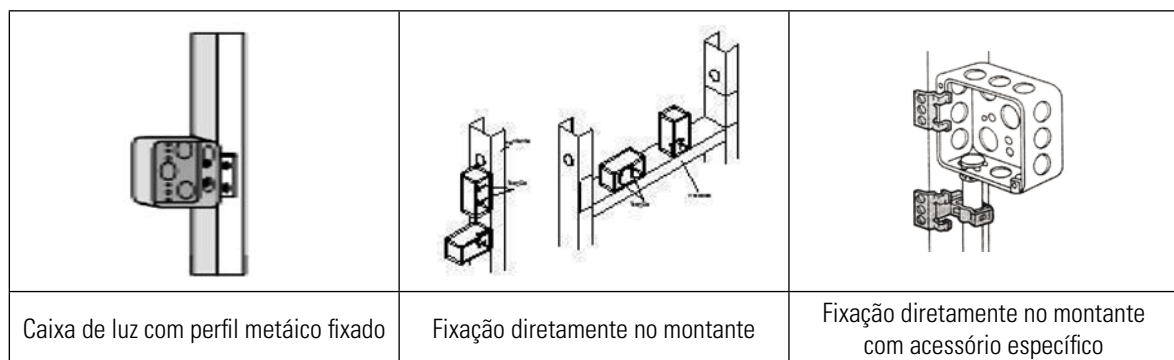
As caixas de tomadas e interruptores **NÃO** devem ser locadas em posições coincidentes na mesma parede, em dois ambientes adjacentes e devem estar distantes entre si pelo menos 10cm, face a face (CAIXA ECONÔMICA FEDERAL,



2005). A utilização de caixas de luz convencionais ou próprias para paredes de *drywall* define a forma como serão fixadas.

A caixa de luz convencional pode ser fixada diretamente sobre o montante, podendo-se também fixar pedaços de montantes na caixa de luz e, posteriormente, fixar no montante. Em ambos os casos, o emprego desses tipos de fixação apresentam como desvantagem o fato de obstruírem uma das faces da caixa de luz, impossibilitando a passagem de eletrodutos nessa região. Para evitar esse inconveniente, pode-se empregar acessórios específicos para esse fim. A desvantagem nesse caso reside no fato desses serem importados, ficando na dependência de poucos fornecedores, além do custo ser mais elevado. A Figura 43 ilustra as várias formas de fixação da caixa de luz adjacente aos montantes.

**Figura 43 – Formas de fixação da caixa de luz ao montante**

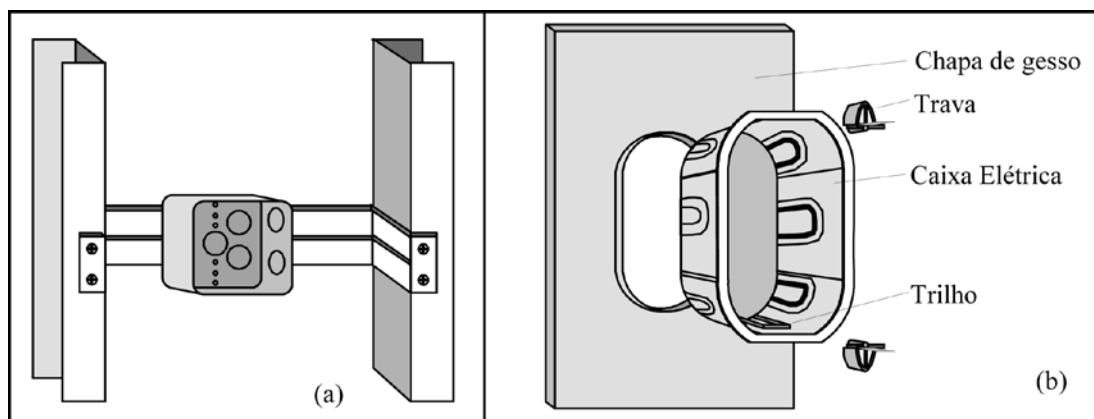


Fonte: TANIGUTI; BARROS, 1999; CAIXA, 2005.

No caso da caixa de luz localizar-se entre o vão de dois montantes, pode-se utilizar perfil metálico específico para essa finalidade. A caixa de luz é aparafusada sobre esse perfil, que por sua vez é fixado a dois montantes, interligando-os. Esse perfil é comercializado no Brasil, mas sua utilização não é comum, pois o fato de ser importado aumenta o custo, além de ficar na dependência de poucos fornecedores.

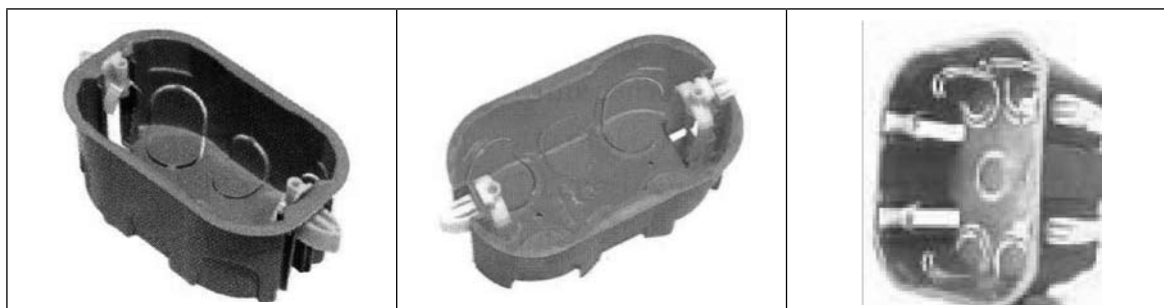
Ao invés do emprego desse perfil metálico, pode-se empregar uma caixa de luz específica para ser fixada sobre o gesso acartonado. Essa caixa é de plástico e sua fixação ocorre através de colocação de presilhas plásticas na própria caixa de luz. As Figuras 44 e 45 ilustram esses dois componentes.

**Figura 44 – (a) Perfil metálico específico para fixação da caixa de luz. (b) Caixa de luz específica para fixação em chapas de gesso**



Fonte: TANIGUTI; BARROS, 1999.

**Figura 45 – Exemplo de caixa elétricas específicas para paredes de *drywall***



Fonte: ARQUITETURA & CONSTRUÇÃO, 2005; ASTRA, 2008.

O entorno das aberturas provenientes do embutimento de caixas elétricas e saídas das tubulações locados nas chapas devem ser vedados com selantes que não permitam e/ou diminuam a passagem de som entre os ambientes (TANIGUTI, 1999).

### 5.5.3.5 Instalações hidráulicas

Os sub-ramais hidráulicos podem ser executados utilizando-se tubulação rígida ou flexível. Assim como as instalações elétricas, a correta localização das saídas das tubulações hidráulicas pela laje é um fator que

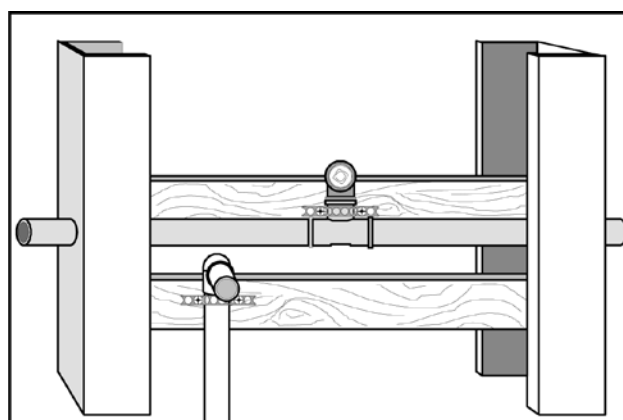
deve ser observado anteriormente à execução da parede. Além disso, deve-se cuidar para que o diâmetro da tubulação seja compatível com a espessura da parede, para que não se interrompa a guia nessa região, comprometendo o desempenho acústico da parede.

O emprego de tubulação rígida torna a execução da instalação mais difícil. Ainda assim, sua utilização tem sido comum no Brasil, pois o custo em comparação às tubulações flexíveis é menor, além do fato de as tubulações flexíveis não serem fabricadas no país, dependendo de importação.

No caso das tubulações rígidas horizontais, essas podem atravessar os orifícios dos montantes. Em se utilizando tubulação de cobre, cuidados devem ser observados para que o mesmo não entre em contato direto com os perfis de aço galvanizado, o que pode ocasionar a corrosão do aço galvanizado.

Quanto à forma de fixação das tubulações, essas ocorrem nos pontos de saída, como registros, torneiras, chuveiros, entre outros. É recomendável fixar as tubulações rígidas para que elas fiquem estáticas e não exerçam esforços mecânicos na chapa de gesso, o que pode causar danos às chapas. A fixação deve ocorrer com o emprego de abraçadeiras aparafusadas sobre estruturas de madeira, conforme ilustrado na Figura 46. Além da madeira, a fixação das tubulações rígidas também pode ser realizada com perfis metálicos.

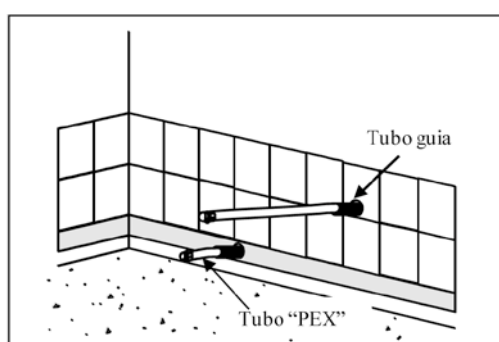
**Figura 46 – Fixação da tubulação rígida**



Fonte: TANIGUTI; BARROS, 1999.

No caso de tubulações flexíveis, utiliza-se tubos de polietileno reticulado (PEX), que podem ser empregados tanto para água quente como para água fria. A vantagem em se empregar essa tubulação é que não se utiliza conexões, o que reduz potencialmente o risco de vazamentos. Apesar de não ser imprescindível, recomenda-se a utilização de uma “tubulação guia” que, analogamente a uma instalação elétrica, desempenha a função dos eletrodutos. Dessa forma, quando houver a necessidade de trocar a tubulação PEX, as chapas da parede não precisam ser retiradas. A Figura 47 ilustra a tubulação PEX envolvida com a “tubulação guia”

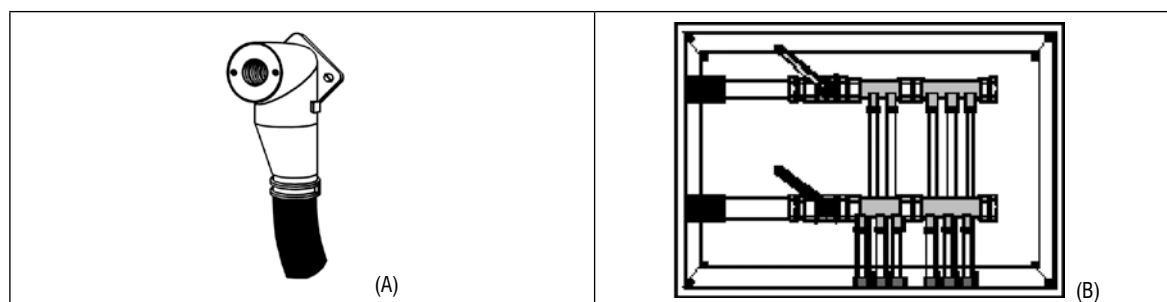
**Figura 47 – Tubulação “PEX” e tubo guia**



Fonte: TANIGUTI; BARROS, 1999.

