

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
COMISSÃO DE GRADUAÇÃO DO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

EDUARDO REZENDE PADILHA

**ESTUDO DE CASO: ADAPTAÇÕES PARA IMPLEMENTAÇÃO DO SUBSISTEMA
DE VEDAÇÃO VERTICAL INTERNO EM GESSO ACARTONADO**

Porto Alegre
Setembro de 2022

EDUARDO REZENDE PADILHA

**ESTUDO DE CASO: ADAPTAÇÕES PARA
IMPLEMENTAÇÃO DO SUBSISTEMA DE VEDAÇÃO
VERTICAL INTERNO EM GESSO ACARTONADO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à comissão de graduação do curso 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.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Cristiane Sardin Padilla de Oliveira

Porto Alegre
Setembro de 2022

EDUARDO REZENDE PADILHA

**ESTUDO DE CASO: ADAPTAÇÕES PARA
IMPLEMENTAÇÃO DO SUBSISTEMA DE VEDAÇÃO
VERTICAL INTERNO EM GESSO ACARTONADO**

Este Trabalho de Diplomação foi julgado adequado como pré-requisito para a obtenção do título de ENGENHEIRO CIVIL e aprovado em sua forma final pela Banca Examinadora, pela Professora Orientadora e pela Comissão de Graduação do Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Porto Alegre, 30 de setembro de 2022

BANCA EXAMINADORA

Prof.^a Cristiane Sardin Padilla, de Oliveira (UFRGS)
Dra. pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Prof.^a Ana Paula Maran (UFSM)
Dra. pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Engenheira Caroline Giordani (UFRGS)
Mestre pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Dedico este trabalho a minha família e a minha namorada, que sempre me deram todo o apoio para tornar realidade o sonho de conquistar um diploma de ensino superior.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais Nadir Rezende Padilha e Flávio Padilha por estarem sempre do meu lado, me dando suporte e apoio para que eu me mantivesse forte e pudesse seguir a jornada rumo à conquista de um diploma de ensino superior. Este momento só foi possível pelo fato de eles abrirem mão de muitas coisas para me propiciar condições favoráveis de me dedicar aos estudos, sem que eu tivesse a necessidade de trabalhar por questões financeiras.

Agradeço a minha namorada e futura esposa Nicolly Oliveira pelos 11 anos de companheirismo e amizade e pela compreensão nos momentos de ausência. Gostaria que ela soubesse que cada minuto que me dediquei aos estudos, cada minuto que sacrifiquei o tempo que poderia ter passado ao lado dela, foi pensando em obter condições, através da minha capacitação com a graduação, de termos um futuro próspero.

Agradeço a minha irmã Jéssica Rezende Padilha pela amizade e por me apoiar em todas as decisões que tomei em minha vida.

Agradeço a minha professora orientadora Cristiane Sardin Padilla por ter aceitado o meu pedido para me auxiliar neste trabalho e pelo apoio que me deu na elaboração deste.

Agradeço a todos os professores da graduação dos quais tive a honra e o prazer de conhecer e receber um pouco do conhecimento que estes adquiriram ao longo de suas carreiras.

Agraço a todos os meus diretores e colegas de trabalho que, ao longo desses quase 4 anos, puderam me ensinar e desenvolver, de forma prática, as competências e habilidades que preciso para me tornar um engenheiro de sucesso.

Conhecer a si mesmo é o começo de toda sabedoria.

Aristóteles

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo abordar, através de um estudo de caso realizado no canteiro de obras de uma construtora e incorporadora que atua na região de Porto Alegre, as adaptações e compatibilizações em projeto que tiveram de ser realizadas nos subsistemas construtivos que interagem com as divisórias internas em gesso acartonado, o qual foi utilizado pela primeira vez pela empresa em seus empreendimentos residenciais. A implementação de um novo material para compor as vedações internas também gerou algumas dificuldades no momento da execução do serviço, percalços estes que também serão objetos de estudo do trabalho. Para se obter ferramentas para a análise crítica das soluções adotadas pela construtora, inicialmente foi realizada uma revisão bibliográfica abordando aspectos importantes para a compreensão do sistema de vedação vertical interno em gesso acartonado, tais como os componentes, peças e acessórios utilizados, sequência executiva correta, desempenho deste tipo de vedação, entre outros.

Palavras-chave: Gesso acartonado. Sistema de vedação vertical interno.
Compatibilização de projeto. Procedimento executivo.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Guias e montantes metálicos das divisórias em gesso acartonado.....	31
Figura 2 – Tipos de cabeça dos parafusos para fixação dos elementos.....	33
Figura 3 – Tipos de ponta dos parafusos para fixação dos elementos.....	33
Figura 4- Parafusos utilizados no sistema.	34
Figura 5 – Posicionamento do parafuso na placa de gesso.....	34
Figura 6 – Processo executivo das divisórias internas em gesso acartonado	39
Figura 7 – Espaçamento para a junção de paredes	41
Figura 8 – Detalhe do posicionamento das caixas elétricas nas divisórias	43
Figura 9 – Onda sonora incidindo sobre uma superfície	54
Figura 10 - Sistema massa-mola-massa.....	55
Figura 11 – Linha do tempo dos empreendimentos da construtora em Porto Alegre	64
Figura 12 – Planta modelo dos apartamentos de dois dormitórios (à esquerda) e apartamentos de um dormitório (à direita).....	66
Figura 13 – Fotografia da fachada do empreendimento estudado.....	66
Figura 14 – Planta baixa das divisórias internas em gesso acartonado	69
Figura 15 – Vista isométrica do projeto de vedação	70
Figura 16 – Alvenaria em bloco cerâmico contidas no projeto de vedação	71
Figura 17 – Local da espera do gás nos empreendimentos passados	72
Figura 18 – Fixação da espera de saída do gás.....	73
Figura 19 – Nova posição da espera do gás para alimentação do aquecedor de água.....	74
Figura 20 – Posição de entrada da tubulação de gás no empreendimento estudado	75
Figura 21 – Posição de entrada da tubulação de gás no empreendimento estudado	76
Figura 22 – Alternativa para evitar a perfuração das tubulações de gás embutidas no contrapiso	77
Figura 23 – Espessura do montante da divisória entre sala e o dormitório nos apartamentos de 36 m ²	78
Figura 24 – Passagem das linhas da rede frigorígena e tubulações do dreno do ar condicionado	79
Figura 25 – Abraçadeiras de nylon colocadas para unir o conjunto de tubulações.....	79
Figura 26 – Problema de planicidade na divisória entre a sala e o dormitório.....	80
Figura 27 – Local onde inicialmente estavam posicionados os eletrodutos corrugados	81
Figura 28 – Posicionamento adotado para os eletrodutos corrugados.....	82

Figura 29 – Estrutura da divisória dos finais 06 e 04 sem viga na parte superior	83
Figura 30 – Divisória onde ocorreu o problema de planicidade na região do CD	84
Figura 31 – Comparativo do planejamento de dois empreendimentos que utilizaram materiais diferentes como meio de divisória interna.....	85
Figura 32 – Marcação das divisórias e locação das tubulações nos banheiros.....	86
Figura 33 – Execução do contrapiso nos banheiros e circulação	87
Figura 34 – Execução do contrapiso flutuante e resultado final do serviço	88
Figura 35 – Rebaixo no contrapiso na região da soleira das portas de entrada dos apartamentos	89
Figura 36 – Fiação exposta e solução para minimizar o risco de furto	90
Figura 37 – Tubulações hidrossanitárias revestidas com manta acústica.....	91
Figura 38 – Recorte do catálogo da manta acústica utilizada nas tubulações	91
Figura 39 – Comparativo entre os projetos estrutural e de vedação.....	92
Figura 40 – Locação da guia posicionada abaixo da viga	93
Figura 41 – Sequência de execução das guias da circulação.....	94
Figura 42 – Divisórias de alvenaria da circulação revestidas com placa de gesso acartonado	95
Figura 43 – Espessura do revestimento com placa de gesso acartonado na divisória de alvenaria da circulação	96
Figura 44 – Revestimento da divisória de alvenaria na circulação preenchida com mais de duas placas de gesso	97
Figura 45 – Projeto de marcação dos pontos elétricos embutidos na estrutura de concreto ..	98
Figura 46 – Erro no posicionamento das descidas das tubulações elétricas embutidas na estrutura	99
Figura 47 – Novo procedimento para o posicionamento das descidas das tubulações elétricas embutidas na estrutura	100
Figura 48 – Vão da janela sem proteção após o emplacamento	101
Figura 49 – Visitas técnicas de profissionais especializados na execução de divisórias em gesso acartonado.....	102
Figura 50 – Esquema com os itens contidos no relatório gerado nas visitas técnicas.....	102
Figura 52 – Orientação quanto á bucha a ser utilizada.....	104
Figura 53 – Esquema com as conclusões do trabalho	108

LISTA DE TABELAS

tabela 1 – Características dimensionais das placas tradicionais de gesso acartonado.....	28
Tabela 2 – Tipos de perfis	32
Tabela 3 – Normas brasileiras referentes ao sistema que utiliza placas de gesso acartonado	37
Tabela 4 - critérios e nível de desempenho mínimo, $D_{nt,w}$, de isolamento a ruído aéreo de vedações internas	56
Tabela 5 – nível de isolamento acústico para diversas configurações de divisórias	57
Tabela 6 – Requisitos e critérios de desempenho estrutural para SVVIE segundo a NBR 15575-4.....	59
Tabela 7 – Resistência ao fogo de paredes em chapas de gesso acartonado	61
Tabela 8 – Pavimentos e ambientes que compõem o empreendimento	65
Tabela 9 – Tabela com orientação dos limites de cargas a serem fixadas na divisória.....	103

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Histórico de consumo de chapas de gesso acartonado no Brasil (em milhões) ..26

Gráfico 2 – Consumo mundial de m² de chapas de gesso acartonado por habitante/ano.....27

LISTA DE SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de norma técnicas

NBR – Norma Brasileira Regulamentadora

COMAT – Comissão de Materiais e Tecnologia

RF – Placa Resistente ao fogo

RU – Placa resistente a umidade

ST – Placa Standard

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	16
2. DIRETRIZES DA PESQUISA	18
2.1 OBJETIVOS DA PESQUISA	18
2.1.1 Objetivo principal	18
2.1.2 Objetivo secundário	18
2.2 DELIMITAÇÕES.....	19
2.3 LIMITAÇÕES	19
2.4 DELINEAMENTO.....	19
2.5 METODOLOGIA.....	19
3 DIVISÓRIAS INTERNAS EM GESSO ACARTONADO	21
3.1 VEDAÇÕES VERTICAIS	21
3.1.1 Terminologia das vedações verticais	22
3.1.2 Classificação das vedações verticais internas	23
3.2 HISTÓRICO E MERCADO DAS PLACAS DE GESSO ACARTONADO	24
3.3 ELEMENTOS CONSTITUINTES DO SISTEMA DE VEDAÇÃO INTERNA EM GESSO ACARTONADO	27
3.3.1 Componentes para fechamento	27
3.3.1.1 <i>Placas para uso comum ou placas standard</i>	29
3.3.1.2 <i>Placas resistentes ao fogo</i>	29
3.3.1.3 <i>Placas Resistentes à umidade</i>	30
3.3.2 Materiais para suporte das placas	30
3.3.3 Elementos de fixação – buchas e parafusos	32
3.3.4 Materiais para acabamento das juntas	35
3.3.5 Materiais para isolamento termo acústico	35
3.4 NORMAS TÉCNICAS DO SISTEMA.....	36
3.5 MÉTODO EXECUTIVO DAS VEDAÇÕES VERTICAIS INTERNAS DE GESSO ACARTONADO	38
3.5.1 Condições de início	39
3.5.2 Locação das divisórias	40
3.5.3 Fixação das guias	40

3.5.4 Colocação dos montantes	41
3.5.5 Instalação dos subsistemas e reforços no interior das paredes	42
3.5.5.1 <i>Reforços</i>	42
3.5.5.2 <i>Instalações eletroeletrônicas</i>	42
3.5.5.3 <i>Instalações hidrossanitárias</i>	43
3.5.5.4 <i>Instalações de gás</i>	44
3.5.5.5 <i>Colocação de lã mineral</i>	44
3.5.6 Colocação das chapas de gesso acartonado	45
3.5.7 Tratamentos das juntas	45
3.6 VANTAGENS DE SE UTILIZAR O SISTEMA DE DIVISÓRIAS INTERNAS EM GESSO ACARTONADO	46
3.6.1 Ganho de área	46
3.6.2 Rapidez na execução	47
3.6.3 Desperdícios mínimos e redução de resíduos no canteiro	47
3.6.4 Redução da mão de obra	48
3.6.5 Versatilidade e flexibilidade	48
3.6.6 Facilidade na execução das instalações prediais	49
3.6.7 Sistema mais leve	49
3.6.8 Conforto termo acústico	49
3.6.9 Facilidade em reparos	50
3.6.10 Movimentação e estocagem	50
3.7 DESVANTAGENS DO SISTEMA DE DIVISÓRIAS INTERNAS EM GESSO ACARTONADO	51
3.8 DESEMPENHO DAS DIVISÓRIAS INTERNAS EM GESSO ACARTONADO	51
3.8.1 Desempenho térmico	52
3.8.2 Desempenho acústico	53
3.8.3 Desempenho estrutural	57
3.8.4 Desempenho frente à umidade	59
3.8.5 Desempenho frente ao fogo	60
4. ESTUDO DE CASO	63
4.1 CONTEXTUALIZAÇÃO	63
4.1.1 A construtora	64
4.1.2 O empreendimento	65
4.1.3 Histórico de trabalho com gesso acartonado por parte da construtora	67

4.1.4 Mão de obra utilizada na execução das divisórias internas em gesso acartonado	67
4.1.5 Projeto das divisórias internas	68
4.2 COMPATIBILIZAÇÃO DAS DIVISÓRIAS INTERNAS EM GESSO ACARTONADO COM OUTROS SISTEMAS	71
4.2.1 Posicionamento da espera do gás para o aquecedor de água	71
4.2.2 Encaminhamento das tubulações de gás no contrapiso	74
4.2.3 Encontro das linhas da rede frigorígena	77
4.2.4 Posicionamento dos eletrodutos corrugados	80
4.2.5 Concentração de tubulações na região do quadro de distribuição de energia elétrica	82
4.3 DIFICULDADES E ADAPTAÇÕES PARA EXECUÇÃO DAS DIVISÓRIAS INTERNAS EM GESSO ACARTONADO	84
4.3.1 Execução do contrapiso	84
4.3.2 Mudança na cronologia da passagem das fiações elétricas	89
4.3.3 Isolamento acústico das instalações hidrossanitárias	90
4.3.4 Locação das guias	92
4.3.5 Divisórias em alvenaria da circulação revestidas com placas de gesso	94
4.3.6 Posicionamento de saída das tubulações elétricas embutidas nas lajes	97
4.3.7 Desmontagem do andaime fachadeiro	100
4.3.8 Acompanhamento técnico para a execução do serviço	101
4.3.9 Manual de uso e operação do proprietário	103
4.4 ANÁLISE DO PROCESSO DE IMPLEMENTAÇÃO DAS DIVISÓRIAS	104
5. CONCLUSÕES	106
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	109

1. INTRODUÇÃO

A construção de edificações passa por constantes mudanças em decorrência da incorporação de novos métodos e tecnologias que visam diminuir o tempo de execução, minimizar os impactos ambientais gerados, por exemplo, pela geração de resíduos, e diminuir o custo do empreendimento (COSTA, 2015). O advento da norma de desempenho trouxe maior exigência principalmente para a indústria e fabricantes para que os seus produtos pudessem atingir os requisitos dispostos nesta. Mesmo com tantas possibilidades e inovações, as vedações em alvenaria de bloco cerâmico, uma herança portuguesa deixada para o Brasil (AVERSI-FERREIRA, 2018), ainda são muito utilizadas em grande parte das obras e apresentam-se como a principal solução para esta finalidade.

Porém, o mercado tem sinalizado que esta situação vem sendo alterada e o uso de novas tecnologias é a melhor forma de permitir a industrialização e a racionalização dos processos. Com isso, vem-se procurando mudar o perfil de obras do tipo “construção” para obras do tipo “montagem” (JUNIOR, 2008). Levando em conta este cenário, o sistema de vedações verticais em gesso acartonado apresenta-se como excelente alternativa pois constitui um método construtivo mais eficaz e produtivo, com menor potencial de geração de resíduos, além de possuir condições de igualar ou até mesmo ultrapassar o desempenho requerido pelos usuários quando comparado ao sistema de vedação vertical que utiliza alvenaria em bloco cerâmico.

As placas de gesso acartonado foram inventadas nos Estados Unidos, no ano de 1898, por Augustine Sackett. No seu país de origem e em outros, como França e Canadá, o sistema já está consolidado e é utilizado há muito tempo (COSTA, 2015). A rápida execução devido ao material ser pré-fabricado e de fácil transporte (NUNES, 2015), a facilidade em estocar os insumos necessários para a execução do sistema e a diminuição na geração de entulho (AVERSI-FERREIRA, 2018) são algumas das vantagens observadas em relação a construções que optam de pela alvenaria em bloco cerâmico para a execução das vedações.

No Brasil, a tecnologia foi implementada na década de 1970, por volta de 1972, quando houve o estabelecimento da primeira fábrica no país para a produção de chapas de gesso acartonado.

Nesse mesmo período iniciou-se um esforço do setor da construção civil para introduzir métodos e processos racionalizados de construção e sistemas pré-fabricados, com a instalação de duas empresas estrangeiras fabricantes de gesso acartonado. (MITIDIÉRI, 2009).

Em se tratando da construção de edifícios, a racionalização das vedações verticais, inclusive com a utilização de divisórias em gesso acartonado, pode ser vantajosa para a construtora, uma vez que possui interfaces com vários subsistemas, como estrutura, impermeabilização, instalações prediais, esquadrias e revestimentos. Entretanto, estes mesmos subsistemas que interagem com este tipo de vedação devem possuir a devida compatibilidade com esta, visto que o gesso acartonado exige diferente sinergia com os demais sistemas quando comparados ao método de vedação tradicional empregado nas edificações.

Ajustes no planejamento dos serviços também devem ser empregados quando se deseja substituir a alvenaria de vedação pela implementação de paredes em gesso acartonado. Exemplo disso é a execução da camada de contrapiso que, quando utilizada juntamente com esta divisória leve, deve ser executada antes dessa.

Com objetivo de analisar as compatibilizações e adaptações com os diversos sistemas que compõem uma edificação e as dificuldades impostas pela implementação de um novo método construtivo, o presente estudo de caso foi realizado em uma obra de uma construtora que nunca antes havia utilizado o gesso acartonado como meio de divisória interna em seus empreendimentos residenciais.

2. DIRETRIZES DA PESQUISA

As diretrizes para o desenvolvimento do trabalho serão descritas nos itens subsequentes.

2.1 OBJETIVOS DA PESQUISA

O trabalho tem como foco o acompanhamento da execução de um edifício residencial localizado na zona central de Porto Alegre/RS, bem como das adaptações, compatibilizações com outros sistemas e dos desafios impostos pela mudança do método construtivo na execução das divisórias internas de uma incorporadora e construtora que trabalha desde o seu surgimento, há mais de 20 anos, com o método convencional de divisórias internas em alvenaria de bloco cerâmico e que, a partir de agora, implementou o gesso acartonado como solução para esta finalidade.

2.1.1 Objetivo principal

Como objetivo principal, a partir do acompanhamento da execução do sistema de vedação vertical interno de gesso acartonado, analisar as soluções encontradas pela construtora para os problemas que surgiram, tanto na execução do sistema, quanto nos outros subsistemas que compõem uma edificação e que precisaram ser compatibilizados para a adoção deste novo método construtivo.

2.1.2 Objetivo secundário

Como objetivo secundário, busca-se registrar informações necessárias para a execução correta do sistema de divisórias internas de gesso acartonado.

2.2 DELIMITAÇÕES

O presente trabalho delimita-se ao estudo de caso sobre as adaptações para a implementação do método construtivo de divisórias internas de gesso acartonado nos empreendimentos de uma construtora e incorporadora que atua na cidade de Porto Alegre/RS.

2.3 LIMITAÇÕES

Para a elaboração deste trabalho não foram realizados qualquer tipo de ensaio, tais como térmico e acústico, para a definição do desempenho deste tipo de divisória interna. Não foram efetuados dimensionamentos dos sistemas, sendo que qualquer procedimento de cálculo ou números provenientes destes tiveram sua origem em artigos, dissertações e trabalhos acadêmicos, estando devidamente referenciados.

2.4 DELINEAMENTO

O trabalho foi elaborado de acordo com as seguintes etapas:

- a) Revisão bibliográfica sobre o tema.
- b) Apontamento dos itens que geraram dificuldades executivas ou que tiveram de ser compatibilizados e adaptados para a implementação das divisórias internas em gesso acartonado.
- c) Discussão sobre os itens e soluções adotadas pela construtora.
- d) Conclusões.

2.5 METODOLOGIA

Inicialmente, afim de que se obtivesse ferramentas para analisar as observações e propostas para os problemas encontrados no estudo de caso, foi realizada uma revisão bibliográfica sobre o tema através da consulta do catálogo de fornecedores, artigos, dissertações, teses e trabalhos acadêmicos. Em relação ao estudo de caso, o desenvolvimento do trabalho se deu

diretamente no canteiro de obras. Como o autor trabalhou no local onde o estudo foi desenvolvido, o acompanhamento da execução das divisórias internas em gesso acartonado foi diário.

Os itens levantados em relação às dificuldades e adaptações para a implementação do novo processo construtivo foram retirados diretamente do canteiro de obras, através da observação da execução dos serviços. Foram realizadas reuniões com os dois engenheiros responsáveis pela execução do empreendimento e o responsável pelo gerenciamento dos projetos da construtora, com o intuito de que estes pudessem agregar a pesquisa, sob o olhar de quem teve de buscar soluções para os percalços encontrados durante o andamento dos trabalhos.

Cada item do estudo de caso foi descrito com a maior riqueza de detalhes possível, afim de que este pudesse ser contextualizado e interpretado da maneira mais clara e correta pelo leitor. Todos os tópicos possuíram ilustrações esquemáticas e figuras, que serviram como ferramenta para uma melhor compreensão.

3 DIVISÓRIAS INTERNAS EM GESSO ACARTONADO

Este capítulo irá abordar os aspectos gerais em relação ao gesso acartonado, como as características técnicas e composição das placas, a história do surgimento das placas bem como a introdução destas no mercado brasileiro, suas vantagens em relação ao método convencional que utiliza alvenaria em bloco cerâmico como meio de vedação, requisitos e desempenho do material, entre outros.

3.1 VEDAÇÕES VERTICAIS

Uma edificação pode ser entendida como um produto complexo, composta por sistemas com funções distintas, mas que interagem entre si.

Dentre os vários sistemas existentes, tem-se a vedação vertical que, segundo Sabbatini e Franco (1997), pode ser definida como um sistema do edifício constituído por elementos que compartimentam, definem os ambientes internos e favorecem proteção lateral e controle contra a ação de agentes indesejáveis.

Ainda segundo Sabbatini e Franco (1997), as vedações verticais possuem duas divisões quanto à posição que ocupam em um edifício. As vedações do tipo externa ou vedação de fachada possuem a função de proteção lateral contra a ação de agentes externos, como por exemplo o vento; já as vedações do tipo interna possuem a função de divisão entre ambientes internos e unidades distintas de uma mesma edificação (ABNT, 2021).

