

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL**

Eduardo Tomasini Nunes

**GESSO ACARTONADO: DIRETRIZES PARA A EXECUÇÃO
DE DIVISÓRIAS INTERNAS
DE ACORDO COM A NBR 15.758-1:2009**

Porto Alegre
novembro 2015

EDUARDO TOMASINI NUNES

**GESSO ACARTONADO: DIRETRIZES PARA A EXECUÇÃO
DE DIVISÓRIAS INTERNAS
DE ACORDO COM A NBR 15.758-1:2009**

Trabalho de Diplomação apresentado ao Departamento de Engenharia Civil da Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como parte dos requisitos para obtenção do título de Engenheiro Civil

Orientador: Ruy Alberto Cremonini

Porto Alegre
novembro 2015

EDUARDO TOMASINI NUNES

**GESSO ACARTONADO: DIRETRIZES PARA A EXECUÇÃO
DE DIVISÓRIAS INTERNAS
DE ACORDO COM A NBR 15.758-1:2009**

Este Trabalho de Diplomação foi julgado adequado como pré-requisito para a obtenção do título de ENGENHEIRO CIVIL e aprovado em sua forma final pelo Professor Orientador da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Porto Alegre, 26 de novembro de 2015

Prof. Ruy Alberto Cremonini
Dr. pela Universidade de São Paulo
Orientador

BANCA EXAMINADORA

Prof. Ruy Alberto Cremonini (UFRGS)
Dr. pela Universidade de São Paulo

Profa. Ana Luiza Raabe Abitante (UFRGS)
Dra. pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Profa. Cristiane Sardin Padilla de Oliveira (UFRGS)
Dra. pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Dedico este trabalho a meus pais, Juarez e Jussara, que sempre me apoiaram e especialmente durante o período do meu Curso de Graduação estiveram ao meu lado.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Prof. Ruy Alberto Cremonini, orientador deste trabalho, pelo tempo e dedicação despendido em me orientar na elaboração do presente trabalho.

Agradeço ao meu colega e amigo Maurício Kaminski Alves pelas dicas e correções sempre úteis durante a execução deste trabalho.

Agradeço aos meus pais, Juarez Nunes e Jussara Tomasini, pelo apoio e paciência durante esse período do curso.

Todo efeito tem uma causa; todo efeito inteligente tem uma causa inteligente; a potência de uma causa está na razão da grandeza do efeito.

Allan Kardec

RESUMO

O mercado da construção civil tem diminuído seus prazos de execução nos últimos anos, exigindo que a engenharia trouxesse novas tecnologias e técnicas construtivas. As divisórias de gesso acartonado surgiram como alternativa à alvenaria de vedação tradicional na compartimentação interna de residências. Apesar de ter entrado no mercado brasileiro há mais de vinte anos, somente em 2009 surgiu uma norma brasileira específica sobre gesso acartonado, a NBR 15.758 “Sistemas Construtivos em Chapas de Gesso para Drywall – Projeto e procedimentos executivos para montagem”, dividida em três partes: paredes, forro e revestimento. Em Porto Alegre/RS, muitas construtoras substituíram as divisórias internas em alvenaria tradicional para gesso acartonado por volta dos anos 2000. Nesse contexto, o presente trabalho tem com objetivo comparar as recomendações construtivas de paredes em gesso acartonado com o procedimento de execução de serviço interno de uma construtora de Porto Alegre/RS, avaliando se o mesmo atende aos requisitos prescritos na norma NBR 15.758-1 e é seguido em obra. Ao final, conclui-se que os itens do procedimento seguem as instruções da norma, no entanto diversos itens da norma são omitidos no procedimento da empresa, sendo então sugerida a inclusão das instruções ausentes no procedimento. Na verificação em obra foi verificado que mesmo os itens que não constavam no procedimento seguiam a norma, dado à experiência e qualificação da equipe de montagem, menos pelo não atendimento ao pré-requisito de estanqueidade do ambiente para a montagem das placas, que por decisão administrativa da empresa não foi atendido, entretanto, dada a experiência do autor sobre as técnicas construtivas da empresa, pode-se afirmar que esse foi um caso isolado dentro dos procedimentos de qualidade seguidos pela construtora.

Palavras-chave: alternativa. Divisórias de gesso acartonado. NBR 15.758-1.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Fluxograma das etapas da pesquisa	17
Figura 2 – Processo de produção das placas	28
Figura 3 – Chapas de gesso acartonado	33
Figura 4 – Guias e montantes metálicos	35
Figura 5 – Cabeças dos parafusos	37
Figura 6 – Pontas dos parafusos	37
Figura 7 – Forma de uso da lã mineral	40
Figura 8 – Sistema massa-mola-massa	43
Figura 9 – Armazenamento e empilhamento das placas	61
Figura 10 – Marcação das paredes.....	64
Figura 11 – Fixação do reforço de madeira	67
Figura 12 – Fixação das caixas de derivação	68
Figura 13 – Posicionamento das caixas de derivação	69
Figura 14 – Fixação do registro de chuveiro em travessa metálica	70
Figura 15 – Isolamento com lã mineral	72
Figura 16 – Reforço superior nas portas	74
Figura 17 – Acabamento de juntas e parafusos	76
Figura 18 – Impermeabilização de box de banheiro	77
Figura 19 – Fachada do edifício estudado sem esquadrias	87
Figura 20 – Danos causados pela umidade	88
Figura 21 – Danos causados pela umidade	88
Figura 22 – Estocagem das placas de gesso	90
Figura 23 – Fixação dos pontos de água	90
Figura 24 – Fixação das caixas elétricas	91
Figura 25 – Utilização do rodapé metálico	91
Figura 26 – Parafusos muito profundos e próximos à borda	92
Figura 27 – Umidade nas placas <i>standard</i>	93
Figura 28 – Reforço de madeira molhado	94

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Critérios segundo a NBR 15.758-1.....	48
Quadro 2 – Comparação entre os itens da NBR 15.758-1 e procedimento de execução de serviço da construtora	79
Quadro 3 – Comparação entre os itens da NBR 15.758-1 e a execução em obra.....	83

LISTA DE SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

NBR – Norma Brasileira

RF – Resistente ao Fogo

RU – Resistente à Umidade

SVVIE – Sistemas de Vedações Verticais Internas e Externas

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 DIRETRIZES DA PESQUISA	15
2.1 QUESTÃO DE PESQUISA	15
2.2 OBJETIVOS DA PESQUISA	15
2.2.1 Objetivo principal	15
2.2.2 Objetivos secundários	15
2.3 PRESSUPOSTO	16
2.4 PREMISA	16
2.5 DELIMITAÇÕES	16
2.6 LIMITAÇÕES	16
2.7 DELINEAMENTO	16
3 RACIONALIZAÇÃO E SISTEMAS CONSTRUTIVOS SECOS	19
3.1 RACIONALIZAÇÃO	19
3.2 SISTEMAS CONSTRUTIVOS SECOS	21
3.3 NORMA DE DESEMPENHO	22
4 VEDAÇÃO VERTICAIS INTERNAS EM GESSO ACARTONADO	25
4.1 VEDAÇÕES VERTICAIS INTERNAS	25
4.2 HISTÓRICO DO GESSO ACARTONADO	26
4.3 FABRICAÇÃO DAS CHAPAS DE GESSO ACARTONADO	26
4.4 CARACTERÍSTICAS DAS DIVISÓRIAS EM GESSO ACARTONADO	28
4.4.1 Montagem por acoplamento mecânico	28
4.4.2 Não contraventamento da estrutura	30
4.4.3 Superfície plana, lisa e monolítica	30
4.4.4 Vedação oca e estruturada por perfis	30
4.4.5 Desmontável e leve	31
4.4.6 Sensibilidade frente à umidade	31
4.5 COMPONENTES DAS VEDAÇÕES EM GESSO ACARTONADO	32
4.5.1 Chapas de gesso	32
4.5.2 Estruturas de aço para gesso acartonado	33
4.5.3 Elementos de fixação	36
4.5.4 Tratamento das juntas	37
4.5.4.1 Massa para juntas	37

4.5.4.2 Fitas	38
4.5.5 Isolamento térmico e acústico	39
4.6 DESEMPENHO DO GESSO ACARTONADO	40
4.6.1 Desempenho térmico	40
4.6.2 Desempenho acústico	42
4.6.3 Desempenho estrutural	44
4.6.4 Desempenho frente à umidade	45
4.6.5 Desempenho frente ao fogo	46
4.6.6 Critérios segundo a NBR 15758-1	47
4.7 VANTAGENS DO GESSO ACARTONADO FRENTE À ALVENARIA	50
4.7.1 Ganho de área	50
4.7.2 Mais leve	50
4.7.3 Facilidade na execução das instalações	51
4.7.4 Superfície lisa e precisa	51
4.7.5 Facilidade na manutenção das instalações hidráulicas	51
4.7.6 Rapidez	51
4.7.7 Vantagens econômicas	52
4.8 LIMITAÇÕES DO USO DAS DIVISÓRIAS DE GESSO	52
4.8.1 Deformações das estruturas de concreto	52
4.8.2 Deficiências na interação com os subsistemas	53
4.8.3 Mudança na qualidade dos demais subsistemas	53
4.8.4 Capacitação dos profissionais	54
4.8.5 Cultura e satisfação dos usuários	54
5 PROJETO EXECUTIVO, PREMISSAS E EXECUÇÃO	56
5.1 CARACTERÍSTICAS DOS PROJETOS	56
5.2 MÉTODO CONSTRUTIVO DAS DIVISÓRIAS	59
5.2.1 Recebimento, manuseio e armazenamento dos materiais	59
5.2.1.1 Recebimento das placas de gesso	59
5.2.1.2 Recebimento dos perfis metálicos	59
5.2.1.3 Manuseio das chapas de gesso	59
5.2.1.4 Manuseio dos perfis metálicos	60
5.2.1.5 Armazenamento das chapas de gesso	60
5.2.2 Ferramentas necessárias para a montagem das divisórias	61
5.2.3 Condições de início	62
5.2.4 Marcação das paredes	63

5.2.5 Fixação das guias e montantes	64
5.2.6 Colocação dos montantes	65
5.2.6.1 Montantes simples	65
5.2.6.2 Montantes duplos	66
5.2.7 Reforços e instalações no interior das paredes	66
5.2.7.1 Reforços.....	66
5.2.7.2 Instalações eletro-eletrônicas	67
5.2.7.3 Instalações hidrossanitárias	69
5.2.7.4 Instalações de gás	71
5.2.7.5 Colocação de lã mineral	71
5.2.8 Colocação das chapas de gesso	72
5.2.9 Aberturas em vãos de portas e janelas	73
5.2.10 Tratamento das juntas	74
5.2.11 Paredes em áreas molháveis	76
6 VERIFICAÇÕES E ANÁLISES	78
6.1 VERIFICAÇÃO DE PROCEDIMENTO EM RELAÇÃO À NORMA	78
6.2 ANÁLISE DO ATENDIMENTO DO PROCEDIMENTO EM OBRA	82
6.2.1 Empreendimento analisado	82
6.2.2 Análise executiva	82
7 CONCLUSÃO	97
REFERÊNCIAS	99

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, vem surgindo a exigência de que os processos construtivos tradicionais sejam realizados em menor tempo sem perder a qualidade. Isso vem exigindo alternativas a esses sistemas, ou seja, métodos construtivos que cumpram a mesma função, mas que demandem menor prazo de construção. Com o advento da tecnologia, os processos construtivos vêm se modernizando, seja racionalizando sistemas tradicionais e consolidados na construção civil ou criando novos processos construtivos, com diferentes materiais que surgem como alternativas tecnológicas e mais eficientes aos sistemas existentes.

Um dos processos que teve início na década de 1990 no Brasil, principalmente na cidade de São Paulo, e atualmente está se consolidando cada vez mais em todo País, é a substituição da alvenaria de vedação interna tradicional em edifícios com estrutura de concreto armado, que utiliza blocos e tijolos, quer sejam cerâmicos ou de concreto, unidos por meio de argamassa, pelas divisórias internas em gesso acartonado. Esse método construtivo cumpre a mesma função da alvenaria tradicional, porém demanda menor tempo de execução, o produto final é entregue praticamente pronto, não necessitando de revestimento argamassado, para a pintura, e é capaz de cumprir as exigências de desempenho normatizadas, caso sua execução atenda às normas vigentes.

Sendo essa uma tecnologia relativamente nova, a Associação Brasileira de Normas Técnicas, ABNT, publicou, em 2009, a NBR 15758 – Sistemas Construtivos em Chapas de Gesso para Drywall – Projeto e Procedimentos Executivos para Montagem, dividida em três partes: paredes, forros e revestimentos. Essa Norma apresenta diretrizes de projeto e especificação de sistemas construtivos em gesso acartonado, bem como a sequência do processo de executivo de montagem e verificações de qualidade (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2009).

Em vista disso, como existe pequena disponibilidade de literatura técnica atualizada conforme a Norma sobre o tema no Brasil e esse processo construtivo vem se consolidando cada vez na cidade de Porto Alegre, o objetivo do presente trabalho é estudar o processo executivo das divisórias internas de gesso acartonado. Essa análise cobre o projeto específico, detalhes na compatibilização de projetos das instalações, características gerais do sistema e o processo de

execução completo, juntamente com uma análise de caso com o acompanhamento da execução das divisórias em uma empresa de Porto Alegre.

Essa empresa utiliza divisórias internas em gesso acartonado há doze anos e possui um procedimento interno de execução, criado no ano de 2001, tendo sua última revisão no ano de 2013. A presente pesquisa pretende compará-lo às diretrizes da NBR 15758-1, verificando se o processo obedece à Norma, bem como as características gerais do sistema, da concepção do projeto até a finalização do processo executivo.

2 DIRETRIZES DA PESQUISA

As diretrizes para desenvolvimento do trabalho são descritas nos próximos itens.

2.1 QUESTÃO DE PESQUISA

A questão de pesquisa do trabalho é: o procedimento para execução de divisórias internas em gesso acartonado atualmente adotado por uma construtora de Porto Alegre/RS atende às exigências normalizadas?

2.2 OBJETIVOS DA PESQUISA

Os objetivos da pesquisa estão classificados em principal e secundários e são descritos a seguir.

2.2.1 Objetivo principal

O objetivo principal do trabalho é a análise crítica do procedimento de execução de divisórias internas em placas de gesso acartonado em uma construtora de Porto Alegre/RS.

2.2.2 Objetivos secundários

Os objetivos secundários do trabalho são a:

- a) descrição das diretrizes para a execução de divisórias internas em placas de gesso acartonado de acordo com a NBR 15758-1, desde o recebimento do material em obra até a entrega do produto para próxima etapa, isto é, pintura ou revestimento cerâmico;
- b) sugestão de adequações para o procedimento interno da empresa.

2.3 PRESSUPOSTO

O trabalho tem por pressuposto que os procedimentos executivos para montagem e instalação de divisórias internas em gesso acartonado descritos na NBR 15758-1 são válidos como referência para a elaboração de diretrizes de execução de serviço.

2.4 PREMISSA

O trabalho tem por premissa que, em decorrência da pequena disponibilidade de literatura técnica atualizada conforme a Norma sobre as divisórias em gesso acartonado e a baixa difusão do tema nos setores acadêmicos torna o sistema pouco conhecido tecnicamente. No entanto, como o uso de divisórias leves em gesso acartonado está em franca expansão nas construções do País, deve-se elaborar documentos que possam esclarecer os procedimentos para esse sistema construtivo.

2.5 DELIMITAÇÕES

O trabalho delimita-se a diretrizes para a execução de paredes em gesso acartonado executadas em chapas *standard* e chapas resistentes à umidade (RU).

2.6 LIMITAÇÕES

São limitações do trabalho a verificação do procedimento de execução em uma construtora de Porto Alegre/RS, tendo como objeto de estudo uma obra específica composta por duas torres residenciais.

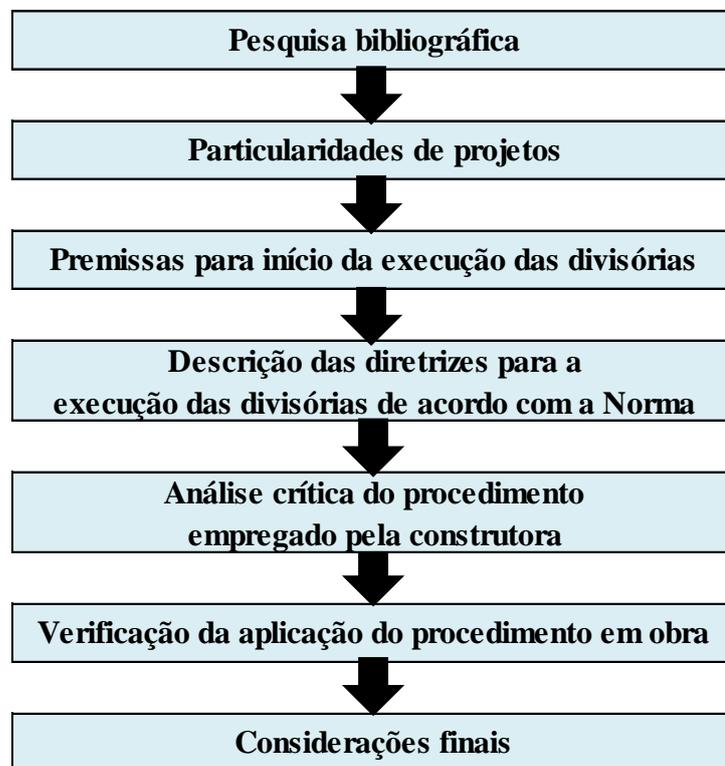
2.7 DELINEAMENTO

O trabalho será realizado através das etapas apresentadas a seguir, que estão representadas na figura 1, e são descritas nos próximos parágrafos:

- a) pesquisa bibliográfica;

- b) determinação das particularidades do sistema para elaboração dos projetos elétrico e hidráulico;
- c) descrição das premissas para o início da execução das divisórias internas em gesso acartonado;
- d) descrição das diretrizes para a execução das divisórias internas em gesso acartonado de acordo com a Norma vigente;
- e) análise crítica do procedimento interno existente da construtora em relação à Norma vigente;
- f) verificação da aplicação do procedimento em obra;
- g) considerações finais.

Figura 1 – Fluxograma das etapas da pesquisa



(fonte: elaborado pelo autor)

A pesquisa bibliográfica foi desenvolvida sobre a racionalização na construção civil, suas vantagens e necessidades, bem como a conceituação do processo de construção a seco (*drywall*). Dentro desse tema foram pesquisados os tipos de vedações, histórico, características, modo de fabricação, vantagens e desvantagens das placas de gesso acartonado e Normas Brasileiras.

O primeiro passo após a pesquisa bibliográfica foi apresentar as diretrizes para a compatibilização de projetos de instalações elétricas e hidráulicas para o sistema de vedação em gesso acartonado. Destacaram-se as necessidades específicas dos sistemas elétricos e hidráulicos adaptadas às instruções descritas na NBR 15758-1.

Com base na Norma de gesso acartonado foram descritas as premissas para que o sistema de vedação em gesso acartonado possa iniciar na obra, determinando os subsistemas que necessariamente precisam estar concluídos. Posteriormente foram descritas as diretrizes para todo o processo de execução das divisórias, desde a chegada do material em obra, estocagem, e todo o processo de construção das mesmas, até a entrega do produto para a próxima etapa, seja pintura ou revestimento cerâmico de acordo com a NBR 15.758-1;

Após apresentação das diretrizes foi realizada uma análise crítica do procedimento interno da construtora que será avaliada. Nela foi analisado se o processo atualmente executado atende à normalização vigente, de acordo com o que foi descrito nas diretrizes de procedimento de acordo com a NBR 15758-1, comparando com o documento presente no manual de qualidade da empresa que descreve todo o procedimento executivo do sistema de vedação interna em gesso acartonado.

Com as diretrizes determinadas e a análise crítica do procedimento interno da construtora realizada foi analisado se o procedimento descrito pela construtora é seguido integralmente em uma obra na cidade de Porto Alegre, composta por duas torres residenciais. Após foi realizada a conclusão do processo de execução uma sugestão de adaptações possíveis para o procedimento da construtora nos itens que não atendem a Norma específica.

3 RACIONALIZAÇÃO E SISTEMAS CONSTRUTIVOS SECOS

3.1 RACIONALIZAÇÃO

A inovação tem presença constante na construção civil, uma vez que o surgimento de avanços tecnológicos tanto de materiais como de equipamentos utilizados na indústria da construção vêm trazendo novas alternativas para os sistemas produtivos. Em função da situação econômica à época Guimarães et al. (2004) cita que as construtoras têm buscado inovar nos processos produtivos como meio para driblar os efeitos econômicos vividos pelo País. Como inovação pode-se destacar a racionalização de métodos, processos e sistemas construtivos fazendo com que essas mudanças reduzam custos, sejam executadas dentro do cronograma da obra e primem pela qualidade do serviço.

Cabe destacar que “Racionalizar a construção, [...], é dar uma estrutura orgânica e contínua ao processo de edificar, substituindo práticas rotineiras convencionais, por recursos e métodos baseados no raciocínio tecnológico e sistematizado, [...]” (POUBEL et al., 2001, p. [1]).

Barros e Sabbatini (2003, p. 2) afirmam que “Numa economia competitiva, [...], a redução dos custos de produção dos empreendimentos é um fator decisivo para a sobrevivência das empresas.”. Já Poubel et al. (2001, p. [2]) diz que “Repensar a maneira de construir, é o caminho mais curto para obter qualidade sem estourar os custos.”.

Taniguti (1999) afirma que ao mesmo tempo em que a redução de custos tem se tornado um fato importante para as construtoras, o Código de Defesa do Consumidor tem sido usado pelos consumidores como uma forma de garantir seus direitos em torno da qualidade do produto que estão consumindo. Sendo assim, os consumidores vêm se tornando cada vez mais exigentes.

Como a racionalização tem por princípios eliminar os desperdícios, diminuir custos e melhorar a qualidade, o emprego de sistemas pré-fabricados agrega mais duas características à essas, como redução de materiais utilizados e de tempo de execução. Com a evolução tecnológica da engenharia, o emprego de sistemas construtivos integrados entre si surge como

um modelo de otimização, tomando o lugar de processos artesanais num futuro próximo, ou seja, a produção industrial vem entrando com força dentro da construção civil (POUBEL et al., 2001).

Segundo Souza e Sabbatini (1998), é possível destacar como medidas de racionalização na construção civil a alvenaria racionalizada e como alternativa a ela o emprego de divisórias internas em gesso acartonado. Nesse contexto, o emprego de compartimentação de ambientes em chapas de gesso acartonado tem sido amplamente empregado em razão da alta capacidade de racionalização desse sistema construtivo. Taniguti (1999), em sua dissertação de mestrado, afirma que o gesso acartonado foi introduzido no Brasil no início da década de 1970, no entanto teve maior repercussão no início da década de 1990, introduzido pela construtora Método Engenharia, na cidade de São Paulo.

No entanto, sendo essa uma tecnologia importada, não se pode importar apenas o produto sem o sistema de produção. Isto é, não adianta importar o produto final, nesse caso as vedações internas, sem ter o conhecimento para tornar o material bruto em produto final. Como sistemas de produção podem-se destacar: elaboração de projetos, mão de obra e organização da produção. O que impede a importação desses sistemas de um país para outro são as diferenças culturais e especificidades dos projetos, por isso é necessário que sejam desenvolvidos e adaptados de acordo com o lugar onde estão sendo implantados (SOUZA; SABBATINI, 1998).