Nas saídas dos pontos de utilização, é empregado um cotovelo removível, que já possui orifícios para receber parafusos de fixação. As tubulações tipo PEX provêm de uma caixa de distribuição. Nessa caixa localizam-se os distribuidores e registros. É acessível, possibilitando uma eventual manutenção, bem como a realização do controle dos registros. A Figura 48 ilustra o cotovelo e a caixa de distribuição.

**Figura 48 – (a) Cotovelo removível. (b) Caixa de distribuição dos tubos “PEX”**



Fonte: TANIGUTI; BARROS, 1999.

As aberturas para registros, torneiras, chuveiros e outros pontos hidráulicos são pontos suscetíveis à entrada de água e à passagem de som. Sendo assim, devem ser vedadas com selantes do tipo mástique elastomérico, que resistam à ação da água (CAIXA, 2005).

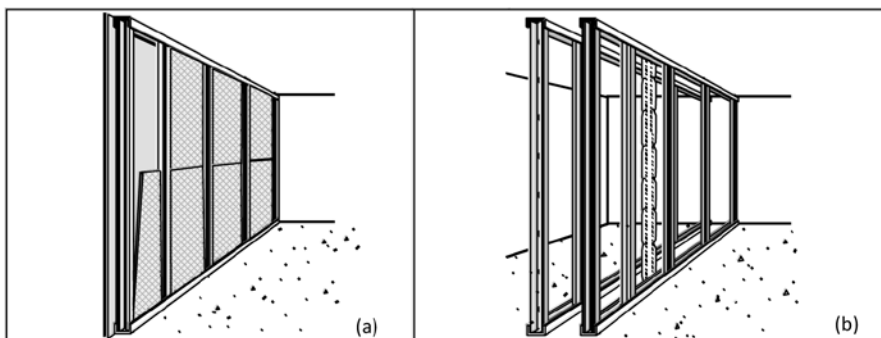
No Brasil, as paredes vêm sendo executadas sem utilizar qualquer material selante ao redor das aberturas das instalações hidráulicas e elétricas, comprometendo o desempenho acústico e a segurança a incêndio da parede de *drywall* (TANIGUTI, 1999).

### 5.5.3.6 Preenchimento da parede com isolante termo-acústico

Antes de preencher a parede com o isolante termo-acústico, deve-se verificar se o mesmo apresenta largura compatível com o espaçamento dos montantes, devendo realizar cortes no material isolante caso haja necessidade. Na execução, a lã mineral deve ser encaixada sempre dentro do montante, devendo ser mantida sempre na posição vertical. Assim, nos casos em que a sua espessura for inferior à largura do montante ou não estiver entre chapas, deve ser previsto dispositivo para mantê-la na posição vertical (CAIXA, 2005).

O isolante deve ser colocado após o fechamento de uma das faces da parede, pois como esses materiais são flexíveis, a chapa de gesso auxilia na execução dessa atividade, limitando a movimentação do mesmo e, para garantir que esse material fique distribuído por toda a altura da parede, o isolante pode ser fixado na guia superior por meio de parafusos. O material isolante pode ser utilizado também para envolver os ramais das tubulações hidráulicas, visando reduzir os ruídos provenientes das instalações hidráulicas. A Figura 49 ilustra as duas situações, enquanto a Figura 50 mostra o preenchimento da parede de *drywall*.

**Figura 49 – (a) Parede preenchida com isolante termo-acústico. (b) Tubulação hidráulica envolvida com isolante termo-acústico**



Fonte: TANIGUTI; BARROS, 1999.

**Figura 50 – Preenchimento da parede de *drywall* com lã de vidro em rolo**



Fonte: ISOVER, 2008.

### 5.5.3.7 Fechamento da outra face da parede

Para essa atividade, os materiais, componentes, equipamentos e ferramentas empregados são os mesmos que os apresentados no item 5. O fechamento da segunda face da parede deverá ser realizado somente após a realização dos testes das instalações e a certificação de suas conformidades.

As junções das chapas em uma das faces da parede devem ser desencontradas das junções das chapas de gesso a serem fixadas na face oposta (CSTB, 1981; LAFARGE GESSO, 1996; PLACO DO BRASIL, s.d., apud TANIGUTI, 1999). Outro item que deve ser observado é com relação às aberturas das chapas

de gesso, provenientes das instalações. Essas aberturas devem ser seladas, para não prejudicar o desempenho acústico da parede e, também, para evitar a propagação do fogo numa situação de incêndio.

### 5.5.3.8 Tratamento das juntas

Para que após o acabamento final da parede (pintura, por exemplo) o aspecto seja de um elemento monolítico, realiza-se, após o fechamento das duas faces da parede, o tratamento das juntas entre as chapas de gesso.

Para a realização dessa atividade, a região a ser rejuntada deve estar isenta de poeira, bem como de materiais e elementos que podem prejudicar a aderência da massa para rejuntamento à parede. Deve-se preparar então a massa para tratamento de juntas. Se for adquirida pronta para uso, executar a homogeneização. Nesse caso, pode-se utilizar um misturador manual, semelhante à hélice de uma batedeira de uso doméstico.

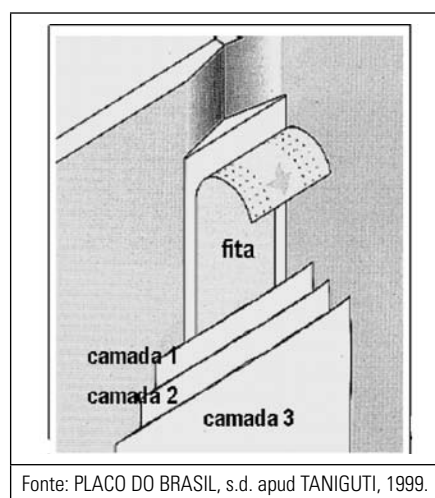
Se adquirida em pó, realizar a mistura (manual ou mecânica) da água com o pó de modo a obter uma massa homogênea e adequada ao trabalho. Neste caso recomenda-se o uso do misturador mecânico, que consiste em uma hélice metálica acoplada a uma furadeira elétrica (ver Figura 32). A execução do tratamento de juntas obedece às seguintes atividades:

- utilizando uma espátula, espalha-se uma quantidade adequada de massa para rejunte, preenchendo toda a junta entre as chapas de gesso, e cobrindo cerca de 70mm de cada lado;
- enquanto a massa de rejunte ainda estiver úmida, deve-se colocar a fita de papel no centro da junta, de cima para baixo, pressionando-a com uma espátula inclinada a 45°, forçando para que o excesso da massa saia pela lateral da fita. A fita de papel deve aderir a essa massa. Para tanto, cuidados devem ser observados para deixar a massa em quantidade suficiente para promover a ligação da fita nas chapas de gesso acartonado. Para aumentar a produtividade do serviço e tornar a aplicação da fita mais fácil, pode-se utilizar um carretel com o rolo da fita para tratamento, o qual fica preso na cintura do montador;

- quando a massa estiver seca, deve-se aplicar mais uma camada de massa para rejunte, cuja largura deve ser de pelo menos 75mm de ambos os lados a partir do eixo central da junta. Durante a secagem, a perda de água causa uma retração na massa para tratamento das juntas. Dessa forma, é importante que essa esteja completamente seca antes da aplicação da próxima camada de massa, para que essa última camada não absorva a deformação da camada anterior (GYPSUM ASSOCIATION, 1986 apud TANIGUTI, 1999). Além da composição da massa, a temperatura ambiente e a umidade relativa são fatores que influenciam no endurecimento da massa.

De acordo com o tipo de acabamento final que se pretende realizar nas chapas de gesso acartonado, o número de camadas de massa para tratamento das juntas pode variar, sendo que normalmente o tratamento das juntas é realizado em três camadas, conforme Figura 51.

**Figura 51 – Composição do tratamento de juntas para paredes de *drywall***



Fonte: PLACO DO BRASIL, s.d. apud TANIGUTI, 1999.

A Figura 52 demonstra a sequência de atividades da etapa de tratamento de juntas. No caso de interseção de juntas, uma fita não deve se sobrepor à outra, conforme ilustra a Figura 51, para que essa região não fique espessa (CSTB, 1981; PLACO DO BRASIL, s.d. apud TANIGUTI, BARROS, 1999).

Para a execução do tratamento das juntas em cantos internos, deve-se inicialmente aplicar uma camada de massa em cada lado do canto, com o



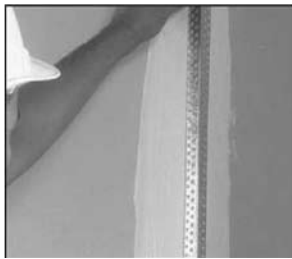
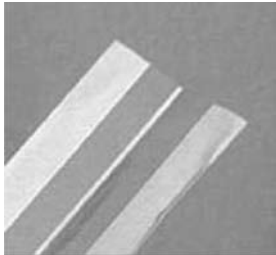
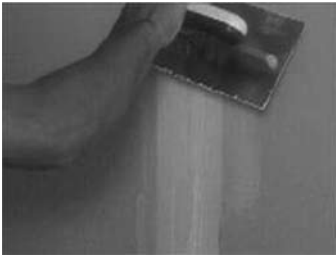
auxílio da espátula. Neste caso pode-se utilizar a espátula de canto interno, em aço inoxidável, específica para esta atividade. Em seguida, dobrar a fita ao meio e pressionar no canto para aderir à massa. Quando a primeira camada estiver seca, aplicar a segunda camada de massa para rejunte, numa largura de aproximadamente 75mm maior que a primeira camada.

Em cantos externos, o tratamento das juntas (Figura 53) deve ser realizado com fitas armadas ou cantoneiras metálicas, pois esses componentes protegem o canto da parede (CSTB, 1981). Inicialmente, deve-se aplicar uma camada de massa sobre cada um dos lados do canto. No caso em que se estiver utilizando a fita armada, dobrar a fita ao meio e colocá-la sobre o canto, comprimindo-a com o auxílio da espátula. Há uma espátula específica para a conformação dos cantos externos.

Se a opção para a execução dos cantos externos for a utilização de cantoneiras metálicas, recomenda-se que estas sejam aplicadas com o auxílio de uma régua, comprimindo a cantoneira em todo o seu comprimento (LAFARGE GESSO, 1996 apud TANIGUTI, 1999).