As paredes de gesso acartonado são consideradas um tipo de vedação vertical (TANIGUTTI; BARROS, 1998). As placas de gesso acartonado não têm características que atendam aos requisitos estruturais e de durabilidade, portanto não são muito utilizadas em vedações externas. Seu uso é normalmente em divisórias internas (BAUER, 2012).

3.1.1 Terminologia das vedações verticais

Quando tratamos do sistema de vedações verticais alguns termos são erroneamente vinculados como tendo o mesmo significado. Termos como parede, divisória e até mesmo “*drywall*” são corriqueiramente atribuídos a um mesmo elemento.

O termo parede é definido pela norma inglesa BS 6100 (1992) como sendo uma construção vertical, geralmente em alvenaria ou concreto, que limita ou subdivide um espaço e pode ou não cumprir função de receber cargas além de seu próprio peso. Com essa definição, segundo Sabbatini e Franco (1997), o termo parede não pode ser usado para designar vedação de gesso acartonado, uma vez que uma parede se constitui em um elemento fixo, obtido por conformação, como é o caso da alvenaria e concreto, o que não ocorre com a vedação de gesso acartonado.

Quanto à divisória, a norma BS 6100 (1992) define-a como sendo uma construção vertical utilizada em ambiente internos e sem função estrutural. As divisórias leves são elementos construtivos que separam os espaços internos de uma edificação, compartimentando-a e/ou definindo ambientes, estendendo-se do piso ao forro ou teto, sendo constituído por painéis modulares e com componentes com massa não superior a 60kg/m² (ABNT, 2016). Percebe-se que a vedação de gesso acartonado se insere no conceito de divisória leve (TANIGUTI, 1999).

O termo *drywall*, por sua vez, é empregado usualmente nos Estados Unidos e é utilizado no Brasil para se referir às divisórias de gesso acartonado (TANIGUTI, 1999). Segundo Stein (1980), *drywall* refere-se aos componentes de fechamento que são empregados na construção a seco e que têm como principal função a compartimentação e separação de ambientes internos de edifícios, podendo ser compostos, por exemplo, por chapas de gesso acartonado ou chapas de madeira compensada.

Cabe salientar, porém, que o termo *drywall*, nos Estados Unidos, muitas vezes é empregado na linguagem corrente para se referir à vedação vertical de chapas de gesso acartonado (SABBATINI, 1998). No Brasil, esse termo teve sua divulgação com a criação da empresa “Drywall Tecnologia de Paredes e Forros Ltda.”, no ano de 1994, que comercializava seus produtos como “*drywall*” (TANIGUTI, 1999).

Porém, *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 construção a seco. Drywall é também uma marca registrada pela empresa Gypsum (SABBATINI, 1998).

3.1.2 Classificação das vedações verticais internas

Segundo a NBR 15575-4 (ABNT, 2009) as vedações verticais internas são sistemas que fazem parte das edificações habitacionais e que limitam verticalmente a edificação e seus ambientes, como por exemplo as divisórias internas.

Diferentes critérios podem ser adotados para classificar as vedações verticais internas, sendo que procura-se agrupar os diversos tipos existentes, de acordo com a sua natureza comum (TANIGUTI, 1999).

Sabbatini e Franco (1998), por exemplo, propõem uma classificação quanto à capacidade de suporte, que é condicionada pela resistência mecânica da vedação vertical. Neste caso, pode-se classificar em:

- a) Estruturadas: vedação que necessita de uma estrutura reticular de suporte dos componentes da vedação, sendo exemplos mais comuns as vedações em gesso acartonado.
- b) Autoportante: são as vedações que não necessitam de uma estrutura de suporte dos componentes da vedação, como é o caso de todos os tipos de alvenaria.

Uma outra forma de classificar as vedações verticais é quanto à sua mobilidade. Elder e Vanderberg (1977) propõem a seguinte classificação quanto a este aspecto:

- a) Fixa: São as vedações usualmente irremovíveis. Em caso de transformação do espaço, os elementos constituintes dificilmente são recuperáveis e gera-se muito entulho. São exemplos as vedações em alvenarias.
- b) Desmontáveis: que podem ser montadas e desmontadas sem maiores danos aos seus componentes. São construídas em módulos e com ligação conjunta, como por exemplo as vedações em gesso acartonado.
- c) Móveis: as quais podem ser movidas sem necessidade de desmontagem ou

degradação de seus componentes, como por exemplo biombos.

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).

A densidade superficial também é um fator que pode classificar as divisórias internas. Essa característica influencia no dimensionamento das cargas de fundação e das estruturas (ELDER; VANDERBERG, 1977). Quanto à densidade superficial, as vedações podem ser:

- a) Leves: segundo a NBR 11678 (2016), as vedações leves são aquelas cuja densidade superficial é inferior a 60 kg/m². Estas não possuem capacidade de suportar cargas além do seu peso próprio;
- b) Pesadas: Vedações cuja densidade superficial é superior a 60kg/m², podendo ou não auxiliar no desempenho funcional da estrutura da edificação.

Segundo a Placo do Brasil (2022), fabricante de placas de gesso acartonado, a densidade superficial destas varia de 25 a 45kg/m². A empresa também afirma que as placas de gesso acartonado não possuem função estrutural. Levando em consideração estas informações, podemos enquadrar as divisórias de gesso acartonado como sendo do tipo leve (SABBATINI; FRANCO, 1998).

De acordo com as classificações apresentadas, pode-se dizer que a divisória de gesso acartonado se constitui numa vedação vertical interna, estruturada, desmontável e leve (TANIGUTI, 1999).

3.2 HISTÓRICO E MERCADO DAS PLACAS DE GESSO ACARTONADO

O manual de segurança contra incêndio de divisórias em gesso acartonado, disponibilizado pela Associação Brasileira do Drywall (2018), descreve o contexto dos Estados Unidos no ano de 1894, ano este em que a chapa de gesso acartonado foi criada:

Nessa época, a construção de casas e edifícios comerciais, de uma forma geral, utilizava estruturas e fechamentos em madeira. As edificações eram executadas formando pequenas vilas, não havendo preocupação com o espaçamento entre unidades, sem maiores cuidados com relação ao risco de incêndio. Em

consequência, ao longo dos anos, grandes incêndios arrasaram cidades como São Francisco, Boston e Chicago.

O manual (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO DRYWALL, 2018) também narra a forma com que o químico Augustine Sackett descobriu o material bem como este foi empregado na construção civil:

Foi nesse contexto que o químico Augustine Sackett, ao pesquisar diferentes materiais, descobriu que uma massa de gesso revestida com lâminas de cartão em ambos os lados resultava em um material com resistência mecânica, bom acabamento e, principalmente, resistente ao fogo quando aplicado para revestir as estruturas de madeira. Nascia assim a chapa de gesso acartonado. O novo material foi utilizado na construção de casas e prédios, passando a ser empregada em vedações internas, como paredes e forros, proporcionando bom acabamento e proteção ao fogo às construções americanas. Em pouco tempo, seu emprego foi disseminado pelo mundo e intensificou-se após a Segunda Guerra Mundial, contribuindo para a reconstrução das cidades destruídas durante o conflito.

As placas de gesso acartonado começaram a serem empregadas no Brasil na década de 1970. O estabelecimento da primeira fábrica do material localizada em território nacional, mais precisamente no estado de Pernambuco, foi o estopim para o início de sua utilização. Neste período, também, iniciou-se o esforço do setor da construção civil para produzir métodos e processos racionalizados de construção e sistemas pré-fabricados (MITIDIERI, 2009).

Na década de 1980, este esforço persistiu com a construção de canteiros experimentais, empregando-se sistemas industrializados diversos, incluindo sistemas leves de construção, o qual inclui divisórias internas de gesso acartonado (MITIDIERI, 2009).

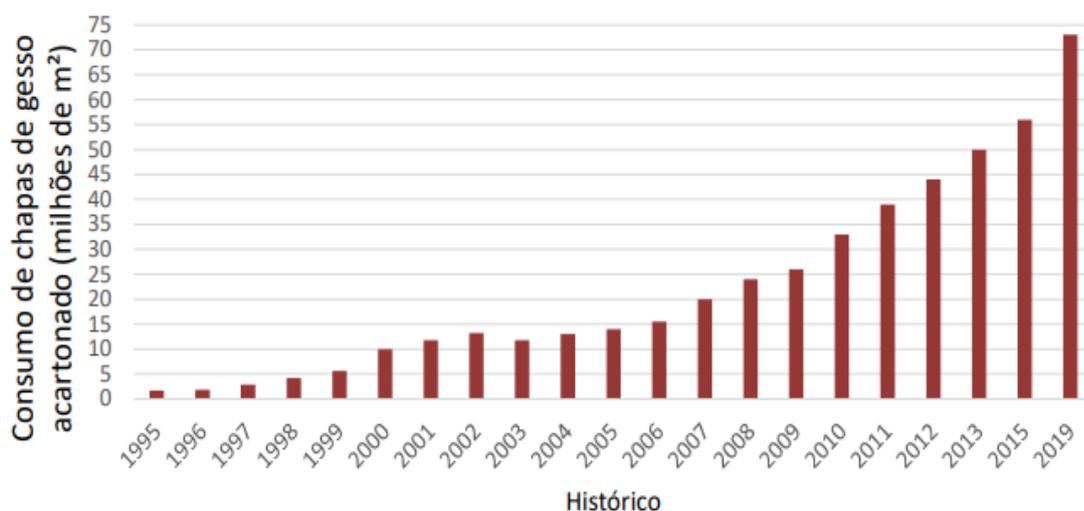
Foi realmente nos anos de 1990 que os sistemas que utilizam chapas de gesso acartonado começaram a ser mais difundidos no Brasil, inicialmente com a importação de produtos da Europa e posteriormente com a instalação de fábricas no Brasil (TAGLIBOA, 2011).

Atualmente, os componentes já são produzidos em larga escala no país, tendo ganhado espaço nos últimos anos em função da presença de três grandes fabricantes europeus deste sistema: as francesas Placo e Lafarge e a alemã Knauf. As empresas iniciaram suas atividades importando o produto de suas fábricas no exterior, mas logo montaram seus próprios parques industriais no Brasil (DIAS; NETO, 2021). Dessa forma, conjugando aspectos econômicos com vantagens oferecidas pelo material, o mercado apresentou crescimento expressivo, e atualmente o sistema já se encontra bastante difundido no mercado interno (TAGLIBOA,

2011).

De acordo com dados da Knauf do Brasil (2020), o Brasil consumiu cerca de 73 milhões de m² de chapas de gesso acartonado em 2019, o que superou o volume máximo de 56 milhões de m² consumidos em 2015, conforme demonstrado no gráfico 1.

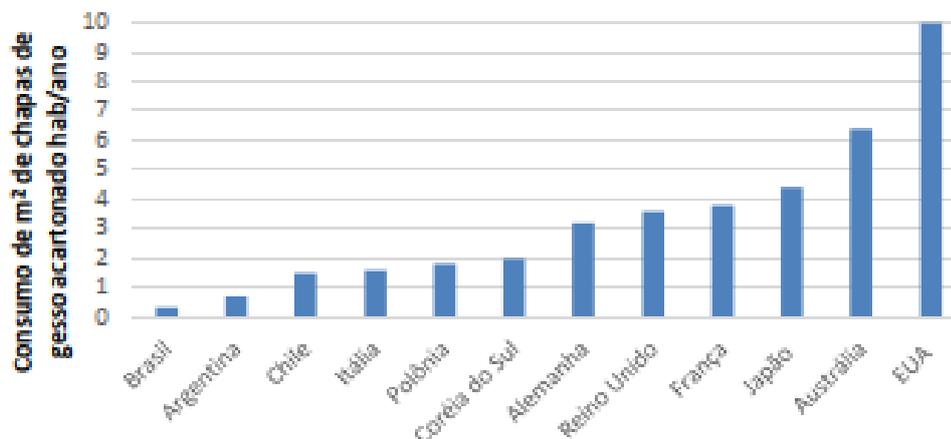
Gráfico 1 – Histórico de consumo de chapas de gesso acartonado no Brasil (em milhões)



(Fonte: ERBS, 2020)

A Associação Brasileira do Drywall (2019) aponta que há grande mercado a ser explorado, visto que o consumo por habitante/ano no Brasil é de 0,35m² de chapas de gesso acartonado, bem aquém do consumo de países como Japão, Austrália e Estados Unidos, onde, neste último, chegou a 10m²/hab./ano, conforme ilustrado no gráfico 2.

Gráfico 2 – Consumo mundial de m² de chapas de gesso acartonado por habitante/ano



(Fonte: ERBS, 2020)

As regiões Sul e Sudeste consomem 80% da produção nacional. Somente o Estado de São Paulo consome 44% de todas as chapas de gesso acartonado produzidas no Brasil. As regiões Centro-Oeste, Nordeste e Norte têm participações de 11%, 6% e 3%, respectivamente, na utilização de chapas de gesso acartonado (PLACO DO BRASIL, 2018).

3.3 ELEMENTOS CONSTITUINTES DO SISTEMA DE VEDAÇÃO INTERNA EM GESSO ACARTONADO

Para compreender um método construtivo, é necessário saber quais os materiais que compõem o seu sistema. É de extrema importância o conhecimento correto, não apenas da variedade dos materiais, mas também de suas características a fim de se projetar e executar com assertividade e qualidade as divisórias internas. Os itens a seguir abordarão os materiais utilizados na execução das divisórias internas em gesso acartonado bem como suas características relevantes.

3.3.1 Componentes para fechamento

Os componentes para fechamento do sistema de vedação interna em gesso acartonado são constituídos por chapas de gesso acartonado. As placas são fabricadas industrialmente mediante um processo de laminação contínua de uma mistura de gesso, água e aditivos entre

duas lâminas de cartão, formando uma espécie de “sanduíche”. Sua fabricação é feita por meio de máquinas onde, após o processo de mistura, a chapa é cortada e seca. (NEVES; OLIVEIRA, 2016).

O revestimento das chapas de gesso possui a função de melhorar propriedades como opacidade, densidade, retenção de umidade e resistência (HURTADO et al., 2016). Segundo Taniguti (1999), as chapas de gesso acartonado, pelo fato de serem cobertas por lâminas de cartão, possuem uma superfície lisa, facilitando a atividade de acabamento e, devido a sua regularidade, dispensam também a camada de regularização no revestimento. Ao aplicar revestimento acrílico sobre o papel cartão, é possível aumentar a resistência das placas à umidade e criar uma superfície pouco absorvente e hidrofóbica (SHAW, 2003).

Conforme descrito na NBR 14715-1 (ABNT, 2021), as chapas de gesso acartonado possuem borda rebaixada para que, após a realização do tratamento das juntas entre as chapas, a divisória fique nivelada, sem saliências decorrentes do rejuntamento, conferindo aparência monolítica.

Existem três tipos de placas que são tradicionalmente empregadas no sistema de divisórias internas em gesso acartonado: a placa comum, também conhecida como *Standard* (ST), a placa resistente à umidade (RU) e a placa resistente ao fogo (RF). A tabela 1, retirada do portfólio de produtos da fabricante Knauf (2018), demonstra as dimensões dessas placas.

Tabela 1 – Características dimensionais das placas tradicionais de gesso acartonado

PRODUTO	ESPESSURA (mm)	COMPRIMENTO (mm)	LARGURA (mm)
 STANDARD (ST)	9,50 12,50 15,00	1.800 - 2.000 2.400 - 2.700	600 - 1.200
 RESISTENTE À UMIDADE (RU)	12,50 15,00	1.800 - 2.000 2.400 - 2.700	1.200
 RESISTENTE AO FOGO (RF)	12,50 15,00	1.800 - 2.000 2.400 - 2.700	1.200

(Fonte: KNAUF, 2018)

3.3.1.1 Placas para uso comum ou placas standard

As placas para uso comum ou tipo *standard* podem ser identificadas pela cor do cartão, que é cinza na face frontal e pardo na face posterior (TANIGUTTI, 1998). Esse tipo de placa é flexível, possibilitando encurvamento. Sua utilização é indicada em áreas secas e serve para paredes, teto e revestimento (KNAUF, 2018).

As placas com 12,5mm de espessura são as mais utilizadas no Brasil. Podem ser fixadas em estruturas de madeira ou perfis metálicos e, caso deseje melhorar o isolamento termoacústico, pode-se fixar duas placas em uma mesma face da divisória, o que se denomina de parede dupla (PLACO DO BRASIL, 2022). Segundo Ferguson (1996), para realizar reparos as placas de 9,5mm de espessura são as mais utilizadas. Ainda segundo o autor, as chapas de 15mm de espessura possuem melhor desempenho estrutural que as chapas de menor espessura, entretanto são mais rígidas e mais difíceis de serem curvadas. Conforme consultado no catálogo de produtos das empresas Kanuf (2018) e Placo do Brasil (2014), é possível encontrar placas de espessuras de 6mm, 9,5mm, 12,5mm e 15mm.

3.3.1.2 Placas resistentes ao fogo

As chapas de gesso acartonado quando submetidas à altas temperaturas, liberam a água de hidratação do gesso, retardando a transferência de calor (TANIGUTTI, 1998). O gesso já apresenta naturalmente alta resistência ao fogo (KANAUF, 2018).

Essa perda de água provoca uma retração na chapa de gesso, ocorrendo fissuras que permitem a passagem do calor e, dependendo dos danos ocorridos no componente, pode ocorrer também a passagem do fogo (NATIONAL GYPSUM, 1996).

Para minimizar esse problema, foi desenvolvida a chapa de gesso resistente ao fogo, também denominada simplesmente de RF, que contém fibras não combustíveis na camada de gesso que ajudam a manter a integridade da chapa, mesmo ocorrendo a perda de água do gesso (NG, 1996).

Essa chapa apresenta uma maior dificuldade para ser cortada, se compara às chapas de uso comum, pois a sua camada de gesso possui uma maior dureza (FERGUSON, 1996).

É utilizada para a proteção de todos os ambientes e estruturas nos quais se exija maior tempo

de resistência ao fogo em caso de incêndio, como rotas de fuga e saídas de emergência. Também é indicada para proteção de estruturas metálicas, dutos de cabos elétricos e de comunicação. As placas resistentes ao fogo comercializadas no Brasil possuem cartão frontal na cor rosa, podendo ser encontradas em espessuras de 12,5mm e 15mm (TANIGUTTI, 1998).

3.3.1.3 Placas Resistentes à umidade

As placas resistentes à umidade são constituídas por gesso e aditivos, como silicone ou fibras de celulose, e têm as duas superfícies cobertas por um cartão com hidrofugante, produto à base de solvente que, quando aplicado, repele todo o tipo de líquido (FERGUSON, 1996).

Este componente é utilizado em paredes, tetos e revestimento em gesso acartonado, instalados em áreas úmidas tais como: cozinhas domésticas ou indústrias, copas, banheiros, lavabos e lavanderias. Aceita qualquer tipo de revestimento, como cerâmicas e porcelanatos, que devem ser assentados utilizando argamassa ACII ou ACIII (KANUF, 2018).

No Brasil é possível reconhecer essa placa pela cor verde do cartão, sendo encontradas em espessuras de 12,5mm e 15mm (KANAUF, 2018).

3.3.2 Materiais para suporte das placas

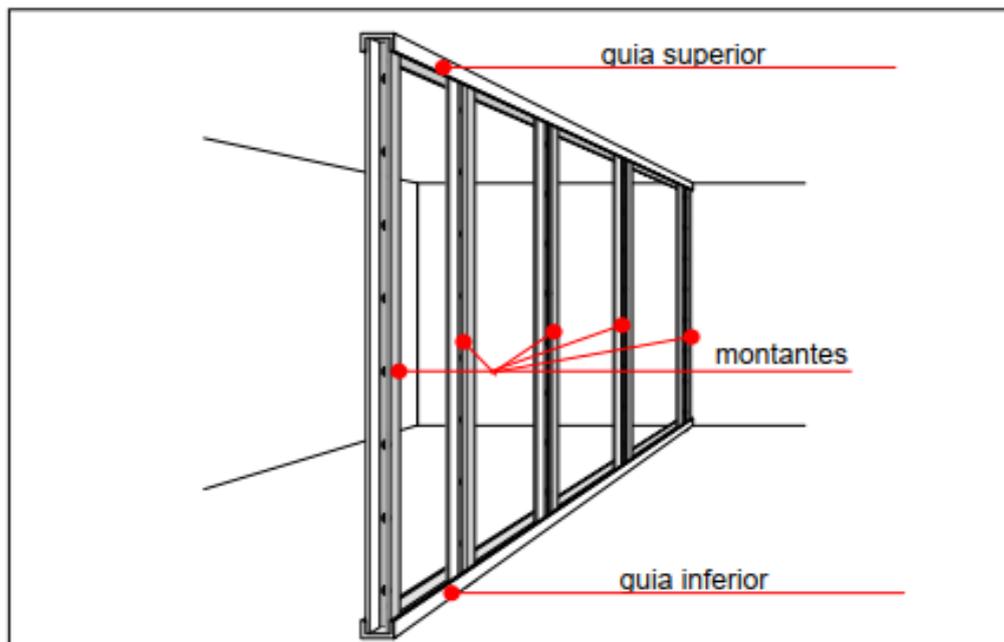
As chapas de gesso acartonado devem ser fixadas sobre uma base plana e estável, pois não possuem, por si só, resistência estrutural adequada (FERGUSON, 1996). As chapas podem ser fixadas sobre vários materiais, como madeira por exemplo, que é comumente usada nos países da América do Norte e da Europa, entretanto no Brasil o tipo de material mais utilizado para dar suporte às chapas de gesso acartonado são perfis metálicos em aço galvanizado (TANIGUTTI, 1998).

Os perfis metálicos apresentam algumas vantagens com relação às estruturas de madeira, destacando-se a menor variação de suas dimensões, menor peso e a não combustibilidade. Além disso, não sofrem ataques de insetos e agentes biológicos. O aço galvanizado, que constitui os perfis metálicos, possui a vantagem de possuir maior resistência à corrosão, além de ser um material reciclável (TANIGUTTI; BARROS, 1998).

Conforme mostrado na figura 1, a estrutura suporte da divisória de gesso acartonado é formada

pelas guias e pelos montantes A guia tem a finalidade de direcionar a divisória. É fixada no teto e no piso, denominada de guia superior e guia inferior respectivamente. O montante, por sua vez, fica na posição vertical, servindo para a estruturação da divisória. (TANIGUTTI, 1998).

Figura 1 – Guias e montantes metálicos das divisórias em gesso acartonado



(Fonte: Tanigutti, 1998.)

Uma maneira simples de diferenciar a guia do montante é verificar se o perfil metálico possui aberturas ou não. Normalmente o montante possui aberturas para facilitar a passagem de tubulações hidráulicas e elétricas (TRES, 2017).

Os perfis são fabricados a partir de chapas de aço revestidas com zinco, e atendem as especificações que se encontram na NBR 15217 (ABNT,2018) que trata a respeito dos requisitos e métodos de ensaio para perfis de aço utilizados nos sistemas construtivos em chapas de gesso (COMAT, 2009). Ainda segundo a COMAT (2009), as chapas de aço revestidas com zinco para a fabricação dos perfis devem ter espessura mínima de 5 mm. A designação do revestimento deve ser realizada conforme a NBR 7008 (ABNT, 2021).