Taniguti e Barros (1999) destacam que para que a implantação das divisórias em gesso acartonado tenha eficiência é necessário que haja uma metodologia que abranja três aspectos principais: tecnológicos, organizacionais e gestão da produção. O não emprego dessa metodologia é uma das principais causas de dificuldades encontradas na inserção dessa tecnologia em canteiros de obra sem o uso de nenhuma metodologia de aplicação. Já Souza e Sabbatini (1998, p. 193) afirmam que “Para que esse sistema de produção seja completo é necessário o desenvolvimento tecnológico das vedações, levando-se em consideração a sua adequação aos edifícios [...] e a sua interação com os demais subsistemas [...]”.

Segundo Taniguti (1999, p. 6), “Acredita-se que o conhecimento das características tecnológicas, incluindo o desempenho do produto empregado, seja de fundamental importância [...], para evitar a ocorrência de problemas patológicos futuros.”. No entanto, o

desconhecimento das construtoras acerca dos métodos de produção tem gerado uma série de improvisações que podem levar a surgir diversos problemas no futuro.

Portanto, a implantação das divisórias internas em gesso acartonado não pode ser avaliada como um elemento isolado na construção, mas sim como um elemento que necessita de integração com os demais subsistemas para que o resultado final do seu emprego seja satisfatório. Sendo assim é necessário projetar, mesmo que isso signifique uma demanda maior de tempo em estudos e consultorias, uma vez que esse processo se torna menos custoso do que empregar soluções improvisadas (NICOMEDES; QUALHARINI, 2003; TANIGUTI, 1999).

3.2 SISTEMAS CONSTRUTIVOS SECOS

Sabbatini (1998, p. [2]) conceitua processos de construção a seco como “[...] métodos construtivos de montagem por acoplamento mecânico e se contrapõem ao métodos de moldagem no local, que empregam materiais dosados com água, como argamassas e concretos.”. Sendo assim, materiais que não utilizam água na sua construção podem ser definidos como processo construtivo a seco ou, como conhecido nos Estados Unidos *drywall construction*.

Há necessidade de se atentar para a generalização do termo *drywall* que é utilizado como sinônimo de vedação em gesso acartonado, no entanto, existem diferenças de conceituação entre parede, divisória e *drywall*. Parede é uma construção que limita um espaço e que pode ou não possuir função estrutural, já divisória tem a mesma conceituação, no entanto não tem função estrutural e *drywall* são divisórias de construção a seco podendo ser compostas por materiais como gesso acartonado ou madeira compensada (TANIGUTI, 1999).

Nesse contexto, Sabbatini¹ (1997 apud SABBATINI, 1998, p. [2]) conceitua divisória interna em chapas de gesso acartonado como:

[...] 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 e constituída por uma estrutura de perfis metálicos ou de madeira e fechamento de chapas de gesso acartonado.

¹ SABBATINI, F.H. **Tecnologia de vedações verticais**. Anotações de aula. São Paulo, EPUSP/PCC, 1997. Não publicado.

Portanto, *drywall* não pode ser usado como sinônimo de vedação em gesso acartonado, uma vez que o gesso acartonado é apenas um dos materiais que podem ser utilizados para construção a seco. *Drywall* é uma marca registrada pela empresa Lafarge Gypsum (TANIGUTI, 1999). No entanto, no Brasil, o termo é amplamente usado como sinônimo de divisória de gesso acartonado, tanto no meio técnico como comercial.

3.3 NORMA DE DESEMPENHO

No ano de 2013 entrou em vigor a nova norma de desempenho, a NBR 15.575: “Edificações habitacionais – Desempenho”, atualizando a anterior que datava de 2008. Segundo a Norma citada, desempenho é definido como “comportamento em uso de uma edificação e de seus sistemas.” (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013, p. 7).

O objetivo da Norma é estabelecer requisitos e critérios mínimos de desempenho em relação aos sistemas que compõem um edifício habitacional, de acordo com as exigências dos usuários, independentemente dos materiais e sistemas construtivos utilizados, bem como determinar os métodos de avaliação dos sistemas construtivos. Seu foco não está em prescrever como os sistemas são construídos, e sim atuar complementarmente às normas prescritivas, transformando as exigências dos usuários em requisitos e critérios a serem seguidos, sendo necessário, portanto, o uso simultâneo da norma de desempenho com as normas prescritivas específicas para cada sistema construtivo (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013).

A norma de desempenho conceitua critérios de desempenho como “especificações quantitativas dos requisitos de desempenho, expressos em termos de quantidades mensuráveis, a fim de que possam ser objetivamente determinados.” (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013, p. 7). A NBR 15.575-1 ainda define exigências do usuário como um “conjunto de necessidades do usuário da edificação habitacional a serem satisfeitas por este (e seus sistemas), de modo a cumprir com suas funções.” (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013, p. 8). Nesse contexto, requisitos de desempenho são definidos como “condições que expressam qualitativamente os atributos que uma edificação habitacional e seus sistemas devem possuir, a fim de que possam satisfazer as exigências do usuário”. (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE

NORMAS TÉCNICAS, 2013, p. 9). Segundo essa Norma, as edificações habitacionais devem atender aos seguintes requisitos de desempenho:

- a) segurança: estrutural, contra fogo, no uso e operação;
- b) habitabilidade: estanqueidade, desempenho térmico, acústico e lumínico, saúde, higiene e qualidade do ar, funcionalidade e acessibilidade, conforto tátil e antropodinâmico;
- c) sustentabilidade: durabilidade, manutenibilidade, impacto ambiental.

Resumindo os conceitos apresentados, pode-se dizer que a norma de desempenho é composta de medidas e parâmetros que os sistemas construtivos que compõem uma edificação, bem como a construção num todo, devem seguir para que o usuário se sinta seguro e confortável utilizando a edificação que habita.

A NBR 15.575 é dividida em seis partes, respectivamente:

- a) Parte 1: requisitos gerais;
- b) Parte 2: requisitos para os sistemas estruturais;
- c) Parte 3: requisitos para os sistemas de pisos;
- d) Parte 4: requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas – SVVIE;
- e) Parte 5: requisitos para sistemas de coberturas;
- f) Parte 6: requisitos para os sistemas hidrossanitários.

A parte quatro na NBR 15.575 trata especificamente dos sistemas de vedações internas e externas das edificações, as quais influenciam no desempenho geral das construções, bem como são influenciadas por outros sistemas. Os requisitos de desempenho estrutural descritos nessa parte da norma, referentes a divisórias, são os seguintes:

- a) estabilidade e resistência estrutural dos sistemas de vedação internos e externos: trata do nível de segurança que uma edificação deve apresentar dado as combinações de ações que ocorrem na sua vida útil;
- b) deslocamentos, fissurações e falhas a valores aceitáveis, de forma a assegurar o livre funcionamento de elementos e componentes da edificação habitacional: propõe limites aceitáveis para abertura de fissuras, deslocamentos e falhas, assegurando o funcionamento da edificação;
- c) solicitações de cargas provenientes de peças suspensas atuantes nos sistemas de vedações internas e externas: determina os critérios para as vedações resistirem aos esforços solicitados por peças suspensas;

- d) impacto de corpo mole nos sistemas de vedações verticais internas e externas, com ou sem função estrutural: traduz a resistência das vedações a impactos, que podem ser gerados pelo uso da edificação ou por tentativas de intrusões.
- e) impacto de corpo duro incidente nos SVVIE, com ou sem função estrutural: tem o mesmo princípio dos impactos de corpo mole.

A mesma parte da norma trata ainda de requisitos de segurança contra incêndio, sendo eles:

- a) dificultar a ocorrência de inflamação generalizada: conter a ocorrência do fogo no ambiente, bem como evitar a geração excessiva de fumaça;
- b) dificultar a propagação de incêndio e preservar a estabilidade estrutural da edificação.

A estanqueidade também é avaliada na NBR 15.575-4. O requisito prescrito na norma relacionado a divisórias internas é:

- a) umidade nas vedações verticais externas e internas decorrente da ocupação do imóvel: evitar a infiltração de água entre as vedações que estão em contato com áreas molhadas ou molháveis;

Desempenho térmico e acústico também são descritos nessa parte da norma de desempenho. O desempenho térmico é aplicado principalmente para vedações externas, já o desempenho acústico apresenta requisitos e critérios para as divisórias internas e externas. Para divisórias internas é avaliado:

- a) nível de ruídos admitidos na habitação: são avaliados os dormitórios das habitações de acordo com o local da habitação e a classe de ruído. Também são diferenciados os tipos de vedações, se são unidades habitacionais autônomas ou em áreas comuns da habitação.

4 VEDAÇÕES VERTICAIS INTERNAS EM GESSO ACARTONADO

4.1 VEDAÇÕES VERTICAIS INTERNAS

Nas edificações existem três tipos de vedações. Taniguti (1999) ressalta duas delas em sua dissertação: as internas, que se referem às compartimentações entre ambientes da construção e as externas, as quais fazem o fechamento da edificação, ou seja, divide o lado externo do interno da construção. No entanto, existem também as vedações entre unidades autônomas, isto é, as que dividem, por exemplo, apartamentos ou casas geminadas vizinhas. Esse tipo de vedação tem uma função muito próxima às de divisórias externas das edificações.

As vedações internas e externas podem ser classificadas em resistentes e autoportantes, sendo que o que as diferencia é a função estrutural, que a resistente possui e a autoportante não. (SABBATINI², 1988 apud TANIGUTI, 1999). Ainda na mesma obra a autora destaca que as vedações de gesso acartonado se encaixam na definição de vedações internas autoportantes, uma vez que não tem função estrutural, apenas de compartimentação interna.

A mobilidade das divisórias também as classifica em (ELDER; VANDENBERG³, 1977 apud TANIGUTI, 1999):

- a) fixas: quando necessitam de acabamentos após sua conclusão, como, por exemplo, o revestimento argamassado em uma parede de alvenaria moldada *in loco*.
- b) desmontáveis: que podem ser montadas e desmontadas sem maiores danos aos seus componentes, vedações em painéis são um exemplo desse tipo de divisória.
- c) móveis: as quais podem ser movidas sem necessidade de desmontagem, como por exemplo os biombos.

² SABBATINI, F. H. et al. **Desenvolvimento tecnológico de métodos construtivos para alvenaria e revestimentos**: recomendações para construção de paredes de vedação em alvenaria. São Paulo: EPUSP, 1988.

³ ELDER, A.J.; VANDENBERG, M. **Construccion**. Madrid: H. Blume, 1977.

O gesso acartonado é um exemplo de vedação em painel que não sofre grandes danos se for desmontado, podendo ser reutilizadas suas placas e perfis metálicos, sendo assim é uma vedação do tipo desmontável (TANIGUTI, 1999).

Outro fator de classificação é a densidade superficial do material, que, segundo a NBR 11.685:1990, pode ser classificada em leve ou pesada, sendo que o valor de densidade que delimita essa classificação é 60 kg/m^2 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1990). As chapas de gesso acartonado possuem uma densidade máxima de 14 kg/m^2 , sendo, portanto, classificadas como divisórias leves (KNAUF, 2014).

4.2 HISTÓRICO DO GESSO ACARTONADO

Segundo Sabbatini (1998) as chapas de gesso acartonado foram inventadas por Augustine Sackett em 1898, nos Estados Unidos, mas passaram a ser amplamente utilizadas a partir da década de 1940. Antes disso, no ano de 1917, devido à rapidez de montagem e a resistência térmica ao fogo, as chapas de gesso acartonado foram amplamente utilizadas na Primeira Guerra Mundial (HISTÓRIA..., 2015). No Brasil a produção iniciou em 1972 pela Gypsum do Nordeste, e somente após isso surgiram métodos construtivos para empregar tal material.

Sabbatini, na mesma obra, esclarece que na década de 1990 foi em que se deu a entrada de diversos grupos estrangeiros no Brasil, como por exemplo a Lafarge que comprou a Gypsum do Nordeste, formando a Lafarge Gypsum, atualmente conhecida por Gypsum Drywall. O grupo inglês BPB fundou a Placo do Brasil e a alemã Knauf instalou-se no País também, recentemente surgiu a fabricante Trevo, única empresa totalmente brasileira, fundada no ano de 2008, no Ceará.

4.3 FABRICAÇÃO DAS CHAPAS DE GESSO ACARTONADO

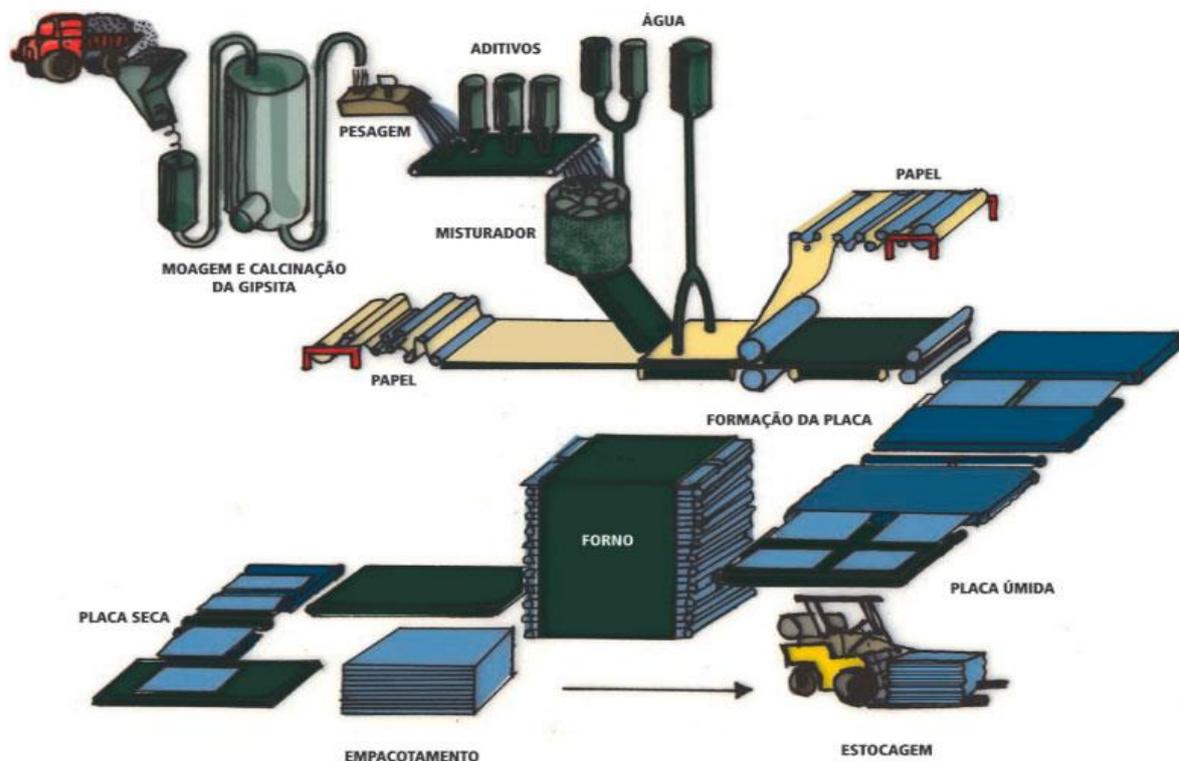
O gesso consiste no produto do aquecimento à temperatura de 160°C da gipsita, e sua posterior redução a pó (A HISTÓRIA..., 2015). A gipsita tem composição química de $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ que com a presença de calor é desidratada tendo sua formulação modificada para $\text{CaSO}_4 \cdot 1/2 \text{H}_2\text{O} + 3 \frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}$. A presença de água na formulação original do gesso proporciona uma resistência natural desse material ao fogo (A PRODUÇÃO..., 2015).

O método de fabricação completo das placas de gesso acartonado é realizado seguindo os seguintes passos (COMO..., 2015):

- a) beneficiamento: em uma máquina chamada tremonha é introduzida a gipsita, em forma mineral para ser transformado em semi-hidrato, conhecido também como “stucco”. Durante esse processo é realizada a moagem, calcinação e resfriamento controlado;
- b) montagem da placa: o “stucco” recebe adições e água, formando uma massa homogênea que é depositada sobre o papel, ou cartão, inferior e posteriormente recebe o cartão superior;
- c) corte: depois de montado o tapete de gesso ele passa pela guilhotina para ser cortado nos comprimentos específicos de fabricação;
- d) secagem e cura: depois de cortadas as placas passam para a secagem, onde os cristais se reagrupam formando um material rígido com um elevado grau de pureza. Michalewicz (2003), em sua dissertação de mestrado, observou que a temperatura de secagem média das placas se dá em torno de 50°C a 80°C;
- e) acabamento: depois de secas as placas passam pelo processo de acabamento, onde são esquadrejadas para terem precisão nas suas dimensões;
- f) armazenagem: finalmente as placas são empilhadas em paletes e armazenadas para posterior consumo.

Na figura 2 está representado graficamente o processo de produção das chapas de gesso acartonado.

Figura 2 – Processo de produção de chapas de gesso acartonado



(fonte: PLACAS..., 2009)

4.4 CARACTERÍSTICAS DAS DIVISÓRIAS EM GESSO ACARTONADO

Sabbatini (1998) destaca algumas características das divisórias em gesso acartonado que serão listadas nos itens que seguem:

4.4.1 Montagem por acoplamento mecânico

A montagem por acoplamento mecânico significa o uso de parafusos, rebites, pinos para a execução das divisórias. Esse tipo de montagem acarreta em mudanças na execução se comparado a outros processos de vedação interna, podem se destacar as seguintes:

- a) precisão dimensional do subsistema: sendo o gesso acartonado composto por placas produzidas em escala industrial essas possuem uma precisão dimensional que afeta todo o processo de construção. No entanto, essa precisão

requer que os demais subsistemas adjacentes sejam tão precisos quanto as placas. Isso quer dizer que as estruturas em concreto armado, paredes de alvenaria tradicional revestida por argamassa, contrapisos e pisos contíguos às estruturas em gesso acartonado necessitam ser aprumadas e niveladas com parâmetros próximos ao das placas de gesso. As instalações elétricas e hidráulicas também necessitam de precisão na posição das prumadas e passagens, uma vez que o sistema não aceita ajustes.

- b) maior produtividade em canteiro: como o sistema é praticamente industrializado, utiliza ferramentas específicas para a montagem, as placas possuem grandes dimensões e as técnicas de montagem são racionalizadas, há uma redução drástica no consumo de mão de obra. No entanto, para que isso ocorra é necessário que todos os subsistemas estejam compatibilizados para a construção em gesso acartonado.
- c) mão de obra especializada: a industrialização desse sistema requer uma qualificação dos montadores, que deve ser adquirida através de treinamentos e cursos. Um profissional necessita três anos de treinamento para se tornar um oficial montador, tempo esse tomando como referência de outros países. Outrossim, o sistema pode ser montado por um profissional de menor instrução supervisionado por um oficial, o que requer menos tempo de treinamento, no entanto, as vantagens econômicas são menores do que se as divisórias forem executadas diretamente por profissionais oficiais montadores, todavia isso faz com que o grau de instrução de todos os montadores seja maior, o que pode ser um fator limitante.
- d) modulação flexível: um dos diferenciais que o gesso acartonado permite é a adaptação a projetos arquitetônicos sem modulação, ao contrário da alvenaria racionalizada. No entanto, isso pode gerar perdas e custos maiores com o desperdício com recortes de placas e conseqüentemente uso de maior quantidade de peças, afetando também o número de emendas, juntas e maior uso de mão de obra. Portanto deve-se atentar para essa flexibilidade, que pode ser tanto benéfica como prejudicial, já que pode abrir uma brecha para técnicas que se opõem a racionalização construtiva.
- e) projeto, planejamento e gestão específicos: por se tratar de um projeto de montagem industrializado é necessário que a gestão seja específica para esse tipo de processo. O mesmo deve ocorrer com o planejamento, uma vez que esse sistema requer algumas alterações no cronograma de execução dos subsistemas se comparado à alvenaria de vedação tradicional, como por exemplo, a prévia instalação das esquadrias para estanqueidade dos ambientes, bem como a impermeabilização das coberturas.
- f) redução do tempo de construção: o tempo de construção é menor se comparado à alvenaria tradicional, pois o sistema tem uma maior velocidade de construção. Não existe a necessidade de revestimento argamassado e inexistem prazos de cura do processo, a não ser no tratamento das juntas. Tudo isso ajuda a reduzir o tempo de construção sem causar patologias futuras.
- g) mudanças no fluxo de caixa: a possibilidade de estender o prazo de execução das divisórias faz com que os desembolsos no cronograma financeiro sejam postergados podendo reduzir o montante de despesas financeiras.

4.4.2 Não contraventamento da estrutura

As paredes de alvenaria tradicional quando monolitizadas à estrutura contraventam as mesmas, já o gesso acartonado, por possuir baixa rigidez não executa essa função. Isso exige uma maior precisão no projeto estrutural em relação às deformações, uma vez que o processo de dimensionamento é realizado para vedações com rigidez insignificantes. Não obstante, o contraventamento da estrutura dependerá apenas dos elementos estruturais, isso pode se tornar um problema se o projeto não levar em conta que as divisórias serão em gesso acartonado, sendo que em muitos casos, os projetistas, especialmente no Brasil, contam com o contraventamento fornecido pelas paredes de alvenaria tradicional. Portanto, um projeto estrutural específico para compartimentações em gesso acartonado pode gerar um volume maior das vigas e pilares das estruturas.

4.4.3 Superfície plana, lisa e monolítica

A superfície plana e lisa possibilita a execução dos acabamentos, seja pintura, colocação de papel de parede ou mesmo revestimentos cerâmicos sem a necessidade de regularização da base. O aspecto monolítico traz a aparência de uma estrutura visualmente igual à de uma alvenaria revestida de argamassa, no entanto isso pode ser um problema também, uma vez que é necessário que se utilizados em apartamentos decorados em plantões de venda, o possível comprador deve ser corretamente informado que se trata de uma divisória em gesso acartonado, para que esteja ciente das características do produto que está adquirindo.

4.4.4 Vedação oca e estruturada por perfis

Como as divisórias são montadas sobre perfis metálicos com placas parafusadas em ambos os lados do perfil a parte interna fica vazia e isso traz tanto aspectos positivos como negativos. Dentre os aspectos positivos cabe destacar a possibilidade de se embutir as instalações elétricas e hidráulicas nas paredes, sem a necessidade de quebras e “chumbamentos”, trazendo assim maior produtividade ao serviço. Todavia, dois aspectos negativos merecem destaque; um deles é o som cavo produzido quando a divisória é submetida à percussão, porém isso não é um defeito e sim uma característica do sistema que não possui solução, mas que se torna um empecilho na aceitação por parte de muitos consumidores, que relacionam essa característica

a falsa ideia de fragilidade do sistema. Outro ponto negativo é a possibilidade de formação de ninhos de insetos e outros no vão formado entre as placas, mas isso pode ser evitado com a correta execução.

4.4.5 Desmontável e leve

As divisórias em gesso acartonado entram na classificação de desmontáveis, no entanto nem sempre é possível remonta-las após um desmonte com a utilização das mesmas peças, uma vez que devido à fragilidade das placas elas podem ser danificadas durante o processo de desmontagem. A leveza se deve a baixa densidade dos materiais empregados no sistema, isso torna a estrutura global mais leve, proporcionando menores cargas às fundações.