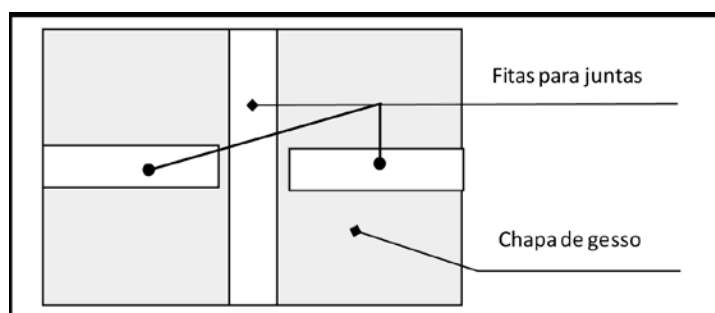
**Figura 52 – Sequência de atividades da etapa de tratamento de juntas**

|   |  |   |
|---|--|---|
|  |  |  |
| Preparo da massa para tratamento de juntas  | Calafetação do espaço de 1cm   | Preenchimento da junta com a 1ª demão de massa  |
|  |   |  |
| Colocação da fita de papel microperfurado   | Fixação da fita e retirada do excesso de massa                                       | Aplicação da 2ª demão de massa  |

|   |   |   |
|---|---|---|
|  |  |   |
| Aplicação de massa em canto interno   | Fixação de cantoneira de aço em canto externo                                     | Fixação de cantoneira de aço em canto externo                                       |
|  |  |  |
| Fita de papel com reforço metálico utilizada em cantos externos                   | Aplicação da 3ª demão de massa  | Acabamento nos parafusos de fixação da chapa nos perfis                             |

Fonte: LAFARGE, 2005.

**Figura 53 – Interseção de juntas**

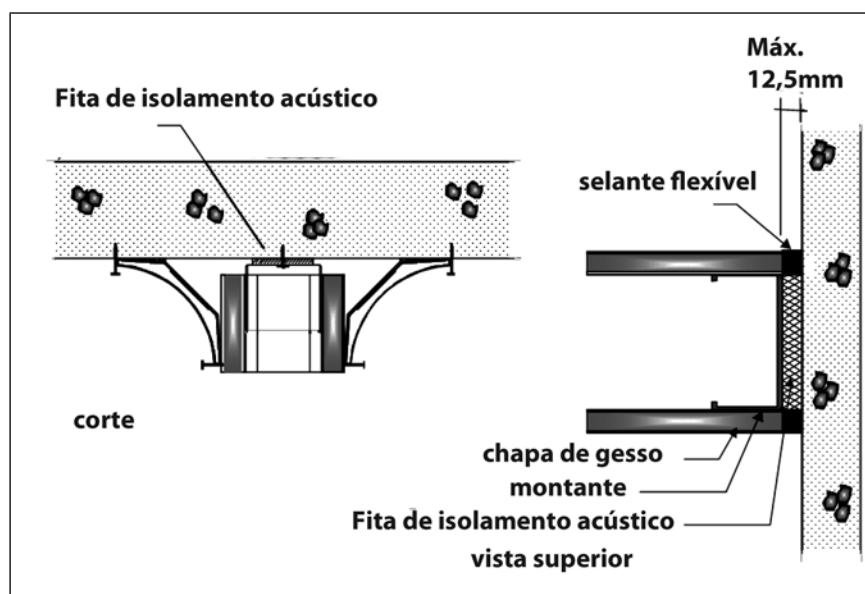


Fonte: TANIGUTI; BARROS, 1999.

Após a colocação das fitas armadas ou cantoneiras metálicas, deve-se aplicar uma camada de massa para rejuntamento. A próxima camada só poderá ser aplicada após a secagem da última camada. As cabeças dos parafusos também devem ser cobertas com massa para assegurar um acabamento uniforme.

Além das juntas entre chapas de *drywall*, as juntas existentes no rodapé (entre a chapa e o piso), no encontro da parede com o forro e entre a parede e vedações verticais externas, devem ser devidamente preenchidas e vedadas, de modo a não existirem frestas. Nas juntas entre os perfis e o piso e entre os perfis e as vedações externas é obrigatório o uso da fita de isolamento acústico (banda acústica), seguida do preenchimento, com massa de tratamento de juntas ou selante flexível. A Figura 54 ilustra um detalhe de execução padrão recomendado. A existência de frestas nas interfaces entre paredes de *drywall* e forros, pisos ou vedação externa prejudica o desempenho acústico da divisória (TANIGUTI, 1999).

Figura 54 – Detalhes de acabamento nas frestas



Fonte: GA, 1981; CSTB, 1981 apud TANIGUTI, 1999.

## 5.6 Diretrizes de controle

Quando do recebimento das paredes de *drywall* deve-se verificar o seu aspecto, a planicidade, o prumo e o alinhamento, conforme descrito nos itens seguintes (CAIXA ECONÔMICA FEDERAL, 2005):

### 5.6.1 Aspecto da superfície

A superfície final da parede não deve estar contaminada com pó e nem possuir furos. Além disso, essa parede deve ser tal que permita a aplicação do acabamento final sem necessidade de qualquer outro tipo de preparação para correção de irregularidades.

### 5.6.2 Planicidade da superfície e Prumo

A planicidade da superfície deve ser verificada segundo três critérios:

- planicidade local: uma régua de 20cm apoiada sobre a superfície da parede não deve indicar desvio superior a 1mm entre o ponto mais saliente e o ponto mais reentrante.
- planicidade geral: uma régua de 2m apoiada sobre a superfície da parede não deve indicar um desvio de mais de 5mm entre o ponto mais saliente e o mais reentrante, em qualquer direção verificada.
- o desvio do prumo deve ser  $< 1/500$  (CAIXA ECONÔMICA FEDERAL, 2005).

### 5.6.3 Alinhamento

Em relação ao eixo de locação, tolera-se um desvio de 5mm no alinhamento, medido com régua de alumínio de 2m, sendo o máximo desvio de  $\pm 10$ mm em relação ao comprimento total da parede, segundo o Manual de Controle de Obras e Serviços – IPT/CDHU (dezembro de 2002).

## 6 PROCESSO DE TRANSFERÊNCIA DA TECNOLOGIA EMERGENTE ESPECÍFICA

### 6.1 Facilitadores do processo de transferência

Em fins dos anos 1990, quando a tecnologia de paredes de *drywall* entrava maciçamente no Brasil, Sabbatini (1998) já destacava os fatores facilitadores do processo de transferência dessa tecnologia:

- ampla rede de fornecedores de componentes para *drywall*, sejam fabricantes ou distribuidores, em todo o território nacional *drywall*;
- intensas ações de comunicação e divulgação da tecnologia em diversos meios, em regiões onde o mercado ainda é restritivo, com foco nas empresas construtoras, projetistas e usuários;
- investimento na formação de mão-de-obra especializada, com a proposição de cursos treinamento para montadores de *drywall*;
- experiências bem-sucedidas do emprego da tecnologia.

Decorridos dez anos, tais fatores permanecem inalterados. Atualmente, porém, diferente do passado é que as ações dos três fabricantes nacionais das chapas de gesso acartonado têm sido empreendidas em conjunto, a partir da constituição de sua associação: Associação *Drywall*. Esse esforço conjunto possibilitou a edição das normas relativas ao produto chapas de gesso, bem como diversos documentos técnicos relativos ao projeto e execução das paredes de *drywall*.

## 6.2 Limitações do processo de difusão

As principais limitações do processo de difusão da tecnologia do *drywall* também foram alertadas por Sabbatini (1998). Algumas das limitações apresentadas por esse autor foram superadas; porém, a maioria delas permanece até o momento, sendo destacadas na sequência, com vistas que sejam suplantadas para a melhor difusão, adoção e implantação da tecnologia. A seguir são apresentados alguns fatores que condicionam negativamente o processo de transferência e difusão.

- **Falta de integração com sistemas de vedação externa: as paredes de *drywall* são sensíveis à umidade.** Esta característica faz com que sejam utilizadas apenas para vedações verticais internas, provocando uma interferência com as vedações verticais externas, principalmente em termos de organização das atividades de produção. Esta limitação pode ser superada pelo desenvolvimento de soluções integradas com o emprego de chapas cimentícias, as quais ainda não estão completamente desenvolvidas e ocupam incipiente mercado no Brasil.
- Deficiente interação com sistemas prediais, esquadrias e revestimentos e dependência da fabricação e comercialização no Brasil de complementos e acessórios
- **A ausência de soluções de interação entre os subsistemas** – como revestimentos de áreas molhadas, esquadrias de portas específicas, sistemas hidráulicos flexíveis – e a ausência ou não disponibilidade de complementos e acessórios – como ferramentas adequadas e sistemas de fixação de tubulações – ainda causam dificuldades na transferência da tecnologia, uma vez que nestas situações tem prevalecido o improvisado, prejudicando a produtividade da execução e o desempenho das paredes de *drywall*.
- **Dificuldade de formação de profissionais capacitados a utilizar a tecnologia:** a adoção da tecnologia de paredes de *drywall* provoca alterações no processo de produção como um todo, afetando as diferentes categorias profissionais. No Brasil, a formação de arquitetos, engenheiros, tecnólogos e técnicos ainda é deficiente no que se refere às

inovações tecnológicas. Além disso, o processo de formação profissional de operários para a construção civil tem sido baseado no empirismo e até o momento inexistente um processo formal de qualificação e certificação profissional, o que resulta num lento e inadequado processo de formação. O desconhecimento ou despreparo dos profissionais envolvidos pode levar a um processo de implantação deficiente.

- Não obtenção das vantagens potenciais; e ainda à existência de patologias, causando grandes prejuízos à imagem desta tecnologia. Por isto, as lacunas de formação profissional deverão ser suplantadas para que a tecnologia tenha chances de ser disseminada mais intensamente.
- **Dependência de mudanças na qualidade do processo de produção dos demais subsistemas:** de maneira geral, a construção civil brasileira tem enormes deficiências no padrão de qualidade, incluindo-se aqui a precisão geométrica, da produção de estruturas, alvenarias, revestimentos e sistema prediais. Esta situação dificulta a obtenção das vantagens econômicas potenciais das paredes de *drywall* e poderá dificultar a sua completa difusão, enquanto as mudanças não ocorrerem de forma ampla.
- **Dependência de mudanças organizacionais nos processos de gestão de empreendimentos:** se o projeto de produção das paredes de *drywall* e os demais projetos, assim como o planejamento operacional, não considerarem as características intrínsecas das paredes de *drywall*, diversos fatores comprometerão a produtividade esperada. Sem realizar as mudanças necessárias no planejamento da produção, corre-se o risco de que muitas construtoras desistam de utilizar a tecnologia de paredes em *drywall* em um novo empreendimento, após experimentá-la, por não ter obtido as vantagens potenciais esperadas. Ao se utilizar a tecnologia das paredes de *drywall*, necessariamente deverá haver mudanças nos processos de gestão do empreendimento.
- **Cultura dos usuários em relação às vedações internas:** a cultura brasileira em relação às vedações, herdada da Europa, está baseada na parede maciça e monolítica, principalmente nos casos de habitações. A não aceitação pelo usuário da parede "oca" pode estar relacionada com

a falta de segurança que se associa às construções leves ou com a sua aparente fragilidade. Decorridos mais de dez anos de uso da tecnologia, com muitos investimentos de todos os interessados para a mudança de comportamento do consumidor, verifica-se que esta dificuldade não é tão expressiva. Acredita-se, assim, que mesmo nas regiões em que ainda não há cultura do emprego da tecnologia, lançando-se mão de experiências bem-sucedidas, seja possível a sua rápida disseminação.