Segundo a Associação Brasileira dos Fabricantes do Drywall (2022), os perfis metálicos mais

utilizados para as divisórias possuem formato “U” nas guias e de “C” nos montantes, embora exista outros formatos de perfis, conforme mostrado na tabela 2. As larguras dos perfis metálicos são fabricadas com 48mm, 70mm e 90mm de largura.

Tabela 2 – Tipos de perfis

Tipo de perfil	Desenho	Código	Dimensões nominais (mm)	Utilização
Guia (formato de 'U')		G 48	48/28	Paredes, forros e revestimentos
		G 70	70/28	
		G 90	90/28	
Montante (formato de 'C')		M 48	48/28	Paredes, forros e revestimentos
		M 70	70/28	
		M 90	90/28	
Canaleta 'C' (formato de 'C')		C	47/18	Forros e revestimentos
Canaleta Omeg (formato de 'Ω')		O	70/20	Forros e revestimentos
Cantoneira (formato de 'L')		CL	25/30	Forros e revestimentos
Cantoneira de reforço (formato de 'L')		CR	23/23 28/28	Paredes e revestimentos
Tabuca metálica (formato de 'Z')		Z	Variável	Forros
Longarina		L	Variável	Forro removível
Travessa		T	Variável	Forro removível
Cantoneira de perímetro		CP	Variável	Forro removível

(Fonte: COMAT, 2009.)

3.3.3 Elementos de fixação – buchas e parafusos

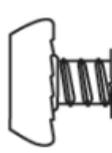
No Brasil, as peças utilizadas para fixar as placas de gesso acartonado ao componente de suporte são parafusos e buchas (NUNES, 2015). Segundo a COMAT (2009), as fixações entre os componentes do sistema se dividem em dois tipos:

- e) Fixação dos perfis metálicos entre si (metal/metal).
- f) Fixação das chapas de gesso sobre os perfis metálicos (chapa/metal).

As características físicas dos parafusos também variam de acordo com os tipos de materiais que estes irão unir. Segundo a Knauf (2014), a cabeça do parafuso define o tipo de material a

ser fixado. As cabeças tipo lentilha e panela servem para a fixação de perfis metálico entre si. Já a cabeça tipo Trombeta serve para a fixação das chapas de gesso acartonado sobre os perfis. A figura 2 mostra os tipos de cabeça dos parafusos utilizados no sistema.

Figura 2 – Tipos de cabeça dos parafusos para fixação dos elementos

Lentilha	Panela		Trombeta	
		Para fixação de perfis metálicos entre si (metal/metal).		Para fixação de chapas de Drywall sobre perfis metálicos.

(Fonte: KNAUF, 2014)

A fabricante Knauf (2014) também observa que a ponta dos parafusos define a espessura do perfil que será perfurado. Parafusos com ponta do tipo agulha servem para perfis com espessura máxima de 0,70 mm. Já parafusos tipo broca servem para perfurar perfis metálicos com espessura de 0,70 mm a 2,00 mm. A figura 3 ilustra os tipos de ponta dos parafusos.

Figura 3 – Tipos de ponta dos parafusos para fixação dos elementos

Ponta agulha		Ponta broca	
	Perfil metálico com espessura máxima de 0,70 mm.		Perfil metálico com espessura de 0,70 mm até 2,00 mm.

(Fonte: KNAUF, 2014)

Conforme consta em seu portfólio de produtos, a Knauf (2014) possui os tipos de parafusos para todas as necessidades de fixação do sistema de vedações em gesso acartonado, como mostra a figura 4.

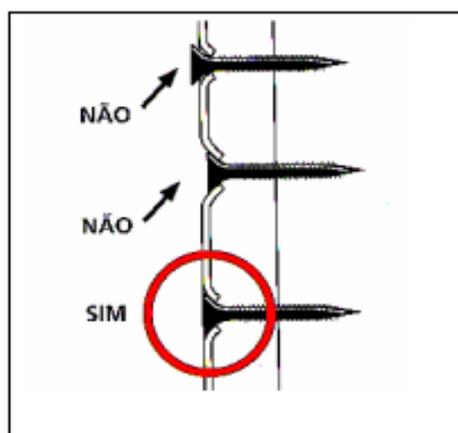
Figura 4- Parafusos utilizados no sistema.

	PRODUTO	UTILIZAÇÃO
	Parafuso TA 25/35/45/55 - Caixa com 1000 unidades 70 - Caixa com 500 unidades	Utilizado para fixar chapas de Drywall em perfil metálico com espessura máxima de 0,7 mm.
	Parafuso TB 25/35/45/55 - Caixa com 1000 unidades	Utilizado para fixar chapas de Drywall em perfil metálico com espessura entre 0,7 mm e 2 mm.
	Parafuso LA/PA Caixa com 1000 unidades	Fixação de perfis metálicos entre si com espessura máxima de 0,7 mm.
	Parafuso LB/PB Caixa com 1000 unidades	Fixação de perfis metálicos entre si com espessura entre 0,7 mm e 2 mm.

(Fonte: KNAUF, 2014)

Tanigutti e Barros (1998) fazem uma ressalva quando à fixação dos parafusos às placas. Os autores observam que, durante a fixação das placas, a cabeça do parafuso deve ficar nivelada com a face do cartão. A cabeça do parafuso não pode ficar saliente, para não comprometer o acabamento, e também não pode ficar reentrante, pois a cabeça do parafuso deve estar fixa no cartão, que vai resistir aos esforços requeridos. Através da figura 5 é possível visualizar a forma correta de fixação dos parafusos.

Figura 5 – Posicionamento do parafuso na placa de gesso



(Fonte: ABNT, 2009)

3.3.4 Materiais para acabamento das juntas

Para evitar que após o acabamento final da divisória (pintura, papel de parede, revestimento melamínico, etc.) o aspecto seja de um elemento monolítico, realiza-se o tratamento das juntas entre as placas de gesso que, conforme visto no item 3.3.1, já vem com as bordas rebaixadas para que a divisória fique nivelada quando da aplicação do rejunte (TANIGUTTI; BARROS, 1998). Os materiais necessários para a realização dessa atividade são: massas para tratamento das juntas e fitas de papel de reforço.

Segundo a COMAT (2009), as massas para o tratamento das juntas devem ser utilizadas com fitas apropriadas. Esses dois componentes proporcionam a resistência e a elasticidade necessárias para que o acabamento se mantenha estável, sem fissuras ou trincas.

Segundo a NBR 15758-1 (ABNT, 2009), não se devem usar gesso em pó ou massa-corrída para pintura na execução das juntas. O tipo de massa a ser utilizada dependerá da necessidade de uso (KNAUF, 2014), conforme segue:

- a) Massa de rejunte em pó - deve ser preparada com adição de água limpa e usada no tratamento de juntas entre chapas em paredes ou forros e revestimentos.
- b) Massa e rejunte pronta para uso – não é necessário adicionar água. É usada para tratamento de juntas entre chapas em paredes ou forros e revestimentos.

A fita de papel é utilizada para reforçar as juntas formadas no encontro de duas ou mais placas, para reforçar cantos, e também para o reparo de fissuras. Pode-se encontrar dois tipos de fitas de papel: fitas de papel Kraft, que possui a superfície lisa, e fitas de papel com um vinco no centro, que auxilia na dobra quando do uso em cantos internos (TANIGUTTI; BARROS, 1998).

3.3.5 Materiais para isolamento termo acústico

A melhora do isolamento térmico e acústico do sistema pode ser adquirida 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, 2010). 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 a 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. (AKUTSU, 2004).

No Brasil, pelo fato do inverno não ser tão rigoroso como nos países do hemisfério norte, os materiais vêm sendo empregados sobretudo para melhorar o desempenho acústico da divisória, que é um requisito que tem sido bastante exigido pelos usuários das edificações (TANIGUTTI, 1999).

3.4 NORMAS TÉCNICAS DO SISTEMA

Em meados da década de 1990 Tanigutti (1998), em sua dissertação de mestrado, alertava para a necessidade da realização de estudos mais aprofundados sobre o desempenho das chapas de gesso acartonado nos sistemas compostos por estas, para que fosse possível efetuar a escolha mais adequada do tipo de placa para cada situação, baseando-se em parâmetros técnicos e não somente nas características apresentadas pelos fabricantes.

Havia a necessidade de se criar uma norma brasileira específica para as divisórias de chapas de gesso acartonado assim como já existia em outros países. A única normativa que havia a nível nacional até aquele ano, e que possui relativa interação com o tema, era a NBR 11681 que havia sido publicada em 1990 e tratava a respeito das divisórias internas leves, não tendo de maneira específica o gesso acartonado como material de fechamento.

Em 2001, os primeiros padrões técnicos de gesso são publicados: NBR 14715 (requisitos), NBR 14716 (verificação de características geométricas) e NBR 14717 (determinação das propriedades físicas) (DIAS; NETO, 2021). Em 2010, segundo consta no catálogo de normas da ABNT, a norma NBR 14715 (ABNT, 2021) foi dividida em duas partes, sendo que a segunda, que trata a respeito dos métodos de ensaio, substituiu a NBR 14716 e a NBR 14717.

Apenas em 2009 foi criada uma norma que tratava sobre as diretrizes e procedimentos executivos para montagem e instalação do sistema. A NBR 15758 (ABNT, 2009) é dividida em três partes, tratando a respeito dos requisitos do sistema de chapas de gesso utilizadas em paredes, forros e revestimento, respectivamente.

Os perfis metálicos, que servem como elemento de suporte para os sistemas que utilizam placas de gesso acartonado como material de fechamento, também possuem normatização própria e específica. A NBR 15217 (ABNT, 2018), denominada de Perfilado de aço para sistemas construtivos em chapas de gesso para *drywall* – Requisitos e métodos de ensaio, prescreve as propriedades estruturais metálicas das paredes secas (DIAS; NETO, 2021).

Hoje, o sistema que utiliza chapas de gesso acartonado como meio de fechamento é totalmente normatizado de acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas, conforme resume e esquematiza a tabela 3. As normas técnicas abrangem todos os componentes do sistema: chapas de gesso, perfis de aço, massas, fitas, parafusos, acessórios, e também seu projeto, sua montagem e seu desempenho (KNAUF, 2014).

Tabela 3 – Normas brasileiras referentes ao sistema que utiliza placas de gesso acartonado

PRODUTO	DOCUMENTOS NORMATIVOS
Sistema Construtivo	NBR 15758-1:2009 - estabelece as diretrizes para projeto e seleção, além de procedimentos executivos para montagem e instalação de sistemas construtivos de paredes em chapas de gesso acartonado
	NBR 15758-2:2009 - estabelece as diretrizes para projeto e seleção, além de procedimentos executivos para montagem e instalação de sistemas de forros em chapas de gesso acartonado
	NBR 15758-3:2009 - estabelece as diretrizes para projeto e seleção, além de procedimentos executivos de sistemas de revestimento com chapas de gesso acartonado
Chapas de Gesso	NBR 14715-1:2021 - estabelece os requisitos para as chapas de gesso acartonado destinadas à execução de paredes, forros e revestimentos.
	NBR 14715-2:2021 - estabelece procedimentos laboratoriais para determinação de características geométricas e físicas além de métodos de ensaio que devem ser aplicados as capas de gesso acartonado.
Perfill de Aço	NBR 15217:2018 - perfis de aço para sistemas construtivos que utilizam chapas de gesso acartonado.
	NBR 7008:2021 - estabelece requisitos para chapas e bobinas de aço revestidas com zinco ou liga de zinco-ferro pelo processo contínuo de imersão a quente

(Fonte: adaptado pelo autor, 2022)

3.5 MÉTODO EXECUTIVO DAS VEDAÇÕES VERTICAIS INTERNAS DE GESSO ACARTONADO

Segundo Tanigutti e Barros (1998), independentemente da largura, da espessura ou do tipo de placa a ser utilizada, as etapas básicas para a execução de vedação vertical interna com placas de gesso acartonado são:

- a) Locação das divisórias;
- b) Fixação das guias;
- c) Colocação dos montantes;
- d) Instalação dos subsistemas e reforços;
- e) Colocação das chapas de gesso;
- f) Tratamento das juntas.

A montagem das paredes em gesso acartonado exige especial atenção nos detalhes de instalação. Todos os procedimentos que constam no processo de montagem são essenciais para o bom desempenho mecânico e acústico das paredes, bem como para sua precisão geométrica e seu acabamento (KNAUF, 2014). A figura 6 ilustra as etapas de execução das divisórias, que serão melhor exploradas nos subcapítulos seguintes.

Figura 6 – Processo executivo das divisórias internas em gesso acartonado



(Fonte: Knauf, 2014)

3.5.1 Condições de início

De acordo com a NBR 15758-1 (ABNT, 2009), antes do início da montagem dos sistemas de divisórias de gesso acartonado devem ser atendidos os seguintes requisitos prévios:

- a) locação, em cada ambiente, dos eixos das paredes;
- b) compatibilização do projeto entre a estrutura, vedações e as várias instalações;
- c) proteção contra umidade excessiva e impedimento da entrada de chuva pelas aberturas, como janelas e portas externas;
- d) execução de revestimentos, como por exemplo argamassas e pasta de gesso, conforme o projeto, das vedações verticais externas (fachadas) e internas (poço de elevador, escadas, etc.), que não forem em gesso acartonado;
- e) nivelamento e, de preferência, acabamento da laje do piso;
- f) resistência e homogeneidade do piso e da laje;
- g) posicionamento, de acordo com o projeto, das saídas das várias instalações;
- h) compatibilização entre os dispositivos de fixação e os suportes.

3.5.2 Locação das divisórias

Segundo a NBR 15578-1 (ABNT, 2009) recomenda-se marcar, no piso e no teto, utilizando-se trena, prumo ou nível a laser, a posição das guias e os pontos de referência dos vãos das portas onde é necessário a colocação de reforços.

Por questões de praticidade, Tanigutti (1999) orienta realizar inicialmente a locação das guias inferiores, demarcando no piso o posicionamento de uma das faces da guia. Nessa etapa é comum a utilização do cordão para marcação.

Ainda segundo a autora, a transferência da marcação da guia inferior para a superior pode ser realizada em dois momentos diferentes: antes da fixação da guia inferior ou após a sua fixação.

3.5.3 Fixação das guias

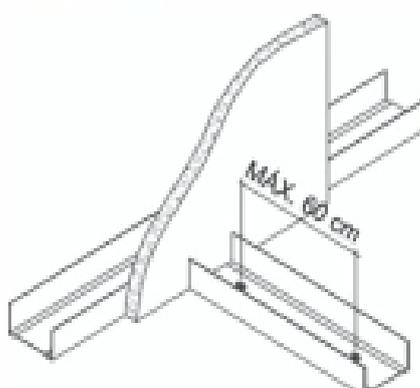
Antes de se realizar a fixação das guias, é recomendável aderir a fita para isolamento acústico na face da guia que ficará em contato com o piso ou com o teto, para que a passagem do som, através das frestas nos encontros divisória/piso e divisória/teto, seja reduzida (TANIGUTTI,

1999).

As guias devem ser fixadas no piso e no teto. Para a fixação das guias, pode-se utilizar parafuso e bucha, ou pistola e pino de aço. As guias devem ser fixadas a cada 60 cm (PLACO DO BRASIL, 2014).

Conforme a NBR 15578-1 (ABNT, 2009), deve-se manter um espaçamento entre as guias na junção das paredes, necessário para a colocação das chapas de gesso. A figura 7 ilustra a situação.

Figura 7 – Espaçamento para a junção de paredes



(Fonte: ABNT NBR 15758-1, 2009)

3.5.4 Colocação dos montantes

Os montantes devem ser fixados na guia superior e inferior com parafuso ou alicate puncionador (ABNT NBR 15758-1, 2009). Da mesma forma que as guias, os montantes perimetrais devem estar com a fita para isolamento acústico aderida. Esses montantes devem ser parafusados sobre a superfície na qual ficarão encostados, que pode ser um pilar, ou mesmo uma alvenaria de fachada, por exemplo (SABATINNI, 1998).

O comprimento do montante deve ter aproximadamente a altura do pé direito com 10 mm a menos. O espaçamento entre os eixos dos montantes deve ser de 40 ou 60 cm. Caso haja necessidade de emendar os montantes, sobrepô-los pelo menos 30 cm ou emendar e utilizar um pedaço de guia de no mínimo 60 cm (ABNT NBR 15758-1, 2009). Nunca coincidir as emendas em uma mesma linha. Estas devem ser sempre defasadas (KNAUF, 2014).

Segundo orienta a NBR 15578-1 (ABNT, 2009), é permitido fazer furos adicionais nos montantes, desde que:

- a) Os furos sejam centrados na alma dos montantes;
- b) O diâmetro seja, no máximo, igual aos dos furos da usinagem do perfil;
- c) A quantidade de furos adicionais seja, no máximo, de dois furos entre os furos de usinagem.

3.5.5 Instalação dos subsistemas e reforços no interior das paredes

A NBR 15578-1 (ABNT, 2009) orienta que para a instalação dos subsistemas, tais como instalações elétricas, hidráulicas e gás, e para a colocação dos reforços para a fixação de peças suspensas, sua fixação seja realizada antes do fechamento dos dois lados das divisórias.

3.5.5.1 Reforços

O anexo C da NBR 15758-1 (ABNT, 2009) discorre a respeito dos dispositivos de fixação, as orientações e cargas máximas necessárias para a fixação de peças suspensas nas divisórias de gesso acartonado. Caso seja necessário a instalação de itens como armário de cozinha, tanque e suporte para televisão, são necessários reforços metálicos ou de madeira tratada, o que irá propiciar o aumento da carga de suporte das paredes.

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

3.5.5.2 Instalações eletroeletrônicas

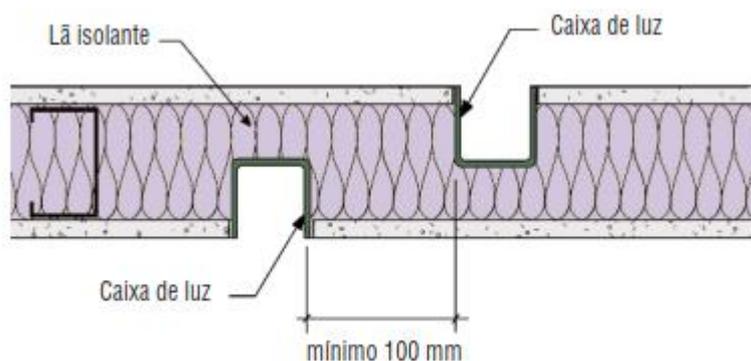
A NBR 15578-1 (ABNT, 2009) expõe as diretrizes para as instalações elétricas nas divisórias em gesso acartonado, as quais, devem passar por eletrodutos metálicos ou plásticos rígidos ou flexíveis. No caso da utilização de eletrodutos flexíveis, é recomendada a utilização de protetores nos furos dos montantes, onde passam as tubulações para que não haja a danificação destas.

Ainda segundo a norma, as caixas de chegada destas instalações podem ser fixadas na

estrutura da parede diretamente nos montantes ou por travessas horizontais metálicas. Estas também podem ser fixadas diretamente nas chapas de gesso acartonado, utilizando-se caixas específicas para o sistema.

As caixas de instalação de dois ambientes adjacentes, conforme demonstra a figura 8, não podem ser colocadas em posições opostas coincidentes, ou seja, as faces das caixas não devem entrar em contato, devendo ser posicionadas com pelo menos 10 cm de afastamento entre si. Segundo a Associação Brasileira do Drywall (2018), este procedimento é importante para evitar a passagem do som de um lado para o outro, o que comprometeria o desempenho acústico da divisória.

Figura 8 – Detalhe do posicionamento das caixas elétricas nas divisórias



(Fonte: Associação Brasileira do Drywall, 2018)

3.5.5.3 Instalações hidrossanitárias

As instalações hidráulicas para água fria ou quente podem ser executadas com tubulação rígida de PVC, cobre, aço ou ainda com tubulação flexível. Independentemente do material, a NBR 15578-1 (ABNT, 2009) recomenda que sejam utilizados protetores nos furos dos montantes para a passagem destas. Caso as instalações sejam realizadas com cobre, deve-se envolver e isolar estes tubos, afim de se evitar reações galvânicas através do contato com os perfis da estrutura da parede.

Conforme a norma, as instalações de água quente e fria devem ser fixadas na estrutura da parede, diretamente nos montantes, por meio de travessas horizontais metálicas ou de madeira, ou ainda diretamente nas chapas de gesso. As extremidades das conexões, nos pontos de saída,

devem avançar cerca de 2 mm em relação ao revestimento da parede, sendo que, eventuais frestas entre os pontos de saída destas instalações devem ser vedadas com selante.

A norma também trata a respeito das instalações sanitárias. Caso o diâmetro das tubulações seja maior que o largura das paredes, o projeto deve prever montantes duplos. Assim como nas instalações de água fria e quente, os pontos de saída destas instalações podem ser fixados na estrutura da divisória, diretamente nos montantes ou ainda nas chapas de gesso. Pode-se executar cortes nas abas ou na alma, desde que não ultrapassem 10 cm de comprimento, assegurando a fixação das extremidades a pelo menos 10 cm do corte.

3.5.5.4 Instalações de gás

A passagem de tubulações de gás no interior das vedações verticais em gesso acartonado é proibida pela NBR 15578-1 (ABNT, 2009). Esta proibição se deve ao fato de que, em caso de vazamento, o gás poderá se alastrar para mais de um ambiente ou apartamento, dificultando a localização do foco de vazamento e aumentando o risco de incêndio. No caso de passagem no interior das paredes, deve-se submeter o projeto ao organismo local responsável pelo fornecimento de gás.

3.5.5.5 Colocação de lã mineral

A lã mineral (lã de vidro ou lã de rocha) deve ser posicionada e instalada antes do fechamento total das paredes. Esta deve ser colocada entre os montantes, acompanhando o espaçamento destes, de tal forma a assegurar uma distribuição uniforme no interior da parede, evitando-se espaços vazios (ABNT NBR 15578-1, 2009).

Devem ser colocadas no interior das paredes sempre com o uso de luvas e máscara. Caso a espessura da lã seja menor do que a espessura dos perfis, devem ser utilizados ganchos ou outro aparato que propicie o contato entre a lã mineral e a face interna de uma das placas da divisória, de forma a eliminar qualquer espaço vazio entre os materiais (KNAUF, 2014).

A NBR 15578-1 (ABNT, 2009) ainda pondera que caso haja tubulações internas juntamente com a lã deve-se executar, se necessário, um corte em uma das faces da lã a fim de facilitar o envolvimento da tubulação.

3.5.6 Colocação das chapas de gesso acartonado

É recomendado pela NBR 15578-1 (ABNT, 2009) que as chapas de gesso devem possuir altura de 10 mm menor que o pé-direito do local a serem instaladas. Estas devem ser posicionadas verticalmente, encostando-as no teto e apoiando-as nos montantes, deixando a folga na parte inferior.

Ainda segundo as orientações da norma, deve-se manter as juntas desencontradas em relação às da outra face e, no caso de chapas duplas, as juntas da segunda camada devem ser defasadas da primeira.

As chapas devem ser parafusadas aos montantes com espaçamento entre os parafusos de 25 cm a 30 cm e no mínimo a 10 mm da borda da chapa. Em caso de duas camadas de chapas de gesso, em uma mesma face da parede, recomenda-se aparafusar a primeira camada nos montantes com espaçamento entre os parafusos de 50 cm a 60 cm, enquanto que o espaçamento entre parafusos da segunda camada a cada 25 cm ou 30 cm (KNAUS, 2014)

Conforme o item 3.3.3 e a figura 5 deve-se tomar toda a precaução quando se coloca os parafusos na placa de gesso, a fim de que as cabeças dos parafusos não perfurem todo o cartão da chapa nem apresentem saliência.