4.4.6 Sensibilidade frente à umidade

A umidade é um dos principais gargalos em relação ao emprego de chapas de gesso acartonado, uma vez que devido a sua sensibilidade à água essa é uma das principais razões delas não poderem ser utilizadas em fachadas. (SABBATINI, 1998). Segundo Medeiros e Barros, (2005) algumas recomendações são listadas a seguir para o emprego do gesso acartonado em ambientes úmidos:

- a) deve ser evitado o emprego de gesso acartonado em ambientes com umidade excessiva, como por exemplo, saunas, piscinas, banheiros coletivos, etc.
- b) em cidades em que a umidade relativa do ar é superior a 85% associada a temperaturas acima de 25 °C e com amplitudes térmicas diárias de 5°C em pelo menos seis meses seguidos do ano, não é indicado o uso de chapas de gesso acartonado do tipo *standard* nas edificações;
- c) ambientes úmidos, como por exemplo, banheiros com chuveiro, devem ter ventilação direta para remover a umidade em excesso do ar produzida pelo vapor d' água.

Ainda em relação à umidade Sabbatini (1998) comenta que submeter as placas a uma alta umidade relativa do ar permanentemente, pode ocasionar o surgimento de fungos. No entanto, o uso de gesso acartonado não é proibido nesse tipo de situação, apenas se restringe ao uso de chapas resistentes à umidade (RU).

4.5 COMPONENTES DAS VEDAÇÕES EM GESSO ACARTONADO

4.5.1 Chapas de gesso

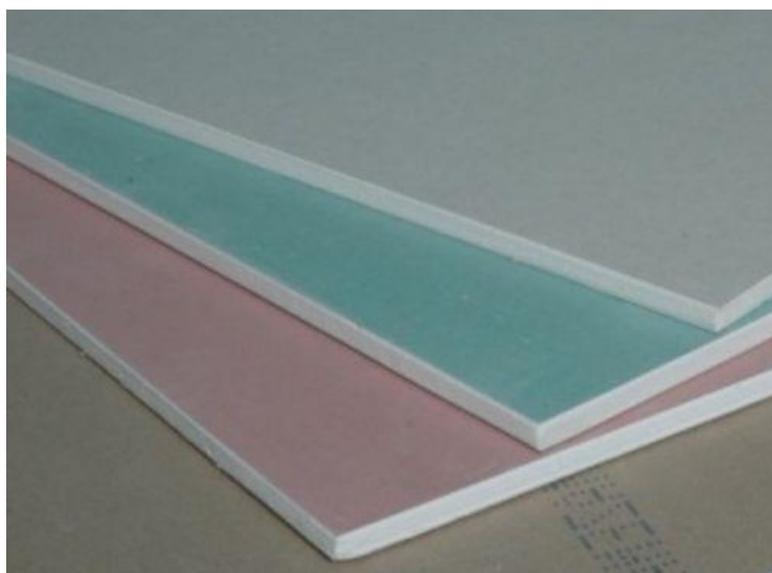
Como destacado no item 4.3, as chapas de gesso são fabricadas industrialmente, através do processo de mistura de gesso, água e adições que preenchem duas lâminas de cartão, formando uma espécie de “sanduíche” (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS FABRICANTES DE CHAPAS PARA DRYWALL, 2006, TANIGUTI, 1999). Existem três tipos principais de chapas de gesso acartonado, são elas:

- a) **standard:** são chapas indicadas para áreas secas, ou seja, seu uso é exclusivo para ambientes internos não sujeitos à intempéries. Esse tipo de chapa possui espessuras de 9,5mm, 12,5mm e 15,0mm, com tolerância de 0,5mm para mais ou para menos, largura de 600mm e 1200mm, com tolerância de 4mm para menos e comprimento de 1800mm a 3600mm, com tolerância de 5mm para menos. As tolerâncias são dadas pela NBR 14.715:2010 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2010; KNAUF, 2014; PLACO DO BRASIL, 2014);
- b) **resistente à umidade (RU):** são chapas caracterizadas pela cor verde, indicadas para áreas sujeitas à umidade por tempo limitado e de forma intermitente, como por exemplo, banheiros, cozinhas e áreas de serviço. Sua resistência a umidade é decorrente da adição de substâncias hidrofugantes, geralmente à base de silicone fazendo com que sua absorção de água seja da ordem de 5%. São fabricadas nas espessuras de 12,5mm e 15,0mm, largura de 1200mm e comprimentos de 1800mm a 3600mm. As tolerâncias nas medidas são iguais às especificadas para as chapas *standard* (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2010; KNAUF, 2014, FARIA, 2007; PLACO DO BRASIL, 2014);
- c) **resistente ao fogo (RF):** as chapas resistentes ao fogo possuem coloração rosa e durante sua fabricação são adicionados elementos retardantes de chama em sua formulação. Suas principais indicações são para áreas em que seja importante a durabilidade frente às chamas, como por exemplo, saídas de emergência, escadas enclausuradas, centro de processamento de dados, etc. Suas dimensões e tolerâncias se equiparam às das chapas RU (KNAUF, 2014; PLACO DO BRASIL, 2014).

Uma das principais características que diferencia as chapas, além dos usos específicos, é o peso por metro quadrado decorrente das adições que cada uma possui. De acordo com a Placo do Brasil (2014), para as chapas de gesso acartonado, por exemplo, de espessura 12,5mm, a placa *standard* pesa 8,5 kg/m², a placa RU 8,6 kg/m² e a placa RF 9,4 kg/m². A maior

resistência da chapa RF também resulta em uma maior dureza no seu manejo, Ferguson⁴ (1996 apud TANIGUTI, 1999) destaca que essa característica dificulta um pouco o corte dessas placas se comparado às *standard*. A figura 3 ilustra os três tipos de chapa.

Figura 3 – Chapas de gesso acartonado



(fonte: GESSO ACARTONADO, 2012)

Existem ainda algumas placas para uso específico como para paredes curvas e decorativas. Essas placas possuem adições elastoméricas e menor espessura, que permitem a sua curvatura. Também existem chapas com tratamento acústico, indicadas especialmente para uso em forros e chapas com rebaixos nas quatro bordas, que facilitam o tratamento final das juntas nos casos de emendas de topo (PLACO DO BRASIL, 2014).

4.5.2 Estruturas de aço para gesso acartonado

De acordo com Taniguti (1999) as chapas de gesso podem ser fixadas sobre estruturas produzidas por diferentes materiais, como por exemplo, nos países da América do Norte e Europa, as chapas são fixadas em estruturas de madeira, principalmente nas residências. Contudo, no Brasil, o principal material para a estruturação das divisórias é o aço galvanizado.

⁴ FERGUSON, M. R. **Drywall: professional techniques for walls & ceilings**. [S. l.]: Tauton Books & Videos, 1996.

A autora destaca ainda que o principal problema no emprego da madeira é, além dos danos ecológicos, a dificuldade de ter um controle no teor de umidade tanto da madeira como do ambiente, uma vez que a madeira é um material muito suscetível à umidade, podendo se deformar facilmente se em contato com a água. A deformação excessiva da estrutura pode causar fissuras e saliências nas paredes, sendo essa uma patologia indesejável para um sistema racionalizado de construção.

Cabe aqui questionar essa afirmação da autora, pois faltam dados sobre a dimensão dos danos das deformações das estruturas de madeira para gesso acartonado em contato com a umidade, uma vez que a mesma afirma que a madeira é utilizada nos EUA e na Europa, onde existem regiões com grandes concentrações de umidade relativa do ar. A maioria das madeiras utilizadas para esse tipo de construção são tratadas em autoclave e impermeabilizadas. Os danos ecológicos também são questionáveis, visto que madeira é um material renovável e para as construções seriam utilizadas apenas madeiras de origem legal, em comparação aos danos que a produção do aço também causa.

Os perfis de aço são “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.” (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS FABRICANTES DE CHAPAS PARA DRYWALL, 2006, p. 7).

Na mesma obra são definidas especificações que as chapas de aço zincadas devem seguir para a produção dos perfis, são elas:

- a) espessura mínima: 0,5 mm;
- b) designação do revestimento zincado: Z 275, conforme NBR 7008:2003⁵ (massa mínima de revestimento de 275 g/m² – ensaio triplo – total nas duas faces).

Os perfis metálicos possuem vantagens frente aos de madeira, Taniguti (1999) destaca algumas delas como:

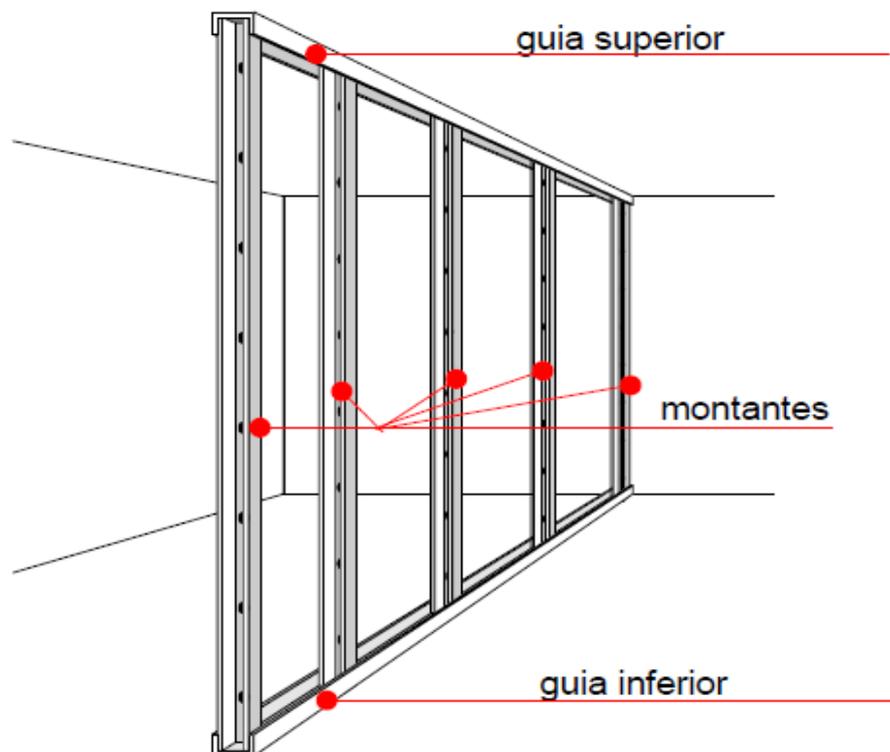
- a) dimensões mais precisas;
- b) menor peso;
- c) resistência ao fogo;
- d) proteção natural contra insetos e agentes naturais.

⁵ A norma vigente atualmente é a NBR 7008:2012, no entanto, essa informação permanece igual.

A estrutura das divisórias em gesso acartonado é composta por dois elementos principais: as guias e os montantes. A finalidade das guias, como o próprio nome diz, é guiar o direcionamento das divisórias. São instaladas nas partes superior e inferior das paredes, na posição horizontal e fixados no teto e no piso. O sistema é completado pela inserção dos montantes, que são fixados às guias na posição vertical e tem a função de estruturar a divisória e servir de base para a fixação das placas, como ilustrado na figura 4 (TANIGUTI, 1999).

Os perfis metálicos mais utilizados para as divisórias possuem o formato de “U” nas guias e de “C” nos montantes, sendo que a principal diferenciação entre os dois é a existência de furos no fundo das paredes dos montantes, que servem para facilitar a passagem de tubulações elétricas e hidráulicas no interior das paredes (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS FABRICANTES DE CHAPAS PARA DRYWALL, 2006; TANIGUTI, 1999). Cabe aqui observar que os formatos “U” e “C” referem-se ao posicionamento dos perfis na estrutura.

Figura 4 – Guias e montantes metálicos



(fonte: TANIGUTI, 1999)

4.5.3 Elementos de fixação

Os elementos de fixação têm por função engastar os componentes metálicos das divisórias de gesso nos subsistemas construtivos como paredes de alvenaria, lajes, pilares, etc., e também fixar os elementos entre si, como as chapas nos montantes (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS FABRICANTES DE CHAPAS PARA DRYWALL, 2006).

Na mesma obra (p. 9), são elencados os principais dispositivos para fixar os perfis metálicos nos elementos construtivos:

- a) buchas plásticas e parafusos com diâmetro mínimo de 6 mm;
- b) rebites metálicos com diâmetro mínimo de 4 mm;
- c) fixações à base de “tiros” com pistolas específicas para esta finalidade.

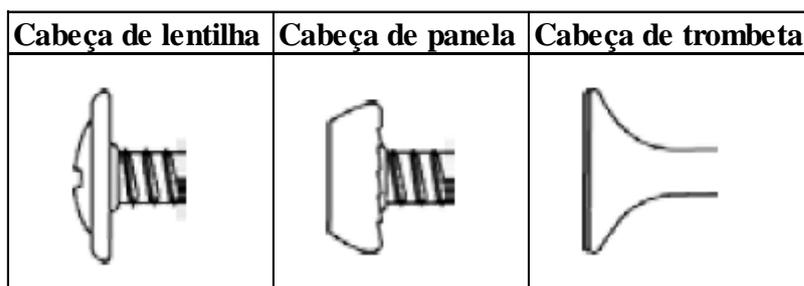
É necessário que os parafusos sejam resistentes à corrosão, verificado segundo o ensaio *Salt-Spray*, onde são submetidos à vapores de cloreto de sódio em uma câmara fechada, sendo o resultado do teste dado em “horas de *Salt-Spray*”. O ensaio pode ser realizado para dois tipos de corrosão, a branca, que verifica apenas o desempenho das camadas superiores do metal, como vernizes e selantes e a corrosão vermelha, onde se avalia a deterioração total do elemento (proteção mais metal) (CONTROLE..., 2015). A exigência é de que os parafusos possuam resistência de 48 horas de *Salt-Spray* à corrosão vermelha (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS FABRICANTES DE CHAPAS PARA DRYWALL, 2006).

A Knauf (2014) define a diferenciação dos parafusos pela forma da cabeça, que são específicas para cada tipo de fixação e estão ilustrados na figura 5:

- a) cabeça de lentilha ou panela: recomendados para fixação de perfis metálicos entre si;
- b) cabeça de trombeta: recomendado para fixação das placas de gesso sobre os perfis metálicos. O formato do parafuso cabeça de trombeta facilita o seu parafusamento nas placas, diminuindo a marca do parafuso na placa, facilitando assim o acabamento final do mesmo.

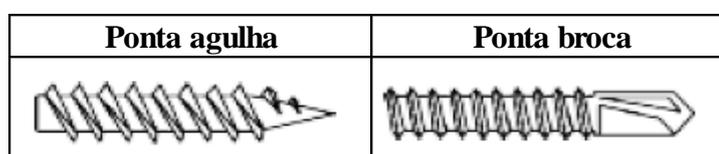
Também existe a diferença das pontas, que podem ser broca ou agulha, e cada uma delas é destinada para uma espessura de perfil bem como um determinado número de chapas de gesso. A figura 6 ilustra as diferentes pontas dos parafusos (KNAUF, 2014).

Figura 5 – Cabeças dos parafusos



(fonte: KNAUF, 2014)

Figura 6 – Pontas dos parafusos



(fonte: KNAUF, 2014)

4.5.4 Tratamento das juntas

4.5.4.1 Massa para juntas

O tratamento das juntas tem a função de fazer com que as juntas modulares das placas não fiquem evidentes após a pintura, para tanto são utilizadas fitas de reforço e massa para juntas que asseguram o acabamento das juntas entre as chapas de gesso. (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS FABRICANTES DE CHAPAS PARA DRYWALL, 2006; TANIGUTI, 1999).

A Gypsum Association⁶ (1986 apud TANIGUTI 1999, p. 111), “Recomenda que a massa para tratamento das juntas seja à base de adesivos orgânicos ou resinas sintéticas, pois assim se obtém uma resistência maior às deformações entre chapas e também um maior poder de aderência após a secagem da massa.”. Portanto, para definir a massa mais adequada para o

⁶ GYPSUM ASSOCIATION. *Using gypsum board for walls and ceilings (GA-201-85)*. Illinois, 1986.

tratamento das juntas é necessário conhecer a composição química das mesmas (TANIGUTI, 1999).

As massas podem ser encontradas em pó, onde é necessário adicionar água para o seu uso, e prontas para o uso, já prontas para a aplicação, necessitando apenas uma mistura simples para homogeneização do produto. As massas em pó podem ser encontradas com duas especificações, as rápidas, que possuem um menor tempo de secagem entre as demãos, e as lentas, que tem maior tempo de secagem (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS FABRICANTES DE CHAPAS PARA DRYWALL, 2006). No Brasil, a escolha das massas para acabamento tem se balizado na característica do rápido tempo de endurecimento (TANIGUTI, 1999), sendo essa afirmação feita há aproximadamente quinze anos, esse critério continua sendo adotado para a escolha das massas.

Taniguti (1999) ainda destaca que em obras nos Estados Unidos, diferentemente do Brasil, são utilizados dois tipos de massas diferentes, uma para a primeira demão, sendo essa com menor retração na secagem e conseqüentemente maior resistência às fissuras, e na segunda demão é utilizada uma massa apenas para dar o acabamento com textura mais lisa e de secagem rápida. Ferguson⁷ (1996 apud TANIGUTI 1999) comenta que esse tipo de acabamento, apesar de ser menos produtivo do que a utilização de uma única massa para as duas demãos, proporciona um desempenho melhor, se comparado à aplicação simples.

4.5.4.2 Fitas

As fitas são elementos usados para dar acabamento e proporcionar a resistência e elasticidade necessárias para melhorar o desempenho das divisórias. Seu emprego está associado ao da massa tornando a parede estável, evitando, assim, o surgimento de fissuras e trincas (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS FABRICANTES DE CHAPAS PARA DRYWALL, 2006; KNAUF, 2014).

No Brasil são comercializados três tipos de fitas:

- a) **fita de papel microperfurado:** essas fitas são utilizadas para o tratamento das juntas entre as placas de gesso nas paredes, forros e revestimentos. As

⁷ FERGUSON, M. R. **Drywall:** professional techniques for walls & ceilings. [S. l.]: Tauton Books & Videos, 1996.

microperfurações existentes na fita tem a função de fazer com que haja uma maior aderência no contato com a massa de rejunte. Possuem largura de 50 mm e são comercializadas em rolos de 150 m (KNAUF, 2014; TANIGUTI, 1999).

- b) **fita para cantos:** essa fita nada mais é do que uma fita de papel microperfurado com um reforço metálico no centro. É empregada nos ângulos salientes das paredes, como os cantos vivos, para proteger, dando maior rigidez e evitando danos aos mesmos. Possuem a mesma largura das fitas de papel microperfurado e são comercializadas em rolos de 30 m (KNAUF, 2014).
- c) **fita para isolamento:** também conhecida como banda acústica, tem a função de promover o isolamento entre os perfis metálicos com o perímetro da estrutura (paredes, forros e revestimentos) (KNAUF, 2014). Segundo a fabricante Knauf, o uso dessa fita permite um acréscimo de até quatro decibéis no isolamento acústico da divisória.

4.5.5 Isolamento térmico e acústico

A melhora do isolamento térmico e acústico do sistema pode ser conseguida com o emprego de lã mineral no interior da divisória, ou seja, entre as placas de gesso (TANIGUTI, 1999). A função da lã mineral é criar uma descontinuidade no meio de transmissão das ondas, sejam elas de som ou de calor, fortalecendo o sistema massa-mola-massa presente nas divisórias de gesso acartonado (SAINT-GOBAIN DO BRASIL, 2015). A função da lã mineral é atenuar as ondas sonoras por meio da fricção entre as ondas e a superfície da lã devido a sua superfície fibrosa. Essa fricção transforma parte da energia sonora em calor, diminuindo assim sua energia sonora. A lã mineral também amortece as ondas sonoras devido à sua porosidade e resiliência, atenuando a reflexão e transmissão das ondas (ABRALISO, 2015).

As lãs minerais podem ser constituídas por diferentes fibras, sendo que as mais utilizadas são a lã de rocha e lã de vidro. A escolha entre uma ou outra é balizada apenas em termos econômicos, uma vez que o desempenho das duas é semelhante (TANIGUTI, 1999), a não ser pela resistência ao fogo, onde a da lã de rocha é maior, não necessitando ser combinada com nenhum outro tipo de material, para ser utilizada em locais de proteção, como por exemplo, shafts e dutos de escadas pressurizadas como acontece com a lã de vidro (AKUTSU, 2004).

A lã de vidro é comercializada em rolos ou painéis, podendo ser revestidas com papel *kraft* ou não, já a lã de rocha é fornecida somente em painel. Ambas possuem diversas opções de espessura, devendo, portanto, ser dimensionada conforme o desempenho desejado, bem como a largura dos montantes para a escolha da espessura (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS

FABRICANTES DE CHAPAS PARA DRYWALL, 2006; TANIGUTI, 1999). A figura 7 ilustra a aplicação do painel de lã mineral entre as placas de gesso.

Figura 7 – Forma de uso da lã mineral



(fonte: PLACO DO BRASIL, 2014)

4.6 DESEMPENHO DO GESSO ACARTONADO

4.6.1 Desempenho térmico

Akutsu⁸ (1988 apud TANIGUTI, 1999) conceitua a avaliação do desempenho térmico como “[...] verificar se os cômodos atendem aos requisitos determinados em função das exigências e necessidades dos usuários com relação ao conforto térmico.”. Ainda na mesma obra cabe ressaltar que o critério de conforto térmico é subjetivo, pois depende da percepção de cada usuário.

Já a NBR 15.575-1 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013) classifica o conforto térmico de acordo com a temperatura interna dos ambientes, fornecendo valores mínimos, de acordo com as zonas bioclimáticas onde as construções estão inseridas. Os valores de referência não levam em conta a presença de fontes internas de calor, apenas a temperatura externa e interna do ambiente.

Sales et al. (2014, p. 508), ressalta que “O desempenho térmico de uma edificação depende de fatores como as condições climáticas do local, o projeto arquitetônico e o sistema construtivo empregado nas suas vedações.”.

O desempenho térmico pode ser medido pela condutividade térmica dos materiais, isto é, quanto maior a condutividade térmica de um material maior a energia térmica conduzida e, portanto, menor seu isolamento térmico. De modo análogo, materiais com baixa condutividade térmica oferecem maior isolamento térmico. A condutividade térmica é medida pela soma das resistências térmicas das camadas que compõem o material. (PLACO DO BRASIL, 2014)

Sales et al. (2014), em sua pesquisa, avaliando computacionalmente uma construção com divisórias em gesso acartonado, para a situação de uma casa localizada na cidade de São Paulo, com paredes externas construídas em chapas cimentíceas, verificaram que o nível de desempenho térmico na condição de verão não foi atendido, isto é, o valor da temperatura máxima do ar dentro da residência era maior do que a temperatura do ar externamente, não proporcionando um nível mínimo de conforto térmico de acordo com os critérios da NBR 15.575-1.

No entanto, na mesma obra (SALES et al., p. 515), os autores destacam que “Esses resultados representam uma situação crítica, em que não se utilizam de artifícios de projeto, com o sombreamento das janelas, ou de uso, como a ventilação seletiva dos ambientes. Esses dois fatores poderiam contribuir para a melhoria de desempenho térmico da edificação.”.