- **Comercialização de sistemas de produto e não de soluções construtivas:** os fabricantes de chapas de *drywall* comercializam atualmente sistemas de produto, isto é, um conjunto de materiais, componentes e técnicas para a construção de uma parede, os quais se complementam e suprem as necessidades de execução da mesma. No entanto, a demanda do mercado é por sistema de produção, entendida como aquele que oferece soluções construtivas completas, que englobem além da definição do sistema de produto, a definição das interfaces com os demais subsistemas, as atividades de projeto, organização, planejamento e controle das operações construtivas, com garantia dada pelo fornecedor sobre o que for construído, e não apenas a garantia dos materiais e componentes. Isto significa a venda do produto aplicado, com garantia do fornecedor.

Esta foi considerada por Sabbatini (1998) a dificuldade mais importante a ser vencida para a disseminação no mercado das paredes de *drywall*; entretanto, ao longo desses anos o mercado, ainda que demandante da solução construtiva completa, tem se adaptado às condições impostas pelos fabricantes, tendo havido o desenvolvimento de algumas empresas montadoras de paredes de *drywall* que assumem a responsabilidade pelo produto executado. Pela configuração atual do mercado, não se acredita que haverá modificações no comportamento dos três principais fabricantes de painéis de gesso. Os investimentos deverão ser feitos na formação de empresas montadoras responsáveis pelos seus produtos.



## 7 ESTUDO DE CASO

### 7.1 Caracterização da empresa

A empresa construtora estudada é de grande porte e atua no segmento de edifícios residenciais e comerciais. Há dois anos abriu o seu capital para o mercado e passou a atuar em âmbito nacional, estabelecendo diversas parcerias nas principais capitais brasileiras e no interior do estado de São Paulo.

Para este estudo de caso foram consultados 3 profissionais da empresa: 1 diretor e 2 coordenadores de obras. Abordou-se os fatores relevantes para a empresa em relação à produção do edifício como um todo e, em seguida, os questionamentos voltaram-se à tecnologia de paredes de *drywall*.

Nesta empresa há uma grande demanda por tecnologias que propiciem a redução dos prazos de obras, sem prejuízo dos níveis de qualidade e desempenho atualmente praticados. Sendo assim, o estudo procurou identificar como a empresa vislumbra a possibilidade de uso intensivo da tecnologia de paredes de *drywall* e como foi o processo de implantação.

Os fatores mais importantes para melhorar a lucratividade da empresa estão relacionados à redução do custo direto de construção, das despesas gerais administrativas e do prazo de entrega do imóvel.

No âmbito da produção, os fatores que contribuem para a melhoria de sua eficiência e, portanto, os fatores que são valorizados quando da análise de uma nova tecnologia são: a possibilidade e a facilidade de integração dos diferentes subsistemas desde a etapa de projeto do edifício; a adoção de princípios de modularidade e construtibilidade no desenvolvimento do projeto; a elaboração do projeto para produção; e a adoção de procedimentos de produção que permitam a padronização dos processos e o controle das atividades de execução.

Para a gestão da empresa, é utilizado um Sistema de Gestão da Qualidade, que possibilitou a empresa ser certificada tanto pelas normas ISO 9001:2000 quanto pelo PBQP-H nível A.

No que se refere aos aspectos produtivos, a empresa manifesta claramente a preocupação com os recursos humanos. A crescente atividade no setor da construção tem incrementado a demanda por prestadores de serviços e fornecedores de materiais, levando-a a acreditar que atualmente a demanda está maior do que a oferta. Isto significa que a qualidade da mão-de-obra poderá vir a ser prejudicada, pois profissionais menos capacitados terão colocação e, certamente, a disputa por profissionais mais qualificados poderá causar o aumento dos custos de produção.

## 7.2 A tecnologia do *drywall* na estratégia de produção da empresa

Segundo a percepção dos técnicos entrevistados, num contexto de demanda crescente por produtos e serviços da indústria da construção de edifícios, é imprescindível que a empresa procure adotar tecnologias que permitam implantar os conceitos de industrialização da construção e, por consequência, possibilitem o aumento da produtividade e a redução do contingente de mão-de-obra. É neste contexto que a empresa tem lançado mão do emprego da tecnologia *drywall*, pois entende que esta tecnologia pode responder a esta necessidade em todas as etapas do processo de produção. No entanto, destacam que a falta de integração da cadeia produtiva ainda impõe muitas dificuldades tanto para o desenvolvimento do projeto quanto para a execução das vedações, pois nem todos os agentes possuem o mesmo nível de conhecimento sobre a tecnologia e há, também, muitas falhas de comunicação e informação entre projetistas, fornecedores de componentes complementares e montadores.

Salientam também que ainda será preciso vencer uma dificuldade importante: **a rejeição do cliente em relação às paredes de *drywall***. Segundo eles, a rejeição principalmente do usuário de imóveis residenciais ainda é intensa. Por isto, desde 2002 a empresa tem utilizado a tecnologia de

paredes de *drywall* somente em empreendimentos comerciais, tendo realizado 4 edifícios em que executou cerca de 35.000m<sup>2</sup> de paredes.

Poucos dados relativos ao início da utilização foram mantidos, porque a empresa passou por um processo de *joint-venture* e posterior aquisição e durante estes processos houve uma grande rotatividade de funcionários. Sabe-se que no primeiro empreendimento em que a tecnologia foi empregada manteve-se o orçamento previsto; portanto, sua adoção não representou acréscimo no custo total.

Apesar de possuir um custo unitário maior em relação às alvenarias, o custo global da vedação e a flexibilidade na divisão de espaços proporcionados pela tecnologia são os fatores considerados na escolha deste tipo de vedação vertical para os edifícios comerciais, pois permitem flexibilidade do layout, com menor geração de resíduos, e facilitam as alterações futuras para o caso de retrofit ou reabilitação do edifício.

Voltando a se referir ao segmento residencial, os dirigentes da empresa destacam que as vantagens de flexibilidade não são percebidas pelo cliente, pois as opções de planta colocadas à disposição ou mesmo a possibilidade de personalização total abrangem as modificações possíveis nos apartamentos e atendem aos seus anseios. Na maioria das vezes o cliente compra o apartamento sem a intenção de modificar no futuro, o que faz com que a característica de flexibilidade não seja valorizada por ele.

Para a construtora, desde que o cliente faça a sua opção de planta com antecedência, o fato de produzir a vedação com alvenaria ou gesso acartonado não muda muito. A única vantagem do *drywall* é que seria possível postergar um pouco mais a decisão do cliente, uma vez que o vedo interno será executado num momento mais tarde.

Este posicionamento também dificulta a utilização da tecnologia para os edifícios habitacionais, pois a restrição dos clientes finais ao produto repercute no processo de incorporação, que considera que os edifícios em *drywall* são mais difíceis de serem vendidos, ou seja, possuem apelo comercial menor e proporcionam baixas velocidades de vendas. Para vencer a resistência dos clientes finais à tecnologia de paredes de *drywall*, na opinião de um dos

entrevistados, ela deveria ser utilizada como nos EUA ou na Europa, com isolamento acústico e todos os demais acessórios e ferramentas.

Usualmente os fabricantes da tecnologia *drywall* oferecem ao mercado vantagens de rapidez e prazo. No entanto, esta rapidez não tem se traduzido em entregas antecipadas de edifícios e o cliente não percebe este benefício que ocorre somente para a construtora, pois pode alterar o seu fluxo de caixa, postergando o desembolso com as vedações internas. Porém, para que isto ocorra, é certo que precisa alterar o planejamento do empreendimento.

Na avaliação da empresa, o método construtivo com *drywall* é rápido, limpo e apresenta uma lógica de montagem industrial que permite um planejamento mais adequado da obra. No entanto, esta avaliação é qualitativa, uma vez que os potenciais ganhos oferecidos pelo sistema não foram avaliados em nenhuma das obras realizadas.

Atualmente, em função do aquecimento do mercado de edifícios, principalmente nos segmentos de empreendimentos habitacionais destinados ao atendimento da população de até seis salários mínimos, o dirigente da empresa acredita que possa haver uma escassez de materiais para vedação e, neste caso, pode ser que haja crescimento de demanda da tecnologia *drywall* no segmento habitacional. Porém, destaca que a tecnologia de alvenaria estrutural é muito competitiva para esta faixa de mercado.

Na opinião de um dos entrevistados, houve um grande erro de marketing quando da introdução da tecnologia no Brasil, pois foi apresentada ao mercado como substituta da alvenaria e assim sendo concorreu por preço e não pelas vantagens que oferecia.

## 7.3 A inserção da tecnologia no processo de produção da empresa

### 7.3.1 Desenvolvimento do projeto

Na etapa de projeto, a definição pelo uso da tecnologia de paredes de *drywall* provoca, além das mudanças das espessuras das paredes, o estudo das alturas das paredes e a consideração do alívio de carga na estrutura, com repercussão nas fundações do edifício, pois quando se adota esta tecnologia, os projetos de estruturas procuram evitar o uso de vigas e as cargas de alvenaria são reduzidas em 33%.

Também na etapa de projeto devem ser analisados os aspectos acústicos entre unidades e internamente à unidade, principalmente quando do emprego de shafts para a alocação das prumadas. Outros pontos importantes abordados no projeto são as fixações de bancadas de pias e de tanques, a proteção das áreas úmidas (utilização de chapas verdes, emprego de impermeabilizações), a largura de montantes e montantes duplos. A sequência de montagem deve ser devidamente prevista pelo planejamento considerando-se as diversas etapas como contrapisos e forros, dentre outros.

Atualmente o mercado dispõe de projetistas e consultores familiarizados com a tecnologia, os quais, sempre que possível, projetam a vedação considerando a sua modulação e a sua integração com os outros sistemas. Porém, ainda existem problemas de interface com outros subsistemas principalmente em relação às peças para fixação de tubulações e os detalhes de impermeabilização. Além disso, a dificuldade de aquisição de diferentes alturas de chapas inviabiliza a modulação vertical da parede, além do que pode implicar em muitos cortes e conseqüente aumento do resíduo. Além disso, nos casos em que são utilizados elementos estruturais muito flexíveis (sem vigas, com lajes planas) podem ocorrer incompatibilidade entre o comportamento da estrutura (muito deformável) e da vedação (limites de deformação).

A empresa enfatiza a necessidade de elaboração do projeto para produção, elemento essencial para facilitar a execução. Neste projeto devem

estar definidos os diferentes tipos de chapas, as características dos perfis (guias e montantes), a quantificação dos componentes, as características de tratamento de juntas e a otimização do aproveitamento das chapas; define também o planejamento de montagem no pavimento, entre outros.