3.5.7 Tratamentos das juntas

As chapas de gesso comumente utilizadas nas divisórias internas possuem suas bordas rebaixadas para que o encontro de duas placas, após o tratamento com massa e fita, se tenha um aspecto de unicidade e homogeneidade da divisória. O procedimento básico de tratamento desse tipo de junta, descrito pela NBR 15758-1 (ABNT, 2009), inicia com a aplicação de uma camada de massa específica para esse fim e a colocação de uma fita de papel micro perfurado no eixo da junta, cuidando para que não haja enrugamento nem formação de bolhas na fita. Esse procedimento ocorre todo de uma só vez e, após a secagem da primeira camada de massa, pode ser aplicada mais uma camada fina de massa para o nivelamento correto entre as placas. Terminado o prazo de cura do material utilizado para o tratamento das juntas, a norma ainda aconselha lixar a região para eliminar rebarbas e ondulações.

Além disso, a norma ainda indica que as cabeças dos parafusos que fixam as placas também devem ser tratadas. Por isso é importante que as mesmas 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 da secagem da massa, repetir a aplicação. Também é recomendado lixar a região depois que a segunda demão de massa estiver seca.

Nos cantos vivos a norma prevê a utilização de uma fita com reforço metálico, que aumenta a resistência destes locais contra possíveis impactos. A aplicação de massa é idêntica ao caso do tratamento das juntas entre placas.

3.6 VANTAGENS DE SE UTILIZAR O SISTEMA DE DIVISÓRIAS INTERNAS EM GESSO ACARTONADO

A gama de oportunidades oferecidas pelo subsistema de gesso acartonado em relação a sua funcionalidade torna mais prática sua utilização perante as distintas etapas nas construções. Como exemplo pode-se citar: revestimento, forros e divisória, entre outros (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS FABRICANTES DE DRYWALL, 2022).

Conforme a Associação Brasileira do Drywall (2022), são diversos os benefícios proporcionados pelo subsistema de divisórias internas em gesso acartonado. Entretanto, a organização esclarece que a utilização adequada e a prestação de mão de obra qualificada se fazem imprescindível a fim de que os resultados estejam em conformidade com o previsto. A seguir, estão expostos os benefícios de se utilizar o subsistema, os quais, vinculados a uma boa execução, trazem um resultado final satisfatório em relação ao desempenho das divisórias.

3.6.1 Ganho de área

Segundo Sabbatini (1998), 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 pode ser vantajoso para apartamentos com áreas reduzidas em que muitas vezes são difíceis de conceber projetos

de ocupação.

Ainda segundo o autor, 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 divisórias.

3.6.2 Rapidez na execução

A divisória em gesso acartonado possui um processo de execução rápido, começando pelos materiais empregados. Como são pré-fabricados, eles atendem as normas, diminuindo a preocupação de conferência e aumentando a produtividade de execução das divisórias (SILVA, 2000).

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 (SABBATINI, 1998). Em obras como empreendimentos hoteleiros, comerciais e cinemas, onde o prazo de entrega é ainda menor, o gesso acartonado foi bastante aceito (LEAL, 2005).

3.6.3 Desperdícios mínimos e redução de resíduos no canteiro

Os perfis utilizados chegam em feixes amarrados e os painéis em paletes. Por chegarem separadamente, acabam favorecendo a estocagem e manejo, conduzindo para menores perdas e retrabalho. A montagem do sistema também diminui a geração de entulho e desperdícios, isso porque não são utilizados materiais como argamassa para assentamento de blocos cerâmicos e é possível realizar o embutimento das instalações prediais, sem necessidade de rasgos comumente executado em sistema tradicional (NEVES; OLIVEIRA, 2008).

As perdas no canteiro de obras com relação às chapas de gesso acartonado, segundo a Associação Brasileira do Drywall (2011), são da ordem de 3% a 5% do consumo. Os retalhos de chapas, resultantes do processo de montagem do sistema, correspondem por uma parcela significativa da geração do resíduo.

Pelo fato de não se utilizar alvenaria de bloco cerâmico, argamassa e de a execução de reboco interno ser suprimida, materiais e etapas estas que geram sujeira e resíduos, a utilização das divisórias internas em gesso acartonado impacta menos no que diz respeito à geração de resíduos no canteiro de obra, tornando o ambiente de trabalho mais limpo e menos insalubre, o que reduz o trabalho e conseqüentemente a mão de obra empregada para esta finalidade (DUARTE, 2014).

3.6.4 Redução da mão de obra

Como a execução deste tipo de divisória é mais rápida, a relação m^2 / homem necessita menos tempo de trabalho para o mesmo serviço caso este fosse executado em alvenaria de bloco cerâmico. A produtividade se eleva junto com a qualidade das condições de trabalho, em que não há produtos químicos ou cargas pesadas, diminuindo assim os riscos de acidentes de trabalho (NEVES; OLIVEIRA, 2008).

Para Ceotto (2005), deve-se considerar também que o pessoal envolvido na construção é significativamente menor, refletindo em economia nos serviços de apoio como alojamento, refeitório, higiene (sanitários, chuveiros), equipamentos de segurança, etc.

3.6.5 Versatilidade e flexibilidade

O sistema proporciona praticidade em fazer alterações na planta com o mínimo de custos e inconvenientes (COMAT, 2009).

Seja qual for o tipo de construção de interiores, em paredes novas ou não, o sistema de divisórias internas em gesso acartonado pode ser utilizado (VIEIRA, 2006). Sua versatilidade se estende nas diversas opções de revestimentos que podem ser aplicados, nas formas que podem ser executadas, como por exemplo divisórias em curva e também na possibilidade de serem desmontadas, facilitando a mudança de layouts (GUIA PLACO, 2014).

Segundo Dias e Oliveira (2008), as pessoas não trocam tanto de apartamento como antes, o que as levaria a considerar a facilidade de mudança de layout e instalações. O gesso acartonado permite essas mudanças com mais facilidade, o que é uma das vantagens do sistema.

Para as construtoras é benéfica a possibilidade de mudança de layout propiciada pelo sistema, uma vez que assim é possível diversificar as opções de plantas ofertadas, podendo potencializar as vendas ao personalizar as unidades e alcançar um número maior de clientes com diferentes necessidades.

3.6.6 Facilidade na execução das instalações prediais

As divisórias internas em gesso acartonado, por serem ocas, conseguem alojar com facilidade qualquer tipo de sistema predial, permitindo inclusive modificações futuras, como por exemplo a adição de novas instalações, sem qualquer necessidade de rasgos adicionais devido ao espaço livre entre as placas, disponíveis para tubulações e eletrodutos (CEOTTO, 2005).

3.6.7 Sistema mais leve

Segundo Sabbatini (1998), 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.

O autor também pondera que 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 e, portanto, necessidade de aumento no volume de concreto no 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.

3.6.8 Conforto termo acústico

As divisórias em gesso acartonado se destacam no quesito conforto termo acústico por possuírem uma camada de ar entre suas placas constituintes do subsistema, havendo uma menor transmissão da energia sonora e assim maior capacidade de isolamento, podendo ser ainda melhorada com o acréscimo de mais placas ou material absorvente para contribuir com a perda de energia através da absorção sonora e pela eliminação de possíveis ressonâncias na

cavidade (GROTRA, 2009).

O material absorvente mais usado é a lã de vidro, reconhecida mundialmente também como um dos melhores isolantes térmico e acústico. Pelo ótimo coeficiente de absorção em virtude da porosidade da lã, a onda que entra em contato com ela é rapidamente absorvida (COMAT, 2009).

3.6.9 Facilidade em reparos

Mais uma vantagem do sistema de divisórias internas em gesso acartonado é a facilidade em reformas e reparos, os quais são limpos e ágeis. A agilidade é um ponto positivo se tratando na diminuição do transtorno de reparos. Outro benefício é a facilidade em detalhes decorativos, como nichos, luz direta e paredes em curva (PLACO DO BRASIL, 2022).

O procedimento de sequência lógica desenvolvido na execução facilita muito na questão de eliminar retrabalho, já que tudo é conferido antes da próxima etapa, exemplo disso é a etapa da colocação das tubulações antes do fechamento da parede com a segunda placa de gesso acartonado fazendo que não ocorra corte posterior para a passagem de alguma instalação (VIEIRA, 2006).

3.6.10 Movimentação e estocagem

Um caminhão pesando cerca de 40 toneladas, carrega em média 1.500m² de chapas de gesso acartonado, o que equivale a 750m² de divisória, considerando uma chapa em cada lado desta. Como as chapas são estocadas umas sobre a outras, a área ocupada é menor que a mesma metragem de produtos tradicionais, como tijolo e blocos (COMAT, 2009).

Em termos de quantidade de viagens necessárias para a execução de uma mesma metragem de divisória, o transporte interno em uma obra vertical se sobressai comparando com uma divisória feita em alvenaria. A redução do transporte vertical e horizontal no canteiro de obras já desencadeia o menor número de mão de obra, riscos, barulho e sujeira, fatores estes não quantificados diretamente em termos financeiros, mas em tempo, qualidade de trabalho e do produto final (VIEIRA, 2006).

3.7 DESVANTAGENS DO SISTEMA DE DIVISÓRIAS INTERNAS EM GESSO ACARTONADO

Lessa (2005) e Tanigutti e Barros (1998) explanam em seus artigos algumas desvantagens de se utilizar divisórias internas em gesso acartonado, tais como:

- a) Em ambientes com alto índice de umidade relativa do ar, tende-se ao desenvolvimento de fungos nos cartões do gesso;
- b) Possíveis vazamentos acidentais podem provocar danos irreversíveis às divisórias;
- c) Quando não preenchido adequadamente, os espaços internos podem abrigar ninhos e esconderijos para insetos;
- d) Som oco, quando a divisória é percutida. Esse atributo é específico do material e, por conseguinte, nada pode ser feito;
- e) Necessidade de reforço na estrutura em caso de cargas pontuais acima de 35 kgf;
- f) Sensibilidade a umidade, inviabilizando o uso em fachadas;
- g) Necessidade de nível organizacional elevado para obter vantagens potenciais;
- h) Barreira cultural do construtor e do consumidor.

3.8 DESEMPENHO DAS DIVISÓRIAS INTERNAS EM GESSO ACARTONADO

A NBR 15575, publicada em 2013 e revisada em 2021, a Norma de Desempenho foi criada para estabelecer critérios mínimos que devem ser atendidos por construtoras, a fim de garantir aos usuários segurança, conforto em uso e produtos de qualidade, independentemente dos materiais constituintes das edificações habitacionais e do sistema construtivo utilizado (ABNT, 2021). A norma determina três níveis de classificação para o desempenho de elementos de uma edificação: mínimo, intermediário e superior.

A norma é dividida em 6 partes, sendo que a primeira trata a respeito dos requisitos gerais de desempenho e as outras 5 partes sobre os sistemas que compõem uma edificação.

Essa norma se aplica apenas às obras iniciadas após a data da entrada em vigor da NBR 15575, em 2013. Para o sistema de vedações verticais internas e externas (Parte 4, ABNT, 2021) são estabelecidos requisitos relativos ao desempenho estrutural, segurança contra incêndio, segurança no uso e operação, estanqueidade, desempenho térmico, acústico, desempenho lumínico, durabilidade e manutenção, saúde, conforto antropodinâmico e adequação ambiental. Dessa forma, os elementos a serem analisados devem ser ensaiados conforme os critérios da norma.

Nos subcapítulos que se sucedem serão abordados os desempenhos térmico, acústico, estrutural, frente à umidade e frente ao fogo das divisórias internas em gesso acartonado.

3.8.1 Desempenho térmico

A avaliação do desempenho térmico do edifício consiste em verificar se os cômodos atendem aos requisitos determinados em função das exigências dos usuários com relação ao conforto térmico (AKUTSU, 2004).

Porém, há uma dificuldade em se estabelecer esse critério de desempenho, pois o conforto térmico é subjetivo ao ser humano e várias são as grandezas envolvidas que interferem no desempenho térmico do edifício (AKUTSU, 1998).

Este depende de fatores como as condições climáticas do local, o projeto arquitetônico e o sistema construtivo empregado nas suas vedações (SALES; AKUTSU, 2014).

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).

Em seu trabalho de conclusão de curso, a engenheira Bianca Benvenitti (2020) fez um

comparativo do comportamento térmico de diferentes composições de painéis de vedação do sistema *light steel framing*, cuja sua configuração é composta por diversas camadas de materiais, inclusive utilizando chapas de gesso acartonado. Ela determinou, através de cálculos das resistências térmicas de cada um dos componentes das camadas, a resistência térmica total do sistema bem como sua transmitância térmica, parâmetros estes que a NBR 15575-4 estabelece requisitos mínimos para o desempenho térmico dos sistemas de vedações verticais. De forma análoga, pelo fato das divisórias de gesso acartonado serem compostas por diferentes camadas, é possível fazer o dimensionamento das diferentes espessuras e tipos de materiais empregados em sua composição, visando atender o desempenho térmico esperado para cada ambiente.

3.8.2 Desempenho acústico

O som ocorre quando um meio elástico é perturbado, excitando o sistema auditivo, gerando o fenômeno da audição. 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 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO DRYWALL, 2018).

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).

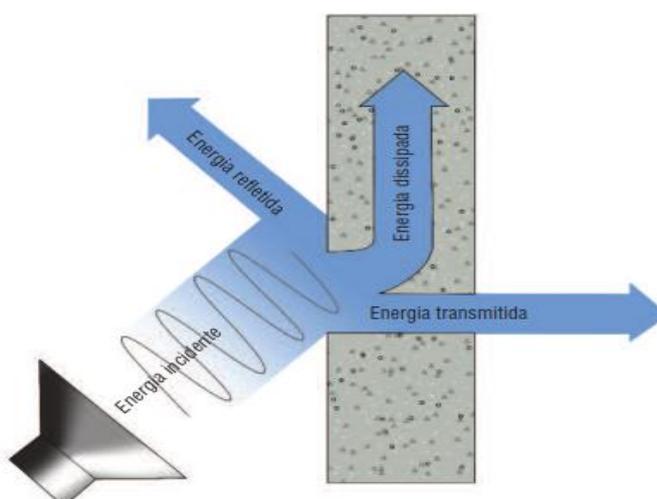
Como a NBR 15575-1 exige que exista condições mínimas de isolamento acústico nas edificações (ABNT, 2021), cabe definir o que é isolamento acústico (ou sonoro), que segundo Greven (2006) se refere à capacidade de certos materiais formarem uma barreira, impedindo que o som (ruído) alcance o homem. Ainda segundo o autor, 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.

Tanigutti (1999) em sua dissertação de mestrado elenca 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.

Quando uma onda sonora incide sobre uma superfície ou parede, acontecem três fenômenos: reflexão, absorção e transmissão, conforme demonstra a figura 9. A reflexão é o fenômeno que ocorre quando a onda sonora se choca contra uma superfície e se reflete, retornando para o ambiente (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO DRYWALL, 2018).

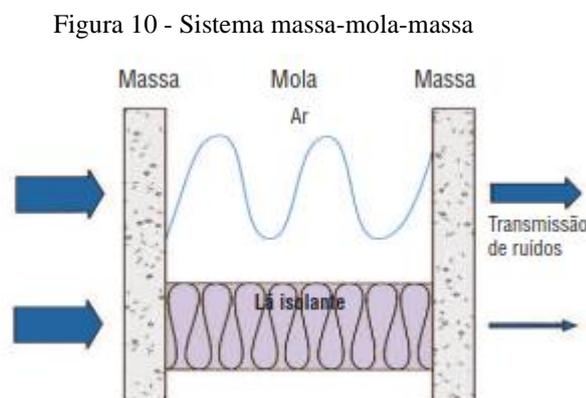
Figura 9 – Onda sonora incidindo sobre uma superfície



(Fonte: Associação Brasileira do Drywall, 2018)

A isolamento sonora é a capacidade dos materiais ou sistemas construtivos de formarem uma barreira, reduzindo a transmissão do som para outros ambientes. No caso das divisórias de gesso acartonado, a maneira de isolar essa passagem do som é utilizando o sistema massa-mola-massa, representado de forma esquemática na figura 10, e que 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). A eficiência do sistema se deve ao fato de ocorrer uma fricção, que converte parte da energia sonora em calor, entre a onda sonora e o novo meio (o

ar ou um material fibroso como lã de isolante). O isolamento acústico é resultado dessa diminuição de intensidade energética proporcionado pelo sistema, cuja eficiência é dada pela descontinuidade dos meios (PLACO DO BRASIL, 2014).



(Fonte: Associação Brasileira do Drywall, 2018)

Segundo a NBR 15575-4 (ABNT, 2021) o desempenho acústico deve ser avaliado para vedações internas segundo os níveis de ruídos permitidos na habitação. Existem dois critérios de avaliação para esse parâmetro: a diferença padronizada de nível ponderado entre ambientes ($D_{nt,w}$) e o índice de redução sonora ponderada (R_w) de componentes construtivos utilizados nas vedações entre ambientes, verificados em ensaios de laboratório. A tabela 4 mostra os valores retirados da NBR 15575 (ABNT, 2021) para o critério e nível de desempenho mínimo, $D_{nt,w}$, de isolamento a ruído aéreo de vedações internas.

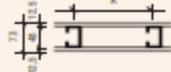
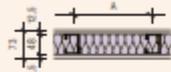
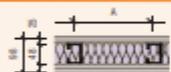
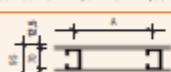
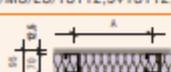
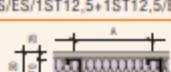
Tabela 4 - Critérios e nível de desempenho mínimo, $D_{nT,w}$, de isolamento a ruído aéreo de vedações internas

Item	Elemento	$D_{nT,w}$ dB
A	Parede entre unidades habitacionais autônomas (parede de geminação), nas situações onde não haja ambiente dormitório	≥ 40
B	Parede entre unidades habitacionais autônomas (parede de geminação), no caso de pelo menos um dos ambientes ser dormitório	≥ 45
C	Parede cega de dormitórios entre uma unidade habitacional e áreas comuns de trânsito eventual, como corredores e escadaria dos pavimentos	≥ 40
D	Parede cega de salas e cozinhas entre uma unidade habitacional e áreas comuns de trânsito eventual, como corredores e escadaria dos pavimentos	≥ 30
E	Parede cega entre uma unidade habitacional e áreas comuns de permanência de pessoas, atividades de lazer e atividades esportivas, como <i>home theater</i> , salas de ginástica, salão de festas, salão de jogos, banheiros e vestiários coletivos, cozinhas e lavanderias coletivas	≥ 45
F	Conjunto de paredes e portas de unidades distintas separadas pelo <i>hall</i> ($D_{nT,w}$ obtida entre as unidades)	≥ 40

(Fonte: Associação Brasileira do Drywall, 2018)

Segundo a Associação Brasileira do Drywall (2018) e conforme demonstra a tabela 5, é possível atingir pelo menos o nível mínimo de desempenho acústico para diversas configurações de divisórias em gesso acartonado.

Tabela 5 – Nível de isolamento acústico para diversas configurações de divisórias

Corte da parede e designação	A = Distância entre montantes (mm)	Altura limite da parede (m)		Quantidade de chapas	Espessura das chapas (mm)	Isolamento acústico R_w (dB)	Resistência ao fogo (minutos)		Peso da parede (kg/m ²)
		Montantes					Chapas		
		Simples	Duplo				ST ou RU	RF	
 73/48/A/MS/ES/1ST12,5+1ST12,5/BR	600	2,50	2,90	2	12,5	35 a 39	CF 30	CF 30	22
	400	2,70	3,25						
 73/48/A/MS/ES/1ST12,5+1ST12,5/BR/1LI50	600	2,50	2,90	2	12,5	40 a 44	CF 30	CF 30	23
	400	2,70	3,25						
 98/48/A/MS/ES/2ST12,5+2ST12,5/BR/1LI50	600	2,90	3,50	4	12,5	50 a 54	CF 60	CF 90	43
	400	3,20	3,80						
 95/70/A/MS/ES/1ST12,5+1ST12,5/BR	600	3,00	3,60	2	12,5	35 a 39	CF 30	CF 30	22
	400	3,30	4,05						
 95/70/A/MS/ES/1ST12,5+1ST12,5/BR/1LI70	600	3,00	3,60	2	12,5	45 a 49	CF 30	CF 30	23
	400	3,30	4,05						
 120/70/A/MS/ES/2ST12,5+2ST12,5/BR/1LI70	600	3,70	4,40	4	12,5	50 a 54	CF 60	CF 90	43
	400	4,10	4,80						

(Fonte: Associação Brasileira do Drywall, 2018)

3.8.3 Desempenho estrutural

Segundo Sabbatini (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 (ABNT, 2021), que trata do desempenho para sistemas de vedações verticais internas e externas (SVVIE), define estado limite último como sendo o 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.

Já em relação ao estado limite de serviço, a mesma norma define como sendo o 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.

Para Tanigutti (1999), os fatores que influenciam na resistência das vedações internas 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 montantes;
- g) Espaçamentos dos parafusos e forma de fixação das chapas de gesso à estrutura suporte.

Segundo a NBR 15575-4, as SVVIE precisam atingir um nível mínimo de desempenho em sete requisitos, que são balizados através de alguns critérios de avaliação. A tabela 6 relaciona os requisitos estipulados para as SVVIE com os seus respectivos critérios.

Tabela 6 – Requisitos e critérios de desempenho estrutural para SVVIE segundo a NBR 15575-4

REQUISITO	CRITÉRIO
1. ESTABILIDADE E RESISTÊNCIA DOS SVVIE	ESTADO-LIMITE ÚLTIMO
2. DESLOCAMENTOS, FISSURAS E OCORRÊNCIA DE FALHAS NOS SVVIE	LIMITAÇÃO DE DESLOCAMENTOS, FISSURAS E DESLOCAMENTOS
3. SOLICITAÇÕES DE CARGAS PROVENIENTES DE PEÇAS SUSPENSAS ATUANTE NOS SVVIE	CAPACIDADE SUPORTE PARA AS PEÇAS SUSPENSAS
4. IMPACTO DE CORPO MOLE NOS SVVIE, COM OU SEM FUNÇÃO ESTRUTURAL	RESISTÊNCIA A IMPACTOS DE CORPO MOLE
5. AÇÕES TRANSMITIDAS POR PORTAS	AÇÕES TRANSMITIDAS POR PORTAS INTERNAS E EXTERNAS
6. IMPACTO DE CORPO DURO INCIDENTE NOS SVVIE, COM OU SEM FUNÇÃO ESTRUTURAL	RESISTÊNCIA A IMPACTOS DE CORPO DURO
7. CARGAS DE OCUPAÇÃO INCIDENTES EM GUARDA-CORPOS E PARAPEITOS DE JANELAS	AÇÕES ESTÁTICAS HORIZONTAIS, ESTÁTICAS VERTICAIS E DE IMPACTOS INCIDENTES EM GUARDA-CORPOS E PARAPEITOS

(Fonte: Adaptado da NBR 15575-4 ABNT, 2022)

As divisórias internas em gesso acartonado devem ser dimensionadas de acordo com os esforços previstos para o ambiente na qual estas serão utilizadas.