Portanto, mesmo em se tratando de um estudo não especificamente das divisórias de gesso acartonado com vedação externa em alvenaria e sim em chapas cimentíceas, há a necessidade de, no momento de conceber um estudo, levar em conta que os sistemas construtivos leves possuem uma grande sensibilidade em seu desempenho térmico. Essa particularidade se deve a variações nos projetos, sendo assim é necessário que cada projeto seja avaliado especificamente, uma vez que os resultados podem variar de acordo com o projeto (SALES et al., 2014).

⁸ AKUTSU, M. Avaliação de desempenho térmico de edificações: a necessidade de revisão normativa. In: INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS. **Tecnologia de Edificações**. São Paulo: Pini, 1988.

Cabe aqui ressaltar a ausência de estudos relativos à conforto térmico em habitações com vedação externa em blocos cerâmicos e divisórias internas em gesso acartonado, situação mais comum de uso dessas estruturas, principalmente em edificações unifamiliares, como edifícios.

4.6.2 Desempenho acústico

Segundo NBR 15.575-1 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013, p. 23) “A edificação habitacional deve apresentar isolamento acústico adequado das vedações externas, no que se refere aos ruídos aéreos provenientes do exterior da edificação habitacional, e isolamento acústico adequado entre áreas comuns e privativas.”. Taniguti (1999) ressalta que a importância de uma habitação em ter um bom desempenho acústico é primordial para garantir silêncio para o repouso e bem estar dos usuários, bem como para proporcionar privacidade aos mesmos.

Sattler⁹ (trabalho não publicado), faz a definição de som como “[...] a sensação causada por um meio vibrante agindo sobre o aparelho auditivo. O termo, entretanto, é amplamente aplicado para designar a própria vibração que causa esta sensação.”. Na mesma obra o autor destaca ainda que um sistema acústico é composto por uma fonte, um meio de transmissão e um receptor. Greven et al. (2006, p. 9), definem som como “[...] a sensação auditiva ocasionada pela vibração de partículas de ar transmitida ao aparelho auditivo humano. É uma transmissão aérea.”.

Sendo assim, a transmissão sonora se dá a partir das vibrações emitidas por uma fonte que se propagam em um meio material, como por exemplo, sólidos, líquidos ou gases e são percebidas pelo receptor. Em uma residência, as fontes podem ser a voz humana, o som de um rádio ou instrumento musical, que vibram o meio em que estão inseridos, ou seja, o ar, e essa vibração transmite energia quando se choca com uma parede, e é refletida para as demais paredes ao seu redor, perdendo energia à medida que se choca com os materiais do ambiente (PLACO DO BRASIL, 2014).

⁹ SATTLE, M. A. **A base física do som**. Anotações de aula. Porto Alegre, UFRGS, 2015. Não publicado.

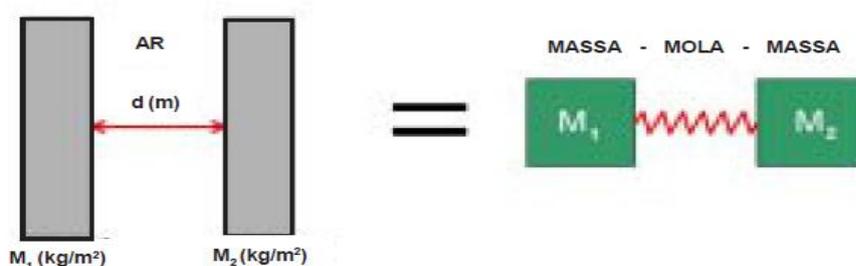
Como a NBR 15.575-1 exige que exista condições mínimas de isolamento acústico nas edificações (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013), cabe definir que isolamento acústico (ou sonoro) “[...] se refere à capacidade de certos materiais formarem uma barreira, impedindo que o som (ruído) alcance o homem.” (GREVEN et al., 2006, p. 21). Na mesma obra o autor ainda ressalta que o som não cruza as paredes, mas sim faz com que as mesmas vibrem, e quanto mais leve for a divisória, mais facilmente elas vibrarão.

Taniguti (1999, p. 37) destaca quais são os principais fatores que influenciam o desempenho acústico nas divisórias em gesso acartonado:

- a) espessura das chapas de gesso;
- b) número de chapas de gesso em cada face da divisória;
- c) emprego ou não de isolante acústico;
- d) características do isolante acústico;
- e) existência ou não de aberturas ou frestas na divisória, sem tratamento acústico.

Segundo Greven et. al. (2006) o sistema acústico “massa-mola-massa” faz com que haja descontinuidade de meios transmissores de som aumentando assim o isolamento acústico de um sistema construtivo composto por paredes leves, efeito ilustrado na figura 8. As divisórias em gesso acartonado proporcionam o efeito “massa-mola-massa”. Esse sistema absorve as ondas sonoras na primeira placa de gesso da divisória (massa), diminui a sua intensidade (mola) com a placa do outro lado da divisória (massa). O isolamento acústico é resultado dessa diminuição de intensidade energética proporcionado pelo sistema (PLACO DO BRASIL, 2014).

Figura 8 – Sistema massa-mola-massa



(fonte: GREVEN et. al., 2006)

Esse sistema pode ser acrescido de um isolante acústico internamente à parede, como por exemplo, a lã de rocha ou lã de vidro, que são absorventes acústicos amplamente usados em divisórias de gesso acartonado e aumentam a função “mola” do sistema (PLACO DO BRASIL, 2014). Segundo estudos realizados nos Estados Unidos, França e Brasil, “[...] percebe-se que as grandes melhorias no desempenho acústico da divisória são obtidas através do emprego de isolante acústico [...]” (TANIGUTI, 1999, p. 38). Sem este complemento, dificilmente a divisória atende o desempenho mínimo estabelecido pela norma.

4.6.3 Desempenho estrutural

Segundo Sabbatini¹⁰ (1988 apud TANNIGUTI, 1998) “o desempenho estrutural da vedação vertical está relacionado à sua resistência mecânica, a qual se refere à capacidade da vedação em manter sua integridade física quando solicitada pelas diversas ações mecânicas previstas em projeto.”. Sendo assim, para atender os critérios de desempenho, as vedações verticais não devem atingir os estados limites último e de serviço.

A NBR 15575-4 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013, p. 7), que trata de sistemas de vedação vertical interno e externo (SVVIE), define estado limite último como:

estado crítico em que o SVVIE não mais satisfaz os critérios de desempenho relativos à segurança, ou seja, é o momento a partir do qual ocorre perigoso rebaixamento dos níveis de segurança, com risco de colapso ou ruína do SVVIE. A ruína pode ser caracterizada pela ruptura, pela perda de estabilidade, por deformações ou fissuração excessiva.

A mesma Norma define, ainda, estado limite de serviço como:

estado de solicitação do SVVIE a partir do qual começa a ser prejudicada a funcionalidade, a utilização e/ou a durabilidade do sistema, configurando-se, em geral, pela presença de deslocamentos acima de limites pré-estabelecidos, aparecimento de fissuras e outras falhas.

Segundo Taniguti (1999, p. 58) os fatores que influenciam na resistência mecânica das divisórias em gesso acartonado são:

- a) características dos materiais e componentes da divisória;
- b) características geométricas da divisória;
- c) forma de fixação das guias superior e inferior;
- d) resistência de fixação das guias ao elemento construtivo sobre o qual estão firmadas;
- e) forma de fixação dos montantes às guias;
- f) espaçamento entre os montantes;
- g) espaçamento dos parafusos e forma de fixação das chapas de gesso à estrutura suporte.

A Norma de desempenho determina que, para ensaios de corpo mole em divisórias de gesso acartonado, que procuram simular choques acidentais decorrentes da utilização das edificações, a energia de impacto deve ser de 120 Joules para a não ocorrência do estado limite último e de 60 Joules para não ocorrência do estado limite de serviço. (CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO, 2013).

A fixação de cargas suspensas em divisórias de gesso acartonado é permitida, desde que sejam respeitadas as cargas determinadas pelos fabricantes das placas, sejam usadas “buchas” ou “chumbadores” específicos para gesso acartonado. É importante que seja acrescido um fator de segurança da ordem de três por ponto de fixação de carga, ou seja, o valor de carga deve ser limitado a um terço do valor de carga limite para a fixação. (MITIDIERI FILHO, 1997).

O mesmo autor ainda ressalta que, caso as cargas a serem fixadas forem maiores que os valores limites recomendados, deve-se lançar mão do uso de reforços internos nas paredes, como por exemplo, sarrafos, placas de madeira ou perfis metálicos. É importante que esses pontos já estejam previstos em projeto, como no caso de tampos de lavatórios, aquecedores de água de passagem, para que a colocação do reforço seja feita durante a montagem das divisórias. No entanto, se for necessário a colocação do reforço após a conclusão das paredes, pode ser executado um recorte na parede, feita a colocação do reforço e depois realizado o reparo no recorte com a mesma placa que foi retirada.

¹⁰ SABBATINI, F.H. **Tecnologia de vedações verticais**. Anotações de aula. São Paulo, EPUSP/PCC, 1997. Não publicado.

4.6.4 Desempenho frente à umidade

Os ambientes internos de uma residência mais suscetíveis à umidade são a cozinha e o banheiro. Essas áreas são definidas como **áreas molháveis**. Portanto, são elas as que merecem maior cuidado na hora da execução com gesso acartonado (TANIGUTI, 1999).

A placa de gesso ideal para o uso em áreas molháveis é a chapa resistente a umidade, tecnicamente conhecida como chapa RU. É recomendada a utilização dessas placas em locais em que exista a instalação de cerâmicas sobre as mesmas, no entanto não existem recomendações sobre as juntas do revestimento cerâmico, isto é, sua espessura e material a ser utilizado para preenchimento. Os fabricantes recomendam ainda que sejam utilizadas placas RU em locais com umidade média, onde existe a presença de água para limpeza ou manutenção e nunca de forma intermitente ou em locais com umidade forte, onde existe presença de água projetada a baixa pressão (inferior a 60 atm) ou vapor d' água de forma intermitente (KNAUF, 2014; PLACO DO BRASIL, 2014).

4.6.5 Desempenho frente ao fogo

Segundo Mitidieri (2000, p. 550) “As características dos materiais construtivos frente ao fogo podem desempenhar papel preponderante na evolução de um eventual incêndio [...]”. Na mesma obra ainda o autor denomina a reação ao fogo dos materiais como a “[...] ignição e sustentação da combustão, do desenvolvimento do calor, da propagação das chamas, do desprendimento das partículas em chama/brasa e do desenvolvimento da fumaça [...]”.

Conforme a NBR 14.432 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2001, p. 3) resistência ao fogo é a “Propriedade de um elemento estrutural de construção resistir à ação do fogo por determinado período de tempo, mantendo sua segurança estrutural, estanqueidade e isolamento, onde aplicável.”.

O gesso acartonado é classificado como Classe II-A, de acordo com os critérios da NBR 9.442, uma vez que quando submetido ao fogo o gesso libera apenas vapor d' água, fazendo com que a queima seja amenizada (PLACO DO BRASIL, 2014). Segundo a fabricante, o tempo de resistência ao fogo das placas *standard* e RU varia entre trinta e noventa minutos dependendo da altura e disposição construtiva das paredes.

Taniguti (1999, p. 27) elenca alguns itens que influenciam no desempenho das divisórias de gesso acartonado frente ao fogo:

- a) espessura da divisória;
- b) espaçamento entre os montantes;
- c) preenchimento ou não da divisória com material isolante;
- d) número de chapas de gesso acartonado fixadas em cada face da divisória;
- e) 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.

As chapas específicas resistentes a fogo (RF) possuem em sua composição materiais que aumentam a resistência ao fogo por quase o dobro do tempo que uma chapa *standard*, sendo assim, são indicadas para áreas mais suscetíveis ao fogo, como por exemplo, escadas enclausuradas e saídas de emergência (CHAPAS...,2014). O material de preenchimento das divisórias para isolamento acústico também interfere no desempenho frente ao fogo, sendo a lã de rocha mais resistente ao fogo do que a lã de vidro, por ser um material incombustível (SAINT-GOBAIN DO BRASIL, 2010).

4.6.6 Critérios de desempenho segundo a NBR 15758-1

A NBR 15758-1 fornece um resumo das exigências de desempenho quanto a isolamento acústico, resistência a fogo, impactos de corpo duro e de corpo mole e os respectivos critérios de acordo com as tipologias referentes à espessura total das paredes e a espessura dos montantes (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2009). Essa tabela está representada no quadro 1 a seguir.

Quadro 1 – Critérios de desempenho segundo a NBR-15758-1

Tipologias ^e	Distância entre montantes mm	Altura máxima entre fixações m		Qtde de chapas	Espessura das chapas mm	Isolamento a sons aéreos Rw dB		Resistência ao fogo min		Impacto de corpo mole J	Impacto de corpo duro J		Interação com portas e janelas ^f
		Montantes				Sem lâ mineral	Com lâ mineral ^d	Chapas ST ou RU	Chapas RF		Distância entre montantes de 600 mm	2,5	
		Simples	Duplos										
Paredes													
73/48	600	2,50	2,90	2	12,5	34 a 36	42 a 44	CF 30	CF 30	a	Não ocorrência de falhas ^g Profundidade da massa p < 2,0mm ^h	Não ocorrência de ruptura e traspasseamento	Resistem à ação de fechamentos bruscos (10 operações) segundo a ABNT NBR 8054 e à energia de impacto de 240 J segundo a ABNT NBR 8051
	400	2,70	3,25	2	12,5								
98/48	600	2,90	3,50	4	12,5	42 a 44	48 a 50	CF 60	CF 90	b			
	400	3,20	3,80	4	12,5								
78/48	600	2,90	3,00	2	15,0	35 a 37	43 a 45	CF 30	CF 60	a			
	400	2,80	3,30	2	15,0								
108/48	600	3,00	3,60	4	15,0	43 a 45	50 a 51	CF 90	CF 120	b			
	400	3,30	3,50	4	15,0								
95/70	600	3,00	3,60	2	12,5	38 a 40	44 a 46	CF 30	CF 30	a			
	400	3,30	4,05	2	12,5								
120/70	600	3,70	4,40	4	12,5	44 a 46	50 a 52	CF 60	CF 90	b			
	400	4,10	4,80	4	12,5								
100/70	600	3,10	3,70	2	15,0	39 a 41	45 a 47	CF 30	CF 60	b			
	400	3,40	4,15	2	15,0								
130/70	600	3,80	4,50	4	15,0	45 a 47	51 a 53	CF 90	CF 120	b			
	400	4,20	4,90	4	15,0								
115/90	600	3,50	4,15	2	12,5	39 a 42	45 a 47	CF 30	CF 30	b			
	400	3,85	4,60	2	12,5								
140/90	600	4,20	5,00	4	12,5	45 a 47	53 a 55	CF 60	CF 90	b			
	400	4,60	5,50	4	12,5								
120/90	600	3,60	4,25	2	15	40 a 43	46 a 48	CF 30	CF 60	a			
	400	3,95	4,70	2	15								
150/90	600	4,30	5,10	4	15	46 a 48	54 a 56	CF 90	CF 120	b			
	400	4,70	5,60	4	15								

continua

continuação

Tipologias ^c	Distância entre montantes mm	Altura máxima entre fixações m		Qtd de chapas	Espessura das chapas mm	Isolamento a sons aéreos Rw dB		Resistência ao fogo min		Impacto de corpo mole J	Impacto de corpo duro J	Interação com portas e janelas ^j	
		Montantes				Sem lâ mineral	Com lâ mineral ^d	Chapas ST ou RU	Chapas RF	Distância entre montantes de 600 mm	2,5		10
		Simplex	Duplos										
Paredes													
260/48 DEL	600	7,00	8,20		12,5	53 a 55	57 a 59	Não avaliável devido à indisponibilidade de equipamentos		^a	Não ocorrência de falhas ^e ; Profundidade da moesa p < 2,0mm Não ocorrência de ruptura e traspasseamento Resistem à ação de fechamentos bruscos (10 operações) segundo a ABNT NBR 8054; e a energia de impacto de 240 J segundo a ABNT NBR 8051		
	400	7,50	9,00	2									
160/48 DEL	600	4,90	5,80		12,5	48 a 50	55 a 57	CF 80	CF 120	^b			
	400	5,50	6,50										
300/90 /DEL	600	8,20	9,80			55 a 57	60 a 62	Não avaliável devido à indisponibilidade de equipamentos					
	400	9,10	10,80										
160/70 DES	600	2,75	3,30	4		53 a 55	60 a 62	CF 80	CF 120				
	400	3,05	3,65										
200/70 DES	600	2,75	3,30			59 a 61	64 a 66		CF 120				
	400	3,05	3,65										

^a Um impacto de 50 J acrescido de três impactos de 120 J^l.
Não ocorrência de falhas.
Limitação dos deslocamentos horizontais: $d_h \leq h / 125$ $d_v \leq h / 625$ ^h.

^b Um impacto de 50 J acrescido de um impacto de 120 J e um de 240 J.
Não ocorrência de ruína e traspasse da parede pelo corpo impactador.
São aceitáveis falhas localizadas para 180 J.

^c o primeiro número se refere à espessura total da parede, e o segundo número a espessura do montante, ambos em milímetros.

^d espessura mínima de 50 mm da lâ de vidro ou lâ de rocha.

^e Ocorrência que compromete o estado de utilização do componente, ou por fissuração, ou por avarias no componente, enquanto que fissuração caracteriza-se por seccionamento na superfície ou em toda a seção transversal do componente com abertura capilar.

^f CF significa corta-fogo, segundo a ABNT NBR 5628.

^g deslocamento horizontal instantâneo, onde h é a altura.

^h deslocamento horizontal residual, onde h é a altura.

ⁱ Diretrizes gerais da ABNT NBR 11675.

^j Fechamento brusco: não apresentar falhas, tais como rupturas, fissurações, destacamentos nos encontros com os marcos, cisalhamento na região de solidarização do marco, destacamentos nas juntas entre os componentes das paredes.
Impacto: não devem apresentar a ocorrência de deslocamento ou arrancamento do marco, nem ruptura ou perda de estabilidade da parede.
Admite-se, no contorno o marco, a ocorrência de danos localizados, tais como fissurações e estilhaçamentos.

(fonte: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2009, p.8)

4.7 VANTAGENS E DESVANTAGENS DO GESSO ACARTONADO FRENTE À ALVENARIA

Sabbatini (1998) elenca as principais vantagens do gesso acartonado frente à vedação em alvenaria:

4.7.1 Ganho de área

Na substituição da alvenaria pela divisória em gesso acartonado há um ganho de área de 3% em razão da menor espessura das paredes. A espessura usual das divisórias em gesso acartonado é de 7,2 centímetros, ou seja, 3,3 centímetros menos do que uma parede de alvenaria de blocos, revestida com gesso liso. Esse ganho de área pode ser vantajoso para apartamentos com áreas reduzidas em que muitas vezes são difíceis de conceber projetos de ocupação. Em termos comerciais, esse pequeno acréscimo de área pode ser um argumento de marketing, mas não representa lucros, uma vez que geralmente os imóveis são vendidos por área útil, ou seja, área de piso que inclui as paredes e não tão somente a área de piso “descoberto”.

4.7.2 Mais leve

A substituição das vedações de alvenaria tradicional por gesso acartonado reduz em torno de 5 a 7% do peso total da estrutura. Essa diminuição de carga afeta favoravelmente o dimensionamento das fundações, uma vez que diminui as cargas sobre elas. Porém, a redução de carga não implica na redução do volume das estruturas de concreto, uma vez que com essa substituição há conseqüentemente diminuição do contraventamento da estrutura e, portanto, aumento no volume de concreto ao modificar o projeto estrutural. Portanto, em termos financeiros, a opção pelas divisórias em gesso acartonado necessita de uma análise para verificar sua viabilidade em decorrência do aumento do volume de concreto.

4.7.3 Facilidade na execução das instalações

Essa é uma das grandes vantagens das divisórias em gesso acartonado, uma vez que o sistema permite a instalação de eletrodutos e caixas de luz sem quebrar paredes como é executado na alvenaria sem racionalização, tornando essa prática mais produtiva. No entanto é necessário um planejamento entre as equipes de montagem do gesso acartonado e das instalações elétricas, pois para o fechamento da divisória é necessário que todos os eletrodutos estejam instalados.

4.7.4 Superfície lisa e precisa

As divisórias em gesso acartonado proporcionam um produto final com uma regularidade superficial que para ser obtida na alvenaria revestida são necessárias várias etapas, todas dependentes de diferentes especialidades de mão de obra qualificada, materiais e produtos adequados. Embora no Brasil ainda seja pequena a utilização de papel de parede, esse sistema se torna vantajoso para a aplicação desse produto, devido à regularidade da base. No entanto, é necessário que sejam escolhidas placas com qualidade superficial elevada para a utilização de revestimentos sem a aplicação de massa corrida.

4.7.5 Facilidade na manutenção das instalações hidráulicas

Para reparar um possível vazamento é mais simples cortar a placa de gesso, consertar o vazamento e fechar a abertura do que quebrar a alvenaria para realizar o mesmo conserto. No entanto, se a parede for revestida por azulejos, os danos podem ser semelhantes ao da alvenaria na hora de retirar o revestimento cerâmico. Também pode ser mais difícil encontrar o local exato de um vazamento pelo fato das paredes serem ocas, isso pode causar maiores danos à vedação.

4.7.6 Rapidez

Se há a existência de um projeto e planejamento específico para a execução de divisórias em gesso acartonado em uma obra, esse processo é significativamente mais rápido do que a

alvenaria. Isso se torna vantajoso em construções em que o prazo de execução é curto, como tem se tornado tão comum atualmente.

4.7.7 Vantagens econômicas

Para a devida avaliação econômica de uma nova tecnologia não é adequado comparar os custos por metro quadrado dos métodos construtivos, por exemplo, comparar o custo por metro quadrado das divisórias de gesso acartonado com o custo por metro quadrado da alvenaria. Esse tipo de análise é equivocada, pois compara dois produtos com diferentes desempenho, e, se feita essa comparação no Brasil, a alvenaria se sobressairá em relação ao gesso acartonado.

No entanto, sendo as divisórias de gesso acartonado um produto industrial dentro da construção civil a análise econômica deve levar em conta isso. Sendo assim, as vantagens econômicas são evidentes quando se avaliam a redução de custos no conjunto de subsistemas associados às divisórias. A vantagem econômica é ainda mais eficiente se ocorrer uma gestão planejada e integrada ao processo construtivo.

4.8 LIMITAÇÕES DO USO DAS DIVISÓRIAS DE GESSO

As divisórias em gesso acartonado não são uma solução para ser empregada em todos os casos, como também a alvenaria não é. A seguir, estão destacadas algumas das principais limitações e desvantagens do emprego do gesso acartonado nas edificações observadas por Sabbatini (1998).

4.8.1 Deformação das estruturas de concreto

Como as divisórias de gesso acartonado tem a função de vedação, ficam, portanto, encaixadas entre as estruturas de concreto armado, sejam elas lajes, vigas ou pilares. Apesar de serem de vedação, é necessário que as mesmas suportem as deformações impostas por essas estruturas.