Esta empresa acredita que quando se adota a tecnologia de paredes em *drywall* o projeto para produção é mais importante do que quando produz com alvenaria porque esta tecnologia domina: “sem o projeto para produção das paredes de *drywall* você não consegue montar direito, pois abrange a compatibilização dos projetos, detalhamento, memoriais e especificações”.

Em relação às instalações, os projetistas projetam tanto em PVC (policloreto de vinila) como em PPR (polipropileno reticulado) e PEX (poliestireno extrudado). Cada tipo de tubulação tem conexões e fixações específicas para o sistema de instalações e para as paredes de *drywall*. É necessário dar atenção especial às fixações e ao isolamento das tubulações. Para a fixação de componentes hidráulicos e elétricos adotam-se peças próprias para o sistema, disponíveis no mercado, as quais facilitam a montagem.

Destaca que na tecnologia de paredes de *drywall* a execução da instalação é mais fácil e a possibilidade de postergar a curva de gastos pode gerar ganhos financeiros ou auxiliar na viabilização do empreendimento. Os sistemas de água fria e quente produzidos com a tecnologia PEX (tubulações flexíveis) é o ideal para se usar com *drywall*, mas é necessário viabilizar o custo desta solução, que ainda é mais elevado que o das demais tecnologias. Além disso, enfatiza a necessidade de se viabilizar solução técnica mais adequada para a execução das instalações de gás, que constituem um ponto crítico, pois não podem ser passadas dentro da parede de *drywall*. Geralmente a instalação é embutida na laje. A ligação com aquecedores também não está solucionada.

A interface com as impermeabilizações é outro ponto crítico abordado pelo projeto de produção, principalmente em boxes de banheiros. Para minimizar problemas, a empresa possui detalhes-padrão que são apenas revisados a cada projeto. A interface com os forros deve prever detalhes que não permitam a comunicação entre ambientes, principalmente em função de questões legais vinculadas às exigências do Corpo de Bombeiros e também em relação ao isolamento acústico necessário à privacidade dos usuários.

### 7.3.2 Contratação e suprimentos

O processo de compra de materiais na empresa é centralizado e o de contratação de serviços descentralizado, ou seja, cada empreendimento negocia seus contratos.

A empresa detalha de forma clara as especificações técnicas para compra dos componentes de *drywall*, controla a qualidade no recebimento, inspeciona e orienta o armazenamento e movimentação no canteiro de obras e realiza mensalmente avaliação de fornecedores de materiais e de serviços.

A empresa possui parceria com alguns fornecedores de materiais, dentre eles um dos fabricantes de chapas de *drywall*. Em função desta parceria, há confiabilidade nos prazos de entrega (5 a 7 dias úteis) e conformidade na qualidade dos componentes. Quanto ao poder de negociação, a empresa explica que devido ao seu volume de produção, consegue negociar adequadamente os preços e também os prazos e condições de fornecimento. É realizada uma programação de entrega, geralmente semanal, no início do serviço, de acordo com o cronograma da obra.

Os fornecedores de serviço, chamados montadores ou instaladores de *drywall*, são muitos e de qualidade similar. Portanto, a definição por um deles é feita a partir da concorrência por menor preço. Há um rígido controle de qualidade que permite penalizá-los por falhas que sejam detectadas no processo de execução.

A construtora negocia com o fornecedor parceiro qual preço dos componentes das paredes de *drywall* será praticado para um período pré-estabelecido de 1 ano. A partir do conhecimento deste custo dos componentes, o instalador elabora uma proposta por preço global para o serviço.

Sendo assim, a contratação ocorre por preço global com o instalador. No entanto, o fornecedor de componentes fatura direto para a construtora. Depois, este valor será deduzido do contrato global com o instalador.

Dependendo da complexidade do empreendimento, a empresa desenvolve o projeto de canteiro que é terceirizado e geralmente abrange as

áreas de vivência, portões de acesso, guias e elevadores de carga e locais para descarregamento da areia, além da sequência de execução dos blocos.

Neste projeto de canteiro, procura-se postergar ao máximo o início da execução de paredes de *drywall*, para que o desembolso ocorra mais tarde. No entanto, o prazo máximo de postergação é determinado pela desmobilização da grua, pois o transporte dos componentes é feito por ela. Desta forma, a postergação do início da execução das paredes de *drywall* em relação à alvenaria é pequena e não traz vantagens de desembolso significativas na avaliação da empresa.

### 7.3.3 Planejamento da produção

A execução das paredes de *drywall* obedece a procedimentos de execução que preveem emprego de materiais e componentes especificados, racionalização das atividades, redução de tempos não-produtivos, prevenção de acidentes de trabalho e mecanismos de controle de qualidade dos materiais, componentes e serviços. As atividades de execução são planejadas empregando-se cronogramas Pert-CPM, os quais definem as tarefas prioritárias e as atividades que podem ser executadas em paralelo, estabelecendo uma relação de dependência e determinando as datas de início e término das atividades.

A utilização da tecnologia de paredes de *drywall* permite a liberação mais cedo dos serviços subsequentes à vedação vertical. A principal diferença na sequência das atividades, considerada no cronograma da obra, é a execução das instalações logo após a aplicação da 1ª face da vedação. O procedimento também enfatiza a execução de pontos críticos, como a interface da parede de *drywall* com a estrutura, as impermeabilizações e instalações hidráulicas.

### 7.3.4 Execução

Para orientar a correta execução e controle das paredes de *drywall*, segundo os padrões de qualidade praticados pela empresa, a mesma utiliza procedimentos de execução vinculados ao Sistema de Gestão da Qualidade. O procedimento apresenta os recursos necessários, como projetos e ferramentas, as etapas e sequência de execução detalhadas e a forma de controle do serviço.



Os instaladores contratados recebem treinamento sobre estes procedimentos e se comprometem contratualmente a cumpri-los. Os pontos críticos de execução são as paredes hidráulicas, a impermeabilização e a interface entre vedação e estrutura. No caso da execução das paredes hidráulicas, o prazo para a execução das mesmas é reduzido e se torna determinante do prazo de execução da vedação, uma vez que o fechamento da segunda face só pode ser realizado após todas as instalações terem sido executadas e testadas.

Já a interface com a estrutura é um ponto crítico em virtude do comportamento bastante diferente apresentado pela estrutura e pela parede de *drywall*. A inadequada execução desta interface, sem a previsão de banda acústica ou preenchimento deficiente da junta, pode ocasionar fissuras.

### 7.3.5 Controle

O Sistema de Gestão de Qualidade da empresa utiliza para o controle de qualidade dos serviços planilhas denominadas de Fichas de Verificação de Serviços (FVS). As FVSs determinam as características e propriedades a serem verificadas antes e após a execução do serviço, de que forma elas devem ser mensuradas e quais são as tolerâncias permitidas.

No recebimento de componentes são utilizadas FVMs – Fichas de Verificação de Materiais. No caso do serviço de paredes de *drywall*, os materiais e componentes são inspecionados visualmente, em relação ao aspecto e integridade das peças, e em relação às características de tipo e espessura de chapas de *drywall* e tipo de perfil metálico. Quando um produto entregue na obra não atende às especificações de compra, o material é devolvido ao fabricante.

A aceitação do serviço de paredes de *drywall* ocorre por meio de inspeção em 100% do serviço executado, realizada por estagiários ou encarregados. São verificados os critérios de planicidade, prumo, preenchimento e cobrimento das juntas e aparafusamento.

Na opinião dos técnicos consultados, as perdas de componentes ocorrem principalmente por erros ou falhas de detalhamento de projeto, retrabalho provocado por despreparo da mão-de-obra, desorganização do canteiro de

obras e deficiência no manuseio e estocagem de materiais na obra. Apesar destas constatações, a empresa não apura seu índice de perda.

Uma vez que o instalador é o responsável pela limpeza do local de execução e a empresa pela retirada do resíduo, seria interessante a empresa apurar o índice de perda para controlar os custos de deposição, que em julho de 2007 era de aproximadamente R\$17,00/m<sup>3</sup> de resíduo de gesso.

### **7.3.6 Uso e manutenção**

A empresa construtora estudada até o momento não precisou acionar a assistência técnica do fabricante de componentes para paredes de *drywall*, sendo que as principais ocorrências são em relação à impermeabilização.

A empresa realiza uma pesquisa de satisfação pós-ocupação de 12 a 18 meses após a entrega da unidade, desde que atendido o critério de habitabilidade, pelo Departamento de Inteligência de Mercado. Os resultados são analisados pelo Departamento de Relacionamento com Cliente.

O principal problema detectado nesta avaliação é o desconhecimento do cliente em relação às fixações de cargas nas paredes, apesar delas estarem especificadas e informadas no Manual do Proprietário. Uma possível explicação para isto é o fato de as buchas e fixações específicas para *drywall* não serem divulgadas no mercado para os profissionais que atuam após a entrega do empreendimento, como os marceneiros.

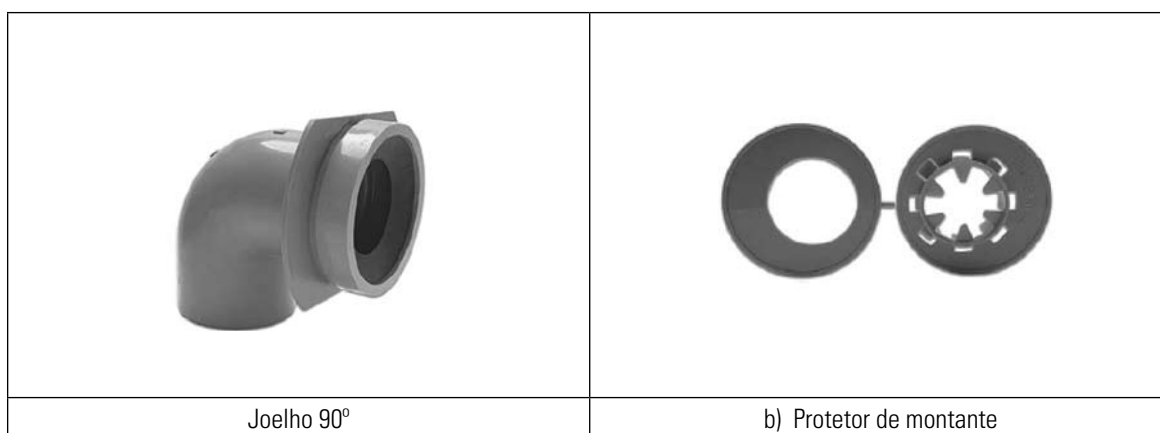
## 8 DESDOBRAMENTO DA TECNOLOGIA NO MERCADO

A inserção da tecnologia de paredes de *drywall* no mercado resulta em um grande potencial de desenvolvimento de novos produtos, o que contribui para a evolução tecnológica do setor.