3.8.4 Desempenho frente à umidade

As vedações verticais internas podem sofrer a ação da água de diversas maneiras, especialmente em ambientes molháveis, como banheiro e cozinha, onde temos operações de limpeza ou de utilização. Segundo Tanigutti (1999) os maiores problemas em áreas molháveis referem-se a falhas em pinturas impermeabilizantes, nos rejuntas de azulejos e na junção entre parede e piso, sendo tais problemas observados com maior frequência na parte inferior das vedações do box do banheiro.

Para a utilização de chapas de gesso acartonado como elemento de fechamento em áreas molháveis é recomendada a utilização de chapas resistentes à umidade, também conhecidas como RU, detalhadas no item 3.8.1.3. Além disso, segundo a NBR 15758-1 (ABNT,2009) deve ser aplicado um sistema de impermeabilização flexível, subindo a uma altura de pelo menos 20 cm acima do piso, obedecendo ao projeto de impermeabilização que atenda à ABNT NBR 9575.

Nas áreas expostas ao vapor da água, como o box do banheiro, deve-se empregar uma camada

de proteção sobre a chapa de gesso, sendo comum o emprego de revestimentos cerâmicos (FERUSON, 1996).

Segundo a NBR 15575-4 (ABNT, 2021) os SVVIE devem ser estanques, não permitindo a infiltração de água, através de duas faces, quando em ambientes de áreas molháveis e molhadas. Em relação ao critério de avaliação, a norma diz que a quantidade de água que penetra não pode ser superior a 3cm^3 , por um período de 24 horas, em uma área exposta com dimensões de 34cm x 16cm, sendo que é necessário utilizar um ensaio para medir o volume de água que eventualmente infiltra na parede.

Conforme explorado no item 3.8.1.3, que trata a respeito das placas resistentes à umidade, ao se utilizar este material como meio de fechamento de divisórias internas em áreas expostas a umidade, é possível atender aos critérios exigidos pela norma de desempenho.

3.8.5 Desempenho frente ao fogo

As características dos materiais construtivos frente ao fogo podem desempenhar papel preponderante na evolução de um eventual incêndio (MITIDIERI, 2009).

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

As duas moléculas de água existentes na molécula de gipsita, principal componente das placas de gesso acartonado, representam 20% do peso da chapa, e sob a ação do fogo são liberadas na forma de vapor d'água, retardando a ação deste (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO DRYWALL, 2018). O cartão, por ser uma película fina, não agrava o poder calorífico da chapa, que é de 1.100 Kcal/cm^2 , sendo esta classificada na categoria II-A de acordo com os critérios da NBR 9442, 2019 (PLACO DO BRASIL, 2014).

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.

Segundo a Associação Brasileira do Drywall (2018) as paredes de gesso acartonado, devido à sua concepção e às características dos materiais envolvidos, possibilitam uma grande gama de montagens, atendendo às necessidades e exigências de desempenho com relação à segurança ao fogo. A tabela 7 apresenta o desempenho frente ao fogo de diversas composições de paredes em gesso acartonado.

Tabela 7 – Resistência ao fogo de paredes em chapas de gesso acartonado

Itens	Designação das paredes	Espessura total da parede em mm	Largura da estrutura em mm	Distância entre montantes em mm	Chapas de gesso		Altura máxima da parede em m		Resistência ao fogo CF (corta fogo)	
					Quantidade	Espessura em mm	Montantes Simples	Duplo	Tipos de chapas ST ou RU	RF
1	73/48/600/1CH 12,5 - 1CH 12,5	73	48	600	2	12,5	2,50	2,90	CF30	CF30
2	73/48/400/1CH 12,5 - 1CH 12,5	73	48	400	2	12,5	2,70	3,25	CF30	CF30
3	98/48/600/2CH 12,5 - 2CH 12,5	98	48	600	4	12,5	2,90	3,50	CF60	CF90
4	98/48/400/2CH 12,5 - 2CH 12,5	98	48	400	4	12,5	3,20	3,80	CF60	CF90
5	108/48/600/2CH 15 - 2CH 15	108	48	600	4	15	3,00	3,60	CF90	CF120
6	108/48/400/2CH 15 - 2CH 15	108	48	400	4	15	3,30	3,90	CF90	CF120
7	95/70/600/1CH 12,5 - 1CH 12,5	95	70	600	2	12,5	3,00	3,60	CF30	CF30
8	95/70/400/1CH 12,5 - 1CH 12,5	95	70	400	2	12,5	3,30	4,05	CF30	CF30
9	120/70/600/2CH 12,5 - 2CH 12,5	120	70	600	4	12,5	3,70	4,40	CF60	CF90
10	120/70/400/2CH 12,5 - 2CH 12,5	120	70	400	4	12,5	4,10	4,80	CF60	CF90
11	130/70/600/2CH 15 - 2CH 15	130	70	600	4	15	3,80	4,50	CF90	CF120
12	130/70/400/2CH 15 - 2CH 15	130	70	400	4	15	4,20	4,90	CF90	CF120
13	115/90/600/1CH 12,5 - 1CH 12,5	115	90	600	2	12,5	3,50	4,15	CF30	CF30
14	115/90/400/1CH 12,5 - 1CH 12,5	115	90	400	2	12,5	3,85	4,60	CF30	CF30
15	140/90/600/2CH 12,5 - 2CH 12,5	140	90	600	4	12,5	4,20	5,00	CF60	CF90
16	140/90/400/2CH 12,5 - 2CH 12,5	140	90	400	4	12,5	4,60	5,50	CF60	CF90
17	150/90/600/2CH 15 - 2CH 15	150	90	600	4	15	4,30	5,10	CF90	CF120

(Fonte: Associação Brasileira do Drywall, 2018)

O item 8 da NBR 15575-4 (ABNT, 2021) refere-se à segurança contra incêndio das vedações verticais e tem como objetivo garantir os seguintes requisitos em relação ao desempenho dos SVVIE:

- a) Dificultar a ocorrência da inflamação generalizada;
- b) Dificultar a propagação do incêndio;
- c) Preservar a estabilidade estrutural da edificação.

4. ESTUDO DE CASO

Motivado pelo desafio em que a mudança de um sistema construtivo traz para a execução de um empreendimento, o presente estudo de caso se destina a descrever os desafios e adaptações enfrentados por uma construtora na implementação do subsistema de divisórias internas em gesso acartonado em um edifício residencial localizado na cidade de Porto Alegre.

Para utilizar este método construtivo em seu empreendimento, alguns subsistemas ao serem compatibilizados com este tipo de divisória, tiveram de ser modificados afim de se adequarem e permitirem a sua correta execução.

A empresa, que atua há mais de 30 anos no ramo da construção civil e que até então utilizava alvenaria convencional em bloco cerâmico como meio de divisória interna, possui uma cronologia muito bem estabelecida em termos de sequência de serviços que compõem uma edificação. Neste sentido, o aspecto cronológico de serviços também teve de ser adaptado às necessidades que as divisórias internas em gesso acartonado possuem.

Todos estes aspectos serão abordados neste capítulo, cuja fonte teve origem nas observações através da vivência do dia a dia no canteiro no decorrer da execução deste empreendimento bem como através de entrevistas com os responsáveis pelo gerenciamento da obra e dos demais setores da empresa.

4.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

Antes de abordar o estudo de caso em si, é importante contextualizar e descrever alguns itens que serão relevantes para o desenvolvimento do trabalho. Em decorrência disto, este item abordará uma breve descrição sobre a construtora e o empreendimento no qual o estudo foi realizado.

4.1.1 A construtora

O estudo de caso foi desenvolvido dentro de um canteiro de obras na cidade de Porto Alegre. A construtora e incorporadora responsável pela edificação possui empreendimentos residenciais em Porto Alegre, além de loteamentos nas cidades de Eldorado do Sul e Criciúma. A empresa foi fundada em Santa Catarina há cerca de 40 anos e migrou para a capital gaúcha há 21 anos. Em seu portfólio, possui mais de 530 mil m² construídos nos estados em que atua, além de já ter entregue mais de 1,4 mil apartamentos em Porto Alegre. A Figura 11 mostra a linha do tempo dos empreendimentos da empresa construídos em solo gaúcho.

Figura 11 – Linha do tempo dos empreendimentos da construtora em Porto Alegre



(Fonte: Elaborada pelo autor, 2022)

Atualmente, a empresa visa a expansão no mercado da construção civil, tendo a preocupação com a fidelização de clientes, visando atender investidores do mercado imobiliário.

A empresa objetiva entregar produtos de boa qualidade, investindo muito na conferência dos serviços no período de construção da edificação, conseguindo entregar apartamentos de qualidade com um bom padrão de acabamento. A construtora também investe no atendimento pós obra.

4.1.2 O empreendimento

O empreendimento no qual foi realizado o estudo de caso está localizado na zona central de Porto Alegre, mais precisamente no bairro Santana. Possui um total de 3695 m² de área construída. O edifício é composto por apenas uma torre com 8 pavimentos mais a cobertura. Possui diversas áreas condominiais que se adequam ao perfil de moradores ao qual o empreendimento foi elaborado, como espaço *coworking*, espaço *fitness* e lavanderia. A relação entre os pavimentos e ambientes que os compõem pode ser vista na tabela 8.

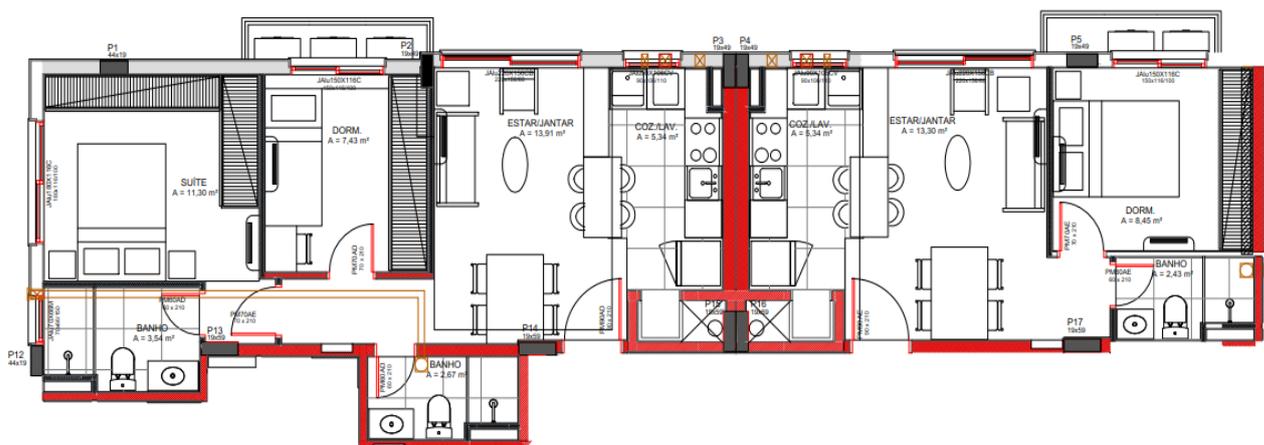
Tabela 8 – Pavimentos e ambientes que compõem o empreendimento

PAVIMENTO	AMBIENTES
TÉRREO	ESTACIONAMENTO, COWORKING, BICICLETÁRIO, PET PLACE, LOCKER, RESERVATÓRIO INFERIOR, BACIA DE AMORTECIMENTO
2º PAV.	ESTACIONAMENTO, LAVANDERIA, FITNESS, SALÃO DE FESTAS
3º PAV. - 8º PAV. (6X)	APARTAMENTOS
COBERTURA	COBERTURA IMPERMEABILIZADA E RESERVATÓRIOS SUPERIORES

(Fonte: Elaborada pelo autor, 2022)

O empreendimento possui 6 pavimentos tipo com 8 apartamentos por andar, totalizando 48 apartamentos. Em cada pavimento há 4 apartamentos de um dormitório, com cerca de 36 m² de área privativa, e 4 apartamentos com dois dormitórios, com cerca de 53 m² de área privativa. A unidade com um dormitório possui cozinha integrada com a lavanderia, sala, banheiro social e dormitório. Já o apartamento de dois dormitórios possui os mesmos cômodos que a outra opção de planta, porém é acrescida a este uma suíte. A figura 12 ilustra o layout dos dois modelos de apartamentos.

Figura 12 – Planta modelo dos apartamentos de dois dormitórios (à esquerda) e apartamentos de um dormitório (à direita)



(Fonte: Elaborada pelo autor, 2022)

A fachada do prédio é moderna e arrojada, com diversas tonalidades de cinza. Esta também possui detalhes em mini *waves* com o intuito de agregar à arquitetura da fachada, conforme mostra a figura 13.

Figura 13 – Fotografia da fachada do empreendimento estudado



(Fonte: Elaborada pelo autor, 2022)

4.1.3 Histórico de trabalho com gesso acartonado por parte da construtora

O edifício cujas características estão descritas no item 4.1.2, foi a primeira obra residencial em que a construtora utilizou divisórias internas em gesso acartonado. Entretanto, a empresa já havia utilizado estas placas de gesso para outras finalidades.

Até meados de anos de 2013 os shafts, (locais onde se concentram as tubulações verticais de esgoto, pluvial, água e ventilação de um edifício) eram feitos em alvenaria. Buscando facilitar o processo de uma possível manutenção nesta região, a partir 2014 a empresa adotou a estrutura em gesso acartonado como elemento de fechamento dos shafts.

A empresa também utilizava as placas de gesso acartonado como elemento de fechamento para forro rebaixado. Este tipo de revestimento de teto era utilizado em dois locais. Nos apartamentos eram usados nas circulações e áreas molhadas com intuito de esconder as instalações elétricas, hidráulicas e de climatização distribuídas horizontalmente e que ficavam sobrepostas na parte inferior da laje de concreto armado. Já nas áreas condominiais, além de encobrir as instalações, possuíam a função de dar um acabamento mais arrojado através da execução de elementos decorativos, como sancas de gesso.

4.1.4 Mão de obra utilizada na execução das divisórias internas em gesso acartonado

A mão de obra utilizada para a execução das divisórias internas em gesso acartonado foi terceirizada. Até três empreendimentos atrás, mais precisamente entre os anos de 2018 e 2019, as equipes operacionais eram compostas predominantemente por funcionários próprios da construtora. Este corpo de funcionários era composto por mais de 130 pessoas. Hoje a empresa possui cerca de apenas 20 colaboradores. Apesar de possuir funcionários próprios para outras funções, a empresa nunca contou com mão de obra que trabalhasse diretamente com gesso.

A empresa de mão de obra escolhia para a execução das divisórias internas em gesso acartonado possui cerca de 15 anos de atuação no mercado e já havia prestado serviços para a construtora. Este empreiteiro era responsável pela execução dos forros e shafts em gesso acartonado em praticamente todos os prédios construídos nos últimos 5 anos.

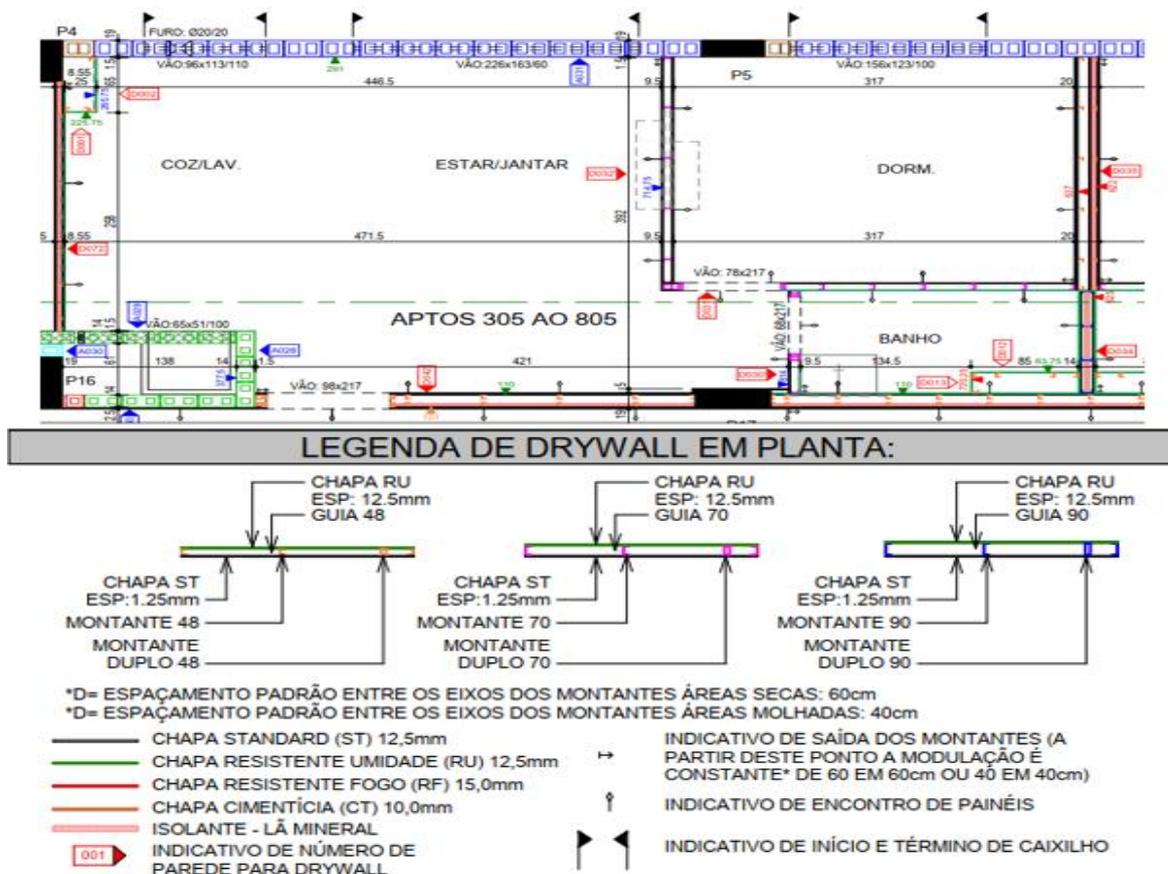
Os funcionários escolhidos para a atividade haviam atuado há cerca de 7 meses no empreendimento passado da construtora. Como a empresa possui um rígido processo para a manutenção da qualidade e os funcionários já haviam atuado recentemente em um de seus canteiros de obra, estes já estavam adaptados aos mecanismos de conferência dos serviços, onde logo após o término da atividade em um local este era inspecionado e só era liberado o prosseguimento para outro apartamento quando todos os itens não conforme haviam sido sanados.

A equipe era composta por um total de sete gesseiros, sendo que um destes também possuía a função de encarregado, e um masseiro, totalizando oito pessoas. A marcação e fixação das guias era realizada pelo encarregado. Posteriormente outros dois gesseiros faziam a fixação dos montantes. Na etapa de plaqueamento das divisórias e execução do forro de gesso dos apartamentos, etapas estas que eram realizadas de forma sequencial, cada gesseiro trabalhava individualmente em um apartamento. Para a circulação do pavimento, o plaqueamento e execução do forro de gesso eram realizados pelo encarregado em conjunto com algum outro gesseiro. Importante salientar que as placas de gesso em ambos os lados da estrutura eram fixadas na mesma etapa, diferentemente do que ocorre em algumas outras construtoras, onde estas etapas são fixadas na estrutura em momentos distintos. Por fim, o masseiro realizava o tratamento das juntas entre as placas.

4.1.5 Projeto das divisórias internas

A obra possuía dois projetos que auxiliavam nos trabalhos de execução das divisórias internas em gesso acartonado. Conforme mostrado na figura 14, a planta baixa do projeto de vedações continha informações importantes como os tipos de montantes, guias e placas a serem utilizadas, dimensões dos ambientes e distância em relação aos eixos de referência, que serviam para a locação das guias. A figura 14 também mostra a legenda contida no projeto, que possui grande importância para a correta interpretação da planta.

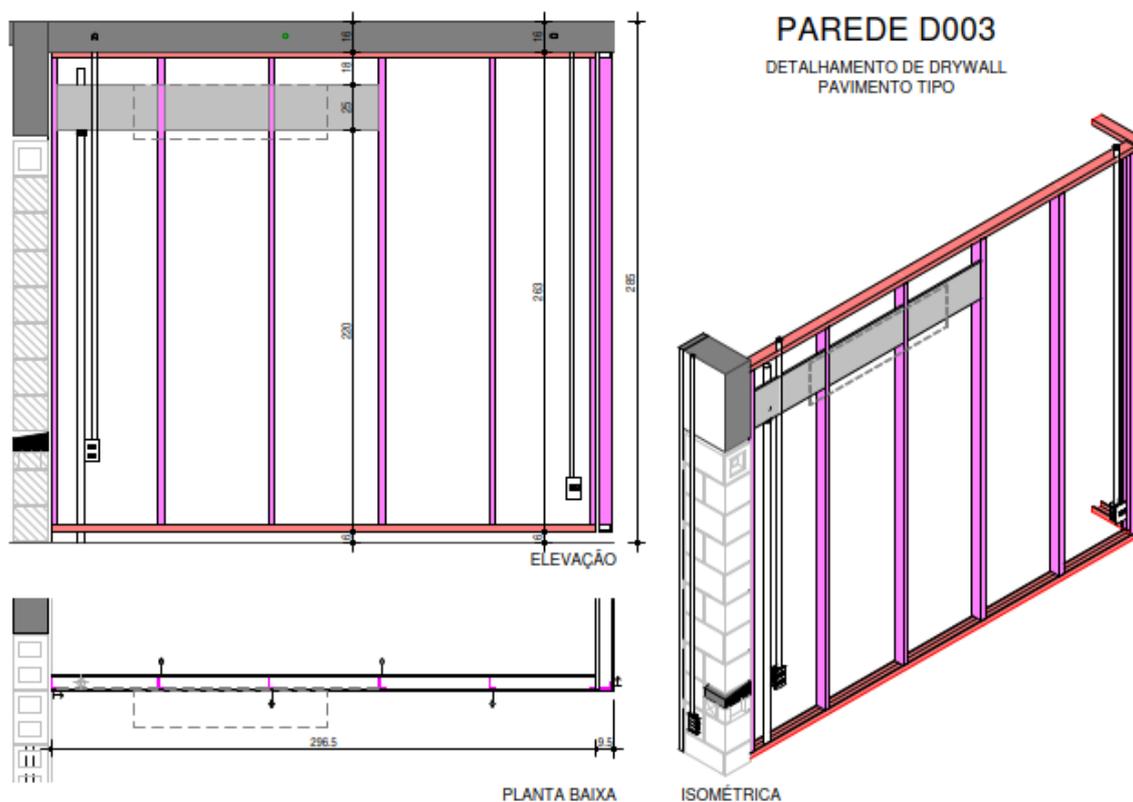
Figura 14 – Planta baixa das divisórias internas em gesso acartonado



(Fonte: Elaborada pelo autor, 2022)

Havia também o projeto das vistas isométricas de todas as paredes que compunham o pavimento tipo. Este projeto era importante pois nele havia informações como a necessidade ou não de reforços, detalhamentos construtivos e a disposição de dispositivos elétricos. A figura 15 mostra uma das vistas retiradas do projeto.

Figura 15 – Vista isométrica do projeto de vedação



(Fonte: Elaborada pelo autor, 2022)

Desde o empreendimento passado a construtora possui projeto de racionalização das divisórias internas. A diferença é que em seu último edifício o tipo de material utilizado para executar as divisórias internas havia sido bloco cerâmico.