O mesmo autor ainda afirma que se as estruturas de concreto exercerem uma deformação excessiva sobre as divisórias de gesso acartonado, esse método construtivo deixa de se tornar interessante como uma solução racionalizada para a construção.

4.8.2 Deficiências na interação com os subsistemas

Para que as divisórias em gesso acartonado se tornem vantajosas economicamente é importante que haja uma integração com os demais subsistemas construtivos contíguos a elas. As instalações hidráulicas e elétricas devem ser projetadas e lançarem mão dos acessórios especificados para sistemas *drywall*, como por exemplo as caixas elétricas e tubulações hidráulicas flexíveis.

Na mesma obra o autor ainda destaca que devem ser previstas soluções construtivas que minimizem a ocorrência de vazamentos, uma vez que, como destacado anteriormente, a umidade é um dos principais problemas do gesso acartonado. Para as áreas molhadas é necessária a utilização de impermeabilizantes e revestimentos adequados, como membranas acrílicas e argamassas para assentamento de cerâmicas específicas.

Sabbatini (1998, p. 92) ressalta, portanto, que sem a utilização dessas soluções construtivas aplicadas para o gesso acartonado podem surgir “Problemas patológicos não previstos, limitando a produtividade na montagem e criando interferências e conflitos indesejáveis [...]”.

4.8.3 Mudança na qualidade dos demais subsistemas

A qualidade final da execução das divisórias em gesso acartonado depende também da qualidade dos demais subsistemas diretamente ligados a elas. No entanto, a grande deficiência em muitos processos construtivos como estruturas, alvenarias, revestimentos argamassados, instalações, etc. levam ao surgimento de problemas pré e pós executivos das divisórias.

Sabbatini (1998) destaca ainda que para a implantação dessa tecnologia, é necessário que todos os demais subsistemas sejam projetados e coerentes com esse tipo de construção, caso contrário as vantagens econômicas que podem ser desenvolvidas por esse sistema não serão viáveis. Ademais, para o sistema ser economicamente viável é necessário que as construtoras

tenham um projeto e um planejamento específico para o gesso acartonado e para todos os demais sistemas adjacentes ao mesmo. Caso contrário toda a expectativa em relação às divisórias podem ser insatisfatórias e as construtoras que não promoverem mudanças na sua gestão e utilizarem as divisórias leves em gesso acartonado correm o risco de se depararem com muitos contratemplos fazendo com que desistam da sua utilização em futuros empreendimentos.

4.8.4 Capacitação dos profissionais

Para se ter sucesso na implantação de um novo sistema construtivo é necessário que a mão-de-obra seja capacitada e treinada para executar corretamente os serviços necessários. (TANIGUTI, 1999). Para o gesso acartonado, todo o procedimento executivo depende da habilitação dos profissionais que irão construir as divisórias (SABBATINI, 1998).

Sabbatini (1998) destaca ainda que, à época, no Brasil não existia nenhum curso oficial regulamentado para a montagem de divisórias de gesso acartonado, apenas cursos fornecidos pelos fabricantes. Hoje existem alguns cursos em escolas profissionalizantes bem como no sistema SENAI. Taniguti (1999) ressalta ainda que nos cursos realizados pelos fabricantes a carga horária é muito baixa, atualmente a carga horária é de 40 horas, e, devido a isso, os operários não conseguem assimilar todas as instruções passadas durante o curso.

Engenheiros, principalmente, e arquitetos veem muito pouco dessa técnica construtiva durante sua graduação, e a quantidade de material didático oficial, como livros em português ou traduzidos, é praticamente nula na área. Isso faz com que a demanda por profissionais habilitados esteja comprometida, sendo assim difícil de suplantar algumas deficiências do processo (SABBATINI, 1998).

4.8.5 Cultura e satisfação dos usuários

A cultura predominantemente europeia presente no Brasil faz com que as exigências frente às vedações sejam relacionadas a paredes maciças de alvenaria. Percebe-se facilmente que essa cultura foi plenamente incorporada pela população quando as construções leves em madeira

são marginalizadas pelas legislações, sendo proibidas em diversas regiões das cidades (SABBATINI, 1998).

Rockenbach (2011), após uma pesquisa de campo realizada com cerca de cento e oitenta usuários chegou a conclusão de que o gesso acartonado está longe de ter uma unanimidade de aceitação em Porto Alegre. Isso se deve principalmente à insatisfação em relação ao desempenho acústico das divisórias entre os ambientes das habitações. Talvez esse problema tenha sido percebido em edificações com divisórias sem isolamento acústico. Outro problema que os usuários relacionaram foi a falta de confiança em relação à resistência a cargas suspensas colocadas nas paredes, mesmo sabendo da existência de reforços internos para isso.

Sabbatini (1998) ainda destaca que os usuários tem receio em relação a aparente fragilidade das divisórias leves, associando as mesmas à falta de segurança. No entanto, a satisfação dos usuários de Porto Alegre ficou em 43% segundo a pesquisa promovida por Rockenbach (2011), mesmo assim o índice de insatisfação ficou alto, atingindo 33%. Sabbatini (1998) ressalta que a insatisfação está intimamente ligada a cultura dos usuários, no entanto, como a sociedade é dinâmica, ela pode sofrer modificações, mas para que isso ocorra é necessário que os setores interessados na disseminação das divisórias em gesso acartonado invistam para que ocorra essa mudança cultural.

5. PROJETO EXECUTIVO, PREMISSAS E EXECUÇÃO

5.1 CARACTERÍSTICAS DOS PROJETOS

As divisórias em gesso acartonado possuem algumas especificidades que devem ser levadas em conta na hora de projetar esse tipo de sistema. Conforme destacado no item 4.4.1, como as divisórias são montadas por acoplamento mecânico, isto é, com a utilização de parafusos e rebites e com o auxílio de ferramentas elétricas, bem como o material utilizado, no caso as placas de gesso, são produzidas com máxima precisão dimensional, o processo não tem margem para imprecisões como falta de prumo e nível, uma vez que o sistema não “aceita” ajustes e nem possui um acabamento final, como por exemplo, a alvenaria de vedação e o posterior revestimento argamassado que pode corrigir alguma imperfeição da alvenaria.

Sendo assim, é necessário que os demais subsistemas sejam compatibilizados com a precisão geométrica que o gesso acartonado exige. Isto é, o controle executivo e de qualidade nas estruturas adjacentes como, por exemplo, contrapiso, lajes, vigas e pilares, deve ser rigoroso para sejam uniformes da mesma forma que o gesso acartonado (SABBATINI, 1998). Cabe aqui ressaltar que além do controle de qualidade, o projetista estrutural deve estar ciente de que as vedações internas serão em gesso acartonado, uma vez que, como destacado no item 4.4.2, as divisórias leves não contraventam a estrutura, sendo assim, a volumetria das vigas e pilares é maior em relação à edificações com vedações internas em alvenaria tradicional. A locação desses pilares e vigas também deve ser levada em conta para que arquitetonicamente o ambiente se torne agradável tanto visual como funcionalmente.

Da mesma forma, instalações elétricas devem ter precisão nas prumadas e passagens onde interagem com as divisórias. Como a espessura das divisórias em gesso acartonado é menor do que a das vedações de alvenaria tradicional, um projeto elétrico que prevê prumadas para alvenaria, não necessariamente se adaptará ao gesso acartonado, uma vez que as esperas para os eletrodutos podem ficar fora de posição nas vigas e pilares contíguos às divisórias, sendo necessária uma maior intervenção na estrutura, sendo necessário abrir uma canaleta na viga, por exemplo, para adaptar o eletroduto internamente a estrutura do gesso acartonado e

posteriormente realizar um reforço onde foi feita a interferência. Outra solução para esse caso seria a utilização de uma parede dupla, onde a espessura da divisória se equivaleria a da alvenaria, não sendo necessária a intervenção na estrutura. Esses dois exemplos trazem à tona a necessidade de que o projeto elétrico deve ser específico para o uso de divisórias em gesso acartonado na edificação.

A NBR 15.758-1 traz uma exigência no sub-item 8.2 que também influencia no projeto elétrico da edificação. A norma recomenda que “as caixas da instalação de dois ambientes adjacentes não devem ser colocadas em posições opostas coincidentes, [...], devendo as caixas ser posicionadas com pelo menos 10 cm de afastamento entre si.” (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2009, p. 16). Essa recomendação tem o objetivo de não prejudicar o desempenho acústico das divisórias, uma vez que se as faces posteriores das caixas ficarem em contato não haverá isolamento acústico nessa região. Por isso é necessário esse afastamento entre uma caixa e outra de faces posteriores, também para a instalação de um isolamento com lã mineral no interior da parede, se desejado um maior desempenho acústico, no interior dos ambientes. Esse é mais um detalhe em que é necessário que o projetista elétrico tenha conhecimento que as divisórias da edificação são de gesso acartonado, sob pena de realizar um projeto incompatível com as recomendações da norma específica se essa informação for ocultada.

As instalações hidráulicas e sanitárias seguem as mesmas recomendações das instalações elétricas, onde é necessária precisão das prumadas. Embora em desuso hoje em dia, é necessário que se forem empregadas tubulações de cobre nas estruturas, que seja previsto o não contato desses elementos com os montantes de aço galvanizado, para que sejam evitadas reações galvânicas. Já as instalações de gás tem sua passagem vetada pelo interior das paredes segundo item 8.4 da NBR 15.758-1. Portanto, da mesma forma que os outros subsistemas, são necessários projetos específicos e detalhados exclusivamente para divisórias em gesso acartonado.

A fixação de cargas nas paredes de gesso acartonado também deve ser prevista em projeto, uma vez que dependendo da carga a ser fixada de forma suspensa na parede são necessárias diferentes intervenções na mesma. Segundo a NBR 15.758-1, cargas até 30 kg podem ser fixadas diretamente nas placas apenas usando buchas específicas para esse fim. Para cargas acima de 30 kg até 50 kg é prevista a utilização de reforços metálicos para a fixação da carga,

e acima de 50 kg é recomendada a utilização de um reforço de madeira tratada ou um suporte metálico especial. A norma recomenda ainda que os pontos de recebimento de carga devem ter uma distância mínima de 400 mm. Se os pontos forem fixados a uma distância menor do que essa são considerados como um único ponto (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2009). A fabricante Knauf traz em seu manual as mesmas recomendações referenciadas pela norma (KNAUF, 2014).

Já a fabricante Placo do Brasil recomenda que cargas até 10 kg possam ser fixadas na própria placa de gesso com bucha específica. Cargas acima de 10 kg até 18 kg devem ser fixadas diretamente nos montantes e cargas de 18 kg até 30 kg devem ser fixadas em reforços de madeira ou metálicos. Para cargas acima de 30 kg o fabricante solicita que seja consultado o departamento técnico da empresa (PLACO DO BRASIL, 2014).

Portanto, pontos que forem receber cargas acima de 30 kg como, por exemplo, um tanque de lavar roupas, ou um armário de cozinha, deve ser previstos em projeto sua correta localização para a especificação em planta de um reforço, seja metálico ou de madeira tratada. Também deve estar descrito no manual do proprietário a localização desses reforços para que a fixação das cargas seja feita de maneira correta, se possível com uma foto da estrutura metálica sem as placas de gesso, com as medidas especificadas para que o usuário tenha maior precisão da localização dos reforços.

A paginação das placas deve ser prevista no projeto executivo, uma vez que uma correta modulação diminui o consumo de material e conseqüentemente perdas, diminuindo o descarte de placas de gesso. Uma das vantagens dessa técnica é a maior facilidade no atendimento de algumas recomendações descritas pela NBR 15.758-1, como por exemplo, manter as juntas das placas desencontradas de um lado e de outro da divisória (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2009).

Conforme afirma Taniguti (1999), é ideal que a definição dos projetos dos demais subsistemas que influenciam nas divisórias de gesso acartonado ocorra na fase de concepção do projeto das divisórias da edificação. Dessa maneira é possível coordenar simultaneamente a interferência entre os subsistemas, otimizando soluções de possíveis contratempos e conseqüentemente garantido um desempenho satisfatório do produto final.

5.2 MÉTODO CONSTRUTIVO DAS DIVISÓRIAS

5.2.1 Recebimento manuseio e armazenamento dos materiais

Segundo a NBR 15.758-1, o procedimento de recebimento, estocagem e manuseio dos materiais deve seguir algumas recomendações para manter a qualidade do produto final. As mesmas recomendações podem ser encontradas nos manuais de instalação dos fabricantes Knauf (2014) e Placo do Brasil (2014). As recomendações são as seguintes:

5.2.1.1 Recebimento das placas de gesso

As placas de gesso acartonado possuem uma norma específica, a NBR 14.715 de 2010, sendo necessário que no momento do recebimento seja conferido se as placas atendem as características prescritas nessa norma. Além disso, as chapas devem estar íntegras, isto é, sem fissuras ou rachaduras, cantos quebrados, descolamentos do cartão e sinais de umidade.

Geralmente as placas são carregadas nos caminhões em paletes, portanto é necessário que os mesmos possuam cantoneiras de proteção nos pontos em contato com cordas e fitas de amarração. Essa exigência tem o objetivo de evitar que ocorra o amassamento das bordas das placas prejudicando a planicidade das mesmas.

5.2.1.2 Recebimento dos perfis metálicos

A norma de projeto e procedimento para montagem das divisórias em gesso acartonado não traz nenhuma recomendação sobre o recebimento dos perfis metálicos. No entanto, existe uma norma específica para os perfis metálicos, a NBR 15.217 de 2009, onde estão descritos os requisitos e métodos de ensaio dos perfis.

5.2.1.3 Manuseio das chapas de gesso

A NBR 15.758-1 destaca que as chapas de gesso podem ser movimentadas de forma manual ou mecanicamente através de empilhadeiras. Se a movimentação for manual é recomendado que sejam transportadas na posição vertical. Se transportadas na horizontal o peso próprio da placa pode fazer com que a mesma quebre ao meio causando desperdícios.

5.2.1.4 Manuseio dos perfis metálicos

Os fabricantes Placo do Brasil (2014) e Knauf (2014), destacam que a movimentação dos perfis pode ser realizada tanto manualmente como mecanicamente com o uso de empilhadeiras, da mesma forma de as placas de gesso. Os operários responsáveis pelo transporte manual devem usar luvas de proteção para evitar acidentes, bem como devem ser evitados balanços e deformações, pois podem causar danos aos perfis, como por exemplo amassamento.

5.2.1.5 Armazenamento das chapas de gesso

Segundo a NBR 15.758-1, é necessário que as chapas de gesso sejam estocadas em locais secos e livres de intempéries. Se houver necessidade de armazenar em locais sujeitos à umidade é recomendado que as placas sejam protegidas por lonas plásticas.

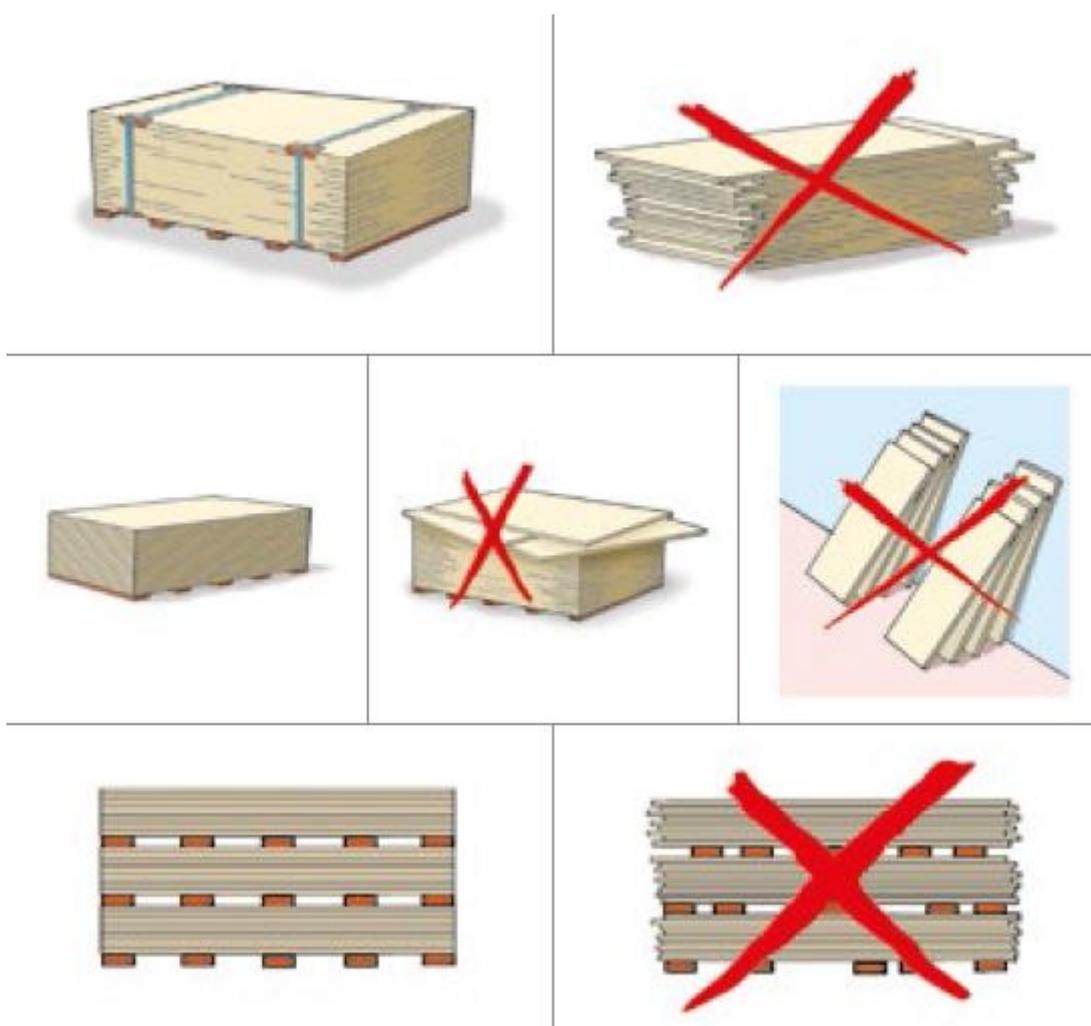
As chapas devem ser sempre estocadas na posição horizontal para evitar o seu empenamento e possíveis danos causados pelo peso próprio das mesmas.

O empilhamento das chapas deve ser feito de forma ordenada e alinhada, evitando o empilhamento de placas curtas com longas. Isso aumenta a superfície de contato entre uma chapa e outra, aumentando sua resistência quando estocada.

Se as placas não forem apoiadas em paletes, deve ser previsto um apoio de madeira para que não fiquem em contato diretamente sobre o chão. A NBR 15.758-1 recomenda que os apoios devem ter, no mínimo, 5 cm de largura e um espaçamento máximo de 40 cm. No entanto, as fabricantes recomendam que a largura do apoio deva ser de no mínimo 10 cm e o espaçamento de 40 cm. Essa informação ainda diverge da Associação Brasileira dos Fabricantes de Chapas de Drywall (2006), que recomenda que o apoio seja de, no mínimo, 7,5 cm de largura. Cabe aqui ressaltar que a norma exige um mínimo de 5 cm, mas como os fabricantes exigem 10 cm de largura mínima, essa recomendação deve ser seguida. Outro detalhe a ser observado é que não é informada a altura mínima que esse apoio deve ter, sendo assim, fica a critério do comprador decidir. Mais uma informação que não fica clara na norma é o comprimento do apoio. Apenas a Knauf (2014, p. 11) e a Associação Brasileira dos Fabricantes de Chapas de Drywall (2006, p. 20) destacam que “O comprimento dos apoios deve ser igual à largura das chapas.”

A NBR 15.758-1 recomenda que a altura máxima da pilha seja de 5,00 metros. A Knauf (2014) não cita a altura específica, apenas recomenda que sejam empilhados, no máximo, seis paletes. Já a Placo do Brasil (2014) recomenda o empilhamento máximo de três paletes. A figura 9 exemplifica o correto armazenamento das placas.

Figura 9 – Armazenamento e empilhamento das placas



(fonte: KNAUF, 2014)

5.2.2 Ferramentas necessárias para montagem das divisórias

Segundo a Associação Brasileira dos Fabricantes de Chapas de Drywall (2004), as ferramentas necessárias para diversas etapas da montagem das divisórias de gesso acartonado são:

- a) medição, marcação e alinhamento: trena, cordão para marcação (fio traçante), nível laser, linha de náilon, prumo, nível de bolha, mangueira de nível;
- b) corte das chapas: estilete, serrote comum, serrote de ponta.
- c) parafusamento das chapas nos perfis: parafusadeira com rotação de 0 a 4.000 rpm, furadeira;
- d) desbaste das bordas das chapas: plaina;
- e) aberturas circulares nas chapas: serra copo;
- f) corte dos perfis metálicos: tesoura de chapa tipo funileiro;
- g) fixação dos perfis entre si: alicate puncionador;
- h) posicionamento e ajuste das chapas: levantador de chapa de pé, levantador de chapa manual;
- i) tratamento das juntas entre as chapas: espátula metálica fina, larga e de ângulo, desempenadeira metálica;
- j) preparo de massas: batedor;
- k) fixações: pistola finca-pino.

5.2.3 Condições de início

Como as placas de gesso acartonado tem baixa resistência frente à umidade, salvo as placas resistentes à umidade, é necessário que todos os serviços que envolvam água, como por exemplo: contrapisos, alvenaria de vedação, revestimentos argamassados entre outros, estejam finalizados e com prazo de cura vencido (TANIGUTI, 1999).

Em relação à umidade, também é imprescindível que esteja vedada a entrada de chuva, vento e umidade excessiva no ambiente, sendo assim todas as impermeabilizações de cobertura devem estar finalizadas e testadas para que não ocorram infiltrações no interior da edificação durante a execução das divisórias. O mesmo ocorre para a vedação e aberturas externas, ou seja, toda a estrutura de vedação externa seja ela em alvenaria tradicional, concreto pré-moldado ou paredes de concreto moldadas *in loco*, devem estar finalizadas, bem como as esquadrias externas (portas, janelas, etc.) devem estar colocadas e possuir a devida vedação contra a infiltração de água. (TANIGUTI, 1999; PLACO DO BRASIL 2014, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2009).

Não sendo possível a instalação das esquadrias nos vãos externos, é possível usar uma vedação provisória, um tipo de “tampão”, para que em caso de chuva as placas não sejam

atingidas pela água, no entanto essa prática deve ser utilizada apenas em último caso, por não ser tão eficiente quanto uma esquadria. Por isso é importante um correto planejamento e cronograma da obra para a eficiência na execução das divisórias em gesso acartonado.

Segundo a NBR 15.758-1, as saídas das instalações elétricas, hidráulicas e sanitárias pelas lajes devem estar finalizadas e corretamente posicionadas de acordo com os projetos específicos. Também é necessário que o piso de concreto ou contrapiso do pavimento esteja nivelado e homogêneo (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2009).

5.2.4 Marcação das paredes

A norma específica recomenda marcar no piso e no teto a localização das guias, bem como os vãos de portas e locais onde é necessária a colocação de reforços, conforme o projeto (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2009). A fabricante Knauf (2014) orienta que para a marcação do posicionamento das guias seja utilizado um fio traçante para a marcação no piso. Além disso, trena, prumo ou nível laser, são fundamentais para essa etapa. Taniguti (1999) ressalta que, por questão de praticidade, primeiramente é marcada a guia inferior e a transferência da marcação para a guia superior é realizada com o auxílio de um nível laser ou prumo de eixo, antes da fixação da guia inferior. A figura 10 ilustra a transferência de marcação do piso para a parede.