Dentre os principais produtos desenvolvidos para atender a necessidades específicas desta tecnologia destacam-se aqueles que compõem os sistemas hidro-sanitários (caixas de descarga; dispositivos de fixação de pontos de abastecimento) e elétricos (caixas elétricas), sistemas de impermeabilização, esquadrias de portas de correr embutidas nas paredes, argamassas colantes específicas para assentamento de cerâmica em *drywall* e parafusos e buchas especiais para fixação de cargas.

A figura demonstra uma conexão hidráulica – um joelho de 90° – que possui uma aba, a qual auxilia na fixação desta peça com a chapa de gesso acartonado. Há no mercado toda a gama de conexões hidráulicas disponível nesta linha específica. Além dos pontos de abastecimento, desenvolveu-se também uma peça denominada ‘protetor de montante’, que tem por finalidade proteger as tubulações do atrito com os furos do montante metálico, conforme ilustrado na Figura 55.

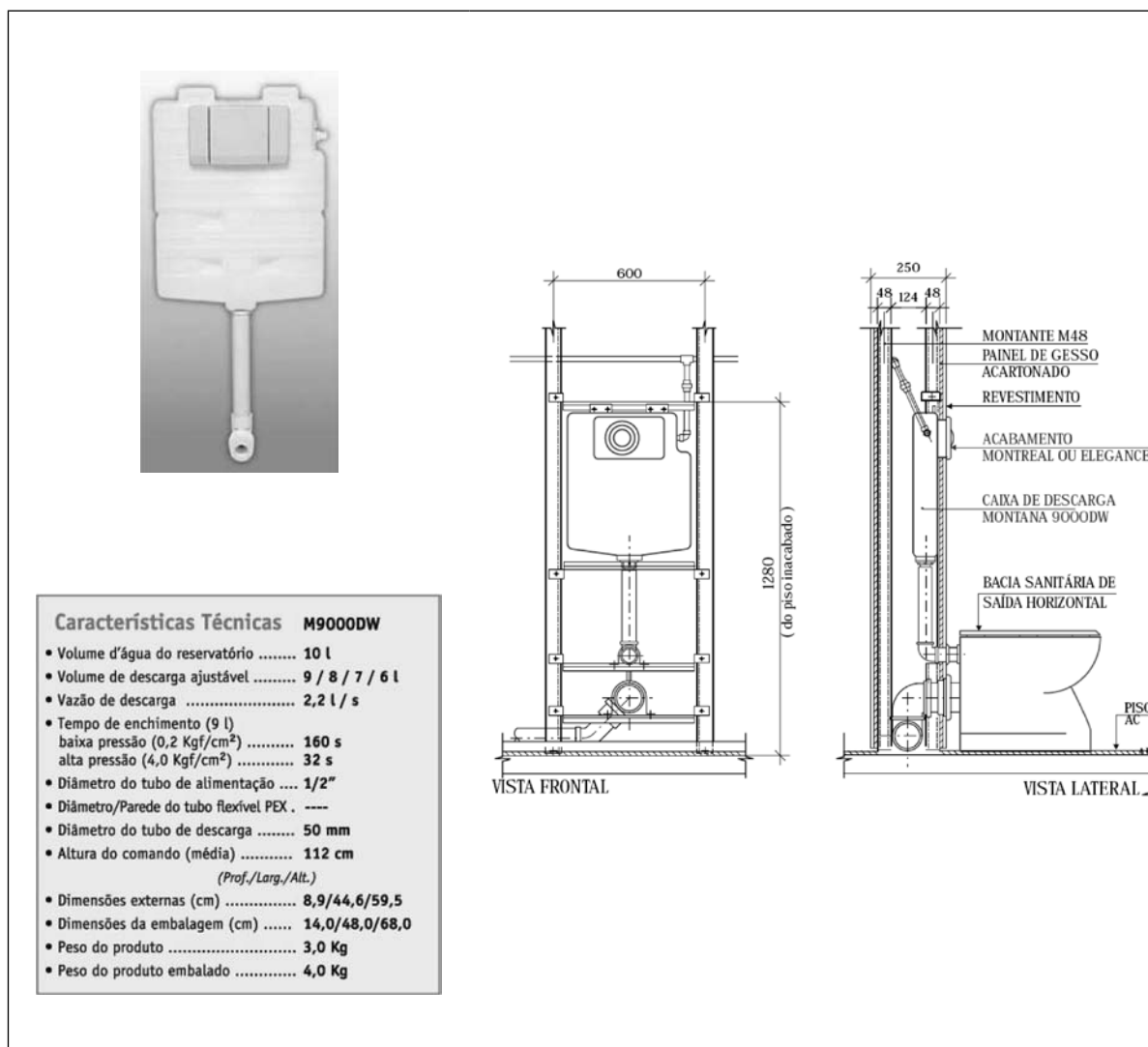
**Figura 55 – Componentes da linha Dryfix de conexões para paredes de *drywall***



Fonte: TIGRE, 2008.

Quando da adoção da tecnologia de paredes de *drywall*, identificou-se uma dificuldade na instalação das válvulas de descarga tradicionais e das caixas de descarga acopladas. A partir desta necessidade, desenvolveu-se um novo produto, denominado 'caixa acoplada para *drywall*'. A Figura 56 ilustra este produto, que permitiu embutir a caixa acoplada na parede e obter um espaço maior no ambiente. Além disso, suas dimensões estão previstas para as fixações nos montantes.

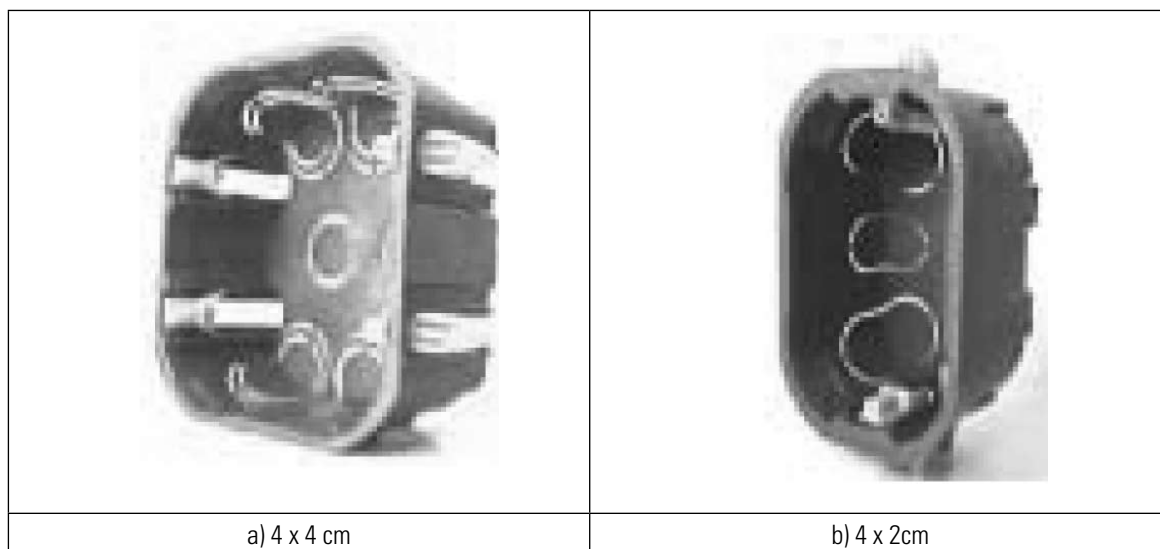
**Figura 56 – Esquema dos componentes da caixa acoplada de embutir em paredes de *drywall* – Modelo M9000DW**



Fonte: MONTANA, 2008.

Já as instalações elétricas em paredes de *drywall* apresentavam como maior dificuldade a colocação da caixa de luz. Apesar de a fixação poder ocorrer pelo aparafusamento do fundo da caixa no montante, ou pela fixação de uma aba lateral de perfil metálico, estes procedimentos eram pouco produtivos. Assim, as caixas de luz para paredes de *drywall*, ilustradas na Figura 57, permitem uma fixação mais rápida e precisa destes pontos.

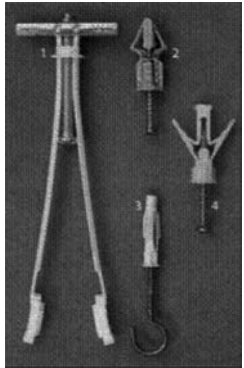
**Figura 57 – Caixas de luz para paredes de *drywall***



Fonte: ASTRA, 2008.

A fixação de cargas suspensas já era tratada como assunto específico em outros países. No princípio, a dependência de buchas importadas e o desconhecimento do usuário em como instalá-las ocasionaram certa dificuldade na implantação da tecnologia. Atualmente é possível encontrar facilmente diversos modelos, para diferentes cargas, no mercado. A Figura 58 ilustra alguns modelos disponíveis.

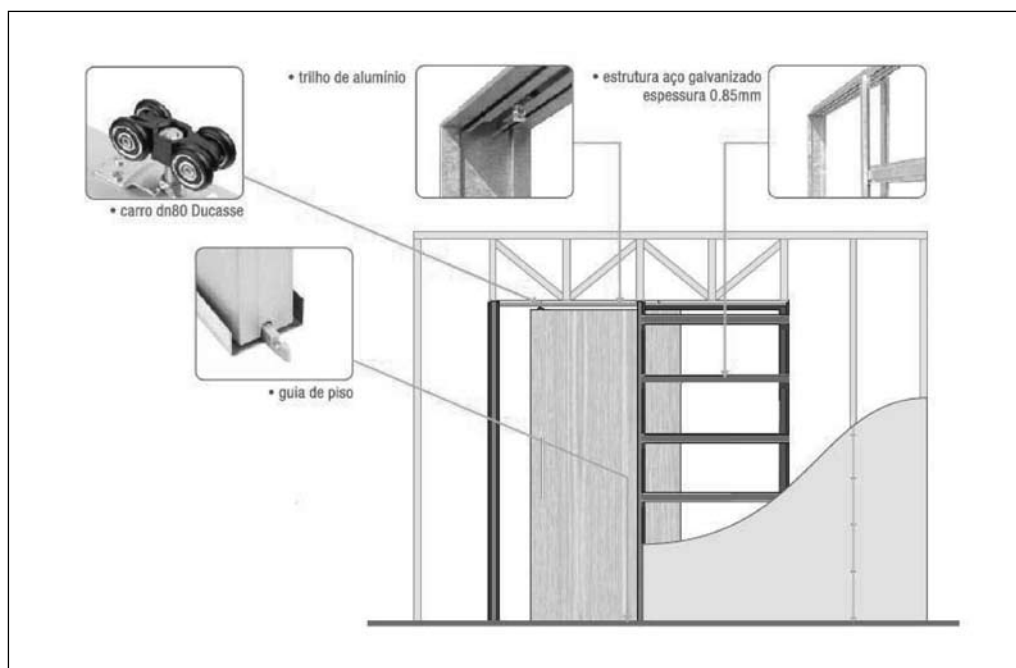
**Figura 58 – Alguns tipos de buchas utilizados para fixação de cargas suspensas em paredes de *drywall***

|   |   |
|---|---|
|  | 1 – Bucha basculante Toogler Bolt, da marca Hilt, para até 15kg.          |
|   | 2 – Bucha de expansão HDF, da marca Fischer, para até 15kg.               |
|   | 3 – Bucha-parafuso, com gancho, da marca Bemfixa, para até 5kg.           |
|   | 4 – Bucha de expansão 'tipo bucha frog', da marca Bemfixa, para até 15kg. |

Fonte: ARQUITETURA & CONSTRUÇÃO, 2005.