Outro ponto importante a se salientar é de que a edificação não era composta apenas por divisória em gesso acartonado. As divisórias do perímetro da edificação, churrasqueiras, medidores de água e gás além da escadaria eram compostas por alvenaria em bloco cerâmico, conforme demonstrado na figura 16.

Figura 16 – Alvenaria em bloco cerâmico contidas no projeto de vedação



(Fonte: Elaborada pelo autor, 2022)

4.2 COMPATIBILIZAÇÃO DAS DIVISÓRIAS INTERNAS EM GESSO ACARTONADO COM OUTROS SISTEMAS

A correta compatibilização dos sistemas construtivos que compõem uma edificação é imprescindível para o bom funcionamento e desempenho dos mesmos. Este item tratará das alterações prévias que alguns subsistemas tiveram de sofrer para serem compatibilizados com as divisórias de gesso acartonado bem como algumas mudanças que deverão ser implementadas em empreendimentos futuros afim de uma melhor harmonização entre alguns sistemas construtivos.

4.2.1 Posicionamento da espera do gás para o aquecedor de água

Nos empreendimentos que utilizavam alvenaria em bloco cerâmico como meio de divisória interna, o ponto de espera para a alimentação do aquecedor de água sempre ficava posicionado no shaft das áreas de serviço. Conforme demonstrado na figura 17, este ponto era fixado em uma estrutura de aluzinco pré-fabricada, onde estava contida, além da espera do gás, outros aparatos hidráulicos como por exemplo os registros de alimentação de água fria da cozinha e do aquecedor.

Figura 17 – Local da espera do gás nos empreendimentos passados



(Fonte: Elaborada pelo autor, 2022)

Importante salientar que especialmente o ponto de saída do gás não vinha previamente fixado na estrutura de aluzinco, sendo colocado no quadro após a sua fixação nos montantes do shaft, pois não se sabia com exatidão onde ficaria a posição da tubulação vertical do gás. Isso não permitia que o quadro ficasse totalmente pronto de antemão. A fixação da espera de saída do gás era feita com fita perfurada e, em alguns casos, conforme demonstrado na figura 18, a estrutura de aluzinco acabava saindo de nível.

Figura 18 – Fixação da espera de saída do gás



(Fonte: Elaborada pelo autor, 2022)

Com a implementação das divisórias internas em gesso acartonado foi necessário mudar a posição deste ponto. Conforme mencionado no item 3.7.5.4, a NBR 15578-1 (ABNT, 2009) proíbe a passagem de tubulações de gás no interior deste tipo de vedação. Isto se deve ao fato de que, em caso de vazamento, o gás poderá se alastrar para mais de um apartamento, dificultando a localização do foco de vazamento e aumentando o risco de um possível incêndio. Como solução, conforme mostrado na figura 19, decidiu-se colocar a espera do gás na parede da periferia do prédio, que é feita com bloco cerâmico, eliminando a tubulação de ventilação do gás que ficava dentro do shaft.

Figura 19 – Nova posição da espera do gás para alimentação do aquecedor de água



(Fonte: Elaborada pelo autor, 2022)

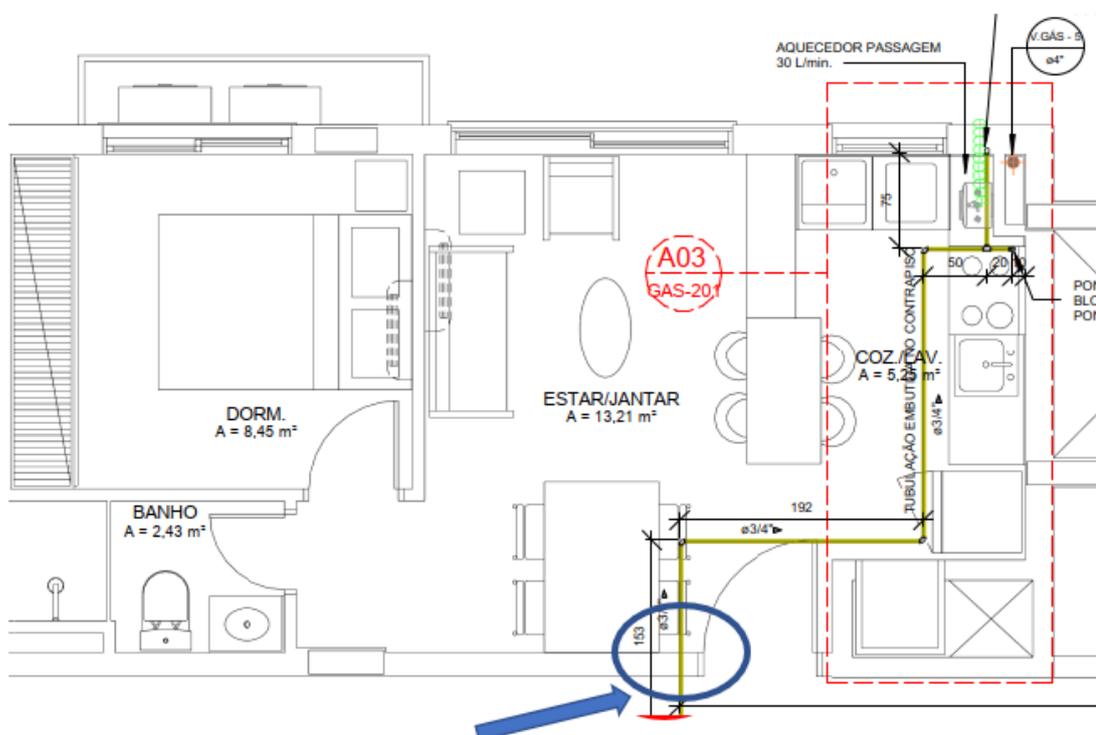
A mudança teve uma avaliação muito positiva e se perpetuará para os próximos empreendimentos, mesmo que estes possuam divisórias internas em bloco cerâmico. Isto se deve ao fato de que esta nova posição da saída do gás propicia uma maior proteção mecânica à tubulação, uma vez que a argamassa e o bloco cerâmico possuem maior rigidez quando comparados à placa de gesso acartonado, elimina a tubulação de ventilação para o gás que ficava dentro do shaft, facilita a identificação de um possível vazamento uma vez que com a eliminação da ventilação não há qualquer comunicação de entre um pavimento e outro, além de possibilitar que o quadro de aluzinco pudesse ser totalmente pré-fabricado, tornando o serviço mais padronizado.

4.2.2 Encaminhamento das tubulações de gás no contrapiso

A posição da entrada da tubulação de gás nos apartamentos sempre foi um item muito estudado pela construtora quando a mesma utilizava alvenaria em bloco cerâmico como meio de divisória interna em suas edificações. Como padrão, a construtora sempre evitou a

passagem destas tubulações por debaixo da soleira da porta de entrada, uma vez que esta geralmente é mais espessa do que os revestimentos tradicionais de piso, o que necessitaria uma perfuração do contrapiso para sua instalação e seu devido nivelamento com o outro sistema de piso, gerando um risco de perfuração da tubulação de gás com este procedimento. Como de costume, conforme a figura 20, no empreendimento estudado a tubulação horizontal de gás passou ao lado da soleira.

Figura 20 – Posição de entrada da tubulação de gás no empreendimento estudado



(Fonte: Elaborada pelo autor, 2022)

No momento da compatibilização entre o sistema de divisória e o encaminhamento das tubulações horizontais de gás não foi levado em conta a forma de fixação do novo tipo de divisória interna adotada. Em três apartamentos o parafuso de fixação das guias atravessou a tubulação de gás, o que foi visto pouco tempo antes da entrega do empreendimento no momento do teste do sistema. Conforme mostrado na figura 21, o porcelanato da circulação e o contrapiso dos apartamentos tiveram de serem quebrados para solucionar o vazamento de gás.

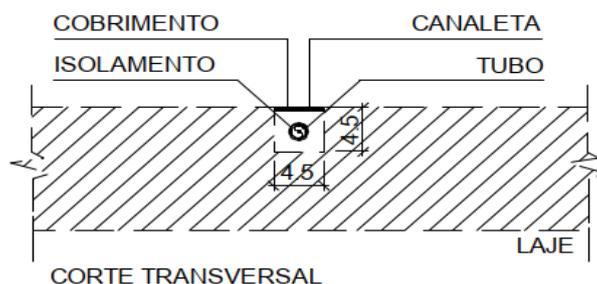
Figura 21 – Posição de entrada da tubulação de gás no empreendimento estudado



(Fonte: Elaborada pelo autor, 2022)

Para os próximos empreendimentos da construtora que utilizarão gesso acartonado como meio de divisória interna, estão sendo estudadas duas soluções para o problema. A primeira delas, conforme demonstra a figura 22 retirada do projeto de gás do edifício, é fazer uma canaleta no próprio concreto que serviria como caminho para a passagem da tubulação horizontal do sistema. O inconveniente seria a diminuição do cobrimento de concreto da armadura das lajes nestas posições. Outra alternativa seria pintar o contrapiso com uma tonalidade chamativa, como por exemplo a cor amarela, nos locais onde temos a passagem desta tubulação, o que serviria de alerta para que nada pudesse ser fixado neste trajeto. Independentemente da escolha adotada para a solução do problema, um projeto com o encaminhamento das tubulações de gás no contrapiso será entregue ao proprietário do imóvel afim de que este possa ter ciência do exato local por onde estas estão posicionadas.

Figura 22 – Alternativa para evitar a perfuração das tubulações de gás embutidas no contrapiso



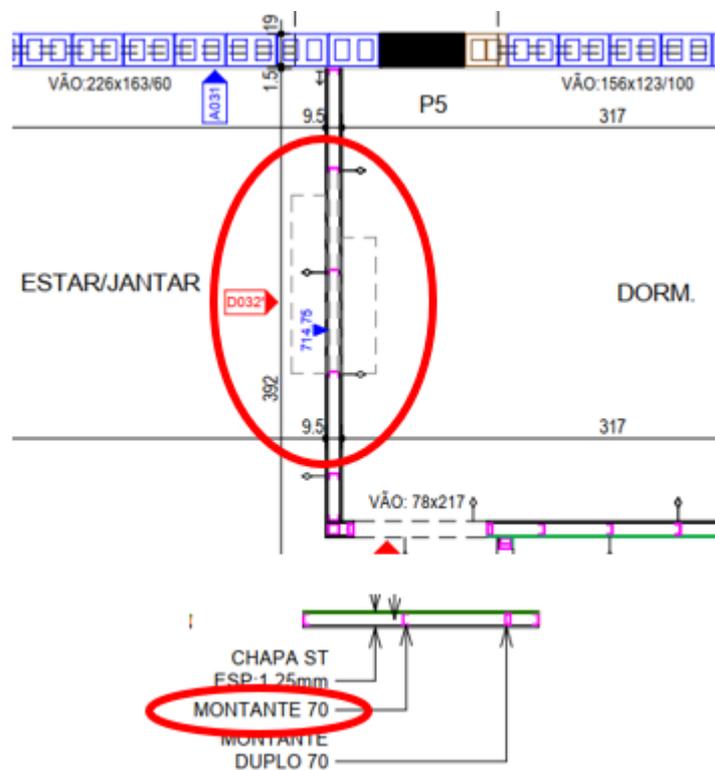
DET. TÍPICO CANALETA

(Fonte: Adaptada pelo autor, 2022)

4.2.3 Encontro das linhas da rede frigorígena

A passagem das tubulações da rede frigorígena nunca foi um item que gerou incompatibilidade com as divisórias internas quando a construtora utilizava alvenaria convencional em bloco cerâmico para esta finalidade. A espessura da divisória, que possui pelo menos 15 cm, sempre comportou em seu interior as tubulações para instalações do aparelho de ar condicionado, que possui cerca de 4 cm de diâmetro. No empreendimento, conforme a figura 23, o projeto de vedação pedia um montante com largura de 7 cm na divisória entre a sala e o dormitório nos apartamentos de 36 m², que possuía em seu interior as linhas frigorígenas destes dois ambientes.

Figura 23 – Espessura do montante da divisória entre sala e o dormitório nos apartamentos de 36 m²



(Fonte: Adaptada pelo autor, 2022)

Conforme a figura 24, o montante não foi adequado para comportar as linhas frigorígenas da sala e do dormitório além da coluna de dreno do ar condicionado, que passavam por esta divisória. No local de encontro dessas tubulações, a soma das espessuras destas foi maior do que espessura do montante. Para minimizar o ocorrido, conforme demonstrado na figura 25, foram colocadas abraçadeiras de nylon com a finalidade de diminuir o diâmetro do conjunto de tubulações.

Figura 24 – Passagem das linhas da rede frigorígena e tubulações do dreno do ar condicionado



(Fonte: Elaborada pelo autor, 2022)

Figura 25 – Abraçadeiras de nylon colocadas para unir o conjunto de tubulações



(Fonte: Elaborada pelo autor, 2022)

A situação descrita acabou acarretando em problemas de planicidade da divisória após o seu emplaceamento, o que pode ser visto na figura 26.

Figura 26 – Problema de planicidade na divisória entre a sala e o dormitório



(Fonte: Elaborada pelo autor, 2022)

Para os próximos empreendimentos da construtora que utilizarão o gesso acartonado como meio de divisória interna, ficou estipulado que nas divisórias que possuírem mais de uma linha frigorígena em seu interior será utilizado o montante com 9 cm de espessura, que comportará de forma adequada o conjunto de tubulações.

4.2.4 Posicionamento dos eletrodutos corrugados

Outro item que precisou ser compatibilizado e adequado para a implementação das divisórias internas em gesso acartonado foi o posicionamento dos eletrodutos corrugados para passagem da fiação elétrica nos montantes. Inicialmente, conforme a figura 27, estas tubulações estavam sendo posicionadas no espaço que existe entre as abas do perfil.

Figura 27 – Local onde inicialmente estavam posicionados os eletrodutos corrugados



(Fonte: Elaborada pelo autor, 2022)

Com o início da colocação das placas percebeu-se que esta posição não era a mais adequada. Como as placas de gesso são parafusadas na alma dos montantes e a fiação elétrica já havia sido passada por dentro dos eletrodutos, existia o risco de o parafuso danificar as fiações. Caso isso ocorresse, este erro só seria detectado no momento do teste elétrico, podendo gerar até mesmo um curto circuito. Além disso, para solucionar o problema, poderia ser necessário realizar a abertura de uma janela na placa de gesso, o que danificaria a pintura e o acabamento da divisória, gerando retrabalho. Para sanar esta questão, conforme mostrado na figura 28, foi colocado um pedaço de montante contra o montante da estrutura da divisória onde foi prendido, com o auxílio de uma abraçadeira de nylon, os eletrodutos corrugados. Isto impediu que a tubulação fosse perfurada além de dar um destino aos pedaços de montante que seriam descartados.

Figura 28 – Posicionamento adotado para os eletrodutos corrugados

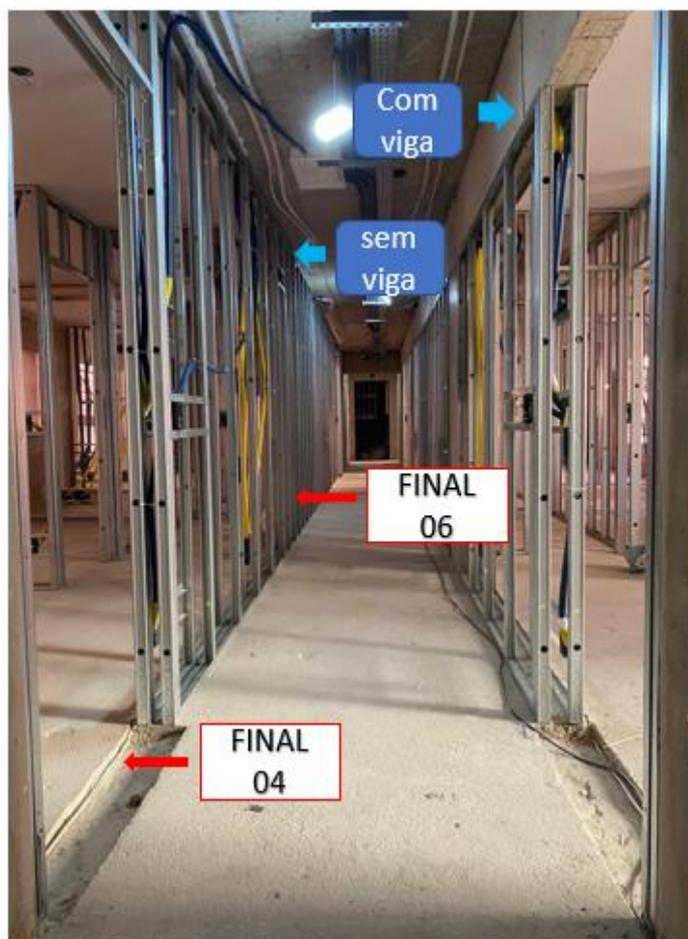


(Fonte: Elaborada pelo autor, 2022)

4.2.5 Concentração de tubulações na região do quadro de distribuição de energia elétrica

A construtora teve dificuldades para compatibilizar a grande concentração de eletrodutos corrugados na região do quadro de distribuição de energia elétrica com a divisória de gesso acartonado. Conforme mostrado na figura 29, isto ocorreu especialmente nos apartamentos com finais 04 e 06 onde as tubulações que desciam da estrutura de concreto não ficaram corretamente posicionadas. A figura 29 também demonstra que um dos fatores que dificultaram esta locação foi o fato de que na parte superior da divisória entre os apartamentos e a circulação, onde estava localizado o quadro de energia elétrica, não havia viga de concreto armado, que acaba servindo como guia para a locação destas tubulações no momento da execução da estrutura.

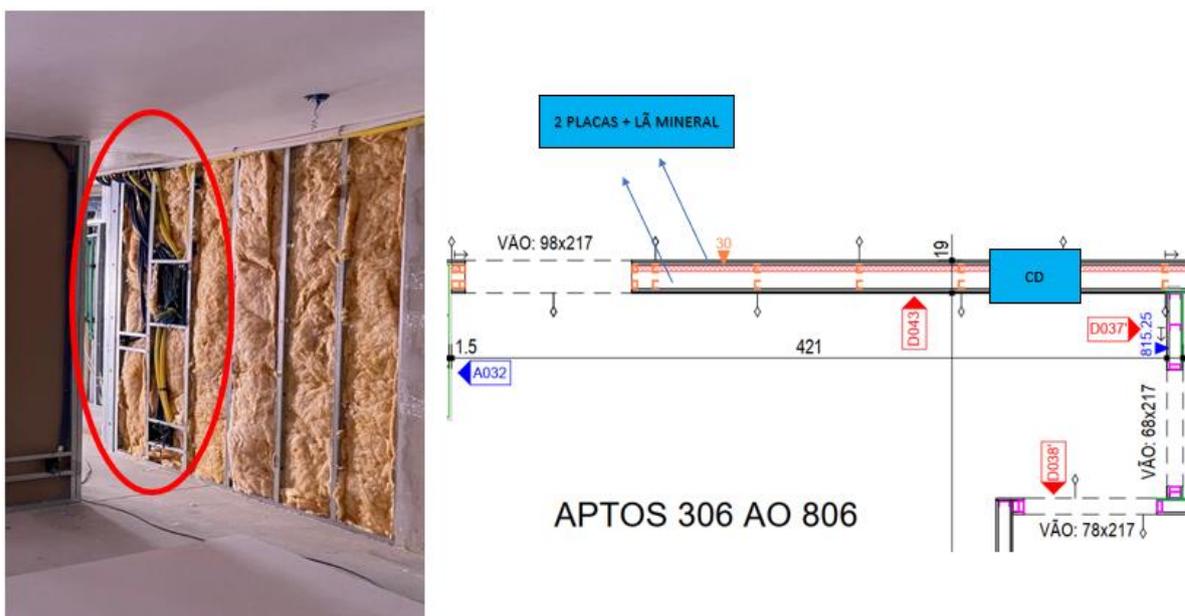
Figura 29 – Estrutura da divisória dos finais 06 e 04 sem viga na parte superior



(Fonte: Elaborada pelo autor, 2022)

Além disso, conforme mostrado na figura 30, esta divisória possuía um conjunto de duas placas e lã mineral para isolamento acústico, tornando ainda mais limitado o espaço que comportaria as tubulações. Finalizado o emplacamento da estrutura da divisória, percebeu-se um problema de planicidade nesta região. Como solução para o problema a superfície da placa mais externa teve de ser gasta com o auxílio de um carrilho (raspador para acabamento de superfícies de gesso).

Figura 30 – Divisória onde ocorreu o problema de planicidade na região do CD



(Fonte: Elaborada pelo autor, 2022)

4.3 DIFICULDADES E ADAPTAÇÕES PARA EXECUÇÃO DAS DIVISÓRIAS INTERNAS EM GESSO ACARTONADO

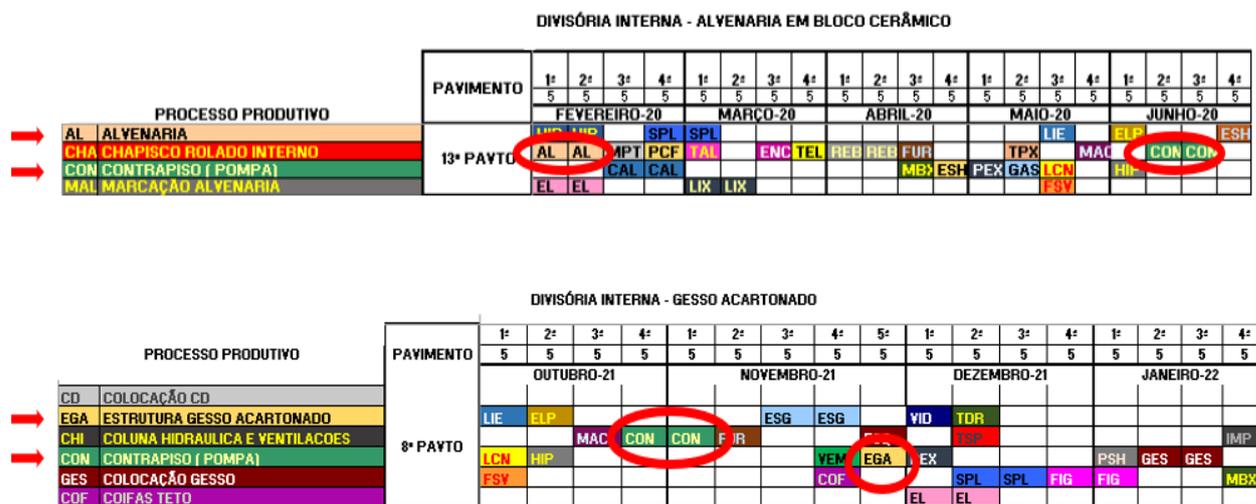
A implementação de um novo método construtivo impacta diretamente em outros sistemas que compõem uma edificação. Por vezes é necessário realizar adaptações nesses sistemas construtivos que interagem com o novo método implementado, podendo ser estas tanto em termos executivos quanto em termos de planejamento das atividades. Além disso, pela falta de experiência com o sistema por parte da construtora, colocar em prática um serviço que nunca antes havia sido realizado pode gerar algumas dificuldades no momento de sua execução. Levando isso em consideração, este subcapítulo se destina a descrever as dificuldades e adaptações que tiveram de ser realizadas para a execução das divisórias internas em gesso acartonado.