Figura 10 – Marcação das paredes



(fonte: foto do autor)

5.2.5 Fixação das guias e montantes

As guias superiores e inferiores devem ser fixadas com buchas e parafusos com uma distância máxima de 60 cm entre os elementos fixadores. Nas junções de paredes em “L” ou “T” é necessário manter um espaçamento entre as guias da ordem de espessura de uma placa de gesso para sua posterior fixação (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2009). A Associação Brasileira dos Fabricantes de Chapas para Drywall (2004) cita ainda como elemento de fixação das guias podem ser pinos de aço e rebites metálicos.

Não há nenhuma orientação quanto à ordem de fixação das guias na NBR 15.758-1. No entanto, a Knauf (2014) sugere que seja fixada primeiro a guia inferior, isto é, no piso, e depois a superior. Cabe aqui observar que a mesma fabricante sugere ainda que depois de fixada a guia inferior, sejam colocados os montantes perimetrais, com as mesmas orientações que seguem as guias, e após isso seja feita a colocação do montante superior. A norma não traz nenhum comentário sobre essa prática.

Quanto às emendas entre as guias, a norma recomenda, bem como os fabricantes, que sejam sempre executadas de topo, nunca sobrepondo as mesmas. Essa sobreposição além de causar um desnível pode diminuir o desempenho acústico das divisórias pelo espaço aberto devido a espessura das guias.

Para aumentar a eficiência acústica do sistema, nos projetos pode ser determinado o uso de fitas de isolamento (bandas acústicas). Se previstas, a instrução da norma é que devem ser coladas nas guias de forma de fique entre a guia e a superfície de fixação. A fabricante Knauf (2014) destaca ainda que a largura das fitas devem ser compatíveis com a largura das guias.

5.2.6 Colocação dos montantes

5.2.6.1 Montantes simples

A NBR 15.758-1 recomenda que os montantes tenham o comprimento do pé-direito do local onde está sendo instalada a divisória, com uma folga de 5 a 10 mm. A fixação dos montantes nas guias superior e inferior deve ser feita com alicate puncionador ou parafusos. O espaçamento máximo entre os montantes deve ser de, no máximo, 60 cm (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2009).

Os montantes podem ser emendados seguindo algumas orientações da norma. Essa emenda pode ser realizada fazendo um transpasse de, no mínimo, 30 cm e parafusando os montantes com pelo menos dois parafusos de cada lado. Outra forma de se realizar a emenda é utilizar um pedaço guia de, no mínimo 30 cm, unido as duas partes dos montantes de topo. Nesse caso é necessário quatro parafusos de cada lado. A norma ainda atenta para que as emendas não coincidam todas numa mesma linha, ou seja, as emendas devem ser desencontradas.

Como no caso das guias, nos montantes perimetrais também pode ser utilizada uma fita de isolamento acústico (banda acústica). As recomendações são as mesmas empregadas nas guias.

Em casos em que se dá o encontro de duas paredes de gesso acartonado de forma perpendicular, a norma instrui “ [...] prever um montante, independente da modulação da estrutura a fim de fixar a parede perpendicularmente, [...]” (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2009).

5.2.6.2 Montantes duplos

A NBR 15.758-1 prevê que caso sejam utilizados montantes duplos, os mesmos podem ser encaixados um no outro, formando um tubo, ou um contra o outro, formando um “H”. Em ambos os casos devem ser parafusados entre si com um distanciamento máximo de 40 cm (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2009).

5.2.7 Reforços e instalações no interior das paredes

É recomendado pela NBR 15.758-1 que se houver instalações elétricas, hidráulicas entre outras, internas à parede ou há previsão de colocação de reforços na estrutura para fixação de peças suspensas acima de 30 kg, a colocação desses elementos deva ser realizada antes da colocação das chapas de gesso, tornando a sua execução mais fácil e evitando danos às placas (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2009).

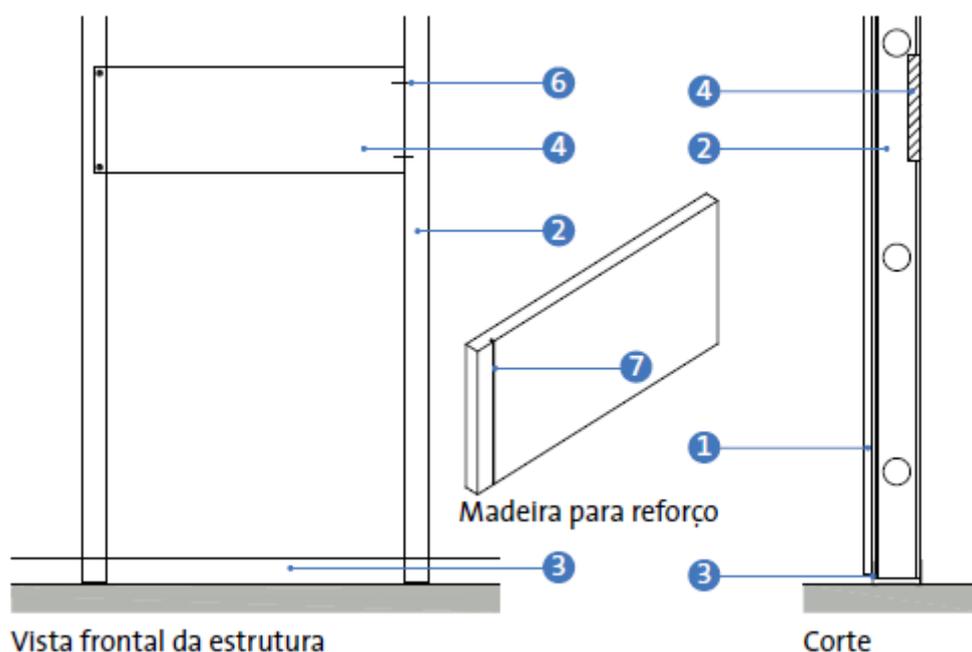
5.2.7.1 Reforços

O anexo C da NBR 15.758-1 trata especificamente sobre a fixação de peças suspensas em paredes de gesso acartonado. Nesse anexo estão estabelecidas “[...] as características de desempenho dos dispositivos de fixação para as peças suspensas [...]” (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2009, p. 33). No entanto, não é especificado de que forma esses dispositivos devem ser fixados na estrutura, apenas as cargas e os fixadores específicos para cada caso.

A Knauf (2014), em seu manual de instalação, exemplifica a fixação dos reforços metálicos. A fabricante recomenda que o suporte metálico seja parafusado nos perfis metálicos com parafuso específico para metal na altura determinada pelo projeto.

Para reforços de madeira, apenas a Placo do Brasil (2014) exemplifica, conforme a figura 11, a colocação do mesmo. De maneira simples, apenas mostra que o reforço deve ser fixado nos montantes por meio de parafusos.

Figura 11 – Fixação de reforço de madeira



(fonte: KNAUF, 2014)

5.2.7.2 Instalações eletro-eletrônicas

A NBR 15.758-1 segue a instrução da norma específica de instalações elétricas prediais, NBR 5.410:2009, exigindo que as fiações passem pelo interior de eletrodutos. Os mesmos podem ser metálicos ou plásticos, esses rígidos ou flexíveis. A norma específica para gesso acartonado ainda recomenda que quando forem empregados eletrodutos flexíveis, seja utilizado um protetor plástico nos furos dos montantes por onde passam tais instalações (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2009). Essa recomendação visa dar proteção às instalações que podem ser danificadas em contato com a superfície do metal que, por ter uma fina espessura, se torna cortante.

As caixas de derivação podem ser fixadas nas divisórias de duas maneiras. Uma delas é diretamente nas placas, no entanto essa prática exige que se utilize caixas específicas para gesso acartonado. Nesse caso a norma prescreve que as caixas devam atender as especificações na NBR 5.410:2009. A outra maneira prevista na norma é fixar as caixas diretamente na estrutura, nos montantes, em travessas horizontais metálicas ou de madeira tratada em autoclave. As caixas devem ser fixadas com, no mínimo, dois parafusos em qualquer uma dessas formas (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2009). A figura 12 ilustra a fixação das caixas elétricas em travessa horizontal metálica.

Figura 12 – Fixação das caixas de derivação



(fonte: foto do autor)

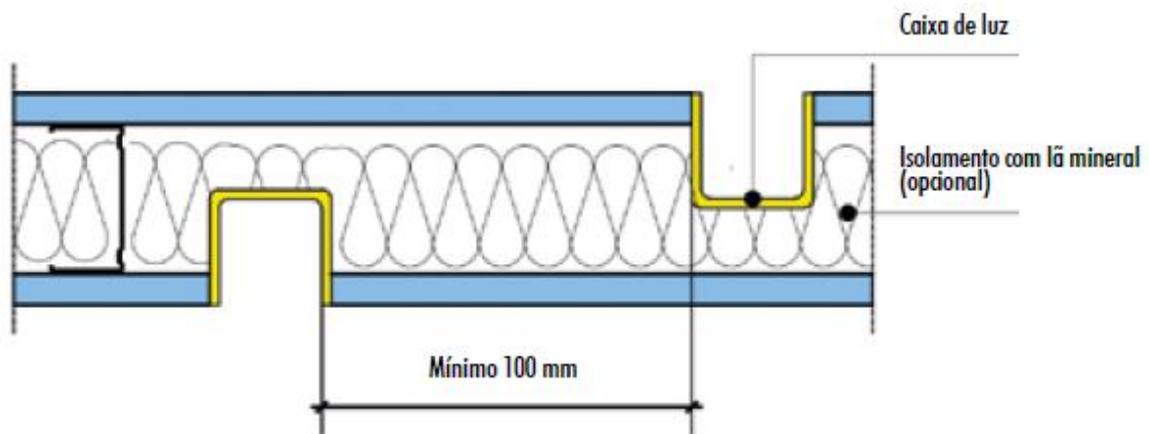
Se os furos existentes nos montantes não forem suficientes, ou tiverem altura incompatível com a instalação, a norma prevê que podem ser feitos furos adicionais, respeitando, contudo algumas regras (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2009, p. 10):

- a) os furos sejam centrados na alma dos montantes;
- b) o diâmetro seja, no máximo, igual ao dos furos da usinagem do perfil;

- c) a quantidade de furos adicionais seja, no máximo de dois furos entre os furos de usinagem.

Uma característica recomendada pela norma e que deve ser prevista em projeto é o posicionamento das caixas nas paredes. Em divisórias adjacentes, as caixas devem ter um distância de, no mínimo, 10 cm de um lado e outro do ambiente, isto é, as faces posteriores das caixas devem estar desencontradas (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2009). Essa recomendação visa aumentar o desempenho acústico das divisórias, pois permite que a lã mineral utilizada no interior das paredes passe entre as caixas sem interrupção e está representada na figura 13 a seguir (KNAUF, 2014).

Figura 13 – Posicionamento das caixas de derivação



(fonte: KNAUF, 2014)

5.2.7.3 Instalações hidrossanitárias

As tubulações de água fria e água quente executadas internamente às divisórias podem ser de diferentes materiais como PVC rígido, cobre, aço ou tubulação flexível. Independentemente do material, a NBR 15.758-1 recomenda que nos furos existentes nos montantes, específicos para a passagem das instalações, sejam colocados protetores. Essa recomendação tem o mesmo objetivo da proteção nas instalações elétricas. As tubulações flexíveis de polietileno reticulado, mais conhecidas como “tubulações PEX”, são mais suscetíveis a sofrer danos, como cortes.

Se forem utilizadas tubulações de cobre, a norma recomenda que os tubos sejam completamente isolados, inclusive as conexões. A razão dessa proteção é porque o cobre em contato com o aço galvanizado da estrutura metálica reage causando reações galvânicas, danificando tanto a tubulação como a estrutura (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2009).

As esperas de saída de água têm duas formas de fixação segundo a NBR 15.758-1. A primeira delas prevê o uso de uma travessa horizontal metálica colocada entre os montantes onde a tubulação é fixada conforme a altura determinada em projeto. Essa travessa também pode ser de madeira, no entanto é necessário que seja uma madeira tratada em autoclave com preservativos hidrossolúveis. Esse tipo de fixador é indicado para os pontos em que há manuseio, como por exemplo, torneiras de parede, registros e pontos de saída de chuveiro (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2009). A figura 14, a seguir, ilustra a fixação de registro de chuveiro em travessa metálica.

Figura 14 – Fixação de registro de chuveiro em travessa metálica



(fonte: foto do autor)

A outra forma de fixação prevista na norma é a utilização de um flange desenvolvido para o sistema. Esse dispositivo é fixado diretamente na placa de gesso com parafusos e nele é encaixada a tubulação de água. Esse tipo de fixação é recomendado para pontos não passíveis de operação, por exemplo, esperas para torneiras de mesa.

Em ambos os tipos de fixação é necessária a vedação das frestas entre os pontos de saída e a placa de gesso com selantes elastoméricos (mastique). Também é recomendado pela norma que os pontos de saída avancem 2 mm em relação ao revestimento final da parede.

Para instalações sanitárias a NBR 15.758-1 traz recomendações semelhantes às instalações de água. Suas especificidades estão na instrução de que se forem utilizadas tubulações com diâmetro superior aos das paredes convencionais, isto é, maior do que a largura das guias, o projeto deve prever a construção de paredes com dupla estrutura. Outra diferença está na possibilidade de se executar cortes nas abas ou almas das guias, que não podem ultrapassar 10 cm de comprimento, e deve ser fixado pelo menos a 10 cm das extremidades do corte (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2009).

5.7.2.4 Instalação de gás

A NBR 15.758-1 determina que as instalações de gás não sejam realizadas no interior das paredes de gesso acartonado. No entanto, a norma especifica que se a instalação passar no interior da divisória o projeto deve ser submetido à responsável pelo fornecimento de gás central do local. (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2009).

5.7.2.5 Colocação de lã mineral

A lã mineral tem a função de aumentar a eficiência acústica das paredes. A NBR 15.758-1 recomenda que a lã deva ser colocada entre os montantes, uniformemente, ou seja, preenchendo todo o espaço vazio. Em trechos com tubulações internas de água, deve-se cortar uma das faces da lã a fim de envolver a tubulação. Caso a lã mineral tenha espessura superior à dos montantes ela pode ser comprimida, se for menor pode-se utilizar suportes para sua fixação (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2009). Na figura 15 é ilustrada a utilização de lã mineral no interior da divisória.

Figura 15 – Isolamento com lã mineral



(fonte: foto do autor)

5.2.8 Colocação das chapas de gesso

É recomendado pela NBR 15.758-1 que as chapas tenham 1 cm a menos do que a altura do pé-direito do ambiente. A chapa deve ser encostada na estrutura e no teto, deixando a folga na parte inferior. O posicionamento usual das placas é vertical, apenas em paredes especiais as mesmas podem ser fixadas horizontalmente (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2009). A norma não instrui a maneira que o instalador deve deixar a chapa afastada do piso, nem o manual de montagem não traz essa observação. No entanto, Taniguti (1999) ressalta que a utilização de um levantador de chapa ou um pedal para elevar a chapa facilita essa parte do serviço.

A norma indica ainda que as juntas das placas devem coincidir com os montantes e as juntas de paredes adjacentes devem ser desencontradas. As chapas são aparafusadas nos montantes e o distanciamento entre os parafusos deve ser entre 25 e 30 cm, distando em torno de 1 cm da borda da chapa. A cabeça dos parafusos deve ficar rente ao cartão da chapa, para posterior tratamento.

Para paredes com dupla camada de gesso acartonado, o distanciamento dos parafusos na primeira chapa pode ser compreendido entre 50 e 60 cm, e na segunda chapa de 25 a 30 cm. Esses parafusos da segunda camada devem fixar nos montantes também, por isso devem ser desencontrados dos parafusos da primeira camada (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2009).

5.2.9 Aberturas em vãos de portas e janelas

Em vãos de portas, a NBR 15.758-1 orienta que a guia inferior deve avançar 20 cm de cada lado do vão, para ser dobrada para cima sobre o montante. Nas laterais das portas a norma determina que sejam utilizados, preferencialmente, montantes duplos encaixados na forma de tubo, os mesmos devem ser fixados nas guias superior e inferior como os outros montantes da estrutura. Se forem utilizados montantes simples, a alma do montante deve estar faceada com o batente da porta (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2009).

Na parte superior das portas é indicada pela norma a instalação de uma guia com as abas dobradas para baixo, parafusada aos montantes laterais da porta. A modulação da estrutura metálica deve seguir na parte superior da porta com a utilização de montantes auxiliares. A figura 16 ilustra essa técnica.

Figura 16 – Reforço superior nas portas



(fonte: foto do autor)

A norma ainda prevê que as juntas das placas devam ficar desencontradas do alinhamento das portas. Isso evita a fissuração das mesmas com o movimento das portas.

Para janelas internas nas divisórias de gesso acartonado o procedimento é semelhante ao das portas. A única diferença está na colocação de uma guia com as abas dobradas para cima na parte inferior da janela, assim como na parte superior, idem as portas.

5.2.10 Tratamento das Juntas

As chapas de gesso comumente utilizadas nas divisórias internas possuem suas bordas rebaixadas para que o encontro de duas placas, para que, após o tratamento com massa e fita, se tenha um aspecto de unicidade e homogeneidade da parede. O procedimento básico de tratamento desse tipo de junta descrito pela NBR 15.758-1 inicia com a aplicação de uma

camada de massa, específica para esse fim, logo após a colocação de uma fita de papel microperfurado no eixo da junta, cuidando para que não haja enrugamento nem formação de bolhas na fita, e logo após a aplicação de mais uma demão de massa sobre a fita. Esse procedimento ocorre todo de uma vez só, e, após a secagem da massa, pode ser aplicada mais uma camada fina de massa para o nivelamento correto entre as placas. Terminado o prazo de cura da massa, a norma ainda aconselha lixar a região para eliminar rebarbas e ondulações (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2009).

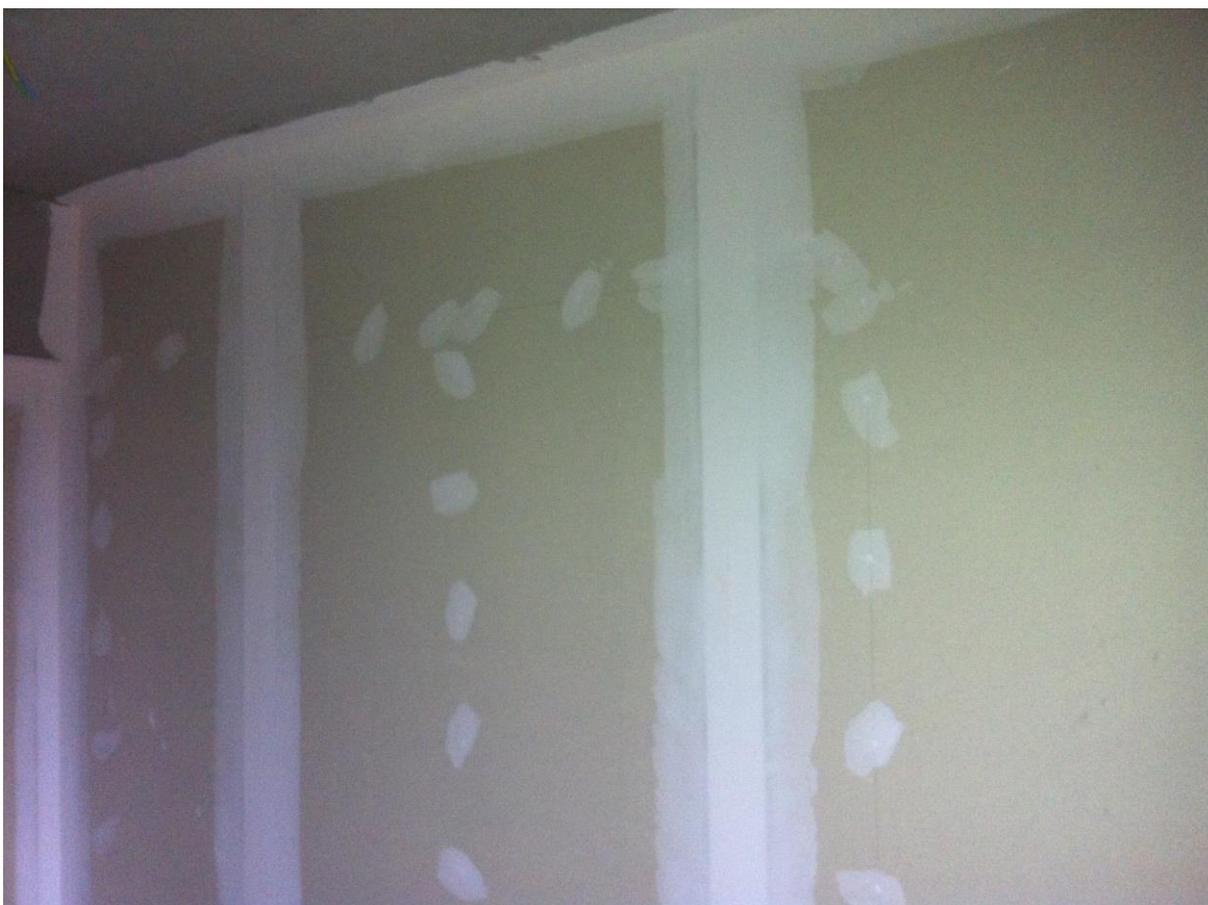
A norma ainda indica que as cabeças dos parafusos que fixam as placas também devem ser tratadas. Por isso é importante que os mesmos fiquem nivelados com a placa, isto é, não podem ficar salientes e nem muito profundas. O procedimento para tratamento é simples, apenas a aplicação de uma camada cruzada de massa sobre a cabeça dos parafusos, e, depois de seca a massa, repetir a aplicação. Também é recomendado lixar a região depois que a segunda demão de massa estiver seca.

Em ângulos internos das paredes o tratamento das juntas é semelhante ao das juntas planas, a única diferença é a aplicação da fita de papel microperfurado, que deve ser colocada dobrada ao meio, a qual possui um eixo pré-marcado para essa dobra, formando um ângulo reto, para “encaixar” na parede.

Nos cantos vivos, a norma prevê a utilização de uma fita com reforço metálico, que aumenta a resistência dos cantos contra possíveis impactos. A aplicação de massa é idêntica aos casos das outras juntas.

A seguir, a figura 17 ilustra o acabamento de juntas e parafusos.