Outro componente que teve que ser desenvolvido e/ou adaptado para a tecnologia de paredes de *drywall* foi a porta de correr embutida. O sistema previu a montagem de uma estrutura de montantes específica, que permite o embutimento da folha e de rodízios especiais. A Figura 59 ilustra o sistema do produto.

**Figura 59 – Esquema dos componentes da porta de embutir para paredes de *drywall* - Sistema Modular Plus**



Fonte: FORMAC, 2008.

A fixação de cerâmicas também demandou cuidados especiais, visto que a superfície das chapas de gesso acartonado possui características muito diferentes do substrato tradicional em emboço. Além disso, a base em chapa de gesso acartonado permitia uma maior deformação e a argamassa necessitava de maior flexibilidade para acompanhá-la. Assim, lançou-se mão da aditivação das argamassas colantes com resinas, até que foram desenvolvidas argamassas colantes específicas para substratos em paredes de *drywall*, como, por exemplo, a Qualicola Dry Wall (PAREX, 2008). Fornecida em embalagens de 20kg, esta argamassa colante possui as características técnicas apresentadas na Tabela 24.

**Tabela 24 – Características técnicas da argamassa colante Qualicola *Drywall***

| Cor  |                | Cinza          |
|--|----------------|----------------|
| Tempo em aberto                                |                | ≥ 20 minutos   |
| Resistência de aderência à tração após 28 dias | Cura ao ar     | 1,0            |
|  | Cura submersa  | 0,8            |
|  | Cura em estufa | 0,5            |
| Deslizamento                                   |                | ≤ 0,7mm        |
| Quantidade de água                             |                | 22%            |
| Tempo de aplicação                             |                | 2 horas e meia |
| Classificação segundo NBR 114081               |                | AC II          |

Fonte: PAREX, 2008.

É possível concluir que a adoção e implantação de uma nova tecnologia em empresas construtoras requerem, também, a avaliação da disponibilidade no mercado de componentes, ferramentas e acessórios que interagem com esta tecnologia. Nos exemplos acima, demonstrou-se que uma nova tecnologia como a de paredes de *drywall* pode alavancar o desenvolvimento de novos produtos, sejam eles componentes, ferramentas ou acessórios específicos.





## 9 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A implantação da tecnologia de paredes de *drywall* causa grandes alterações no sistema de produção da empresa construtora, pois suas características e premissas de produção diferem muito da tecnologia tradicional que faz uso da alvenaria. Planejar o processo de implantação, prevendo recursos, prazos e interferências é essencial para que o processo de mudança ocorra de forma eficaz e que os benefícios potenciais sejam atingidos.

A operacionalização da tecnologia de paredes de *drywall* exige que o processo de projeto, desde a concepção do empreendimento, seja eficaz. Deve envolver a concepção do funcionamento dos diferentes tipos de paredes, a especificação dos materiais e componentes, a compatibilização entre os diversos subsistemas e a elaboração do projeto para produção e do projeto de canteiro.

Sem isto, a determinação do que será feito e de que forma será executado não é completa e permite-se a existência de lacunas indefinidas. Estas indefinições resultam em que decisões sejam tomadas no momento da execução, no canteiro de obras, onde os profissionais estão sob pressão, por vezes sem acesso às bases técnicas de informação e têm a visão do todo prejudicada.

Estabelecido o projeto, o planejamento da produção de uma obra com paredes de *drywall* exige o provisionamento de logística de canteiro – momento de recebimento, forma de descarga, de transporte, forma e localização de armazenamento, equipamentos de segurança etc. – e de recursos humanos, ou seja, o planejamento das equipes de trabalho – divisão das equipes, especialização dos instaladores/montadores por atividade, momento de liberação e quantidade de frentes de trabalho, produtividade prevista etc. No momento da execução, o planejamento deve assegurar que as equipes tenham à disposição, no momento, local e quantidade adequados, os materiais, equipamentos e ferramentas específicos para executar as paredes de *drywall*.

Em relação à execução, deve-se seguir a sequência das etapas de execução e as técnicas previstas nos procedimentos. Além disso, a utilização de alguns equipamentos para montagem, bastante utilizados em outros países,

melhoraria a produtividade do serviço. Estes equipamentos, mesmo sendo mais caros, se promoverem agilidade, se viabilizam.

No estudo de caso observou-se que a empresa estabelece o controle do produto 'paredes de *drywall*' e está atenta às causas das perdas de materiais, sem, no entanto, medi-las. Além dos materiais e componentes, é necessário também estabelecer os mecanismos de medição e tolerância para os outros aspectos que podem influenciar a qualidade do serviço, como a produtividade da mão-de-obra, os estoques de suprimentos e o desembolso financeiro, entre outros.

Uma forma de diminuir os riscos de contratação de mão-de-obra despreparada é a contratação de empresas treinadas e credenciadas pelos fabricantes de componentes. As três empresas fabricantes de chapas de gesso acartonado para paredes de *drywall* no Brasil – Lafarge Gypsum, Placo do Brasil e Knauf Brasil – disponibilizam pela Internet suas respectivas listas de distribuidores e instaladores credenciados, divididos por estados. Há uma predominância de instaladores na Região Sudeste, uma vez que esta região representa 42% do mercado nacional (MARCONDES, 2007).

O custo unitário direto das paredes de *drywall* é maior que o da parede em alvenaria de blocos de concreto ou cerâmico. No entanto, deve-se analisar o custo global da tecnologia no empreendimento, considerando-se os custos de instalação, de manutenção e os possíveis ganhos em outros sistemas e/ou em prazo de execução, entre outros.

A empresa interessada em adotar a tecnologia de paredes de *drywall* deve analisar as mudanças necessárias no sistema de produção de sua implantação e operacionalização e a atratividade do custo global. Além disso, deve analisar também a possível rejeição dos clientes finais (usuários), sendo necessário um expressivo trabalho para que ele entenda e aceite a tecnologia; e a necessidade de linhas de financiamento. As obras com paredes de *drywall* são passíveis de receberem linha de financiamento da Caixa Econômica Federal, desde que atendam aos requisitos mínimos estabelecidos em suas diretrizes internas (CAIXA, 2005).

# REFERÊNCIAS

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS INTERNATIONAL (ASTM). E 662-06. **Standard test method for specific optical density of smoke generated by solid materials**. USA. 2006.

ARQUITETURA & CONSTRUÇÃO. São Paulo: Ed. Abril, n. 219, jul. 2005. Suplemento *Drywall* sem segredos. 35 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5628**: componentes construtivos estruturais: determinação da resistência ao fogo. Rio de Janeiro, 2001. 6 p.

\_\_\_\_\_. **NBR 6118**: projeto de estruturas de concreto: procedimento. Rio de Janeiro, 2007. 221 p.

\_\_\_\_\_. **NBR 7008**: chapas e bobinas de aço revestidas com zinco ou com liga zinco-ferro pelo processo contínuo de imersão a quente: especificação. Rio de Janeiro, 2003. 7 p.

\_\_\_\_\_. **NBR 8051**: porta de madeira de edificação: verificação da resistência a impactos da folha. Rio de Janeiro, 1983a. 6p.

\_\_\_\_\_. **NBR 8054**: porta de madeira de edificação: verificação do comportamento da folha submetida a manobras anormais. Rio de Janeiro, 1983b. 5 p.

\_\_\_\_\_. **NBR 8094**: material metálico revestido e não-revestido: corrosão por exposição à névoa salina. Rio de Janeiro, 1983c. 3p.

\_\_\_\_\_. **NBR 9077**: saídas de emergência em edifícios. Rio de Janeiro, 2001. 36 p.

\_\_\_\_\_. **NBR 9396**: membrana elastomérica de policloropreno e polietileno clorossulfonado em solução para impermeabilização. Rio de Janeiro, 2007. 4 p.

\_\_\_\_\_. **NBR 9442**: materiais de construção: determinação do índice de propagação superficial de chama pelo método do painel radiante. Rio de Janeiro, 1986. 15p.

\_\_\_\_\_. **NBR 9575**: impermeabilização: seleção e projeto. Rio de Janeiro, 2003. 12 p.

\_\_\_\_\_. **NBR 10041**: parafusos autoatarraxantes com cabeça escareada e fenda cruzada: dimensões. Rio de Janeiro, 1987. 5 p.

\_\_\_\_\_. **NBR 10151**: acústica: avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade: procedimento. Rio de Janeiro, 2000. 4 p.

\_\_\_\_\_. **NBR 10152**: níveis de ruído para conforto acústico. Rio de Janeiro, 1987. 4 p.

\_\_\_\_\_. **NBR 10636**: paredes divisórias sem função estrutural: determinação da resistência ao fogo. Rio de Janeiro, 1989. 7 p.

\_\_\_\_\_. **NBR 11676**: divisórias leves internas moduladas: verificação do comportamento dos painéis sob ação da água, do calor e da umidade. Rio de Janeiro, 1990. 3 p.

\_\_\_\_\_. **NBR 11679**: divisórias leves internas moduladas: verificação da estanqueidade à água proveniente de lavagem de piso. Rio de Janeiro, 1990. 3 p.

\_\_\_\_\_. **NBR 11681**: divisórias leves internas moduladas. Rio de Janeiro, 1990. 6 p.

\_\_\_\_\_. **NBR 13321**: membrana acrílica para impermeabilização. Rio de Janeiro, 2008. 4 p.

\_\_\_\_\_. **NBR 14432**: exigências de resistência ao fogo de elementos construtivos de edificações: procedimento. Rio de Janeiro, 2001. 14 p.

\_\_\_\_\_. **NBR 14715**: chapas de gesso acartonado: requisitos. Rio de Janeiro, 2001 a. 5 p.

\_\_\_\_\_. **NBR 14716**: chapas de gesso acartonado: verificação das características geométricas. Rio de Janeiro, 2001b. 4 p.

\_\_\_\_\_. **NBR 14717**: chapas de gesso acartonado: determinação das características físicas. Rio de Janeiro, 2001c. 6 p.

\_\_\_\_\_. **NBR 15217**: perfis de aço para sistemas de gesso acartonado: requisitos. Rio de Janeiro, 2005. 8 p.

\_\_\_\_\_. **NBR 15575**: edifícios habitacionais de até cinco pavimentos: desempenho: parte 1 a 6. Rio de Janeiro, 2008. 176 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS FABRICANTES DE CHAPAS PARA *DRYWALL* (ASSOCIAÇÃO *DRYWALL*). **Manual de montagem de sistemas *drywall***: paredes, forros e revestimentos. São Paulo: PINI, 2004. 52 p.