4.3.1 Execução do contrapiso

Para a implementação das divisórias internas em gesso acartonado, a construtora precisou alterar a ordem na qual a etapa de contrapiso era realizada. Conforme mostra a figura 31 comparando a linha de balanço dos dois últimos empreendimentos da empresa que utilizaram

materiais diferentes como meio de separação entre os ambientes, na edificação estudada o contrapiso foi realizado antes da execução da divisória interna.

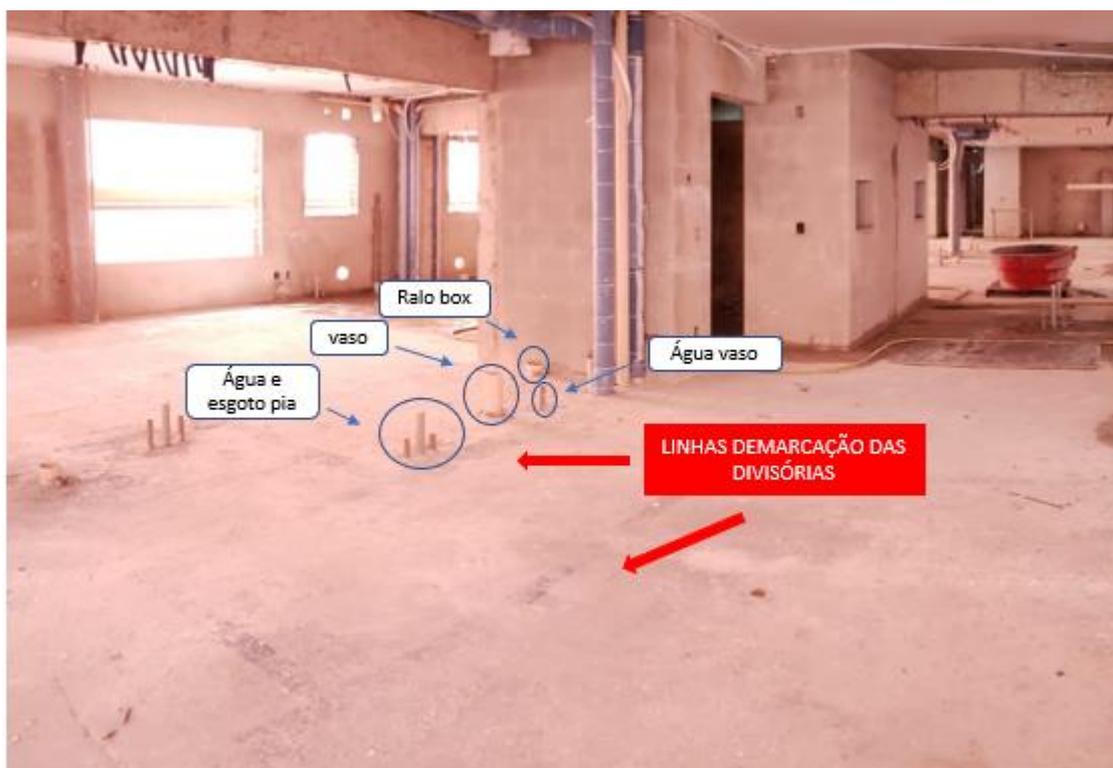
Figura 31 – Comparativo do planejamento de dois empreendimentos que utilizaram materiais diferentes como meio de divisória interna



(Fonte: Elaborada pelo autor, 2022)

A precedência do contrapiso em relação à execução da divisória interna gerou três dificuldades extras para a construtora. A primeira foi em relação à locação das tubulações que servem de passagem para as instalações de esgoto e água nos banheiros. Como a construtora utiliza tubulações de pex para alimentação de água, é necessário utilizar tubulações de PVC embutidas na laje que servem como passantes para o pex. Quando o contrapiso era executado posteriormente às divisórias, estas serviam de referência para a locação das tubulações. Com a inversão na ordem dos serviços foi necessário materializar as divisórias através da pintura destas na própria estrutura de concreto e, a partir destas linhas, fazer a devida locação das tubulações. A figura 32 mostra como o serviço foi realizado.

Figura 32 – Marcação das divisórias e locação das tubulações nos banheiros



(Fonte: Elaborada pelo autor, 2022)

A construtora utiliza, na região da sala e dormitórios dos apartamentos, contrapiso flutuante empregando manta acústica, afim de se obter um maior desempenho acústico. Nas áreas molhadas, como banheiros e cozinha, e no corredor de acesso, a manta não é empregada, com o contrapiso sendo aderido diretamente na estrutura de concreto. Devido a isto, a segunda dificuldade gerada com a inversão na ordem dos serviços foi que, conforme demonstrado na figura 33, o contrapiso destas áreas teve de ser executado primeiro, sendo estas áreas delimitadas pela pintura realizada na estrutura.

Figura 33 – Execução do contrapiso nos banheiros e circulação



(Fonte: Elaborada pelo autor, 2022)

Posteriormente a manta acústica era posicionada e o contrapiso flutuante realizado nas demais áreas. A figura 34 mostra esta segunda etapa de execução do serviço. Na imagem também é possível visualizar a folga entre o perfil e a junta formada pela manta, que serviu para que a placa adentrasse neste vão.

Figura 34 – Execução do contrapiso flutuante e resultado final do serviço



(Fonte: Elaborada pelo autor, 2022)

O terceiro fator que gerou dificuldade extra neste processo foi em relação às soleiras das portas de entrada dos apartamentos. Como estas possuem espessura maior do que o piso de porcelanato que é adotado nos ambientes, foi necessário realizar uma cava na região das portas conforme mostra a figura 35. O maior problema é que, como as divisórias ainda não haviam sido executadas, a locação das soleiras ainda não estava materializada no local, sendo necessário locar a sua posição através das divisórias em alvenaria de bloco cerâmico que haviam no local.

Figura 35 – Rebaixo no contrapiso na região da soleira das portas de entrada dos apartamentos



(Fonte: Elaborada pelo autor, 2022)

4.3.2 Mudança na cronologia da passagem das fiações elétricas

A implementação das divisórias internas em gesso acartonado também afetou a cronologia da colocação das fiações elétricas. Antes, quando se utilizava alvenaria em bloco cerâmico, as fiações eram passadas nos eletrodutos momentos antes de se iniciar a etapa de pintura. Com o novo método construtivo, decidiu-se antecipar o serviço, sendo esta etapa realizada logo após a finalização da estrutura das divisórias. O motivo da decisão foi de evitar arremates na placa de gesso caso ocorresse algum problema na passagem dos fios. O problema foi que, com a fiação exposta por mais tempo, a incidência de furto acabou aumentando em relação aos empreendimentos anteriores. Para dificultar a ação de furto, conforme mostrado na figura 36, foi parafusado um pedaço de compensado na região do quadro de energia elétrica.

Figura 36 – Fiação exposta e solução para minimizar o risco de furto



(Fonte: Elaborada pelo autor, 2022)

4.3.3 Isolamento acústico das instalações hidrossanitárias

Pelo fato de a construtora nunca ter utilizado as divisórias internas em gesso acartonado em seus empreendimentos residenciais, a empresa preocupou-se com o isolamento sonoro não só das divisórias em si, mas também dos sistemas que interagem com ela. Com o intuito de aumentar o desempenho acústico dentro dos apartamentos e demonstrar para os possíveis compradores do empreendimento a preocupação da empresa com o isolamento acústico, todas as tubulações horizontais e verticais de captação de águas pluviais e de esgoto, tanto nas cozinhas como nos banheiros, foram revestidas com uma manta acústica específica para o isolamento de tubulações hidrossanitárias. A figura 37 mostra as tubulações após a execução do serviço.

Figura 37 – Tubulações hidrossanitárias revestidas com manta acústica



(Fonte: Elaborada pelo autor, 2022)

Não se sabe ao certo o quão efetiva é a solução. A figura 38, retirada do catálogo do produto, mostra que não há nenhuma especificação do quanto de ruído é atenuado com a utilização do produto. Não foi realizado no local nenhum teste acústico para a aferição do desempenho do produto.

Figura 38 – Recorte do catálogo da manta acústica utilizada nas tubulações

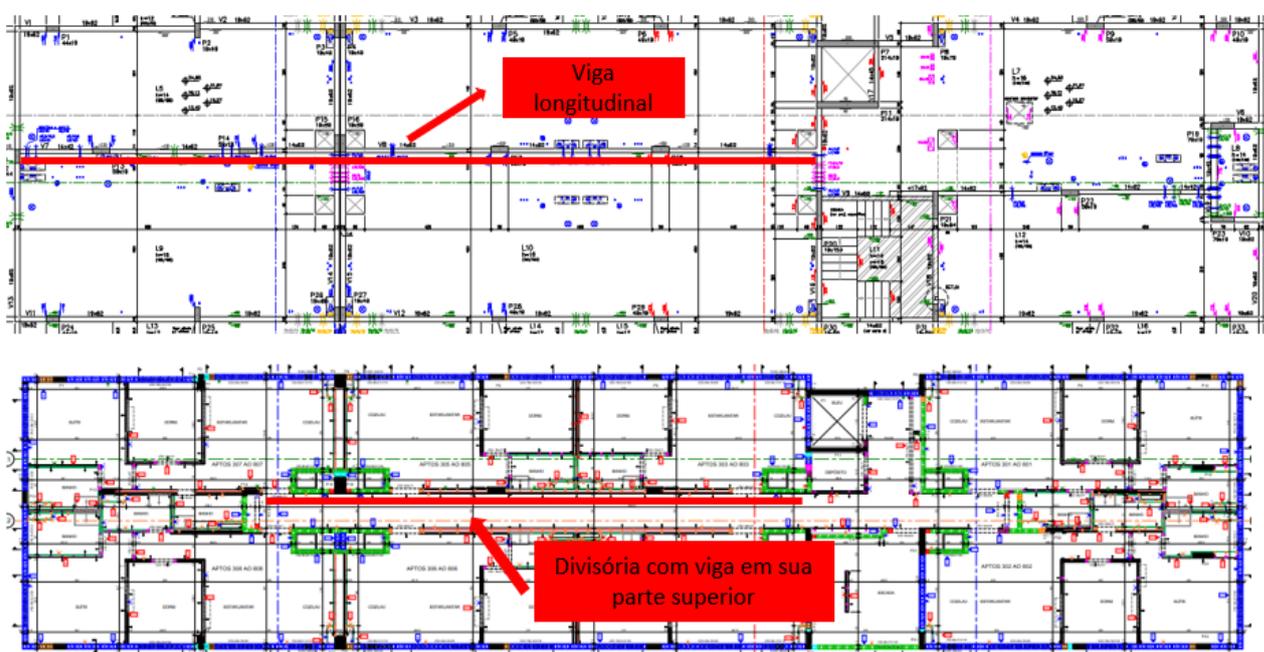


(Fonte: Adaptado pelo autor, 2022)

4.3.4 Locação das guias

A locação das guias era realizada através dos eixos de referência, com a orientação do projeto de vedações. Conforme mostrado na figura 39 com o comparativo entre os projetos estruturais e de vedação, a única viga que não estava no perímetro do prédio e cruzava o sentido longitudinal do edifício estava posicionada, praticamente em toda sua extensão, acima da divisória que separava a circulação dos apartamentos.

Figura 39 – Comparativo entre os projetos estrutural e de vedação



(Fonte: Elaborada pelo autor, 2022)

A viga em questão teve problemas de alinhamento em seu fundo e desaparecimento de sua face lateral. Este fato gerou dificuldades no momento de posicionar as guias da estrutura da divisória neste local. Nesta divisória em específico os eixos de referência, que serviam como balizadores para a locação das guias, foram ignorados. Foi necessário verificar o prumo da viga em diversos locais e, a partir de seus pontos mais críticos, locar a estrutura. Caso isto não fosse feito a face lateral da viga se projetaria para além da superfície da estrutura, sendo necessária a utilização de diversas placas de gesso para esconder este dente criado. A figura 40 mostra o resultado da locação da guia nesta região.

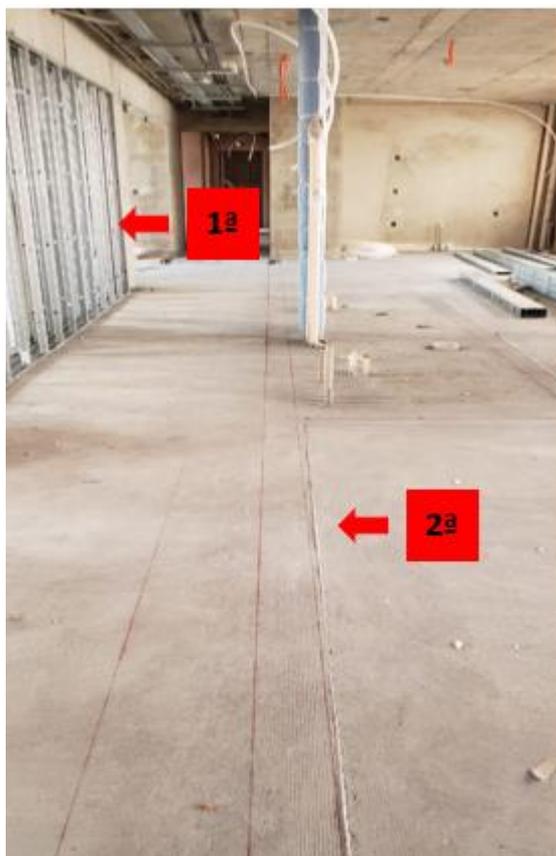
Figura 40 – Locação da guia posicionada abaixo da viga



(Fonte: Elaborada pelo autor, 2022)

Neste local estava projetado a utilização de duas guias de 48 mm revestidas com placas duplas em ambos os lados, totalizando uma largura de 19 cm. Com o deslocamento da estrutura, a largura desta divisória acabou aumentando. Conforme mostra a figura 41, o primeiro lado da circulação locado era sempre o que continha a viga. A outra divisória, que completava a circulação, era executada na sequência para saber se esta também precisaria ser deslocada para que a largura da circulação fosse preservada.

Figura 41 – Sequência de execução das guias da circulação



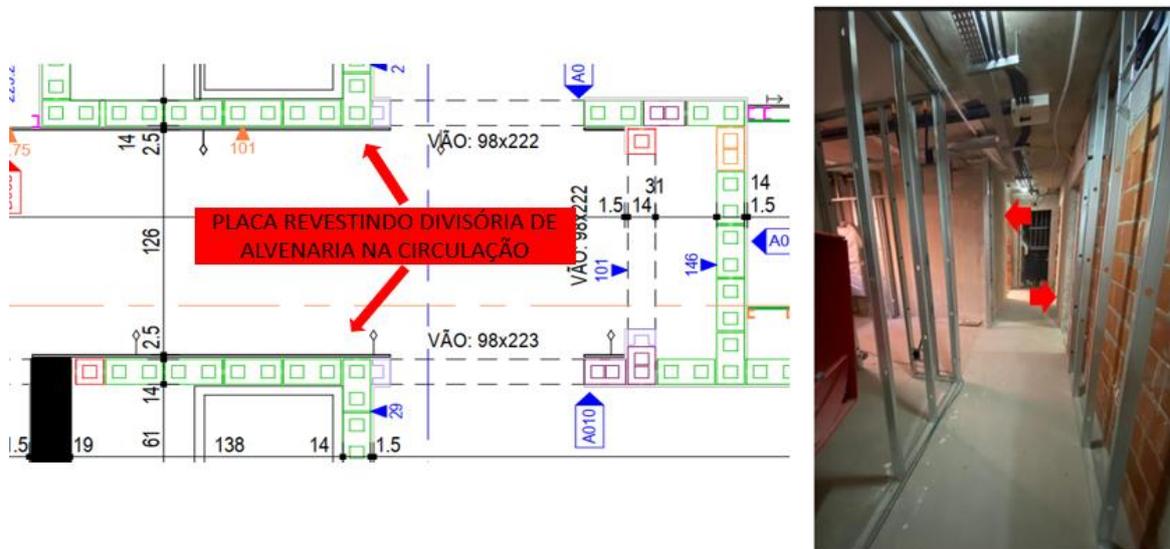
(Fonte: Elaborada pelo autor, 2022)

O fato ocorrido demonstra a necessidade de se ter mais rigor dimensional na estrutura de concreto quando se é utilizada peças pré-fabricadas/moduladas para as divisórias. Para os próximos empreendimentos da construtora, que utilizarão gesso acartonado como meio de divisória, o procedimento de conferência da estrutura de concreto será reavaliado, com um enfoque maior na observância de aspectos como prumo da face lateral e alinhamento das vigas além das medidas dos panos do assoalho tanto em sua parte superior quanto em sua parte inferior.

4.3.5 Divisórias em alvenaria da circulação revestidas com placas de gesso

Conforme mostra a figura 42, as divisórias em alvenaria de bloco cerâmico da circulação também eram revestidas com uma placa de gesso acartonado.

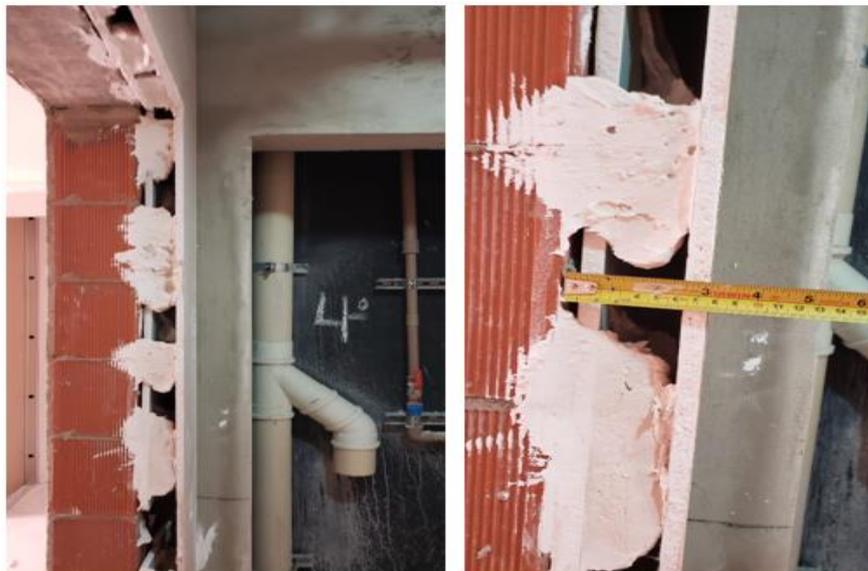
Figura 42 – Divisórias de alvenaria da circulação revestidas com placa de gesso acartonado



(Fonte: Elaborada pelo autor, 2022)

Conforme descrito no item 4.3.4 foi necessário o deslocamento da estrutura da divisória nesta região devido à sinuosidade da viga. Este fato fez com que a largura do revestimento das paredes de alvenaria fosse aumentada, conforme mostrado na figura 43.

Figura 43 – Espessura do revestimento com placa de gesso acartonado na divisória de alvenaria da circulação



(Fonte: Elaborada pelo autor, 2022)

Inicialmente, conforme mostrado na figura 43, a execução deste revestimento estava sendo realizada através de um sanduíche entre duas placas de gesso acartonado com uma camada de gesso cola no meio. A espessura de gesso cola preocupou os engenheiros da construtora que, ao consultarem o suporte técnico do fornecedor dos materiais, foram informados que poderia ser utilizada uma espessura de até 5 cm de gesso cola, não existindo a possibilidade de descolamento caso essa espessura não fosse extrapolada. De qualquer forma, conforme mostrado na figura 44, a construtora decidiu por diminuir a espessura de gesso cola, preenchendo o vão com mais de duas placas.

Figura 44 – Revestimento da divisória de alvenaria na circulação preenchida com mais de duas placas de gesso



(Fonte: Elaborada pelo autor, 2022)

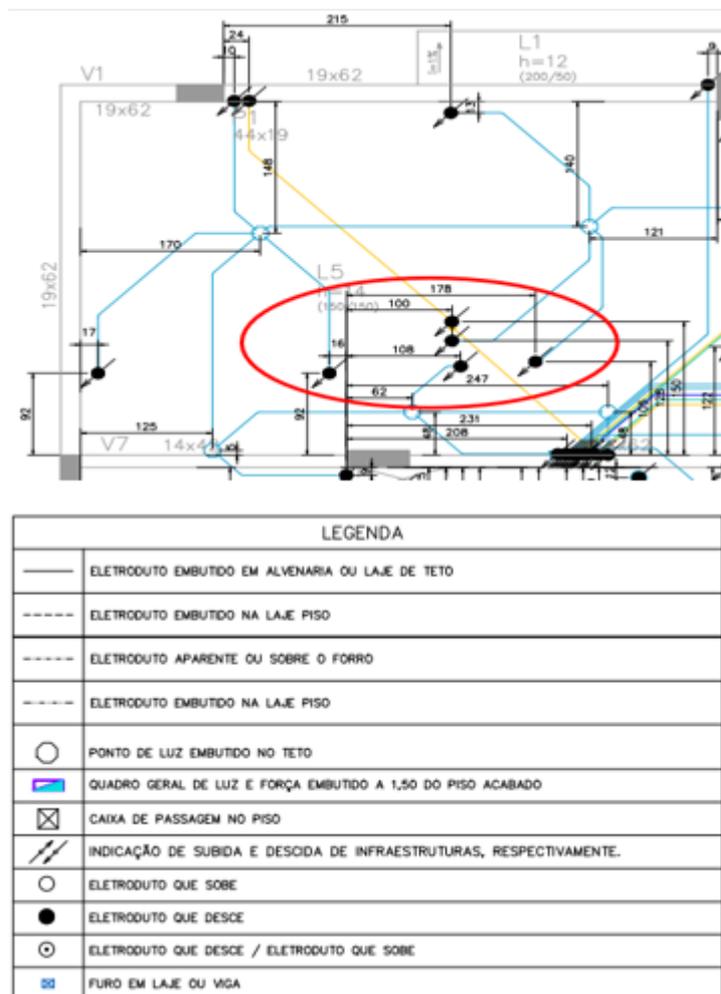
O aumento da largura dessas divisórias gerou dois problemas. O primeiro foi em relação à largura do batente das portas. A largura do batente, que foi adquirida pela construtora, era de 17 cm, com o marco da porta podendo chegar à largura de até 21,5 cm com o auxílio da guarnição regulável. Como a largura dessas divisórias ultrapassou os 21,5 cm, foi necessário adquirir batentes de 19 cm, o que gerou um aditivo no contrato do fornecedor. O segundo inconveniente foi em relação a largura das soleiras das portas de entrada. Assim como no caso dos batentes, foi necessário realizar um aditivo no contrato do fornecedor devido ao aumento da largura das divisórias.

4.3.6 Posicionamento de saída das tubulações elétricas embutidas nas lajes

O posicionamento das descidas das tubulações elétricas embutidas nas lajes foi um item que gerou um grande retrabalho após a finalização da estrutura da divisória. Conforme mostra a

figura 45, a obra possuía um projeto específico para a marcação dos pontos de descida das tubulações elétricas embutidas na estrutura de concreto.