Figura 17 – Acabamento de juntas e parafusos



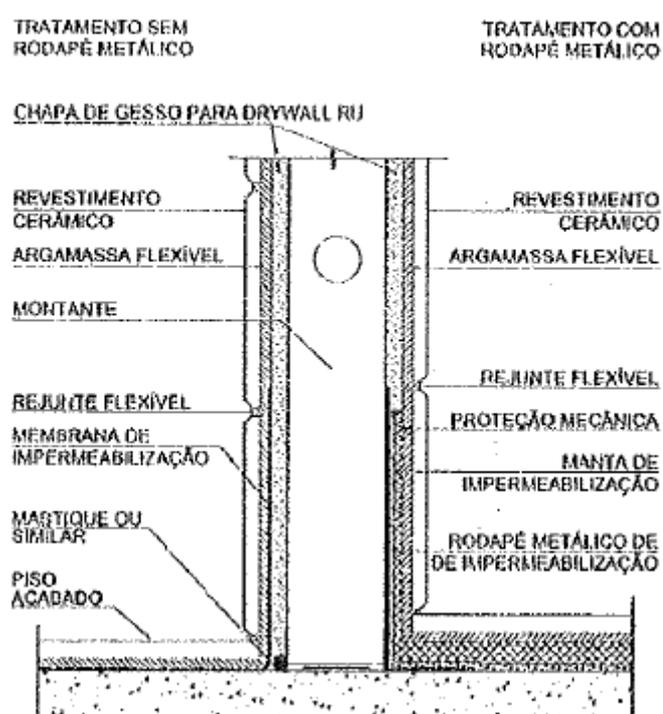
(fonte: foto do autor)

5.2.11 Paredes em áreas molháveis

Nas áreas molháveis a norma propõe duas maneiras de proteger a base das paredes: com ou sem um rodapé metálico. A Associação Brasileira dos Fabricantes de Chapas para Drywall (2004) indica o uso de rodapé metálico quando for utilizada manta asfáltica. Esse rodapé, segundo a NBR 15.758-1, deve ser fixado na estrutura da parede e as chapas de gesso resistentes à umidade fixadas até a altura do rodapé. A adesão da manta asfáltica no rodapé geralmente se dá por meio de fogo, aplicado com maçarico, a norma adverte que a chama não deva ser aplicada sobre as chapas de gesso (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2009). Sendo assim, é indicado que a impermeabilização com manta asfáltica aplicada a quente ocorra antes do plaqueamento da estrutura.

Outras formas de impermeabilização previstas pela norma e que não requerem o uso do rodapé metálico são as membranas e mantas elastoméricas, plastoméricas, e membranas termoplásticas. A recomendação da norma de *drywall* é que esse tipo de impermeabilização suba, no mínimo, 20 cm acima do piso, e que a junta entre a placa e o piso seja preenchida por selante elastomérico. As características do sistema devem seguir as orientações do projeto específico de impermeabilização, atendendo a NBR 9.575:2010. A norma 15.758-1 traz a figura 18, apresentada a seguir, exemplificando as formas de impermeabilização.

Figura 18 – Impermeabilização de box de banheiro



(fonte: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2009)

6 VERIFICAÇÕES E ANÁLISES

Nesse capítulo será feita uma comparação entre o procedimento de execução de divisórias de gesso acartonado elaborado por uma construtora de Porto Alegre/RS e as diretrizes de execução previstas na NBR 15.758-1:2009, descritas no capítulo 5. Tal procedimento foi criado em setembro 2001, anterior a norma específica de *drywall*, passando por diversas revisões, sendo a última realizada em dezembro de 2013.

Essa empresa utiliza a tecnologia de divisórias em gesso acartonado em seus empreendimentos há aproximadamente quatorze anos, somente em divisórias internas das suas unidades habitacionais. Posteriormente será apresentada uma análise em uma obra da mesma construtora, verificando se o procedimento elaborado pela empresa é aplicado na execução das divisórias.

6.1 VERIFICAÇÃO DO PROCEDIMENTO DE UMA EMPRESA EM RELAÇÃO À NORMA

A seguir se encontra o quadro 2, que compara o procedimento de execução de serviço da referida construtora de Porto Alegre com as diretrizes da NBR 15.758-1:2009.

Nessa análise foram avaliados se os itens de recebimento, manuseio, estocagem, procedimento executivo de montagem, instalações de subsistemas e tratamentos de juntas descritos na NBR 15.758-1 são atendidos no procedimento executivo da empresa. A forma de análise foi feita da seguinte forma:

- a) atende à norma: item do procedimento é igual ao da NBR 15.758-1;
- b) não atende à norma: item da NBR 15.758-1 não é previsto no procedimento
- c) difere da norma: itens do procedimento são diferentes da NBR 15.758-1, com maior ou menor rigor;
- d) “x”: item verificado;
- e) “*” item não utilizado no procedimento;

Foram feitas ainda algumas observações gerais em itens que se fizeram necessários.

Quadro 2 – Comparação entre os itens da NBR 15.758-1 e procedimento de execução de serviços da construtora

ITENS NBR 15.758-1:2009	PROCEDIMENTO INTERNO DA EMPRESA PARA DIVISÓRIAS EM GESSO ACARTONADO			OBSERVAÇÕES
	ATENDE A NORMA	NÃO ATENDE A NORMA	DIFERE DA NORMA	
Recebimento				
Verificar se as placas atendem às características da NBR 14715		x		O procedimento de recebimento utiliza as normas 14716:2001 e 14717:2001 como referência. No entanto as duas estão canceladas.
Verificar a integridade das placas antes da descarga	x			É prevista ainda a verificação da integridade da madeira dos reforços, bem como dos perfis metálicos. A data de validade das massas também deve ser verificada.
Manuseio				
As chapas movidas manualmente devem ser levadas na posição vertical		x		Não previsto no procedimento
Estocagem				
As chapas devem ser estocadas em local seco e livre de intempéries	x			
Em locais propensos a umidade, envolver as placas com lona plástica	x			
Estocar as placas somente em pilhas horizontais	x			
Estocar os perfis de modo a não sofrerem danos	x			
Empilhamento				
Sobre caibros de madeira com, no mínimo, 5 cm de largura espaçados cerca de 40 cm	x			O procedimento ainda determina a altura mínima em relação ao piso de 5 cm. Essa informação, implícita na norma, não é clara, pois existem caibros com diferentes medidas de largura e altura.
Os caibros devem ter a largura das chapas que serão estocadas		x		Não previsto no procedimento
Altura máxima de empilhamento igual a 5 metros	x			
Pré-Requisitos de Montagem				
Locação dos eixos das paredes	x			
Proteção contra umidade excessiva	x			É prevista a proteção contra a umidade excessiva antes da fixação das placas.
Conclusão das vedações verticais internas e externas que não são de drywall	x			
Conclusão dos revestimentos argamassados internos	x			
Nivelamento e acabamentoda laje do piso	x			
Posicionamento e saída das instalações	x			A verificação dos posicionamentos é prevista nos procedimentos específicos de elétrica, hidráulica, etc.
Marcação das Paredes				
Marcar, no piso e no teto, a locação das guias	x			O procedimento cita ainda a marcação nas paredes de alvenaria que não está descrito na norma
Marcar o posicionamento das portas e reforços estabelecidos no projeto		x		A marcação dos vãos de portas e pontos de reforços não fica claramente especificada no procedimento. Apenas a conferência dos mesmos é prevista após a montagem da estrutura.

continua

continuação

ITENS NBR 15.758-1:2009	PROCEDIMENTO INTERNO DA EMPRESA PARA DIVISÓRIAS EM GESSO ACARTONADO			OBSERVAÇÕES
	ATENDE A NORMA	NÃO ATENDE A NORMA	DIFERE DA NORMA	
Montagem da estrutura				
Distanciamento dos parafusos na fixação das guias e dos montantes de partida		x		Não é citado o distanciamento mínimo entre os parafusos previsto na norma
Prever espaçamento das guias para encontro de paredes em "L" ou "T"		x		Não é previsto espaçamento para junção de paredes nesse formato
Executar emendas nas guias		x		Não é citado como devem ser feitas as emendas das guias, se necessário.
Colocação de banda acústica nas guias e montantes de partida	x			
Forma de fixação dos montantes nas guias		x		Não é prevista a forma de fixação dos montantes nas guias.
Espaçamento dos montantes			x	O espaçamento para paredes usuais segue a norma, no entanto o procedimento difere nas paredes que possuem revestimento cerâmico, diminuindo o espaçamento nestas.
Folga no comprimento dos montantes em relação ao pé direito	x			
Executar emendas dos montantes		x		Não é citado como devem ser feitas as emendas dos montantes, se necessário.
Montantes duplos	*	*	*	Não é prevista a utilização de montantes duplos no procedimento
Instalação de reforços na estrutura				
Prever a instalação de reforços de acordo com a carga suspensa que será instalada	x			Não são especificadas as buchas para fixação das cargas, mas cita seguir o projeto específico
Vãos para esquadrias				
Interromper a guia inferior no vão da porta, deixando mais comprida, para que retorne para cima do montante		x		Não está citada no procedimento essa recomendação
Utilizar montantes duplos nas laterais das portas			x	O reforço é previsto com a utilização de um montante reforçado com uma guia de aço. O procedimento prevê outra alternativa, com reforço de madeira
Se forem utilizados montantes simples, sua alma deverá ficar voltada para o batente		x		Não citado pelo procedimento
Na parte superior do batente utilizar uma guia com as abas dobradas, fixada aos montantes laterais.		x		Não citado pelo procedimento
Montagem das instalações elétricas				
As caixas de chegada das instalações podem estar fixadas diretamente nos montantes ou em travessas horizontais, que podem ser metálicas ou de madeira tratada	x			O procedimento não cita as travessas de madeira, apenas metálicas
As caixas instaladas em paredes de ambientes adjacentes devem possuir um espaçamento mínimo de 10 cm	x			
Fixação das caixas com no mínimo 2 parafusos	x			O procedimento cita que a fixação das caixas deve ser feita de forma a permitir estabilidade e firmeza da mesma no momento da fixação e colocação dos aparelhos elétricos

continua

continuação

ITENS NBR 15.758-1:2009	PROCEDIMENTO INTERNO DA EMPRESA PARA DIVISÓRIAS EM GESSO ACARTONADO			OBSERVAÇÕES
	ATENDE A NORMA	NÃO ATENDE A NORMA	DIFERE DA NORMA	
Montagem das instalações hidrossanitárias				
Utilizar protetores nos furos dos montantes quando estes forem circulares	x			
Os pontos de saída das instalações podem estar fixadas diretamente nos montantes ou em travessas horizontais, que podem ser metálicas ou de madeira tratada. Também pode-se utilizar flanges específicos para gesso acartonado		x		O procedimento não prevê a fixação com a utilização de travessas de madeira e nem flanges
Frestas entre os pontos de saída e as placas de gesso acartonado devem ser vedadas com selantes	x			
Colocação do isolamento interno				
Posicionar a lã mineral no interior das paredes, entre os montantes, evitando deixar espaços vazios e envolvendo as tubulações existentes. Caso seja necessário, utilizar dispositivos para sustentar a lã no interior das paredes		x		O procedimento cita que devem ser colocada a lã isolante onde houver indicação no projeto. No entanto, não especifica de que forma devem ser colocadas
Montagem das placas de gesso acartonado				
As chapas devem possuir 1 cm a menos do que o pé-direito do ambiente. Essa folga deve ser deixada na parte inferior, estando a parte superior encostada no teto			x	O procedimento prevê uma folga de 1 cm na parte inferior e 1 cm na parte superior
Manter as juntas descontradas em relação à outra face da parede e mantê-las sobre os montantes			x	O procedimento cita que deve ser seguido o projeto específico, onde está definido onde será instalada cada placa de gesso acartonado
Espaçamento dos parafusos que fixam as chapas		x		Não citado pelo procedimento
Paredes em áreas molháveis				
Tratamentos com rodapé metálico e sem rodapé metálico	x			A impermeabilização com rodapé metálico é prevista no procedimento de impermeabilização da empresa. O procedimento de gesso acartonado ainda recomenda que as chapas do banheiro sejam RU e pintadas com impermeabilizante na totalidade das paredes dos boxes e acima e abaixo de tampos, pias de cozinha e tanques.
Acabamentos				
Tratamentos das juntas		x		O procedimento prevê o tratamento das juntas, no entanto não especifica como deve ser feito
Tratamento da cabeça dos parafusos		x		Idem item acima
Controle de qualidade das paredes				
Desvio de prumo	x			O procedimento ainda prevê a verificação do esquadro da estrutura, que não é especificado pela norma.
Planicidade geral	x			

(fonte: elaborado pelo o autor)

Cabe aqui observar que o nome do procedimento cita “Alvenaria de vedação em gesso acartonado”, esse nome não seria adequado, pois alvenaria é uma obra de pedras, tijolos ou outros materiais ligados por argamassa. As divisórias de gesso acartonado são placas

parafusadas sobre uma estrutura, sendo assim não é correto defini-las como alvenaria. Portanto, a nomenclatura adequada para o procedimento seria “Divisórias internas de gesso acartonado”.

6.2 ANÁLISE DO ATENDIMENTO DO PROCEDIMENTO EM OBRA

Com o objetivo de analisar se o procedimento elaborado pela construtora é aplicado pelos funcionários que executam a instalação das divisórias, foi realizada uma verificação *in loco*. Pois embora o procedimento omita algumas determinações previstas na Norma, ele é o balizador de qualidade de execução de serviços que a empresa utiliza e muitas das suas diretrizes seguem as recomendações da Norma.

6.2.1 Empreendimento analisado

O empreendimento analisado é composto por nove edifícios residenciais, compostos por um pavimento térreo e oito pavimentos tipo, localizado no bairro Partenon, na cidade de Porto Alegre/RS. Os objetos de análise foram dois edifícios, que pertencem à última fase de execução do condomínio.

A montagem das divisórias em gesso acartonado é executada por uma empresa terceirizada especializada na execução de divisórias em gesso acartonado. A aceitação dos serviços fica a critério do corpo técnico responsável pela obra (engenheiro, técnico em edificações e mestres-de-obras) que são funcionários da construtora.

No momento da análise, a execução das divisórias de gesso acartonado passava por diferentes fases, como estrutura, instalações, plaqueamento (fixação das placas nos montantes e perfis) e acabamentos, possibilitando uma ampla visão do conjunto.

6.2.3 Análise executiva

A seguir se encontra o quadro 3, que compara as diretrizes de execução da NBR 15.758-1:2009 com a execução das divisórias vista na obra, bem como se os itens do procedimento executivo da construtora eram seguidos pela equipe de montagem.

Nessa análise foram avaliados se os itens de recebimento, manuseio, estocagem, procedimento executivo de montagem, instalações de subsistemas e tratamentos de juntas descritos na NBR 15.758-1 são executados em conformidade com a norma e se seguem as orientações do procedimento. A forma de análise foi feita da seguinte forma:

- a) atende à norma: item da NBR 15.758-1 é seguido corretamente na montagem;
- b) atende ao procedimento: execução segue o que determina o procedimento;
- c) não atende à norma: item da NBR 15.758-1 não é seguido na montagem;
- d) não atende ao procedimento: execução não segue o que determina o procedimento;
- e) “x”: item verificado;
- f) “*”: item não previsto no procedimento ou não se aplica à obra analisada.

Foram feitas algumas observações em itens que se fizeram necessários.

Quadro 3 – Comparação entre os itens da NBR 15.758-1 e a execução em obra

ITENS DA NBR 15.758-1:2009	ANÁLISE DA EXECUÇÃO EM OBRA				OBSERVAÇÕES
	ATENDE À NORMA		ATENDE AO PROCEDIMENTO		
	SIM	NÃO	SIM	NÃO	
Recebimento					
Verificar se as placas atendem às características da NBR 14715		x	x		
Verificar a integridade das placas antes da descarga	x		x		
Manuseio					
As chapas movidas manualmente devem ser levadas na posição vertical	x		*	*	Não previsto no procedimento
Estocagem					
As chapas devem ser estocadas em local seco e livre de intempéries	x		x		
Em locais propensos a umidade, envolver as placas com lona plástica	x		x		
Estocar as placas somente em pilhas horizontais	x		x		
Estocar os perfis de modo a não sofrerem danos	x		x		
Empilhamento					
Sobre caibros de madeira com, no mínimo, 5 cm de largura espaçados cerca de 40 cm	x		x		
Os caibros devem ter a largura das chapas que serão estocadas	x		*	*	Não previsto no procedimento
Altura máxima de empilhamento igual a 5 metros	x		x		

continua

continuação

ITENS DA NBR 15.758-1:2009	ANÁLISE DA EXECUÇÃO EM OBRA				OBSERVAÇÕES
	ATENDE À NORMA		ATENDE AO PROCEDIMENTO		
	SIM	NÃO	SIM	NÃO	
Pré-Requisitos de Montagem					
Locação dos eixos das paredes	x		x		
Proteção conta umidade excessiva		x		x	Não estavam instaladas as esquadrias nem concluída a impermeabilização de cobertura
Conclusão das vedações verticais internas e externas que não são de drywall	x		x		
Conclusão dos revestimentos argamassados internos	x		x		
Nivelamento e acabamentoda laje do piso	x		x		
Posicionamento e saída das instalações	x		x		
Marcação das Paredes					
Marcar, no piso e no teto, a locação das guias	x		x		
Marcar o posicionamento das portas e reforços estabelecidos no projeto	x		x		A marcação dos vãos e reforços não fica claramente especificada no procedimento mas é realizada em obra
Montagem da estrutura					
Distanciamento dos parafusos na fixação das guias e dos montantes de partida	x				
Prever espaçamento das guias para encontro de paredes em "L" ou "T"	*	*	*	*	Não se aplica na obra analisada
Executar emendas nas guias	*	*	*	*	Não se aplica na obra analisada
Colocação de banda acústica nas guias e montantes de partida	x		x		
Forma de fixação dos montantes nas guias	x		*	*	Não previsto no procedimento
Espaçamento dos montantes	x		x		
Folga no comprimento dos montantes em relação ao pé direito	x		x		
Executar emendas dos montantes	*	*	*	*	Não se aplica na obra analisada
Montantes duplos	*	*	*	*	
Instalação de reforços na estrutura					
Prever a instalação de reforços de acordo com a carga suspensa que será instalada	x		x		
Vãos para esquadrias					
Interromper a guia inferior no vão da porta, deixando mais comprida, para que retorne para cima do montante	x		*	*	Não especificado no procedimento
Utilizar montantes duplos nas laterais das portas	x		x		
Se forem utilizados montantes simples, sua alma deverá ficar voltada para o batente	*	*	*	*	Foi utilizada a solução anterior
Na parte superior do batente utilizar uma guia com as abas dobradas, fixada aos montantes laterais.	x			x	Não especificado no procedimento

continua

continuação

ITENS DA NBR 15.758-1:2009	ANÁLISE DA EXECUÇÃO EM OBRA				OBSERVAÇÕES
	ATENDE À NORMA		ATENDE AO PROCEDIMENTO		
	SIM	NÃO	SIM	NÃO	
Montagem das instalações elétricas					
As caixas de chegada das instalações podem estar fixadas diretamente nos montantes ou em travessas horizontais, que podem ser metálicas ou de madeira tratada	x		x		
As caixas instaladas em paredes de ambientes adjacentes devem possuir um espaçamento mínimo de 10 cm	x		x		
Fixação das caixas com no mínimo 2 parafusos	x		x		O procedimento cita que a fixação das caixas deve ser feita de forma a permitir estabilidade e firmeza da mesma no momento da fixação e colocação dos aparelhos elétricos
Montagem das instalações hidrossanitárias					
Utilizar protetores nos furos dos montantes quando estes forem circulares	x		x		
Os pontos de saída das instalações podem estar fixadas diretamente nos montantes ou em travessas horizontais, que podem ser metálicas ou de madeira tratada. Também pode-se utilizar flanges específicos para gesso acartonado	x		x		No caso eram fixadas em travessas horizontais metálicas
Frestas entre os pontos de saída e as placas de gesso acartonado devem ser vedadas com selantes	x		x		
Colocação do isolamento interno					
Posicionar a lã mineral no interior das paredes, entre os montantes, evitando deixar espaços vazios e envolvendo as tubulações existentes. Caso seja necessário, utilizar dispositivos para sustentar a lã no interior das paredes	x		x		
Montagem das placas de gesso acartonado					
As chapas devem possuir 1 cm a menos do que o pé-direito do ambiente. Essa folga deve ser deixada na parte inferior, estando a parte superior encostada no teto		x	x		O procedimento prevê uma folga de 1 cm na parte inferior e 1 cm na parte superior
Manter as juntas descestradas em relação à outra face da parede e mantê-las sobre os montantes	x		x		Procedimento orienta seguir projeto específico
Espaçamento dos parafusos que fixam as chapas		x		x	O item não é especificado no procedimento e alguns parafusos estavam muito próximos a borda

continua

continuação

ITENS DA NBR 15.758-1:2009	ANÁLISE DA EXECUÇÃO EM OBRA				OBSERVAÇÕES
	ATENDE À NORMA		ATENDE AO PROCEDIMENTO		
	SIM	NÃO	SIM	NÃO	
Paredes em áreas molháveis					
Tratamentos com rodapé metálico e sem rodapé metálico	x		x		A impermeabilização com rodapé metálico é prevista no procedimento de impermeabilização da empresa. O procedimento de gesso acartonado ainda recomenda que as chapas do banheiro sejam RU e pintadas com impermeabilizante na totalidade das paredes dos boxes e acima e abaixo de tampos, pias de cozinha e tanques.
Acabamentos					
Tratamentos das juntas	x		x		O procedimento prevê o tratamento das juntas, no entanto não especifica como deve ser feito
Tratamento da cabeça dos parafusos	x		x		Idem item acima
Controle de qualidade das paredes					
Desvio de prumo	x		x		O procedimento ainda prevê a verificação do esquadro da estrutura, que não é especificado pela norma.
Planicidade geral	x		x		

(fonte: elaborado pelo autor).

O primeiro ponto que pode ser observado é que o pré-requisito de estanqueidade do ambiente para execução das divisórias em gesso acartonado não estava sendo cumprido. O edifício estava sem nenhuma esquadria externa colocada nem com a impermeabilização de cobertura concluída, possuindo pavimentos com as divisórias já concluídas, ou seja, com acabamento de massa e fita, liberados para as próximas etapas de revestimento cerâmico e pintura, conforme ilustra a figura 19.

Figura 19 – Fachada do edifício estudado sem esquadrias



(fonte: foto do autor)

Foi constatado que as placas de gesso próximas às janelas estavam danificadas em decorrência da umidade que permeava os ambientes por estas aberturas. Em paredes que não estavam plaqueadas, mas já possuíam os reforços, no caso de madeira, instalados, percebeu-se que os mesmos estavam molhados e, mesmo sendo em madeira tratada em autoclave, é importante que a mesma esteja seca para o fechamento das paredes.

Mesmo não sendo o objetivo de pesquisa, foram vistos danos nas placas de gesso acartonado do forro dos banheiros e cozinha, em decorrência da falta de impermeabilização da cobertura do edifício. Tais danos também foram encontrados nas paredes próximos ao teto, se estendendo às fitas e massa de acabamento das juntas. As figuras 20 e 21 a seguir ilustram os danos causados pela umidade nas placas.