\_\_\_\_\_. **Manual de projeto de sistemas *drywall***: paredes, forros e revestimentos. São Paulo: PINI, 2006. 85 p.

ASTRA S/A INDÚSTRIA E COMÉRCIO. Apresenta informações sobre a empresa e seus produtos. Disponível em: <[www.astra.ind.br](http://www.astra.ind.br)>. Acesso em: 01 ago. 2008.

BARING, J. G. A. O desempenho acústico das vedações verticais em edifícios. In: SEMINÁRIOTECNOLOGIA E GESTÃO NA PRODUÇÃO DE EDIFÍCIOS: Vedações Verticais, São Paulo, 1998. **Anais**. São Paulo, EPUSP/PCC, 1998. p. 113-123.

BARROS, M. M. S. B. **Metodologia para implantação de tecnologias construtivas racionalizadas na produção de edifícios**. 1996. Tese (Doutorado)–Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 1996.

\_\_\_\_\_. O processo de produção de alvenarias racionalizadas. In: SEMINÁRIO TECNOLOGIA E GESTÃO NA PRODUÇÃO DE EDIFÍCIOS: Vedações Verticais. São Paulo, 1998. **Anais**. São Paulo, EPUSP/PCC, 1998. p. 21-48.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. **Paredes de *drywall***: requisitos para financiamento pela Caixa: requisitos e critérios mínimos a serem atendidos para solicitação de financiamento de edifícios multifamiliares com vedações verticais internas no sistema *drywall* (chapas de gesso) junto à Caixa Econômica Federal. [Brasília], 2005. 22 p.

CARUSO, L. A.; TIGRE, P. B. (Org./Coord.). **Modelo SENAI de prospecção**: documento metodológico. Brasília: SENAI/Departamento Nacional, 2004. 63 p.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). São Paulo. Apresenta informações sobre as legislações brasileiras acerca do meio ambiente. Resolução n.º 307 de 05 de julho de 2002. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/>>. Acesso em: 20 maio 2004.

DPLAC LTDA. Apresenta informações sobre a empresa e seus produtos. Disponível em: <[www.dplac.com.br](http://www.dplac.com.br)>. Acesso em: 01 ago. 2008.

FORMAC S.A. Apresenta informações sobre a empresa e seus produtos, particularmente portas de correr para paredes de *drywall*. Disponível em: <[www.formacbrasil.com.br](http://www.formacbrasil.com.br)>. Acesso em: 01 ago. 2008.

GYPSUM ASSOCIATION. **Using gypsum board for walls and ceilings (GA-201-85)**. Illinois, 1986.

HILTI DO BRASIL (HILTI). **Manual técnico de fixações 2007/2008**. [S.l.], 2007. Disponível em: <[http://www.hilti.com.br/holbr/modules/editorial/edit\\_listpage.jsp?catname=/downloads](http://www.hilti.com.br/holbr/modules/editorial/edit_listpage.jsp?catname=/downloads)>. Acesso em: 12 mar. 2008.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS (IPT). Sistema Lafarge Gypsum: paredes de chapas de gesso acartonado. **Referência técnica**, n. 17, mar. 2004a.

\_\_\_\_\_. Sistema Knauf: paredes de chapas de gesso acartonado. **Referência técnica**, n. 18, abr. 2004.

\_\_\_\_\_. Sistema Placostil: paredes em chapas de gesso acartonado. **Referência técnica**, n. 13, 2001.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARTZATION (ISO). **EN ISO 10666**: drilling screws with tapping screw thread: mechanical and functional properties. Suíça, 1999.

\_\_\_\_\_. **ISO 1182**: reaction to fire tests for building products: non-combustibility test. Suíça, 2002.

\_\_\_\_\_. **ISO 1716**: reaction to fire tests for building products: determination of the heat of combustion. Suíça, 2002.

\_\_\_\_\_. **ISO 717-1**: acoustics: rating of sound insulation in buildings and of building elements: part 1: airborne sound insulation. Suíça, 1996.

\_\_\_\_\_. **ISO 9705**: fire tests: full-scale room test for surface products. Suíça, 1993.

ISAR ISOLAMENTOS TÉRMICOS E ACÚSTICOS. Apresenta informações sobre a empresa e seus produtos. Disponível em: <[www.isar.com.br](http://www.isar.com.br)>. Acesso em: 01 ago. 2008.

ISOVER – SAINT-GOBAIN VIDROS S.A. Divisão Isover. Apresenta informações sobre a empresa e seus produtos. Disponível em: <[www.isover.com.br](http://www.isover.com.br)>. Acesso em: 01 ago. 2008.

KNAUF DO BRASIL. **Sistemas Drywall Knauf**: manual de instalação. [S.l.], 2007. Disponível em: <[http://www.knauf.com.br/catalogos/manual\\_instalacao.pdf](http://www.knauf.com.br/catalogos/manual_instalacao.pdf)>. Acesso em: 11 fev. 2008. Versão de 17 jul. 2007.

KNAUF DO BRASIL. **Sistemas Drywall Knauf**: manual de instalação. [S.l.], 2008. Disponível em: <[http://www.knauf.com.br/catalogos/paredes\\_knauf.pdf](http://www.knauf.com.br/catalogos/paredes_knauf.pdf)>. Acesso em: 05 set. 2008.

LAFARGE GYPSUM. Treinamento para montagem de sistemas gypsum *drywall*. [S.l.], [2005?]. 1 CD-ROM.

MARCONDES, F. C. S. **Sistemas logísticos reversos para a indústria da construção civil: o exemplo da cadeia de chapas de gesso acartonado**. 2007. Dissertação (Mestrado)–Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2007.

MITIDIERI FILHO, C.V. **Avaliação de desempenho de componentes e elementos construtivos inovadores destinados a habitações**: proposições específicas à avaliação do desempenho estrutural. 1998. Tese (Doutorado)–Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 1998. 218 p.

\_\_\_\_\_. Como construir paredes em chapas de gesso acartonado. **Téchne**, São Paulo, n. 30, set./out. 1997.

MITIDIERI, M. L.; IOSHIMOTO, E. **Proposta de classificação de materiais e componentes construtivos com relação ao comportamento frente ao fogo: reação ao fogo**. São Paulo: EPUSP, 1999. 25p. Boletim Técnico PCC/222.

MODULOR COMÉRCIO DE MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO. Apresenta informações sobre a empresa e seus produtos. Disponível em: <[www.modulor.com.br](http://www.modulor.com.br)>. Acesso em: 01 ago. 2008.

MONTANA HIDROTÉCNICA LTDA. Apresenta informações sobre a empresa e seus produtos, particularmente caixas de descarga para paredes de *drywall*. Disponível em: <[www.montanahidrotecnica.com.br](http://www.montanahidrotecnica.com.br)>. Acesso em: 01 ago. 2008.

PAREX GROUP S.A. Apresenta informações sobre a empresa e seus produtos. Disponível em: <[www.parex.ind.br](http://www.parex.ind.br)>. Acesso em: 05 ago. 2008.

SABBATINI, F. H. O processo de produção das vedações leves de gesso acartonado. In: SEMINÁRIO TECNOLOGIA E GESTÃO NA PRODUÇÃO DE EDIFÍCIOS: Vedações Verticais, São Paulo, 1998. **Anais**. São Paulo, EPUSP/PCC, 1998. p. 67-94.

SABBATINI, F. H. et al. **Desenvolvimento tecnológico de métodos construtivos para alvenarias e revestimentos**: recomendações para construção de paredes de vedação em alvenaria. São Paulo: EPUSP, 1988. Projeto EP/EN-1.



SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL- SENAI. Departamento Nacional. Tendências organizacionais e de difusão tecnológica para o setor de construção civil: segmento de edificações. Brasília: [SENAI. DN], 2005. 36 p. (Série Difusão Tecnológica e Organizacional; 1).

SOUZA, R. **Contribuição do conceito de desempenho para a avaliação do edifício e suas partes**: aplicação às janelas de uso habitacional. 1983. Dissertação (Mestrado)–Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 1983. 181 p.

TANIGUTI, E. K. **Método construtivo de vedação vertical interna de chapas de gesso acartonado**. Dissertação (Mestrado)–Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 1999a. 293 p.

TANIGUTI, E. K.; BARROS, M. M. S. B. Inovação tecnológica e o processo de implantação de divisórias de gesso acartonado. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO DA QUALIDADE E ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO - SIBRAGEC, 1., 1999, Recife. **Anais**. Recife: GEQUACIL/UPE, 1999b. v. 1. p. 147-156.

TANIGUTI, E. K.; BARROS, M. M. S. B. Qualidade no projeto das divisórias de gesso acartonado. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO DA QUALIDADE E ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO - SIBRAGEC, 1., 1999, Recife. **Anais**. Recife: UPE/ POLI/DEC, 1999c. v. 1. p. 339-348.

TANIGUTI, E.K., BARROS, M. M. S. B. **Vedação vertical interna de chapas de gesso acartonado**: método construtivo. São Paulo: EPUSP, 2000. Boletim Técnico BT/PCC/n.248. 26 p.

**SENAI/DN**

**Unidade de Prospectiva do Trabalho – UNITRAB**

*Luiz Antonio Cruz Caruso*

**Gerente-Executivo**

**Revisão Técnica**

|  |  |
|--|--|
| <b>Dyanna Karla P. Tavares</b>         | <b>SENAI/RN - Centro de Construção Civil Rosária Carriço</b> |
| <b>Luiz Roberto Gasparetto</b>         | <b>SENAI/SP - Escola SENAI Orlando Laviero Ferraiuolo</b>    |
| <b>Maria Aparecida Nogueira Campos</b> | <b>SENAI/ES</b>  |
| <b>Roberto da Cunha</b>                | <b>SENAI/RJ</b>  |
| <b>Roberto de Souza</b>                | <b>CTE - Centro de Tecnologia de Edificações</b>             |
| <b>Wilson Passeto</b>                  | <b>Tigre S/A</b>   |
| <b>Luiz Antonio Cruz Caruso</b>        | <b>SENAI/DN</b>  |
| <b>Marcello José Pio</b>               | <b>SENAI/DN</b>  |

**SUPERINTENDÊNCIA DE SERVIÇOS COMPARTILHADOS – SSC**

**Área Compartilhada de Informação e Documentação – ACIND**

*Gabriela Leitão*

**Normalização**

*Suzana Curi Guerra*

**Produção Editorial**

---

**Elaboração**

Mercia Maria Semensato Bottura de Barros (coordenadora)

Francisco Ferreira Cardoso

Fabia Cristina Segatto Marcondes

*Renata Portella*

**Revisão gramatical**

*Exa World*

**Projeto gráfico**

*TMTA Comunicações*

**Editoração**





*Confederação Nacional da Indústria  
Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial  
Departamento Nacional*

ISBN 978-85-7519-309-9



9 788575 193099 >