Figura 45 – Projeto de marcação dos pontos elétricos embutidos na estrutura de concreto



(Fonte: Elaborada pelo autor, 2022)

Por mais que houvesse a existência deste projeto, as tubulações que desciam nas divisórias e que não possuíam viga em sua parte superior não ficaram corretamente posicionadas. Quando se utiliza divisórias internas em gesso acartonado a margem de erro para a locação das descidas dessas tubulações acaba diminuindo devido a espessura menor quando comparadas à uma divisória que utiliza alvenaria em bloco cerâmico. Além disso, quando a ferramenta BIM modela o projeto elétrico, esta posiciona o eletroduto rente a face da placa de gesso, e não no eixo da divisória, o que acaba aumentando a possibilidade de erro de locação das

descidas. A figura 46 mostra o resultado gerado pelo erro no posicionamento das tubulações.

Figura 46 – Erro no posicionamento das descidas das tubulações elétricas embutidas na estrutura



(Fonte: Elaborada pelo autor, 2022)

O fato acabou gerando retrabalho, uma vez que foi necessário descascar as lajes para reposicionar as tubulações. Apesar disto, não foi gerado nenhum custo extra para a construtora pois a responsabilidade acabou sendo da empresa contratada para os serviços de instalações elétricas. Entretanto, percebeu-se uma perda na produtividade dos demais serviços, pois dois eletricitistas tiveram de ser deslocados por um grande período para o conserto do erro. Esta situação reforça o que já foi mencionado no item 4.3.4 de que, quando se utiliza itens pré-fabricados em uma edificação, é necessário um maior rigor dimensional dos sistemas de interface. No próximo empreendimento da construtora, que está com a estrutura em andamento, uma alternativa está sendo testada. Conforme mostra a figura 47, as divisórias que não possuem viga em sua parte superior estão sendo materializadas através da pintura no assoalho, fazendo com que a locação das tubulações nesses pontos seja realizada de forma mais assertiva. A partir de agora este será um procedimento padrão a ser adotado nesta etapa da obra, independentemente do material empregado na divisória.

Figura 47 – Novo procedimento para o posicionamento das descidas das tubulações elétricas embutidas na estrutura



(Fonte: Elaborada pelo autor, 2022)

4.3.7 Desmontagem do andaime fachadeiro

Quando se executa o emplaceamento da estrutura das divisórias internas em gesso acartonado, é necessário que as janelas do edifício já estejam instaladas ou que os vãos destas estejam protegidos de alguma maneira, de forma a impedir a entrada de água e evitar possíveis danos às placas de gesso. No empreendimento estudado, o sistema de proteção periférica utilizado foi o andaime fachadeiro. Devido ao alto custo de locação e ao aumento da procura de possíveis compradores quando a fachada da edificação ficasse exposta, o processo de desmontagem desta estrutura de proteção é acelerado. Com isso, conforme mostra a figura 48, os vãos das janelas da fachada dos fundos da edificação ficaram expostos durante o emplaceamento de dois pavimentos. Para os próximos edifícios da construtora que utilizarem o gesso acartonado como divisória, a desmontagem do andaime será melhor compatibilizada com a instalações das esquadrias das janelas para evitar possíveis danos às placas de gesso.

Figura 48 – Vão da janela sem proteção após o emplacamento

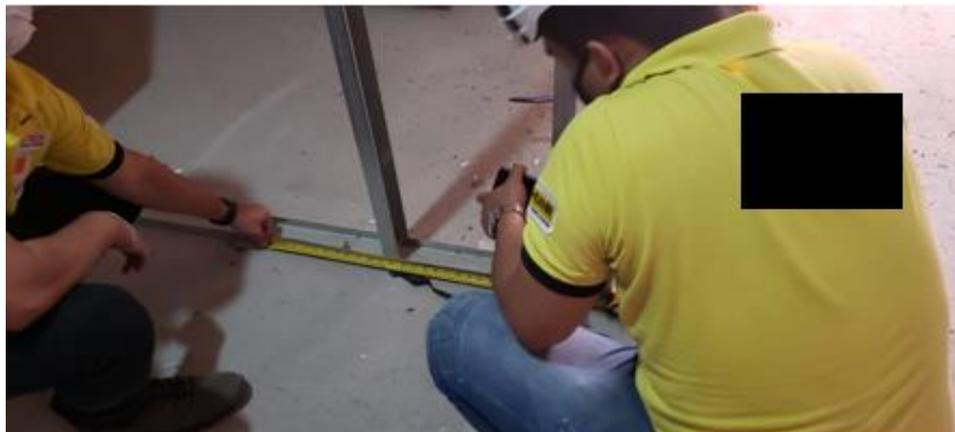


(Fonte: Elaborada pelo autor, 2022)

4.3.8 Acompanhamento técnico para a execução do serviço

Durante as etapas de execução das divisórias em gesso acartonado, a construtora contou com o suporte técnico de consultores especializados no novo método construtivo implementado. Esta foi mais uma adaptação que a construtora adotou devido ao fato de não possuir experiência na execução deste tipo de divisória. O suporte foi de grande importância para que todo o processo ocorresse da forma mais correta possível. A assessoria contou com visitas, conforme mostra a figura 49, e treinamento da equipe de gesseiros responsável pela execução do serviço.

Figura 49 – Visitas técnicas de profissionais especializados na execução de divisórias em gesso acartonado



(Fonte: Elaborada pelo autor, 2022)

No momento das visitas um relatório técnico em forma de checklist era elaborado e posteriormente entregue ao engenheiro responsável pela obra. Conforme a figura 50, no documento estavam contidos itens de avaliação das condições de armazenamento, montagem da estrutura, plaqueamento e tratamento das juntas.

Figura 50 – Esquema com os itens contidos no relatório gerado nas visitas técnicas

RELATÓRIO DE VISITA À OBRA

A - AVALIAÇÃO DE CONDIÇÕES DE ARMAZENAMENTO

• As condições de armazenamento das placas estavam conforme as recomendações da I




Imagem 01 - Placas ST e RU Imagem 02 - Placas protegidas

D - AVALIAÇÃO DE PLAQUEAMENTO

• As condições de plaqueamento do sistema de parede estavam conforme as recomendações da



Imagem 08 - Plaqueamento

C - AVALIAÇÃO DE MONTAGEM ESTRUTURAL

ALINHAMENTO DOS MONTANTES

Conforme Não conforme

• Os procedimentos de estruturação das paredes estavam conforme as recomendações da




Imagem 03 - Reforço de bandeira Imagem 04 - Dobra da guia inferior

E - AVALIAÇÃO DE TRATAMENTO DE JUNTAS

• As condições de tratamento de juntas de borda do sistema estavam conforme as recomendações




Imagem 09 - Colagem da fita Imagem 10 - Tratamento de juntas

(Fonte: Adaptado pelo autor, 2022)

4.3.9 Manual de uso e operação do proprietário

Outro item que necessitou ser adaptado após a implementação das divisórias internas de gesso acartonado foi o manual de uso e operação da edificação, que antes era padronizado para todos os empreendimentos. O primeiro aspecto a ser incrementado foi em relação às cargas a serem fixadas nas divisórias. A tabela 9 foi extraída do site da Associação Brasileira do Drywall e adicionada ao manual. Nela estão estipulados os valores máximos de carga, em kgf, a serem fixadas de acordo com os itens empregados na execução da divisória, como por exemplo a existência ou não de reforço metálico.

Tabela 9 – Tabela com orientação dos limites de cargas a serem fixadas na divisória

Respeitar a tabela abaixo para os valores máximos para as cargas a serem fixadas:

Fixação de carga	Ação sobre a parede	Distância do elemento a parede	Exemplo de elemento de fixação	Carga máxima	Tipo de fixador
Em 1 ou 2 chapas de gesso	Esforço de cisalhamento	Rente à parede	Quadros e espelhos leves	 5 kg	 GK Fischer  Outras marcas
			Quadros e espelhos pesados	 15 kg	Buchas de expansão*  Kwik Tog Hit  Bemfixa  HDF Fischer
	Esforço de momento	7,5 cm	Toalheiro, suporte para extintor de incêndio	 30 kg	
		30 cm	Prateleira, suporte de vaso para flores, armário pequeno	 20 kg	Buchas basculantes  KS4 Fischer
Em reforço metálico		30 cm	Armário de cozinha e tanque com coluna	 50 kg	 Toggler Hit
Em reforço de madeira tratada ou suporte metálico especial	Esforço de momento	60 cm	Suporte de TV, armário grande, bancada de cozinha ou de banheiro	 50 kg	

Observações

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

(Fonte: Associação Brasileira do Drywall, 2022)

Além da orientação sobre as cargas dos objetos a serem fixados, foi descrito qual o tipo de bucha utilizar em cada uma das situações. A figura 52, extraída do manual, mostra estas observações.

Figura 52 – Orientação quanto á bucha a ser utilizada

- Objetivos leves, como espelhos e quadros, até 5Kg: bucha autoperfuradora (ou autobrocante), aplicadas diretamente na chapa de gesso acartonado;
- Objetos de peso médio, até 15Kg: buchas de expansão, aplicadas diretamente na chapa de gesso acartonado (até 10Kg) ou nos montantes metálicos (até 15Kg);
- Objetos pesados, acima de 15Kg: buchas basculantes. Verificar com fornecedor especializado em *DryWall* a necessidade de reforços metálicos ou de madeira tratada dentro da parede para objetos pesados.

(Fonte: Elaborada pelo autor, 2022)

4.4 ANÁLISE DO PROCESSO DE IMPLEMENTAÇÃO DAS DIVISÓRIAS

Com a implementação de um novo método construtivo, foi necessário compatibilizar e adaptar alguns sistemas que compõem uma edificação e que interagem com a divisória interna em gesso acartonado. Além disso, conforme visto no item 4.3, alguns desafios se apresentaram no momento da execução desta divisória.

Um dos pontos apontados como observação mais cuidados em próximas aplicações do sistema em gesso acartonado é referente a precisão dimensional dos demais sistemas que possuem interface com as divisórias internas, como a estrutura. Quando se utiliza elementos pré-fabricados em uma edificação, é necessário que as dimensões dos elementos que a compõem sejam rigorosamente materializadas conforme indicação de projeto. Isto se deve ao fato de que este tipo de material possui dimensões padronizadas, não podendo dispor de modificação durante a execução do serviço. Não é possível aumentar a largura de uma divisória em gesso acartonado por exemplo, a não ser que a largura dos perfis seja alterada, diferentemente do que ocorre quando se utiliza alvenaria em bloco cerâmico, onde a largura desta pode ser alterada através do aumento da camada do revestimento de argamassa, mesmo que isto não seja uma solução adequada devido ao risco de deslocamento desta camada.

Embora alguns processos não apresentaram o melhor desempenho na execução do

empreendimento de estudo, que foi precursor, a construtora já está agindo de forma a desenvolver e melhor compatibilizar os seus sistemas construtivos que possuem sinergia com as divisórias internas. Inclusive, como citado no capítulo, este processo está ocorrendo em empreendimentos que utilizam alvenaria em bloco cerâmico com meio de divisória interna, para refinamento de procedimento. Cabe salientar que a implementação de um novo método construtivo fez com que a construtora avaliasse todo o seu sistema construtivo.

A inexperiência da construtora na execução deste tipo de divisória não inviabilizou a implementação do sistema. Apesar das dificuldades durante o processo e a necessidade de compatibilização mais detalhada entre alguns sistemas, todas as barreiras foram resolvidas, fazendo com que o sistema de divisórias cumprisse com seu desempenho requerido.

5. CONCLUSÕES

Como foi possível observar, a modificação de um método construtivo não se limita apenas na mudança deste serviço em si, mas também nos sistemas que possuem interação com este. Em relação às dificuldades apresentadas para implementar as divisórias internas em gesso acartonado, percebe-se que os desafios que surgiram não foram em decorrência de procedimentos mal realizados no processo de execução do serviço, uma vez que toda a conduta foi efetuada conforme os manuais de boas práticas expostos nos artigos, normas técnicas e nos manuais dos fornecedores dos insumos.

Com a mudança do método construtivo, alguns sistemas tiveram de ser adaptados para uma melhor harmonização entre os componentes da edificação. Neste sentido, percebe-se que a mudança do método construtivo propiciou uma avaliação de alguns processos, que tiveram de ser revistos e modificados. Com isto, a implantação de um novo método construtivo foi um gatilho para melhoria de alguns serviços, cujas mudanças implementadas serão prosperadas para os próximos empreendimentos, independentemente do material empregado na execução das divisórias internas. Em suma, a mudança no material empregado nas divisórias internas promoveu uma retroalimentação de informações de inúmeros métodos construtivos, levando a um processo de melhoria contínua destes.

As divisórias executadas no empreendimento estudado trouxeram grandes ganhos em termos de averiguação da qualidade dos serviços. Como a empresa preza pela qualidade, possuindo um rígido procedimento de conferência dos serviços, o sistema se adequou e facilitou esta ação, pois neste tipo de divisória todas as instalações ficam à mostra, facilitando a conferência e detecção de possíveis erros de instalações hidrossanitárias, elétricas e de climatização.

Por mais que a empresa encontrou algumas dificuldades com relação à inversão na ordem de algumas etapas construtivas necessária para aplicar o novo material de vedação, como ocorreu com a etapa de contrapiso, estas mudanças foram positivas em alguns aspectos. Antes, quando se utilizava alvenaria em bloco cerâmico como meio de divisória interna, o forro de gesso e os shafts eram executados em etapas diferentes. Com a mudanças, estas etapas puderam ser realizadas no mesmo momento, promovendo um aumento de produtividade.

É interessante observar que, por mais que a construtora não possuísse experiência na execução deste tipo de divisória, praticamente todas as alternativas adotadas para a resolução das incompatibilizações partiram da própria empresa. Isto demonstra a importância da capacidade de solução de problemas por parte dos engenheiros, mesmo que estas dificuldades nunca antes tenham se apresentando no dia a dia de trabalho.

Como visto no trabalho, é perceptível a preocupação da construtora em proporcionar o desempenho adequado para o seu sistema de divisória interna, de forma a atender os parâmetros exigidos pela parte quatro da NBR 15575, a norma de desempenho (ABNT, 2021). A empresa investiu não só na composição do sistema em si, como em relação à colocação de lã mineral no interior de algumas divisórias, mas também nos sistemas que interagem com a vedação, conforme mostrado na solução de isolamento com manta acústica das tubulações verticais e horizontais do edifício.

A implementação do novo sistema também foi positiva sob o ponto de vista das vendas. Por mais que este tipo de divisória ainda possua uma carga de desconfiança por parte de um público mais conservador baseado em preconceitos culturais, o gesso acartonado acabou por atrair um público que é muito almejado por toda e qualquer incorporadora: os investidores. Este tipo de cliente possui um grande potencial de compra e enxerga com bons olhos um empreendimento que utiliza este tipo de divisória pois, conforme visto no decorrer do presente trabalho, esta possui facilidade quanto à alteração de *layout* e manutenção.

Por fim, a adoção desta solução construtiva parece ter sido satisfatória. A empresa utilizará novamente o gesso acartonado como material de fechamento das divisórias internas em algumas de suas edificações futuras. A avaliação foi positiva por parte da construtora, que adotará este tipo de vedação para empreendimentos com configuração mais compacta e bem localizados.

A figura 53 demonstra de forma esquemática as conclusões observadas a respeito do trabalho

Figura 53 – Esquema com as conclusões do trabalho



(Fonte: Elaborada pelo autor, 2022)

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT. **NBR 11678: Divisórias leves internas moduladas – Verificação do comportamento sob ação de cargas provenientes de peças suspensas.** Rio de Janeiro: ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2016.

ABNT. **NBR 14715-1: Chapas de gesso para *drywall*. Parte 1 – requisitos.** Rio de Janeiro: ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2021.

ABNT. **NBR 15575-1: Edificações habitacionais – Desempenho. Parte 1: requisitos gerais.** Rio de Janeiro: ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2021.

ABNT. **NBR 15575-4: Edificações habitacionais – Desempenho. Parte 4: Requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas - SVVIE.** Rio de Janeiro: ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2021.

ABNT. **NBR 15758-1: Sistemas construtivos em chapas de gesso para *drywall* – projeto e procedimentos executivos para montagem. Parte 1: requisitos para sistemas usados como paredes.** Rio de Janeiro: ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2009.

ABRALISO. **Acústica.** São Paulo, 2015 <<http://abraliso.org.br/acustica.html>>. Acesso em 29 jul. 2022.

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 29 jul. 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO DRYWALL. **Desempenho acústico em Sistema *drywall*.** Manual de desempenho acústico de paredes de vedação interna em *drywall* em edificações residenciais e comerciais. 3^a edição. São Paulo, 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO DRYWALL. **Mercado do *Drywall* no Brasil.** São Paulo. Disponível em: <https://drywall.org.br/blogabdrywall/drywall-no-brasil-reflexões-tecnologicas-2/>. Acesso em: 10 jul. 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO DRYWALL. **Programa Setorial da Qualidade dos components para sistemas construtivos em chapas de gesso para *drywall*.** Texto de referência. São Paulo, 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO DRYWALL. **Programa Setorial da Qualidade dos components para sistemas construtivos em chapas de gesso para *drywall*.** Relatório de acompanhamento. São Paulo, 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO DRYWALL. **Segurança contra incêndio de paredes *drywall*.** Manual de desempenho ao fogo de paredes de vedação interna em *drywall* em edificações residenciais e não residenciais. São Paulo, 2018.

AVERSI-FERREIRA, T. A. Alguns comentários sobre o uso das construções do tipo

drywall no Brasil. **Engineering Sciences**, v.6, n.1, p.21-31, 2018.

BALTAR, L.M.; BALTAR, A.M.; BENACHOUR, M. **Effect of carboxymethylcellulose on Gypsum Re-Hydration Process**. International Journal of Mineral Processing, v. 125, p. 5-9, dez.2013.

BAUER, L.A.F. **Materiais de construção**. LTC. 5 ed. Revisada. Rio de Janeiro. 2012

BERNARDI, V. B. **Análise do método construtivo de vedação vertical interna em *drywall* em comparação com a alvenaria**. Relatório de estágio – Universidade do Planando Catarinense, Lages (SC) 2014.

BENEVENUTTI, B. **Comparação do comportamento térmico de diferentes composições de painéis de vedação do sistema *light steel framing***. Trabalho de conclusão de curso. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2020.

BOJIC, M.; DJORDJEVIC, S.; MALESEVIC, J.; MILETIC, M.; CVETKOVIC, D. **A simulation appraisal of a switch of district to electric heating due to increased heat efficiency in an office building**. Energy and Buildings, v. 50, p. 324-330, abr. 2012.

BRITIH SATANDARDS INSTITUTION. **Glossary of building and civil engineering terms – BS 6100 – (Subsection 1.3.1 Walls and cladding)**. London, 1992.

COMAT - Comissão de Materiais e Tecnologia, SINDUSCON-MG. **Programa Qualimat – Sistema Drywall**. Minas gerais, 2009.

COSTA, A. T.; NASCIMENTO, F.B.C. Uso de gesso acartonado em vedações internas. **Cadernos de graduação**. v.2, n.3, p.99-106, 2015.

DIAS, M. S.; NETO P. P. C. **Sistema de estruturas *drywall***. Engenharia na prática: construção e inovação – vol.3. Cap. 5, p. 164 – 203. Rio de Janeiro, 2021.

ELDER, A.J; VANDENBERG, M. **Construcion**. Madrid, 1977.

ERBS, A. **Desenvolvimento de chapas de gesso acartonado exclusivamente a partir de seus resíduos**. Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Programa de Pós-Graduação em engenharia civil. Tese de doutorado. 2020.

FERGSON, M. R. **Drywall: professional Techniques for walls & ceilings**. United States of American, Tauton Books & Videos, 1996.

FREITAS, J. A. **Materiais de construção. Aglomerantes**. Universidade Federal do Paraná, setor de Tecnologia. Departamento de Construção Civil. Curitiba, 2013.

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

GYPSUM S/A (BRASIL). **Tudo sobre as chapas drywall**. Disponível em: <https://www.gypsum.com.br/>. Acesso em 07 jul. 2022

GYPSUM S/A (BRASIL). **Tudo sobre as chapas drywall**. Disponível em: <https://www.gypsum.com.br/>. Acesso em 07 jul. 2022

HURTADO, P. L.; ROUILLY, A.; VANDENBOSSCHE, V.; RAYNAUD, C. **A review on the properties of cellulose fibre insulation**. Building and Environment, v.96, p. 170-177, 2016.

KNAUF. **Manual de instalação sistemas Knauf**. 2014.

KNAUF. **Portfólio de produtos Knauf**. 2014.

LESSA, G. A. D. T. **Drywall em edificações residenciais**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação). Universidade Anhembi Morumbi. São Paulo, 2005.

MITIDIARI, T. C. **Construção do futuro e sustentabilidade**. Tese (doutorado em engenharia). Programa de Pós-graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento – Universidade Federal de Santa Catarina. 2009.

NATIONAL GYPSUM. **Gypsum construction guide**. 4 ed. Charlotte, 1996.

NUNES, H. P. **Estudo da aplicação do drywall em edificação vertical**. Trabalho de conclusão de curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. 2015.

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

PLACO DO BRASIL. **Manual de Sistemas Placostil**. 2018.

PLACO DO BRASIL. **Mercado de drywall segue em expansão**. Disponível em: <<http://placo.com.br>>. Acesso em 10 de jul. 2022.

SABBATINI, F.H. **O processo de produção das vedações leves em gesso acartonado**. Seminário de Tecnologia e Gestão na Produção de Edifícios: vedações verticais. P.67-94. São Paulo, 1998.

SABBATINI, F.H. **Tecnologia da construção de edifícios II**. Notas de aula. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2006. Disponível em <https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4881114/mod_resource/content/2/PCC3231_Aula5_Tecnologia-2019.pdf>. Acesso em 17 set. 2022.

SABBATINI, F.H.; FRANCO, L.S. **Tecnologia de produção de vedações verticais: notas de aula da disciplina PCC 5012**. São Paulo, 1997. Disponível em <https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5075683/mod_resource/content/1/apostila_vedacoes_completa.pdf>. Acesso em 17 set. 2022.

SAINT-GOBAIN DO BRASIL PRODUTOS INDUSTRIAIS E PARA CONSTRUÇÃO LTDA. **Isover Wallfelr: isolamento para paredes de gesso**, 2010.

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, 2014.

SILVA, E. D. Comparativo de custo e desempenho entre o sistema de vedação convencional e o fechamento em Drywall. Monografia, 2000.

STEIN, J.S. Construction glossary: an encyclopedia refence and manual. 2.ed. New York, 1980.

TAGLIABOA, L. C. Contribuição ao estudo de sistemas de vedação auto portante. Disponível em <<http://www.sicablocos.com.br/tesedefendida.pdf>>

TANIGUTTI, E. K. Método construtivo de vedação vertical interna de chapas de gesso acartonado. Dissertação (mestrado em engenharia). Departamento de Engenharia de Construção Civil, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (USP). São Paulo. 1999.

TANIGUTTI, E. K.; BARROS, M. M. S. Bottura. Recomendações para a produção de vedações verticias para edifícios com placas de gesso acartonado. São Paulo, 1998.

TANIGUTTI, E.K.; BARROS, M.M.S.B. Recomendações para a produção de vedações verticais para edifícios com placas de gesso acartonado. Boletim técnico PCCn.2435. São Paulo, 1998.

TRES, K. Utilização do sistema Drywall em uma edificação residencial: análise comparativa entre alvenaria em bloco cerâmico e drywall. Monografia (graduação). Universidade do Sul de Santa Catarina, Santa Catarina. 2017.

VIEIRA, H. F. Logística Aplicada à construção civil: como melhorar o fluxo de produção nas obras. Editora Pini, 2006.