Figura 20 – Danos causados pela umidade



(fonte: foto do autor)

Figura 21 – Danos causados pela umidade



(fonte: foto do autor)

As demais etapas executivas do processo atendiam corretamente ao procedimento executivo de serviço interno da empresa e a maioria das exigências descritas na NBR 15.758-1, sendo motivo de destaque:

- a) o nivelamento dos pisos, no caso laje zero, para a execução das divisórias;
- b) a utilização de nível laser para a marcação do eixo divisórias internas, bem como na transferência da mesma para as paredes e tetos;
- c) mesmo não estando descrito no procedimento o distanciamento máximo dos parafusos para a fixação das guias, percebeu-se que os mesmos estavam abaixo dos 60 cm normatizados;
- d) o espaçamento das guias seguia rigorosamente o procedimento da empresa e consequentemente atendendo à norma, principalmente nas paredes em que há revestimento cerâmico, onde a empresa diminuiu a distância entre os montantes para trazer maior resistência em função da fixação das cerâmicas;
- e) a execução de reforços com a utilização de montantes duplos nas portas, bem como a guias dobradas sobre os montantes na abertura dos vãos;
- f) a fixação correta das instalações elétricas e hidráulicas seja em travessas metálicas ou diretamente nos montantes;
- g) o espaçamento entre as caixas elétricas em paredes de ambientes adjacentes;
- g) as juntas das chapas desencontradas de um ambiente em relação ao outro;
- h) a correta colocação da lã mineral no interior das divisórias, evitando a ocorrência de vazios;
- i) a utilização de rodapé metálico nos boxes dos banheiros e sua correta fixação, para posterior utilização de manta asfáltica;
- j) utilização de projeto específico para as divisórias de gesso acartonado.

As figuras a seguir ilustram exemplos da correta execução das divisórias de gesso acartonado, como a estocagem na figura 22, com apoios de madeira que separam as pilhas e têm o comprimento das placas, a fixação dos pontos de água em travessas metálicas na figura 23 e das caixas elétricas na figura 24, que estão fixadas com dois parafusos cada, como recomenda a norma. A utilização rodapé metálico para a impermeabilização dos boxes de banheiro com manta asfáltica também era executada conforme as normas específica de gesso e de impermeabilização, ilustrada na figura 25.

Figura 22 – Estocagem das placas de gesso



(fonte: foto do autor)

Figura 23 – Fixação dos pontos de água



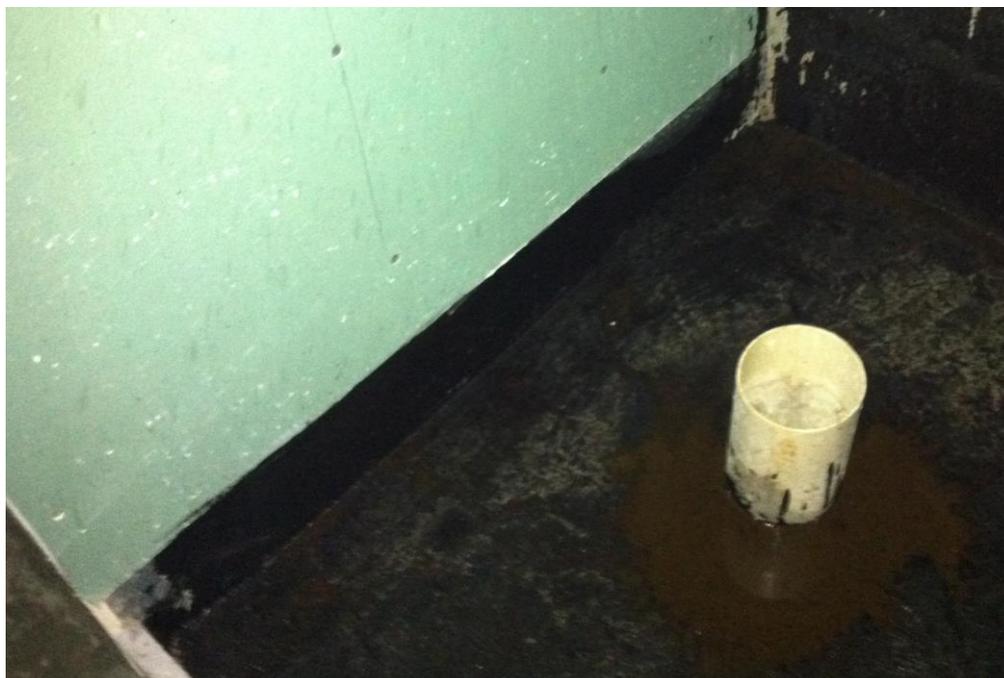
(fonte: foto do autor)

Figura 24 – Fixação das caixas elétricas



(fonte: foto do autor)

Figura 25 – Utilização de rodapé metálico



(fonte: foto do autor)

No entanto, uma não conformidade recorrente encontrada nas divisórias é o não atendimento ao espaçamento mínimo entre o dispositivo de fixação (parafuso) e a borda das chapas. O recomendado é de no mínimo 1 cm, conquanto nas divisórias os parafusos ficam junto as bordas das placas. A proximidade excessiva com as bordas pode causar falha na fixação das placas com a estrutura metálica, ou seja, o objetivo do parafuso é perfurar totalmente a placa para fixá-la nos perfis e montantes da estrutura da divisória. No entanto, se os parafusos estiverem colocados muito próximos às bordas isso pode causar uma fixação incompleta da placa uma vez que a borda ficaria “aberta” no local do parafuso. Com menor recorrência também se pode observar que muitos parafusos ficam profundos demais nas chapas, podendo dificultar nos acabamentos posteriores, conforme ilustrado na figura 26.

Figura 26 –Parafusos muito profundos e próximos a borda



(fonte: foto do autor)

Pode-se avaliar, portanto, que o procedimento de execução de serviço é parcialmente cumprido nesta obra, uma vez que a premissa de não ocorrência de umidade dentro dos ambientes não foi respeitada e existem problemas pontuais com os parafusos que ficam muito profundos. O procedimento libera a execução das estruturas de aço sem a conclusão da

impermeabilização da cobertura e a colocação das esquadrias externas, no entanto, dita como premissa para a fixação das chapas o término dessas etapas.

No entanto, isso não foi constatado na obra em que foi feita a análise, onde foram vistos danos, principalmente nos apartamentos do último pavimento e que recebiam umidade diretamente da laje de cobertura, conforme figuras 20 e 21, bem como as placas de gesso acartonado próximas as janelas também apresentavam marcas de umidade, conforme figura 27.

Figura 27 – Umidade nas placas *standard*



(fonte: foto do autor)

Conforme descrito nos itens 4.4.6 e 4.6.4, a umidade é um dos principais gargalos nas vedações em gesso acartonado, dada a sensibilidade à umidade que as placas, principalmente as *standard* possuem. Mesmo as placas resistentes à umidade (RU), se expostas diretamente à umidade em excesso, como percolação de água, podem sofrer danos irreparáveis, uma vez que o cartão que envolve o gesso das placas não é capaz de conter a umidade em excesso. O

dano mais comum que a placa de gesso submetida a umidade pode causar é o surgimento de fungos, causando manchas nas paredes, mesmo após a pintura das mesmas.

Além dos danos causados nas placas pela umidade, os demais componentes do sistema também podem sofrer danos em decorrência da exposição à água em excesso. Na análise feita na obra, foi constatado que a lã mineral, que faz o isolamento acústico das divisórias também se encontrava molhada, podendo causar o surgimento de fungos e mofo nas paredes posteriormente, uma vez que as mesmas ficam fechadas em um ambiente quente e úmido. O mesmo pode ocorrer com os reforços de madeira, que mesmo sendo tratadas em autoclave, não é ideal que seja colocada molhada no interior das paredes, pois podem surgir fungos nas placas de gesso que não possuem a mesma proteção que a madeira. A figura 28 evidencia a umidade no reforço de madeira.

Figura 28 – Reforço de madeira molhado



(fonte: foto do autor)

Em entrevista com o responsável técnico pela execução da obra, a justificativa em descumprir a condição de início de estanqueidade do local para a execução das divisórias foi para cumprir o prazo de entrega do empreendimento, uma vez que o fornecedor das esquadrias atrasou significativamente a entrega das mesmas por ser uma fábrica de pequeno porte e com produção limitada, causando atraso em todas as etapas sucessoras dependentes das esquadrias. Se o plaqueamento não fosse realizado naquele momento, as demais etapas sucessoras, como revestimento cerâmico e pintura entrariam em um maior atraso do que o já existente.

Sobre os danos causados pela umidade, o mesmo afirmou que o retrabalho para a substituição de placas foi em torno de 5% de um edifício, isso equivale a um apartamento e meio de um total de trinta e dois. Como o valor da mão de obra e material do gesso acartonado representa em torno de 1% do valor total da construção, o percentual que representa o valor de material e mão de obra de um apartamento e meio em relação a todo empreendimento foi considerado razoável para não comprometer ainda mais o cronograma da obra que já estava atrasado.

Sendo assim as soluções de utilizar vedações temporárias para adiantar a execução das divisórias, sem causar danos às mesmas, se torna inviável dado o número excessivo de esquadrias existentes na construção e o valor gasto para isso seria maior do que realizar a troca das placas danificadas e o tempo para a execução de todas as vedações atrasaria o cronograma da obra em maior tempo do que reparar os danos. Outra solução seria a não colocação das placas nos apartamentos do último pavimento nem nas paredes próximas as janelas nos demais pavimentos, no entanto decisões técnico-administrativas e legais, como o contrato da empresa terceirizada que fornece a mão de obra para a execução das divisórias não permitiram o emprego dessa solução.

A tomada dessa decisão também envolveu o descarte das placas de gesso danificadas. O descarte incorreto desse material pode causar danos ao meio ambiente, como a contaminação do solo e do lençol freático em decorrência da sua composição química. O gesso em contato com a umidade produz gás sulfídrico que além dos danos ambientais pode causar danos à saúde dos seres humanos. Sendo assim é necessário que esse descarte seja realizado corretamente de acordo com a resolução nº 307 de 2002 do CONAMA (DESCARTE..., 2013). Cabe aqui ressaltar que no ano de 2011, o CONAMA classificou o gesso como material reciclável, podendo ser reutilizado como ingrediente na produção de cimento, gesso agrícola para correção de solo ou voltar à indústria para reaproveitamento nos processos

produtivos. Com isso o gesso deixou de enquadrar a classe C para pertencer à classe B de resíduos (NOVA..., 2011).

Na obra estudada, a empresa adota um plano de gerenciamento e controle de resíduos com o objetivo de destinar corretamente todos os resíduos produzidos em decorrência da construção. Sendo assim, todo o descarte foi corretamente executado. O material é colocado em contêineres exclusivos para descarte de gesso acartonado e removido por uma empresa de entulhos, credenciada pela FEPAM, que dá a correta destinação final do material.

7 CONCLUSÃO

Com a execução dessa pesquisa, se percebe que as divisórias em gesso acartonado vêm ganhando mercado em substituição às vedações internas tradicionais dada a sua rapidez de montagem, facilidade na execução das instalações elétricas e hidráulicas embutidas, a maior regularidade superficial se comparado ao revestimento argamassado tradicional e as vantagens econômicas, principalmente se houver um planejamento e gestão integrada e adaptada a esse processo executivo.

Embora as divisórias em gesso acartonado venham sendo executadas desde a década de 1990 no Brasil, a norma específica para esse sistema surgiu somente em 2009, trazendo as especificidades para projetos bem como diretrizes para a montagem das mesmas. Observando os guias de montagem dos fabricantes, em comparação às normas, constata-se que a norma foi concebida com o auxílio dos fabricantes, dada sua experiência no produto, uma vez que os principais fabricantes do mercado são originários de países que utilizam o gesso acartonado há muito mais tempo.

Em relação à análise do procedimento de execução de serviço interno da construtora, foi constatado, em primeiro lugar, a preocupação do setor de engenharia de qualidade da empresa que já possuía seu procedimento desde 2001, anteriormente a criação da norma específica. O mesmo passou por diversas revisões, principalmente quando se deu o surgimento da norma. Conforme o quadro comparativo 2, diversos itens determinados pela NBR 15.758-1 constam no procedimento executivo da construtora, embora alguns específicos sejam omitidos pelo mesmo. Fica como sugestão para a empresa a inclusão dos itens relacionados no quadro comparativo 2 ao seu procedimento, o que o torna mais abrangente e resguarda a empresa em questionamentos, até mesmo judiciais. Também é sugerida a adequação do nome do procedimento para “Divisórias internas em gesso acartonado”.

Quanto à análise da execução, demonstrada no quadro comparativo 3, ficam evidentes algumas limitações impostas pelo sistema construtivo em gesso acartonado. A principal delas é o desempenho frente à umidade. Para a utilização de divisórias em gesso acartonado é

necessário que haja estanqueidade à umidade excessiva, bem como a utilização de tratamento impermeabilizante nos locais em que houver umidade dentro dos parâmetros permitidos.

Outra limitação é a dependência de mudanças na gestão das construtoras, pois mesmo a construtora executando esse tipo de divisórias há bastante tempo, teve problemas com a gestão do planejamento em relação ao fornecedor de esquadrias. Para a otimização nos sistemas construtivos é necessário que as empresas filtrem a escolha dos seus fornecedores, observando se os mesmos tem capacidade em atender os prazos estabelecidos no planejamento inicial. Nesse caso, é perceptível que o fornecedor de esquadrias é de pequeno porte e possui uma produção limitada, o que causou um atraso no atendimento à obra em questão. A última deficiência constatada foi a capacitação dos profissionais, tanto instaladores como fiscalizadores, principalmente na questão do parafusamento das placas conforme destacado anteriormente. É necessária uma maior disseminação do conhecimento das instruções normativas tanto para os instaladores como para o corpo técnico das construtoras, pois muitas vezes os mesmos produzem de acordo com a sua experiência profissional e não se atualizam em relação às exigências propostas tanto pela norma como pelos procedimentos de qualidade.

Sendo assim, o sistema construtivo em gesso acartonado para divisórias, se corretamente executado, seguindo as premissas da norma específica, bem como se adequando à norma de desempenho traz diversos benefícios para a construção civil, bem como para a engenharia em geral, já que exige maior precisão e eficácia de todos os sistemas construtivos envolvidos bem como os profissionais responsáveis. A introdução da racionalização da construção tende a ser cada vez maior na engenharia civil, portanto, a mesma deve agregar sistemas construtivos que se adaptem facilmente a esse modelo.

REFERÊNCIAS

A PRODUÇÃO de gesso e sua tecnologia. **Gesso Fácil** Trindade, 2015. Disponível em: <<http://www.gessofacil.com/a-producao-do-gesso-e-sua-tecnologia/>>. Acesso em: 26 maio 2015.

ABRALISO. **Acústica**. São Paulo, [2015?]. Disponível em: <<http://abraliso.org.br/acustica.html>>. Acesso em 27 jul. 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS FABRICANTES DE CHAPAS PARA DRYWALL. **Manual de montagem de sistemas *drywall***. São Paulo, 2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 11.685**: divisórias leves internas moduladas – Terminologia. Rio de Janeiro, 1990.

_____. **NBR 14.432**: exigências de resistência ao fogo de elementos construtivos de edificações – procedimento. Rio de Janeiro, 2001.

_____. **NBR 9.575**: impermeabilização: seleção e projeto. Rio de Janeiro, 2009.

_____. **NBR 15.217**: perfis de aço para sistemas construtivos em chapas de gesso para *drywall*: requisitos e métodos de ensaio. Rio de Janeiro, 2009.

_____. **NBR 15.758-1**: sistemas construtivos em chapas de gesso para *drywall* – projeto e procedimentos executivos para montagem – parte 1: requisitos para sistemas usados como paredes. Rio de Janeiro, 2009.

_____. **NBR 14.715-1**: chapas de gesso para *drywall* – parte 1: requisitos Rio de Janeiro, 2010.

_____. **NBR 15.575-1_a**: edificações habitacionais – desempenho – parte 1: requisitos gerais. Rio de Janeiro, 2013.

_____. **NBR 15.575-4_b**: edificações habitacionais – desempenho – parte 4: requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas – SVVIE. Rio de Janeiro, 2013.

A HISTÓRIA do gesso. **Porto do Gesso**. Saquarema, [2015?]. Disponível em: <<http://www.portodogesso.com.br/historia.php>>. Acesso em: 26 maio 2015.

AKUTSU, M. **Revista Arquitetura e Urbanismo**, São Paulo, PINI, ano 11, n. 129, dez. 2004. Disponível em: <<http://www.revistaau.com.br/arquitetura-urbanismo/129/qual-a-diferenca-entre-la-de-vidro-e-la-de-23239-1.asp>>. Acesso em 12 jun. 2015.

BARROS, M. M. B. de.; SABBATINI, F. H. **Diretrizes para o processo de projeto para a implantação de tecnologias construtivas racionalizadas na produção de edifícios**. São Paulo: EPUSP, 2003. Boletim Técnico PCC n.172.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. **Desempenho de Edificações Habitacionais: guia orientativo para atendimento à norma ABNT NBR 15575/2013**. 2ª ed. Fortaleza: Gadioli Cipolla Comunicação, 2013.

CHAPAS de *drywall* RF proporcionam maior resistência ao fogo. **Jornal do Brasil**. Rio de Janeiro, não paginado, 28 out. 2014. Disponível em: <<http://www.jb.com.br/ciencia-e-tecnologia/noticias/2014/10/28/chapas-de-drywall-rf-proporcionam-maior-resistencia-ao-fogo/>>. Acesso em 03 jun. 2015.

COMO são as placas de gesso acartonado e como são feitas. **Db Graus Engenharia**. Santa Maria, [2015?]. Disponível em: <http://www.dbgraus.com.br/dB_arquivos_html/placas.htm>. Acesso em 28 maio 2015.

CONTROLE e testes de corrosão. **Metalplating**. Alvorada, [2015?]. Disponível em: <http://www.metalplating.com.br/informacao_tecnica/control_e_corrosao.html>. Acesso em 04 jun. 2015.

DESCARTE de gesso. **Fragmaq**. Diadema, 2013. Disponível em: <<http://http://www.fragmaq.com.br/blog/meio-ambiente/descarte-de-gesso/>>. Acesso em 10 nov. 2015.

FARIA, R. Placa verde. **Revista Técnica**, São Paulo: PINI, ano 11, n. 123, jun. 2007. Disponível em: <<http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/123/artigo285381-1.aspx>>. Acesso em: 29 maio 2015.

GESSO ACARTONADO: usos e vantagens. **Clique Arquitetura**. [S.L.], 27 jun. 2012. Disponível em: <<http://www.cliquearquitetura.com.br/portal/dicas/view/gesso-acartonado-usos-e-vantagens-139>>. Acesso em: 07 jun. 2015.

GREVEN, H. A.; FAGUNDES, H. A.V.; EINSFELDT A. A. **A B C do Conforto Acústico**. 2. ed. Rio de Janeiro: Word Comunicação, 2006.

GUIMARÃES, M. C.; FERREIRA, E. R.; SERRA, S. M. B. Caracterização de uma sequência tecnológica da execução de vedações internas em gesso acartonado. In: CONFERÊNCIA LATINO-AMERICANA DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL, 1. ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 10., 2004, São Paulo. **Anais...** São Paulo: ANTAC, 2004. Não paginado.

HISTÓRIA do gesso acartonado. **Acartonado Gesso**. Rio de Janeiro, [2015?]. Disponível em: <<http://acartonadogesso.com.br/historiadogessoacartonado.html>>. Acesso em: 26 maio 2015.

KNAUF DO BRASIL. **Manual de Instalação**: sistemas Knauf *Drywall*. [S.l.], 2014. Disponível em <<http://knauf.com.br/folder/manual/>> Acesso em 27 maio 2015.

MEDEIROS, R. de. C. F. de.; BARROS, M. M. B.de. **Vedações verticais em gesso acartonado**: recomendações para os ambientes úmidos. São Paulo: EPUSP, 2005. Boletim Técnico PCC n.390.

MICHALEWICZ, J. S. **Estudo paramétrico da secagem de placas de gesso**: desenvolvimento de um protótipo em escala laboratorial. 2003. 105 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade Federal do Pernambuco, Recife.

MITIDIERI FILHO, C. V. Paredes em chapas de gesso acartonadas. **Revista Técnica**, São Paulo: PINI, ano 3, n. 30, set. 1997. Disponível em <<http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/30/artigo285558-1.aspx>>. Acesso em: 01 jun. 2015.

MITIDIERI, M. L. Verificação do comportamento frente ao fogo de materiais utilizados no acabamento e revestimento das edificações: ensaios de reação ao fogo. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL NUTAU 2000, 2000, São Paulo. **Anais...** São Paulo: FAUUSP, 2000. p. 550–558.

NICOMEDES, G.; QUALHARINI, E. Planejamento e controle do processo de projeto para alvenarias em gesso acartonado: *drywall* e seus sistemas complementares. In: WORKSHOP BRASILEIRO DE GESTÃO DO PROCESSO DE PROJETO, 3., 2003, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: UFMG, 2003. Não paginado.

NOVA resolução do Conama define que gesso é totalmente reciclável. **Portal Fator Brasil**. Rio de Janeiro, 2011. Disponível em: <http://www.revistafatorbrasil.com.br/ver_noticia.php?not=160684>. Acesso em 18 nov. 2015.

PLACAS de gesso: gesso liso e gesso acartonado. **Construfácil RJ**. Rio de Janeiro, 2009. Disponível em: <<http://construfacilrj.com/placas-de-gesso-liso-e-acartonado/>>. Acesso em: 07 jun. 2015.

PLACO DO BRASIL LTDA. **Guia Placo 2014**: soluções construtivas. Mogi das Cruzes: Placo do Brasil: 2014.

POUBEL, M. de. F. G; GUARDIA, L. E. T.; QUALHARINI, E. L. Gerenciamento de custos no sistema construtivo de gesso acartonado, “drywall”. In: WORKSHOP NACIONAL GESTÃO DO PROCESSO DE PROJETO NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS, 2001, São Carlos. **Anais...** São Carlos: EESC/USP, 2001. Não paginado.

ROCKENBACH, M. **Divisórias de Gesso Acartonado na Cidade de Porto Alegre (RS)**: avaliação da eficácia pelos usuários. 2011. 59 f. Trabalho de Diplomação (Graduação em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

SABBATINI, F.H. O processo de produção das vedações leves em gesso acartonado. In: SEMINÁRIO DE TECNOLOGIA E GESTÃO NA PRODUÇÃO DE EDIFÍCIOS: VEDAÇÕES VERTICAIS, 1., 1998, São Paulo. **Anais...** São Paulo: PCC/EPUSP, 1998. Não paginado.

SAINT-GOBAIN DO BRASIL PRODUTOS INDUSTRIAIS E PARA CONSTRUÇÃO LTDA. **Isover Wallfelt**: isolamento para paredes de gesso. [S.l.], 2010. Disponível em: <<http://www.isover.com.br/uploads/files/documentos/Wallfelt.pdf>>. Acesso em: 03 jun. 2015.

SALES, E. M.; BRITO, A.C.; AKUTSU, M. Efeito de variações no projeto de arquitetura de uma habitação no seu desempenho térmico. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 15., 2014, Maceió. **Anais...** Maceió: ANTAC, 2014. p. 508–517.

SOUZA, J. C. S.; SABBATINI, F. H. Estudo da interação das divisórias de gesso acartonado com a estrutura e as instalações. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO TECNOLOGIA E GESTÃO NA PRODUÇÃO DE EDIFÍCIOS: SOLUÇÕES PARA O TERCEIRO MILÊNIO, 1998, São Paulo. **Anais...** São Paulo: PCC/EPUSP, 1998, v. 1. p. 191–199.

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

TANIGUTI, E. K.; BARROS, M. M. B. de. Inovação tecnológica e o processo de implantação de divisórias de gesso acartonado. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO DE QUALIDADE E ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO, 1999, Recife. **Anais...** Recife: POLI/UPE, 1999. Não paginado.